



SPECIJALISTIČKI DIPLOMSKI STRUČNI STUDIJ
„KREATIVNI MENADŽMENT U PROCESIMA“

Saša Lončar

RAČUNARSKE MREŽE I UMREŽAVANJE
RASPBERRY PI UREĐAJA

SPECIJALISTIČKI ZAVRŠNI RAD

Pula, 2015.



SPECIJALISTIČKI DIPLOMSKI STRUČNI STUDIJ
„KREATIVNI MENADŽMENT U PROCESIMA“

RAČUNARSKE MREŽE I UMREŽAVANJE
RASPBERRY PI UREĐAJA

SPECIJALISTIČKI ZAVRŠNI RAD

Kolegij: INTELIGENTNI SUSTAVI

Mentor: Prof. dr. sc. Branimir Ružojčić

Student: Saša Lončar

Pula, 2015.

SADRŽAJ

1. UVOD	6
1.1. Opis i definicija problema	6
1.2. Cilj i svrha rada.....	6
1.3. Hipoteza rada	7
1.4. Metode rada	7
1.5. Struktura rada	7
2. OPĆENITO O RAČUNARSKIM MREŽAMA	9
2.1. Podjela mreža po veličini	10
2.2. Podjela mreža prema hijerarhiji.....	11
2.3. Podjela mreža prema topologiji	11
2.3.1. Topologija sabirnice	12
2.3.2. Topologija prstena.....	12
2.3.3. Topologija zvijezde	12
2.3.4. Topologija stabla	13
3. MREŽNI UREĐAJI I OSI-TCP/IP REFERENTNI MODELI	14
3.1. Mrežna kartica (eng. <i>Network interface card</i> , NIC)	14
3.2. Modem.....	15
3.3. Ponavljač, pojačavač (eng. <i>Repeater</i>).....	15
3.4. Koncentrator (eng. <i>Hub</i>).....	15
3.5. Preklopnik, prespojnik (eng. <i>Switich</i>).....	15
3.6. Usmjerivač (eng. <i>Router</i>)	16
3.7. OSI i TCP/IP referentni modeli	19
3.7.1. TCP/IP protokol	21
3.7.2. <i>Session initiation protocol</i> (SIP)	23

3.7.3.	Ostali poznatiji protokoli.....	24
4.	ETHERNET I MREŽNO ADRESIRANJE.....	25
4.1.	Fizički sloj (eng. <i>layer</i>).....	26
4.1.1.	Mreže putem žičanog prijenosa.....	26
4.1.2.	Mreže putem optičkih vlakana	27
4.1.3.	Bežične mreže	28
4.2.	Ethernet kabeli	29
4.3.	Adresiranje u mreži	30
4.3.1.	Klase IP adresa	31
4.3.2.	IPv6	32
5.	NOVI TRENDОВI	33
5.1.	Računarstvo u oblaku (eng. <i>Cloud computing</i>)	33
5.2.	Internet stvari (eng. <i>Internet of Things</i>).....	37
5.3.	<i>Big Data</i>	39
5.4.	3A (<i>Any Place, Any Time, Any Device</i>).....	40
5.5.	Mreže 5. generacije (<i>5G networks</i>).....	40
6.	RASPBERRY PI UREĐAJ KAO TANKI KLIJENT	42
6.1.	Općenito o Raspberry Pi uređaju	42
6.2.	Raspberry Pi kao tanki klijent	45
6.2.1.	Praktična izvedba tankog klijenta	47
6.2.2.	Postupak instalacije softvera	48
7.	ZAKLJUČAK	52
8.	PREPORUKE ZA NASTAVAK RADA.....	54
	LITERATURA.....	55
	POPIS SLIKA I TABLICA.....	57

SAŽETAK

Računarske mreže osnova su modernog poslovanja i života. Od najjednostavnijih mreža za kućnu upotrebu do Interneta, mreže svih mreža, svijet se bazira na računarskim mrežama. Računarske mreže postoje u raznim izvedbama i sastoje se od hardverskog dijela koji radi po nekim unaprijed donesenim protokolima. Strelaviti razvoj novih trendova u ICT industriji dovodi nas u još veću ovisnost o računarskim mrežama. Jedan od tih brzorastućih trendova je i računarstvo u oblaku. Za spajanje u taj oblak koriste se između ostalog i jeftina računala poznatija kao tanki klijenti. Raspberry Pi uređaj, kao računalo malih dimenzija i cijene, uspješno se može iskoristiti u tu svrhu.

SUMMARY

Computer networks are the basis of modern business and life. From the simplest network for home use to the Internet, the network of all networks, the world is based on computer networks. Computer networks exist in various versions and consist of a hardware part that works on in advance defined protocols. The rapid development of new trends in the ICT industry leads us to an even greater dependence on computer networks. One of these fast growing trends is also cloud computing. To connect to the cloud are used, among other things, inexpensive computers known as thin clients. Raspberry Pi device, such as the computer of small size and price, can be successfully used for this purpose.

1. UVOD

Ljudska želja za međusobnim komuniciranjem stara je koliko i sam čovjek. Komunikacija se kroz povijest provodila na različite načine: dimnim signalima, bubnjevima ili nekakvim svjetlosnim signalima. Svima je bila svrha ista stvar, a to je prenošenje informacije na daljinu. Ljudi su bića koja su u međusobnoj interakciji pa možemo reći da je ljudski rod umrežen tisućama godina¹.

Računarske mreže su logičan nastavak tog ljudskog umrežavanja. I u današnje vrijeme je cilj prenijeti informaciju na udaljeno mjesto. Danas se u tu svrhu koristi sofisticirana tehnologija koju možemo svesti pod zajednički nazivnik – računarske mreže.

1.1. Opis i definicija problema

Računarske mreže postale su neizostavan faktor modernog doba. Razvojem novih uređaja sve se više potvrđuje sintagma o umreženom društvu. Od najjednostavnijih mreža za kućnu upotrebu do Interneta, mreže svih mreža, svijet se bazira na računarskim mrežama. Internet stvari nas vodi prema umreženim i pametnim domovima a preko toga i do umreženih i pametnih gradova.

Sve veća pristupačnost pametnih telefona i raznih vrsta prijenosnih računala dovodi nas u poziciju da imamo stalni pristup svim umreženim uređajima, počevši od pristupa drugim računalima do nadzora svog doma. Uređaj kao što je Raspberry Pi, prije svega zbog svoje niske cijene i zadovoljavajuće kvalitete pridonosi tom trendu.

1.2. Cilj i svrha rada

Cilj završnog rada je objasniti strukturu i podjelu računarskih mreža te kroz praktičnu primjenu prikazati mogućnosti Raspberry Pi uređaja u funkciji tankog klijenta (*thin client*).

Svrha završnog rada je obrana dogovorene teme s osvrtom na moguću praktičnu primjenu. Završni rad se temelji na predavanjima iz kolegija, osobnim iskustvima u praktičnom radu te na literaturi navedenoj u popisu literature.

¹ Grgić, S.: Uvod u računalne mreže, Algebra, Zagreb, 2009.

1.3. Hipoteza rada

Prepoznavanjem značaja i uloge računarskih mreža te pripadajućih uređaja stvaraju se preduvjeti za izgradnju umreženog društva, odnosno stvara se iskorak ka dovođenju računarstva u oblaku i Interneta stvari u svaki dom.

1.4. Metode rada

Prilikom izrade završnog rada korištene su sljedeće znanstvene metode:

- metoda deskripcije,
- metoda kompilacije,
- metoda sinteze,
- metoda analize te
- grafička metoda.

1.5. Struktura rada

Specijalistički završni rad strukturiran je u osam poglavlja, sa pripadajućim pod poglavljima.

Prvo poglavlje je uvod kojim se čitatelja uvodi u tematiku specijalističkog završnog rada. Navodi se opis i definicija problema, cilj i svrha rada, te je postavljena radna hipoteza. Nadalje su navedene korištene metode i opis strukture rada.

Drugo poglavlje uvodi nas u svijet računarskih mreža te nam daje općeniti pregled i podjelu po topologijama, kako fizičkim tako i logičkim.

Poglavlje tri bavi se sa mrežnim uređajima, općenito hardverskom komponentom računarskih mreža. U drugom dijelu poglavlja prelazi se na softversku komponentu odnosno protokole.

U poglavlju četiri daje se osvrt na najpoznatiju izvedbu računarskih mreža, Ethernet, te se općenito govori o usmjeravanju paketa odnosno adresiranju.

Poglavlje broj pet donosi prikaz novih trendova u ICT svijetu te donosi pregled najpoznatijih trendova sa naglaskom na računarstvo u oblaku.

Šesto poglavlje daje praktičan primjer primjene Raspberry Pi uređaja u funkciji tankog klijenta te pruža općeniti osvrt na sam uređaj.

Zaključak je predložen u sedmom poglavlju, gdje će se dati spoznaje do kojih se došlo razradom teme te su u slijedećem, osmom poglavlju prikazane preporuke za poboljšanja.

Nadalje, slijedi popis korištene literature, kao i popis slika i tablica koje se pojavljuju u radu.

2. OPĆENITO O RAČUNARSKIM MREŽAMA

Računarska mreža je skup računala, uređaja, komunikacijskih medija i mrežnog softvera koji su međusobno povezani s ciljem komunikacije². U tim uređajima je implementiran neki komunikacijski protokol pomoću kojega uređaji komuniciraju.

Računarsku mrežu sačinjavaju računala, određeni hardver (eng. *hardware*, HW) i softver (eng. *software*, SW) kojima se omogućuje komunikacija između dva ili više računala. Razvojem i širokom primjenom osobnih računala, javila se mogućnost kreiranja velike količine programa i multimedijalnog sadržaja (teksta, grafike, zvučnog i video sadržaja) koje je bilo poželjno dijeliti sa drugim korisnicima računala. U vrijeme prije izgradnje računarskih mreža taj sadržaj se razmjenjivao putem prijenosnih medija za pohranu podataka (magnetske trake, diskete, CD ROM-a,...).

Obzirom na ograničenja medija za pohranu podataka, na taj način se mogla prenijeti manja količina podatka i na manje udaljenosti. Za veće udaljenosti bilo je potrebno medij dostaviti na odgovarajući način (pošta, kurirska služba, itd.) za što je obično trebalo i puno vremena.

Povezivanjem računala u mrežu putem medija kojim su računala povezana (bakreni vodič, optičko vlakno, bežični prijenos), u kraćem vremenskom periodu moguće je prenijeti veću količinu podataka.

Najčešće, mreže se mnogu podijeliti prema:

- **veličini,**
- **hijerarhiji i**
- **topologiji.**

Postoji još podjela ali ovdje će biti riječi samo o ove tri.

² Grgić, S.: Uvod u računalne mreže, Algebra, Zagreb, 2009.

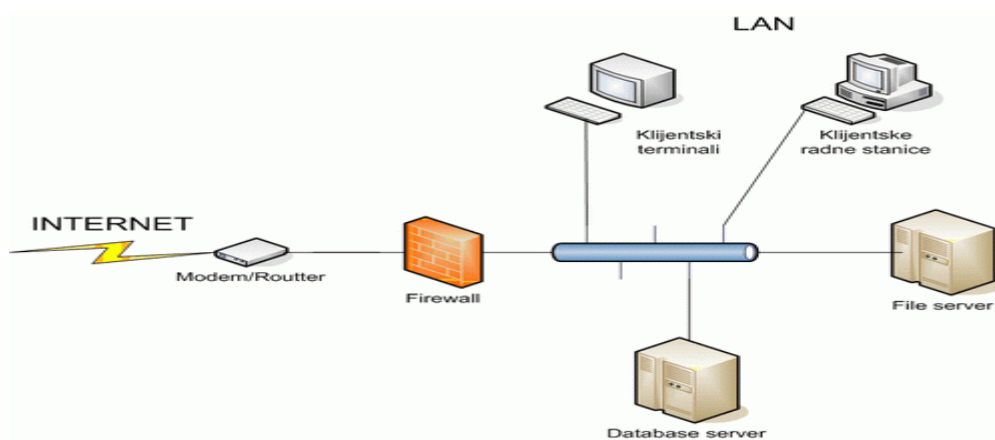
2.1. Podjela mreža po veličini

Ovisno o veličini, mreže se dijele na tri osnovne grupe:

- LAN (*Local Area Network*),
- MAN (*Metropolitan Area Network*) i
- WAN (*Wide Area Network*).

LAN (*Local Area Network*) je jedna od najzastupljenijih kategorija računarskih mreža. Arhitektura lokalnih mreža obuhvaća širok spektar realizacija, od jednostavnih (dva računala povezanih kablom) do veoma složenih (stotine povezanih računala i perifernih uređaja u korporacijskoj mreži). Istaknuta osobina lokalnih mreža je njihova prostorna ograničenost – lokalnu mrežu je moguće, klasičnim načinom, ostvariti na ograničenoj udaljenosti (do 5 km).

Slika 1: LAN mreža



Izvor: < <http://www.bitprojekt.co.rs/en/ipo/images/simpleFW1.gif>, (12.10.2015.)

MAN (*Metropolitan Area Network*) je mreža gradskog područja koju čine računala iz različitih zgrada u velikoj gradskoj oblasti. Povezuje računala na udaljenosti od 5 do 50 km.

WAN (*Wide Area Network*) je, za razliku od prije spomenutih vrsta mreža, računarska mreža bez geografskih ograničenja. Ovakva mreža može povezivati računala i perifernjske

uređaje sa suprotnih strana svijeta. U većini slučajeva, WAN mreža se sastoji od više međusobno povezanih LAN mreža. Može se reći da je i sam Internet WAN mreža.

2.2. Podjela mreža prema hijerarhiji

Ovisno o međusobnim hijerarhijskim odnosima računala povezanih u mrežu, mreže se dijele u dvije kategorije:

- Mreže ravnopravnih računala (eng. *peer-to-peer network*, P2P) – u tim mrežama nisu odvojene uloge klijenta i poslužitelja, već postoje samo ravnopravni klijenti i
- Mreže zasnovane na poslužiteljima (eng. *Server based network*).

