

UNIVERZA V LJUBLJANI
FAKULTETA ZA RAČUNALNIŠTVO IN INFORMATIKO

Črt Ambrožič

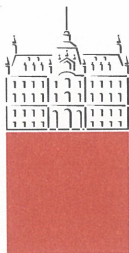
**Vzpostavitev in uporaba brezžičnih omrežij
Eduroam in Libroam v Narodni in univerzitetni
knjižnici**

DIPLOMSKO DELO

VISOKOŠOLSKI STROKOVNI ŠTUDIJSKI PROGRAM PRVE STOPNJE
RAČUNALNIŠTVO IN INFORMATIKA

MENTOR: doc. dr. Damjan Vavpotič

Ljubljana, 2012



Št. naloge: 00245/2012

Datum: 05.04.2012

Univerza v Ljubljani, Fakulteta za računalništvo in informatiko izdaja naslednjo nalogo:

Kandidat: **ČRT AMBROŽIČ**

Naslov: **VZPOSTAVITEV IN UPORABA BREŽIČNIH OMREŽIJ EDUROAM IN LIBROAM V NARODNI IN UNIVERZITETNI KNJIŽNICI**
ESTABLISHMENT AND USE OF WIRELESS NETWORKS EDUROAM AND LIBROAM IN THE NATIONAL AND UNIVERSITY LIBRARY

Vrsta naloge: Diplomsko delo visokošolskega strokovnega študija prve stopnje

Tematika naloge:

V prvem delu diplomske naloge predstavite potek vzpostavitve brezžičnih omrežij Eduroam in Libroam v Narodni univerzitetni knjižnici ter uporabljene tehnično-tehnološke rešitve. V drugem delu naloge analizirajte dejansko uporabo omenjenih omrežij. Analiza naj temelji na podatkih, ki jih boste pridobili z anketiranjem uporabnikov omrežij in skozi intervjuje z zaposlenimi. V zaključku naloge podajte svoje predloge za izboljšave in poenostavitve omenjenih omrežij.

Mentor:

doc. dr. Damjan Vavpotič



Dekan:

prof. dr. Nikolaj Zimic

Rezultati diplomskega dela so intelektualna lastnina Fakultete za računalništvo in informatiko Univerze v Ljubljani. Za objavljanje in izkoriščanje rezultatov diplomskega dela je potrebno soglasje Fakultete za računalništvo in informatiko ter mentorja.

IZJAVA O AVTORSTVU

diplomskega dela

Spodaj podpisani ČRT AMBROŽIČ,

z vpisno številko 63050228,

sem avtor diplomskega dela z naslovom:

Vzpostavitev in uporaba brezžičnih omrežij Eduroam in Libroam v Narodni in univerzitetni knjižnici

S svojim podpisom zagotavljam, da:

- sem diplomsko delo izdelal samostojno pod mentorstvom doc. dr. Damjana Vavpotiča,
- so elektronska oblika diplomskega dela, naslov (slov., angl.), povzetek (slov., angl.) ter ključne besede (slov., angl.) identični s tiskano obliko diplomskega dela
- soglašam z javno objavo elektronske oblike diplomskega dela v zbirki »Dela FRI«.

V Ljubljani, dne 1. oktobra 2012

Podpis avtorja:



Zahvala

Prisrčno se zahvaljujem:

Mentorju doc. dr. Damjanu Vavpotiču, ki me je med izdelavo diplomske naloge usmerjal in mi pomagal z nasveti ter pripombami.

Narodni in univerzitetni knjižnici v Ljubljani, kjer sem med opravljanjem obvezne študijske prakse lahko spremljal izvedbo projekta uvedbe brezžičnih omrežij Eduroam in Libroam, s kasnejšo zaposlitvijo v omenjenem zavodu pa dobil priložnost tudi dejavno sodelovati pri zagotavljanju njunega delovanja. Janezu Grozniku, vodji računalniškega centra, hvala za strokovne nasvete in znanja, ki sem jih lahko pridobil od njega.

Boštjanu Batiču in Davorju Šoštariču iz Instituta informacijskih znanosti, Maribor, za posredovane vire in podatke o uporabi brezžičnega omrežja Libroam v slovenskih knjižnicah, mag. Damirju Metelku iz podjetja D-net d.o.o. za pripravo podatkov o uporabi brezžičnih omrežij Eduroam in Libroam v Narodni in univerzitetni knjižnici in zavodu Arnes za posredovane podatke o uporabi omrežja Eduroam v Sloveniji.

Mami za spodbude in podporo, ki mi jo je nudila tekom študija in pri pripravi diplomske naloge, Damjani Vovk za pomoč pri izdelavi in izvedbi spletne ankete, mag. Janezu Jugu za potrpežljive razlage rezultatov statističnih analiz, sodelavcem Narodne in univerzitetne knjižnice pa za sodelovanje v intervjuju.

KAZALO

Povzetek	1
Abstract	2
1 UVOD	3
2 METODOLOGIJA IN METODE	5
3 RAZVOJ IN ZNAČILNOSTI BREZŽIČNIH OMREŽIJ	6
3.1 Brezžično komuniciranje in omrežja	6
3.2 Pojav in značilnosti brezžičnih lokalnih omrežij	8
3.3 Standardi za združljivost povezovanja prek brezžičnih komunikacij	11
3.4 Prednosti in slabosti brezžičnih lokalnih omrežij	14
3.5 Brezžična lokalna omrežja in knjižnice	16
4 RAZVOJ IN ZNAČILNOSTI BREZŽIČNIH OMREŽIJ EDUROAM IN LIBROAM	17
4.1 Nastanek in razvoj brezžičnega omrežja Eduroam	17
4.2 Arhitektura in delovanje brezžičnega omrežja Eduroam	20
4.3 Varnostni vidiki brezžičnega omrežja Eduroam	24
4.4 Uvajanje in uporaba brezžičnega omrežja Eduroam v Sloveniji	25
4.5 Brezžični omrežji Eduroam in Libroam v slovenskih knjižnicah	27
5 VZPOSTAVITEV IN DELOVANJE BREZŽIČNIH OMREŽIJ EDUROAM IN LIBROAM V NARODNI IN UNIVERZITETNI KNJIŽNICI	32
5.1 Vzpostavitev prvega brezžičnega omrežja v knjižnici	32
5.2 Projekt vzpostavitve brezžičnih omrežij Eduroam in Libroam	32
5.3 Tehniško-tehnološke rešitve vzpostavitve brezžičnih omrežij Eduroam in Libroam	35
5.4 Možnosti za izboljšave pri zagotavljanju delovanja in uporabe brezžičnih omrežij Eduroam in Libroam	36
5.4.1 Spletna stran za preverjanje veljavnosti uporabniškega imena in gesla za dostop do omrežij Eduroam in Libroam	36
5.4.2 Dodatni SSID za namestitev odjemalca za Eduroam in Libroam	37
5.4.3 Sistem za opozarjanje odjemalcev ob prenosu licenčnih vsebin prek e-pošte	38
5.5 Statistika uporabe brezžičnih omrežij Eduroam in Libroam	39
6 UPORABA BREZŽIČNIH OMREŽIJ EDUROAM IN LIBROAM V NARODNI IN UNIVERZITETNI KNJIŽNICI	41
6.1 Namen in cilji raziskave ter znanstvene predpostavke	41
6.2 Metodologija in metode	42

6.2.1 Metoda raziskovanja	42
6.2.2 Izvedba ankete.....	42
6.3 Demografske značilnosti vzorca anketirancev	43
6.4 Rezultati ankete	46
6.4.1 Seznanjenost s ponudbo brezžičnih omrežij in njihova uporaba	46
6.4.2 Težave pri vključevanju v brezžična omrežja in pri njihovi uporabi	48
6.4.3 Mobilne naprave in operacijski sistemi pri vključevanju in uporabi brezžičnih omrežij	49
6.4.4 Uporaba brezžičnega omrežja Eduroam oziroma Libroam drugje	51
6.4.5 Uporaba brezžičnih omrežij pri študiju oziroma znanstvenoraziskovalnem delu	53
6.4.6 Vzroki za neuporabo brezžičnih omrežij v knjižnici	53
6.4.7 Želje, pripombe in predlogi anketirancev	54
6.4.8 Medsebojna odvisnost spremenljivk.....	55
6.5 Rezultati strukturiranega intervjuja med zaposlenimi v knjižnici	55
6.6 Razprava	57
7 SKLEPNE UGOTOVITVE.....	58
VIRI IN LITERATURA.....	61
PRILOGE	63
Priloga 1: Eduroam statistika uporabe omrežij Libroam in Eduroam v Narodni in univerzitetni knjižnici	63
Priloga 2: Anketni vprašalnik	65
Priloga 3: Rezultati strukturiranega intervjuja.....	71

Povzetek

Temeljni namen diplomskega dela je predstaviti vzpostavitev, delovanje in uporabo akademskega brezžičnega omrežja Eduroam in knjižničnega omrežja Libroam v Narodni in univerzitetni knjižnici v Ljubljani. Najprej so predstavljeni razvoj ter značilnosti brezžičnega komuniciranja in omreževanja s posebnim poudarkom na brezžičnih lokalnih omrežjih. Navedeni so standardi za združljivost povezovanja prek brezžične tehnologije ter izpostavljene prednosti in slabosti brezžičnih lokalnih omrežij. V nadaljevanju so opisani nastanek, razvoj ter arhitektura akademskega brezžičnega omrežja Edurom in sorodnega sistema, tj. Libroam, ki povezuje slovenske knjižnice in omogoča njihovim članom podobne možnosti gostovanja, kot jih imajo uporabniki Eduroma. Predstavljen je projekt postavitve omrežij Eduroam in Libroam v Narodni in univerzitetni knjižnici v Ljubljani, tehnično-tehnološke rešitve, ki so bile uporabljene ter predlog možnih izboljšav in poenostavitev, ki bi olajšale ter povečale uporabo omenjenih omrežij s strani uporabnikov knjižnice in izboljšale delovanje omrežij. V empiričnem delu naloge so predstavljeni rezultati anketne raziskave o poznavanju in dejanski uporabi brezžičnih omrežij, ki jih zagotavlja Narodna in univerzitetna knjižnica, ter možni vzroki njihove nizke uporabe. Anketa je bila izvedena med uporabniki knjižnice, ki omrežja že uporabljajo kot tudi tistimi, ki jih (še) ne. Rezultate ankete dopolnjuje analiza rezultatov pisnega intervjuja, v katerem so sodelovali zaposleni v Narodni in univerzitetni knjižnici, ki izvajajo storitve za uporabnike oziroma skrbijo za delovanje brezžičnih omrežij. Na osnovi rezultatov ankete in intervjuja avtor opozori na potrebne spremembe pri ponudbi omrežij Eduroam in Libroam in zagotavljanju podpore uporabnikom knjižnice.

Ključne besede: brezžična omrežja, brezžična lokalna omrežja, Eduroam, Libroam, Slovenija, knjižnice, Narodna in univerzitetna knjižnica

Abstract

The purpose of the thesis is to describe the installation, operation and use of the academic wireless network Eduroam and library wireless network Libroam at the National and University Library in Ljubljana. The first part focuses on development and characteristics of wireless communication and networking with a special emphasis on local wireless networks, describing the compatibility standards for wireless connections and highlighting the strengths and weaknesses of local wireless networks. The next part describes the configuration, development and architecture of the Eduroam wireless network and a similar network Libroam, which connects Slovenian libraries and provides roaming possibilities similar to Eduroam. A detailed account of the project of setting-up the Eduroam and Libroam networks at the National and University Library is given, including the applied technological solutions as well as suggestions for future improvements and simplifications that would facilitate the use of both networks by library users. The empirical part describes the results of the survey on the usage of wireless networks at the National and University Library and provides explanation for their low levels of use. The survey was conducted among library users that already use the wireless networks as well as those that do not. Complementing the results is the analysis of written interviews of library specialists at the National and University Library, who are engaged in user services or are responsible for the functioning of wireless networks. On the basis of survey results and the interviews, the conclusion describes the necessary improvements to existing wireless infrastructure of Eduroam and Libroam networks, as well as to the support offered to its users.

Key words: wireless networks, WLAN, Eduroam, Libroam, Slovenia, libraries, National and university library

1 UVOD

Živimo v času, v katerem si našega dela, študija, raziskovanja, komuniciranja s prijatelji, prostega časa, razvedrila ... skoraj ne moremo predstavljati brez uporabe sodobne informacijsko-komunikacijske tehnologije. Z nejevero prisluhnemo staršem, ko nam razlagajo, kako so pred tremi desetletji za vnos podatkov v računalnik uporabljali papirnate kartice z luknjicami, posebno napravo, ki je preverjala napake na karticah, in napravo, ki je kartice »prebrala« ter podatke posredovala v osrednji računalnik v takratnem Republiškem računalniškem centru. Zmogljivost računalnika je bila manjša kot je zmogljivost večine tistih, ki jih imamo danes na pisalnih mizah, njegova centralna procesna enota in komponente pa so zasedale kar precej prostora. Osebne računalnike so imeli redki posamezniki, majhna ZX Spectrum (z »znamenitimi« gumijastimi tipkami) in Commodore 64 sta pomenila pravo malo bogastvo. V žepih niso nosili mobilnih telefonov in svet je bil zanje velik, saj ni bilo interneta, ki bi jim s klikom na tipko omogočil »potovati« po njem, ga raziskovati ali pridobivati informacije. V šoli, knjižnici, parku, avtomobilu, na vlaku ... niso uporabljali mobilnih elektronskih naprav in delo je bilo treba opraviti tam, kjer je računalniška oprema fizično bila na voljo.

Podatki o uporabi informacijsko-komunikacijske tehnologije v Sloveniji¹ kažejo, da danes računalniško opremo uporablja velik delež prebivalstva, ki ima doma ali na delovnem mestu tudi dostop do interneta. Tako je v prvem četrtletju leta 2011 imelo računalnik (namizni, prenosni ali dlančnik) 74 % gospodinjstev in dostop do interneta 73 % gospodinjstev [1]. Narašča delež zaposlenih, ki pri svojem delu uporabljajo računalnik, januarja 2011 je 54 % zaposlenih v podjetjih z 10 ali več zaposlenimi pri svojem delu vsaj enkrat na teden uporabljalo računalnik. Narašča tudi delež zaposlenih, ki pri svojem delu uporabljajo računalnik, povezan z internetom (v januarju 2011 je znašal 45 %), in kar polovica podjetij je svojim zaposlenim dodelila prenosni računalnik, tablični računalnik ali pametni telefon, ki je imel hkrati tudi dostop do interneta (prek USB-modema, podatkovne kartice s tehnologijo vsaj 3G) [2]. V 1. četrtletju 2011 je redno uporabljalo računalnik 68 % žensk in 75 % moških, internet je redno uporabljalo 66 % žensk in 73 % moških, starih med 10 in 74 let. Velika večina jih je uporabljala računalnik oziroma internet vsak dan ali skoraj vsak dan, med njimi največ mladih, tj. iz starostne skupine 10–24 let [3].

