



Metodologija za preverjanje izpolnjevanja obveznosti

ob rokih, ki so določeni v izdanih odločbah o dodelitvi radijskih
frekvenc za mobilne storitve



1. KAZALO VSEBINE

1.	Kazalo vsebine.....	2
2.	Kontakti.....	4
3.	Zahtevane obveznosti.....	4
3.1.	Splošne obveznosti pokrivanja.....	4
3.1.1.	Seznam večjih mest.....	5
3.2.	Dodatne obveznosti pokrivanja za imetnike frekvenčnega pasu 700 MHz.....	5
3.2.1.	Pokrivanje prebivalstva.....	5
3.2.2.	Pokrivanje cest in železnic.....	5
3.2.3.	Prenosna hitrost in uporabniška izkušnja.....	6
3.3.	Dodatne obveznosti pokrivanja povzete po Akcijskem načrtu za 5G.....	6
3.3.1.	Določitev nivoja za izračun pokrivanja s 5G tehnologijo.....	6
3.4.	Mejne vrednosti za izračune pokrivanja.....	7
4.	Priprave na preverjanje.....	7
4.1.	Časovni razporedi.....	7
4.2.	Objavljena gradiva, namenjena imetnikom.....	9
4.2.1.	SVN prebivalci 100 m 2025.....	9
4.2.2.	Metodologija preverjanja.....	9
5.	Dokumenti s podatki, ki jih morajo predložiti imetniki.....	9
5.1.	Poročilo o izpolnjevanju obveznosti pokrivanja s podatki o souporabi.....	9
5.2.	Vključitev podpore 5G tehnologij.....	10
5.3.	Podatek o glavni prometni konici.....	10
5.4.	Testna klicna številka.....	10
6.	Preverjanje izpolnjevanja obveznosti.....	10
6.1.	Potek preverjanja.....	10
6.1.1.	Predložitev podatkov.....	10
6.1.2.	Uvoz podatkov.....	11

6.1.3.	Preverjanje baznih postaj.....	11
6.1.4.	Izračun.....	12
6.1.5.	Ocenjevanje izračunanih rezultatov.....	12
6.1.6.	Primerjava rezultatov izračunov.....	12
6.1.7.	Postopek navzkrižnega preverjanja.....	13
6.1.8.	Pokritost cest in železnic.....	13
6.1.9.	Končna potrditev poročila.....	13
6.2.	Podroben opis kategorij odstopanj.....	14
6.2.1.	Znatna odstopanja pokritosti na ravni države.....	14
6.2.2.	Znatna odstopanja pokritosti lokalnih območij.....	14
6.2.3.	Brez občutnih odstopanj.....	14
7.	Opis postopka meritev.....	14
7.1.	Namen.....	14
7.2.	Metodi meritev.....	14
7.3.	Mobilne meritve.....	14
7.4.	Mobilne meritve z vozilom.....	15
7.4.1.	Merilna oprema.....	15
7.4.2.	Antena.....	15
7.4.3.	Testni uporabniški terminal, skener.....	15
7.5.	Mobilne meritve med hojo.....	16
7.6.	Merilni parametri.....	16
7.6.1.	TSMx6 – Merilni parametri za RF skener.....	16
7.7.	Programska oprema.....	17
8.	Sklep.....	17

V metodologiji so opredeljene naloge in opisani vsi koraki za preverjanje izpolnjevanja obveznosti po vsakem roku, ki je določen v izdanih odločbah o dodelitvi radijskih frekvenc (v nadaljevanju: ODRF) posameznemu mobilnemu operaterju (v nadaljevanju: imetnik).

2. KONTAKTI

Za izmenjavo informacij se uporablja ustaljeno elektronsko pot med Agencijo za komunikacijska omrežja in storitve Republike Slovenije (v nadaljevanju: agencija) in imetniki:

Tabela 1: Elektronski naslovi

Naslovnik	Naslov	E-pošta
AKOS	Stegne 7, 1000 Ljubljana	info.box@akos-rs.si
A1 Slovenija, d.d.	Ameriška ulica 4, 1000 Ljubljana	akos_pozivi@a1.si
Telekom Slovenije, d.d.	Cigaletova 15, 1000 Ljubljana	regulativa@telekom.si
Telemach d.o.o.	Brnčičeva ulica 49A, 1231 Ljubljana – Črnuče	regulatory@telemach.si
T – 2 d.o.o.	Verovškova ulica 64A, 1000 Ljubljana	regulatory@t-2.com

3. ZAHTEVANE OBVEZNOSTI

3.1. Splošne obveznosti pokrivanja

Imetnik mora v vsakem pridobljenem radiofrekvenčnem pasu komercialno omogočiti javno dostopne širokopasovne storitve na mobilnih prizemnih sistemih na način, da:

- v roku enega leta od začetka veljavnosti pravice uporabe frekvenc posameznega radiofrekvenčnega pasu začne uporabljati te frekvence in ponujati storitve končnim uporabnikom na teh frekvencah vsaj v enem večjem mestu,
- v roku petih (5) let od začetka veljavnosti pravice uporabe frekvenc posameznega radiofrekvenčnega pasu že uporablja vse frekvence v celotnem pridobljenem radiofrekvenčnem pasu in ponuja storitve končnim uporabnikom na vseh teh frekvencah vsaj v vsakem večjem mestu.

Navedene časovne obveznosti ne veljajo za frekvence v pasovih 1500 MHz in 26 GHz, za katere velja, da se začnejo uporabljati in ponujati storitve končnim uporabnikom na teh frekvencah v vsaj enem večjem mestu v roku petih (5) let od začetka veljavnosti pravice uporabe frekvenc posameznega radiofrekvenčnega pasu.

