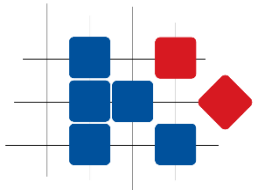


HRVATSKA REGULATORNA AGENCIJA
ZA MREŽNE DJELATNOSTI



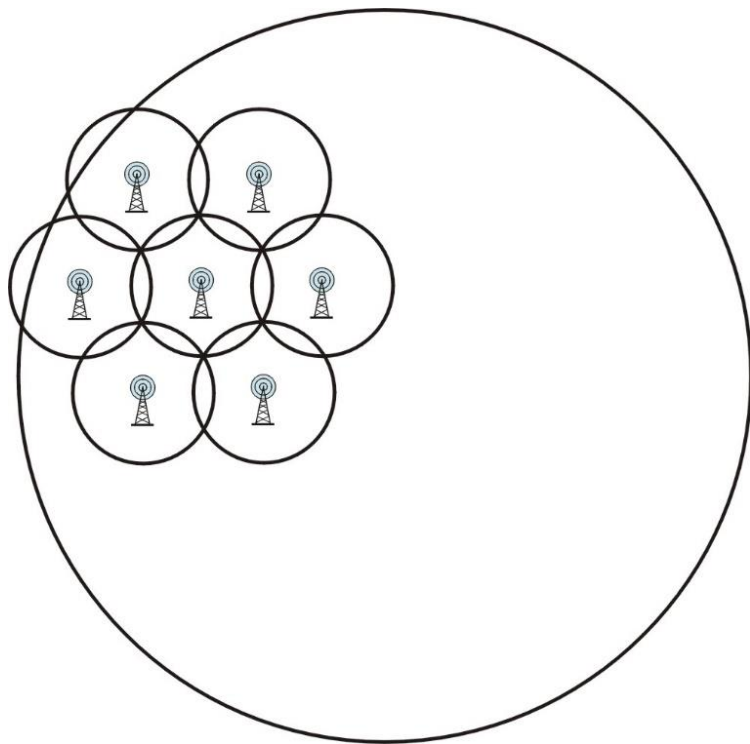
OSNOVE RADIOPLANIRANJA

Zagreb
8. rujna 2021.

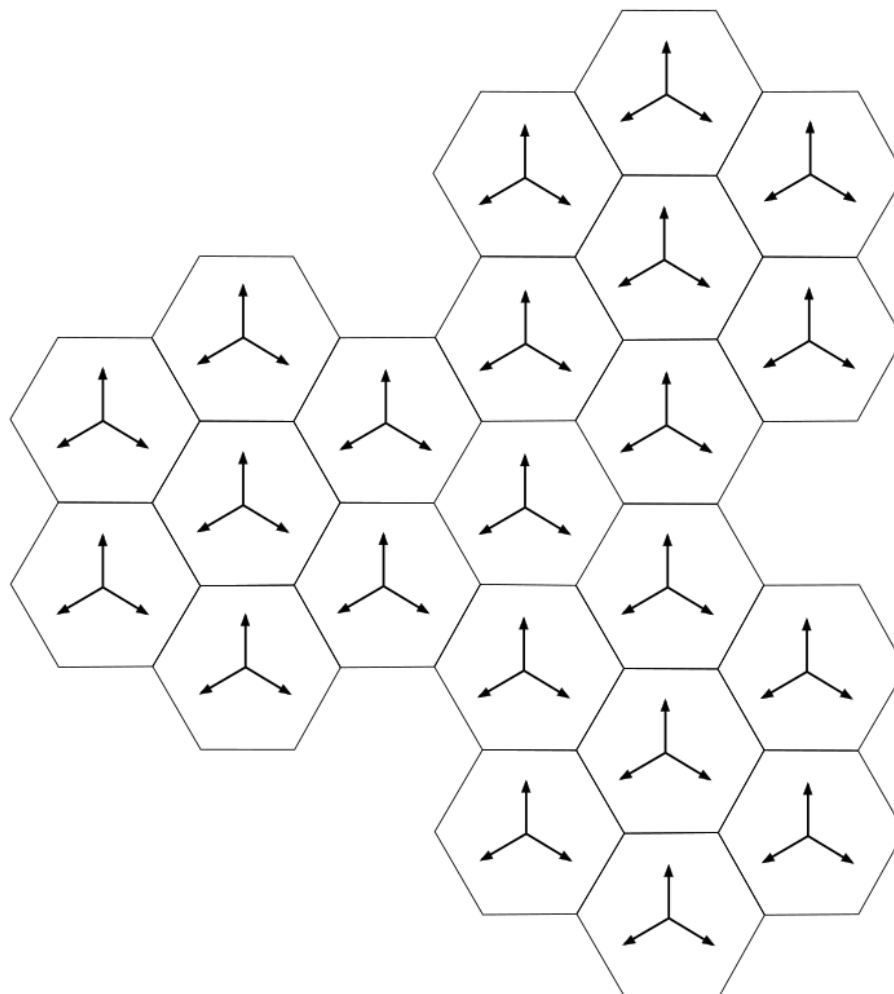
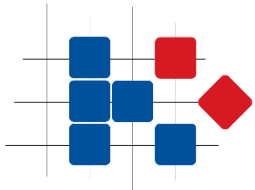