Pri uporabi računalniške tehnologije in dostopanju do interneta pa ne želimo biti omejeni na fizični prostor, kajti potreba po mobilnosti postaja vse večja. Brezžična omrežja nam omogočajo enostaven dostop do interneta in »brezžični signal« želimo ujeti ne le v svojem delovnem okolju ampak kjer koli se nahajamo. Potreba po mobilnosti je vse večja tudi na področju izobraževanja in raziskovanja, njegovi udeleženci si želijo brezžična omrežja uporabljati čim bolj enostavno tudi takrat, ko gostujejo na drugih šolah, fakultetah ali raziskovalnih inštitutih. To jim omogoča brezžično akademsko omrežje Eduroam. Storitev Eduroam omogoča študentom, pedagoškim in raziskovalnim delavcem, dijakom, učencem ter

¹ Statistični podatki o uporabi informacijsko-komunikacijske opreme so dostopni na spletni strani SURS: http://www.stat.si/tema_ekonomsko_infdruzba_informacijsko.asp

drugim obiskovalcem izobraževalnih ali raziskovalnih ustanov v več kot petdesetih državah po svetu varen in preprost dostop do zaščitene brezžičnega lokalnega omrežja matične organizacije in gostovanje v Eduroam omrežjih drugih ustanov, ki so vključene v sistem Eduroam. V omrežje lahko prek mobilne naprave in ustrezne programske opreme dostopajo pregledno in brezplačno, in sicer z istim uporabniškim imenom in geslom.

Z uvajanjem storitve Eduroam v knjižnice tudi te postajajo privlačna mesta za delo in študij, saj lahko njihove elektronske vire in storitve obiskovalci uporabljajo prek svojih mobilnih naprav in niso odvisni od prostih čitalniških sedežev z računalniško opremo in fizično povezavo na internet. V slovenskem prostoru smo naredili še korak dalje in z vzpostavitvijo sistema gostovanja v brezžičnem knjižničnem omrežju Libroam, omogočili enostaven dostop do interneta v vsaki od sodelujočih knjižnic tudi uporabnikom, ki nimajo možnosti pridobiti uporabniškega imena in gesla Eduroam. Narodna in univerzitetna knjižnica (dalje v besedilu NUK) je k projektu vzpostavitve omrežij Eduroam in Libroam v knjižničnih okoljih pristopila leta 2009 in storitev ponudila obiskovalcem njenih prostorov v začetku junija 2010. Avtor diplomskega dela sem v okviru opravljanja študijske prakse imel krajši čas možnost sodelovati pri izvedbi projekta, kasneje pa tudi pri zagotavljanju tehnične podpore za nemoteno delovanje brezžičnih omrežij. Glede na to, da knjižnica ni imela podatkov o uporabi omrežij Eduroam in Librom, me je zanimalo tudi, kakšna je njuna dejanska prepoznavnost in uporaba, in katere so morebitne slabosti pri ponudbi storitve, ki bi jih veljalo v prihodnje odpraviti.

V diplomski nalogi bomo najprej predstavili potek (metodologijo) njene izdelave ter uporabljene metode in orodja za pridobitev in analizo relevantnih informacij in podatkov.

V drugem delu naloge bomo predstavili razvoj ter značilnosti brezžičnega komuniciranja in omreževanja. Posebna pozornost bo namenjena brezžičnim lokalnim omrežjem, standardom za združljivost povezovanja prek brezžične komunikacije, navedli pa bomo tudi prednosti in slabosti brezžičnih lokalnih omrežij. Ker se empirični del naloge nanaša na uporabo omrežij Eduroam in Libroam v izbrani knjižnici, bomo izpostavili pomen zagotavljanja brezžičnega lokalnega omrežja pri ponudbi knjižničnih storitev.

Tretje poglavje naloge obravnava nastanek in razvoj brezžičnega omrežja Eduroam ter njegove različice, tj. omrežja Libroam, ki deluje na enakih tehnoloških rešitvah, a je dostopno le članom slovenskih knjižnic. Predstavili bomo arhitekturo in delovanje omenjenih brezžičnih omrežij, varnostne vidike uporabe omrežij ter statistične podatke o uporabi Eduroama in Libroama.

Izvedbo projekta vzpostavitve brezžičnih omrežij Eduroam in Libroam v NUK predstavljamo v četrtem poglavju, navedli bomo tudi tehniško-tehnološke rešitve, ki so bile uporabljene, ter predlog nekaj možnih izboljšav in poenostavitev pri zagotavljanju delovanja in uporabe omenjenih omrežij.

V empiričnem delu naloge (peto poglavje) bomo najprej predstavili rezultate anketne raziskave o prepoznavnosti ter uporabi brezžičnih omrežij v NUK. Poleg uporabe omrežij Eduroam in Libroam nas je zanimala tudi uporaba omrežja NeoWLAN, ki ga je knjižnica v svojih prostorih vzpostavila leta 2004 in je obiskovalcem na voljo brezplačno, za dostop pa ne potrebujejo gesla. Rezultate ankete bo dopolnila kratka analiza rezultatov pisnega intervjuja, v katerem so sodelovali zaposleni v NUK, ki izvajajo storitve za uporabnike oziroma skrbijo za delovanje brezžičnih omrežij.

V sklepnem delu naloge bomo na kratko povzeli naše ugotovitve ter navedli možne poti za izboljšanje promocije omrežij Eduroam in Libroam ter tehnične podpore uporabnikom knjižnice.

2 METODOLOGIJA IN METODE

Izdelava diplomske naloge je potekala v več korakih. Najprej smo o izbrani temi poskušali poiskati temeljne vire in literaturo, da bi na njihovi osnovi določili zgradbo naloge, oblikovali delovne hipoteze in izdelali prvi, teoretični del naloge. V slovenskem jeziku smo o omrežjih Eduroam in Libroam našli, poleg informacij na spletnih straneh zavoda Arnes in Instituta informacijskih znanosti, Maribor (dalje v besedilu IZUM), le majhno število strokovnih prispevkov. Ker sistematičnih analiz in podatkov o uporabi omrežij nismo našli, smo se obrnili za pomoč na zavoda Arnes in IZUM. Iskanje po tujih bazah podatkov smo morali omejiti na prispevke o omrežju Eduroam, kajti omrežje Libroam deluje le na območju Slovenije. V prvi vrsti so nas zanimale izkušnje tujih knjižnic. Našli smo nekaj zanimivih prispevkov, ki kažejo na to, da je tematika zagotavljanja dostopa do brezžičnih omrežij (ne le za uporabnike knjižnic ampak tudi za zaposlene) zanje aktualna že desetletje in je tudi predmet številnih raziskav.

Za predstavitev projekta uvajanja brezžičnih omrežij Eduroam in Libroam v NUK smo pregledali projektno dokumentacijo, ki je žal bila dokaj skromna, ter vsebino javnih razpisov za sofinanciranje vzpostavitve brezžičnih omrežij, ki jih je do zdaj objavilo ministrstvo pristojno za visoko šolstvo in znanost. Kontaktirali smo tudi nekdanjega sodelavca knjižnice, ki je vodil projekt, za podatke o uporabi omrežij pa se obrnili na zunanjega izvajalca, podjetje D-net d.o.o, ki je v okviru omenjenega projekta izvedlo vzpostavitev omrežij Eduroam in Libroam v knjižnici ter skrbi za upravljanje strežnika RADIUS (Remote Authentication Dial in User Service).

Za empirični del naloge smo podatke pridobili z anketno raziskavo, pri kateri smo kot orodje uporabili spletno anketo. Izvedba ankete in statistična obdelava podatkov je bila opravljena s pomočjo spletnega orodja Ika, razsevni diagrami pa s pomočjo statističnega paketa SPSS. Nekatero temeljne ugotovitve smo poskušali dodatno razjasniti na osnovi podatkov, pridobljenih s pisnim strukturiranim intervjujem med izbranimi respondenti. Prvotno smo v nalogi želeli vključiti tudi podatke o uporabi Eduroma in Libroma med študenti ljubljanske univerze, ki naj bi jih Študentska organizacija Univerze v Ljubljani pridobila v okviru letos

izvedene spletne ankete o uporabi študijske literature, vendar pa podatki do zaključka izdelave te naloge še niso bili na voljo².

3 RAZVOJ IN ZNAČILNOSTI BREZŽIČNIH OMREŽIJ

3.1 Brezžično komuniciranje in omrežja

Na področju telekomunikacij poznamo brezžično komunikacijo, tj. prenos informacij med mrežnimi komponentami brez ožičenja, že več kot sto let. Začetek razvoja brezžičnega komuniciranja oziroma prenosa informacij naj bi predstavljalo delo italijanskega elektroinženirja in izumitelja Guglielma Marconija, ki je radijski prenos signala uporabil v komunikacijske namene in bil »oče« radijskega prenosa signalov na velike razdalje ter izumitelj radio telegrafskega sistema³. Leta 1895 naj bi mu na 100 metrski razdalji s pomočjo radijskega prenosa signala uspelo prvič brezžično poslati Morsejev znak »s«, leta 1896 je pošiljal in sprejemal radijski signal na razdalji 70 km in leta 1901 prve radijske signale poslal prek Atlantskega oceana. Razmah pa tehnologija radijskih valov doživi za potrebe vojske, še zlasti med Drugo svetovno vojno. Prvo komercialno radijsko telefonsko mrežo je vzpostavila telefonska družba Bell v petdesetih letih prejšnjega stoletja.

Prenos signalov pri brezžičnem komuniciranju lahko poteka prek različnih prenosnih medijev, ki temeljijo na radijski, mikrovalovni, satelitski ali optični tehnologiji:

- Radijski (elektromagnetni) prenos signala. Brezžična komunikacija temelji na radijskih valovih, ki se razširjajo prek petih različnih načinov, tj. površinsko, troposfersko, ionosfersko, v vidni liniji in v vesolju. V anteni oddajnika se električni signal pretvori v elektromagnetne valove, ki potujejo do antene sprejemnika, kjer se signal pretvori nazaj v električnega.
- Mikrovalovni prenos signala. Mikrovalovni radijski signali so elektromagnetni valovi visokih frekvenc (med 500 MHz in 300 GHz) in kratke valovne dolžine. Zaradi visokih frekvenc omogočajo prenos velikih količin informacij. Ker pa ne sledijo zakrivljenosti zemlje in je potrebna optična vidljivost oddajne in sprejemne naprave, je za povečanje prenosne razdalje treba uporabiti ojačevalnike. Mikrovalovi se razširjajo samo v eno smer in sta za dvosmerno komunikacijo potrebni dve različni frekvenci.
- Optični (svetlobni) prenos signala. Najbolj razširjen sistem za brezžično komunikacijo na osnovi svetlobe so infrardeči (IR) vmesniki, ki za komunikacijo uporabljajo infrardečo svetlobo. Drug sistem, ki prav tako za nosilni signal komunikacije

² Pri oblikovanju ankete je sodeloval tudi NUK in je na njegovo pobudo vanjo bilo vključeno vprašanje o uporabi oziroma pogostosti uporabe brezžičnih omrežij med študenti.

³ Leta 1896 je patentiral svoje izume in ustanovil brezžično telegrafsko družbo, ki je bila prva tovarna za izdelavo radiev. V tožbi je kasneje Nikola Tesla dosegel, da je vrhovno sodišče ZDA leta 1943 odločilo, da zasluge za izum radia pripadajo Tesli, ki je tehnične osnove radia razvil in patentiral že pred Marconijem, a je bila vsa dokumentacija in vse naprave uničene v požaru leta 1895. Leta 1909 je Marconi (skupaj s K. F. Braunom) prejel Nobelovo nagrado za fiziko – za prispevek k razvoju brezžične telegrafije.

uporablja svetlobo, temelji na laserskih žarkih [4]. Laserski prenos informacij s svetlobnimi valovi je enosmeren in usmerjen v ravni črti. Na oddajni strani je laserski oddajnik, na sprejemni pa svetlobni detektor, ki prestreže signal. Omogoča široko pasovno širino z nizkimi stroški montaže, vzdrževanja in uporabe. Za dvosmerni prenos morata biti na obeh straneh nameščena laserski oddajnik in svetlobni detektor.

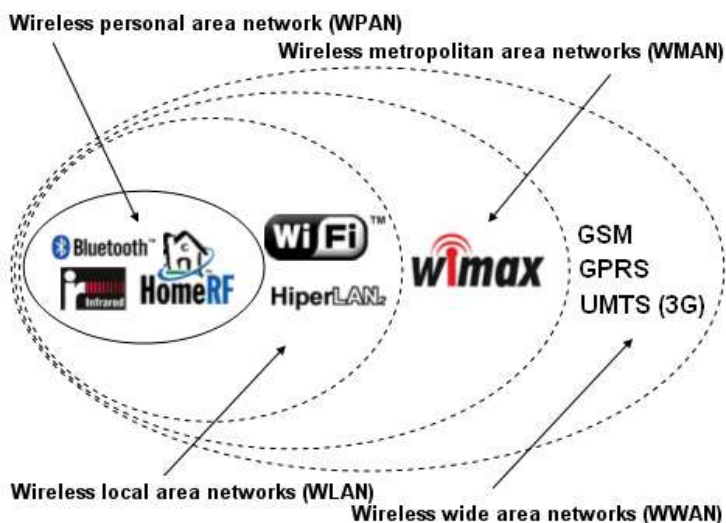
- Satelitski prenos signala. Podoben je prenosu mikrovalov v vidnem polju, a je ena od postaj orbitalni satelit. Osnova komunikacijskega satelita je mikrovalovni repetitor (obnavljajnik) z zelo široko pasovno širino. Gre za napravo, ki sprejme signal in ga posreduje z isto frekvenco naprej, lahko ga tudi okrepi. Vsebuje tudi mnogo transponderjev (oddajnik/sprejemnik), tj. naprav, ki signal sprejmejo, ga okrepijo ter pošljejo nazaj na zemljo na drugi frekvenci. Satelitski prenosi, posebej tisti z višjimi frekvencami, potrebujejo za prenos izjemno malo moči, 1W ali celo manj.

Brezžična omrežja lahko klasificiramo po različnih kriterijih, npr. glede na velikost prostora, ki ga pokrivajo oziroma omogočajo uporabo omrežja, raven mobilnosti omrežnih naprav, dovoljeni spekter žarčenja ipd. Glede na uporabo delimo brezžična omrežja na štiri skupine (Slika 1):

- **brezžično osebno omrežje** (WPAN – Wireless Personal Area Network), ki ima doseg do 10 m in se uporablja v glavnem za omreževanje električnih naprav in računalnikov ter njihove periferne opreme v bivanjskih prostorih (temelji na tehnologijah kot sta npr. Bluetooth in EWB);
- **brezžično lokalno omrežje** (WLAN – Wireless Local Area Network), ki ima doseg do 100 m (najbolj popularna tehnologija je tehnologija Wi-Fi). Tovrstna omrežja omogočajo lokalni prenos informacij na omejenem prostoru, npr. v okviru delovnih organizacij;
- **brezžično mestno omrežje** (WMAN – Wireless Metropolitan Area Network), ki ima doseg do 50 km (tehnologije WiMAX, MMDS, LMDS). Najpomembnejša tehnologija je WiMAX (Wireless Metropolitan Area Exchange), ki sodi med tehnologije direktne vidljivosti (*direct line-of-sight wireless access technology*);
- **brezžično prostrano omrežje** (WWAN – Wireless Wide Area Network), ki ima doseg več kot 50 km in kamor uvrščamo vsa mobilna omrežja (npr. GSM, GPRS, UMTS). Uporablja se za omreževanja velikih geografskih področij.