Podrobne časovnice za posamezne imetnike se nahajajo v točki 4.1.

3.1.1. Seznam večjih mest

Tabela 2: Seznam večjih mest

Večja mesta
Celje
Koper
Kranj
Ljubljana
Maribor
Murska Sobota
Nova Gorica
Novo mesto
Ptuj
Slovenj Gradec
Velenje

3.2. Dodatne obveznosti pokrivanja za imetnike frekvenčnega pasu 700 MHz

Imetnik mora najkasneje do 31. 12. 2025 komercialno omogočati javno dostopne širokopasovne storitve na mobilnih prizemnih omrežjih, na način, da zagotovi pokrivanje:

- 99 % prebivalstva Republike Slovenije,
- 99 % avtocest (AC) in hitrih cest (HC),
- vsaj 60 % glavnih in regionalnih cest I. in II. reda,
- vsaj 60 % aktivnih železnic s potniškim prometom, pri čemer je pokrivanje znotraj vlakov v pristojnosti železniških deležnikov.

Obveznost lahko izpolni s celotnim radijskim spektrom, s katerim razpolaga.

3.2.1. Pokrivanje prebivalstva

Obveznost pokrivanja prebivalstva pomeni zagotavljanje širokopasovnih storitev bitne hitrosti z uporabniško izkušnjo najmanj 30 Mb/s od bazne postaje do uporabniškega terminala (DL) in 3 Mb/s od uporabniškega terminala do bazne postaje (UL) z možnostjo uporabe vseh dodeljenih frekvenc (zunaj zgradb) z RSRP (Reference Signal Received Power) signalom -108 dBm.

3.2.2. Pokrivanje cest in železnic

Obveznost pokrivanja cest in železnic pomeni zagotavljanje širokopasovnih storitev bitne hitrosti z uporabniško izkušnjo najmanj 10 Mb/s od bazne postaje do uporabniškega terminala (DL) in 2 Mb/s od uporabniškega terminala do bazne postaje (UL) z možnostjo uporabe vseh dodeljenih frekvenc (zunaj zgradb) z RSRP signalom -108 dBm.

Pokritost cest in železnic se preverja na osnovi opravljenih mobilnih meritev z vozilom ob navedenih pogojih:

- hitrost vožnje <100 km/h na avtocestah (AC) in hitrih cestah (HC), ter <80 km/h na ostalih cestah,
- maksimalna hitrost vožnje na posameznih odsekih prog,
- meritev predstavlja povprečje več zaporednih odčitkov na razdalji 100 m – izven objektov (na odprtem - outdoor).

Mobilne meritve se izvajajo z vozilom z vgrajeno merilno opremo, z merilno anteno nameščeno na strehi vozila. Merilno opremo sestavljajo testni uporabniški terminali (komercialni mobilni telefoni z nespremenjeno strojno in s spremenjeno vdelano programsko opremo) in skener ter merilna programska oprema.

3.2.3. Prenosna hitrost in uporabniška izkušnja

Bitna hitrost z ustrezno uporabniško izkušnjo je hitrost, ki je razpoložljiva 90 % časa dneva izven prometne konice in jo lahko uporabnik izmeri z verodostojnim merilnikom hitrosti. Glavno prometno konico v trajanju največ 2 uri opredeli imetnik glede na svoje omrežje in o tem obvesti agencijo v roku 30 dni po izdaji ODRF (Glej poglavje 5.3).

Pri preverjanju, ali imetnik izpolnjuje naloženo obveznost, bo agencija za bitno hitrost z uporabniško izkušnjo vzela rezultate meritev prenosne hitrosti na testnih uporabniških terminalih. Obveznost bo izpolnjena, če bo v 90 % opravljenih meritev prenosna hitrost dosegla zahtevano vrednost. Pri tem bo agencija upoštevala meritve opravljene izven časa glavne prometne konice (peak hour).

3.3. Dodatne obveznosti pokrivanja povzete po Akcijskem načrtu za 5G

Imetnik, ki so mu dodeljene radijske frekvence v radiofrekvenčnih pasovih 700 MHz FDD ali 3600 MHz, oziroma zaradi omogočanja primerljivih storitev tudi v radiofrekvenčnem pasu 2100 MHz, mora:

- najkasneje do 15. 9. 2021 (oziroma do 1. 10. 2022 za 2100 MHz pas – odločba 38115-100/2021/6) začeti ponujati storitve končnim uporabnikom preko 5G tehnologije v vsaj enem od pridobljenih radiofrekvenčnih pasov vsaj na območju enega večjega mesta,
- najkasneje 31. 12. 2025 ponujati storitve končnim uporabnikom preko 5G tehnologije in zagotavljati podporo množičnim senzorskim (IoT) omrežjem na katerikoli pridobljenih frekvencah ter zagotavljati funkcionalnost in podporo izboljšanemu mobilnemu širokopasovnemu dostopu (eMBB) v radiofrekvenčnem pasu 3600 MHz vsaj v vsakem večjem mestu.

V primeru, da razpoložljivost zahtevanih funkcionalnosti ni podprta, mora imetnik predložiti dokaze, ki jih bo agencija proučila in v kolikor bodo ti upravičeni, preložila rok za izpolnjevanje obveznosti.

Ponujanje storitev v skladu s to točko pomeni, da je ta storitev omogočena preko baznih postaj, ki pokrivajo vsaj 75 % prebivalstva posameznega mestnega naselja, pri čemer se za začetek uporabe radijskih frekvenc in ponujanja storitev zahteva, da je ta omogočena vsaj preko ene bazne postaje na območju posameznega mestnega naselja.