Mreže bazirane na serverima se koriste u većini internetskih usluga. Razlika između klijenta i poslužitelja je u programima (program klijenta i program poslužitelja). Komunikacija se odvija po principu da klijent traži uslugu od poslužitelja, a poslužitelj obrađuje taj zahtjev i po potrebi šalje odgovor klijentu.

Ovo je važna podjela jer dvije bitno drukčije kategorije mreža pružaju korisnicima i različite mogućnosti. Mreže ravnopravnih računala (P2P) se primjenjuju u malim grupama, kancelarijama i kućama (*Small Office/Home Office*, SOHO). Jednostavnije su i jeftinije.

Mreže zasnovane na serverima sreću se u srednjim i velikim organizacijama gdje je važno osigurati sigurnost, centralizirano upravljanje i veliki promet.

2.3. Podjela mreža prema topologiji

Topologije mreže određuje način na koji su mrežni uređaji spojeni.

Najpoznatije topologije su:

- Topologija sabirnice,
- Topologija prstena,
- Topologija zvijezde i
- Topologija stabla.

Kod podjela na topologije mreža, treba razlikovati pojam fizičke i logičke topologije³. Fizička topologija određuje kako su uređaji fizički međusobno povezani dok logička topologija određuje kako uređaji komuniciraju preko fizičke topologije. U daljnjem tekstu biti će dat prikaz fizičke topologije.

2.3.1. Topologija sabirnice

Topologija sabirnice je linearna LAN arhitektura u kojoj paketi, koje šalje mrežni uređaj, putuju cijelom duljinom medija i primaju ih svi ostali uređaji. To je najjednostavniji način povezivanja više računala. Uređaji koji komuniciraju na takvim sabirnicama susreću se sa problemom kada žele istovremeno komunicirati. Zbog takvih problema moraju se koristiti metode za sprečavanje kolizije kao što je CSMA/CD (eng. *Carrier sense multiple access with collision detection*). To znači da više uređaja ima pristup mediju ali prije korištenja moraju provjeriti da li ga neki drugi uređaj već koristi.

2.3.2. Topologija prstena

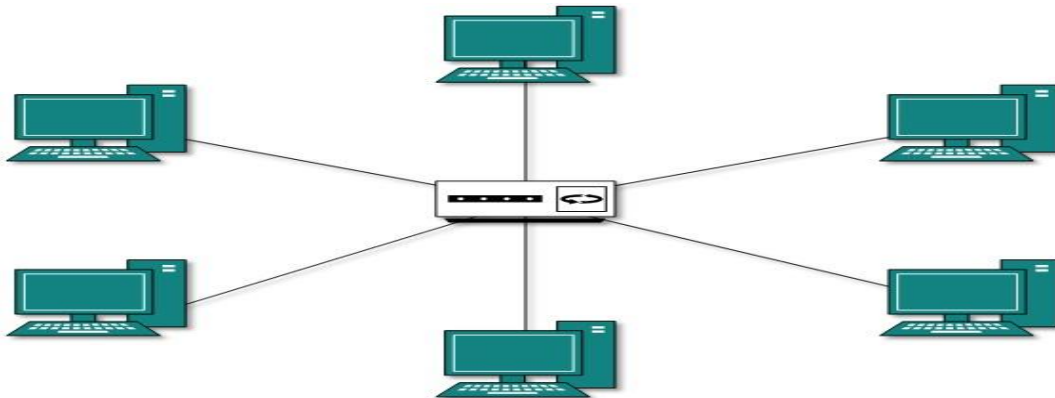
Topologija prstena je LAN arhitektura koja se sastoji od uređaja koji su međusobno serijski spojeni i tvore zatvorenu petlju. Komunikacija je u jednom smjeru. Najpoznatiji predstavnik ove topologije je Token Ring.

2.3.3. Topologija zvijezde

Topologija zvijezde je LAN arhitektura kod koje su krajnje točke mreže spojene na neki zajednički uređaj kao što su koncentrator (eng. *hub*), prespojnik (eng. *switch*) ili usmjeritelj (eng. *router*). To je najčešća topologija u povezivanju računala.

³ Računalne mreže – Mrežne topologije <sistemac.carnet.hr/node/379>, (02.11.2015.)

Slika 2: Topologija zvijezde



Izvor:<http://www.tutorialspoint.com/data_communication_computer_network/computer_network_topologies.htm>, (12.10.2015.)

2.3.4. Topologija stabla

Topologija stabla je LAN arhitektura identična topologiji sabirnice ali dodatno omogućava grananje na više čvorišta. Najčešće se koristi u pružanju usluga kableske televizije. Ima tu prednost što se lako može proširivati dodavanjem „grana“ pa se moguća greška lako izolira, no to je ujedno i mana. Ukoliko se desi greška u „korijenu“, cijela mreža postane neispravna.

3. MREŽNI UREĐAJI I OSI-TCP/IP REFERENTNI MODELI

Mreže koje su zasnovane na serverima zovu se klijentsko-serverske mreže. Od običnih mreža se razlikuju po softveru dok su fizičke veze i hardver slični. Porastom broja računala u mreži raste i potreba za serverima. Da bi serveri brže i bolje obavljali posao, dijele se po vrstama, pa tako imamo specijalizirane servere: web serveri, fax serveri, ftp serveri, mail serveri, proxy serveri, chat serveri... itd.

Osim servera, u mrežama se nalaze brojni uređaji, koji će biti ukratko nabrojani i opisani.

3.1. Mrežna kartica (eng. *Network interface card*, NIC)

Mrežna kartica je dio računala ili drugog uređaja koja mu omogućava da se spoji na mrežu i komunicira sa drugim uređajima. Svaka mrežna kartica ima svoju jedinstvenu hardversku MAC (*Media access control*) adresu.

Slika 3: Mrežna kartica



Izvor:< <http://scorpionvision.co.uk/catalogue-index/interface-boards/gigabit-ethernet-vision/intel-pro-1000-dual-port-gigabit-ethernet-pcie-nic-card>>, (13.10.2015.)

3.2. Modem

Modem (modulator – demodulator) je uređaj koji modulira signal nositelj da bi kodirao digitalnu informaciju i demodulira tako dobiveni signal da bi dekodirao prenesenu informaciju. Namjera je da se proizvede signal koji će se lako prenijeti na udaljenu lokaciju preko medija i nakon toga opet postati rekonstruirani signal. Najpoznatiji, iako zastarjeli, su dial-up modemi koji su se koristili za slanje podataka po analognoj mreži, dok su u današnje vrijeme aktualni ADSL i VDSL modemi.

3.3. Ponavljač, pojačavač (eng. Repeater)

Ponavljač je uređaj koji se koristi da bi se međusobno spojili dijelovi mreže i na taj način omogućava da se više fizičkih segmenata ponaša kao jedan segment. On prima signale jednog segmenta mreže, pojačava ga i obnavlja te šalje drugom segmentu mreže. Maksimalni broj segmenata koji se tako može spojiti ograničen je prije svega kašnjenjem.

3.4. Koncentrator (eng. Hub)

Koncentrator je uređaj koji signal koji primi na jednom portu ponavlja na svim ostalim portovima s tim da vrši obnavljanje fizičkih veličina signala. Koncentratori omogućavaju grupiranje više uređaja na istu strukturu fizičke sabirnice u koncentratoru. To znači da svi uređaji povezani koncentratorom dijele isti medij a time i istu domenu kolizije, domenu emisije i propusni opseg. Time se dobiva fizičko povezivanje u topologiju zvijezde za razliku od linearne topologije.

Koncentrator nam omogućava da pratimo promet spojenih uređaja jer propušta *unicast*, *multicast* i *broadcast* promet.

3.5. Preklopnik, prespojnik (eng. Switch)

Iako izgledom izgleda isti, funkcije koncentratora i preklopnika su drukčije. To je, uz *router* (usmjerivač), jedan od najvažnijih mrežnih uređaja.

Prespojnik je uređaj drugog (podatkovnog) sloja OSI arhitekture. Osnovna mu je funkcija na inteligentan (pametan) način prosljeđivati podatke sa jednog priključka samo na onaj priključak gdje se nalazi odredište. Informacija koju koristi za takav tip filtriranja prometa nalazi se u MAC adresi. MAC adresa (*media access control address*) je fizička adresa mrežne kartice. Sastoji je se od 48 bitova podijeljenih u 6 bajtova (npr. 00-50-56-C0-00-01). Prema MAC adresi se može identificirati točno sa kojega se uređaja (PC, pametni telefon ...) spajalo na mrežu.

Da bi prespojnik mogao prespajati podatke (okvire) mora izgraditi tablicu prospajanja (eng. *switching table*).

U novije vrijeme koriste se i takozvani *Layer 3* preklopnici, tj. preklopnici koji rade na 3. sloju OSI modela.

Slika 4: Preklopnik (switch)



Izvor:<<http://us.hardware.info/productinfo/65872/sitecom-19q-network-switch-6-port/photos#open>>, (13.10.2015.)

3.6. Usmerivač (eng. Router)

Usmerivač obavlja funkciju usmjeravanja paketa (eng. *routing*) kroz mrežu i to je jedna od osnovnih funkcija trećeg sloja OSI modela. Usmerivač predstavlja čvor u mreži koji povezuje više mreža u jednu. Treba ga razlikovati od prespojnika koji više uređaja (računala) povezuje u jednu mrežu.

Usmjerivač prima podatkovni paket i raspakirava ga. Pomoću usmjerivačkih protokola, IP adresa i ostalih podataka pronalazi optimalni put od točke A do točke B u mreži. Ako usmjerivač ne zna gdje usmjeriti paket, on ga odbacuje.

Usmjerivački putovi (staze) u usmjerivačkim tablicama mogu se pohraniti statički ili dinamički. Statičke rute administrator unosi ručno dok dinamičke usmjerivačke staze uči od drugih usmjerivača pomoću usmjerivačkih protokola.

Routeri rade po određenim protokolima. To su prije dogovorena pravila ponašanja između uređaja. Protokoli za rad usmjerivača dijele se na unutarnje i vanjske. Unutarnji se koriste između jednog autonomnog sustava (mreža jedne institucije).

Vanjski protokoli se koriste za razmjenu podataka između dva autonomna sustava.

Slika 5: Usmjerivač (router)



Izvor: <http://www.cisco.com/en/US/products/ps6018/prod_view_selector.html>, (13.10.2015.)

U prethodnom tekstu spomenuti su serveri (poslužitelji) koji se dijele po aplikacijama (softveru) da bi posao koji obavljaju tekao bolje i brže. U ovom slučaju opširnije će biti spomenut DNS server i vatrozid (eng. *firewall*).

DNS (*Domain Name System*) server

Simbolička adresa je ime uređaja spojenog na mrežu. Razlog za to je taj da je lakše zapamtiti imena nego niz nepoznatih brojeva. Za vezu između numeričke i simboličke adrese brine se DNS (*Domain Name System*) server.

DNS server nalazi se na aplikacijskoj razini OSI modela. IP adresu pojedine web stranice možemo doznati sa naredbom ***nslookup*** koju unesemo u *comand prompt*.

Iz dobivenog primjera se vidi da smo mogli upisati u preglednik adresu 161.53.146.201 i došli bi na istu stranicu kao da smo upisali ***www.politehnika-pula.hr***.

Domene su napravljene kao hijerarhijske (stablaste) strukture. Na najvišoj nekada su postojale samo četiri domene: COM (komercijalna), EDU (obrazovna), GOV (vladina) i MIL (vojna), a odnosile su se samo na prostor SAD. Kako se Internet proteže u mnogo zemalja u svijetu, dogovoreno je da najviša razina domene uz spomenute četiri određuje državu na koju se ta domena odnosi: .hr (Hrvatska), .si (Slovenija), .it (Italija) itd. Unutar državne domene odgovorne institucije određuju „pod domene“ i tako se dobiva hijerarhijska struktura.

Vatrozid (eng. *Firewall*)

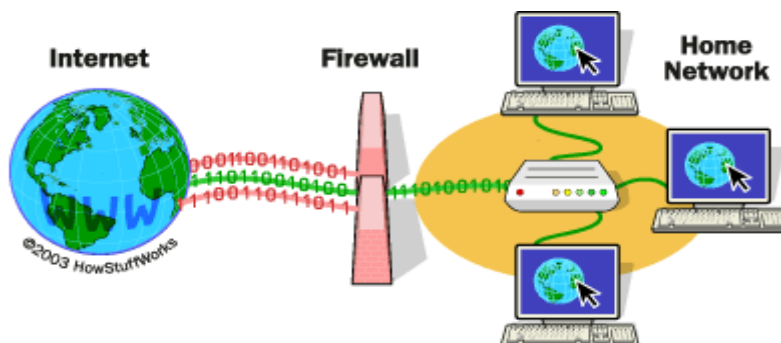
Sigurnost u mrežama je od vrlo velike važnosti. Da bi spriječili neovlašteni ulazak u mrežu, na ulaz u mrežu postavlja se vatrozid (*firewall*).

Vatrozid (*firewall*) je uređaj i/ili softver koji obavlja ulogu zabrane komunikacije između dvije mreže definirane prije donesenim pravilima sigurnosti. Vatrozid se nalazi na granici dvije mreže u kojima vladaju različita pravila sigurnosti, a obično dijeli LAN mrežu od Interneta.

Funkcije vatrozida su obično sadržane i u usmjeritelju (*routeru*).

S obzirom na domenu pokrivanja, vatrozid može biti mrežni ili lokalni.

Slika 6: Vatrozid (firewall)



Izvor:< <http://computer.howstuffworks.com/firewall.htm>>, (14.10.2015.)