Brezžična komunikacija se je danes razširila na vsa področja človekovega življenja. Komercialne, zabavne, profesionalne, vojaške in osebne informacije potujejo po obsežnih brezžičnih komunikacijskih sistemih, ki imajo vedno večjo komunikacijsko vlogo tudi v povezovanju med računalniki v računalniških omrežjih. Na krajih kjer je kabelska povezava draga ali zaradi geografskih značilnosti območij celo neizvedljiva (npr. Antarktika, Arktika, puščave in pragozdovi), je brezžičen prenos signala običajno edina možnost. Vedno več je brezžičnih povezav tudi v mestnem okolju in v zgradbah. Brezžične naprave lahko uporabljamo tudi med prevozom (npr. v avtu, vlaku, na ladji ...) [6]. Brezžična omrežja omogočajo mrežni dostop do telefonov, računalnikov, aplikacij, baz podatkov ter interneta,

tudi med zelo oddaljenimi lokacijami. Njihovi uporabniki lahko pridobivajo, kopirajo, upravljajo in manipulirajo s podatki virtualno, s katere koli lokacije.



Slika 1: Vrste brezžičnih omrežij [5]

Uporaba brezžičnih omrežij postaja vedno bolj razširjena, saj imajo v primerjavi z ožičenimi številne prednosti. Dosežejo lahko območja, kjer žične povezave niso možne ali bi bile predrage. Njihova zanesljivost je večja, saj na njihovo delovanje ne vplivajo naravni pojavi kot so poplave ali potresi, ki sicer lahko prekinajo povezave. Brezžično omreževanje se vzpostavlja na javnih prostorih, v izobraževalnih in raziskovalnih organizacijah, delovnih organizacijah ..., vse hitreje pa tudi v zasebnih prostorih [7].

Naša pozornost bo v nadaljevanju, glede na tematiko diplomskega dela, namenjena v prvi vrsti brezžičnim lokalnim omrežjem.

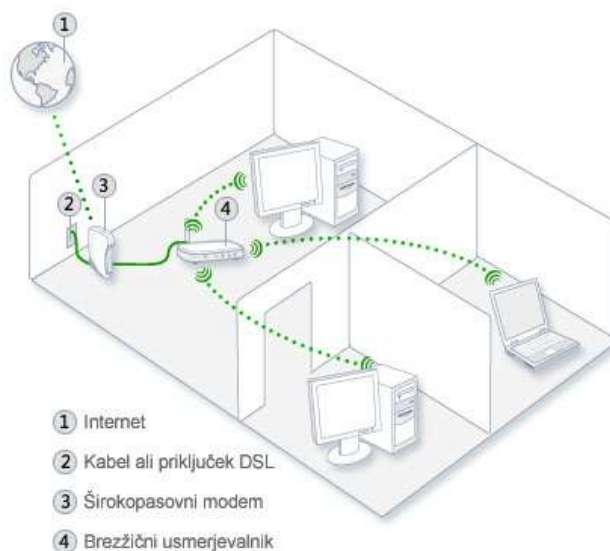
3.2 Pojav in značilnosti brezžičnih lokalnih omrežij

Brezžično lokalno omrežje (WLAN) je povezava dveh ali več računalnikov ter ostale mrežne opreme v skupno omrežje brez uporabe kablov (žične povezave) (Slika 2). Takšno omrežje za komunikacijo med napravami v omejenem področju izkorišča *spread-spectrum* tehnologijo (sistemi z razširjenim spektrom) na podlagi radijskih valov. To omogoča uporabnikom, da so znotraj območja pokritosti povezave kljub gibanju, ves čas povezani v omrežje. Vsa radijska tehnologija se nahaja na Wi-Fi karticah, ki jih namestimo v računalnik oziroma so v računalnike že vgrajene. Uporabnik se mora le priključiti na točko pristopa (*hotspot*).



Slika 2: Shema brezžičnega lokalnega omrežja [8]

Gre za omrežje kratkega dosega, v katerega se lahko brez žičnih povezav povezujejo uporabniki s prenosnimi in tabličnimi računalniki, dlančniki, pametnimi mobilnimi telefoni ter drugimi mobilnimi napravami. Omrežje sestavljajo dostopne točke⁴ (*access points*), ki so običajno priključene na ožičeno lokalno omrežje, ali pa se med seboj povezujejo brezžično. Delujejo lahko tudi kot usmerjevalniki in usmerjajo paketni prenos podatkov v omrežju. Dostopne točke pokrivajo določeno področje z brezžičnim signalom, prek katerega se uporabniki lahko povežejo v lokalno omrežje. Domet oziroma pokritost signala je odvisna od značilnosti področja, ki ga pokriva dostopna točka – znotraj zgradb je bistveno manjša kot na prostem. Hitrost prenosa podatkov prek brezžičnega lokalnega omrežja pa je odvisna od uporabljenega standarda IEEE. Brezžična omrežja, ki temeljijo na standardih IEEE 802.11, imenujemo tudi »Wi-Fi« [4].



Slika 3: Brezžično lokalno omrežje s skupno rabo spletne povezave [9]

⁴ Radijsko oddajno-sprejemna postaja, prek katere se uporabniki s svojimi prenosnimi napravami povežejo v brezžično omrežje.

Prvo omrežje WLAN so pod vodstvom Normana Abramsona razvili v okviru Univerze Havaji, delovati je začelo junija 1971, poimenovali pa so ga ALOHAnet. Temeljilo je na radijski tehnologiji in imelo zvezdno konfiguracijo. V sistem je bilo vključenih sedem računalnikov na štirih otokih, ki so komunicirali z glavnim računalnikom.

Leta 1991 je korporacija NCR (NRC Corporation/AT&T) iz Nieuwegeina na Nizozemskem (<http://www.ncr.com/about-ncr>) razvila **Wi-Fi (Wireless-Fidelity)**. Prvo omrežje se je imenovalo WaveLAN in je delovalo s hitrostjo od 1 do 2 megabita na sekundo. Za »očeta« Wi-Fi šteje Vica Hayes, ki je s svojo skupino osmislił standarde za Wi-Fi (IEEE 802.11). Wi-Fi je postal glavni način omreževanja osebnih računalnikov, pri katerem se podatki med dvema ali več računalniki prenašajo s pomočjo specifičnih radijskih frekvenc in ustreznih anten. Uporablja se tako za povezovanje v brezžičnih lokalnih omrežjih kot tudi za brezžični dostop do omrežja WAN – interneta.

Wi-Fi je tudi zaščitni znak (*brand*), s katerim so označeni certificirani proizvodi za vzpostavitev in delovanje brezžičnih lokalnih omrežij, zasnovani na osnovi standardov družine IEEE 802.11, pa tudi sinonim za tovrstno tehnologijo na splošno. Neprofitno združenje proizvajalcev Wi-Fi Alliance (<http://www.wi-fi.org/>) predpisuje standarde in izdaja certifikate za vse WiFi⁵ naprave ter na ta način zagotavlja njihovo medsebojno kompatibilnost.

Wi-Fi omrežja delujejo na osnovi dokaj enostavne radijske tehnologije, pri kateri se radijski signali pretvarjajo v ničle in enke. Prenos podatkov s pomočjo radijskih signalov sicer ni novost, npr. že Morsejeva koda se je v binarni obliki prenašala brezžično⁶, vendar pa se je radio frekvenčna tehnologija od takrat močno razvila in je obseg podatkov, ki jih lahko danes prenašamo s pomočjo radijskih frekvenc, neprimerljiv z zgodnjimi oblikami prenosa. Z uporabo najnovejših tehnologij merimo prenose že z megabiti in gigabiti na sekundo, za razliko od Morsejevega signala, ki je omogočal prenos tisoč bitov podatkov na sekundo. Ravno Wi-Fi je prvi izkoristil dobro prepustnost in enostavnost radijskih signalov. Wi-Fi radijske naprave pošiljajo signale na frekvencah 2.4 GHz (standarda 802.11b in 802.11g) in 5 GHz (standard 802.11a), pri čemer se uporabljajo napredne tehnike kodiranja kot sta npr. OFDM (*orthogonal frequency-division multiplexing*) i CCK (*Complementary Code Keying*), ki omogočajo velike hitrosti prenosa podatkov s pomočjo radijskih valov. Omenjeni frekvenci sta bili izbrani zato, ker se ne uporabljata za potrebe komuniciranja v vojski oziroma ju ne uporabljajo ostali uporabniki radio frekvenc.

Na portalu *Računalniške novice* smo lahko pred kratkim zasledili novico o razvoju hitre brezžične povezave WiGig (komercialna oznaka za standard IEEE 802.11ad), ki naj bi

⁵ Slovar informatike – islovar (http://www.islovar.org/iskanje_enostavno.asp) navaja, da je kratica **WiFi** (pisano brez vezaja) znak za certificirani izdelek za brezžično lokalno računalniško omrežje.

⁶ Morsejevo abecedo šteje kot zgodnjo obliko digitalne komunikacije. Za razliko od današnje oblike digitalne komunikacije (dvojiški kod), ki uporablja samo dve stanji, tj. vklopljeno ali izklopljeno (oziroma 0/1) ima Morsejeva abeceda pet stanj: pika, črtica, kratek presledek (med črkami), srednji presledek (med besedami) in dolg presledek (med stavki).

izkoriščala možnost uporabe tretjega komunikacijskega kanala pri frekvenci 60 GHz in napoveduje prenos podatkov do sedem gigabitov na sekundo. Zaradi omejene porabe električne energije naj bi bila omenjena tehnologija namenjena širokemu naboru elektronskih naprav, in sicer od zabavne elektronike (brezžični prenos videa in zvoka) do osebnih računalnikov in mobilnih naprav. Prve preklopne postaje s hitro brezžično povezavo WiGig naj bi bile na voljo že konec leta 2012 [10].

3.3 Standardi za združljivost povezovanja prek brezžičnih komunikacij

Na področju opreme za brezžična lokalna omrežja so danes na tržišču različni proizvodi, velik delež jih podpira standarde 802.11a, 802.11b, 802.11g ali 802.11n (tehnologije Wi-Fi), obstajajo pa tudi Bluetooth in druge ne-Wi-Fi tehnologije brezžičnih omrežij, razvite za specifične omrežne aplikacije.

Prvi standardi (specifikacije) za združljivost povezovanja prek brezžičnih komunikacij so bili sprejeti šele ob koncu prejšnjega stoletja. Pred sprejetjem prvega standarda za WLAN, leta 1997, ki je imel naziv IEEE 802.11⁷, je bilo povezovanje omrežnih naprav, ki so jih izdelovali različni proizvajalci, zelo nedorečeno, medsebojno delovanje pa je bilo praktično nemogoče. Osnovna različica standarda 802.11 je doživela več nadgradenj.

Implementacije standarda **IEEE 802.11** v mrežnih napravah so v primerjavi z ožičenimi omrežji dosegale nezadovoljive hitrosti. Največja hitrost prenosa podatkov je teoretično bila dva megabita na sekundo, vendar pa je v praksi ni bilo mogoče doseči. Hitrost je bila bližje enemu megabitu na sekundo, nanjo pa je zelo vplivala tudi oddaljenost odjemalca od dostopne točke. Takšna hitrost je bila prenizka za večino aplikacij. Standard IEEE 802.11 je deloval na frekvenci 2.4 GHz, vseeno pa je imel težave z združljivostjo med različnimi proizvajalci, ki so si standard razlagali vsak po svoje. Zaradi takšnih težav je bil uporabnik prisiljen kupiti vso potrebno opremo za postavitev omrežja pri enem proizvajalcu. Zaradi omenjenih pomanjkljivosti so kmalu sprejeli izboljšane standarde.

Nov standard, sprejet leta 1999, je imel naziv **IEEE 802.11b** (oziroma je bolj poznan kot WiFi - Wireless Fidelity). Deluje prav tako pri frekvenci 2,4 GHz in omogoča hitrost prenosa do enajst megabitov na sekundo, kar je primerljivo s tradicionalnim Ethernetom. V praksi so bile hitrosti prav tako več kot polovico nižje. Prednost tehnologije je dober doseg signala, slabosti pa nizka hitrost prenosa, omrežje lahko uporablja le manjše število uporabnikov hkrati, zaradi uporabe enake frekvence (2,4 GHz) kot npr. mnoge mikrovalovne pečice, brezžični telefoni in drugi aparati, pa lahko pri prenosu nastajajo motnje. Po sprejetju so se tudi pri standardu IEEE 802.11b pojavile težave z združljivostjo med različnimi proizvajalci mrežne opreme. Naslednji korak je bil zato medsebojno preizkušanje združljivosti mrežne opreme med različnimi proizvajalci. Izdelkom, ki so zadovoljivo prestali preizkus, so podelili

⁷ Standard je pripravil Inštitut inženirjev elektrotehnike in elektronike (*Institute of Electrical and Electronics Engineers - IEEE*) in ga poimenoval 802.11 po imenu skupine, ki je bila ustanovljena zato, da bi skrbela za njegov nadaljnji razvoj. Glej: http://www.ieee.org/index.html?WT.mc_id=hpfi_logo

naziv »WiFi Certified«. Naziv je s časom izgubljal na pomenu, saj so postali vsi izdelki med seboj združljivi.

Vzporedno z razvojem standarda IEEE 802.11b je potekal tudi razvoj standarda **IEEE 802.11a** (ratificiran junija 2003), ki je omogočal precej višje prenosne hitrosti, in sicer do 54 megabitov na sekundo. Standard se ni nikoli široko uveljavil, ker ni bil združljiv s standardom IEEE 802.11b, uporabljal je namreč drugo pasovno širino (5 GHz). Višja frekvenca sicer omogoča večjo hitrost prenosa, vendar pa je lahko oddaljenost mrežnih naprav precej manjša, nespodbudna je tudi cena potrebne opreme. Zaradi krajšega dosega signala ga lahko ovirajo zidovi in druge ovire. Svojevrsten problem je bila tudi frekvenca delovanja IEEE 802.11a, kajti v večini evropskih držav je bila že uporabljena za vojaške namene. Umik vojske s teh frekvenc pa je trajal dalj časa kot pa razvoj novih standardov. Zaradi tega se je standard IEEE 802.11a večinoma uveljavil le v ZDA in Kanadi, drugod pa zaradi omejitev pri izrabi frekvenc ni bil uporabljen.

Naslednja nadgradnja standarda je bil standard **IEEE 802.11g**, ki je prav tako omogočal hitrosti do 54 megabitov na sekundo, vendar ponovno na standardni frekvenci 2.4 GHz. Prednost te omrežne tehnologije je združljivost z omrežnimi vmesniki, usmerjevalniki in dostopnimi točkami tehnologije 802.11b. Gre torej za poskus kombinacije najboljših rešitev iz standardov 802.11a in 802.11b. Precej izboljššan je bil tudi domet naprav, kar je poleg nižjih cen vplivalo na hitro širitev uporabe brezžičnih omrežij. Ker pa uporablja frekvenco 2,4 GHz, so težave z motnjami podobne kot pri povezavi 802.11b. Na tržišču so se proizvodi WLAN, ki so podpirali omenjeni standard, pojavili leta 2002 in 2003. Praktično tudi vse današnje mobilne naprave omogočajo povezovanje po tem standardu.