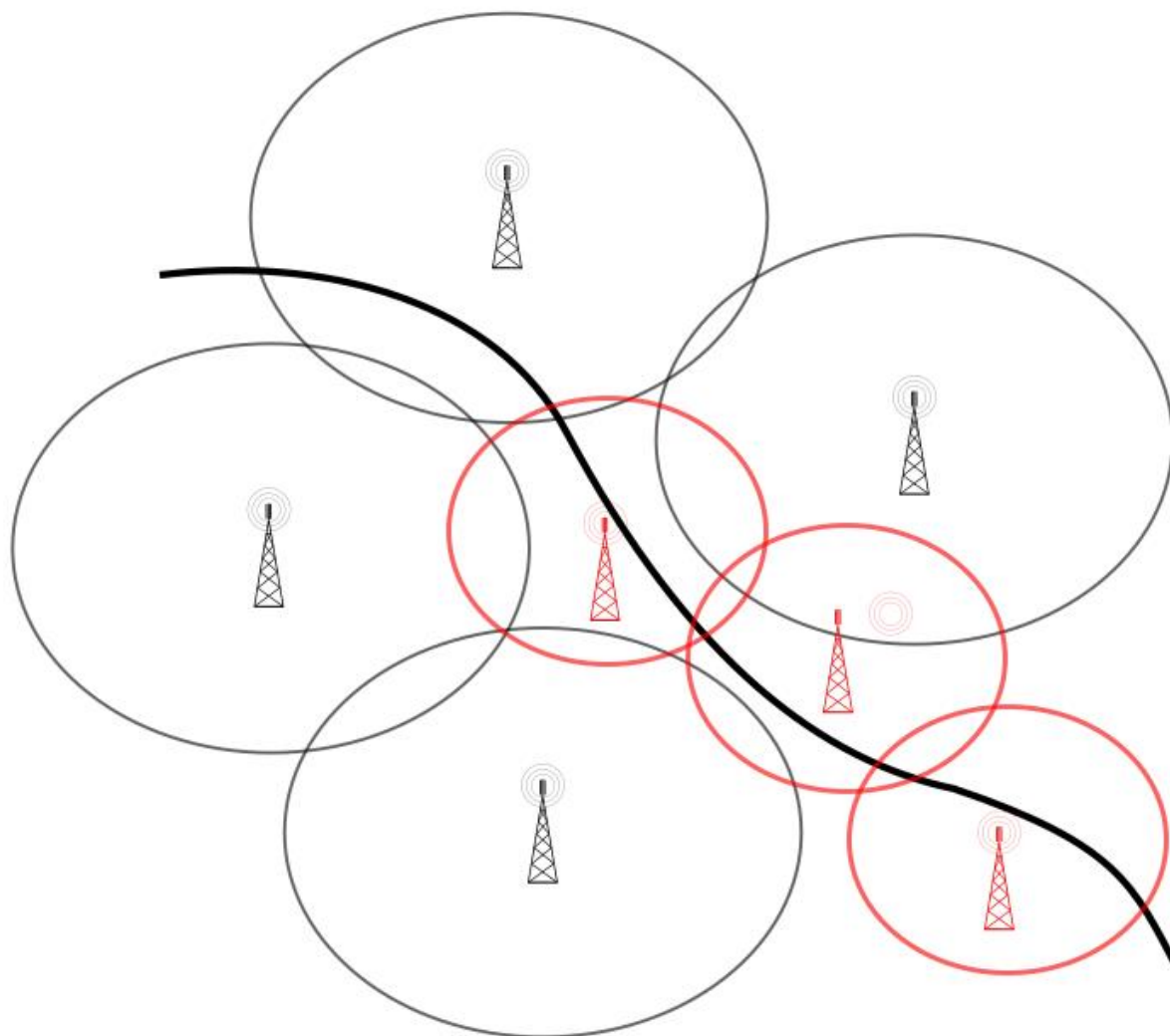
- Glavne zadaće:
 - osigurati pokrivanje i kapacitet s određenom QoS
 - Minimizacija troškova EKI (RK i zamrežje)
- Ulazni podaci:
 - konfiguracija terena,
 - propagacijske karakteristike,
 - korisnici (gustoća i statističko ponašanje),
 - frekvencijski pojas
- Dozvolom za uporabu RF spektra određeni su:
 - postotak pokrivanja stanovništva i teritorija koji je nositelj dozvole dužan ispuniti u određenom vremenskom razdoblju
 - Specifični uvjeti pokrivanja:
 - Postotak stanovništva pojedinog JLS-a/postotak površine grupe JLS-ova
 - Postotak duljine prometnih koridora
- Rezultati planiranja:
 - Plan postavljanja baznih postaja – određivanje lokacija, kapaciteta i tehničkih karakteristika sustava
 - Frekvencijski plan
 - Arhitektura optičke mreže

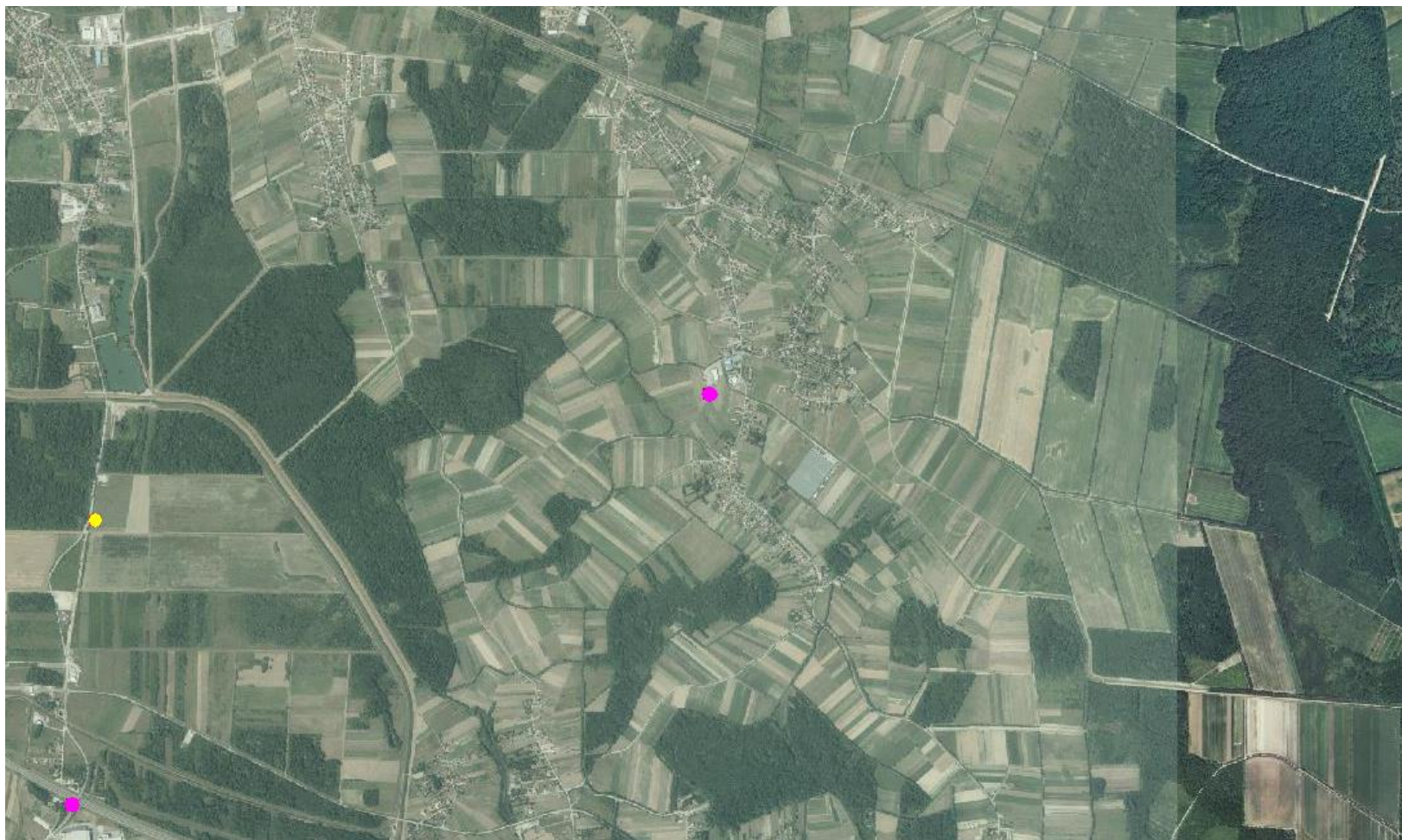
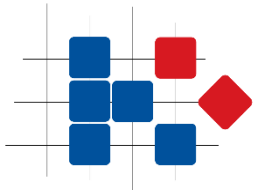
- — Današnje RK mreže (GSM, UMTS i LTE) kao i buduće 5G mreže temelje se na ćelijskoj arhitekturi

