

Seminarska naloga GTKI
WLAN - Wireless Local Area Network

KAZALO

KAZALO	2
KAZALO SLIK	3
KAZALO TABEL	3
1. UVOD	4
2. WLAN. KAJ JE IN KAKO DELUJE?	5
2.1. KAJ JE WLAN?	5
2.2. ZGODOVINA IN RAZVOJ STANDARDA IEEE 802.11	6
2.3. OSNOVE DELOVANJA WLAN-a	7
2.3.1. DOSTOPNA TOČKA	7
2.3.2. UPORABNIŠKA TERMINALNA OPREMA	8
2.4. WLAN ARHITEKTURA TER NAČINI POVEZOVANJA WLAN-a V Ethernet OMREŽJE	10
2.4.1. Ad-hoc povezovanje	10
2.5. STANDARDI IEEE 802.11x IN NJEMU SORODNI STANDARDI	12
2.5.1. OSNOVE STANDARDA IEEE 802.11	14
2.5.2. ARHITEKTURA STANDARDA IEEE 802.11	16
2.5.2.1. NIVO LLC	16
2.5.2.2. NIVO MAC	17
2.5.2.3. NIVO PHY	17
2.5.2.3.1. Tehnike razprševanja signala	17
2.5.2.3.1.1. FHSS	18
2.5.2.3.1.2. DSSS	19
2.5.2.3.1.2.1. širitve osnovnega spektra na način DSSS	19
2.5.2.3.1.3. OFDM	20
2.5.2.3.2. Uporaba različnih modulacij	21
2.5.2.3.3. Uporaba različnih prenosnih hitrosti	21
2.5.2.3.4. Uporaba različnega kodiranja	21
2.5.2.3.4.1. Barkerjevo zaporedje	21
2.5.2.3.4.2. Uporaba kode CCK	22
2.5.3. STANDARD IEEE 802.11b	23
2.5.4. STANDARD IEEE 802.11g	23
3. ZAKLJUČEK	24
3.1. UPORABA WLAN-a	24
3.2. NeoWLAN	25
4. KRATEK SLOVAR UPORABLJENIH KRATIC	26
5. VIRI IN LITERATURA	29

KAZALO SLIK:

SLIKA 1: primer povezovanja do medmrežja z uporabo prenosnika preko WLAN-a	7
SLIKA 2: primer AP, dostopne točke	8
SLIKA 3: primer uporabniške terminalne WLAN opreme	9
SLIKA 4: primer povezovanja v WLAN in le tega v omrežje (ponavadi Ethernet)	10
SLIKA 5: primer povezovanja »ad-hoc«	11
SLIKA 6: primer skritega vozlišča	14
SLIKA 7: primer FHSS skakanja	18
SLIKA 8: primer OFDM tehnične razpršenosti	20

KAZALO TABEL:

TABELA 1: ponazoritev dosedanjih standardov IEEE 802.11x ter njemu sorodnih standardov	12, 13
--	--------

1. UVOD

Ko se zazrem pet let nazaj, v še ne tako zelo oddaljeno preteklost, v čas začetka bolj množične uporabe modemov ISDN, se mi zdi, da je bila takrat tema, o kateri bom pisal, še skorajda del znanstvene fantastike. Ko pa se danes zazrem v obdobje petih let v prihodnost pa imam vedno bolj občutek, da bo ta delček znanstvene fantastike vedno bolj postajal del vsakdana, če že ne vsakdan sam.

Pisal bom o WLAN-u, brezžičnem lokalnem radijskem omrežju, kateri se vedno bolj množično širi ne le v industrijskih in poslovnih področjih dela, temveč postaja priljubljen tudi med t.i. domačimi uporabniki, »home users«, in uspešno nadomešča žične povezave, kakršne smo še do pred kratkim potrebovali za povezovanje naprav (največkrat računalnikov) v neka »domača omrežja«, bolj znana kot LAN omrežja.

Zaradi specifik samega delovanja WLAN-a pa le-ta postaja vedno bolj priljubljen tudi pri vzpostavljanju t.i. »hot spots«, mest, kjer je dostop do interneta omogočen vsem uporabnikom, kateri bi se želeli v internet povezati s pomočjo WLAN opreme.

2. WLAN. KAJ JE IN KAKO DELUJE?

2.1. KAJ JE WLAN?

Kot omenjeno že v uvodu, kratica WLAN (v angleščini, Wireless Local Area Network) pomeni brezžično lokalno radijsko omrežje, ki ga predstavlja skupek različnih standardov, ki izkoriščajo spekter ISM. Spekter ISM predstavlja nelicenčno frekvenčno območje, katerega lahko vsakdo prosto uporablja, seveda ob upoštevanju nekaterih točno določenih pravil, kot so maksimalna oddajna moč, vrsta modulacije, katera se uporablja ob modulaciji radijskih signalov, število preskokov... Kratica ISM (Industrial, Scientific, Medicine) pa predstavlja namen uporabe takšnega frekvenčnega pasu za industrijske, znanstvene in medicinske naprave, ki s svojimi majhnimi močmi pokrivajo omejena lokalna področja (od tu tudi oznaka lokalno v prevodu kratice WLAN). Kot taka, predvsem zaradi svoje nelicenčne lastnosti, pa prinaša prednosti predvsem za končnega uporabnika, kajti v ceni same naprave ni všteta licenčna, katero bi v nasprotnem morali plačati ob nakupu izdelka za njegovo uporabo.

ISM pasove lahko srečamo na več frekvenčnih področjih, v zadnjem času pa se največ uporablja pas na 2.4 GHz. Na tem področju »prevladujejo« predstavniki brezžičnih lokalnih in osebnih omrežij, kjer prevladuje brezžični LAN – standard IEEE 802.11.