Aktualni standard **IEEE 802.11n**, katerega zametki segajo že v leto 2009, je zaradi počasnega razvoja ponovno prisilil proizvajalce v razvoj naprav, ki se le delno pokoravajo standardu, torej je bila ponovno potrebna pozornost pri kupovanju opreme različnih proizvajalcev. Razvit je bil z namenom, da nadomesti starejše Wi-Fi tehnologije (standarde 802.11a, 802.11b in 802.11g). Teoretične hitrosti prenosa so vrtoglave in segajo do 600 megabitov na sekundo⁸. Takšne hitrosti omrežna oprema dosega z uporabo tehnologije MIMO (Multiple Input, Multiple Output), kjer več oddajnih in sprejemnih anten ter kompleksen proces oddajanja in sprejemanja signala, omogočajo velike hitrosti prenosa in večji domet naprav. Novi standard končno omogoča tudi zadostno pasovno širino za ogled modernih multimedijskih vsebin (posnetkov visokih ločljivosti). Uporablja lahko frekvenco 2,4 GHz ali frekvenco 5 GHz. Pri uporabi frekvence 2,4 GHz je združljiv z omrežnimi karticami, usmerjevalniki in dostopnimi točkami 802.11g, ima pa lahko enake težave z motnjami kot pri povezavi 802.11b.

Poleg navedenih, temeljnih Wi-Fi standardov, je delovna skupina IEEE 802.11 razvila številne druge standarde oziroma tehnologije Wi-Fi [11].

⁸ Glede na število podatkovnih tokov, ki jih podpira strojna oprema, lahko tehnologija 802.11n prenaša podatke s hitrostjo 150 Mb/s, 300 Mb/s, 450 Mb/s ali 600 Mb/s.

Alternativna tehnologija za brezžično komunikacijo med elektronskimi napravami na krajše razdalje je **Bluetooth**, ki sledi drugačno razvojno pot kot družina tehnologij 802.11. Gre za brezžično tehnologijo za povezovanje različnih digitalnih elektronskih naprav v mrežo zelo omejenega dosega (WPAN), tj. na razdaljah do nekaj metrov (približno do 10 metrov), in omogoča relativno nizke prenosne hitrosti (med ena in tremi megabiti na sekundo). Bluetooth uporablja frekvenčni pas med 2400 MHz in 2483,5 MHz, komunikacija poteka na osnovi radijskih valov nizke moči. Zaradi nizke porabe električne energije je tehnologija primerna za majhne mobilne naprave, ki za napajanje uporabljajo vgrajene baterije (npr. mobilni telefoni in ročni računalniki – dlančniki). Zaradi kratkega dosega je Bluetooth idealen tudi za uporabo v napravah, ki sodijo v osebno delovno področje in omogoča povezovanje naprav, ki jih nosimo s seboj ali pa so sicer postavljene v naši bližini (npr. avtomobilski vmesniki za brezžično telefoniranje, brezžične slušalke, brezžični sprejemniki GPS, zabavna elektronika, gospodinjski aparati ...).

Bluetooth WPAN lahko v deset metrskem prostoru povezuje do osem naprav, ki si med seboj izmenjujejo informacije in izvajajo različne naloge. Povezave se vzpostavljajo spontano, odvisno od potreb, zaradi česar takšno mrežo imenujemo "ad hoc mreža". Ker gre ob tem za direktno povezovanje med različnimi napravami, brez uporabe mrežne infrastrukture, govorimo o točkovno povezani mreži. Same povezave med različnimi napravami se vzpostavljajo samodejno, brez našega sodelovanja, mi moramo priti le v območje njihovega dosega.

WiMax (Worldwide Interoperability for Microwave Access) je telekomunikacijska tehnologija, namenjena brezžičnemu širokopasovnemu prenosu podatkov. V primerjavi s širokopasovno brezžično tehnologijo Wi-Fi je WiMAX namenjen večjemu številu uporabnikov in dosega višje hitrosti prenosa (do 75 megabitov na sekundo) na daljših razdaljah (Slika 4). Gre za tehnologijo, ki temelji na standardu IEEE 802.16 (oziroma njegovi izboljšavi, tj. IEEE 802.16a), poznanem tudi pod imenom WMAN (Wireless Metropolitan Area Network). IEEE 802.16a uporablja frekvenčni pas od 2,4 GHz do 11 GHz ter omogoča komunikacijo, tudi če se oddajnik in sprejemnik ne »vidita« (NLOS – Non Line Of Sight). Pričakovani domet ene postaje WiMAX je od 2 km do 50 km.



Slika 4: Primer javno dostopnega brezžičnega omrežja v Houstonu (ZDA), podprtega s tehnologijo WiMAX in z območji, pokritimi z Wi-Fi signalom [12]

3.4 Prednosti in slabosti brezžičnih lokalnih omrežij

Brezžična lokalna omrežja uporabnikom ponujajo številne prednosti, še zlasti zaradi enostavne uporabe, nizkih stroškov ter povezljivosti z drugimi omrežji in omrežnimi napravami. Uporabo omrežij spodbuja tudi dejstvo, da so danes na tržišču prisotni računalniki in mobilne elektronske naprave v veliki večini že opremljene s potrebno brezžično tehnologijo LAN. V literaturi zasledimo navajanje zlasti naslednjih prednosti:

- **Priročnost:** brezžični značaj omrežja omogoča uporabnikom njegovo dostopnost s katere koli točke znotraj prostora, katerega pokriva signal. Glede na vedno večjo uporabo mobilnih elektronskih naprav je za njihove uporabnike še posebej pomembno, da fizično niso vezani na točno določeno mesto v prostoru.
- **Mobilnost:** uporaba brezžičnega omrežja omogoča uporabnikom dostopnost informacij s katerega koli mesta znotraj njihove (delovne) organizacije, kar pozitivno vpliva na njihovo storilnost in izvajanje oziroma uporabo storitev. S pojavom javnih brezžičnih omrežij lahko uporabniki do interneta dostopajo tudi zunaj njihovega običajnega delovnega okolja, npr. v knjižnicah, visokošolskih zavodih, šolah, hotelih, trgovskih centrih ..., in ni potrebe po fizični prisotnosti doma ali na delovnem mestu.
- **Storilnost:** z uporabo mobilnih računalniških ali drugih digitalnih naprav je lahko uporabnik ves čas povezan na internet, kar za posel pomeni, da je storilnost zaposlenega lahko višja, kajti svoje naloge lahko opravlja tudi zunaj svojega delovnega mesta.
- **Postavitev:** namestitev elementov brezžičnega omrežja je v primerjavi s postavitvijo klasičnega (ožičenega) omrežja hitra in enostavna, saj ni potrebno nameščati žične povezave do vsake posamezne fizične lokacije za dostop do omrežja.
- **Razširljivost:** vključevanje novih uporabnikov v brezžično omrežje ne zahteva nobene dodatne strojne opreme, vse dokler je uporabnik v dosegu signala. V primeru ožičenih omrežij je potrebno za vsakega novega uporabnika namestiti žično povezavo.
- **Nadgradljivost** (skalabilnost): brezžična lokalna omrežja omogočajo različne postavitve, in sicer glede na specifične zahteve in projekcije. Možne so postavitve s samo eno dostopno točko (domača uporaba) in tudi razvejana omrežja z zahtevno postavitvijo in konfiguracijo mrežne opreme (podjetja). Zaradi modularnosti lahko že obstoječa brezžična omrežja enostavno širimo in nadgrajujemo.
- **Stroški:** cena strojne opreme, potrebne za postavitev brezžičnega omrežja, je le nekoliko višja kot cena opreme za običajno (ožičeno) omrežje, vendar pa je glede na prosto razširljivost uporabe omrežja in prihranke pri namestitvi ter vzdrževanju omrežja, strošek upravičen.

Brezžična omrežja imajo kljub zgoraj navedenim prednostim tudi nekatere slabosti, ki so v prvi vrsti tehnološke narave. Izpostavili bi naslednje:

- **Varnost:** brezžična omrežja delujejo na osnovi radijskih valov, ki pa jih ni mogoče popolnoma omejiti na točno določen prostor. Ob nezaščiteni dostopni točki ali brezžičnem usmerjevalniku je možno v območju signala »prisluškovati« prometu, ki se odvija v omrežju, olajšan pa je tudi vdor v računalnike celotnega omrežja [7]. Zato je pomembno, da poskrbimo za varovanje brezžičnega omrežja in preprečevanje vdorov vanj [13]⁹.
- **Doseg:** tipično omrežje 802.11g s standardno opremo zagotavlja doseg približno 30 metrov, kar za majhne uporabnike večinoma zadošča. Za zagotovitev večjega obsega je potrebno namestiti dodatne dostopne točke ali ponavljalnike, kar poveča stroške omrežja.
- **Zanesljivost:** brezžični omrežni signal je, podobno kot druge oblike radio frekvenčnega prenosa, zelo dovzeten za vplive iz okolja (npr. na fizične ovire ali druge naprave, ki delujejo v istem frekvenčnem območju), zato lahko povezava postane nestabilna. Zaradi tega se uporaba brezžične povezave za pomembne omrežne vire kot so strežniki, odsvetuje.
- **Hitrost:** ožičena omrežja zagotavljajo večje hitrosti prenosa podatkov kot brezžična. Najbolj pogosto uporabljano brezžično omrežje 802.11g omogoča hitrost prenosa do 54 megabitov na sekundo, najbolj pogosto ožičeno omrežje pa 100 megabitov na sekundo, s tem da se čedalje več uporablja omrežje hitrosti 1 gigabit na sekundo, v razvoju pa so že omrežja s hitrostjo 10 gigabitov na sekundo. Vendar pa najnovejše brezžične tehnologije, kot je npr. tehnologija 802.11n, delujejo pri hitrosti prenosa do 600 megabitov na sekundo, kar razliko med brezžično in žično hitrostjo prenosa podatkov močno zmanjšuje.

V zvezi z uporabo Wi-Fi tehnologije se pojavljajo različna stališča glede njenega vpliva na počutje in zdravje ljudi, kajti brezžična komunikacija temelji na radijskih valovih. Tako so npr. iz mnogih šol in knjižnic po svetu brezžična omrežja Wi-Fi umaknili, ker naj bi zaradi elektromagnetnega sevanja škodljivo vplivala na zdravje, in jih nadomestili z ožičenimi omrežji [14]. Na drugi strani se pojavljajo pojasnila, da rezultati raziskav ne potrjujejo tovrstnih domnev, npr.: »Po mnenju strokovnjakov angleške agencije za varovanje zdravja (Health protection agency - HPA) ni znakov, da bi WiFi in WLAN omrežja predstavljala tveganje za zdravje prebivalstva. Oddajna moč naprav je zelo majhna, tipično 100 mW, tako za računalnik kot tudi router ali dostopno točko, zato so tudi sevalne obremenitve majhne. Glede na raziskave, ki so jih v HPA opravili, menijo, da ni razloga proti uporabi WiFi v šolah. Vendar podobno kot ob drugih novih tehnologijah, ki se uvajajo, poudarjajo pomen

⁹ Za varnost poskrbimo z zamenjavo privzetega uporabniškega imena in gesla, z vključitvijo WPA in WEP kodiranja oziroma enkripcije, z zamenjavo privzetega imena brezžičnega omrežja (SSID), filtriranjem MAC naslovov, onemogočanjem oddajanja imena omrežja, izključitvijo avtomatičnega povezovanja naših mobilnih naprav na odprta brezžična omrežja, dodelitvijo statičnega IP naslova napravam ter namestitvijo požarnega zida v usmerjevalnik in dostopno točko. Pomembna je tudi varna in pravilna namestitev dostopne točke ali usmerjevalnika.

previdnosti. Zato je priznani strokovnjak, sir William Stewart, dejal, da bi bilo vzporedno s širjenjem tehnologije smiselno izvesti dodatne študije o vplivih na zdravje.« [15]

3.5 Brezžična lokalna omrežja in knjižnice

Sodobna informacijska in komunikacijska oprema je temeljito spremenila načine študija ter dela v izobraževalni in znanstvenoraziskovalni dejavnosti, slednji se vse hitreje selita v spletno okolje. Spremenjene potrebe uporabnikov in možnosti, ki jih ponujajo nove tehnologije, so korenito spremenile tudi delo knjižnic ter njihovo ponudbo informacijskih virov in storitev. Vedno večji obseg gradiv ponujajo v elektronski obliki in zagotavljajo njihov dostop tudi na daljavo, gradijo digitalne knjižnice, klasično izposojo gradiva nadgrajujejo z izposojo elektronskih knjig, medknjižnično izposojo gradiva zamenjuje elektronsko posredovanje dokumentov, fizični prostori knjižnic pa se spreminjajo v učna središča ter prostor za srečevanja in skupinsko delo. Uporabniki v vse večjem številu pri delu uporabljajo svoje prenosne računalnike in druge mobilne elektronske naprave, v knjižnicah pa pričakujejo udobna in prijetna mesta za delo ter povezljivost do interneta, ki jih fizično ne bo omejevala.

Knjižnice po svetu so ožičena lokalna omrežja za dostop do interneta začele nadomeščati z brezžičnimi že v letih 2002 in 2003. Raziskava ameriškega Združenja znanstvenih knjižnic je pokazala, da je leta 2003 brezžična omrežja uporabljalo 17 % večjih ameriških znanstvenih knjižnic. Po podatkih leta 2004 izvedene raziskave med srednje velikimi ameriški visokošolskimi knjižnicami jih je takrat brezžična omrežja zagotavljalo že 85 %. Kot glavne razloge za uvedbo brezžičnih omrežij so knjižnice navedle: brezžično omrežje omogoča uporabnikom boljši dostop do informacijskih virov in storitev knjižnice; omogoča večjo fleksibilnost; je dokaz, da knjižnica sledi tehnološkemu razvoju. Med tehničnimi težavami, s katerimi se srečujejo, so knjižnice navedle: težave s signalom zaradi arhitektonskih značilnosti zgradb; težave s konfiguracijo omrežja in avtentikacijo (preverjanje istovetnosti) uporabnikov; premajhno število dostopnih točk; pomanjkanje tehničnega znanja pri knjižničarjih, ki zato ne morejo nuditi ustrezne pomoči uporabnikom; nizka hitrost omrežja [16]. Študija, ki so jo izvedli leta 2005 na Državni univerzi Floride [17], pa je pokazala, da je leta 2004 18 % ameriških splošnih knjižnic že imelo brezžični dostop do interneta, podprt s tehnologijo 802.11b ali 802.11g.



Slika 5: Povabilo k uporabi brezžičnega omrežja Libroam v Knjižnici Mirana Jarca Novo mesto [18]

Za slovenske knjižnice natančnejše analize uvajanja brezžičnih omrežij in zagotavljanja njihove dostopnosti uporabnikom za dostop do interneta, nimamo. V okviru nacionalne knjižnične statistike se sicer zbira podatek o številu čitalniških mest, ki omogočajo povezavo do interneta, ne vemo pa, za kakšno vrsto povezave gre. Predvidevamo, da so visokošolski zavodi z uvajanjem brezžične tehnologije za dostop do Eduroama, slednjo zagotovili tudi v prostorih svojih knjižnic, prav tako šole z večjimi šolskimi knjižnicami. NUK je prvo brezžično omrežje (NeoWLAN) vzpostavil leta 2004, skupaj z osmimi splošnimi knjižnicami in IZUM pa leta 2009 pristopil k projektu uvajanja brezžičnih omrežij Eduroam in Libroam, ki ga je podprlo Ministrstvo za visoko šolstvo znanost in tehnologijo¹⁰. Ob podpori zavoda Arnes in omenjenega ministrstva je bilo do danes brezžično omrežje Eduroam/Libroam vzpostavljeno v 22 knjižnicah (Slika 5), ki ne delujejo znotraj javnih visokošolskih ali raziskovalnih ustanov.