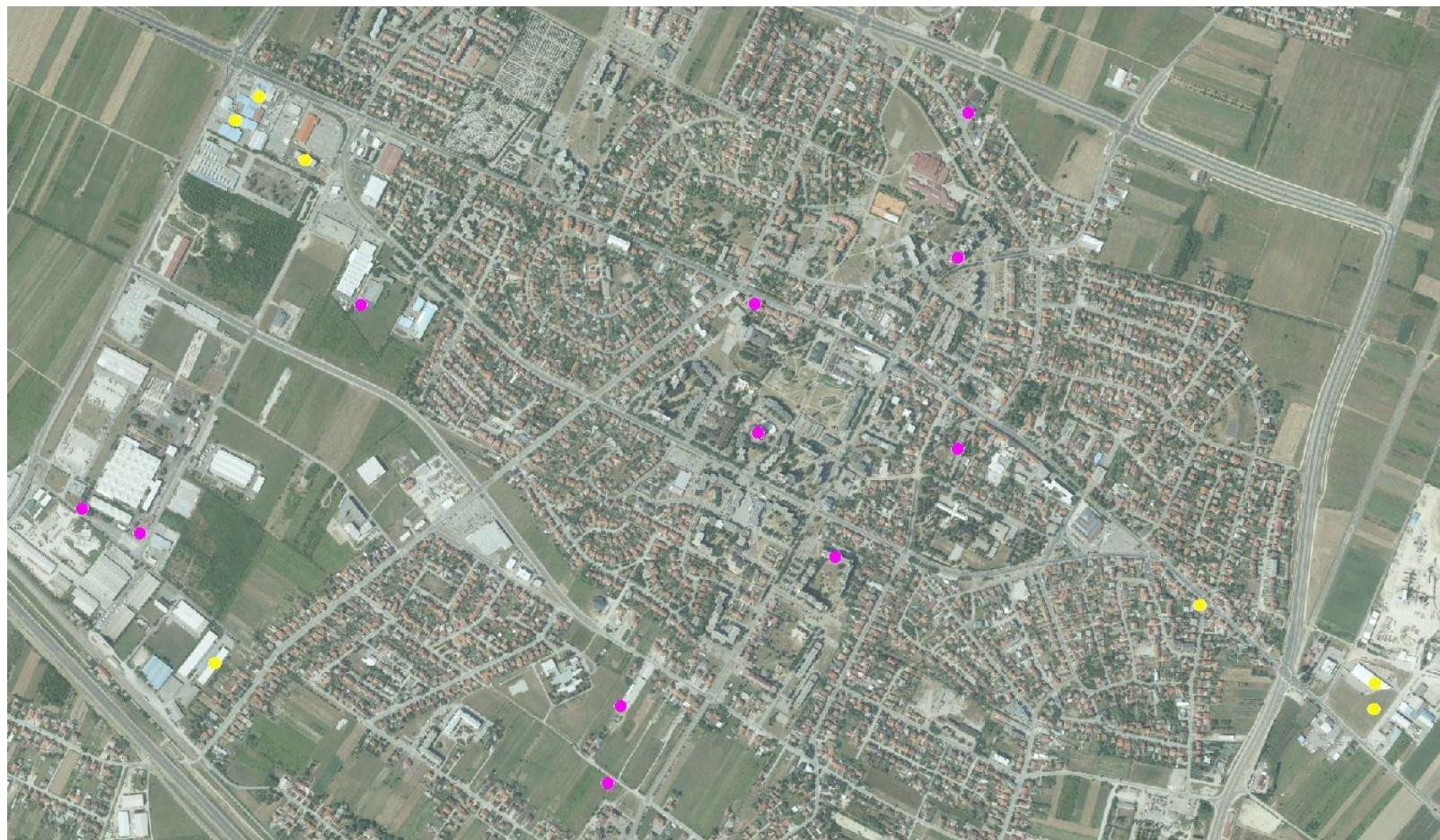
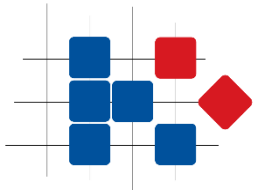


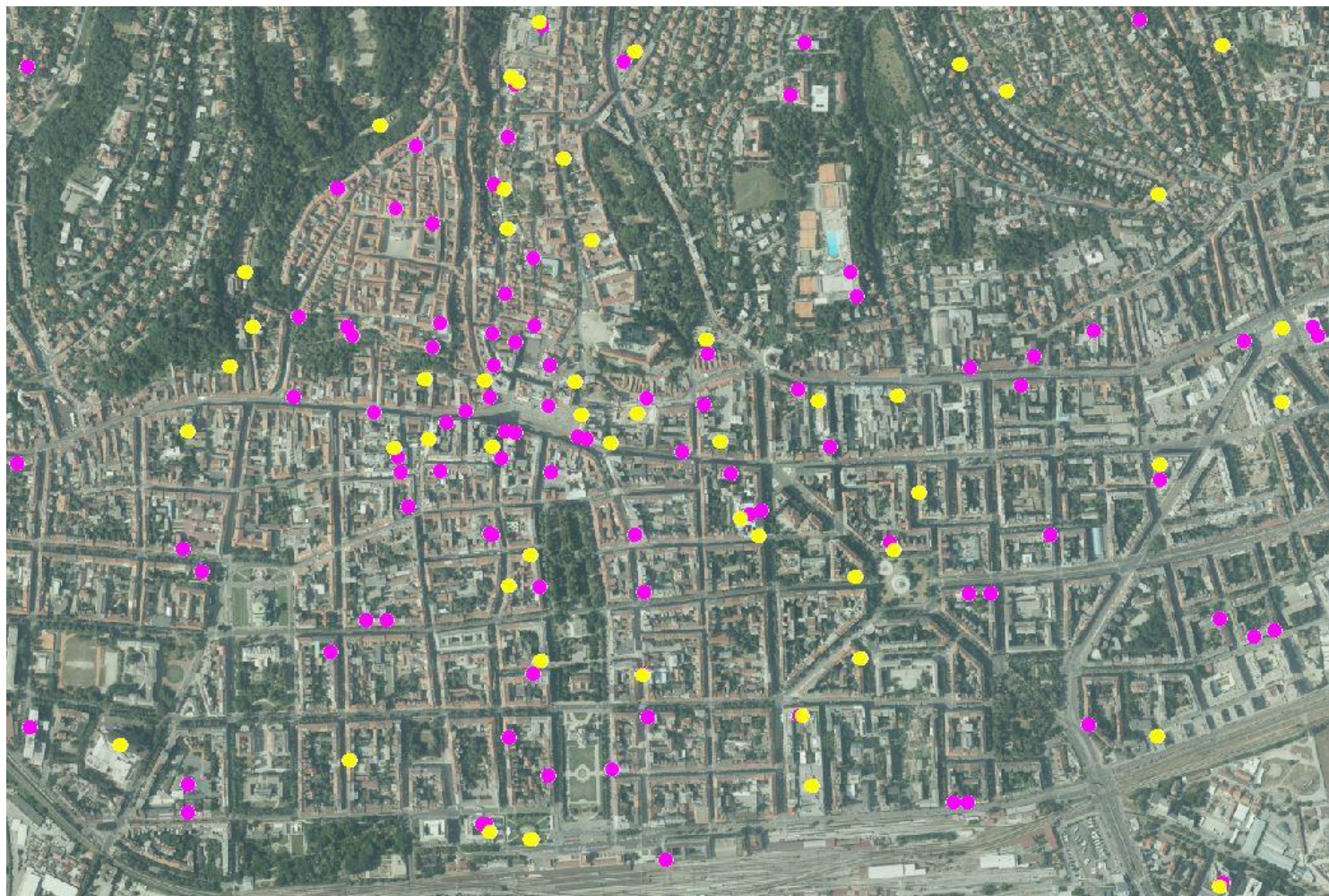
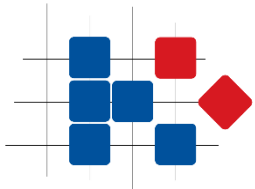
- Cilj – na određenom zemljopisnom području zadovoljiti zahtjeve za kapacitetom koristeći ograničen RF spektar
- Ista frekvencija se može koristiti na više lokacija ukoliko su dovoljno udaljene jedna od druge
- Susjednim ćelijama su dodijeljene različite frekvencije da se izbjegne interferencija

