

# Bežično povezivanje udaljenih lokalnih mreža

---

**Dokić, Kristian; Radišić, Bojan; Grgić, Ivan**

*Source / Izvornik:* **2nd International Conference "Vallis Aurea" focus on: Regional Development - Proceedings, 2010, 311 - 315**

**Conference paper / Rad u zborniku**

*Publication status / Verzija rada:* **Published version / Objavljena verzija rada (izdavačev PDF)**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:112:567730>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-03-14**



**VELEUČILIŠTE U POŽEGI**  
STUDIA SUPERIORA POSEGANA

*Repository / Repozitorij:*

[Repository of Polytechnic in Pozega - Polytechnic in Pozega Graduate Thesis Repository](#)



# WIRELESS CONNECTING REMOTE LOCAL AREA NETWORKS

## BEŽIČNO POVEZIVANJE UDALJENIH LOKALNIH MREŽA

DOKIC, Kristian; RADISIC, Bojan & GRGIC, Ivan

**Abstract:** *The paper analyzes the possibility of connecting remote local networks in situations where wired infrastructure is unavailable. Options available in Pozesko-Slavonska County are considered.*

**Key words:** *rural area, local area networks, wide area networks, mobile networks, 802.11, 802.16*

**Sažetak:** *U radu se analiziraju mogućnosti spajanja udaljenih lokanih mreža u situaciji kada je nedostupna žičana infrastruktura. Sagledane su dostupne mogućnosti u Požeško-slavonskoj županiji.*

**Ključne riječi:** *ruralno područje, lokalne mreže, mreže šireg područja, mobilne mreže, 802.11, 802.16*



**Authors' data:** Kristian **Dokic**, dipl. ing., Veleučilište u Požegi, Požega, kdjokic@vup.hr.hr ; Bojan **Radisic**, prof. , Veleučilište u Požegi, Požega, bradisic@vup.hr.hr ; Ivan **Grgic**, Pakrac, igrbic2@net.hr

## 1. Uvod

Organizacijska struktura tvrtki ili ustanova ponekad zahtijeva postojanje udaljenih objekata u kojima se odvija neka aktivnost. S obzirom da je danas praktički nezamislivo funkcioniranje tvrtke ili ustanove bez korištenja informacijskih sustava, često se javlja potreba da se i udaljeni objekti povežu sa centralnim informacijskim sustavom koji se najčešće nalazi u sjedištu tvrtke. Jedan od zornih primjera koji ukazuje na važnost tog povezivanja su maloprodajni trgovački lanci. Najčešće se na kraju radnog vremena informacijski sustavi udaljenih objekata (trgovina) povezuju sa centralnim informacijskim sustavom tvrtke, te mu dostavljaju podatke o svim transakcijama u tom danu. Na osnovu tih podataka naručuje se nova roba, dostavlja se roba sa centralnog skladišta u udaljene objekte, vrši se transfer robe između udaljenih objekata itd. Povezivanje udaljenih objekata najčešće se ostvaruje korištenjem postojeće optičke ili žičane telekomunikacijske infrastrukture ako je dostupna. To ne predstavlja problem u urbanim sredinama, ali može biti problem u ruralnim krajevima. S takvim problemom susreli su se i autori ovog rada u nastojanju da udaljeni objekt povežu u lokalnu mrežu koja se nalazi u sjedištu ustanove. Udaljeni objekt je od sjedišta udaljen oko 15 kilometara. Samo sjedište ima pristup žičanoj telekomunikacijskoj infrastrukturi, ali udaljeni objekt ne.