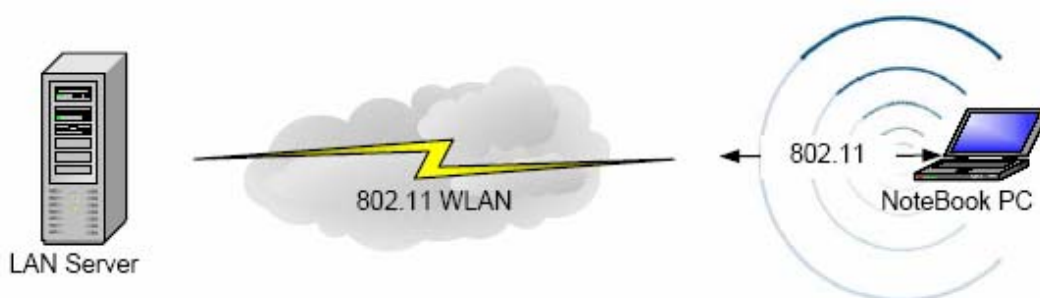
2.2. ZGODOVINA IN RAZVOJ STANDARDA IEEE 802.11

Standard IEEE 802.11 je nastal kot radijski podaljšek Ethernet 802.3 omrežij v začetku 90-ih let, v začetku poimenovan tudi kot OpenAir standard, z dodajanjem modulacije signala za radijski prenos. Za prenos je bil, prav tako, kot je še danes, uporabljen razširjeni spekter s frekvenčnim skakanjem na frekvenčnem pasu 2.4 GHz. V začetku je bil kot tak zelo nezanesljiv, saj so se zaradi brezžičnosti kaj kmalu začele pojavljati težave, uporaba načina CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access/Collision Detection) namreč ni bila učinkovita, prihajalo je do prevelikega števila trkov (Collision Detection - CD), do problemov slišnosti, vedno bolj pa se je pojavljalo tudi vprašanje pomanjkljive varnosti zaradi pomanjkanja zaščite.

V juniju 1997 pa je bil razvit nov standard, IEEE 802.11, v katerem je bila specifizirana enotna plast MAC (Medium Access Control – poglavje 2.4.2.2.), katera je skrbela in uravnavala krmljenje in nadzor dostopa do medija (določa tehniko za preprečevanje in ugotavljanje trkov, skrbi za kontrolo napak). Vendar pa je bil razvoj standarda IEEE 802.11 le začetek, kajti do danes poznamo že več kot deset različnih IEEE 802.11x standardov, od katerih je trenutno najbolj razvit, razširjen in uporabljan standard IEEE 802.11b, sledi mu standard IEEE 802.11g, vedno več pa je tudi naprav, ki uporabljajo standard IEEE 802.11a. Poleg teh pa se razvijajo tudi standardi, kot so IEEE 802.15 (bolj znan pod imenom WPAN – Wireless Personal Area Network) ter IEEE 802.16 (WirelessMAN – Wireless Metropolitan Area Networks), vendar pa sta še bolj kot ne v začetkih razvoja, zato jima v tej seminarski nalogi ne bom posvečal bolj obširne pozornosti. Naj omenim le, da gre razvoj v smer, ko bo moč zagotoviti zelo hitre prenosne poti (začenši pri 2 Mb/s in navzgor) za zelo široka področja pokrivanja. Bolj obširen opis in specifikacije najbolj pogosto uporabljenih standardov pa sledi v poglavju 2.5.

2.3. OSNOVE DELOVANJA WLAN-a

Brezžične lokalne mreže delujejo, kot že omenjeno, po standardu IEEE 802.11. Kateri tip standarda pa uporabljamo, je odvisno tudi od opreme, katero za brezžični radijski dostop uporabljamo. Za delovanje s strani uporabnika potrebujemo ustrezno uporabniško terminalno opremo (glej poglavje 2.3.2.). V bližini potrebujemo še neko dostopno točko (AP - Access Point, »base station«, bazna postaja, glej poglavje 2.3.1.). Komunikacija poteka na frekvenci od 2.4 do 2.485 GHz. Domet takšne opreme znaša v zgradbah nekako med 35 do 100m, prenosna hitrost pa dosega 11Mb/s (pri standardu IEEE 802.11b) oz. do 54 Mb/s (pri standardu IEEE 802.11g). Brezžične mreže so s svojim razvojem postale cenovno ugodne in dostopne, ker ni kablov in s tem povezanih stroškov morebitne instalacije, vsekakor so pa manj varne, saj je možno prisluškovanje.



Slika 1: primer povezovanja do medmrežja z uporabo prenosnika preko WLAN-a

2.3.1. DOSTOPNA TOČKA (AP - Access Point, »base station«, bazna postaja)

Dostopna točka je obenem tako radijski sprejemnik kot tudi oddajnik. Deluje kot most (ang. »bridge«), ki poveže brezžične uporabnike na notranjo mrežo.

V kolikor pa postavljamo neko dostopno točko, je potrebno upoštevati normative in regulative, kot so:

- strojna in programska oprema mora omogočati združljivost z enim ali večimi WLAN standardi
- omogočena mora biti podpora gostovanju in prehodom med celicami
- omogočena mora biti uporaba protokola IAPP za povezavo AP različnih proizvajalcev
- vsebovati mora programsko opremo za diagnostiko in oddaljen nadzor
- vsebovati mora priključno mesto za lokalno upravljanje (RS-232)
- vsebovati mora priključna mesta za priključitev na hrbtenično omrežje
- omogočena mora biti možnost izbire uporabe kanala oz. režima delovanja
- omogočena mora biti določitev imena omrežja (SSID)
- omogočena mora biti možnost določitve vrste kodiranja (enkripcije) oz. zaščite



Slika 2: primer AP, dostopne točke

2.3.2. UPORABNIŠKA TERMINALNA OPREMA

Gre za opremo, tako strojno, kot tudi programsko, katero potrebuje uporabnik za nemoteno uporabo WLAN-a in z njim povezanih storitev.

Strojna oprema, katero lahko uporabljajo uporabniki, je:

- PCMCIA kartice

- USB WLAN vtiči
- CF kartice
- vgrajeni moduli (vedno pogostejša raba v osebnih/prenosnih računalnikih, dlančnikih in ostalih WLAN kompatibilnih napravah)

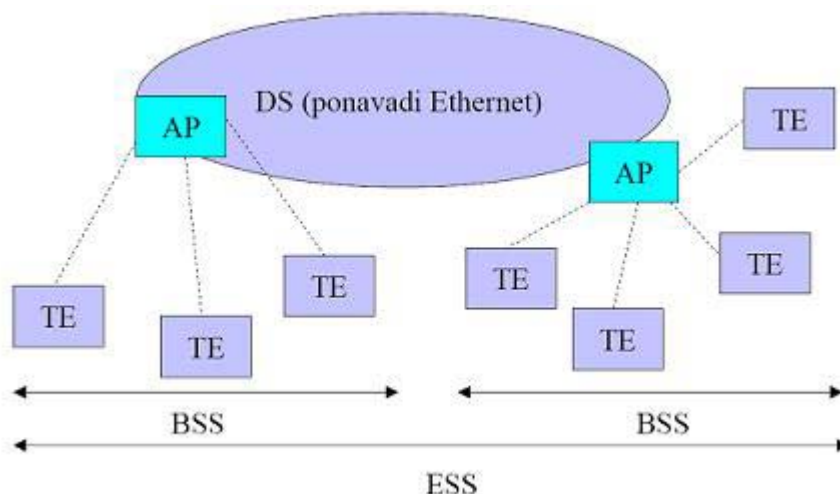
Prav tako pa, kot dostopne točke, mora tudi uporabniška terminalna oprema ustrezati nekim prej določenim normativom in regulativom, kot so:

- združljivost s standardom IEEE 802.11
- podpora različnim varnostnim mehanizmom
- nadzor izhodne in sprejemne moči
- prikaz kvalitete povezave (statistično)
- zmožnost ad-hoc povezave



Slika 3: primer uporabniške terminalne WLAN opreme

2.4. WLAN ARHITEKTURA TER NAČINI POVEZOVANJA WLAN-a V Ethernet OMREŽJE



Slika 4: primer povezovanja v WLAN in le tega v omrežje (ponavadi Ethernet)

AP predstavlja dostopno točko (Access Point).

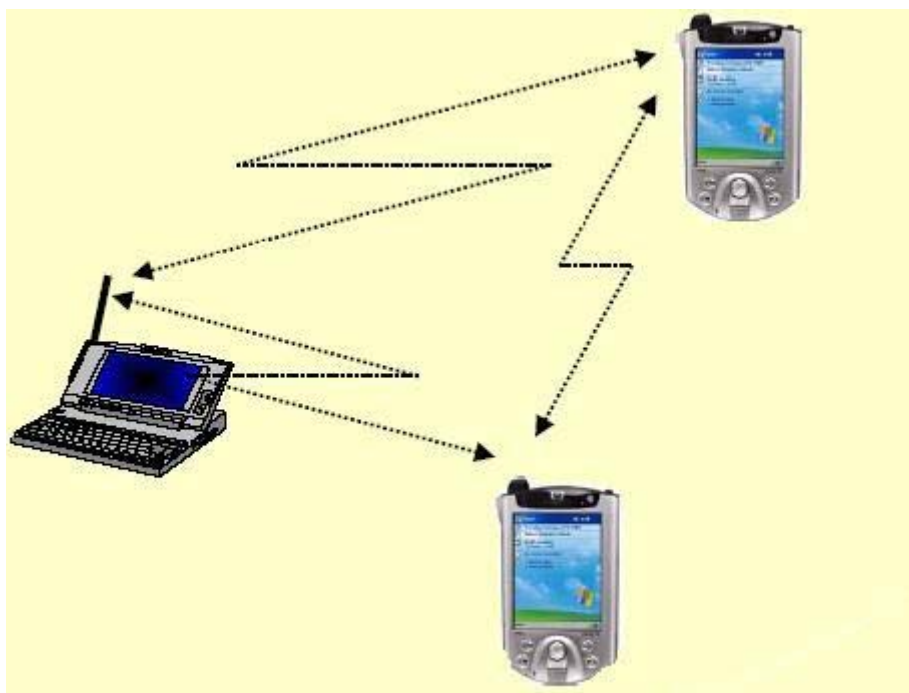
BSS predstavlja osnovni nabor storitev (Basic Service Set - terminali in dostopne točke, pri čemer dostopna točka opravlja zgolj funkcijo posredovanja – relejna postaja).

DS predstavlja distribucijski sistem (Distribution System - predstavlja povezavo med različnimi dostopnimi točkami), obenem pa je fizično povezan s hrbteničnim omrežjem).

ESS predstavlja razširjen nabor storitev (Extended Service Set – med drugim omogoča tudi združevanje dveh ali več dostopnih točk v enotno omrežje).

2.4.1. Ad-hoc povezovanje

Gre za neposredno medsebojno povezovanje med terminalnimi napravami, pri čemer povezujemo »point-to-point« medsebojno enakovredne terminale. Tudi v tem primeru se tvori BSS.



Slika 5: primer povezovanja »ad-hoc«

2.5 STANDARDI IEEE 802.11x IN NJEMU SORODNI STANDARDI

V spodnji tabeli so ponazorjeni dosedanji standardi IEEE 802.11x, kot tudi njemu sorodni standardi, ter tudi način tehnične razpršenosti signala in enkripcije, katerega uporabljajo. Podrobneje, skupaj s krajšim orisom tehnik razpršenosti, kodiranja in načini modulacije, pa bom predstavil le standarde IEEE 802.11, IEEE 802.11b ter IEEE 802.11g kateri so trenutno tudi v najbolj razširjeni rabi.

Standard	Hitrost prenosa	Tehnična razpršenost	Kodiranje	Kratka specifikacija in lastnosti
IEEE 802.11	do 2Mb/s v 2.4GHz frekvenčnem pasu	FHSS ali DSSS	WEP in WPA	Specifikacija opisana pod oznako specifikacijo standarda 802.11b.
IEEE 802.11a	do 54Mb/s v 5GHz frekvenčnem pasu	OFDM	WEP In WPA	Produkti, kateri so podvrženi temu standardu, so smatrani kot »Wi-Fi Certified« (»Wi-Fi preverjeni«). Uporabljajo do osem razpoložljivih kanalov. Manjša možnost za intererence RF motnje kot pri standardih 802.11b in 802.11g. Obenem tudi bolj stabilno delovanje kot 802.11b pri podpori prenosa multimedjskih vsebin v gosto naseljenih področjih. Relativno krajšega dometa kot 802.11b. Ni združljiv z 802.11b.
IEEE 802.11b	do 11M/s v 2.4GHz frekvenčnem pasu	DSSS s CCK	WEP in WPA	Produkti, kateri so podvrženi temu standardu, so smatrani kot »Wi-Fi Certified« (»Wi-Fi preverjeni«). Uporabljajo do 14 razpoložljivih kanalov. Za delovanje pa zahteva manj dostopnih točk kot 802.11a za pokrivanje večjega področja (domet do 100 m od mesta dostopne točke). Ni združljiv z 802.11a.
IEEE 802.11g	do 54Mb/s v 2.4GHz frekvenčnem pasu	OFDM pri hitrostih prenosa nad 20Mb/s, DSSS s CCK pri hitrostih prenosa pod 20Mb/s	WEP in WPA	Produkti, kateri so podvrženi temu standardu, so smatrani kot »Wi-Fi Certified« (»Wi-Fi preverjeni«). Prinaša izboljšano varnost napram 802.11 standardu. Kot tudi 802.11(b) Uporabljajo do 14 razpoložljivih kanalov. Je popolnoma združljiv z 802.11b in ga v prihodnosti lahko nadomesti.
Bluetooth	do 2Mb/s v 2.45GHz frekvenčnem pasu	FHSS	PPTP, SSL ali VPN	Ne omogoča podpore za IP storitve (ne zagotavlja kvalitetne podpore za TCP/IP in brezžične LAN aplikacije). Kot tak ni bil nikoli razvit v namene povezovanj naprav v brezžična omrežja. Najbolje služi povezovanju PDA/mobilnih naprav z združljivimi računalniki ali pa med seboj.