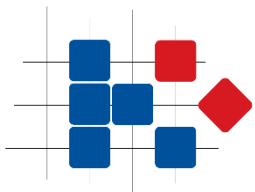




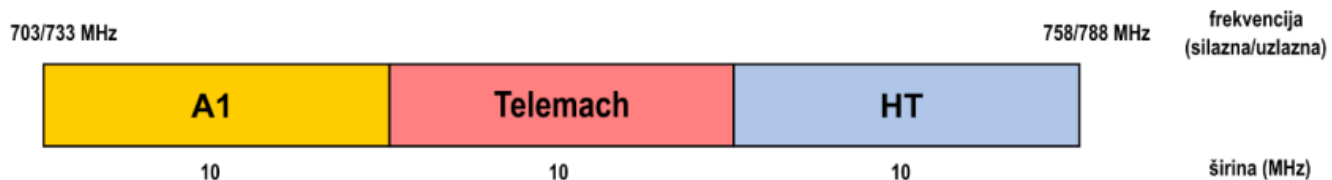








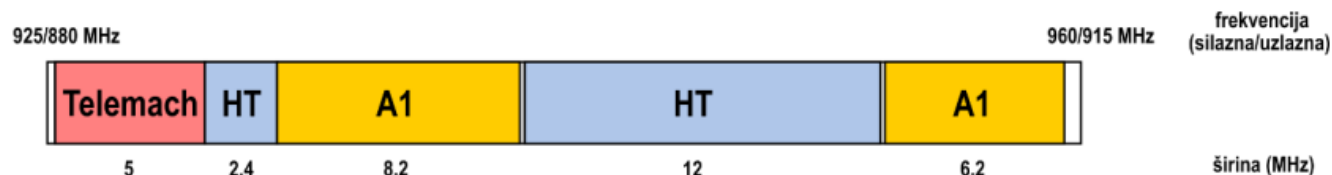
- 700 MHz



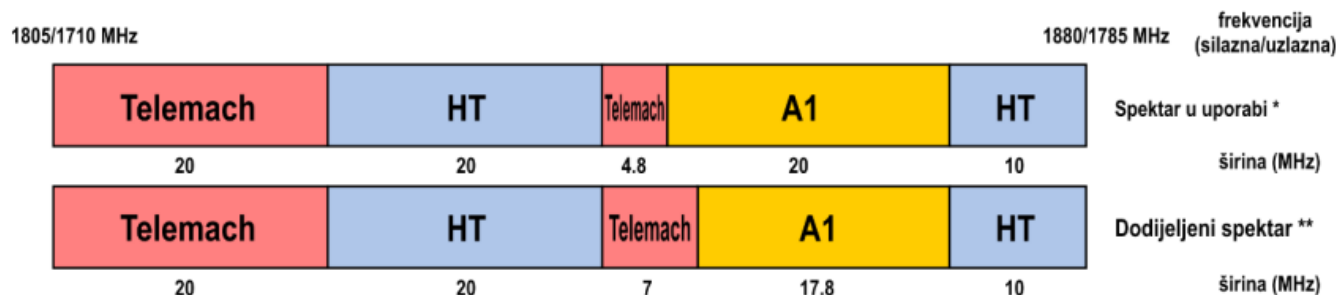
- 800 MHz

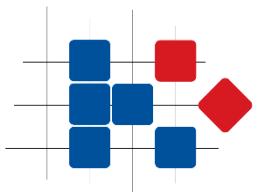


- 900 MHz

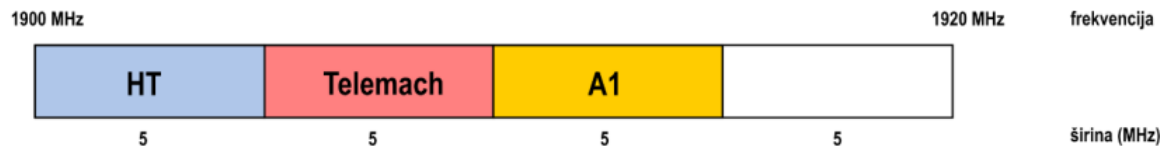


- 1800 MHz

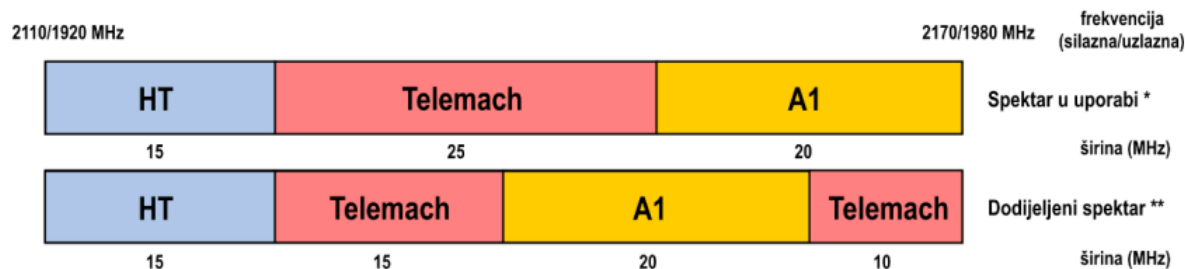




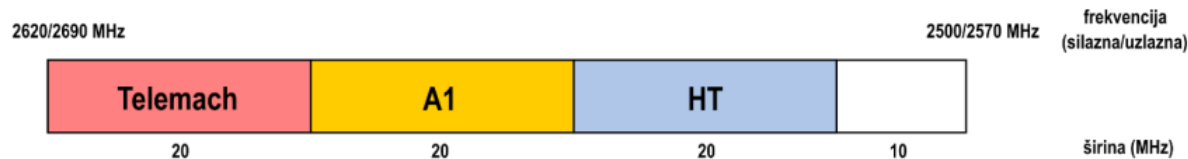
- 1900 MHz



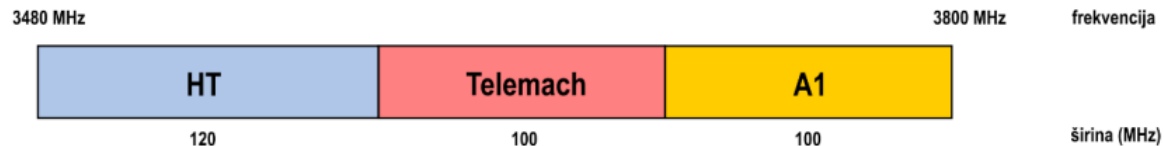
- 2100 MHz



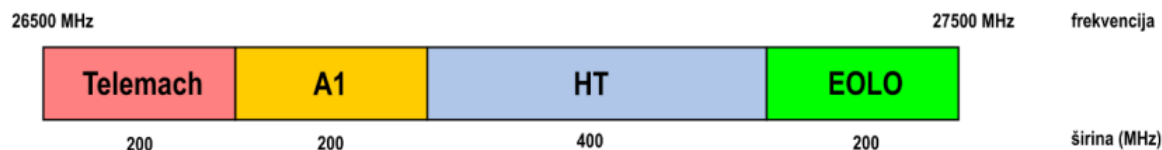
- 2600 MHz

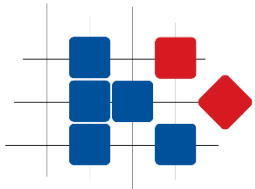