Zagotavljanje 5G tehnologije pomeni, da imetnik podpira 3GPP Release 15 ali novejšo izdajo specifikacij (standardi ETSI EN 301 908-x). Vključitev podpore 5G tehnologij v svoje omrežje mora imetnik sporočiti agenciji in o tem dostaviti dokazilo najkasneje v 15 dneh po preteku roka iz prve alineje te točke.

3.3.1. Določitev nivoja za izračun pokrivanja s 5G tehnologijo

5G (NR) ali po definiciji ITU tudi IMT-2020 je nova generacija mobilne telefonije, ki skladno z zahtevami ITU, določenimi v ITU poročilu M.2410, na radijskem delu zagotavlja tri glavne uporabniške primere:

- eMBB (extreme MBB/capacity) – podpora ekstremnih hitrosti prenosa za ekstremne količine podatkov (največje DL prenosne hitrosti 20 Gb/s in ciljna uporabniška izkušnja 100 Mb/s, največje UL prenosne hitrosti 10 Gb/s in 50 Mb/s) in zakasnitve na uporabniškem nivoju največ 4 ms,
- mMTC (massive MTC/extended coverage) podpora množični komunikaciji (minimalna zahteva milijon naprav/km²),
- URLLC (ultra-reliable and low-latency communications) – podpora ultra zanesljivi komunikaciji in hitri komunikaciji z zakasnitvami na uporabniškem nivoju največ 1 ms.

Agencija ugotavlja, da je zagotavljanje predhodno navedenih uporabniških primerov še v začetni fazi. Realizacija 5G sloni pretežno na načinu nesamostojnega omrežja (NSA – »Non-Standalone«), pri kateri se terminalska oprema končnega uporabnika poveže na glavno, LTE bazno postajo (»eNodeB«) ter na 5G bazno postajo (»GnodeB«), ki deluje kot sekundarna, kjer se uporabnikov terminal osnovno povezuje v omrežje preko LTE bazne postaje in se povezava na 5G bazno postajo uporablja le sekundarno za prenos podatkov.

Po drugi strani pa sama 5G tehnologija omogoča zelo specifične tehnične rešitve (pametne antene, selektivno usmerjeni antenski snopi, fleksibilne modulatorske sheme (»numerology«), velik razpon pasovnih širin), ki otežujejo določitev splošno veljavnega nivoja potrebne jakosti signala za izračunavanje pokrivanja.

Zato agencija za določitev nivoja ostaja pri nivoju -108 dBm, ki je tudi naveden v ODRF kot RSRP signal in se bo smiselno uporabil za nivo SS-RSRP (Synchronisation Signal Reference Signal Received Power) v 5G tehnologiji NR.

3.4. Mejne vrednosti za izračune pokrivanja

Na osnovi predhodno navedenega in v skladu z usklajenim mnenjem imetnikov se je agencija odločila za naslednje vrednosti:

- Nivo signala za 30 Mbit/s je -108 dBm za 20 MHz kanal (4G ali novejša tehnologija, tehnološko nevtrarno) ali 2 x 10 MHz z združevanjem frekvenčnih pasov (CCA - Component Carrier Aggregation).
- Nivo signala za 100 Mbit/s je -102 dBm za 20 MHz kanal (4G ali novejša tehnologija, tehnološko nevtrarno) ali 2 x 10 MHz CCA.
- Nivo signala za eMBB je -108 dBm za 100 MHz kanal (za imetnike, ki imajo 3600 MHz spekter in vsaj 100 MHz).

Te vrednosti se bodo uporabile pri izračunih ter prikazih pokrivanj na Geoportalu AKOS in se bodo upoštevale pri izpolnjevanju pogojev pokrivanja.

Agencija vsako spremembo nivoja predhodno uskladi z imetniki.

4. PRIPRAVE NA PREVERJANJE

4.1. Časovni razporedi

Tabela 3: Časovnica za imetnike

A1	TM	TS	T-2	Mejniki naloge	Zahtevani podatki	Rok od	Rok do
○	○	○	○	1 mes. Glavna prometna konica	Podatek o glavni prometni konici	15.06.2021	15.07.2021
○	○	○		3 mes. 5G (700 MHz, 3600 MHz: 3GPP Release 15 - 1 mesto)	Vključitev podpore 5G tehnologij	15.09.2021	15.10.2021
			○	3 mes. 5G (2100 MHz: 3GPP Release 15 - 1 mesto)	Vključitev podpore 5G tehnologij	01.10.2022	31.10.2022
○	○	○		1 leto 700 MHz FDD	Poročilo o izpolnjevanju obveznosti pokrivanja s podatki o souporabi	15.06.2022	29.07.2022
○	○	○		1 leto 3600 MHz	Poročilo o izpolnjevanju obveznosti pokrivanja s podatki o souporabi	15.06.2022	29.07.2022
○	○	○	○	1 leto 2100 MHz	Poročilo o izpolnjevanju obveznosti pokrivanja s podatki o souporabi	22.09.2022	22.10.2022
	○		○	1 leto 2300 MHz	Poročilo o izpolnjevanju obveznosti pokrivanja s podatki o souporabi	01.01.2023	31.01.2023
●	●	●		Dodatne (700FDD)	Poročilo o izpolnjevanju obveznosti pokrivanja s podatki o souporabi	31.12.2025	28.02.2026
●	●	●		leto 5G (700 MHz, 3600 MHz: 3GPP Release 15 - vsa večja mesta, podpora eMBB in množičnim IoT)	Poročilo o izpolnjevanju obveznosti pokrivanja s podatki o souporabi	31.12.2025	28.02.2026
			●	leto 5G (2100 MHz: 3GPP Release 15 - vsa večja mesta, podpora množičnim IoT)	Poročilo o izpolnjevanju obveznosti pokrivanja s podatki o souporabi	31.12.2025	28.02.2026
●	●	●		5 leto 700MHz FDD	Poročilo o izpolnjevanju obveznosti pokrivanja s podatki o souporabi	15.06.2026	15.07.2026