Standard	Hitrost prenosa	Tehnična razpršenost	Kodiranje	Kratka specifikacija in lastnosti
HomeRF	do 10Mb/s v 2.4GHz frekvenčnem pasu	FHSS	Dodeljevanje neodvisnih IP naslovov za vsako omrežje. Podatki se prenašajo s 56-bitnim kodirnim ključem.	HomeRF standard ni več podprt s strani nobenega izmed razvijalcev ali delovnih skupin. Uporaba je bila zamišljena le za domača omrežja, nikakor pa ne v poslovne namene. Eden od glavnih razlogov je slab domet (cca. 45 metrov od dostopne točke). Cenovno razmeroma zelo ugoden, tako za postavitev samo, kot tudi za vzdrževanje. Dobra kvaliteta prenosa govora (standard »rezervira« določen del prenosnega pasu za glasovne storitve). Zaradi uporabe FHSS in s tem povezane modulacije (»frequency-hopping modulation«) nima težav z interferenčnimi motnjami.
HiperLAN/1 (Europe)	do 20Mb/s v 5GHz frekvenčnem pasu	CSMA/CA	Kodiranje je za vsako sejo različno (»per-session encryption«). Individualna avtentifikacija.	Razvit in v uporabi le v Evropi. »HiperLAN« je popolnoma enostaven za uporabo; zaradi svoje »ad-hoc« strukture ne potrebuje nikakršne dodatne konfiguracije s strani uporabnika. Cenovno dokaj drag, tako za postavitev kot tudi za vzdrževanje. Obenem ne omogoča jamstev za dejansko hitrost prenosa podatkov.
HiperLAN/2 (Europe)	do 54Mb/s v 5GHz frekvenčnem pasu	OFDM	Močna zaščita s podporo individualni avtentifikaciji in kodiranju, ki je za vsako sejo različno »per-session encryption«.	Razvit in v uporabi le v Evropi. Razvit za prenos podatkovnih paketov z uporabo ATM paketne tehnologije, IP paketov, Firewire paketov (IEEE 1394) in digitaliziranega govora (mobilni telefoni). Omogoča boljši QoS (»Quality of Service«) kot HiperLAN/1 in obenem zagotavlja določeno stalno hitrost prenosa podatkov.

Tabela 1: ponazoritev dosedanjih standardov IEEE 802.11x ter njemu sorodnih standardov

2.5.1. OSNOVE STANDARDA IEEE 802.11

Kot že omenjeno, je standard IEEE 802.11 nastal na principu delovanja Ethernet 802.3 omrežij. Nastal je leta 1997. Kot tako, je tudi osnovno obnašanje pri zaseganju radijskega medija podedovano iz le tega.

Pri metodi CSMA/CD se zaznava morebitna prisotnost nosilca (CSMA), ki predstavlja oddajo drugega uporabnika, radijska tišina pa dovoljuje oddajo paketa. Med samo oddajo se posluša, ali je morebiti prišlo do trka. Radijski prenos pa se od žičnega razlikuje v nekaj zelo pomembnih podrobnostih. Na primer, če oddajnik v žičnih omrežjih ne zazna trka na svojem mestu, pomeni to prenos brez napak. V radijskem primeru pa lahko pride do trka na strani sprejemnika, oddajnik pa tega zaradi zmanjšane moči motilnega signala ne ugotovi, zato mehanizem CD (Carrier Detection) v tem primeru odpove. Zaznavanje nosilca CSMA odpove v primeru skritih vozlišč, predstavljenem na sliki.



Slika 6: primer skritega vozlišča

V zgoraj prikazanem primeru se postaji A in C ne slišita. Kadar postaja A oddaja postaji B, jo postaja C ne zazna (mehanizem CD odpove). Če postaja C istočasno odda paket postaji B, pride do trka paketov z obeh oddajnih postaj. Ker tudi postaja A ne sliši postaje C, ne more zaznati trka, zato odpove tudi mehanizem CD. Zaradi predstavljenega problema se uporablja tehnika za izogibanje kolizij CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access/Collision Avoidance). Rešitev se skriva v premiku

zaznave nosilca (Carrier Sense - CS) na stran sprejemnika. Oddajnik najprej vpraša naslovnika, če ta sliši kakšno drugo postajo (Request To Send - RTS). Če je odgovor negativen (Clear To Send - CTS), lahko oddajnik prične z oddajo; v nasprotnem primeru oddajnik počaka. CTS slišijo vse okoliške postaje sprejemnika, zato bodo s pošiljanjem RTS počakale vsaj interval oddaje postaje, ki ji je bil CTS dodeljen.

Za sam prenos se pri standardu IEEE 802.11 uporablja frekvenčni pas 2.4 GHz, kjer so mu omogočene prenosne hitrosti do 2 Mb/s. Za samo delovanje pa uporablja tehniko razprševanja FHSS (Frequency Hopping Spread Spectrum - glej poglavje 2.5.1.3.1.1), kjer je hitrost frekvenčnega skakanja omejena z najmanj 2,5 skoka na sekundo (skok/400 ms), lahko pa tudi do 50 skokov na sekundo (skok/20 ms). Za uporabo uporablja frekvenčno območje med 2,402 in 2,480 GHz, v katerem je določenih 79 kanalov s kanalskim razmakom 1 MHz pri moči -20 dB. Prenašani podatki pa se oddajajo psevdo-naključno med posameznimi kanali (za splošnega opazovalca gre za navidezno naključnost spreminjanja frekvence). Standard IEEE 802.11 pa definira tudi 78 različnih sekvenc skakanja, vsako s po 79 skoki. Te sekvence so razdeljene v tri skupine s po 26 zaporedji v eni skupini. Teoretično lahko zatorej na isti lokaciji sobiva 26 FHSS sistemov, ker pa sinhronizacija med neodvisnimi sistemi ni mogoča, je praktično število the sistemov petnajst.