- 3600 MHz



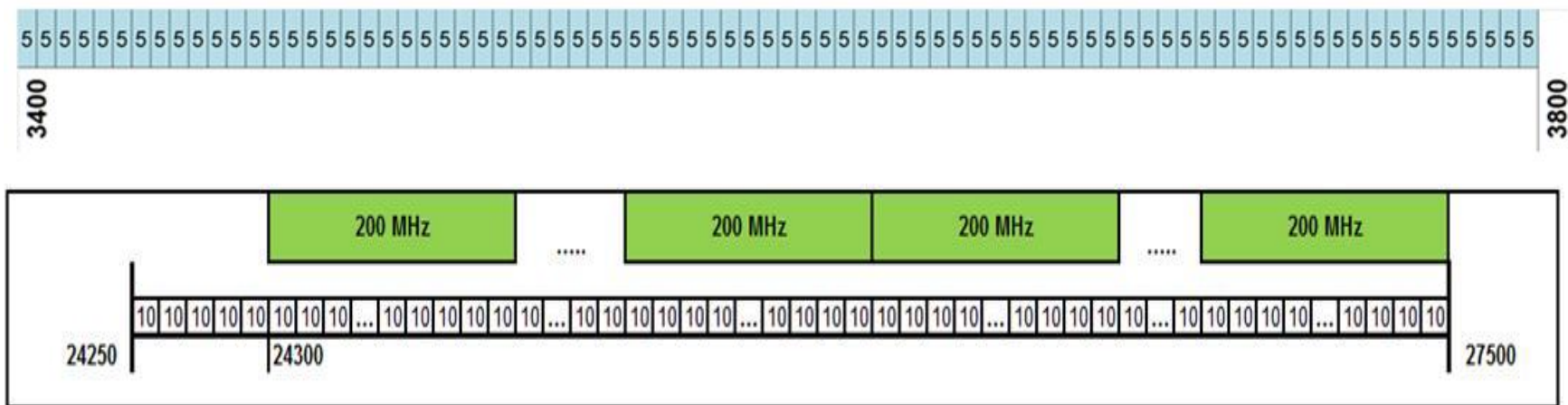
- 26 GHz

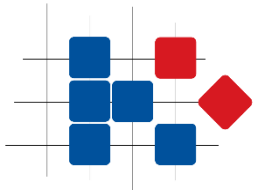




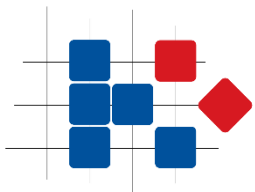
- Osnovni 5G frekvencijski pojasevi u Europi: 700 MHz, 3.6 GHz i 26 GHz

694-703	703-708	708-713	713-718	718-723	723-728	728-733	733-738	738-743	743-748	748-753	753-758	758-763	763-768	768-773	773-778	778-783	783-788	788-791
Zaštitni pojas	Uzlazna veza						Ra-scjep	SDL (A)				Silazna veza						Zaštitni pojas
9 MHz	30 MHz (6 x 5 MHz)						5 MHz	20 MHz (do 4 bloka od 5 MHz)				30 MHz (6 x 5 MHz)						3 MHz