A1	TM	TS	T-2	Mejniki naloge	Zahtevani podatki	Rok od	Rok do
		●		5 leto 700MHz SDL	Poročilo o izpolnjevanju obveznosti pokrivanja s podatki o souporabi	15.06.2026	15.07.2026
●	●	●		5 leto 1500MHz	Poročilo o izpolnjevanju obveznosti pokrivanja s podatki o souporabi	15.06.2026	15.07.2026
●	●	●		5 leto 3600 MHz	Poročilo o izpolnjevanju obveznosti pokrivanja s podatki o souporabi	15.06.2026	15.07.2026
●	●	●		5 leto 26GHz	Poročilo o izpolnjevanju obveznosti pokrivanja s podatki o souporabi	15.06.2026	15.07.2026
●	●	●	●	5 leto 2100MHz	Poročilo o izpolnjevanju obveznosti pokrivanja s podatki o souporabi	22.09.2026	22.10.2026
	●		●	5 leto 2300 MHz	Poročilo o izpolnjevanju obveznosti pokrivanja s podatki o souporabi	01.01.2027	31.01.2027

4.2. Objavljena gradiva, namenjena imetnikom

Pred preverjanjem so bila imetnikom posredovana naslednja gradiva:

4.2.1. SVN prebivalci 100 m 2025

13.10.2025: Datoteka »SVN100mPrebivalci2025V_mesta.csv«; Porazdelitev prebivalstva Republike Slovenije – seznam rastrskih celic poselitve prebivalstva v mreži 100 x 100 m, ki se uporabljajo za enote prebivalstva (z vrednostmi pripadajočega geometrijskega središča v D96/TM in GK/D48 koordinatnem sistemu) za izračun pokritosti Republike Slovenije in z dodano oznako rastrskih celic, ki pripadajo posameznemu mestnemu naselju. Objavljeno na platformi za shranjevanje, sinhronizacijo in deljenje datotek [AKOS Box](#) (ai8xbq7GAH).

4.2.2. Metodologija preverjanja

29.01.2026: Osnutek spremenjene metodologije za preverjanje izpolnjevanja obveznosti.

5. DOKUMENTI S PODATKI, KI JIH MORAJO PREDLOŽITI IMETNIKI

V časovnih rokih (določenih v točki 4.1) za izpolnitev obveznosti morajo imetniki predložiti podatke in ustrezno dokumentacijo o delovanju omrežja v zvezi z izpolnjevanjem obveznosti pokrivanja z izbranimi tehničnimi parametri s simulacijo storitev, ki jih to omrežje zagotavlja.

5.2. Vključitev podpore 5G tehnologij

Vključitev podpore 5G tehnologij v svoje omrežje mora imetnik sporočiti agenciji in o tem dostaviti dokazilo v roku podanem v poglavju 3.3.

Dokazilo naj vsebuje dokument dobavitelja opreme, s katerim dobavitelj potrjuje, da imetniku dobavljena oprema podpira 3GPP Release 15 ali novejšo izdajo specifikacij (standardi ETSI EN 301 908-x).

5.3. Podatek o glavni prometni konici

Agencija bo nadzor nad obveznostmi pokrivanja izvajala izven časa glavne prometne konice (peak hour). Glavno prometno konico v trajanju največ 2 ur opredeli imetnik za svoje omrežje in pošlje obvestilo agenciji v roku podanem v poglavju 3.2.3 in v primeru, ko imetnik oceni, da je potrebno spremeniti predhodno podano informacijo.

5.4. Testna klicna številka

Agenciji mora vsak imetnik zagotoviti dostop (stalno brez prekinitev 24/7/365) do testne številke, za izvajanje testnih klicev. V primeru nedelovanja te storitve mora imetnik nemudoma obvestiti agencijo.

6. PREVERJANJE IZPOLNJEVANJA OBVEZNOSTI

6.1. Potek preverjanja

6.1.1. Predložitev podatkov

6.1.1.1. PODATKI NISO BILI PREDLOŽENI V ROKU

Če podatki niso predloženi do roka, se naslednji dan pošlje poziv.

6.1.1.2. POPOLNOST PODATKOV

Treba je preveriti, ali so bile predložene vse zahtevane datoteke, ali datoteke vsebujejo vsa zahtevana polja, ali so vsa polja izpolnjena in ali datoteke ne vsebujejo očitnih napak pri vrednostih in oblikovanju. Če podatki niso popolni in/ali pravilni in/ali v pravilni obliki, se pošlje poziv za dopolnitev/popravek podatkov.

6.1.2. Uvoz podatkov

6.1.2.1. UVOZ PODATKOV O BAZNIH POSTAJAH

Predloženi podatki se uvozijo v orodje, ki ga agencija uporablja za izračunavanje. V primeru da programska oprema pri uvozu prikaže napako, je treba preveriti oblikovanje in pravilnost podatkov. Če agencija lahko podatke popravi sama brez večjih težav (v manj kot 2 delovnih dneh), se izvede preverjanje lokacij (glej točko 6.1.3).