Postoji još niz uređaja, ali oni će biti samo spomenuti. To su:

- Proxy server,
- Prevoditelj adresa – NAT *translator*,
- DHCP (*Dynamic Host Configuration Protocol*) server i
- Mrežni mostovi (eng. *bridge*).

3.7. OSI i TCP/IP referentni modeli

Definicije procedura koje prate razmjenu podataka se nazivaju protokoli. Protokol se realizira u vidu procesa koji se treba obaviti da bi se očuvao integritet prijenosa podataka. Svaki proces obavlja se na jednoj od razina.

Internacionalna organizacija za standarde (ISO) je 1978.g. definirala standard od 7 razina (slojeva) za povezivanje računala u mrežu pod nazivom OSI referentni model (*Open System Interconnection Reference Model*). OSI model u suštini opisuje načine upravljanja funkcijama prijenosa podataka. Svaki sloj pruža usluge sloju koji je neposredno iznad njega.

Slojevi OSI modela od najnižeg prema najvišemu su⁴:

1. **Fizički sloj (*Physical Layer*)** OSI modela bavi se sklopovljem i električkim svojstvima signala. Ovaj sloj upravlja prijemom i predajom bitova preko fizičkog medija. Opisuje električno/optičke, mehaničke i funkcionalne pristupe fizičkom mediju.
2. **Sloj podatkovne veze (*Data Link Layer*)** je sloj u kojemu se razmatraju okviri (*frames*) paketa poruka. Taj sloj se dodatno dijeli na Logičku kontrolu linka (LLC) i kontrola pristupa mediju (MAC).
3. **Mrežni sloj (*Network Layer*)** je sloj u kojemu se obavlja razmjena (komutiranje) podataka i uspostavlja prividni put između čvorova mreže. Brine i o stanju mreže i mapiranju logičkih u fizičke adrese.
4. **Prijenosni sloj (*Transport Layer*)** je sloj u kojem se vrši nadzor u prijenosu poruka između računala.

⁴ Cisco Networking Academy: Network Basics Companion Guide, Cisco Press, 2013.

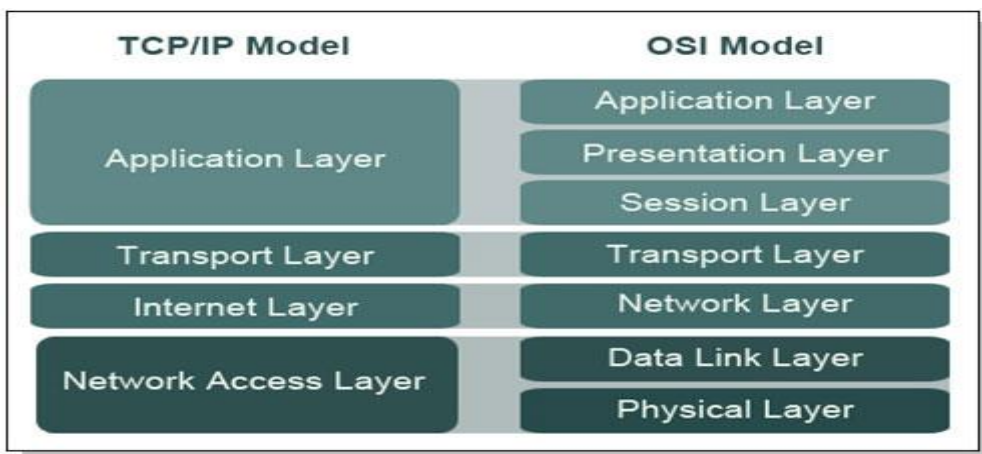
5. **Sloj pristupa (*Session Layer*)** omogućava aplikacijama komunikaciju kroz mrežu, nadzor nad tijekom aktivnosti, te se obavlja upravljanje mrežom.
6. **Sloj prezentacije (*Presentation Layer*)** je sloj u kojem se omogućava i osigurava ispravna i razumljiva veza između učesnika.
7. **Sloj primjene (*Application Layer*)** predstavlja protokole i funkcije da bi korisnikove aplikacije ispravno komunicirale s podacima.

OSI model i TCP/IP model su kreirani nezavisno jedan od drugog. TCP/IP model kao najrašireniji protokol predstavlja realni svijet, dok OSI model predstavlja neki ideal. Često ih se miješa, iako je danas TCP/IP model standardni model.

Ako promatramo TCP/IP referentni model u usporedbi sa OSI referentnim modelom, vidimo da je TCP/IP model podijeljen u četiri sloja koji obuhvaćaju svih sedam slojeva OSI modela.

Svrha slojeva je točno razgraničavanje pojedinih funkcija u umrežavanju na način da jedan sloj nema nikakav utjecaj na susjedne. Na taj način omogućen je njihov pojedinačni razvoj te promjena sklopova u uređaju bez utjecaja na njegovu funkcionalnost.

Slika 7: Usporedba OSI i TCP/IP modela



Izvor: <http://ccna-routingswitching-ciscochamp.netai.net/1_13_Layer-5-Data-Encapsulation-and-TCP-IP-Model.html>, (14.10.2015.)

Uloga slojeva u TCP/IP modelu:

Pristup mreži (*Network Interface*) je sloj referentnog modela Internet arhitekture koji se brine o fizičkom pristupu mreži, odnosno uspostavlja, održava i raskida podatkovnu vezu od točke do točke. Obuhvaća podatkovni i fizički sloj u OSI modelu veze (sa bilo kojom vrstom prijenosa podataka).

Mrežni sloj (IP, Internet) je odgovoran za prijenos paketa podataka od čvora do čvora. Najvažniji protokol je Internet protokol (IP) po kojem je cijela arhitektura dobila ime. IP prosljeđuje svaki paket ovisno o IP adresi i približno odgovara sloju mreže u OSI modelu. IP protokol je nekonekcijski, nepouzdan i bez oporavka od grešaka.

Transportni sloj. Protokoli koji djeluju u transportnom sloju su TCP (*Transmission Control Protocol*) i UDP (*User Datagram Protocol*). TCP je konekcijski bazirani protokol koji uspostavlja logičku vezu između procesa u mreži. UDP protokol je jednostavni nekonekcijski protokol koji ne garantira da će paketi stići na drugu stranu. Ovisno o zahtjevima, koristi se TCP ili UDP protokol.

Sloj primjene (*Application*) je najviši sloj TCP/IP modela u kojem se nalaze procesi koji poslužuju korisnike. Neke od usluga sa odgovarajućim protokolima su prijenos podataka (*File Transfer Protocol*, FTP), elektronička pošta (*Simple Mail Transfer Protocol*, SMTP), udaljeni rad (TELNET). Također, jedan od poznatijih je i HTTP (*Hypertext Transfer Protocol*) protokol za pristup www stranicama.

3.7.1. TCP/IP protokol

Protokoli su formalna pravila ponašanja. Dogovaranjem seta zajedničkih pravila, koja su javno poznata i nezavisna, protokoli svode nesporazume na minimum: svatko zna što treba i može učiniti i kako protumačiti aktivnosti drugog.

Kako su nastali protokoli:

- Američka kopnena vojska objavila je natječaj za računala i pobijedila je tvrtka DEC.
- Američke zračne snage objavile su natječaj za računala i pobijedila je tvrtka IBM.
- Američka mornarica objavila je natječaj za računala i pobijedila je tvrtka Unisys.

Kada je američka vojska trebala napasti Granadu, otkrili su da njihova računala ne mogu međusobno komunicirati. Onda su zaključili da bi trebala postojati neka pravila neovisno o proizvođaču opreme⁵.

TCP/IP protokoli su od samih početaka bili opće prihvaćeni i takvi su ostali do današnjih dana. To je jedna od najraširenijih klasa protokola jer podržavaju bazne servise koje svatko treba (prijenos podataka, elektroničku poštu i udaljeno logiranje) između velikog broja korisnika i poslužitelja. Podržavaju komunikaciju među malim privatnim mrežama, kao i u najvećoj mreži, Internetu. TCP/IP su robusni protokoli koji imaju sposobnost automatskog oporavka u slučaju kvara u elementima mreže, te pružaju pouzdani prijenos podataka i kontrolu toka prijensa.

Svojstva TCP/IP protokola su⁶:

- Otvoreni standardi protokola, neovisni i svima dostupni. Razvijeni su neovisno o hardveru i operacijskim sustavima. Budući da su tako široko podržani, TCP/IP protokoli su idealni za spajanje različitog hardvera i softvera.
- Neovisnost o fizičkoj izvedbi mrežnog hardvera. Ta neovisnost omogućava da se povežu mnogo vrsta različitih mreža. TCP/IP radi na Ethernetu, komutiranim linijama (*dial-up*) i praktički na bilo kojoj vrsti medija za transmisiju.
- Zajednička shema adresiranja koja omogućuje bilo kojemu TCP/IP uređaju da jednoznačno adresira bilo koji drugi uređaj u mreži, čak i tako velikoj kao Internet.

TCP/IP protokoli su svima dostupni: razvijaju se i mijenjaju konsenzusom a ne na nalog pojedinog proizvođača opreme. Svatko smije razvijati proizvode koji udovoljavaju otvorenim standardima TCP/IP protokola.

Otvorena priroda TCP/IP protokola zahtijeva javno dostupne dokumente standarda. Svi protokoli iz TCP/IP klase su definirani u jednom od tri oblika, a najpoznatiji je **RFC**, *Request for comment*⁷. Ovo je najčešći način objavljivanja standarda vezanih za TCP/IP protokole. RFC-ovi sadržavaju širok spektar korisnih informacija i nisu ograničeni na formalnu specifikaciju protokola za komunikaciju podacima.

⁵ **Introduction to TCP/IP** <<http://www.yale.edu/pclt/COMM/TCPIP.HTM>>, (28.10.2015.)

⁶ **TCP/IP Suite** <<http://www.protocols.com/pbook/tcpip2.htm#TCP>>, (28.10.2015.)

⁷ **Request for Comment (RFC) pages** <<https://www.ietf.org/rfc.html>>, (28.10.2015.)

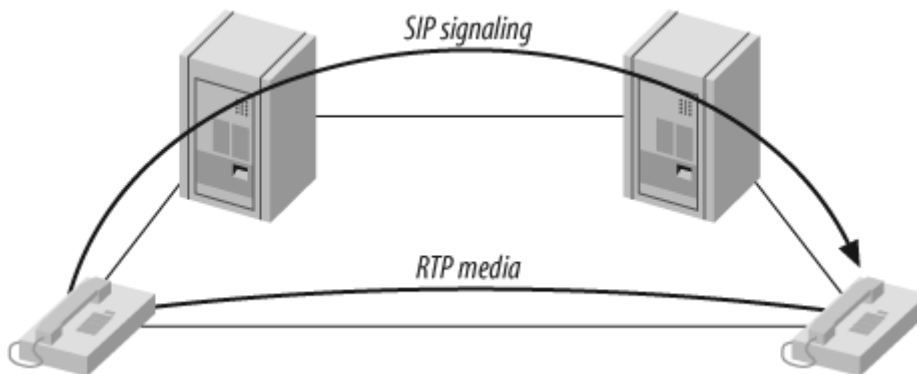
3.7.2. *Session initiation protocol (SIP)*

SIP protokol također spada u aplikacijski sloj TCP/IP modela. To je trenutno jedan od najinteresantnijih protokola. Protokol je baziran na tekstu i nezavisan je od načina transporta. Može koristiti TCP, UDP ili slične protokole⁸. U mreži u Hrvatskoj koristi se UDP protokol dok se govor prenosi RTP (*real-time transport*) protokolom. SIP je protokol za uspostavljanje multimedijalnih sesija između krajnjih točaka koje nazivamo *User Agents*. Doživio je razvoj nakon što ga je 3GPP odabrao za korištenje na IMS (*IP media subsystem*) platformama.

Karakteristike SIP-a su:

- Signalizacija koristi poseban *vlan*,
- Govor i signalizacija koriste različite putove i
- Signalizacija ima potvrdu prijema.

Slika 8: SIP trapez



Izvor: <http://www.asteriskdocs.org/en/2nd_Edition/asterisk-book-html-chunk/asterisk-CHP-8-SECT-2.html>, (16.10.2015.)

⁸ **RFC 3261** <<https://www.ietf.org/rfc/rfc3261.txt>>, (27.10.2015.)

3.7.3. Ostali poznatiji protokoli

Kao što je spomenuto, protokoli su pravila po kojima mreža radi. Nakon prije spomenutog TCP/IP protokola, koji je osnova današnjih mreža, bit će dat osvrt i na druge poznatije protokole.

Svaki protokol je aktivan na određenoj mrežnoj razini (*layeru*). Tako je prije spomenuti TCP/IP aktivan na transportnom i Internet sloju TCP/IP modela. Na Internet sloju od poznatijih je još IPsec protokol koji služi za sigurnu komunikaciju sa enkripcijom i autentifikacijom.

Na transportnom sloju osim TCP najpoznatiji je UDP (*User datagram protocol*) protokol⁹. Kao što je prije spomenuto, UDP protokol je nekonekcijski protokol koji ne garantira da će paketi stići na drugu stranu. Najpoznatija primjena UDP protokola je prije svega za VoIP uslugu (*voice over IP*). Da se za VoIP koristi TCP protokol, dolazilo bi do stalnih kašnjenja u isporuci paketa a samim time i do nemogućnosti razumijevanja riječi. Greške pri isporuci paketa kod UDP protokola su minimalne i procijenjeno je da se ne mora raditi provjera isporuke da bi izrečeno bilo razumljivo.

Na sloju primjene (*Application*) aktivni su procesi i protokoli za usluživanje korisnika. Najpoznatiji su FTP (file transfer) protokol (port 20 i 21), elektronička pošta - SMTP (*Simple Mail Transfer Protocol*) na portu 25 i POP3 (*Post Office Protocol*) na portu 110, udaljeni rad (TELNET) na portu 23. Također, jedan pod poznatijih je i HTTP (*Hyper Text Transfer Protocol*) za pristup web stranicama koji radi na portu 80. Postoji i njegova „sigurna“ inačica a zove se HTTPS (*Hyper Text Transfer Protocol Secure*) i radi na portu 443.