2.5.2. ARHITEKTURA STANDARDA IEEE 802.11

Standard IEEE 802.11 določa sledeče nivoje:

- nivo LLC (Logical Link Control)
- nivo MAC (Media Access Control)
- nivo PHY (Physical)

Vsak izmed teh nivojev skrbi za nek določen segment pri prenosu podatkov iz omrežja do uporabnika in/ali obratno.

Nivo LLC tako skrbi za logični prenos podatkov in nadzor napak, nivo MAC skrbi za določanje zaporedja postaj in za reševanje trkov paketov, nivo PHY pa zagotavlja radijski oz. optični prenos.

Potrebno pa je vedeti, da je standard IEEE 802.11 postavil temelje za vse ostale, kasneje razvite standarde. Prav tako je tudi arhitektura ostalih IEEE 802.xx standardov bolj ali manj podobna (razlike se pojavljajo le pri uporabi različnih tehnik razpršenosti signala in/ali v uporabljenem kodiranju...).

2.5.2.1. NIVO LLC

Med osnovne naloge prav gotovo spada izmenjava podatkov v lokalnem omrežju z souporabo spodnje MAC plasti. Obenem skrbi za naslavljanje in nadzor poteka podatkovne povezave. Storitve, ki jih zaradi svoje osnovnosti ta nivo zagotavlja pa so:

- nepovezane storitve brez potrditve (brez nadzora napak in pretoka, za zanesljivost skrbijo višji sloji)
- povezano orientirane storitve (nadzor napak in pretoka s CRC, podpora le za unicast)
- nepovezane storitve s potrditvami (uporaba signala ACK)

2.5.2.2. NIVO MAC

Osnovna naloga MAC nivoja je nadzor dostopa do medija. Zagotavlja logični prehod zgoraj ležečih nivojev (enota PDU) do fizičnega medija, pri čemer pride do segmentacije na MAC enote - MSDU (MAC Service Data Unit). Za nadzor dostopa uporablja t.i. MAC naslov (oddaja identifikacijske opreme), ki uporabniku omogoča izvajanje avtentifikacije in zagotavlja zasebnost. Vendar pa, kot se je izkazalo v praksi, za avtentifikacijo le ni tako zelo primeren, saj je identifikacijsko opremo moč prosto slišati in ponarediti. Za dostop do kanala lahko uporablja bodisi porazdeljeno funkcijo koordinacije (DCF – Distributed Coordination Function) bodisi točkovno funkcijo koordinacije (PCF – Point Coordination Function). V tem nivoju je tudi poskrbljeno za odpravo težav, omenjenih na začetku – v DCF koordinaciji se namesto CSMA/CD uporablja CSMA/CA z izogibanjem trkom (ravno v ta namen se ob uporabi CSMA/CA uporablja tudi protokol RTS/CTS – Request To Send/Clear To Send), pri PCF koordinaciji pa že sama dostopna točka nadzoruje dodeljevanje medija (tako dostopamo do medija brez sporov pri dostopu samem). Pri DCF koordinaciji na ta način pri koordinaciji dostopa do medija sodelujejo vse postaje, pri PCF koordinaciji pa se nadzor odvijanja prometa dogaja le na eni točki. PCF koordinacijo uporabljamo predvsem v primerih časovno kritičnih aplikacij, kot so prenos zvoka ali videa, »real-time« aplikacije.

2.5.2.3. NIVO PHY

Gre za fizični nivo, katerega predstavljajo različne tehnike prenosa preko fizičnega medija.

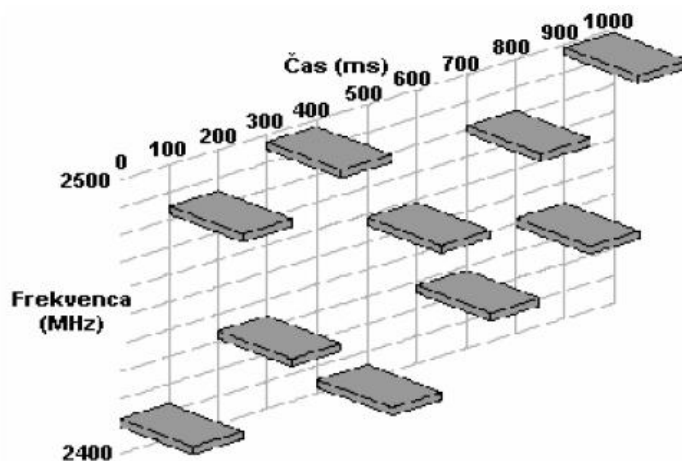
2.5.2.3.1. Tehnike razprševanja signala

- FHSS (Frequency Hopping Spread Spectrum) – uporabljena pri standardu IEEE 802.11

- DSSS (Direct Sequence Spread Spectrum) – uporabljena pri standardu IEEE 802.11b
- OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplex) – uporabljena pri standardu IEEE 802.11g

2.5.2.3.1.1 FHSS (Frequency Hopping Spread Spectrum)

S pravili je določeno minimalno število kanalov, kateri se uporabljajo za skakanje (v Evropi 20, v ZDA 75). Prav tako je določen tudi minimalni razmik med dvema zaporedno izbranimi frekvencama, kateri znaša minimalno 6 kanalov. Zaporedje skakanja pa določa že standard IEEE 802.11. Logični kanal pa je v primeru FHSS alhoritmov definiran z zaporedjem skakanja – v primerjavi z binarno FSK, kjer imamo na voljo le dva frekvenčna nosilca, lahko tukaj z različnimi kombinacijami dosežemo tudi do $2 \cdot 10^{20}$ različnih možnih sekvenc.



Slika 7: primer FHSS

Frekvenčno skakanje pa je ob svoji vpeljavi prineslo tudi procesno ojačanje za 19 dB - po enačbi

$$G = 10 \cdot \log_{10} (79 \text{ MHz} / 1 \text{ MHz}) = 19 \text{ dB}$$

Takšno ojačanje zmanjšuje zahteve po razmerju signal/šum, zato lahko sistem, kot tak, deluje tudi v bolj spektralno onesnaženih okoljih.

