

# Generacije mobilnih mreža: Od 1G do 5G

**Marin Šupljika**

TEHNIČKA ŠKOLA RUĐERA BOŠKOVIĆA, 3.c

# SADRŽAJ

|                                          |   |
|------------------------------------------|---|
| Uvod .....                               | 2 |
| 1G: Analogna komunikacija .....          | 2 |
| 2G: Digitalna revolucija .....           | 3 |
| 3G: Mobilni Internet .....               | 3 |
| 4G: Brzina i širokopolasni pristup ..... | 4 |
| 5G: Nova era povezanosti .....           | 4 |
| Zaključak .....                          | 5 |
| Izvori .....                             | 6 |

## Uvod

Mobilne mreže su neizostavni dio modernog života, omogućujući komunikaciju, pristup internetu i povezivanje milijardi uređaja širom svijeta. Mobilne mreže ([GSM, Global System for Mobile Communications](#)) su najrašireniji svjetski standard za mobilnu telefoniju.

Povijesni razvoj mobilnih (pokretnih) komunikacija slijedio je prvenstveno razvoj fiksnih (nepokretnih) komunikacija i unaprjeđivao se sukladno s razvojem tehnologije. Treba istaknuti da se u počecima, kao informacija, nije prenosio zvuk (glas) nego znakovi zapisani [Morseovim kodom](#). Značajniji razvoj bežičnih mreža vezuje se za sedamdesete i osamdesete godine prošlog stoljeća. Porastom broja korisnika, povećale su se potrebe za unapređivanjem mobilnih mreža i njihovih funkcionalnosti.

Do danas postoje pet generacija mobilnih mreža. Od prvih analognih signala do ultra-brzih 5G mreža, svaka generacija donijela je tehnološke inovacije koje su oblikovale način na koji komuniciramo i radimo. Ovaj rad pruža pregled razvoja mobilnih mreža, od 1G do 5G, naglašavajući njihove ključne karakteristike i utjecaj na društvo.

## 1G: Analogna komunikacija

Prva generacija mobilnih mreža uvedena je krajem 1980-ih. Temeljila se na analognom prijenosu glasa, koristeći tehnologiju poput [AMPS](#)-a (Advanced Mobile Phone System). Tada se počinje koristiti koncept ćelijskog planiranja i projektiranja, što znači da se mobilni telefoni priključuju na mrežu tražeći ćelije koje se nalaze u blizini. Ukratko radi se o sljedećem: komunikacija između dva terminala (uređaja u pokretu) ostvaruje se pomoću bazne postaje, a bazna postaja služi i za povezivanje mobilnih terminala na javnu fiksnu mrežu. Područje koje bazna postaja pokriva adekvatnom razinom signala naziva se ćelija. Ćelije su se u počecima razvoja mobilnih mreža razlikovale po frekvencijskim kanalima na kojima su radile. Ideja je bila pokriti područje na kojem se nalaze korisnici s ćelijama koje se međusobno ne smetaju, a pružaju dovoljno kapaciteta za pružanje usluga. Može se ustvrditi kako je tada, usvajanjem ovog koncepta, došlo do razvoja onog što kolokvijalno nazivamo prvom generacijom javne mobilne mreže (1G). Iako je omogućila bežičnu komunikaciju, 1G je imala značajne nedostatke, uključujući lošu kvalitetu zvuka, nisku sigurnost i ograničeni kapacitet. Brzina prijenosa podataka bila je minimalna, omogućujući samo osnovne glasovne pozive. Najveća brzina prijenosa podataka na 1G mreži dosegla je oko 2,4 kbps. U RH je 11. siječnja 1991. puštena u rad prva komercijalna mobilna telefonska mreža pod imenom „Mobitel“. Temeljila se na [NMT](#) normi (Nordic Mobile Telephony) i radila je na 415 MHz što je uzrokovalo nemogućnost korištenja mobitela izvan Hrvatske i Slovenije.

Unatoč nedostacima, 1G je postavila temelj za daljnji razvoj mobilnih mreža, čineći mobilne telefone dostupnima široj javnosti. Uređaji su bili veliki i glomazni, a oprema je sadržavala i dodatni izvor napajanja. 1G je svoje početke dobio od kompanije [NTT](#) (Nipon Telegraph Telephone) 1979. godine u Japanu, a prvi telefon koji je koristio tu mrežu bio je TZ-801 od Panasonic.