⁹ RFC 768 <<https://www.ietf.org/rfc/rfc768.txt>>, (27.10.2015.)

4. ETHERNET I MREŽNO ADRESIRANJE

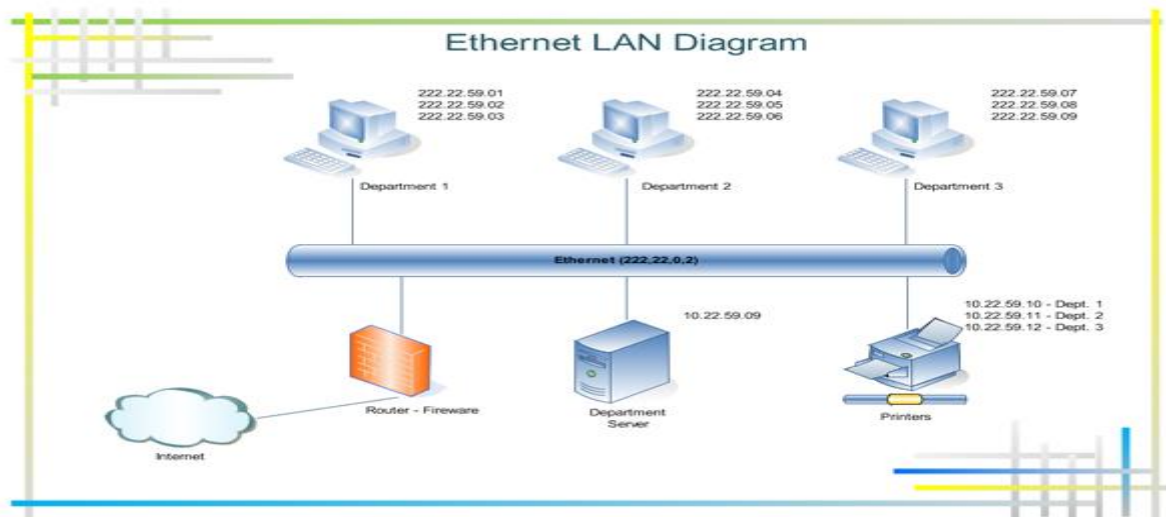
Ethernet je najviše korištena tehnologija za pristup LAN mrežama. Originalni Ethernet je razvijen 1970.g. u Xerox corp. Protokol koji se koristio je CSMA/CD, a služi za sporadični i povremeno vrlo intenzivan promet.

Ethernet ne čini mrežu već mu je potreban protokol kao što je TCP/IP ili neki drugi. Ethernet djeluje na dva najniža sloja OSI modela, fizičkom i sloju podatkovne veze. Preciznije, djeluje na prvom sloju i donjem dijelu drugoga sloja koji je poznat kao MAC (*media access control*) subsloj. MAC subsloj je implementiran obično u mrežnoj kartici.

Kao medij za prijenos, Ethernet koristi najčešće upredene parice (UTP i STP) i optička vlakna.

Ethernet radi po standardu IEEE 802.3.

Slika 9: Ethernet



Izvor:<<https://www.edrawsoft.com/Ethernet-Network-Diagram.php>>, (16.10.2015.)

Topologije mreže mogu biti raznovrsne, ali bez obzira na njihovu složenost i dimenzije, sve su kombinacija tri vrste povezivanja mrežnih uređaja:

- **Točka – točka.** Povezana su samo dva uređaja a veza može biti terminal – čvor, čvor – čvor ili terminal – terminal. Duljina veze ovisi o tipu kabela i metodi koja se koristi za prijenos.
- **Sabirnica (bus).** Prve Ethernet mreže su bile u strukturi magistrale s koaksijalnim kablom. Duljina segmenta je bila ograničena na 500m, a moglo je biti povezano do 100 stanica u jedan segment.
- **Zvijezda.** Od ranih 1990-ih koriste se topologije tipa zvijezda. Centralna jedinica je najčešće komutator ili preklopnik (eng. *switch*) na koji se spajaju svi uređaji. Sve veze u topologiji zvijezda su točka – točka i ostvarene su upredenim paricama ili optičkim vlaknima.

4.1. Fizički sloj (eng. *layer*)

U OSI referentnom modelu fizički sloj (*physical layer* ili *layer 1*) je najniži sloj.

Taj sloj se bavi sklopovljem i električkim svojstvima signala (kao što su visina napona ili vremenski razmak u prijenosu podataka) te pravilima za uspostavu početne komunikacije koristeći razna sučelja (eng. *interface*) fizičkog medija. Ovaj sloj upravlja prijemom i predajom bitova preko fizičkog medija. Opisuje električko/optičke, mehaničke i funkcionalne pristupe fizičkom mediju. Taj sloj također određuje tip modulacije, start-stop signalizaciju, multipleksiranje i sl. O tom sloju ovisi cijela struktura mreže.

Prijenos na fizičkom sloju se može ostvariti preko više vrsta prijenosnih medija:

- preko klasičnog kabela,
- putem optičkog vlakna ili
- bežično (eng. *wireless*).

4.1.1. Mreže putem žičanog prijenosa

10/100 Ethernet je najčešća izvedba mreža kako u kompanijama tako i u kući (SOHO-*small office/home office*). Termin 10/100 označava 10Mbit/s i 100 Mbit/s). Ove Ethernet mreže radile su na brzinama od 10Mbit/s. Novija oprema radi na 100 ili na 1000 Mbit/s ali

također podržava i starije mreže. Ethernet brzine od 100Mbit/s naziva se Fast Ethernet (FE), a onaj od 1000Mbit/s naziva se Gigabit Ethernet (GE).

U povezivanju takvih mreža različitih brzina možemo koristiti preklopnike (eng. *switch*). Istodobno, preklopnici reduciraju sukobe na segmentima mreže dodjeljujući im određenu propusnu brzinu.

Sklopovska struktura takvih mreža sastoji se od relativno jednostavnog hardvera. Koristi se najčešće preklopnik (eng. *switch*) na koji je spojena razna oprema za pristup mreži. Za izlazak iz mreže koristi se usmjerivač (eng. *router*).

4.1.2. Mreže putem optičkih vlakana

Optički kablovi su se u kratko vrijeme probili na tržište zbog svoje brzine i kvalitete. Ne smijemo zaboraviti i financijski aspekt budući da se izrađuju od vrlo jeftinog i dostupnog materijala, stakla. Informacija se prenosi svjetlom. Na predajnoj strani postoji laser koji kodira električke signale u svjetlost. Na prijemnoj strani nalazi se foto dioda koja tu svjetlost dekodira u izvorni signal. Njihova primjena je prije svega kod potrebe za prijenos velikih količina podataka. Najviše ih koriste razni tele-operateri kao i tvrtke za spajanje svoje mreže na vanjsku mrežu.

U novije vrijeme u ponudi su konekcije putem optičkih vlakana i za privatne osobe za brzine do čak 200Mb/s. Najčešće se koristi *Fiber-to-the home* (FTTH) opcija.

Postoji nekoliko izvedbi mreža:

- 100BASE-SX je verzija Fast Etherneta preko optičkog vlakna. Koristi dvije niti, jednu za predaju a drugu za prijem. Maksimalna duljina povezivanja u mreži je do 550 m.
- 100BASE-BX je izvedba koja koristi samo jednu optičku nit. Za to je potreban multiplekser koji svjetlost razdvaja u dvije valne duljine (1310/1550 nm). Može raditi na duljinama do 40 km.
- 1000BASE-LX je izvedba kao 100BASE-SX samo je dodatno optimizirana za veće udaljenosti (do 10 km).

Sklopovska struktura mreža je ista kao kod prije spominjanog Etherneta samo što je transmisijski dio drukčiji zbog upotrebe drugog prijenosnog medija.

4.1.3. Bežične mreže

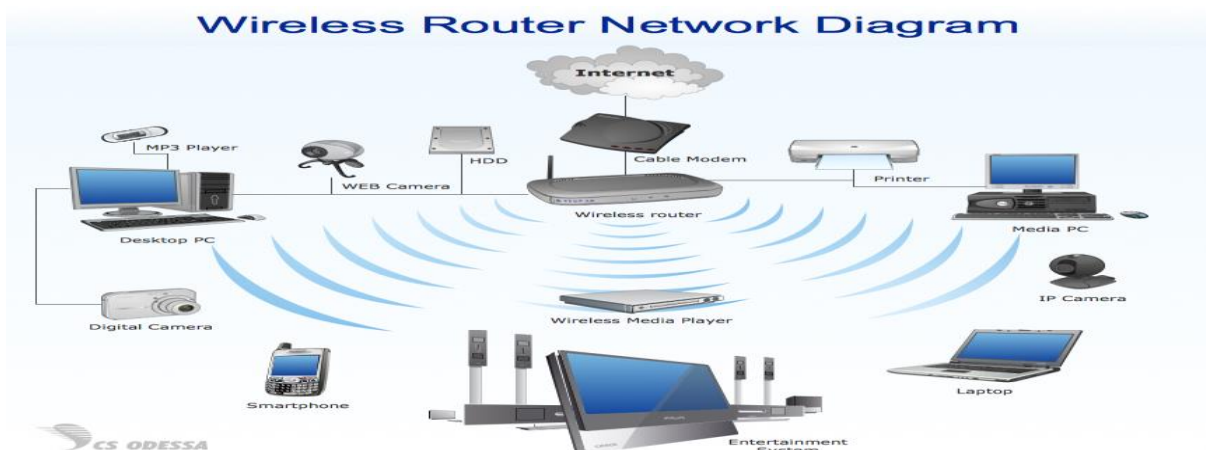
Danas postoje tehnologije za povezivanje računala preko radio valova. Najpoznatiji primjer su tehnologije po standardu IEEE 802.11b ili 802.11g ili 802.11n¹⁰, također poznate kao Wi-Fi. Bežični LAN je konceptualno sličan Ethernet-u. Umjesto sabirnice postoji zajednička radio frekvencija od 2.4 GHz.

Bežični LAN postaje sve popularniji zbog mobilnosti i široke palete uređaja za bežično spajanje kao što su pametni telefoni, prijenosna i tablet računala. Također, ne zahtjeva kabliranje što znatno smanjuje početni trošak. U loše strane se može ubrojiti to što je svaki radio prijenos sklon smetnjama. Također, postavlja se pitanje privatnosti budući da bežični signal ne poznaje granice tako da se svatko sa adekvatnom opremom može spojiti na radio signal.

Postoje dvije vrste bežičnih mreža, a to su *ad hoc* i infrastrukturna mreža¹¹. U ad hoc mreži, uređaji se spajaju direktno jedan na drugi. U infrastrukturnom modu svi bežični uređaji se spajaju na pristupnu točku (AP, Access Point). Postoje i zaštite na mrežama, a najpoznatije su WEP (*Wired Equivalent Privacy*, već zastarjeli), WPA i WPA2 (*Wi-Fi Protected Access*).

Brzine u bežičnim mrežama variraju od 11Mbit/s (802.11b) do 54Mbit/s (802.11g). Najnoviji 802.11n bi trebao imati brzine čak do 300Mbit/s.

Slika 10: Bežična mreža



Izvor: <<http://conceptdraw.com/samples/network-diagram-wireless-network>>, (16.10.2015.)

¹⁰ Lewis, W.; LAN Switching And Wireless, Cisco Press, 2012.

¹¹ Ibidem

4.2. Ethernet kabeli

Kao što je prije rečeno, kao medij za prijenos Ethernet koristi najčešće upredene parice (UTP i STP) i optička vlakna.

Budući da je najčešće spajanje putem upredene parice, osvrt će biti isključivo na njih.

Parice su dizajnirane za prijenos govora, a preplitanjem vodiča i balansiranjem primopredajnih uređaja postignuta je znatna otpornost na smetnje. Iako lošije od koaksijalnih kabela, zbog niske cijene, volumena i visoke fleksibilnosti postale su interesantne za prijenos podataka. Karakteristika su im poboljšane i njima se mogu prenositi brzine čak do 10 Gb/s.

Danas se parice koriste u kabelima sa četiri neoklopljene parice (UTP, *unshielded twisted pair*), četiri zajednički oklopljene parice (FTP, *foiled twisted pair*) ili dvije zasebno oklopljene parice (STP, *shielded twisted pair*).

Konektor koji se koristi u kabliranju naziva se RJ-45.

Postoje više kategorija kabela za spajanje opreme. Dije se u šest kategorija:

- **CAT - 1** – obična telefonska parica bez nekih zahtjeva za kvalitetom,
- **CAT - 2** – koristi se za telefonske mreže i prijenos podataka do 4Mb/s,
- **CAT - 3** – koristi se za telefonske mreže i prijenos podataka do 16Mb/s. Primjenjuje se za Ethernet 10Base-T mrežu i 16Mb/s Token ring mreže,
- **CAT - 4** – koristi se za telefonske mreže i prijenos podataka do 20Mb/s. Specificirana je kao proširenje kategorije 3. Primjenjuje se za Ethernet 10Base-T mrežu i 16Mb/s Token ring mreže,
- **CAT - 5** – koristi se za prijenos podataka do 100Mb/s. Primjenjuje se za Ethernet 10Base-T mrežu, 100Base-TX, 100Base-T i ATM priključke raznih brzina,
- **CAT - 5e** – proširenje kategorije 5 sa parametrima potrebnim za prijenos podataka po više parica odjednom. Primjenjuje se za Ethernet 100Base-TX i 1000 Base-T. Brzine su do 1000 Mb/s,
- **CAT - 6** – koristi se prije svega za gigabitni Ethernet i
- **CAT - 6a** – trenutno najbrži klasični standard (2008.) za UTP priključke. Koristi se za 10GbE (10 gigabitni Ethernet).