Tehnika razprševanja signala FHSS se je izkazala kot izjemno učinkovita, saj zaradi lastnosti svojega delovanja zmanjšuje interferenco z ostalimi signali. Motnji ozkopasovnega nosilca je namreč podvržena le v primeru uporabe enake frekvence v istem trenutku. Pa vendar, tudi v primeru, da pride do interference na določenem kanalu, lahko oddajnik pošlje enako informacijo na naslednjem zaporednem skoku, ki se nahaja na drugi frekvenci. FHSS obenem nudi tudi boljšo varnost in izboljšano imunost proti šumu in motnjam kot DSSS (več o tem v poglavju 2.5.2.3.1.2), vendar pa je zaradi svoje specifične delovanja omejena na nižje prenosne hitrosti. Z vpeljavo novih postopkov razširjanja (DSSS, OFDM) pa je tehnika razpršenosti FHSS nekoliko izgubila na svojem pomenu.

2.5.2.3.1.2. DSSS (Direct Sequence Spread Spectrum)

Širjenje kanala z uporabo DSSS se izvaja z množenjem radijskega nosilca in psevdno-šuma (PN). Psevdo-šum (PN) pa predstavlja generirano uravnoteženo zaporedje enic in ničel, lastno paru RX-TX.

2.5.2.3.1.2.1. Postopek širitve osnovnega spektra na način DSSS

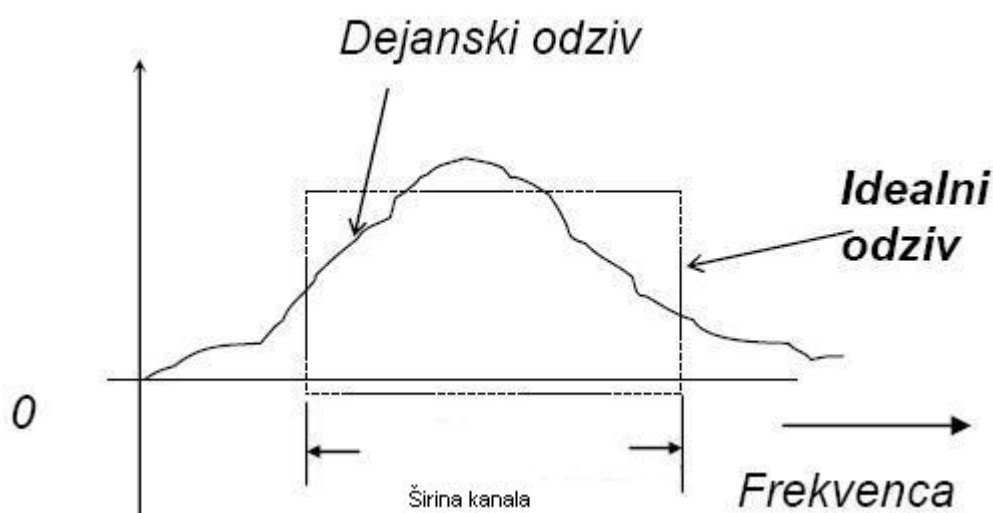
DSSS oddajnik pretvarja podatkovni niz v niz simbolov. Najprej se koda PN modulira na informacijski signal z uporabo modulacijskih tehnik. Zmoduliran signal se nato v mešalniku zmnoži z RF nosilcem fiksne frekvence. Ta proces povzroči nadomeščanje RF signala s signalom večje pasovne širine (podatki so na ta način razpršeni preko kanala pasovne širine 22 MHz), katerega spekter je enak spektru šumnega signala. V praksi to pomeni, da je v 2.4 GHz ISM pasu tako mogoč obstoj le treh istoležnih sistemov. Kljub prekrivanju pa je v Evropi

definiranih 13, v ZDA pa 11 frekvenčnih pasov (od 2.422 do 2.462 GHz v razmaku po 5 MHz).

Na ta način so bile do sedaj dosežene hitrosti med 1 Mb/s do 11 Mb/s (1, 2, 5.5, 11 Mb/s), najvišja efektivna hitrost prenosa pa 6.5 Mb/s).

2.5.2.3.1.3. OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplex)

Pri tehnični razpršenosti OFDM se za prenos signala uporablja več nosilcev hkrati. Pri razlagi učinkovitosti tehnične razpršenosti OFDM pa se zatekamo k razlagi o poznavanju odziva prenosnega kanala. V idealnem kanalu je idealni odziv namreč pravokoten (ni frekvenčno odvisen), v dejanskem pa imajo robne frekvence manjše razmerje signal/šum in s tem tudi manjšo prenosno hitrost. OFDM tehnika razpršenosti pa izkorišča ravno to prednost; robne frekvence nosijo namreč manjšo hitrost. Gre za tehniko seštevanja posameznih diskretnih nosilcev, pri čemer prekrivanje posameznih frekvenčnih spektrov ne moti sprejemnika (frekvenčni vzorci se namreč ujemajo samo z vršnimi vrednostmi posameznih nosilcev).



Slika 8: primer OFDM tehnične razpršenosti (idealni kanal – idealni odziv v primerjavi z dejanskim odzivom).

Ozko pasovne OFDM kanale pojmuje tudi z oznako »toni«. OFDM modulacijo pa več-tonalna modulacija. Uporablja se namreč 52 diskretnih tonov, od tega 48 za prenos podatkov in štirje za upravljanje. Vsak »ton« pa lahko pri OFDM tehnični razpršenosti za doseg različnih skupnih hitrosti uporablja različno modulacijo (BPSK, QPSK, 16-QAM ter 64-QAM).

2.5.2.3.2. Uporaba različnih modulacij

- GFSK, 4-GFSK
- BPSK, QPSK, DBPSK, DQPSK
- 16-QAM, 64-QAM

2.5.2.3.3. Uporaba različnih prenosnih hitrosti

- 1 Mb/s
- 2 Mb/s
- 5.5 Mb/s
- 11 Mb/s
- 54 Mb/s

2.5.2.3.4. Uporaba različnega kodiranja

- Barkerjevo zaporedje
- uporaba kode CCK (Complementary Code Keying)

2.5.2.3.4.1. Barkerjevo zaporedje

Uporablja se za kodiranje, obenem pa tudi za povečanje pasovne širine signala, pri standardu IEEE 802.11b, pri prenosnih hitrostih 1 Mb/s in 2 Mb/s. Barkerjevo zaporedje (imenovana tudi Barkerjeva koda) je zaporedje, sestavljeno iz enajstih znakov ($n=11$), samo zaporedje pa je znano, in sicer gre za zaporedje: +1,-1,+1,+1,-1,+1,+1,+1,-1,-1,-1. Ima dobre korelacijske lastnosti, kot tak pa pripomore tudi k ojačenju signala za $10 \cdot \log_{11} \text{ dB}$ (=10.4 dB).