## 2. Analiza mogućih rješenja

Kao što je navedeno u uvodu, cilj rada je sagledati alternativne načine spajanja lokalnih mreža u situaciji kada nije dostupna žičana telekomunikacijska infrastruktura. U takvim situacijama rješenje se može potražiti u bežičnom prijenosu podataka. Takva rješenja možemo podijeliti u dvije grupe, a podjela se bazira na kriteriju postojanja posrednika u toj komunikaciji. Ako postoje, posrednici u toj komunikaciji svoju uslugu naplaćuju. Osim toga neka rješenja služe primarno za spajanje na internet, dok ga druga rješenja ne uključuju. Rješenja koja omogućuju korištenje interneta neminovno uključuju davatelja usluge pristupa internetu, što naravno povećava troškove korištenja, a ako internet mrežu koristimo za komunikaciju, obje lokacije trebaju imati pristup internetu. Važno je i znati da opisane usluge čija je osnovna namjena spajanje na internet imaju određena ograničenja koja otežavaju povezivanje dviju udaljenih lokalnih mreža, ali korištenjem određenih tehnologija (Virtual private network) i usluga (Dynamic Domain Name System) ti problemi se mogu riješiti. Načini rješavanja tih problema nisu tema ovog rada. U nastavku su dane mogućnosti koje su na raspolaganju u Požeško-slavonskoj županiji.

### 2.1. Dvosmjerna satelitska veza

Dvosmjerna satelitska veza omogućuje spajanje na internet preko satelita sa praktički bilo koje lokacije u Hrvatskoj. Na području Hrvatske postoji nekoliko tvrtki koje nude uslugu takvog pristupa internetu. Tvrtke u pravilu ne nude svoju uslugu, nego su ovlašteni zastupnici drugih europskih tvrtki za područje Hrvatske. Za komunikaciju

se koriste geostacionarni sateliti [1][2]. Oni kruže oko zemlje na visini od oko 36000 km, a rotacija oko zemlje usklađena je sa brzinom rotacije zemlje tako da promatraču sa zemlje izgleda kao da su nepomični [3]. Jedna od tih tvrtki nudi uslugu pri kojoj su maksimalne brzine su 3,6 Mbps od satelita prema korisniku i 384 Kbps od korisnika prema satelitu. Ovisno o potrebama korisnik se može odlučiti za jedan od paketa koji uključuju različite količine maksimalnog prometa na mjesečnoj bazi. Cijena opreme sa instalacijom i PDV-om je u trenutku pisanja ovog članka bila 6.880,00 kn, a oprema uključuje posebnu satelitsku antenu i satelitski modem. Mjesečna pretplata na osnovni paket koji uključuje oko 1 GB prometa iznosi 237,03 kune. Uz to plaća se i aktivacija usluge u iznosu od 730,00 kn. Količina prometa koji je dozvoljen ovisi o omjeru odlaznog i dolaznog prometa.

### *2.2. Korištenje usmjerenih laserskih veza*

Pri analizi alternativnih rješenja spajanja proučena je i mogućnost korištenja usmjerene laserske veze između dvije točke. Za takvo rješenje nužna je optička vidljivost između dva objekta u kojima su udaljene lokalne mreže, a jedna od prednosti takvog rješenja je činjenica da za povezivanje dvije točke nije potrebno koristiti usluge ni infrastrukturu drugih tvrtki. Na svaku lokaciju postavlja se uređaj koji je spojen na lokalnu mrežu, te služi kao prijemnik i predajnik. Uređaji se trebaju vrlo precizno uskladiti, a pri postavljanju je bitno koristiti zaštitnu opremu zbog opasnosti od oštećenja vida. U literaturi je opisano korištenje usmjerenih laserskih veza, pa tako Willebrand i ostali navode da se u komercijalnoj upotrebi najčešće susreću sustavi koji rade na udaljenosti od 25 do 5000 metara, a postoje sustavi koje koristi vojska koji rade i do 2000 kilometara [4]. Autori Bartolinčić i ostali opisuju iskustva vezana uz primjenu laserskih usmjerenih veza, te navode da se zbog nemogućnosti ostvarivanja veze u slučaju magle i pada propusnosti kod jake kiše od primjene odustalo [5]. S obzirom da u Hrvatskoj nismo uspjeli pronaći tvrtku koja u ponudi ima uređaje bazirane na toj tehnologiji, proučili smo tržište van Hrvatske. Jedna od tvrtki koja se bavi tim područjem nudi uređaje koji mogu ostvariti brzinu od 1 Mbit/s na udaljenosti od 7 kilometara. Cijena takva dva uređaja na tržištu Sjedinjenih Američkih Država je oko 13.500,00\$.