Postoji i kabel kategorije 7 (CAT 7), ali još nije u široj primjeni. Ožičenje konektora se izvodi prema standardima EIA/TIA 568-A i EIA/TIA 568-B.

IP paketi prolaze kroz različite dijelove mreže tako da svaki paket (*datagram*) mora imati izvorišnu adresu i odredišnu adresu svakog računala. Ako su oba računala spojena na isti segment mreže, onda će za odredišnu adresu biti dosta i MAC adresa. Ako nisu spojeni na isti segment, onda će morati komunicirati preko usmjerivača (eng. *routera*) i samim time koristiti će IP adresu kao odredišnu adresu.

4.3.1. Klase IP adresa

IP adrese podijeljene su u klase. IP adresni prostor prostire se od adrese 0.0.0.0 do 255.255.255.255. Postoji pet klasa adresa:

Tabela 1: Klase IP adresa

Klasa	Adresni prostor	Koriste se za
A	0.0.0.0 – 127.255.255.255	mreže sa velikim brojem računala
B	128.1.0-1 – 191.255.255.254	mreže sa velikim brojem računala
C	192.0.0.0 – 223.255.255.255	mreže sa malim brojem računala
D	224.0.0.0 – 239.255.255.255	rezervirano za <i>multicasting</i>
E	240.0.0.0 – 247.255.255.255	rezervirano za buduće potrebe

Izvor: Autor prema Cisco Networking Academy: Network Basics Companion Guide, Cisco Press, 2013.

U ovom adresnom prostoru postoji i izuzeće u vidu privatnih, *loopback* i ostalih adresa razne namjene. Neki najčešće korišteni primjeri su:

- **127.0.0.0/8** *Loopback* adresa
- **172.16.0.0/12** Blok privatnih adresa
- **192.168.0.0/16** Blok privatnih adresa
- **224.0.0.0/4** *Multicast* adresa

Budući da je broj IPv4 adresa limitiran (ima ih 4.294.967.296), 1990-ih godina počelo se uvoditi takozvane podmreže (eng. *subnet*). *Subnet* maska je također 32-bitni broj ali sa bitnom razlikom da ne može imati bilo koju kombinaciju brojeva kao što je slučaj kod IP

adrese¹². Sa time je došlo do produženja iskoristivosti adresnog prostora kod IPv4 adresa. Međutim, kraj se brzo približava tako da je donesena nova verzija Internet Protokola verzije 6 (IPv6) o kojem će biti riječi u slijedećem poglavlju.

4.3.2. IPv6

IPv6 koristi 128 bitnu adresu za razliku od IPv4 koji koristi 32-bitnu adresu. Maksimalni mogući broj adresa je 340.282.366.920.938.463.463.374.607.431.768.211.456 ($3,4 \times 10^{38}$).

IPv6 je napravljen u heksadecimalnom formatu, a sastoji se od osam grupa sa 4 znaka (znamenke) odvojenih dvotočkom, npr:

2001:0db8:85a3:0042:1000:8a2e:0370:7334.

Iako je adresni prostor IPv4 adresa pri kraju i forsira se uvođenje IPv6 protokola, još je veliki dio Interneta na IPv4 protokolu. U srpnju 2015. je promet preko Google-a putem IPv6 adresa dosegnuo jedva nešto preko 7%, dok je u Hrvatskoj samo 0,04%¹³. Premda promet preko IPv6 protokola sporo raste, ekspanzijom novih uređaja u mreži, prvenstveno pametnih telefona i tablet računala, ubrzo će se pokazati osnovanost novog adresiranja u mrežama.

¹² Grgić, S.: Uvod u računalne mreže, Algebra, Zagreb, 2009.

¹³ **IPv6** <<https://www.google.com/intl/en/ipv6/statistics.html>>, (25.10.2015.)

5. NOVI TRENDОВИ

Kako se kapaciteti na mreži povećavaju, dolazi do novih primjena već poznatih tehnologija. Razvojem pametnih telefona i općenito prijenosnih uređaja za pristup Internetu, došli smo u mogućnost da imamo pristup svemu što je spojeno na mrežu sa bilo kojeg mjesta na svijetu u bilo koje vrijeme. Veliki operateri (konkretno Deutsche Telekom) imaju u planu u slijedećih desetak godina uspostaviti takozvanu sveeuropsku *all-IP* mrežu (eng. *all-ip-pan-european-network*)¹⁴. Cilj migracije na takvu mrežu je, osim smanjenja troškova održavanja, omogućiti svim korisnicima takve mreže iste vrste usluga sa istom razinom kvalitete. Trebala bi biti bazirana na SIP protokolu. Zahvaljujući tom protokolu nije bitno da li je korisnik lociran u Njemačkoj ili Hrvatskoj, zadržao bi isti broj uz istu uslugu. Većina tih usluga bila bi virtualnog karaktera¹⁵.

U nastavku će biti dan pregled novih trendova u svijetu Interneta i mreža općenito.

5.1. Računarstvo u oblaku (eng. *Cloud computing*)

Računarstvo u oblaku (engl. *cloud computing*) jedna je od važnijih usluga novog, virtualnog doba. Može se reći da je to slijedeća faza razvoja Interneta. Definicija koja možda najbolje opisuje računarstvo u oblaku je: „Ne postoji nešto što se zove oblak, postoje samo tuđa računala“ (eng. *“There is no such thing as the cloud. There are only other people’s computers.”*)¹⁶.

Drugim riječima, „oblak“ je velika količina računala s velikim kapacitetom za pohranu podataka koja se nalaze u nekom podatkovnom centru. Ti podatkovni centri nalaze se smješteni na bilo kojoj lokaciji u svijetu (nama najčešće nepoznatoj) i smješteni su u vrlo kontroliranim uvjetima: optimalna klimatizacija, rezervno napajanje sa autonomijom po nekoliko dana (agregati), osiguranje od provale, požara, vode i slično po točno određenim standardima. Također, ti centri su višestruko povezani na Internet, često i preko više Internet

¹⁴ **Deutsche Telekom aims for all IP pan-European network** <<http://www.eurocomms.com/industry-news/9652-deutsche-telekom-aims-for-all-ip-pan-european-network>>, (19.10.2015.)

¹⁵ **DT Superior Production Model** <<https://www.telekom.com/static/-/268010/6/4-presentation-cn-si>>, (19.10.2015.)

¹⁶ **Information Hygiene: Most People Haven’t Connected Their Dots Are Getting Connected** <<https://www.privateinternetaccess.com/blog/2015/06/information-hygiene-most-people-havent-connected-their-dots-are-getting-connected/>>, (19.10.2015.)

providera kako optičkim kablovima tako i bežično. Kako je hlađenje takvih centara jedan od najvećih (i najskupljih) problema, čest je slučaj da ih se smješta u sjeverne (nordijske) zemlje.

Smisao računarstva u oblaku je da su naši podaci i/ili potrebni programi smješteni na nekom udaljenom računalu (u oblaku) a mi im pristupamo po potrebi sa bilo kojeg mjesta gdje postoji Internet veza.

Postoje tri osnovna principa rada računarstva u oblaku¹⁷:

- IaaS = Infrastruktura kao usluga (eng. *Infrastructure As A Service*)
- PaaS = Platforma kao usluga (eng. *Platform As A Service*)
- SaaS = Softver kao usluga (eng. *Software As A Service*)

IaaS model predstavlja samo računalo ili razne računalne resurse. Taj princip nam dozvoljava da zakupimo prazno računalo (ili računala), a što će raditi s njima je stvar korisnika. Također, u tom modelu korisniku se pruža opcija pohrane podataka.

PaaS model ima opciju zakupa računala ili resursa zajedno sa operacijskim sustavom. Na primjer, možemo zakupiti računalo sa instaliranim Windows serverom te na njega instaliramo željenu aplikaciju. Taj model nam nudi prednost uštede kod licenciranja raznih programa. Samim time, ne moramo brinuti niti za razne nadogradnje (eng. *update*) softvera ili pohrane podataka.

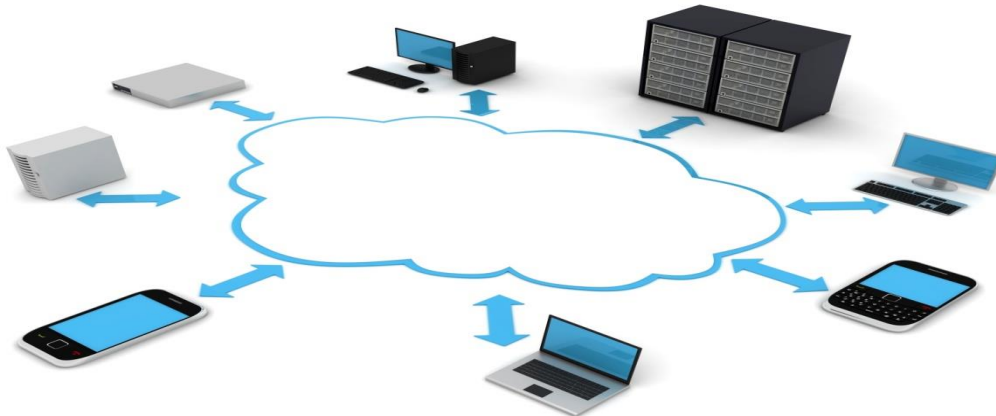
SaaS model omogućuje zakup računalnih resursa sa instaliranim određenim softverom. Ako želimo raditi npr. sa Office paketom, nije nužno da ga imamo instaliranog lokalno na računalu. Primjer tog modela je Office 365, a u nudi se i u Hrvatskoj¹⁸. Kao i kod prethodnog modela, i u ovom slučaju izbjegavamo plaćanje licenci te brigu oko samog sustava. To je posao koji preuzima pružatelj *cloud* usluge.

Uporabom računarstva u oblaku i s pristupom mobilnom Internetu (mobilnoj mreži), može se raditi s različitih lokacija u bilo koje vrijeme (koncept 3A koji će biti objašnjen u daljnjem tekstu). To znači i da se za cjelokupno održavanje brine pružatelj usluga.

¹⁷ **What is cloud computing?** <<http://searchcloudcomputing.techtarget.com/definition/cloud-computing>>, (20.10.2015.)

¹⁸ **Microsoft Office 365 – Poslovni korisnici** <<https://www.hrvatskitelekom.hr/poslovni/ict/cloud/office-365>>, (20.10.2015.)

Slika 12: Cloud computing



Izvor: <<http://www.hightech-highway.com/cloud-computing-2/cloud-computing-yesterday-today-and-tomorrow/>>, (20.10.2015.)

Primjeri upotrebe računarstva u oblaku:

- **pohrana (backup) podataka** - instaliramo određeni softver na računalu i prema prije podešenim parametrima pohrana podataka se vrši automatski. Ovo je vrlo koristan servis, jer iako možda radimo pohranu lokalno na vanjski disk, još uvijek postoji rizik od požara, poplave i sl. U ovom slučaju naši su podatci dislocirani (*off-site*) i sigurni. Primjer takvog servisa je stranica www.crashplan.com. Dodatnu sigurnost daje i to što kriptira podatke lokalno te ih tek onda šalje na svoje servere.
- **sinkronizacija/dijeljenje podataka** – svi imamo više uređaja – prijenosno računalo, stolno računalo i to obično na poslu i kod kuće. Ovaj servis omogućava da su nam svi podaci dostupni cijelo vrijeme bez potrebe presnimavanja na vanjske memorije ili slanja *mailom*. Servis je koristan i ako više ljudi istovremeno radi na nekom dokumentu pa svatko ima pristup prema prije definiranim pravima pristupa. Primjer takvog servisa je stranica www.dropbox.com.
- **serveri** – imati server vrijedan nekoliko desetaka tisuća kuna ne može si priuštiti baš svaka tvrtka. Također, kao što je prije navedeno, serveri traže pojačano održavanje resursa koje je prilično skupo. Za takve slučajeve postoje servisi koji iznajmljuju resurse (računalo ili server) po prethodno odabranim karakteristikama. Zakup može biti po danu, satu ili čak po minutama. Primjer takvog servisa je stranica www.azure.com.

Računarstvo u oblaku sve je prisutnije u poslovanju. Poslodavci brzo uviđaju njegove prednosti, prije svega kroz uštede. Pošto nam više nisu toliko potrebna jaka računala na kojima radi samo neki uredski paket (npr. MS Office), dovoljno je imati starije i slabije računalo sa Internet vezom. Nama je samo cilj spojiti se u „oblak“ (*remote desktop*) te onda na jačem računalu izvršavati željene radnje. Takva računala zovu se „tanki klijenti“¹⁹. To su jeftina računala skromne konfiguracije čija je primarna namjena spajanje na druga jača računala na kojima se sve izvršava (spojimo se na server vrijednosti 100.000 €). Njihova cijena je minimalna u odnosu na klasičnu konfiguraciju (nekoliko stotina kuna). Najpoznatiji primjer takvog računala je chromebook²⁰ te računala sa „bing“²¹ Windowsima.

Prednosti *clouda*:

- fleksibilan odabir i promjena konfiguracije – računalo koje košta npr. 100.000 € može se zakupiti na željeno vremensko razdoblje,
- bolji uvjeti – kvalitetnija oprema, regulirana klima, osiguranje od požara i provala,
- pružatelj usluge održava hardver i/ili softver u cijeni najma (optimalna hardverska konfiguracija),
- uzimajući sve parametre u obzir – računarstvo u oblaku je jeftinije;
- naši podaci dostupni su bilo kada i od bilo kuda (3A princip),
- proizvoljno trajanje najma opreme/usluge,
- licence programa iz sustava pokrivena i
- naplata prema konfiguraciji i trajanju korištenja – po satu ili čak minuti.