4 RAZVOJ IN ZNAČILNOSTI BREŽIČNIH OMREŽIJ EDUROAM IN LIBROAM

4.1 Nastanek in razvoj brezžičnega omrežja Eduroam

Razvoj sodobnih informacijskih in komunikacijskih tehnologij ter računalniške in telekomunikacijske opreme je uporabnikom interneta omogočil različne možnosti priključevanja na računalniško omrežje. Poleg običajne uporabe (ožičenega) lokalnega omrežja ustanove, dostopnega prek modema, se je pojavila možnost brezžične povezave, povezave prek ADSL ali kabelske povezave. Možnost priključitve na internet prek različnih tehnologij je danes vgrajena v vsak osebni računalnik, dlančnik, tablični računalnik, pametni mobilni telefon ipd.

Poleg tega so uporabniki s področja visokega šolstva in znanstvenoraziskovalne dejavnosti vedno bolj mobilni, pristop do interneta in storitev, ki so jih navajeni uporabljati pri svojem delu, želijo imeti na enak način kot v domačem okolju dostopne tudi v drugih ustanovah, doma in v tujini. Tovrstne potrebe je izpolnila ideja brezžičnega pristopa po standardu 802.1X, temelječega na hierarhiji avtentikacijskih strežnikov RADIUS, ki omogočajo overjanje, avtorizacijo in obračunavanje. Omenjeni koncept pristopa je bil razvit pod okriljem evropske federacije akademskih in izobraževalnih omrežij – TERENA (<http://www.terena.org/>) ter dobil naziv Eduroam.

Eduroam iniciativa je nastala leta 2003 v okviru delovne skupine Mobility (TF-Mobility), ki je predstavila možnost združevanja infrastrukture, temelječe na avtentikaciji RADIUS v povezavi z IEEE 802.1X tehnologijo za zagotavljanje gostovanja v brezžičnih omrežjih sorodnih raziskovalnih in izobraževalnih ustanov. Začetni test je bil izveden v petih institucijah iz Nizozemske, Finske, Portugalske, Hrvaške in Velike Britanije. V nadaljevanju so tudi druge raziskovalne in izobraževalne ustanove v Evropi pokazale zanimanje za projekt in se začele pridruževati infrastrukturi Eduroam. Portugalska je bila prva država, ki je vzpostavila Eduroam omrežje in omogočila dostop do njega skoraj v vseh nacionalnih

¹⁰ Danes Ministrstvo za izobraževanje, znanost kulturo in šport.

ustanovah. Projekt vzpostavitve omrežja je bil financiran s strani države, za širjenje brezžičnih Wi-Fi omrežij v začetku leta 2003. Kmalu se je projekt razširil tudi zunaj Evrope. Prva neevropska država, ki je uvedla Eduroam, je bila Avstralija, in sicer v decembru 2004. Eduroam se je razvil v federacijo federacij (konfederacijo), kjer se posamezne federacije upravljajo na nacionalni ravni in se povezujejo regijsko. Trenutno obstajata dve konfederaciji: evropska in azijsko-pacifiška (APAN) [19].



Slika 6: Logotip Eduroam [20]

Sistem Eduroam je z vidika statusa organizacija zvez nacionalnih računalniških mrež (v Sloveniji je to Arnes¹¹), ki zagotavljajo enostaven dostop v brezžično omrežje Eduroam kjer koli v evropski ali azijsko-pacifiški konfederaciji Eduroam. Storitve Eduroam se torej zagotavlja konfederativno, s sodelovanjem nacionalnih federacij (zvez). Nacionalno in mednarodno koordinacijo infrastrukture omrežja izvajajo nacionalni operaterji za gostovanje in centralna Eduroam operativna skupina, financirana s strani projekta GÉANT (GN3) [21]¹². Projekt zagotavlja sredstva za spremljanje storitve in zagotavljanje podpore njenim uporabnikom [19]. Sodelujoče institucije so univerze in druge raziskovalne ter izobraževalne ustanove. Njihovi uporabniki Eduroma lahko omrežje uporabljajo ne le v prostorih svoje ustanove ampak v prostorih katere koli sodelujoče ustanove.

Gostujoči uporabnik (v sodelujoči/priključeni ustanovi) se avtenticira z enakim uporabniškim imenom in geslom kot bi se v svoji domači ustanovi. Omrežje Eduroam zahteva, da sodelujoči strežnik RADIUS podpira domene (*realms*). V primeru, da bi bilo omrežje omejeno samo na eno ustanovo, bi uporabnik potreboval samo uporabniško ime in geslo za avtenticiranje. Ker pa gre za sodelovanje poljubnega števila ustanov, potrebujemo tudi domene (v večini primerov je domena kar DNS domena ustanove, npr. nuk.si). Domena je potrebna zato, da lahko strežnik RADIUS pošlje povpraševanje o veljavnosti uporabniškega imena in gesla gostujočega uporabnika njegovi domači ustanovi. Kadar je uporabnik zunaj države, kjer se nahaja njegova domača ustanova, je za avtenticacijo potreben še vrhovni strežnik RADIUS, ki lahko posreduje zahteve med državami¹³.

¹¹ Podatke o Federaciji izobraževalnih omrežij Eduroam najdemo na spletišču Arnes, na spletnem naslovu: <http://www.eduroam.si/>

¹² GÉANT je evropsko raziskovalno in izobraževalno omrežje, katerega del je tudi omrežje Arnes. Načrtovane nadgradnje opreme naj bi v prihodnosti zagotovile hitrosti prenosa podatkov do 2 terabita na sekundo. Z nadgradnjo omrežja bo tako preko 40 milijonov raziskovalcev, pedagoških delavcev in drugih uporabnikov, med njimi tudi slovenskih, lahko sodelovalo v projektih, ki zahtevajo vedno večje količine prenesenih podatkov. Nadgradnja hrbtenice omrežja, ki se bo začela v drugi polovici leta 2012, bo sprva omogočala hitrosti prenosa podatkov do 500 gigabitov na sekundo, posamezni uporabniki pa bodo svoje podatke lahko prenašali s hitrostmi do kar 100 gigabitov na sekundo. Omrežje sofinancira tudi Evropska komisija.

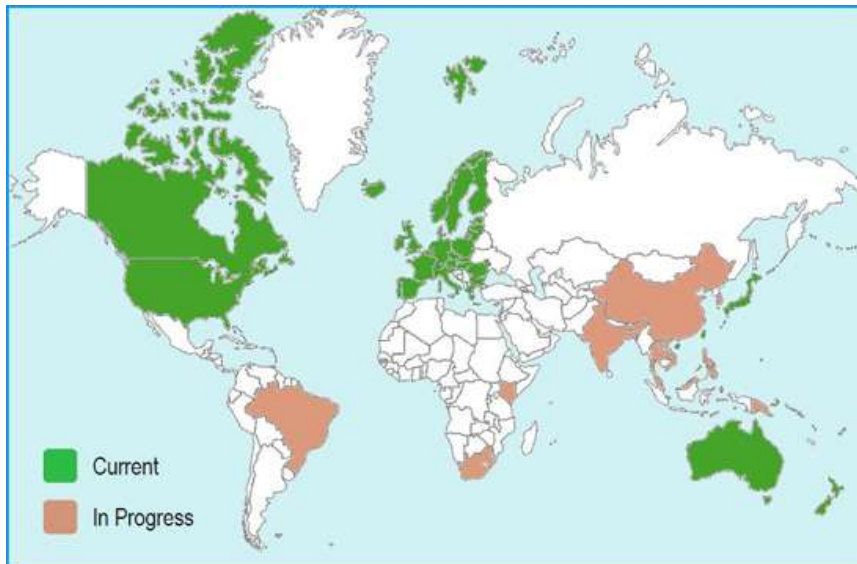
¹³ Podatke o omrežju Eduroam in koristne nasvete o uporabi omrežja najdemo na spletni strani: <http://www.absoluteastronomy.com/topics/Eduroam>

Storitev Eduroam omogoča uporabniku varen in preprost dostop do (brezžičnega) omrežja lastne organizacije in gostovanje v omrežjih drugih institucij, vključenih v sistem Eduroam. Tako lahko npr. uporabnik Fakultete za računalništvo in informatiko iz Ljubljane brezplačno dostopa v zaščiteno omrežje Eduroam v sodelujočih ustanovah v drugih slovenskih krajih ali v katero koli omrežje Eduroam z istim uporabniškim imenom in geslom, kot ga uporablja na svoji fakulteti. Omrežje je zasnovano na način, ki zagotavlja tako sami ustanovi kot gostujočim uporabnikom kar največjo varnost, saj je onemogočeno prisluškovanje in lažno predstavljanje. Skladno s svojo politiko lahko ustanova prek istega sistema overjanja svojim uporabnikom omogoči uporabo tudi drugih omrežnih virov (npr. skupnih aplikacij, baz podatkov, periferne opreme). S tem se zmanjšuje administracija pri dostopu do omrežja in aplikacij ter povečuje mobilnost uporabnikov, kar postaja ključna potreba v mednarodnem raziskovalnem in izobraževalnem prostoru. Ker so omrežja del mednarodnega sistema gostovanja Eduroam, lahko uporabniki iz določene države gostujejo v omrežjih izobraževalnih in raziskovalnih ustanov tudi v tujini.



Slika 7: Število lokacij z dostopom do omrežja Eduroam (25. 8. 2012) [22]

Omrežje Eduroam trenutno na več kot 5000 lokacijah (Slika 7) zagotavlja 54 držav (Slika 8) in sicer: Andora, Armenija, Avstrija, Azerbajdžan, Belorusija, Belgija, Brazilija, Bolgarija, Kanada, Hrvaška, Ciper, Češka republika, Danska, Estonija, Finska, Francija, Nemčija, Grčija, Hong Kong, Madžarska, Islandija, Irska, Izrael, Italija, Japonska, Kenija, Kirgikstan, Latvija, Litva, Luksemburg, Makedonija, Malta, Moldavija, Črna gora, Nizozemska, Nova Zelandija, Norveška, Peru, Poljska, Portugalska, Romunija, Rusija, Srbija, Slovenija, Slovaška, Španija, Švedska, Švica, Kitajska, Tajska, Turčija, Velika Britanija, Združene države Amerike (Slika 8). Zelo dobro predstavljena statistika uporabe in obiskovalcev omrežja je za evropski prostor dostopna na spletni strani <http://monitor.eduroam.org/f-ticks/>, žal podatkov za Slovenijo ne vključuje.



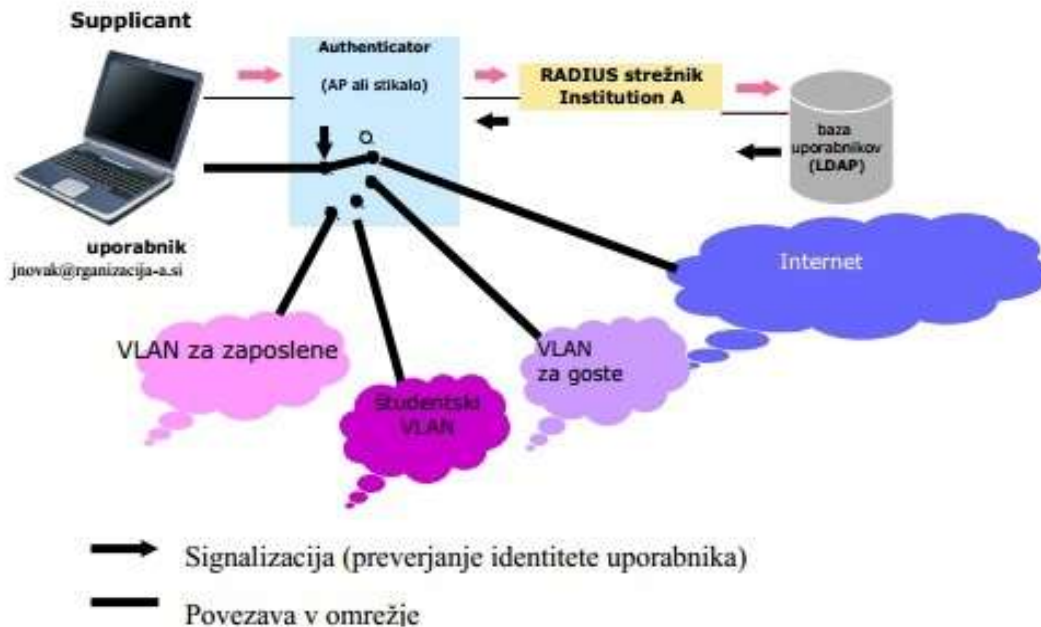
Slika 8: Države članice konfederacije Eduroam (15. 9. 2012) [23]

4.2 Arhitektura in delovanje brezžičnega omrežja Eduroam

V okviru aktivnosti delovne skupine TF-Mobility evropskega združenja akademskih mrež TERENA je potekala tudi raziskava o primernosti različnih arhitektur za zagotavljanje storitve WLAN, in sicer arhitektur WEB-redirect, VPN in 802.1X. Prvi dve arhitekturi sta bili razviti pred leti, ko oprema WLAN še ni omogočala mehanizmov, potrebnih za enostavno preverjanje istovetnosti uporabnikov ter ustrezne stopnje kriptografske zaščite njihovega prometa. Zato arhitekturi zahtevata dodatno opremo, kar posledično prinese kompleksnejše rešitve z omejeno razširljivostjo, obenem pa niso na voljo sodobne tehnične možnosti. V nasprotju z njima pa arhitektura, zasnovana na novejši opremi, ki podpira tehnologijo IEEE802.1X, zagotavlja vso potrebno razširljivost in enostavnost upravljanja. Če k temu dodamo še uporabo najnovejših standardov za zagotavljanje varnosti v omrežjih WLAN – WPA (Wi-Fi Protective Access), dobimo rešitev, ki zagotavlja ustrezen nivo varnosti in je zasnovana na mehanizmih, ki so že na voljo v večini sodobnih izdelkov. Z izbiro ustrezne dostopovne opreme pa je na 802.1X zasnovana rešitev kompatibilna tudi s starejšimi arhitekturami.