### *2.3. Korištenje usluga baziranih na standardu IEEE 802.16*

Usluge pristupa internetu bazirane na standardu IEEE 802.16 koji je poznatiji pod nazivom WiMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access) dostupne su posljednjih nekoliko godina u Hrvatskoj. Radi se o bežičnoj tehnologiji koja omogućava širokopojasni bežični pristup Internetu uz upotrebu radio frekvencijskog spektra najčešće od 3,5 GHz [6]. Kako nas je zanimala samo Požeško-slavonska županija, na stranicama Hrvatske agencije za poštu i elektroničke komunikacije došli smo do podataka o koncesionarima u našoj županiji [7]. Kontaktirali smo tvrtke i saznali da dvije od tri tvrtke koje imaju koncesiju na području naše županije još ne nude uslugu, dok samo jedna tvrtka nudi tu uslugu i to od 01.01.2009. godine. Cijena terminalne opreme s PDV-om iznosi 4.270,00 kn vjerojatno jednokratno (mada na web stranicama piše da se radi o naknadi koja se naplaćuje na mjesečnoj bazi), dok

mjesečna pretplata na osnovni paket koji uključuje 512 MB prometa uz brzinu od 384 kbit/s prema korisniku i 64 kbit/s od korisnika iznosi 145,18 kuna.

#### *2.4. Korištenje usluga mobilnih operatera*

Tri mobilna operatera u Hrvatskoj između ostalog nude i pristup internetu. Virtualni operater ne nudi pristup internetu u svojoj ponudi. Kako su se tehnologije usavršavale, tako su i operateri dograđivali svoju infrastrukturu, te su danas dostupne tehnologije GPRS, EDGE, UMTS i HSDPA. S obzirom da je cilj sagledati mogućnosti povezivanja dvije udaljene računalne mreže analizom usluga operatera zaključeno je da samo jedan operater u svojoj ponudi ima uređaj koji to relativno jednostavno omogućuje. Radi se o uređaju koji na sebi ima priključak za lokalnu mrežu. Ostala dva operatera nude uređaje koji se sa računalom spajaju preko USB sučelja, što znatno otežava povezivanje na lokalnu mrežu. Uz to na stranicama tvrtke dostupne su i upute za napredne korisnike uređaja koje su od velike koristi za povezivanje dviju udaljenih lokalnih mreža. Cijena samog uređaja je 2.499,00 kuna bez potpisivanja ugovora, a mjesečna naknada koja uključuje 5120 MB prometa iznosi 150,00 kuna. Naknade za uključenje nema, a najveća teorijska brzina je 7,2 Mbita/s prema korisniku i 1,4 Mbita/s od korisnika. U praksi ta brzina može znatno varirati i ovisi o konfiguraciji terena, broju korisnika spojenih na baznu stanicu, udaljenosti od bazne stanice itd.

#### *2.5. Korištenje infrastrukture bazirane na standardu IEEE 802.11*

Posljednja mogućnost povezivanja dvije udaljene mreže koja je sagledana ne uključuje pristup internetu, a omogućuje realizaciju u samostalnom aranžmanu. Kao i kod spajanja usmjerenom laserskom vezom, za povezivanje dvije udaljene mreže uz pomoć uređaja baziranih na varijacijama standarda IEEE 802.11 nije potrebno koristiti usluge ni infrastrukturu drugih tvrtki što znači da se izbjegava mjesečna naknada za korištenje, te je jedini trošak praktički sama oprema i eventualno usluga instalacije i podešavanja opreme. Kao i kod laserske veze, za veće udaljenosti nužna je optička vidljivost dva objekta u kojima su lokalne mreže, dok za udaljenosti do pedesetak metara ona nije nužna [8][9][10]. S obzirom da je udaljenost dva objekta koja se trebaju povezati u našem slučaju oko 15 kilometara, analizirana je literatura vezana uz povezivanje sustava na velikim udaljenostima. Autor Outmesguine je opisao rješenje koje je na udaljenosti od 9,5 milja omogućavalo komunikaciju brzinom od 1 Mbit/s, što odgovara našim zahtjevima [11]. Sustav se sastoji od dvije usmjerene parabolične antene dobitka 21 dBi, koje su razmaknute 9,5 milja i precizno okrenute jedna prema drugoj. Osim toga autor naglašava da treba voditi računa o pojavi koja se javlja kod širenja elektromagnetskog vala i naziva se Fresnelova zona. Zbog te pojave nužno je antene postaviti na točke koje su izdignute od razine tla, a autor daje i formule uz pomoć kojih se može proračunati koja je to visina.