Nedostaci *clouda*:

- moramo vjerovati pružatelju usluge da je poduzeo sve navedene mjere sigurnosti,
- nužno treba Internet radi pristupa i
- kontinuirano plaćanje.

Može se reći da je pred računarstvom u oblaku dosta svjetla budućnost pošto stvara velike uštede u poslovanju. Također, sigurnost uz razumnu cijenu koju *cloud* nudi je zasigurno još jedna stavka koja će privući brojnije korisnike.

¹⁹ **What is a Thin Client?** <<http://www.devonit.com/thin-client-education>>, (21.10.2015.)

²⁰ **Google Chromebooks** <<https://www.google.com/chromebook/>>, (21.20.2015.)

²¹ „Bing“ Windows računalo je računalo sa instaliranim Windows OS-om i slabije hardverske konfiguracije sa predefiniranim „Bing“ pretraživačem

U zadnje vrijeme pojavljuje se i pojam **Fog computing**. To je izraz koji je predstavio Cisco²². Ideja *Fog computinga* je slična kao i *cloud computinga* samo što su aplikacije i servisi smješteni kod krajnjih korisnika. Time se smanjuje latencija mreže i poboljšava kvaliteta usluge.

5.2. Internet stvari (eng. *Internet of Things*)

Razvojem Interneta došli smo do pozicije u kojoj je sve više stvari spojeno na Internet. Danas svako kućanstvo posjeduje jedan ili više pametnih telefona, tablet računala, igračih konzola a da ne spominjemo osobna računala. Svaki od navedenih uređaja ima pristup Internetu najčešće putem bežične mreže. Svjedoci smo razvoja pametnih kuća kojima možemo upravljati ili ih nadgledati dok smo na putu ili na odmoru. Sve nam to omogućava Internet. Već sada smo došli na stupanj razvoja da se serijski proizvode razni uređaji kao što su pametne perilice, hladnjaci, kuhala, mikrovalne pećnice i ostali kućanski aparati.

Tu dolazimo do pojma Internet stvari (IoT, *Internet of Things*). Ponekad se miješa sa pojmom Internet svega (IoE, *Internet of Everything*), koji je po nekim predviđanjima nasljednik Interneta stvari.

Slika 13: Internet of things



Izvor: <<http://www.bug.hr/vijesti/sudjelujte-t-ht-natjecaju-najbolje-internet/142936.aspx>>, (30.10.2015.)

²² **IoT, from Cloud to Fog computing** <<http://blogs.cisco.com/perspectives/iot-from-cloud-to-fog-computing>>, (30.10.2015.)

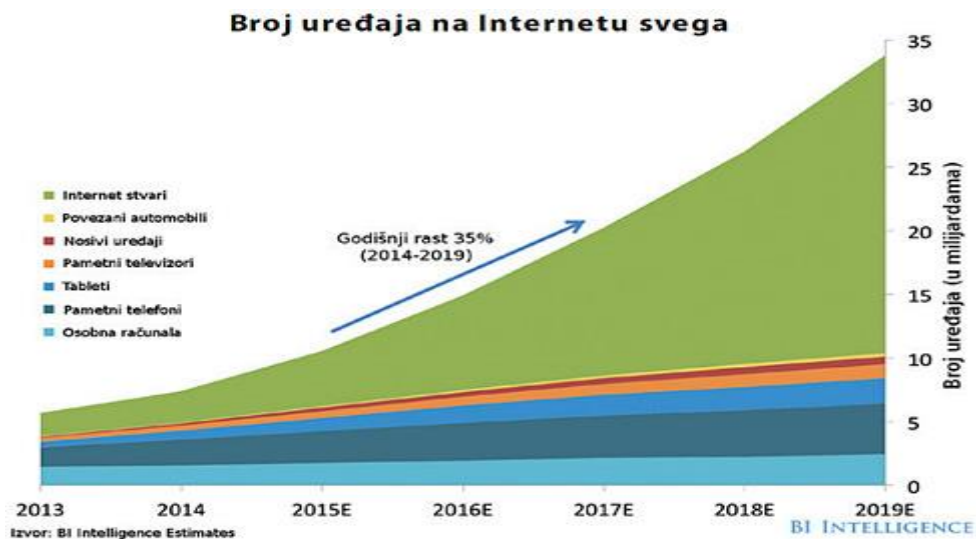
Postoji dosta definicija pojma Internet stvari. Neke od njih jesu²³:

- Bežična povezivost prema stvarima (*Wireless connectivity to things*, AT&T),
- Spajanje stvari i uređaja za svakodnevnu upotrebu na elektroničke mreže (*Connection of everyday objects and devices to electronic networks*, ITU),
- Osnaživanje ljudi i poslovanja kroz tehnologiju (*Empowering people and businesses through technology*, Verizon).

Uglavnom, pojam se odnosi na razne uređaje koji mogu komunicirati i dijeliti podatke između sebe²⁴. Stvara se svojevrsna interakcija između raznih strojeva i uređaja (M2M, *Machine to Machine*). Internet stvari ima dobro uporište u operacijskim sustavima otvorenog koda (*open source*) kao što je Linux. Pomoću jeftinih računala (vrijednosti nekoliko desetaka dolara) opremljenih raznim senzorima (Raspberry Pi) možemo upravljati gotovo svakom stvari. Od pojma pametna kuća dolazimo do pojma pametni grad.

Na slici 13 prikazan je trend rasta uređaja koji su spojeni na Internet. Vidljivo je da se do 2019. godine očekuje da će taj broj narasti na čak 35 milijardi.

Slika 14: Rast broja uređaja na Internetu stvari



Izvor: <<http://www.infotrend.hr/clanak/2015/4/nevidljivi-internet,83,1144.html>>, (30.10.2015.)

²³ **IoT, from Cloud to Fog computing** <<http://blogs.cisco.com/perspectives/iot-from-cloud-to-fog-computing>>, (30.10.2015.)

²⁴ **INFOGRAFIKA: Što je to Internet stvari (Internet of Things)?**

<<http://www.ictbusiness.info/vijesti/infografika-sto-je-to-internet-stvari-internet-of-things>>, (30.10.2015.)

Naravno, gdje je velika količina stvari spojenih na mrežu postavlja se i pitanje sigurnosti. Kako se očekuje da trend postane masovan, sigurno će se dešavati hakiranje pojedinih uređaja. Već je bilo slučaja neovlaštenog preuzimanja kontrole na određenim automobilima²⁵. Postoji npr. opasnost da netko hakira pećnicu i time izazove požar u prostoriji. Otvara se cijeli niz pravnih i sigurnosnih pitanja ali činjenica je da to više nije neki hir grupe zanesenjaka nego virtualna revolucija koja se upravo događa.

5.3. *Big Data*

Big Data je relativno nov pojam u ICT svijetu. Sami smo svjedoci da se svakog dana proizvode ekstremne količine podataka koji se generiraju iz skoro svega što nas okružuje²⁶. Pošto skoro svaki uređaj kojim smo okruženi ima mogućnost stvaranja podataka, količina se svakim danom povećava.

Big Data je, općenito, pojam koji opisuje ogromnu količinu podataka koje se ne može procesirati klasičnim softverima i bazama podataka²⁷.

Iako se pojam big data ne povezuje sa nekom konkretnom količinom podataka, često se misli na red veličine petabyte-a (10^{15} , 1.000 TB) i exabyte-a (10^{18} , 1.000.000 TB) podataka.

Fenomen Big Data karakterizira tri stvari, takozvani 3V:

- *Velocity* (brzina podataka),
- *Variety* (raznovrsnost podataka) i
- *Volume* (količina podataka).

Brzina kojom se upravlja podacima mora biti u realnom vremenu. Kako je sve više podataka u igri, to predstavlja sve veći izazov za mrežnu opremu i prijenosne sustave.

Raznolikost podataka raste sa svakom novom stvari spojenom na mrežu. Od početnih najosnovnijih stvari, današnja struktura podataka se sve više svodi na socijalne mreže i njihov pripadajući sadržaj (video, audio, slike).

²⁵ **Hakiranje automobila postaje stvarnost :: Vijesti @ Bug Online** <<http://www.bug.hr/vijesti/hakiranje-automobila-postaje-stvarnost/145088.aspx>>, (31.10.2015.)

²⁶ **IBM Big Data – What is Big Data?** <<http://www.ibm.com/big-data/us/en/>>, (31.10.2015.)

²⁷ **What is Big Data?** <http://www.webopedia.com/TERM/B/big_data.html>, (31.10.2015.)

Količina podataka raste eksponencijalno. Sa rastom količine podataka raste i veličina prostora za pohranu tih podataka. Diskovi se fizički smanjuju a kapacitivno povećavaju.

Tehnologija big data mora podržavati pretraživanje, razvoj, upravljanje i analitičke servise za sve vrste podataka – od transakcije i aplikacijskih podataka do uređaja i senzora²⁸.

Također, mora odgovoriti na pitanja sigurnosti, privatnosti, upravljanja i skladištenja tih masivnih količina podataka.

5.4. 3A (*Any Place, Any Time, Any Device*)

Današnji potrošači su konstantno spojeni na Internet. Praktičnost i brzina doveli su do toga da svaki tren možemo sa bilo kojega mjesta u svijetu (koje, dakako, ima pristup na Internet) provjeriti vijesti, stanje na računu ili neki sportski rezultat.

Sa povećanjem mobilnosti, prije svega velikom rasprostranjenosti pametnih telefona i tablet računala, poduzetnici su došli u poziciju da svoj posao ne moraju obavljati iz svojeg ureda²⁹. Ured je sada praktično bilo gdje gdje postoji veza na Internet, a to je praktički svugdje. Ovaj trend se može preklapati i/ili kombinirati sa računarstvom u oblaku i tako stvoriti još veću fleksibilnost u poslovanju.

5.5. Mreže 5. generacije (*5G networks*)

Iako još nije ni približno završena transformacija na 4G mrežu (u radu je još dosta 2G baznih stanica), već se naveliko radi na mrežama 5. generacije (*5G networks*). Kao i svaka nova generacija mreža, i 5G će prije svega ponuditi veće brzine, kako uploada i tako i downloada. Po nekim podacima, spominju se brzine do 10Gbit/s. Povećanje brzina prije svega će koristiti raznim IoT aplikacijama (pametne kuće) koje nas vode prema sustavu pametnih gradova.

Svi trendovi koji su navedeni u prethodnom tekstu (računarstvo u oblaku, Internet stvari, *big data*, 3A) su rađeni prije svega za mreže veće propusnosti kakva bi 5G mreža trebala biti.

²⁸ IBM – Big Data – Big Data Technology <<http://www.ibm.com/big-data/us/en/technology/>>, (29.10.2015.)

²⁹ Any Device, Anywhere: The Next Phase for the Enterprise <http://www.cisco.com/web/solutions/trends/intelligent_network/docs/Any_Device_Any_Where.pdf>, (29.10.2015.)

Također, vrlo korisna primjena predviđa se u prometu. Testiranje tzv. pametnih auta (automobili bez vozača) uzelo je maha pa će po predviđanjima nekih proizvođača već za 5-10 godina ti automobili biti u završnoj testnoj fazi. Takvi automobili bi sami između sebe razmjenjivali prometne podatke te bi na taj način kreirali svoju prometnu sliku i stvarali prometnu bazu podataka u realnom vremenu. Time bi doprinosili većoj sigurnosti i bržoj protočnosti prometa.

Slika 15: Upotreba 5G mreže



Izvor: <<http://www.tportal.hr/gadgeterija/tehnologija/393443/Ericsson-5G-ce-povezati-ljude-i-internet-stvari.html>>, (29.10.2015.)

Na slici 14 prikazana je upotreba buduće 5G mreže te mogućnosti primjene po različitim područjima.

6. RASPBERRY PI UREĐAJ KAO TANKI KLIJENT

Drugi dio rada govori o mini računalu Raspberry Pi, njegovim karakteristikama te kako se može uklopiti u brzo rastući trend računarstva u oblaku i Interneta stvari.

6.1. Općenito o Raspberry Pi uređaju

Raspberry Pi je malo i jeftino računalo³⁰. Cijena se kreće oko 40-ak \$. Fizički je veličine kreditne kartice i na sebi ima jedan čip koji u sebi sadržava centralni procesor (*central processing unit*, CPU) i grafički procesor (*graphics processor unit*, GPU). Sadrži i radnu memoriju (*random access memory*, RAM), ovisno o izvedbi do 1GB, ulazno/izlazne pinove (*general purpose input output*, GPIO) te USB hub sa Ethernet portom. Od multimedijalnih opcija ima audio (3,5 mm *jack*) i video (*chinch connector*, RCA) izlaze te kombinaciju u vidu HDMI (*High-Definition Multimedia Interface*) sučelja. Kao što se vidi, nema tvrdog diska (*hard disk drive*, HDD) kao kod klasičnih računala već za tu potrebu koristi SD karticu. Kapacitet SD kartice (poželjno je da bude klase 10 i više) može biti do 64 GB. Treba napomenuti da su svi ulazno/izlazni pinovi digitalni. Analogni pinovi mogu se dobiti preko raznih ekstenzija (*extension board*). Kada ga se uspoređuje sa klasičnim računalima, može se reći da mu je jačina konfiguracije (B model) kao kod osobnog računala P II sa procesorom takta 300MHz.