Rešitev, zasnovano na tehnologiji 802.1X in WPA, poleg uporabe najnovejših standardov odlikuje tudi uporaba porazdeljenega sistema za preverjanje istovetnosti in avtorizacijo uporabnikov, ki temelji na strežnikih RADIUS. Ti strežniki skrbijo za kontrolo dostopa do oziroma za kontrolo uporabe poljubnih virov (v našem primeru dostopnih točk WLAN), ter beleženje uporabe teh virov. Poskrbeti moramo le še za hrambo podatkov o lokalnih uporabnikih (podatke, potrebne za preverjanje istovetnosti, kot sta na primer uporabniško ime in geslo, podatke, potrebne za avtorizacijo ...) v ustrezni podatkovni bazi, in sicer v imeniku LDAP (Lightweight Directory Access Protocol). Ko se nek uporabnik želi priključiti v omrežje (na dostopno točko ali stikalo), le-ta preveri njegovo identiteto in pravice s strežnikom RADIUS, strežnik RADIUS pa potrebne podatke o uporabniku poišče v imeniku o omrežnih parametrih v svojih nastavitvah. Ta postopek je prikazan na Sliki 9, ki med

drugim vpeljuje tudi 802.1X terminologijo: programska oprema na uporabnikovi napravi, ki omogoča avtentikacijo, se imenuje *Supplicant*, ustrezna programska oprema na napravi, do katere bi radi dostop, pa *Authenticator*. Avtentikator na Sliki 9 omogoča več kot zgolj kontrolo dostopa do omrežja - uporabniku zna tudi dodeliti ustrezeni VLAN (navidezno omrežje). V primeru iz Slike 9 lahko uporabnika umestimo neposredno v ustrezen VLAN organizacije oziroma v VLAN za neposreden dostop do interneta [24].



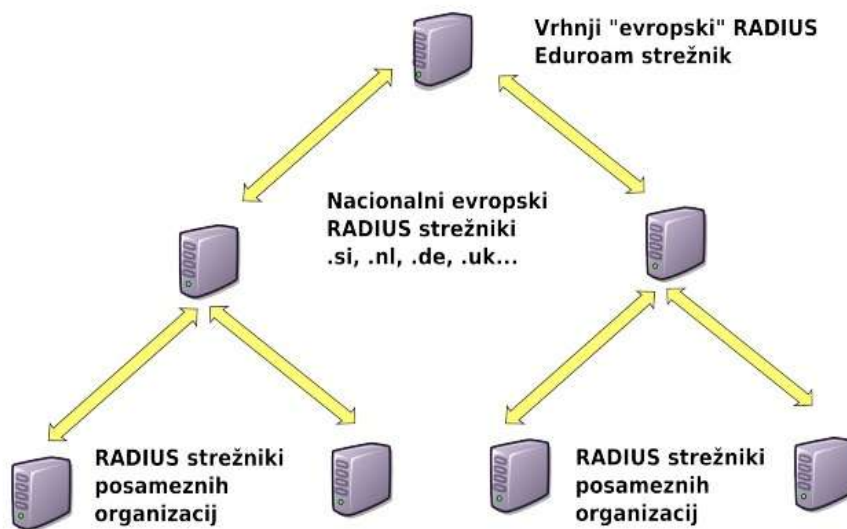
Slika 9: 802.1X - arhitektura kontrole dostopa do omrežja Eduroam [24]

V praksi je zaradi izkoriščenosti naslovnega prostora in enotnosti rešitve uporabnike brezžičnega dostopa priporočeno uvrstiti v skupni VLAN, ki omogoča neposredni dostop do interneta. Iz Slike 9 je razvidno, da lahko imajo različni uporabniki tudi različne privilegije/dostope, lahko npr. samo za dostop do interneta, teoretično bi lahko dobili tudi pravice za tiskanje, dostop do strežnikov znotraj ustanove ipd. VLAN zaključimo na zunanji strani usmerjevalnika oziroma požarnega zidu, ki omrežje organizacije povezuje v internet. Dostop do obstoječih notranjih omrežij organizacije se uredi s pomočjo povezave VPN med prenosnim računalnikom mobilnega uporabnika in koncentratorjem VPN v omrežju organizacije. Na ta način zagotovimo enovit način za dostopanje do internega omrežja organizacije ne glede na to, kje v svetu se uporabnik povezuje v omrežje [24].

»Na videz kritični trenutek je uporabnikova prijava, saj mora takrat vpisati svoje uporabniško ime in geslo. V resnici poteka ta postopek preko hierarhičnega sistema strežnikov RADIUS popolnoma varno. Med uporabnikom in njegovo domačo institucijo se vzpostavi **zaščiten tunel** in uporabnik se prijavi v sistem njegove matične organizacije; pretok podatkov po zaščitenem tunelu je **varen**, saj so povezave kriptirane. Vsa omrežja Eduroam so varovana z mehanizmom za šifriranje WPA2, uporabniki pa svojo istovetnost izkažejo preko posebnega odjemalca. Osebni podatki v nobenem primeru niso dostopni nikomur izven uporabnikove

matične ustanove. Ves postopek preverjanja istovetnosti in upravičenosti do uporabe Eduroam vedno poteka preko posebnih šifrnih mehanizmov neposredno med uporabnikovo napravo in njegovo matično institucijo. Tudi ves kasnejši brezžični promet med uporabnikom in dostopovno točko je šifriran, istovetnost strežnika in uporabnika pa potrjena. Na ta način ni nevarnosti za prisluškovanje ali prestrezanje prometa, prav tako ni strahu pred lažnim predstavljanjem; strežnik se predstavi s certifikatom, geslo in uporabniško ime pa sta poslana v šifrirani obliki samo domačemu strežniku.« [25]

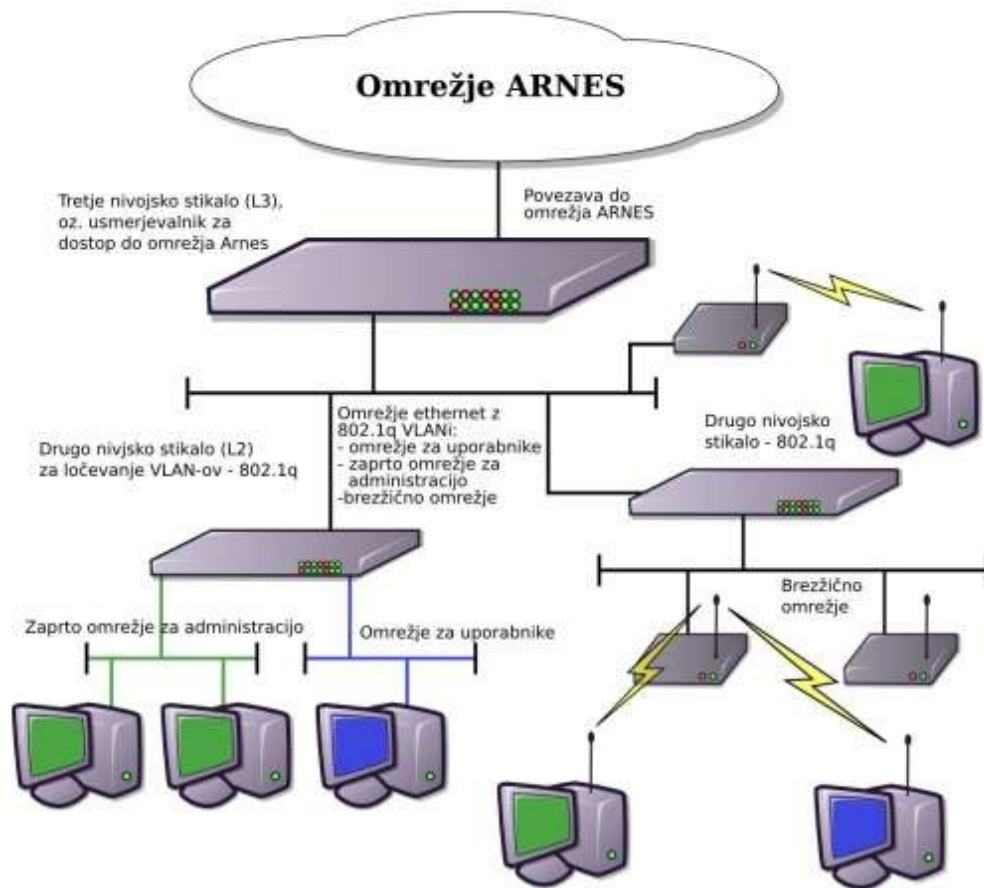
S povezavo strežnikov RADIUS v slovensko in naprej v evropsko hierarhijo (Slika 10) avtomatsko dosežemo možnost gostovanja uporabnikov znotraj evropske izobraževalne oziroma raziskovalne sfere, ne da bi za to potrebovali kakršno koli dodatno opremo oziroma finančna sredstva.



Slika 10: Mednarodna hierarhija strežnikov RADIUS za gostovanje [24]

Za postavitev slovenskega nacionalnega namestniškega (*proxy*) strežnika RADIUS in njegovo povezavo do vrhnjega »evropskega« strežnika RADIUS skrbi zavod Arnes. Organizacija, vključena v sistem Eduroam, mora ob ustrezni vzpostavitvi lastnega strežnika RADIUS, poskrbeti še za njegovo povezavo do nacionalnega strežnika. Poskrbeti mora tudi za vzdrževanje imenika LDAP oziroma dogovorjene sheme podatkov o svojih uporabnikih.

Uporabnikova naprava, s katero se prek omrežja Eduroam povezuje na internet, mora biti opremljena z ustreznim brezžičnim vmesnikom, ki podpira standarda 802.11b in 802.11g ter varnostni protokol WPA-Enterprise ali WPA2-Enterprise. Namestiti si mora tudi ustrezno programsko opremo, tj. odjemalca.



Slika 5: Shema zahtevanega žičnega omrežja

Slika 11: Shema tipičnega lokalnega omrežja za Eduroam [24]

Pogoj za pridobitev/priklop na brezžično omrežje Eduroam je, da se mora lokalno omrežje ustanove zaključiti na ustreznem tretjenivojskem (L3) stikalu s predpisanimi tehničnimi lastnostmi, in mora biti v omrežje Arnes povezano s sinhrono povezavo, ki omogoča hitrost prenosa najmanj 100 megabitov na sekundo. Dostopne točke morajo biti povezane prek dvonivojskega (L2) stikala in zagotavljati predpisane varnostne mehanizme za preprečevanje napadov na DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol)¹⁴, spremljanje dodelitev naslovov IPv4 preko DHCP ter mehanizme za preprečevanje napadov na ARP (Adress Resolution Protocol)¹⁵, tj. *IP DHCP snooping* in *IP arpinspection*, njihove ekvivalentne ali boljše). Mrežna oprema ima v spominu ARP tabele prek katerih usmerja mrežni promet na pravilne mrežne naslove, opravlja preslikave IP v MAC in obratno [26]. Drugonivojska (L2) stikala morajo podpirati vsaj standard 802.1q (Slika 11).

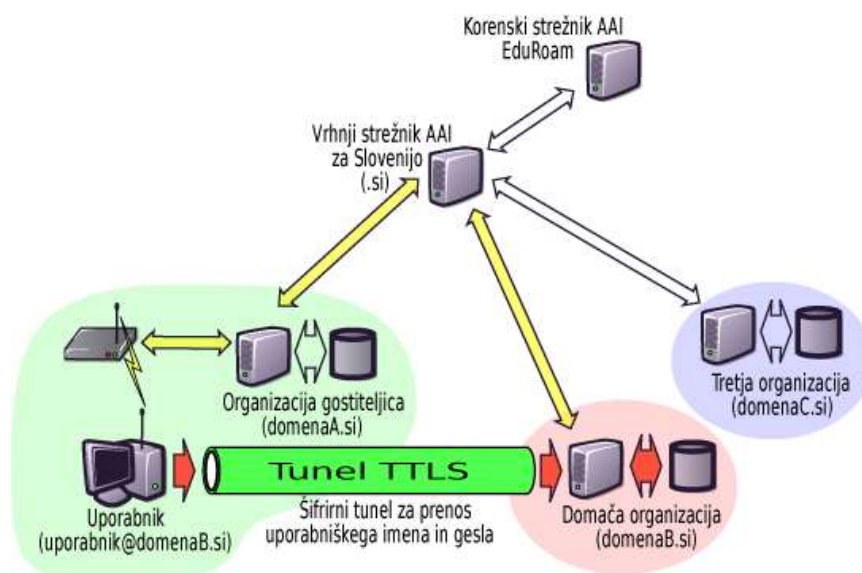
¹⁴ Protokol, ki omogoča dinamično dodeljevanje naslova IP napravi v omrežju IP.

¹⁵ Protokol za pretvorbo naslova IP v fizični naslov, tj. naslov DLC (Data Link Control).

4.3 Varnostni vidiki brezžičnega omrežja Eduroam

Glede varnosti oziroma (ne)varnosti brezžičnih omrežij Strosar [27] navaja, da se slednjih velika večina uporabnikov dejansko ne zaveda, saj so prepričani, da jih varujejo različne oblike varnostnih standardov (WEP/WPA/802.11i) in overovitev (802.1X). Avtor zato opozarja: »Ne bi mogli biti dlje od resnice ... Večina napadov, ki se jih lahko izvede v ožičenem omrežju, deluje tudi v brezžičnem, ne glede na vrsto šifriranja in/ali protokola za preverjanje istovetnosti. Da ne bo pomote, overovitev (authentication) in šifriranje vsekakor služita svojemu namenu in nemalokrat uspešno odženeta večino zunanjih vsiljivcev. Kaj pa prijavljeni uporabniki? Tisti, ki so zakonito ali nezakonito pridobili dostop do omrežnih virov in storitev ... Pred temi sta oba varnostna mehanizma nemočna. Napadalec je namreč že premostil prve obrambne črte. Ti uporabniki lahko z ustreznimi orodji (skoraj) brez težav prestrezajo brezžični promet in tako pridobijo uporabniška imena, gesla in druge zaupne podatke trenutno aktivnih uporabnikov«.

Strosar meni, da je za varnost in zasebnost uporabnikov omrežja Eduroam dobro poskrbljeno in je celotno omrežje zgrajeno z vrhunsko strojno opremo, ki zadovoljuje visoke tehnične zahteve, postavljene s strani organizacije Eduroam. Za preverjanje istovetnosti se uporablja 802.1X protokol EAP-TTLS. Osnovna naloga protokolov 802.1X je, da omogočijo varno preverjanje istovetnosti, sama avtentikacija in avtorizacija pa se izvedeta v strežniku domače organizacije (npr. univerze). Strežniki RADIUS (AAI)¹⁶ skrbijo predvsem za usmerjanje zahtevkov po avtentikaciji in avtorizaciji med gostujočim uporabnikom in domačim strežnikom.



Slika 12: Prikaz prijave gostujočega uporabnika v omrežje Eduroam [28]

Protokoli za preverjanje istovetnosti (EAP-TTLS, EAP-TLS, PEAP ipd.) tečejo še preden se uporabnik dejansko poveže v omrežje (Slika 12). Šele, ko je preverjena njegova istovetnost,

¹⁶ Sistem za enotno overjanje (Authentication and Authorization Infrastructure – AAI).

se odobri povezava na dostopno točko. Odjemalcu se nato dodeli naslov IP prek protokola DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol) in promet lahko steče. Po prijavi v omrežje se promet uporabnika pretaka prek brezžičnega omrežja do dostopne točke po protokolu WPA/WPA2 (oziroma TKIP/AES), med dostopno točko in usmerjevalnikom pa poteka promet prek ožičenega omrežja.