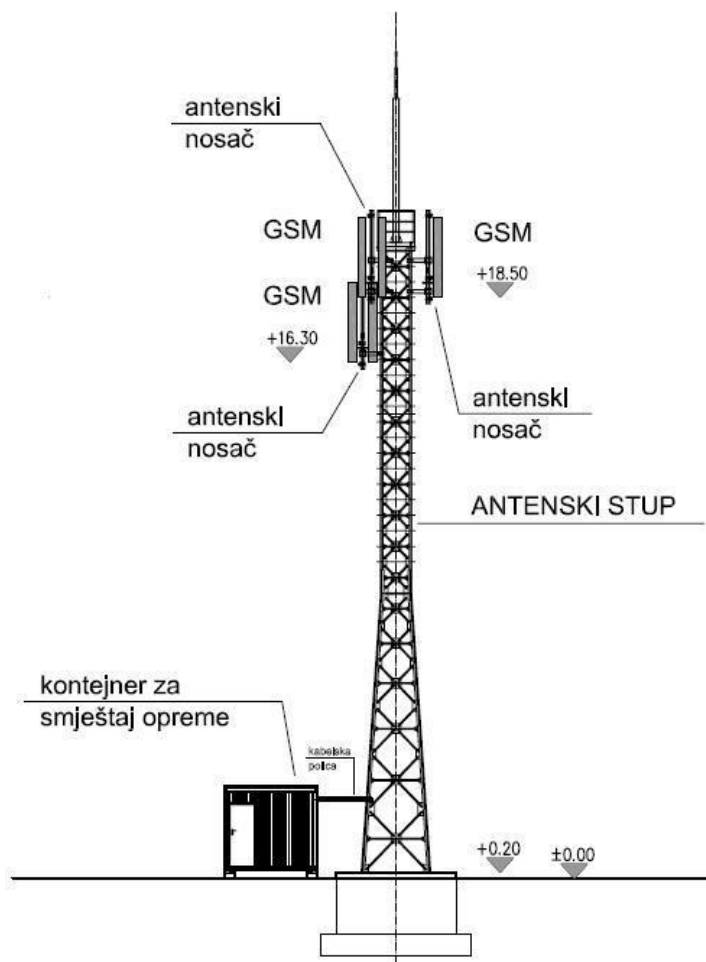


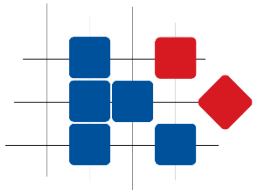


- Niža frekvencijski pojasevi načelno se koriste za osiguravanje pokrivanja, a viši frekvencijski pojasevi za osiguravanje kapaciteta
- Više frekvencije znače i manji propagacijski put radijskog signala, tj. manje područje pokrivanja bazne postaje – postojeći primjer je usporedba GSM 900 i DCS 1800 mreža gdje više frekvencijsko područje DCS 1800 mreže definira i manju udaljenost između baznih stanica tj. veći broj baznih stanica nego kod GSM 900 mreže
- Uvođenje novih tehnologija i osiguravanje širokopojasnog pristupa za korisnike, tj. potrebe za povećanjem kapaciteta u bližoj budućnosti, za što su namijenjena viši frekvencijski pojasevi, dovodi do povećanja baznih postaja



Antenski stupovi

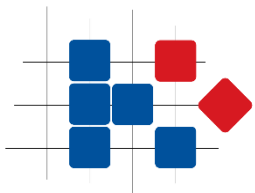




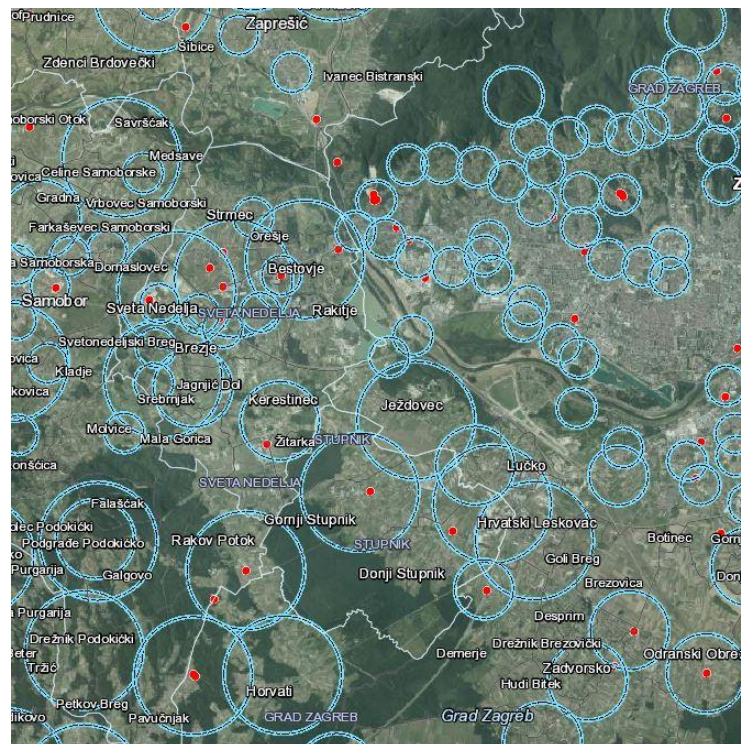
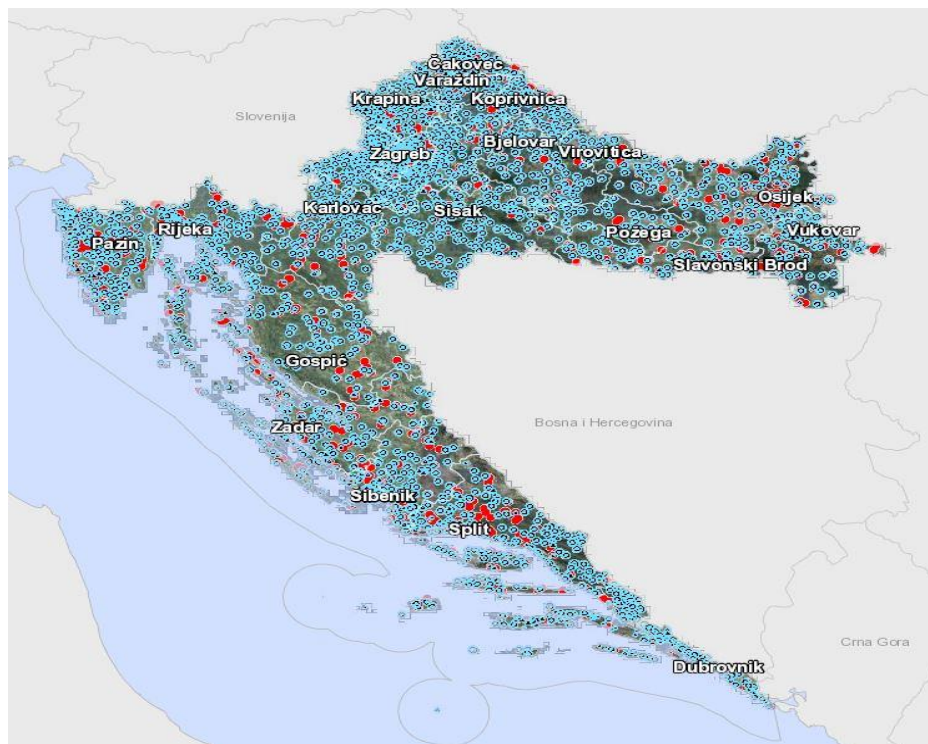
Antenski stupovi

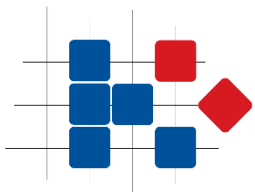


- Antenski stupovi imaju fizičko ograničenje mogućnosti prihvata dodatnih antenskih sustava
- Izgradnja većeg zamjenskog antenskog stupa ili izgradnja dodatnog manjeg stupa



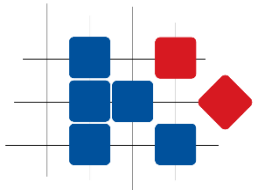
- Mjerila za planiranje komunikacijske mreže za pružanje usluga uz uporabu radiofrekvencijskog spektra propisana su Uredbom Vlade RH o mjerilima razvoja elektroničke komunikacijske infrastrukture i druge povezane opreme (NN br. 131/12, 92/15 i 10/21)