2.5.2.3.4.2. Uporaba kode CCK (Complementary Code Keying)

Uporablja se za kodiranje, pri standardu IEEE 802.11b, pri prenosnih hitrostih 5.5 Mb/s in 11 Mb/s. Že sam izraz nam pove, da gre za uporabo komplementarnih kod. Le te se sestojijo iz nabora štiriinšesdesetih (64) 8-bitnih besed, katere imajo unikatne matematične lastnosti. Sprejemniku omogočajo nedvoumno ločitev in prepoznavo signalov, tudi v primeru šuma ali zakasnitve signala. Pri prenosnih hitrostih 5.5 Mb/s uporablja CCK za kodiranje 4 bite, pri prenosnih hitrostih do 11 Mb/s pa 8 bitov na nosilec.

2.5.3. STANDARD IEEE 802.11b

Standard IEEE 802.11b je bil razvit leta 1999. Omogoča prenosne hitrosti do 5.5 Mbit/s in 11 Mbit/s in za svoje delovanje uporablja tehnično razpršenost DSSS ter modulacijo s komplementarno kodo – CCK (Complementary Code Keying). Danes v svetu predstavlja najpogosteje uporabljano različico WLAN-a na sploh.

Za razliko od standarda IEEE 802.11, ki uporablja za svoje delovanje tehnično razpršenost tipa FHSS, standard IEEE 802.11b uporablja tehnično razpršenost DSSS. Za razliko od FHSS pa prenaša DSSS razširjen osnovni spekter, kar v praksi pomeni širitev kanala za vsaj desetkrat. Širjenje kanala se izvaja z množenjem radijskega nosilca in psevdo-šuma (PN). Psevdo-šum (PN) pa predstavlja generirano uravnoteženo zaporedje enic in ničel, lastno paru RX-TX.

2.5.4. STANDARD IEEE 802.11g

Gre za relativno nov standard, razvit in postavljen šele v letih 2002-2003. S povečanimi zahtevami po iskanju kompromisa med hitrostjo prenosa podatkov, izbiro frekvenčnega pasu, varnostjo in robustnostjo, so nastale nove različice, med katerimi je trenutno na tržišču že najbolj razširjena prav različica IEEE 802.11g. Prenosne hitrosti, katere dosega, so do 54 Mb/s na frekvenčnem področju okrog 2.4 GHz z uporabo modulacije OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing – glej poglavje 2.4.2.3.1.3.).

Je združljiv je s standardom IEEE 802.11 in IEEE 802.11b. Zaradi svojih prednosti (predvsem pri prenosnih hitrostih) pa je tudi mogoče, da bo v relativno kratkem času povsem nadomestil različico standarda IEEE 802.11b.

3. ZAKLJUČEK

3.1. UPORABA WLAN-a

Pasovna širina dostopovnih tehnologij, ki se je v preteklih letih izkazala kot ozko grlo za razmah prenosa multimedijskih vsebin, je v zadnjih letih postala dovolj velika, da je prek medmrežja mogoč prenos visoko kvalitetnega videa in zvoka, kar povečuje popularnost aplikacijam, ki potrebujejo za svoje delovanje multimedijsko podporo. Zaradi vseh prednosti, ki pa jih uporabnikom prinaša mobilnost, pa je večji prodor tovrstnih aplikacij že bilo mogoče začutiti ob prihodu tretje generacije mobilne telefonije in brezžičnih lokalnih omrežij, še bolj pa ob hitrem nadaljnem razvoju le-teh v zadnjih nekaj letih. Ti dve tehnologiji namreč omogočata večje prenosne hitrost pri brezžičnih povezavah terminalov v mobilnih in/ali brezžičnih omrežjih.

Brezžično lokalno omrežje tako že predstavlja hitro, enostavno, cenovno dostopno in tudi zmogljivo tehnologijo dostopa do medmrežja. Zaradi svojih omejitev (prost spekter, omejitev oddajnih moči, nesistematičnost postavitvev in pokrivanja širšega področja prebivalstva) pa ne predstavlja dejanske konkurence tretji generaciji mobilne telefonije (UMTS - Universal Mobile Telecommunications System), ampak se pojavlja zgolj kot dopolnitev lokalno omejenega mobilnega dostopa.

WLAN na ta način predstavlja tudi primerno dostopovno omrežje za večpredstavnostne storitve. Med slednje spada video na zahtevo («video-on-demand»), prenos video vsebin v živo («žive» kamere), video nadzor. V razmahu po vsem svetu pa je v zadnjem času opaziti predvsem izgradnjo t.i. javnih omrežij, katera omogočajo javni dostop, vsem uporabnikom, kateri uporabljajo WLAN uporabniške terminale in/ali opremo.

Tudi v Sloveniji že imamo razvito t.i. javno omrežje, katero sta skupaj postavili in zgradili podjetji SiOL in Mobitel, imenovano NeoWLAN.

3.2. NeoWLAN (SSID=neo)

NeoWLAN omogoča svojim uporabnikom na brezžično povezavo z internetom s hitrostmi do 11 Mb/s. Podjetji SiOL in Mobitel s postavitvijo omrežja NeoWLAN, v skladu s standardom IEEE 802.11b (imenovan tudi Wi-Fi), zaokrožujeta svojo ponudbo brezžičnih tehnologij, saj se področje uporabe tehnologije WLAN iz zaprtega poslovnega okolja, hitro širi tudi na širši krog uporabnikov.

Vstopne točke, t. i. »hotspots«, so pokrite s signalom NeoWLAN. Uporabniki, kateri imajo prenosnik ali dlančnik in pravilno nameščeno WLAN kartico oz. kartični mobitel, lahko v dosegu signala hitro in preprosto brezžično dostopajo do interneta in e-pošte.

Območje signala je na lokacijah ustrezno označeno, doseg signala pa je odvisen od prostorske ureditve lokacije (od 30 m do 100 m). Ob zagonu internetni brkljalnik samodejno poišče slovensko brezžično javno omrežje NeoWLAN in na zaslonu se vam prikaže vstopna stran. Sistem prepoznavanja zagotavlja preprost dostop in avtentifikacijo:

- uporabniki Mobitel GSM/UMTS po vpisu svoje GSM številke prek SMS-a pridobijo enkratno uporabniško geslo, ki jim omogoči prijavo v omrežje NeoWLAN.
- SiOLovi uporabniki se lahko prijavijo s svojim SiOL uporabniškim imenom in geslom.
- ostali uporabniki pa za prijavo v omrežje NeoWLAN izberejo NeoWLAN vrednostna kartica.