## 2G: Digitalna revolucija

Uvođenjem 2G mreža početkom 1990-ih, mobilna komunikacija doživjela je značajan napredak. Ove mreže, zasnovane na digitalnoj tehnologiji poput [GSM](#)-a (Global System for Mobile Communications), omogućile su bolju kvalitetu usluge, veću sigurnost, pružanje mogućnosti roaminga (komunikacija s mobitelom u inozemstvu) i uvođenje tekstualnih poruka ([SMS](#)). Pojava tehnologija poput [GPRS](#)-a omogućila je i prijenos osnovnih podataka, otvarajući put ka mobilnom internetu. 2G mreže također su donijele kompaktnije i manje terminale, jeftinije uređaje i usluge, veću energetska učinkovitost mobilnih uređaja, produljujući trajanje baterije. Uvedena je vanjska [SIM](#) (engl. Subscriber Identity Module) kartica kao identifikacija korisnika, omogućen je uz pretplatnički odnos (post-paid) i pretplata bonovima (pre-paid).

Ovo razdoblje označilo je prijelaz s osnovnih telefonskih funkcija prema više funkcionalnim uređajima, što je promijenilo način na koji korisnici doživljavaju mobilne telefone. Prva mobilna mreža druge generacije pokrenuta je u Finskoj 1991. godine, a u RH je puštena u komercijalni rad 1996. Najčešća 2G tehnologija bila je GSM standard temeljen na vremenskoj podjeli višestrukog pristupa ([Time-division Multiple Access, TDMA](#)), koji se koristio u većem dijelu svijeta. Uz opću paketnu radio uslugu (GPRS), 2G nudi teoretsku najveću brzinu prijenosa od 40 kilobita po sekundi (5 kB/s).

## 3G: Mobilni Internet

Tehnologija druge generacije nije podržavala velike brzine prijenosa, te je pravi razvoj mobilnog pristupa Internetu počeo tek s usvajanjem mobilne mreže treće generacije (engl. [Universal Mobile Telecommunications System, UMTS](#)) odnosno njenom nadogradnjom [HSPA](#) (engl. High Speed Packet Access). Ovim razvojem omogućen je brži prijenos podataka, video pozivi i osnovni streaming sadržaji. Brzina prijenosa podataka povećala se na nekoliko megabita u sekundi, što je podržalo razvoj aplikacija i usluga poput mobilnih društvenih mreža i online kupovine. Osim povećanja brzine, 3G je omogućio i uvođenje multimedijalnih poruka ([MMS](#)), što je otvorilo nove mogućnosti za dijeljenje fotografija i videa, video prijenos, video konferencije i video chat uživo postali su stvarni. Ovo razdoblje također je označilo rast pametnih telefona, što je dodatno unaprijedilo mobilnu povezanost. Europski parlament i Vijeće ministara EU donijeli su odluku krajem 1998. godine kojom su postavili obvezu za sve zemlje članice Europske unije da omoguće uvođenje treće generacije mobilne telefonije (3G) najkasnije do 1. siječnja 2002. godine. Ova odluka imala je za cilj stvaranje jedinstvenog tržišta unutar Europske unije i poticanje brzog usvajanja 3G mobilnih standarda u većini europskih zemalja. U Republici Hrvatskoj 3G postaje dostupan 2005. godine. Na 3G mrežama, tipične brzine preuzimanja su 1,1 do 20 Mbps, a tipične brzine prijenosa su 300 kbps do 3 Mbps.

## 4G: Brzina i širokopojasni pristup

Četvrta generacija mobilnih mreža predstavljena za komercijalnu upotrebu u Norveškoj krajem 2009. kao [LTE](#) (Long-Term Evolution). Četvrtu generaciju mobilnih mreža obilježava činjenica da je ona postala potpuno IP mreža (engl. all IP), odnosno mreža u kojoj se isključivo rabi komutacija paketa. U 2G i 3G se koristilo odvajanje podatkovnog ([komutacija paketa](#)) i glasovnog prometa (komutacija kanala), te je stoga arhitektura mreže bila složena. Počevši od najmanje 12,5 Mbps, 4G je omogućio visokokvalitetni video prijenos/chat, brzi mobilni pristup webu, usluge poput mobilnog bankarstva, HD videozapise i online igranje. Uvođenje aplikacija poput [Netflix](#)a, [YouTube](#)a i [Spotify](#)ja dodatno je povećalo potrebu za brzim i stabilnim mobilnim mrežama. Osim toga, 4G je omogućio lakšu integraciju s raznim pametnim uređajima i sensorima, postavljajući temelje za budući razvoj Interneta stvari ([IoT](#)).

U usporedbi s jednostavnim prebacivanjem SIM kartice s 2G na 3G, mobilni uređaji morali su biti posebno dizajnirani za podršku 4G.