6.1.2.2. NAPAKE V PODATKIH O BAZNIH POSTAJAH

Predloženi podatki morajo biti skladni s točko 5.1. Za izračun pokritosti morajo biti identifikacijske oznake lokacij, baznih postaj in celic edinstvene in podatki morajo biti popolni, pravilni in v ustreznem zapisu. Če predloženi podatki niso popolni in/ali pravilni in/ali v pravilni obliki, se pošlje poziv za dopolnitev/popravek podatkov.

6.1.2.3. UVOZ PREDLOŽENIH PODATKOV O POKRITIH RASTRSKIH CELICAH

Podatki, ki jih je predložil imetnik, se uvozijo in pretvorijo v zapis, ki ga uporablja orodje, ki ga agencija uporablja za izračunavanje.

6.1.2.4. NAPAKE V PREDLOŽENIH PODATKIH O POKRITIH RASTRSKIH CELICAH

Predloženi podatki morajo biti skladni s točko 5.1. Imetnik lahko te podatke predloži v drugem zapisu, če jih agencija lahko pretvori v zapis, uporabljen v njeni programski opremi. Predložiti mora tehnične parametre, uporabljene pri izračunih za predložene rastrske celice, tako da agencija lahko oceni sporočeno stanje in ga primerja z lastnimi izračuni.

Če predloženi podatki niso popolni in/ali pravilni in/ali v pravilnem zapisu, se pošlje poziv za dopolnitev/popravek podatkov.

6.1.2.5. PREDLOŽENA IZJAVA O POKRITIH RASTRSKIH CELICAH

Predloženi podatki (seznam pokritih rastrskih celic) morajo biti skladni s točko 5.1. Imetnik mora jasno označiti, katere rastrske celice so pokrite.

Če predložena izjava ni popolna in/ali točna in/ali v ustreznem zapisu, se pošlje poziv za dopolnitev/popravek izjave.

6.1.2.6. PREDLOŽENI PODATKI O GLAVNI PROMETNI KONICI

Predloženi podatki o glavni prometni konici morajo biti skladni s točko 5.3.

Če podatki niso predloženi ali so pomanjkljivi, se pošlje poziv za dopolnitev/popravek podatkov.

6.1.3. Preverjanje baznih postaj

Agencija preveri, ali bazne postaje, navedene v poročilu, delujejo. Koordinate lokacij baznih postaj primerja s starimi podatki o lokacijah in identifikacijske oznake celic z obstoječimi podatki o meritvah. Po potrebi se opravijo dodatne meritve na terenu. Še posebej se preveri točnost koordinat s primerjavo z obstoječimi podatki in na druge načine (npr. z natančnim zemljevidom ali fizičnim obiskom lokacije, če so neskladja med predloženimi in pričakovanimi podatki prevelika). Najdena neskladja (predvsem bazne postaje, ki ne obstajajo/delujejo), se razjasni z imetnikom in lokacije baznih postaj se ustrezno popravijo. Potem se začne izračunavanje (glej točko 6.1.4).

6.1.4. Izračun

6.1.4.1. KAKO SE OPRAVI IZRAČUN

Na podlagi podatkov, predloženih v skladu s točko 6.1.1, se izračuna izpolnjevanje obveznosti pokrivanja. Analiza bo izvedena z upoštevanjem tehničnih parametrov baznih postaj s pomočjo programa HTZ communications (programskega orodja za planiranje in analizo telekomunikacijskih in radiodifuznih omrežij ter urejanje radiofrekvenčnega spektra) francoskega proizvajalca ATDI in bo temeljila na modelu po priporočilu ITU-R P.1812, na mreži karte poselitve prebivalstva z rastrom 100 x 100 m (npr. Baza geostatističnih podatkov Statističnega urada RS).

6.1.4.2. OBVEZNOSTI POKRIVANJA

Na osnovi podatkov, ki jih posreduje imetnik, agencija s svojim orodjem izračuna pokritost prebivalstva republike Slovenije na osnovi rastrske mreže (100 × 100 m). Najprej se na osnovi parametrov iz ODRF, določenih v poglavju 3.4 izračuna pokritost z RSRP oziroma SS-RSRP. Poleg tega se za vse sektorje baznih postaj v določenem omrežju izračuna tudi razmerje med signalom in šumom SINR (PDSCH) ter ustrezno zmogljivost omrežja. Rezultat sta natisnjeni poročili zemljevidi in sezname pokritih rastrskih celic 100 × 100 m ter pokritost v odstotkih.

6.1.5. Ocenjevanje izračunanih rezultatov

Izračunani rezultati se najprej ocenijo na podlagi preteklih izkušenj, izračunov in obstoječih podatkov iz meritev. V primeru občutnih razlik med pričakovanimi vrednostmi in obstoječimi podatki iz meritev se podatki ponovno preverijo skladno s točkama 6.1.2 in 6.1.3. Če agencija pri tem ne odkrije nobene napake v podatkih, se ponovno ocenijo tehnični parametri in parametri terena (clutter) za izračune. Če agencija najde napako v tehničnih parametrih za izračun, se izračun ponovi skladno s točko 6.1.4.

Če primerjava s pričakovanimi vrednostmi ne pokaže nobenih občutnih razlik, se izvede primerjava z uvoženimi podatki, ki jih je predložil imetnik.

6.1.6. Primerjava rezultatov izračunov

Izračunana pokritost se primerja z uvoženimi podatki o pokritih rastrskih celicah in seznamom pokritih rastrskih celic, ki jih je predložil imetnik.