U Hrvatskoj ima nekoliko dobavljača opreme bazirane na standardu IEEE 802.11 uz pomoć koje se mogu povezati dva udaljena objekta. Iznos koji je potreban za opremu je oko 2.500,00 kuna, što uključuje antene, kablove, kartice, konektore, ali ne uključuje dva računala koja moraju biti na krajnjim točkama u funkciji usmjerivača.

### 3. Zaključak

Nakon kraće analize pet alternativnih mogućnosti spajanja udaljenih lokalnih mreža, zaključujemo prije svega da alternativa ne manjka. Na raspolaganju su tri alternative koje uključuju korištenje infrastrukture vanjskih tvrtki i naravno mjesečnu naknadu, a tu su i dvije alternative uz korištenje vlastite infrastrukture, bez mjesečne naknade. To su korištenje usmjerenih laserskih veza i bežične mreže bazirane na standardu IEEE 802.11. Ipak, umrežavanje uz pomoć laserskih veza ima nekoliko nedostataka. Prije svega to je nedostupnost opreme u Hrvatskoj, kao i tvrtke koja bi realizirala rješenje. Nadalje, problemi su i potencijalna opasnost pri korištenju takve opreme, visoka cijena, ograničen domet dostupne opreme i mogući prekidi u slučaju magle ili kiše. Iz navedenih razloga dugoročno najpovoljnije se čini posljednje opisano rješenje u čijoj realizaciji bi se koristila oprema bazirana na standardu IEEE 802.11. Dostupnost opreme, prihvatljiva cijena opreme i implementacije, te odsustvo bilo kakve mjesečne naknade argumenti su na strani posljednjeg opisanog rješenja.

### 4. Literatura

- [1] Maral, G. & Bousquet, M. (2009). *Satellite Communications Systems - Systems, Techniques and Technology*, John Wiley & Sons Ltd., ISBN 978-0-470-71458-4; United Kingdom
- [2] Maini, A. K. & Agrawal, V. (2007). *Satellite Technology - Principles and Applications*, John Wiley & Sons Ltd., ISBN: 0-470-03335-5; United Kingdom
- [3] Roddy, D. (2006). *Satellite Communications*, McGraw-Hill Companies, Inc., ISBN 0-07-146298-8; SAD
- [4] Willebrand, H. & Ghuman, B.S. (2002). *Free space optics: enabling optical connectivity in today's networks*, Sams publishing, ISBN-10: 067232248X
- [5] Bartolincic, N.; Pezelj, I.; Velimirovic, I. & Zigman, A. (2003). The implementation of broadband network technologies in CARNet, *Computer Communications No.26* (2003) 465–471, ISSN: 0140-3664; Elsevier Science B.V.
- [6] Bacioccola, A.; Cicconetti C.; Eklund C.; Lenzini L.; Li Z. & Mingozzi E. (2010). IEEE 802.16: History, status and future trends, *Computer Communications No.33* 113–123, ISSN: 0140-3664; Elsevier Science B.V.
- [7] *Pregled do sada dodijeljenih blokova frekvencija*; Dostupno na: <http://www.hakom.hr/UserDocsImages/dokumenti/>, *Pristup*: 20-04- 2010
- [8] Hamidović, H. (2010). *Bežične lokalne računalne mreže*, Infopress, ISBN 978-953-95760-1-9; Zagreb
- [9] Smith, R.J. (2003). *WiFi Home Networking*, McGraw-Hill/TAB Electronics, ISBN: 0071412530; 2003.
- [10] Flickenger, R. (2002). *Building Wireless Community Networks*, O'Reilly & Associates, Inc., ISBN 0-596-00204-1
- [11] Outmesguine, M. (2004). *Wi-Fi Toys: 15 Cool Wireless Projects for Home, Office and Entertainment*, Wiley Publishing, Inc., Indianapolis, ISBN: 0764558943; SAD





Photo 041. The new high school building / Nova zgrada Gimnazije