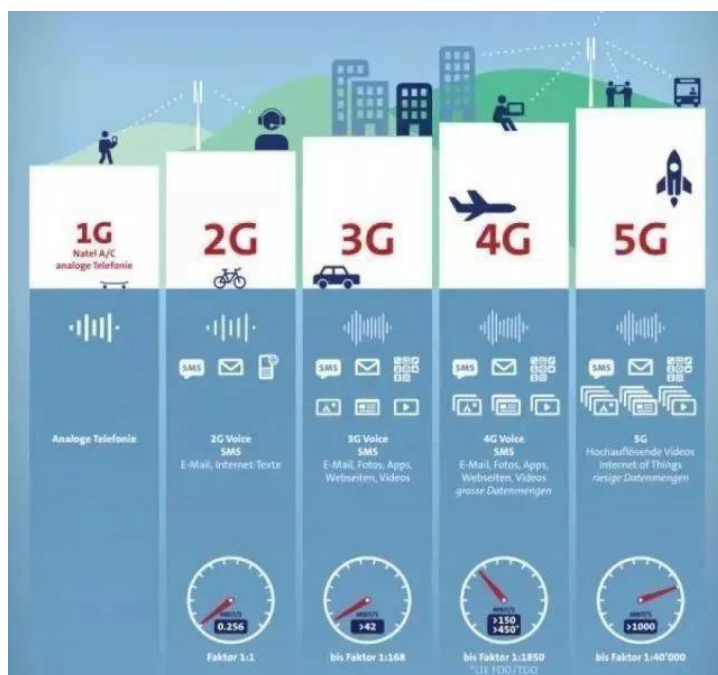
## 5G: Nova era povezanosti

Južna Koreja bila je prva zemlja koja je ponudila 5G u ožujku 2019. 2020. godine puštena je kod nas u rad prva 5G mreža koja rabi tehnologiju dinamičkog dijeljenja spektra (engl. [Dynamic Spectrum Sharing](#)). Porast "pametnih" naprava povezanih s internetom znači da nam je potreban brži sustav većeg kapaciteta za podršku milijardama uređaja koji već postoje. Uz 5G mobilni podaci postaju jeftiniji, manje troše energiju i brže povezuju više uređaja.

Glavna karakteristika 5G mreže je izuzetno velika brzina prijenosa podataka (do 10 Gbps), ultra-niska [latencija](#) i podrška za masivnu povezanost uređaja kroz Internet stvari ([IoT](#)). Mobilna mreža pete generacije predstavlja jednu univerzalnu integrirajuću mrežu za različite vrste prometa (usluga) s mogućnošću prijenosa podataka gotovo u stvarnom vremenu (latenciju reda 1 ms). Ona posjeduje sposobnost povezivanja svega što nas okružuje te realizaciju industrije. 5G otvara vrata za autonomna vozila, pametne gradove i napredne medicinske tehnologije. Međutim, izazovi uključuju visoke troškove implementacije, potrebu za novom infrastrukturom i zabrinutost za privatnost. Osim prednosti nova mreža također ima i neke nedostatke prvenstveno iz dijela sigurnosti, stoga kibernetička sigurnost 5G mreže zahtijeva još poboljšanja. Na mobitelima koji su na 5G mreži primijetiti ćete brzo pražnjenje baterije, bolje tehnologije baterija mogle bi biti novi izazovi za proizvođače uređaja.

## Zaključak

Razvoj mobilnih mreža, od analognih 1G signala do sofisticiranih 5G mreža, transformirao je svijet. Svaka generacija donijela je inovacije koje su poboljšale naš način života i omogućile nove mogućnosti. Mobilne mreže su promijenile način na koji komuniciramo, radimo i zabavljamo se. 1G i 2G omogućili su osnovnu komunikaciju, 3G je donio internet u pokretu, dok su 4G i 5G otvorili put ka novim tehnologijama poput proširene stvarnosti ([AR](#)) i umjetne inteligencije ([AI](#)). Njihov utjecaj vidljiv je u svim aspektima društva, od obrazovanja do industrije. S razvojem novih generacija mobilnih mreža, povećava se i potreba za prilagodbom korisnika te industrije. Uvođenje pametnih uređaja, naprednih aplikacija i povezanih sustava oblikovalo je moderne ekonomije i društva na način koji je prije bio nezamisliv.



## Izvori

**The Mobile Communications Handbook** - K. Michael, Jerry D. Gibson

**Wireless Communications: Principles and Practice** - Theodore S. Rappaport

[IEEE Xplore](#)

[ScienceDirect](#)

[GSMA Intelligence](#)

[ITU\(International Telecommunication Union\)](#)

[Wikipedia](#)

[5g.hr](#)