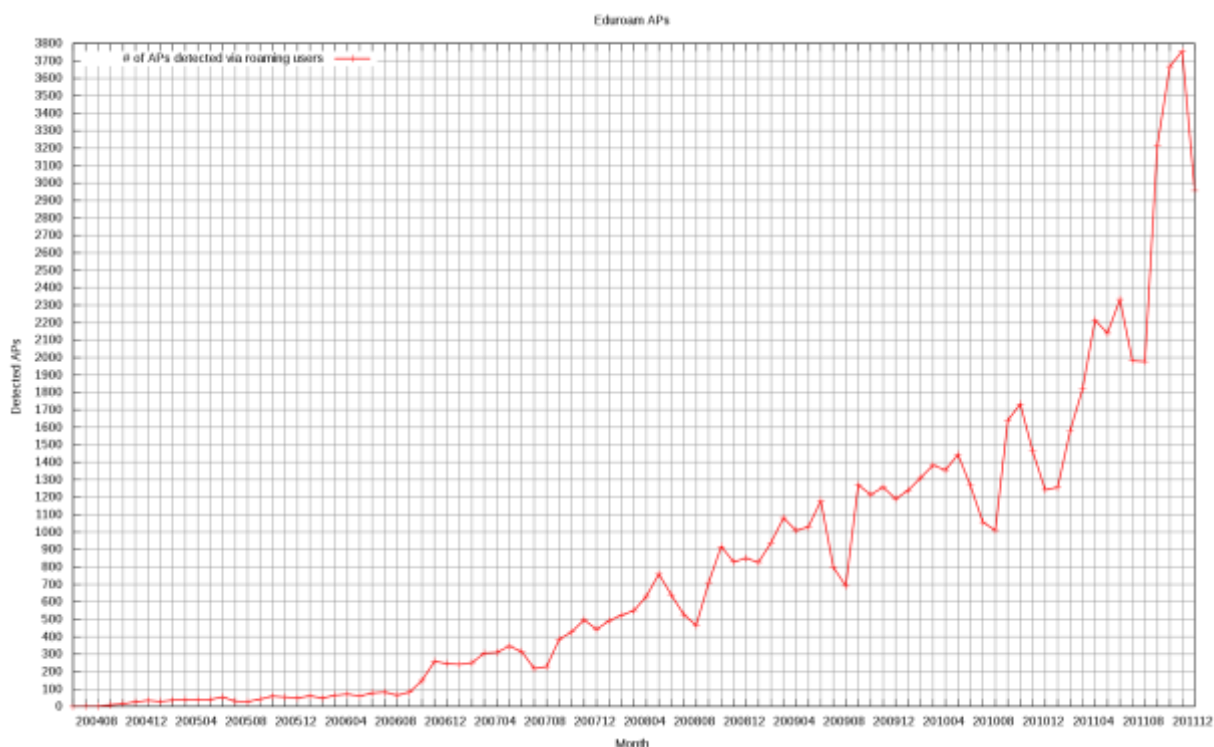
Omrežje Eduroam ima aktivno zaščito pred napadi ARP in drugimi znanimi omrežnimi grožnjami. Interna stikala na ožičenem segmentu imajo namreč omogočene naslednje varnostne parametre CISF (Cisco Integrated Security Features): "*DHCP snooping*", "*dynamic ARP inspection*" in "*port-security*", na samih dostopnih točkah pa uporabljajo filtre, ki preprečujejo napad v obliki sleparskega strežnika DHCP (napadalec v omrežje postavi svoj strežnik DHCP in ga oglašuje v omrežju; ko se računalniki v omrežje/internet priključijo prek njega, lahko napadalec spremlja njihov mrežni promet). Celo najkakovostnejše dostopne točke trenutno še vedno nimajo vgrajenega celotnega spektra CISF varnostnih mehanizmov, ki so sicer značilna za stikala. Uporabo zaščite "port protection" (PSPF) na dostopnih točkah so sicer preizkusili, vendar omenjene zaščite ne uporabljajo, saj za Eduroam ni primerna. Omrežje je po svoji naravi tudi LAN, uporaba PSPF pa bi onemogočila legitimno komunikacijo med uporabniki istega VLAN segmenta ali podomrežja (*subnet*). Zaposleno osebje tako ne bi imelo dostopa do omrežnih tiskalnikov, delovnih postaj, zbirk podatkov ... Za uspešno zaščito vseh uporabnikov mora biti "port protection" namreč omogočen tudi na internih stikalih.

Strosar [27] izpostavlja, da bi bilo zmotno predvidevanje, da so napadi ARP v omrežju Eduroam izvedljivi zgolj zaradi neuporabe mehanizma PSPF ali ker dostopne točke nimajo implementirane zaščite CISF. Njihova interna stikala popolnoma zadostujejo za odkrivanje tovrstnih napadov. Sporočijo namreč vse poizkuse »zastrupljanja« s paketi ARP, strežnik RADIUS/sistem 802.1X pa zabeleži napadalčev naslov MAC in pripadajoče uporabniško ime (eduroam NetID). Skrbnik omrežja nato prijavi poizkus napada domači organizaciji uporabnika, slednja pa mora v skladu s pravili sistema/omrežij Eduroam uporabnika ustrezno sankcionirati. Pri Eduroam so izvedli tudi varnostno testiranje (pen-test) omrežja, v sklopu katerega so simulirali tudi notranji napad. Kot možni način izolacije uporabnikov pa so pri Arnesu preizkusili tudi uporabo tunela IPSec oziroma povezav VPN (Virtual Private Network), vendar se je, kljub precejšnji varnosti sistema, izkazalo, da ni razširljiv, je precej potraten in drag ter ga je težko upravljati.

4.4 Uvajanje in uporaba brezžičnega omrežja Eduroam v Sloveniji

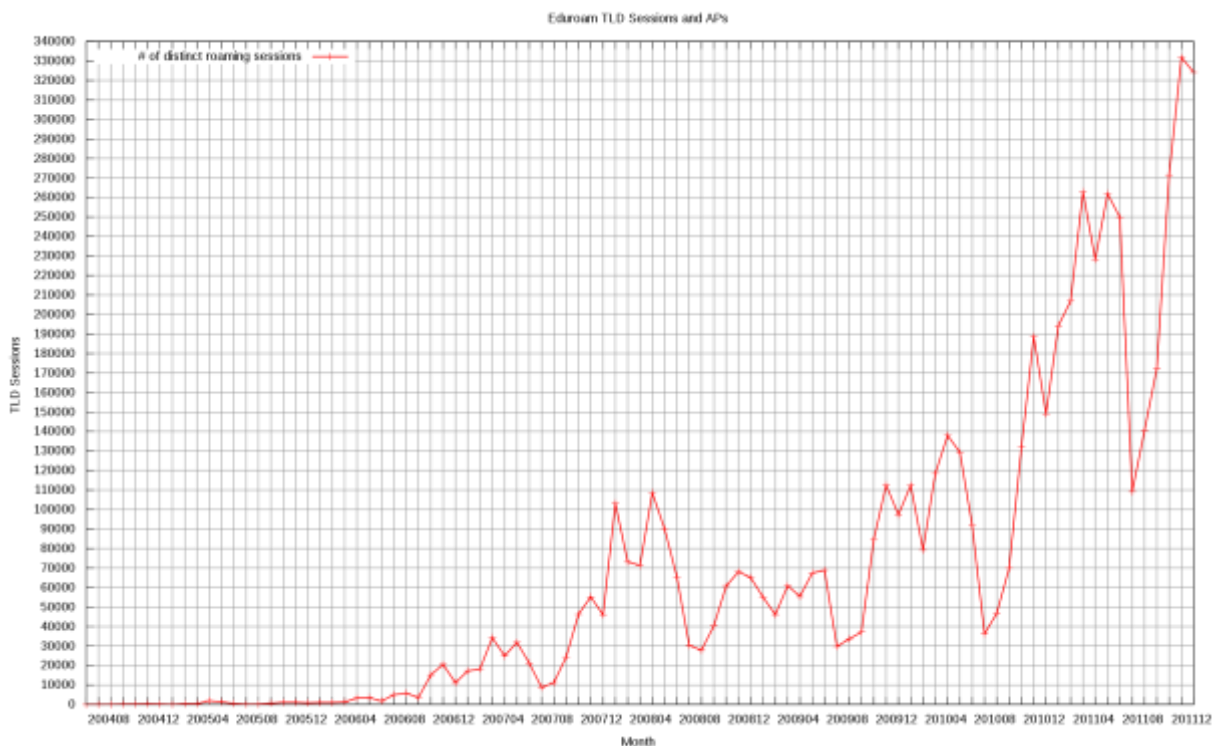
Kot navaja Šoštarčič [25], so bile prve pilotske postavitve brezžičnega omrežja Eduroam v Sloveniji izvedene leta 2004, in sicer na petih fakultetah treh univerz in v enem srednješolskem centru. Ker slovenske univerze takrat same še niso imele strežnikov RADIUS, so se lokalni imeniki LDAP neposredno povezovali z glavnim slovenskim strežnikom RADIUS na Arnesu. Leta 2006 se je projekt nadaljeval pod okriljem Ministrstva za visoko šolstvo, znanost in tehnologijo, cilj projekta je bil vzpostavitev sistema Eduroam na vseh treh javnih univerzah (Univerza v Ljubljani, Univerza v Mariboru in Univerza na Primorskem).

Univerze so dobile centralne strežnike RADIUS in ostale strežnike, brezžična omrežja Eduroam so bila vzpostavljena na 19 novih lokacijah. V letu 2007 je ministrstvo sofinanciralo izgradnjo omrežij še na nadaljnjih 24 lokacijah, tako da so bile pokrite vse članice univerz. Skupaj z drugimi ustanovami, ki so z lastnimi sredstvi ali ob pomoči ministrstva poskrbele za vključitev v sistem Eduroam, je bilo ob koncu leta 2008 vzpostavljenih že več kot 60 lokacij v desetih slovenskih krajih. V letu 2009 je omenjeno ministrstvo pomagalo razširiti sistem Eduroam še na javne raziskovalne zavode in knjižnice. Na podlagi javnega razpisa so bila dodeljena potrebna finančna sredstva osmim raziskovalnim zavodom in devetim knjižnicam, s čimer se je število ustanov z vzpostavljenimi brezžičnimi lokalnimi omrežji, povezanimi v Eduroam, povečalo na 81. Ministrstvo je projekt nadaljevalo tudi v naslednjih letih.



Slika 13: Število dostopov (različnih uporabnikov) v celotnem omrežju Eduroam v Sloveniji po mesecih (Vir: Arnes, 7. 9. 2012)

Trenutno je uporabnikom omrežja Eduroam v Sloveniji omogočeno gostovanje na 134 različnih lokacijah po državi [29]. Število uporabnikov omrežja je po podatkih Arnesa v obdobju od leta 2004 do konca leta 2011 vidno naraščalo, še zlasti v drugi polovici leta 2011, ko ga je mesečno uporabljalo skoraj 3800 (različnih) uporabnikov, ki so vzpostavili prek 330.000 povezav/sej (Slika 13 in Slika 14).



Slika 14: Število vzpostavljenih sej v celotnem omrežju Eduroam v Sloveniji po mesecih (Vir: Arnes, 7. 9. 2012)

Za uporabnike, ki Eduroam že uporabljajo v svojih visokošolskih zavodih, šolah in knjižnicah, je dobrodošel načrtovani projekt gradnje ljubljanskega brezžičnega omrežja (Wi-Fi Ljubljana), ki bo omogočalo dostop do interneta tudi uporabnikom omrežja Eduroam [30]. Pogodba o izvedbi projekta v okviru javno-zasebnega partnerstva med Mestno občino Ljubljana, Telekomom in podjetjem NIL je bila podpisana aprila 2012. V testni fazi je bilo v centru Ljubljane postavljenih 25 testnih Wi-Fi točk. Mestno občino Ljubljano bo po dokončanju projekta Wi-Fi Ljubljana pokrivalo okoli 1360 brezžičnih točk, ki bodo z brezžičnim signalom pokrivalo 90 % območja širšega centra Ljubljane, 80 % naseljenega območja do obvoznice ter 35 % preostalega naselja območja do meja MOL. Omrežje Wi-Fi Ljubljana (SSID ime je še neznano) bo delovalo na opremi Cisco in po standardu IEEE 802.11n, kar pomeni, da bo omogočena teoretična hitrost do 120 megabitov na sekundo. Brezžično internetno omrežje v Ljubljani bo začelo delovati oktobra 2012 v strogem centru Ljubljane. V sklopu projekta bo na pobudo Arnesa in uporabnikov dograjeno tudi omrežje Eduroam, s čimer bo Ljubljana postala prijaznejša tako za domače kot tuje pedagoške delavce, raziskovalce in študente.

4.5 Brezžični omrežji Eduroam in Libroam v slovenskih knjižnicah

Tudi slovenske knjižnice so že ali še bodo postale del slovenske in evropske Eduroam infrastrukture. V njih se vzpostavlja tudi vzporedna infrastruktura za brezžični dostop do interneta, tj. Libroam, ki je namenjen izključno članom knjižnic. Libroam ni vključen v Eduroam nacionalno in mednarodno hierarhijo, vendar pa za delovanje uporablja enake tehnične rešitve. Projekt vzpostavljanja brezžičnih omrežij Eduroam in Libroam v slovenskih

knjižnicah se je začel leta 2009, finančno ga je podprlo takratno Ministrstvo za visoko šolstvo, znanost in tehnologijo¹⁷, kot partnerji v projektu pa sodelujejo Arnes, IZUM in knjižnice [31, 32].

Za javne ustanove, kot so knjižnice, je zaradi zagotavljanja primerne varnosti in pregleda nad delovanjem omrežja bolj kot odprto brezžično omrežje z dostopom brez gesla ali z geslom, ki je enako za vse uporabnike, primernejša rešitev brezžično omrežje z omrežnim protokolom RADIUS, ki omogoča, da ima vsak uporabnik lastno uporabniško ime in geslo, ki je shranjeno na strežniku RADIUS. Tak način brezžične povezave sta tudi Eduroam in Libroam [33]. Vrhnji nacionalni strežnik RADIUS za Eduroam v knjižnicah je na Arnesu, vrhnji nacionalni strežnik RADIUS za Libroam pa v IZUM, tj. v organizaciji, ki izvaja dejavnost knjižničnega informacijskega sistema za izmenjavo podatkov v nacionalnem vzajemnem bibliografskem sistemu. Imeniški sistem LDAP za avtentikacijo uporabnikov knjižnic temelji na že obstoječem v sistemu COBISS, ki ga vodi in upravlja IZUM. Taka rešitev knjižnicam odpravlja delo z vodenjem dodatnih uporabniških evidenc. Vzpostavitev Eduroam in Libroam omrežij v slovenskih knjižnicah njihovim uporabnikom omogoča uporabo brezžičnih omrežij v vseh vključenih knjižnicah, pri tem pa se jim ni treba posebej prijavljati pri osebu v knjižnicah. Avtomatsko avtenticanje prek avtentikacijske infrastrukture za prijave (AAI) tako zmanjša obseg dela knjižničarjev in olajša uporabo interneta knjižnicah.