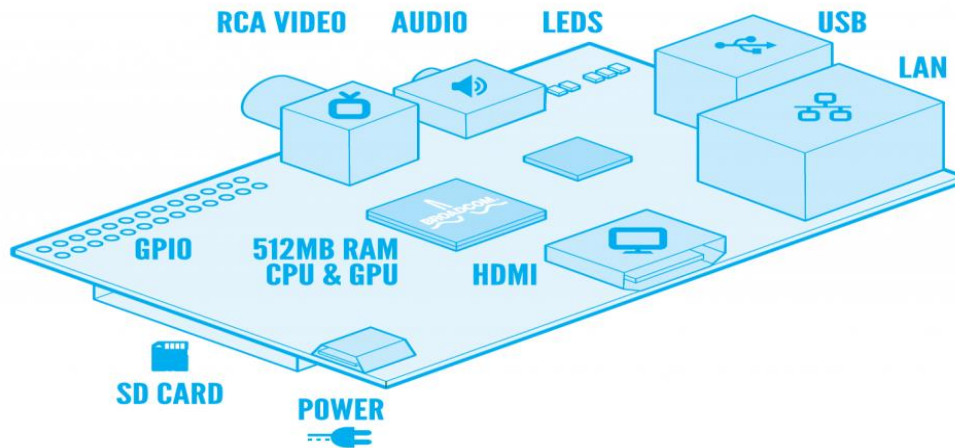
Kako su struje na USB portovima male (do 100mA), svaki uređaj koji se spaja na Raspberry Pi mora imati vlastito napajanje (osim tipkovnice i miša). Također, na I/O portovima se generira mala struja (oko 16mA) tako da je i za senzore najčešće potrebno dodatno napajanje. Treba naglasiti kako se i razvojem računala razvija i periferija koja se spaja na ovo računalo tako da je vanjsko napajanje sve manje potrebno.

Računalo dolazi kao „golo“, tj. bez ikakve periferije. U tu svrhu možemo koristiti i postojeću opremu (bilo kakva usb tipkovnica i miš). Samo napajanje računala može se izvesti i sa punjačem mobitela (mikro usb konektor). Struja je oko 700mA dok je snaga 3,5W. Potreban nam je još monitor i mrežni kabel za podešavanje postavki.

³⁰ **What is a Raspberry pi?** <<https://www.raspberrypi.org/help/what-is-a-raspberry-pi/>>, (20.10.2015.)

Slika 16: Raspberry Pi blok shema

RASPBERRY PI MODEL B



Izvor: <<https://www.raspberrypi.org>>, (20.10.2015.)

Cijela ideja je počela u lipnju 2005. godine, da bi prvi upotrebljivi uređaji bili napravljeni krajem 2011. godine. Prvi modeli počeli su se prodavati 2012. godine. Ove godine je na tržište izbačen Raspberry Pi 2. Do veljače 2015. ukupno je prodano više od 5 milijuna primjeraka što nedvojbeno govori o njegovoj popularnosti. Inicijalna namjera je bila da uređaj služi u edukativne svrhe, prije svega za škole. Tako je Google darovao 15.000 komada Raspberry Pi računala engleskim školama³¹ da potaknu djecu da uče programiranje.

Softver koji pokreće ovo računalo je najčešće jedna od distribucija Linux-a. Tako je distribucija **Debian** posebno prerađena za Raspberry Pi pa se ta verzija zove **Raspbian**. Jedna od poznatijih distribucija je verzija **Ubuntu**-a koja se zove **Ubuntu Mate**. Postoje i najave iz Microsofta da su napravili „light“ verziju Windowsa 10 koja će moći raditi na Raspberry Pi računalo. Pošto su Windowsi poznati kao veliki konzumenti memorijskih kapaciteta, biti će zanimljivo vidjeti kako će to izgledati. Softver možemo preuzeti sa Interneta (*download*) ili možemo kupiti gotovu SD karticu sa već pred instaliranim operativnim sustavom. Računalom možemo upravljati sa tekstualnim (*command line interface, CLI*) ili grafičkim (*graphic user interface, GUI*) sučeljem.

³¹ **Google gives 15,000 Raspberry Pi computers to UK children**

<<http://www.telegraph.co.uk/technology/google/9834465/Google-gives-15000-Raspberry-Pi-computers-to-UK-children.html>>, (20.10.2015.)

Ukratko, postoje razni besplatni operativni sustavi koji se mogu upotrijebiti i prilagoditi za pokretanje tog računala, jedino je bitno da podržavaju procesore ARM arhitekture.

Kako raste popularnost nekog uređaja tako se brzo produciraju i njegove razne inačice proizvedene od strane konkurencije. Neki od njih su:

- Banana Pi (1 GHz ARM v7 dual core; 1 GB RAM; Gigabit LAN; 2 USB; SATA; HDMI),
- BeagleBone Black (1 GHz ARM A8; 512 MB RAM; HDMI; 1 USB) i
- Odroid U3 (1.7 GHz quad core; 2 GB RAM; 100 MB LAN; 3 USB; HDMI).

Iz podataka je vidljivo da se radi o računalima solidne konfiguracije čija je cijena nešto veća. Kao i sa ostalim stvarima u toj grani poslovanja, s vremenom cijena pada a kvaliteta i brzina rastu. U zadnje vrijeme na platformi za prikupljanje sredstava za nove projekte **Kickstarter** je aktualna kampanja za CHIP, prvo računalo za samo 9\$!?. Potrebnih 50.000\$ već su davno premašili te je trenutno stanje „na računu“ 2.000.000\$, a prvo funkcionalno računalo je nedavno proizvedeno.

Kao i svaki uređaj, i Raspberry Pi ima svoje prednosti i nedostatke.

Prednosti:

- Cijena,
- Fizička veličina,
- Nečujan (nema ventilatora),
- Mala potrošnja energije,
- Nema pokretnih dijelova,
- Dobra grafička rezolucija (1920x1200),
- Dobra podrška (*community support*) i
- SD kartica (brzo se promjene, sa raznim softverima).

Nedostaci:

- Male struje po portovima (skoro svaki dodatak treba dodatno napajanje),
- RAM se ne može nadograđivati i
- SD kartica – nije previše pouzdana, mora biti kvalitetna i većeg kapaciteta.

Popularnost mini računala kao što je Raspberry Pi nezaustavljivo raste. Njihova glavna prednost u odnosu na klasična stolna računala je minimalna cijena. Također, mogućnost eksperimentiranja sa raznim sensorima (*Inter-Integrated Circuit, I2C* i *Serial Peripheral Interface, SPI*) čine to računalo vrlo prihvatljivo širem krugu korisnika.

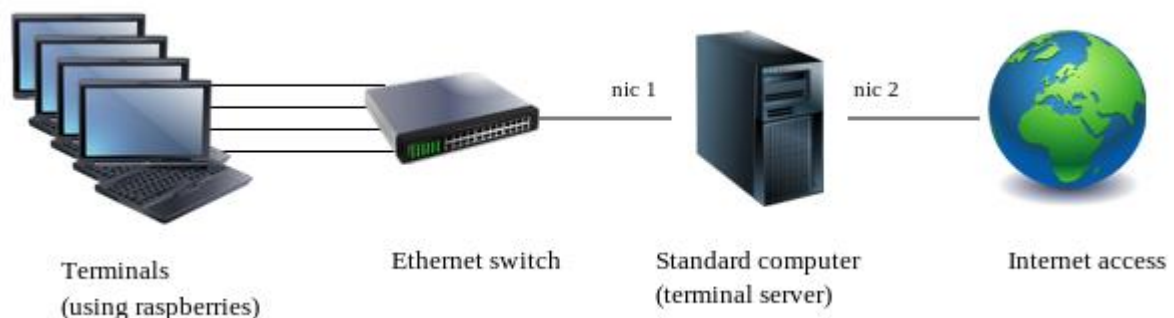
U daljnjem radu će biti prikazan primjer izrade tankog klijenta (*thin client*) pomoću Raspberry Pi računala.

6.2. Raspberry Pi kao tanki klijent

Računarstvo u oblaku sve je više rastući trend u ICT industriji. Jednostavnost korištenja, povoljna cijena i poboljšana sigurnost sve su veći mamci kako za male poduzetnike tako i za veće tvrtke. Taj trend se može primijeniti i za kućnu upotrebu. Više nema potrebe plaćati skupe licence raznih programskih paketa kao npr. MS Office već možemo „iznajmiti“ resurse kod nekog licenciranog davatelja te vrste usluge. Velika većina računala koristi operativni sustav Windows koji također zahtijeva licencirani softver.

Tu sada nastupa Raspberry Pi kao tanki klijent (objašnjeno u prethodnom tekstu) koji uz minimalne troškove i pomoću besplatnog softvera omogućava spajanje na određenog pružatelja tražene usluge putem daljinskog pristupa računalu (*remote desktop*).

Slika 17: Raspberry Pi tanki klijent



Izvor: <<http://www.berryterminal.com/lib/exe/fetch.php/berryterminal.png?cache=>>, (22.10.2015.)

Izvedba tankog klijenta može se izvesti na više načina, više ili manje kompleksnih. Postoje razni softveri za udaljeni pristup drugom računalu. Neki od najpoznatijih besplatnih softvera, prije svega za upotrebu na Windows računalima, su:

- TeamViewer,
- Remote Utilities,
- Ammy Admin,
- UltraVNC i
- Windows Remote Desktop.

Kod Raspberry Pi računala također postoji niz programskih rješenja. Nude se gotova programska rješenja kao što je Raspberry Pi Thin Client project (RPi-TC 2 v.1.4) koji nudi spajanje pomoću Raspberry Pi računala na neko udaljeno računalo sa različitim softverima, kao što su Microsoft RDC, Citrix ICA, VMWare View, OpenNX & SPICE.

Jedna od poznatijih instalacija za udaljeni pristup je FreeRDP. Ima više inačica (Android – aFreeRDP, iOS – iFreeRDP). U Raspberry Pi varijanti, nakon što je instaliran Raspbian, potrebno je instalirati softver komandom:

```
#apt-get install freerdp.
```

Nakon što je softver instaliran, udaljenom računalu pristupamo komandom:

```
#xfreerdp -u thin 192.168.1.1
```

gdje je **thin** korisničko ime (user) koje je kreirano na udaljenom računalu.

U praktičnom dijelu nije korišten nikakav poseban softver nego je za udaljeni pristup korišten softver koji je dio Raspbian paketa. Komunikacija se odvija putem ssh³² protokola.

³² Secure shell protokol se koristi za udaljeni mrežni pristup putem kriptirane komunikacije

6.2.1. Praktična izvedba tankog klijenta

Za izradu tankog klijenta pomoću Raspberry Pi uređaja korištena je slijedeća HW konfiguracija:

- Raspberry Pi uređaj (Model B Rev2, 512 MB RAM, 700MHz)
- Monitor (sa DVI/HDMI adapterom)
- Napajanje (5V/1A)
- Tipkovnica
- Miš
- Mrežni kabel
- HDMI kabel
- SD kartica (8GB)

Kako su svi Raspberry Pi uređaji izgledom slični i ako nismo sigurni koju hardversku verziju imamo, možemo sa komandom (terminal mod) `cat /proc/cpuinfo` doznati o kojoj je verziji riječ. Na ispisu kod pojma revizija postoji kod u obliku `000d` (skraćeno `0xd`) i po njemu iz tablica iščitamo željene vrijednosti.

Kao napajanje za uređaj se može iskoristiti i punjač za mobilni telefon (mini usb konektor 5V), samo treba pripaziti da struja napajanja bude najmanje 1A. U slučaju manje struje može se dogoditi da uređaj pregori.

Slika 18: Raspberry Pi uređaj – model B



Izvor: Autor

6.2.2. Postupak instalacije softvera

Kao i svaki drugi softver, i ovaj softver se može skinuti sa Interneta (download) ili se može kupiti SD kartica sa preinstaliranim programom. Download sa Interneta je besplatan sa adrese raspberrypi.org/downloads. Softver korišten za ovu prigodu je **Raspbian - NOOBS** (*New-Out-Of-the-Box-Software*) verzije 1.4.1. Veličina softvera je oko 750MB.

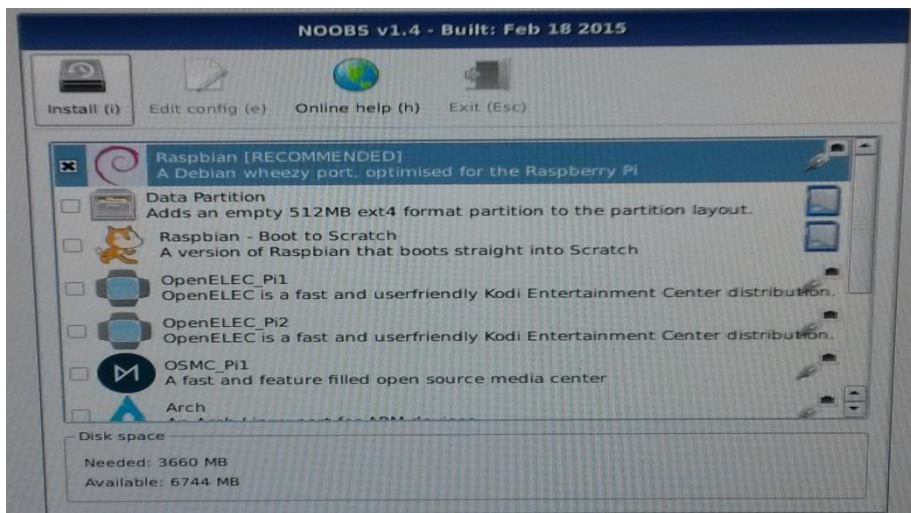
NOOBS je u stvari paket sa više operativnih sustava i trenutno uključuje:

- **Raspbian**
- Pidora (Fedora Remix optimizirana za Raspberry Pi),
- OpenELEC (Open Embedded Linux Entertainment Center - Just Enough Operating System (JeOS) baziran na Linuxu, koristi se za Kodi media centar,
- OSMC (Open Source Media Center),
- RISC OS i
- Arch Linux.

Od svih programa samo je Raspbian instaliran default-no (od verzije 1.3.10) dok se ostali operativni sustavi moraju povući sa Interneta.

Instalaciji prethodi formatiranje SD kartice. To se radi sa softverom SDFormatter (www.sdcard.org/downloads/formatter_4/). Nakon što je kartica formatirana, prebacimo operativni sustav na karticu, umetnemo je u slot na uređaju i spojimo napajanje (prethodno su spojeni tipkovnica, miš, monitor te po mogućnosti mrežni kabel sa Internet vezom). Sam proces instalacije traje oko 1h.