Ocenijo se odstopanja pri pokritosti. Odstopanja se lahko razdelijo v tri skupine:

1. Občutna odstopanja v pokritem območju na ravni države,
2. Občutna odstopanja v pokritosti na omejenem številu lokalnih območij,
3. Brez občutnih odstopanj.

6.1.6.1. OBČUTNA Odstopanja v pokritem območju na ravni države

V primeru občutnih odstopanj v pokritem območju na ravni države (glej 6.2.1) gre verjetno za sistemsko napako pri parametrih imetnika. Agencija zato ukrepa skladno s točkami 6.1.2.2 in/ali 6.1.2.4 in/ali 6.1.2.5.

6.1.6.2. OBČUTNA Odstopanja pokritosti določenih lokalnih območij

Morebitna občutna odstopanja pokritosti določenih lokalnih območij (glej 6.2.2) so verjetno posledica odstopanj v podatkih o terenu (clutter) agencije in imetnika. Agencija zato v tem primeru pripravi notranji zahtevek za meritve na območjih, kjer so odstopanja najbolj občutna. Postopek se ne nadaljuje, dokler niso znani končni rezultati meritev (glej poglavje 7).

6.1.6.3. REZULTATI V PRIMERU OBČUTNIH Odstopanj pokritosti lokalnih območij

Na osnovi rezultatov meritev so možni 4 različni scenariji:

1. Rezultati lahko potrdijo izračune imetnika,
2. Rezultati lahko potrdijo izračune agencije,
3. Rezultati lahko pokažejo boljšo pokritost kot oba izračuna,
4. Rezultati lahko pokažejo slabšo pokritost kot oba izračuna.

V primeru prvega scenarija, ko rezultati potrdijo izračune imetnika, agencija potrdi rezultate, ki jih je predložil imetnik (glej točko 6.2.3). Agencija lahko kasneje izboljša svoj model izračunavanja.

V primeru drugega scenarija, ko rezultati potrdijo izračune agencije, se ponovno preučijo dejanski tehnični parametri (največje vrednosti), ki so bili podlaga za pokritost z omrežjem, kot jo je predstavil imetnik, in po potrebi se z imetnikom še dodatno razjasnijo odstopanja.

V primeru tretjega scenarija, ko so rezultati boljši od izračunov, agencija potrdi rezultate, ki jih je predložil imetnik (glej točko 6.2.3).

V primeru četrtega scenarija, ko so rezultati slabši od izračunov, se ponovno preučijo dejanski tehnični parametri (največje vrednosti), ki so bili podlaga za pokritost z omrežjem, kot jo je predstavil imetnik, in z imetnikom se še dodatno razjasnijo odstopanja. Agencija v najkrajšem mogočem času izboljša svoj model izračunavanja.

6.1.7. Postopek navzkrižnega preverjanja

Če obstoječi podatki iz merenj ne zadostujejo (vsaj 10 območij iz različnih delov Republike Slovenije) za navzkrižno preverjanje z izračunanimi podatki, agencija pripravi zahtevek za meritve na vzorčnih pokritih območjih in izvede končno navzkrižno primerjavo s podatki, ki jih je predložil imetnik. Na osnovi končnih rezultatov (glej točko 6.1.6.2) se pripravi povzetek ugotovitev. Če so rezultati navzkrižnega primerjanja pozitivni, glej točko 6.1.9.

6.1.8. Pokritost cest in železnic

Pokritost cest in železnic se preverja na osnovi opravljenih mobilnih meritev z vozilom ob navedenih pogojih:

- hitrost vožnje <100 km/h na avtocestah (AC) in hitrih cestah (HC), ter <80 km/h na ostalih cestah,
- maksimalna hitrost vožnje na posameznih odsekih prog,
- meritev predstavlja povprečje več zaporednih odčitkov na razdalji 100 m – izven objektov (na odprtem - outdoor).

Mobilne meritve se izvaja z vozilom z vgrajeno merilno opremo, z merilno anteno nameščeno na strehi vozila. Merilno opremo sestavljajo testni uporabniški terminali (komercialni mobilni telefoni z nespremenjeno strojno in s spremenjeno vdelano programsko opremo) in skener ter merilna programska oprema.

Obveznosti pokritosti cest in železnic bodo izpolnjene, če bodo rezultati opravljenih meritev glede izpolnjevanja zahtev v skladu s točko 3.2.2.

6.1.9. Končna potrditev poročila

Če so rezultati navzkrižnega preverjanja (kot ga določa točka 6.1.7) in obveznost pokritosti cest in železnic (kot ga določa točka 6.1.8) pozitivni, se poročilo imetnika končno potrdi in šteje se, da so njegove splošne obveznosti pokrivanja iz točke 3.1 in/ali dodatne obveznosti pokrivanja iz točke 3.2 in 3.3 izpolnjene.

V primeru negativnih rezultatov se o ugotovitvah obvesti imetnika.

6.2. Podroben opis kategorij odstopanj

6.2.1. Znatna odstopanja pokritosti na ravni države

Za občutna odstopanja pokritosti na ravni države gre, če se pokritost na celotnem ozemlju Slovenije ob primerjavi izračunov agencije in imetnika razlikuje za več kot 20%. Če je iz rastrskega zemljevida jasno, da obstajajo pokrite celice brez bazne postaje (ali bazne postaje brez pokritih celic), očitno obstaja napaka v sistemu. Če je vsako pokrito območje sorazmerno večje, je lahko za izračun uporabljena višja mejna vrednost, zato se ponovno preučijo dejanski tehnični parametri (najvišje ravni), ki jih je imetnik uporabil pri predloženem izračunu pokritosti.