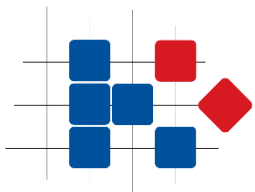


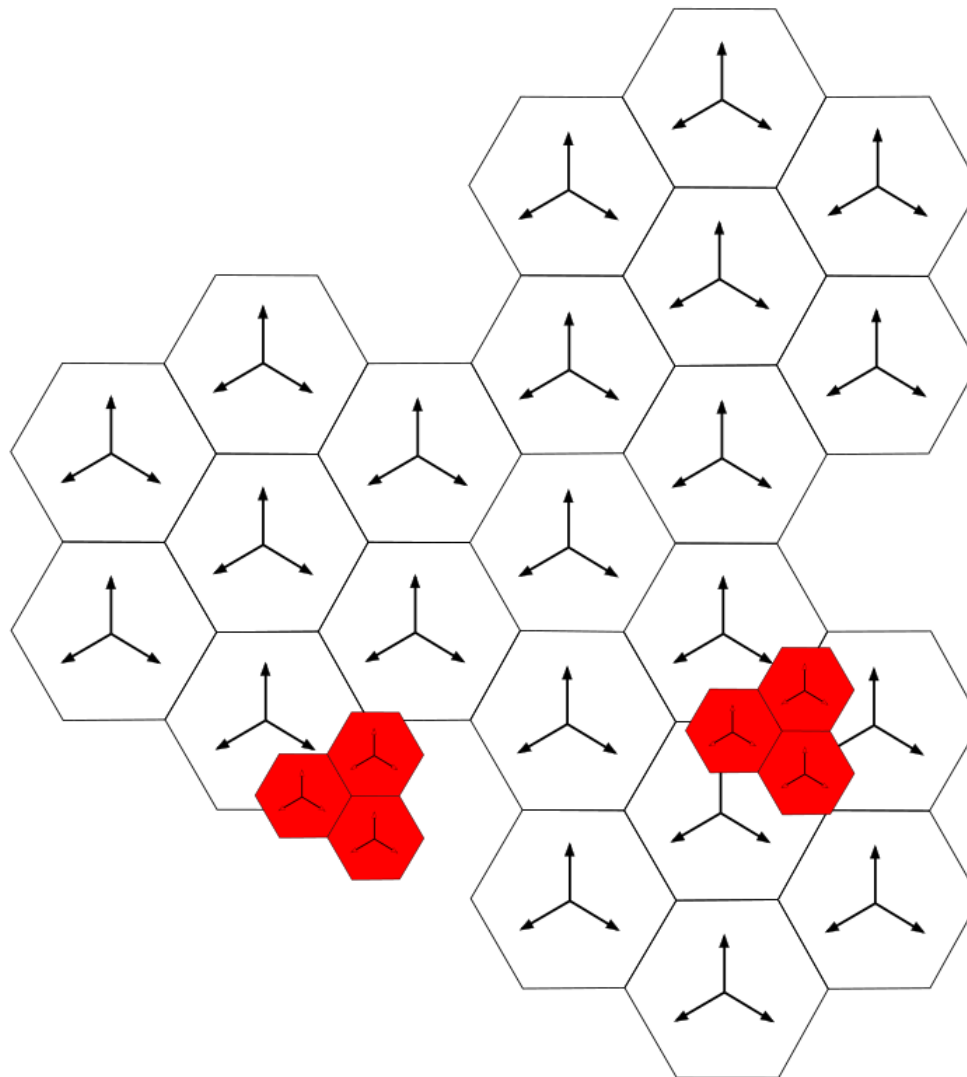
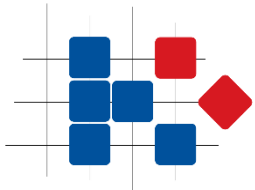


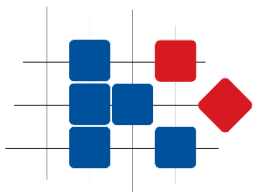
Antenski prihvati



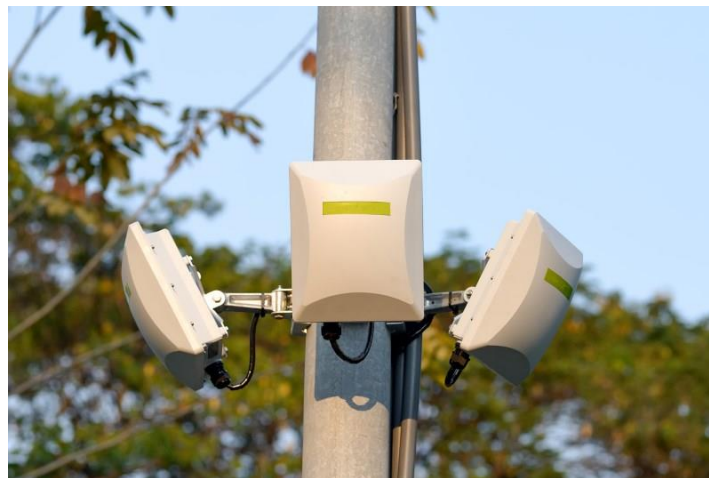


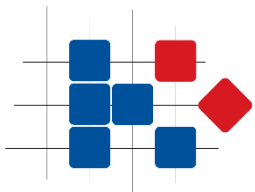






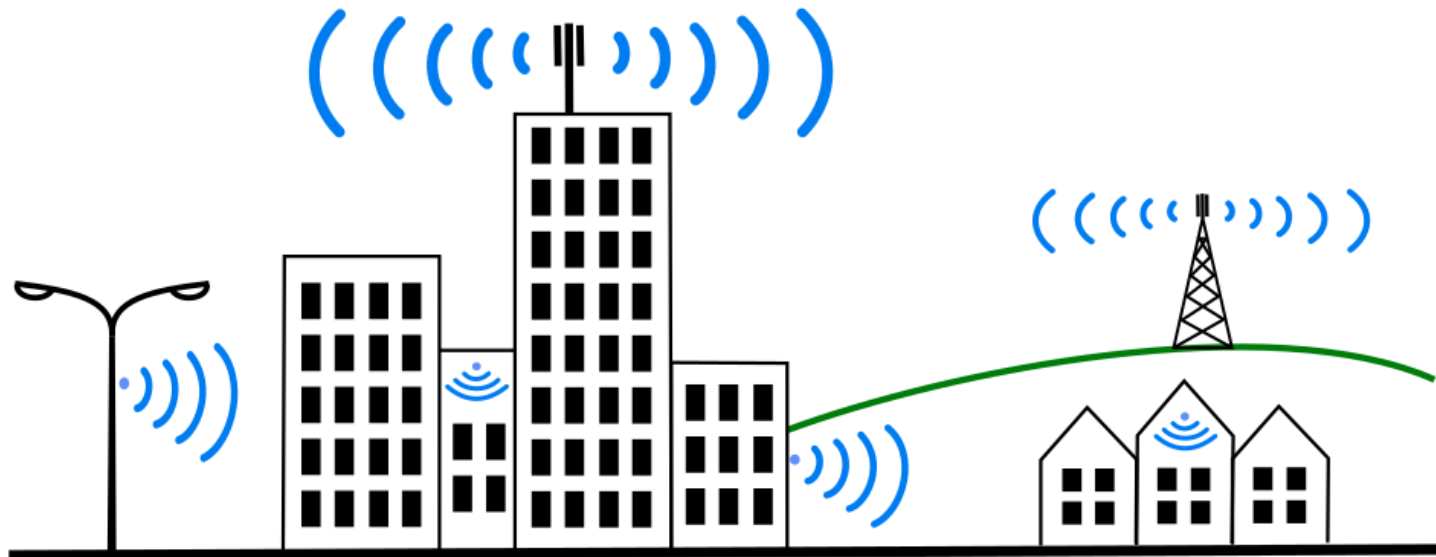
Male ćelije

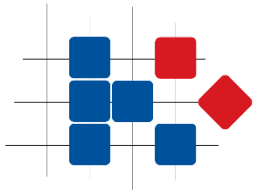




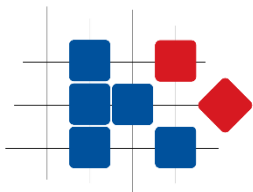
Europski zakonik elektroničkih komunikacija → prijedlog za EU permit-exempt regime/EU light deployment regime za pristupne točke kratkog dometa