Slika 19: NOOBS instalacija



Izvor: Autor

Nakon što je operativni sustav instaliran, dobili smo potpuno funkcionalno računalo. Na start-up meniju imamo ponudu sličnu kao kod Windows računala (Office, Internet, accessories...) samo što se programi drugačije zovu i imaju drugačije ikone. Zgodno je napomenuti da postoji LibreOffice paket koji je kompatibilan sa MS Office paketom.

Da bi se mogli spojiti na drugo računalo kao tanki klijent potrebno je na Raspberry Pi uređaj instalirati remote desktop (udaljeni pristup) softver. Bitno je napomenuti i da na računalu na koje se spajamo treba omogućiti (dozvoliti) udaljeni pristup. Na Windows računalima to se može podesiti u sistemskim postavkama u kartici udaljeni pristup.

Na Raspberry Pi uređaju instalaciju potrebnog softvera pokrećemo iz tekst editora (LXTerminal). Da bi instalirali željeni softver moramo biti prijavljeni kao administratori računala. To se postiže upisivanjem komande:

```
#sudo su
```

Nakon što smo dobili administratorske ovlasti (super user), instaliramo remote desktop aplikaciju komandom:

```
#apt-get install rdesktop.
```

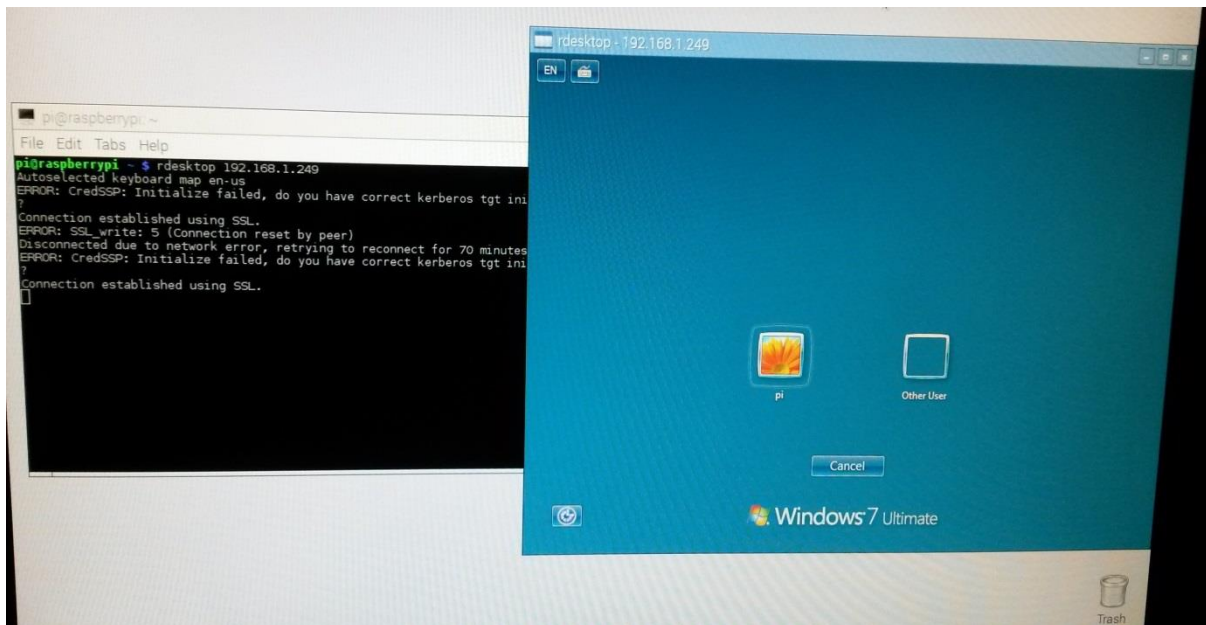
apt-get sintaksa (Advanced Packaging Tool) se koristi u Debian/Ubuntu distribuciji Linuxa za instalacije, deinstalacije i nadogradnju raznih programa.

Nakon što je instalacija izvršena, možemo se spojiti na drugo računalo tako da u komandu upišemo njegovu IP adresu (IP adresu računala doznajemo tako da u comand prompt upišemo **ipconfig** te očitamo željne parametre):

```
#rdesktop 192.168.1.249
```

Spajanjem na udaljeno računalo pomoću remote desktop aplikacije dobili smo primjer tankog klijenta izvedenog pomoću Raspberry Pi uređaja.

Slika 20: Spajanje putem remote desktop-a



Izvor: Autor

Ovim praktičnim dijelom prikazana je mogućnost upotrebe Raspberry Pi uređaja u funkciji tankog klijenta. U sveopćem trendu reorganizacije poslovanja sa naglaskom na smanjenje troškova, računarstvo u oblaku iskočilo je iz ponude i trenutno predstavlja brzo rastući trend u ICT industriji. Smanjenje troškova, ali i sigurnost, jedni su od ključnih faktora u tom segmentu poslovanja.

Tanki klijenti dobivaju na važnosti kao jeftina solucija koja se može iskoristiti za pristup na poslužitelje davatelja usluga. Više ne moramo kupovati skupe radne stanice sa najnovijom verzijom operativnog sustava (npr. Windows ili iOS). Također, nismo primorani kupovati pakete softvera za uredsko poslovanje (MS Office). Sve to sada je moguće napraviti putem jeftine solucije koja ne traži da kupimo licencirani softver ili skupi hardver.

Ta solucija zove se Raspberry Pi, cijenom pristupačno i performansama solidno računalo.

7. ZAKLJUČAK

Temeljem obrade teme „Računarske mreže i praktična primjena Raspberry Pi uređaja“ došlo se do sljedećih zaključaka:

Računarske mreže su nedvojbeno jedan od informatičkih resursa bez kojeg bi moderni svijet bio nezamisliv.

Mreža je sustav dvaju ili više povezanih računala ili uređaja.

Računala povezujemo u mrežu kako bismo mogli izmjenjivati podatke koji se nalaze u njihovim memorijama.

Povezivanjem računala u mrežu, putem medija kojim su računala povezana u kraćem vremenskom periodu moguće je prenijeti veću količinu podataka.

Mreže se sastoje od raznih mrežnih uređaja kojima upravlja određeni protokol, najčešće TCP/IP.

Komunikacija u mrežama se izvodi po unaprijed zadanim pravilima koja se zovu protokoli i odvija se po OSI ili TCP/IP referentnom modelu.

Svako računalo ili mrežni uređaj je jednoznačno identificiran preko MAC adrese. Podaci u mreži odlaze na pravu adresu preko IP adresa.

Nove tehnologije baziraju se skoro isključivo na upotrebi Interneta.

Trendovi koji nastupaju, kao što su računarstvo u oblaku i Internet stvari ovisni su o umrežavanju.

Razvojem mobilnih mreža i ubrzavanjem protoka podataka stvaraju se uvjeti za još uspješnije povezivanje i rad umreženih uređaja neovisno o lokaciji.

Stalni zahtjevi za smanjivanjem troškova i povećanjem sigurnosti doveli su računarstvo u oblaku na visoko mjesto željenih ICT usluga.

Tanki klijenti pomoću kojih se spajamo na udaljene poslužitelje smanjili su inicijalni trošak informatičke opreme.

Raspberry Pi, uređaj malih dimenzija i još manje cijene dozvoljava nam spajanje u funkciji tankog klijenta čime postizemo značajne uštede u poslovanju.

Brzina napretka ICT usluga je vidljiva iz dana u dan te se današnje društvo ne može se zamisliti bez računarskih mreža, prije svega bez Interneta, mreže svih mreža.

8. PREPORUKE ZA NASTAVAK RADA

Razradom teme došlo se do sljedećih preporuka:

- potrebno je konstantno poboljšavati i tražiti nova, bolja, rješenja u cilju podizanja kvalitete znanja i njegove primjene u skladu sa zahtjevima tržišta,
- treba poštivati zadane parametre kod projektiranja mreža,
- nakon svake faze projekta izraditi detaljan izvještaj sastavljen od problema koji su se javili tijekom realizacije, način njihovog rješavanja, danih preporuka za poboljšanje, i potrebnih korektivnih radnji u cilju davanja što kvalitetnijih ulaznih podataka za realizaciju slijedeće faze, te bi bio dio završnog projektnog izvješća,
- poticati korištenje Raspberry Pi uređaja, naročito u osnovnim školama te organizirati interaktivne računalne tečajeve za zainteresirane, imati kvalitetan softver koji će projekt pratiti cjelovito i funkcionalno, a svim sudionicima omogućiti sudjelovanje i razmjenu informacija kako bi koristili ona znanja koja su projekte učinila uspješnima.

LITERATURA

1. Grgić, S.: Uvod u računalne mreže, Algebra, Zagreb, 2009.
2. Cisco Networking Academy: Network Basics Companion Guide, Cisco Press, 2013.
3. Graziani, R., Johnson, A.: Routing protocols and concepts, Cisco Press, 2012.
4. Lewis, W.; LAN Switching And Wireless, Cisco Press, 2012.
5. Ružojčić, B.: „Bilješke s predavanja iz kolegija Inteligentni sustavi“, Politehnika Pula – ak. godina 2013./2014.

WEB IZVORI

1. **Računalne mreže – Mrežne topologije** <sistemac.carnet.hr/node/379> , (02.11.2015.)
2. **Introduction to TCP/IP** <<http://www.yale.edu/pclt/COMM/TCPIP.HTM>> , (28.10.2015.)
3. **TCP/IP Suite** <<http://www.protocols.com/pbook/tcpip2.htm#TCP>> , (28.10.2015.)
4. **Request for Comment (RFC) pages** <<https://www.ietf.org/rfc.html>> , (28.10.2015.)
5. **RFC 768** <<https://www.ietf.org/rfc/rfc768.txt>> , (27.10.2015.)
6. **RFC 3261** <<https://www.ietf.org/rfc/rfc3261.txt>> , (27.10.2015.)
7. **IPv6** <<https://www.google.com/intl/en/ipv6/statistics.html>> , (25.10.2015.)
8. **Deutsche Telekom aims for all IP pan-European network** <<http://www.eurocomms.com/industry-news/9652-deutsche-telekom-aims-for-all-ip-pan-european-network>> , (19.10.2015.)
9. **DT Superior Production Model** <<https://www.telekom.com/static/-/268010/6/4-presentation-cn-si>> , (19.10.2015.)
10. **Information Hygiene: Most People Haven't Connected Their Dots Are Getting Connected** <<https://www.privateinternetaccess.com/blog/2015/06/information-hygiene-most-people-havent-connected-their-dots-are-getting-connected/>> , (19.10.2015.)

11. What is cloud computing?

<<http://searchcloudcomputing.techtarget.com/definition/cloud-computing>> ,
(20.10.2015.)

12. Microsoft Office 365 – Poslovni korisnici

<<https://www.hrvatskitelekom.hr/poslovni/ict/cloud/office-365>> , (20.10.2015.)

13. What is a Thin Client? <<http://www.devonit.com/thin-client-education>> ,
(21.10.2015.)

14. Google Chromebooks <<https://www.google.com/chromebook/>> , (21.10.2015.)

15. INFOGRAFIKA: Što je to Internet stvari (Internet of Things)?
<<http://www.ictbusiness.info/vijesti/infografika-sto-je-to-internet-stvari-internet-of-things>> , (30.10.2015.)

16. Hakiranje automobila postaje stvarnost :: Vijesti @ Bug Online
<<http://www.bug.hr/vijesti/hakiranje-automobila-postaje-stvarnost/145088.aspx>> ,
(31.10.2015.)

17. IBM Big Data – What is Big Data? <<http://www.ibm.com/big-data/us/en/>> ,
(31.10.2015.)

18. What is Big Data? <http://www.webopedia.com/TERM/B/big_data.html> ,
(31.10.2015.)

19. IBM – Big Data – Big Data Technology <<http://www.ibm.com/big-data/us/en/technology/>> , (31.10.2015.)

20. Any Device, Anywhere: The Next Phase for the Enterprise
<http://www.cisco.com/web/solutions/trends/intelligent_network/docs/Any_Device_Any_Where.pdf> , (29.10.2015.)

21. IoT, from Cloud to Fog computing <http://blogs.cisco.com/perspectives/iot-from-cloud-to-fog-computing> , (30.10.2015.)

22. What is a Raspberry pi? <<https://www.raspberrypi.org/help/what-is-a-raspberry-pi/>> ,
(29.10.2015.)

23. Google gives 15,000 Raspberry Pi computers to UK children
<<http://www.telegraph.co.uk/technology/google/9834465/Google-gives-15000-Raspberry-Pi-computers-to-UK-children.html>> , (20.10.2015.)

POPIS SLIKA I TABLICA

Slika 1: LAN mreža.....	10
Slika 2: Topologija zvijezde.....	13
Slika 3: Mrežna kartica	14
Slika 4: Preklopnik (<i>switch</i>)	16
Slika 5: Usmjerivač (router).....	17
Slika 6: Vatrozid (firewall)	18
Slika 7: Usporedba OSI i TCP/IP modela.....	20
Slika 8: SIP trapez	23
Slika 9: Ethernet	25
Slika 10: Bežična mreža	28
Slika 11: IPv4 adresa.....	30
Slika 12: Cloud computing.....	35
Slika 13: Internet of things	37
Slika 14: Rast broja uređaja na Internetu stvari	38
Slika 15: Upotreba 5G mreže	41
Slika 16: Raspberry Pi blok shema	43
Slika 17: Raspberry Pi tanki klijent.....	45
Slika 18: Raspberry Pi uređaj – model B	48
Slika 19: NOOBS instalacija.....	49
Slika 20: Spajanje putem remote desktop-a	51
Tabela 1: Klase IP adresa	31