V tem primeru je gotovo prišlo do sistemske napake pri imetnikovih parametrih in je potrebno dodatno razjasniti odstopanja z imetnikom.

6.2.2. Znatna odstopanja pokritosti lokalnih območij

Za občutna odstopanja pokritosti določenih lokalnih območij se šteje, če se v največ 10 območjih ozemlja Slovenije primerjava izračunov pokritosti agencije in imetnika razlikuje za več kot 20%.

V tem primeru gre lahko za razlike v podatkih o terenu (clutter data) agencije in imetnika. Treba je primerjati podatke o terenu na teh območjih z dejansko situacijo (s slikami iz zraka). Če so pri tem odkrita neskladja, veljajo rezultati terenskih meritev.

6.2.3. Brez občutnih odstopanj

Če so odstopanja manjša od vrednosti, določenih v točkah 6.2.1 in 6.2.2, se šteje, da ni prišlo do občutnih odstopanj.

7. OPIS POSTOPKA MERITEV

7.1. Namen

Meritve v mobilnih omrežjih se izvajajo z namenom terenskega preverjanja dejanskih tehničnih parametrov, ki so pomembni za delovanje mobilnega omrežja. Na ta način se preverja tudi točnost podatkov o zemljepisnih lokacijah celic, njihovih tehničnih parametrih ter območju pokrivanja, ki jih periodično posredujejo lastniki širokopasovnih mobilnih omrežij. Izmerjeni parametri se uporabljajo tudi za analizo potencialnih težav, kot so lahko: prenizek nivo signala, razmerja signala, različne motnje in nastavitve parametrov za detekcijo napak v omrežju. Meritve mobilnih omrežij so tudi edini način, ki omogoča agenciji preverjanje ujemanja računalniških simulacij pokrivanja z dejanskim stanjem na terenu.

7.2. Metodi meritev

Za izvedbo meritev se uporabljata dve metodi:

1. Mobilne meritve in
2. Fiksne meritve

7.3. Mobilne meritve

Mobilne meritve so vse meritve, pri katerih se v času meritev spreminja lokacija. Pri teh meritvah so pri vse rezultatih podani tudi podatki o času in lokaciji izvedbe meritve.

Mobilne meritve se izvajajo na dva načina:

- z vozilom ali
- peš.

V glavnem se izvajajo z vozilom. Peš se izvajajo samo na področjih, kjer je treba izmeriti parametre omrežja in, ki niso dostopna z avtomobilom.

7.4. Mobilne meritve z vozilom

Mobilne meritve z vozilom omogočajo izvajanje meritev za več omrežij in tehnologij sočasno v relativno kratkem času in na širšem območju povsod tam, kjer je možen dostop z vozilom.

7.4.1. Merilna oprema

Obseg meritev je omejen z vgrajeno merilno opremo, ki je sestavljena iz testnega uporabniškega vmesnika (testnega mobilnega telefona, modema), antene na vozilu in programske opreme. Zaradi velikega števila tehnologij, ki delujejo v različnih frekvenčnih območjih, omejenih tehničnih parametrov testnih terminalov in števila imetnikov je za učinkovito preverjanje nujna uporaba širokopasovnega skenerja. Širokopasovni merilni skener je nameščen znotraj merilnega vozila, mobilni testni terminali so nameščeni v kovčku na strehi vozila, na strehi vozila pa se nahajajo tudi merilne antene, ki so z RF vodniki priključene na merilni skener.

7.4.2. Antena

Merilna antena je nameščena na strehi vozila na višini pribl. 2 m in je za 0,5 m višja od standardizirane merilne višine. Priporočena pridobitev uporabljenih merilnih anten z neusmerjeno karakteristiko pri upoštevanju vseh izgub je najmanj 0 dBi, kar se tudi prevzame kot pridobitev antene pri izračunih. Glede na podatke proizvajalcev je lahko pridobitev v določenih smereh večja tudi za 1 do 3 dB, kar pa se zanemari, saj jih pri mobilnih meritvah zaradi stalnega spreminjanja smeri in pozicije med anteno in sprejemnimi signali ni mogoče določiti.

Jakost sprejemnega signala je odvisna tudi od višine sprejemne antene in se zaradi povečanja z 1,5 m na dobrih 2 m poveča, odvisno od frekvenčnega območja, od 1 dB pri 800 MHz do 3 dB pri 2600 MHz.

Pričakovana razlika pri meritvah jakosti signalov pri meritvah s testnimi terminali z vgrajeno anteno na višini 1,5 m in anteno postavljeno na vozilu na višini 2 m je 3 do 6 dB.

7.4.3. Testni uporabniški terminal, skener

Kot testni uporabniški terminali se uporabljajo komercialni mobilni telefoni z nespremenjeno strojno in s spremenjeno vdelano programsko opremo (namenski specialni merilni terminali). Glede na primerjalno tabelo, ki prikazuje prednosti in slabosti takega terminala in skenerja, se priporoča njegova uporaba samo pri meritvah, ki jih s skenerjem ni mogoče izvesti. To so meritve »End-to-End«. Pri vseh ostalih meritvah se uporablja skener, ki omogoča enake meritve in demodulacije parametrov kot testni uporabniški terminal v stanju pripravljenosti z bistveno večjo hitrostjo in natančnostjo v vseh frekvenčnih območjih ne glede na ponudnika storitev.