Prednosti WLAN-a sta predvsem cenovna dostopnost in hitra implementacija za končne uporabnike.

4. KRATEK SLOVAR UPORABLJENIH KRATIC

Opomba: kratice, katere sem že pojasnil tekom seminarske naloge, sem v slovarju le omenil.

AP – Access Point, dostopna točka

BSS - Basic Service Set, osnovni nabor storitev

CSMA/CA – Carrier Sense Multiple Access / Collision Avoidance, sodostop z zaznavanjem nosilca in z izogibanjem trkov

CSMA/CD - Carrier Sense Multiple Access / Collision Detection, sodostop z zaznavanjem nosilca in z odkrivanjem trkov

DS - Distribution System, distribucijski sistem

DSSS – Direct-Sequence Spread Spectrum, razpršeni spekter z neposrednim zaporedjem

CCK – Complementary Code Keying, modulacija s komplementarno kodo

EAP - Extensible Authentication Protocol, razširljivi avtentikacijski protokol

ESS - Extended Service Set, razširjen nabor storitev

FHSS – Frequency-Hopping Spread Spectrum, razpršeni spekter s frekvenčnim skakanjem

IEEE – Abreviation of Institute of Electrical and Electronics Engineers, organizacija, v kateri sodelujejo razvijalci, inženirji, znanstveniki in študentje in katera razvija in postavlja standarde na področju računalništva in elektronike.

ISM - Industrial, Scientific, Medicine. Industrijska, znanstvena in medicinska uporaba (ISM) je delovanje opreme ali aparatov, namenjenih za proizvodnjo in lokalno (krajevno omejeno) uporabo radifrekvenčne energije za industrijske, znanstvene, medicinske, domače ali podobne namene, ki ne vključujejo področja telekomunikacij.

LAN – Local Area Network, lokalno računalniško omrežje. Pod tem izrazom največkrat pojmujeemo manjša računalniška omrežja (poslovna, domača).

vozišče - element omrežja oziroma topološki objekt, ki predstavlja zaključitev veje ali medsebojno povezavo vej omrežja.

OFDM – Orthogonal Frequency Division Multiplexing, ortogonalno frekvenčno multipleksiranje.

PDU – Protocol Data Unit, protokolna podatkovna enota.

PN - pseudo noise, psevdo-šum.

PPTP – Point-to-Point Tunneling Protocol, tunelski protokol od točke do točke, tehnologija dostopa za kreiranje VPN (navideznih zasebnih omrežij).

RF – Radio Frequency, radijska frekvenca, radiofrekvenca.

RX/TX - RX = Reception (sprejem), TX = Transmission (oddaja).

SSID - service set identifier, identifikator nabora storitev. Če poenostavimo, gre za 32-bitni ključ, kateri se doda »header-ju« podatkovnega paketa, ki je poslan preko WLAN-a in služi funkciji gesla, v primeru povezovanja mobilne naprave na BSS. SSID-i se razlikujejo od omrežja do omrežja. Vse naprave v enem WLAN omrežju uporabljajo enak SSID. V kolikor naprava ne posreduje pravilnega SSID, je le tej onemogočena povezava v določen WLAN. Ne omogoča pa zaščite, kajti moč ga je prebrati v plain text besedilu.

SSL – Secure Sockets Layer, sloj varnih vtičnic. Deluje na princip uporabe zasebnega ključa za enkripcijo podatkov, prenesenih preko SSL povezave.

TCP/IP - Transmission Control Protocol/Internet Protocol, protokol za krmiljenje prenosa/protokol internet.

TKIP - Temporal Key Integrity Protocol, protokol neokrnjenosti začasnega ključa.

UMTS - Universal Mobile Telecommunications System, univerzalni mobilni telekomunikacijski sistem

VPN – Virtual Private Network, navidezno zasebno omrežje, omrežje, ki izkorišča javno omrežje za dostop do notranjih, zasebnih omrežij. Ta t.i. navidezna zasebna omrežja uporabljajo enkripcijo in ostale varnostne mehanizme, da bi zagotovili dostop le v ta namen pooblaščenim osebam in v namen onemogočanja prestrezanja podatkov.

WEP – Wired Equivalent Privacy, varnostni protokol, kateri se uporablja za kodiranje (enkripcijo) podatkov pri prenosu podatkov preko WLAN-a. Ni tako zanesljiv, kot WPA.

Wi-Fi - wireless fidelity, brezžična vernost. Izraz uporabljamo, v kolikor se sklicujemo na katerikoli tip 802.11 omrežja. Vsaka naprava, testirana in overovljena kot "Wi-Fi Certified" ("Wi-Fi preverjena") s strani Wi-Fi Alliance skupine je preverjena kot združljiva z vsemi ostalimi Wi-Fi napravami, ne glede na proizvajalca naprave ali skupine naprav.

Wi-Fi Alliance – Organizacija, ustanovljena za preverjanje in overjanje združljivosti vseh produktov, temelječih na standardu IEEE 802.11.

WLAN – Wireless Local Area Network, brezžično lokalno računalniško omrežje. Vrsta LAN omrežja, katero za svoje delovanje in prenose uporablja visoko frekvenčne radijske valove (2.4 GHz ali več) namesto žic za komunikacijo med vozlišči.

WPA – Wi-Fi Protected Access, varnostni protokol, kateri se vedno bolj uveljavlja za zaščito (kodiranje, enkripcijo) podatkov pri uporabi WLAN-a. Omogoča dodatno enkripcijo preko TKIP (Temporal Key Integrity Protocol) ter z avtentifikacijo uporabnika samega, z uporabo EAP (Extensible Authentication Protocol).

5. VIRI IN LITERATURA

<http://www.webopedia.com>

<http://www.neowlan.net/>

<http://www.ltfe.org>

<http://www.wlan-sat.com>

<http://www.wi-fi.org>

<http://www.hotspot-locations.com>

<http://intel.jiwire.com>

<http://compnetworking.about.com/od/wireless80211/>

<http://cms.syr.edu/connecting/wireless/glossary.html>

<http://wiss.informatik.uni-rostock.de/en/standard/index.html>

<http://regul.uni-mb.si/~meolic/ptk-seminarske/bluetooth3.pdf>

<http://regul.uni-mb.si/~meolic/ptk-seminarske/bluetooth1.pdf>

<http://www.smallbusinesscomputing.com/webmaster/article.php/1560541>

<http://compnetworking.about.com/cs/wireless80211/a/aa80211standard.htm>