Vizualni izgled		Ograničenje snage EN 62232:2017		
Potpuno integrirana		E0	EIRP (W) N/A	Bez posebnih uvjeta izgradnje
Outdoor (vidljiva 20-50 L)		E2	EIRP (W) ≤ 2	Bez posebnih uvjeta izgradnje
Indoor (vidljiva)		E10	EIRP (W) ≤ 10	H antene ≥ 2,2 m





- Mjere zaštite od EMP-a propisuje Ministarstvo zdravstva Pravilnikom o zaštiti od elektromagnetskih polja (NN br. 146/14 i 31/19)
- Pravilnikom su utvrđena:
 - **Područja povećane osjetljivosti** - zgrade stambene i poslovne namjene, škole, ustanove predškolskog odgoja, rodilišta, bolnice, domovi za starije i nemoćne, smještajni turistički objekti, dječja igrališta
 - **Javna područja** - sva mjesta u urbanim i ruralnim sredinama na koja nije ograničen slobodan pristup općoj populaciji, a nisu u području povećane osjetljivosti odnosno profesionalne izloženost



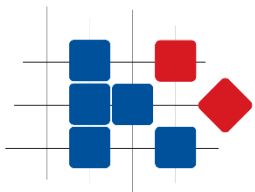
- Ovisno o frekvencijskom području propisana su temeljna ograničenja koja moraju zadovoljiti svi izvori elektromagnetkih polja
- Granične razine referentnih veličina propisane su za:

Javna područja

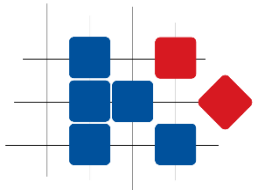
Frekvencijski opseg	Jakost električnog polja E (V/m)	Jakost magnetskog polja H (A/m)	Gustoća magnetskog toka B (μT)	Gustoća snage ekvivalentnog ravnog vala Sekv (W/m²)
1-8 Hz	10^4	$3,2 \cdot \frac{10^4}{f^2}$	$4 \cdot \frac{10^4}{f^2}$	
8-25 Hz	10^4	$4 \cdot \frac{10^3}{f}$	$5 \cdot \frac{10^3}{f}$	
25-800 Hz	$2,5 \cdot \frac{10^5}{f}$	$4 \cdot \frac{10^3}{f}$	$5 \cdot \frac{10^3}{f}$	
0,8-3 kHz	$\frac{250}{f}$	5	6,25	
3-100 kHz	83	5	6,25	
100-150 kHz	83	5	6,25	
0,15-1 MHz	83	$\frac{0,73}{f}$	$\frac{0,92}{f}$	
1-10 MHz	$\frac{83}{\sqrt{f}}$	$\frac{0,73}{f}$	$\frac{0,92}{f}$	
10-400 MHz	26	$6,9 \cdot 10^{-2}$	$8,7 \cdot 10^{-2}$	1,8
400-2000 MHz	$1,3 \cdot \sqrt{f}$	$3,45 \cdot 10^{-3} \cdot \sqrt{f}$	$4,3 \cdot 10^{-3} \cdot \sqrt{f}$	$4,5 \cdot 10^{-3} \cdot f$
2-10 GHz	58	0,15	0,19	8,9
10-300 GHz	58	0,15	0,19	8,9

Područja povećane osjetljivosti

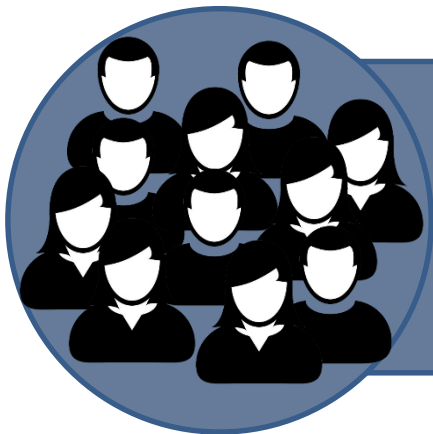
Frekvencijski opseg	Jakost električnog polja E (V/m)	Jakost magnetskog polja H (A/m)	Gustoća magnetskog toka B (μT)	Gustoća snage ekvivalentnog ravnog vala Sekv (W/m²)
1-8 Hz	$4 \cdot 10^3$	$1,28 \cdot \frac{10^4}{f^2}$	$1,6 \cdot \frac{10^4}{f^2}$	-
8-25 Hz	$4 \cdot 10^3$	$1,6 \cdot \frac{10^3}{f}$	$2 \cdot \frac{10^3}{f}$	-
25-800 Hz	$\frac{10^5}{f}$	$1,6 \cdot \frac{10^3}{f}$	$2 \cdot \frac{10^3}{f}$	-
0,8-3 kHz	$\frac{100}{f}$	2	2,5	-
3-100 kHz	34,8	2	2,5	-
100-150 kHz	34,8	$\frac{175}{f}$	$\frac{220}{f}$	-
0,15-1 MHz	34,8	$\frac{0,292}{f}$	$\frac{0,368}{f}$	-
1-10 MHz	$\frac{34,8}{\sqrt{f}}$	$\frac{0,292}{f}$	$\frac{0,368}{f}$	-
10-400 MHz	11,2	0,0292	0,0368	0,326
400-2000 MHz	$0,55 \cdot \sqrt{f}$	$1,48 \cdot 10^{-3} \cdot \sqrt{f}$	$1,84 \cdot 10^{-3} \cdot \sqrt{f}$	$\frac{f}{1250}$
2-10 GHz	24,4	0,064	0,08	1,6
10-300 GHz	24,4	0,064	0,08	1,6



- Razvoj društva podrazumijeva dostupnost i kvalitetu usluga mreža pokretnih komunikacija – potrebno je ostvariti kompromis između prostornog uređenja i tehničke realizacije mreža pokretnih komunikacija
- Očekuje se veći broj baznih postaja radi zahtjeva tržišta
 - Povećanje kapaciteta
 - Uvođenje novih tehnologija
 - Uvođenje novih frekvencija
- Razvoj postojećih mreža pokretnih komunikacija ovisi o mogućnostima izgradnje i postavljanja nove elektroničke komunikacijske infrastrukture
- Ministarstvo zdravstva propisuje mjere zaštite od elektromagnetskih polja



HVALA NA POZORNOSTI!



Gordan Šimac

Odjel upravljanja RF spektrom