Tabela 1: Primerjava uporabnosti testnega uporabniškega terminala in RF skenerja

Lastnost	Testna naprava	RF skener
Frekvenčna omejitev	DA, na določene frekvence	NE
Omejitev na enega operaterja	DA	NE
Dodatni stroški storitev	DA	NE
Meritve QoS	DA	Delno
Omrežna povezava	DA	Delno
Meritve pokritosti	Delno	DA
Natančnost meritve	Nizka	Visoka

Hitrost meritve	Nizka	Visoka
Cena	Nizka	Visoka

7.5. Mobilne meritve med hojo

Za mobilne meritve med hojo se uporablja enaka oprema, kot za mobilne meritve med vožnjo, to je merilni širokopasovni skener, specialni merilni terminali in antene ter vgrajena programska oprema za izvajanje meritev. Za določitev položaja v času meritve se uporablja vgrajeni sprejemnik GNSS ali ročno kalibrirani zemljevidi (indoor).

7.6. Merilni parametri

Pri meritvah in beleženju rezultatov parametrov meritev je treba v glavnem določiti samo osnovne parametre omrežij in sistemske nastavitve. Pomembno je, da se med posameznimi meritvami ti ne spreminjajo. Shranjujejo se vsi izmerjeni parametri in dogodki.

7.6.1. TSMx6 – Merilni parametri za RF skener

Splošno:

- Parametri za enolično določanje operaterja (MCC, MNC) v 5G NSA omrežjih. Dekodiranje podatkov iz SIB1 bloka.

Tehnologija 4G:

- RSRP: Moč referenčnih signalov LTE, razprostrtih prek celotne pasovne širine (referenčni signali v celotni pasovni širini kanala) in ozkopasovno (6 notranjih Resource Block – 1 MHz pasovne širine okrog centralne frekvence). Najmanj -20 dB SINR (na kanalu S-Synch) je potrebnih za zaznavanje RSRP/RSRQ.
- RSRQ: Kakovost ob upoštevanju tudi RSSI in števila uporabljenih blokov virov (N) $RSRQ = (N * RSRP) / RSSI$, kot je izmerjen prek iste pasovne širine:
 - Ozkopasovno N = 62 podnosilcev (6 blokov virov)
 - Širokopasovno N = polna pasovna širina (do 100 blokov virov/20 MHz).
- Power: Moč referenčnih signalov S-Synch.
- SINR (Signal to Interference plus Noise Ratio – razmerje med signalom in motnje s šumom): Razmerje med signalom in motnjami ter šumom na osnovi sinhronizacijskega signala.
- RS-SINR: SINR, ki temelji na referenčnih signalih (ozkopasovni in širokopasovni).
- Doppler: Dopplerjev zamik se meri relativno. Temelji na meritvi CIR in lahko izmeri premik med -100 do +100 Hz. To ustreza vožnji pri približno 160 km/h pri 700 MHz.
- CP (Cyclic Prefix – ciklična predpona): Ciklično predpono samodejno zazna TSMx, če gre za normalno (7 simbolov na blok) ali pa razširjeno (6 simbolov na blok).
- Zaznavanje LTE-M in 5G NR

Tehnologija 5G:

- SS-RSRP: Moč sekundarnih sinhronizacijskih referenčnih signalov. Najmanj -21 dB SINR (proti AWGN) je potrebnih za zaznavanje SS-RSRP (20 ms periodičnost, 30 kHz razmik med podnosilci).

- SS-RSRQ: Kvaliteta sekundarnih sinhronizacijskih referenčnih signalov ob upoštevanju RSSI in upoštevanju števila uporabljenih blokov virov (N): $SS-RSRQ = (N \times SS-RSRP) / RSSI$.
- SS-SINR (Secondary Synchronization Signal-to-Noise and Interference Ratio) – razmerje med močjo sekundarnih sinhronizacijskih signalov in močjo motenj ter šumom.

Tehnologija NB-IoT

- NPSS Power: moč primarnih sinhronizacijskih signalov
- NSSS Power: moč sekundarnih sinhronizacijskih signalov
- NRSSI: skupna sprejeta moč v NB-IoT kanalu (180 kHz) skupaj s šumom.

7.7. Programska oprema

Programska oprema mora omogočati tako prikaz posameznih meritev in dogodkov na zemljepisnih kartah kot tudi analizo izbranih merilnih parametrov.

Poznejša programska analiza mora omogočiti postavitve različnih kriterijev, zato ni potrebe, da bi bili kriteriji znani že pred samimi meritvami. Na ta način lahko pri analizi merilnih rezultatov uporabimo različne kriterije, ki so določeni po že opravljenih meritvah.

8. SKLEP

Na podlagi podatkov, predloženih v skladu s točko 6.1.1, se izračuna izpolnjevanje obveznosti pokrivanja (glej 6.1.4).

Agencija šteje obveznost pokrivanja (splošne iz točke 3.1 in/ali dodatne iz točk 3.2.1 in 3.3) za izpolnjeno, če izračunani odstotek pokrivanja za vrednosti določenih nivojev ni manjši od predpisane vrednosti in če je obveznost pokritosti cest in železnic večja od predpisanih vrednosti v ODRF (glej poglavje 3).

Agencija o svojih ugotovitvah obvesti imetnika.

V primeru izpolnjenih obveznosti se neujemanje rezultatov agencije s podatki imetnika - navzkrižno preverjanje, kot ga določa točka 6.1.7, vršijo na pobudo in v sodelovanju z imetnikom.

Agencija javno objavlja podatke, ki temeljijo na njenih izračunih in ugotovitvah.