Knjižnice so sicer polnopravni člani sistema Eduroam, vendar nimajo aktivne funkcije – v njihovih javno dostopnih prostorih je možna uporaba sistema Eduroam za vse uporabnike, ki so v svoji matični ustanovi dobili pravico uporabe Eduroama, sami pa svojih uporabnikov (z izjemo zaposlenega strokovnega osebja) ne smejo avtentificirati za uporabo omrežja [25]. Pogoj za uporabo brezžičnega omrežja Eduroam v knjižnici je, da je uporabnik član neke organizacije, ki je vključena v sistem Eduroam in da v svoji organizaciji pridobi uporabniško ime in geslo. Vsi uporabniki, ki jim je geslo podelila matična ustanova, lahko uporabljajo brezžično omrežje v knjižnicah brez posebne prijave na povsem enak način kot v matični ustanovi. Eduroam je zaščiteno omrežje, kar pomeni, da sta tako postopek prijave v omrežje, kot tudi ves ostali promet šifrirana in preverjena s certifikati. Za dostop do tako zaščenega omrežja mora uporabnik knjižnice pred uporabo namestiti poseben odjemalec, njegova brezžična mrežna kartica pa mora podpirati varnostni protokol WPA in šifriranje TKIP (to najlažje zagotovi s posodobitvijo gonilnikov za kartico). Uporabniki morajo spoštovati veljavno zakonodajo, pravila uporabe akademskega omrežja Arnes, pravila svoje matične ustanove ter pravila in pogoje uporabe interneta in elektronskih virov določene knjižnice.

Ker je Eduroam namenjen relativno zaprti ciljni uporabniški skupini in so pravila, ki določajo pravico vstopa v sistem, določena z mednarodnimi dogovori organizacij, sodelujočih v zvezi TERENA, knjižnice svojih članov ne morejo vpisati v Eduroamove sheme in le-ti v primeru, da v svoji matični ustanovi ne morejo ali niso pridobili uporabniškega imena in gesla, nimajo

¹⁷ Knjižnice lahko dobijo finančno podporo s kandidiranjem na javnem razpisu ministrstva (»Javni razpis za sofinanciranje vzpostavitve brezžičnih omrežij Eduroam v knjižničnih okoljih in javnih raziskovalnih zavodih«).

možnosti povezave v internet niti v primeru ko je v knjižnici omrežje sicer dostopno (npr. v prostorih visokošolskih knjižnic). Zato se je v okviru Direktorata za informacijsko družbo pri nekdanjem Ministrstvu za visoko šolstvo znanost in tehnologijo porodila ideja o vzpostavitvi sorodnega sistema, ki bi povezoval slovenske knjižnice in v katerem bi imeli njihovi člani podobne možnosti gostovanja, kot to velja za uporabnike omrežja Eduroam. Po analogiji na Eduroam so sistem poimenovali Libroam [25]. Ker bi splošne knjižnice težko same vzdrževale podatkovne baze o svojih uporabnikih omrežja, je vloga »osrednjega« strežnika RADIUS za knjižnice poverjena skrbniku knjižničnega sistema COBISS, tj. IZUM, NUK ob pomoči zunanjega izvajalca upravlja strežnik sam, za Univerzitetno knjižnico Maribor (dalje v besedilu UKM) pa Univerza v Mariboru.



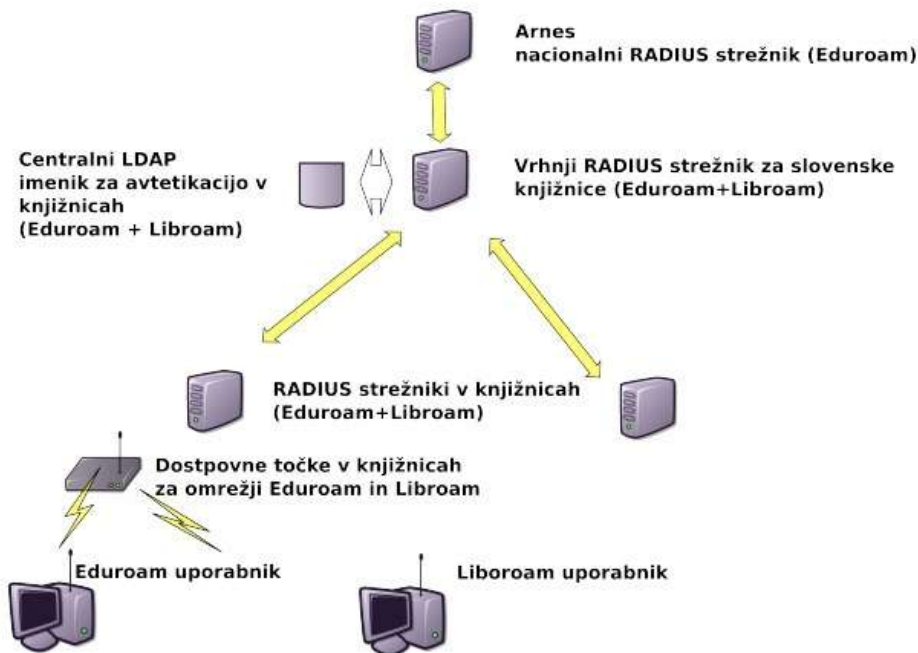
Slika 15: Logotip Libroam [34]

Libroam¹⁸ je brezžično omrežje za dostop do interneta, do katerega lahko prek mobilnih naprav (prenosni računalniki, dlančniki, pametni mobilni telefoni ipd.) v določeni knjižnici dostopajo vsi njeni člani in člani drugih knjižnic, ki so vključene v projekt Libroam. Vsaka knjižnica upravlja svoje brezžično omrežje in dodeljuje uporabniške račune svojim članom. Uporabniško ime ima obliko: *NUK.nnnnnn@libroam.si*, kjer je NUK singla knjižnice, na mestu nnnnnn je številka članske izkaznice uporabnika, kot geslo pa služi geslo, ki ga sicer član knjižnice uporablja v spletnem servisu COBISS – Moja knjižnica. Uporabnik mora na svojo mobilno napravo namestiti odjemalec, ki mu omogoča močno varovano povezavo v omrežje.

V omrežje Libroam se lahko priključijo vse slovenske knjižnice, članice sistema COBISS, in sicer po naslednjem postopku [35]:

1. Knjižnica pošlje prek elektronske pošte zahtevo za vključitev v omrežje v IZUM;
2. V svojih prostorih vzpostavi brezžično omrežje v skladu s tehničnimi določili za omrežje Libroam in/ali Eduroam.si;
3. Komisija za pregled in prevzem omrežja, ki jo sestavljajo strokovnjaki iz IZUM in Arnes, preveri in ugotovi tehnično ustreznost omrežja;
4. Knjižnica podpiše pristopno izjavo za članstvo v sistemu gostovanja Libroam.
5. IZUM v sodelovanju z Arnes in tehničnim osebjem knjižnice (ali njihovim zunanjim izvajalcem) opravi vključitev v sistem gostovanja Libroam.

¹⁸ Izraz se uporablja tudi za poimenovanje knjižnične federacije brezžičnih sistemov, ki temelji na tehnologiji omrežij Eduroam.



Slika 16: Hierarhična shema za Eduroam/Libroam v slovenskih knjižnicah [24]

Omrežje lahko uporabljajo vse slovenske knjižnice z vzpostavljeno infrastrukturo, ki ustreza tehničnim določilom Arnesa, veljavnim za brezžično omrežje Eduroam nasploh. Hierarhična shema sistema (Slika 16) je sledeča [35]:

1. **Vrhnja organizacija Libroam.** IZUM kot vrhovni skrbnik v infrastrukturi omrežja Libroam vzdržuje vrhnji strežnik RADIUS (TLS) in imenik LDAP z vsemi uporabniškimi računi ter predpisuje pravila.
2. **Matična knjižnica Libroam.** Knjižnica, ki oglašuje brezžično omrežje Libroam, svojim članom dodeljuje uporabniške račune za omrežje Libroam in zanje tudi jamči. Pri oglaševanju mora upoštevati slovensko prakso oglaševanja (nalepke, spletna stran itd.).
3. **Lokalni skrbnik Libroam.** Pooblaščen osebja v knjižnici, ki je zadolžena za vzdrževanje infrastrukture Libroam in ki pomaga članom knjižnice pri uporabi omrežja Libroam. Po potrebi prosi za pomoč IZUM.
4. **Uporabniški račun Libroam.** Uporabnik ima preko svojega uporabniškega računa dostop do celotnega sistema Libroam in lahko gostuje v vseh slovenskih knjižnicah, ki oglašujejo omrežje Libroam. Vse morebitne težave rešuje uporabnik v svoji matični knjižnici.
5. **Uporabniški računi za zaposlene v knjižnici.** Zaposleni v knjižnici so upravičeni do uporabniškega računa Eduroam, ki jim ga dodeli IZUM. Za to poskrbi lokalni skrbnik za Libroam skupaj s prosilcem (zaposlenim) na način, ki ga predpisuje Arnes.

Uporabniki (člani) slovenskih knjižnic, ki nimajo možnosti uporabe omrežja Eduroam, se torej lahko povežejo na vseslovensko brezžično knjižnično omrežje Libroam, ki je trenutno dostopno v 22 knjižnicah (Slika 17). NUK uporabnikom zagotavlja poleg omrežij Eduroam in Libroam tudi brezžično omrežje NeoWLAN, UKM pa brezžično omrežje WiGuestUKM, namenjeno uporabnikom, ki ne morejo dostopati do omrežij Eduroam/Libroam. Za dostop do interneta prek omrežja WiGuestUKM lahko v knjižnici pridobijo uporabniško ime in geslo, ki je veljavno 24 ur.



Slika 17: Libroam – pokritost omrežja [36]

Kot je razvidno iz Preglednice 1, je med splošnimi knjižnicami v letu 2011 beležila največje število prijav v omrežje Libroam Mestna knjižnica Ljubljana.

št.	knjižnica	število prijav
1.	Osrednja knjižnica Celje	15.629
2.	Knjižnica Domžale (21.10.2011)*	402
3.	Osrednja knjiž. S.Vilharja - Biblioteca Centr., Koper	8.184
4.	Valvasorjeva knjižnica, Krško	95
5.	Knjižnica Lenart (18.10.2011)*	103
6.	Knjižnica Lendava - Konyvtar Lendva (22.9.2011)*	882
7.	Mestna knjižnica Ljubljana	94.637
8.	Narodna in univerzitetna knjižnica, Ljubljana	**
9.	Mariborska knjižnica	4.393
10.	Univerzitetna knjižnica Maribor	ni podatka
11.	Pokrajinska in študijska knjižnica, Murska Sobota	10.609
12.	Goriška knjižnica Franceta Bevka, Nova Gorica (18.10.2011)*	823
13.	Knjižnica Mirana Jarca Novo mesto (4.10.2011)*	991
14.	Knjižnica Ivana Potrča, Ptuj	3.578
15.	Koroška osrednja knjižnica dr. F. Sušnika, Ravne na Koroškem (13.1.2012)*	-
16.	Kosovelova knjižnica, Sežana (13.9.2011)*	608
17.	Knjižnica Josipa Vošnjaka, Slovenska Bistrica	273
18.	Knjižnica Šentjur (7.9.2011)*	74
19.	Knjižnica Ivana Tavčarja Škofja Loka (16.12.2011)*	6

20. Knjižnica Cirila Kosmača, Tolmin (26.5.2011)*	83
21. Knjižnica Toneta Seliškarja Trbovlje (29.9.2011)*	ni podatka
22. Knjižnica Velenje (2.6.2011)*	686

* Knjižnica se je v omrežje vključila v letu 2011 oziroma 2012.

** Podatki so predstavljeni v poglavju 5.5.

Preglednica 1: Število prijav na brezžično omrežje Libroam v slovenskih knjižnicah v letu 2011
(Vir: IZUM, 7. 9. 2012)

5 VZPOSTAVITEV IN DELOVANJE BREŽŽIČNIH OMREŽIJ EDUROAM IN LIBROAM V NARODNI IN UNIVERZITETNI KNJIŽNICI

5.1 Vzpostavitev prvega brezžičnega omrežja v knjižnici

Kot prvo je NUK leta 2004 vzpostavil brezžično omrežje NeoWLAN (Wi-Fi), ki uporabnikom prenosnih računalnikov in dlančnikov omogoča brezžično povezavo do javnega interneta. Ob uvedbi je bilo omrežje NeoWLAN komercialno naravnano, dostop se je obračunaval v minutnem intervalu. Možnost uporabe so imeli Siolovi naročniki, Mobitelovi naročniki prek GSM ter ostali uporabniki z nakupom vrednostnih kartic. Zaradi posluha Telekomovega vodstva do akademskih ustanov je sedaj uporaba NeoWLAN za obiskovalce NUK brezplačna, NUK pa plačuje le simbolično vsoto za najem in vzdrževanje omrežja. Omrežje NeoWLAN deluje v skladu s standardom IEEE 802.11b in omogoča preprost dostop do interneta in e-pošte s hitrostmi do 11 megabitov na sekundo (SSID=neo).

Področje pokritosti s signalom obsega prostore Velike čitalnice, časopisne čitalnice, Informacijskega središča, Kavarne NUK in Plečnikovega hodnika ter prostor za skupinsko delo in Informacijski center za bibliotekarstvo. Ker je trenutno v NUK samo ena dostopna točka NeoWLAN, ki se nahaja v kavarni NUK, knjižnica načrtuje namestitev štirih dodatnih dostopnih točk, ki bi zagotavljale večjo pokritost prostorov knjižnice s signalom in uporabnikom omogočile hitrejšo uporabo brezplačnega interneta. Območje signala je na lokacijah ustrezno označeno, doseg in moč signala pa sta odvisna od prostorskih značilnosti knjižnične zgradbe. Ob zagonu internetni brkljalnik samodejno poišče slovensko brezžično javno omrežje NeoWLAN in na zaslonu se uporabniku prikaže vstopna stran. Sistem prepoznavanja zagotavlja preprost dostop in avtentikacijo.

5.2 Projekt vzpostavitve brezžičnih omrežij Eduroam in Libroam

Ker NUK šteje knjižnični uporabniški prostor kot neodtujljiv sestavni del celotnega izobraževalnega in raziskovalnega okolja, ter je tudi sam kot univerzitetna in znanstvena knjižnica neposredno vpet v visokošolsko in raziskovalno okolje, se je leta 2009 odločil za sodelovanje v projektu vključitve v sistem Eduroam in vzpostavitve omrežja Libroam. V NUK je projekt Eduroam/Libroam vodil mag. Aljoša Nikl, takratni svetovalec za področje informatike. Žal je arhivirana projektna dokumentacija zelo skromna in obsega le nekaj strani s splošnimi podatki o projektu, nosilec projekta pa je delovno organizacijo že zapustil. Zato, kljub našim drugačnim načrtom in prizadevanjem, podrobnejših podatkov o poteku projekta nismo uspeli pridobiti.

Z izvedbo projekta je knjižnica želela uporabnikom omogočiti **mobilitet** (dostop do interneta in internetnih virov ne bo več odvisen od fiksne lokacije uporabnika v prostorih knjižnice), zagotavljati **varnost** (s primerno tehnološko zasnovo naj bi bilo delo na internetu varno, hkrati pa se bodo v omrežje lahko povezovali le tisti, ki so upravičeni do njegove uporabe), **odprtost in nadgradljivost** programske podpore (programska oprema, ki temelji na odprti kodi, omogoča predvsem prosto možnost sprememb ter nadgradenj in je zasnovana tako, da se lahko posamezni deli uporabijo za različne rešitve, npr. varnostne, tudi na drugih tipih omrežij, ne le brezžičnih) in **racionalnost poslovanja** (za postavitve slovenskega nacionalnega namestniškega strežnika RADIUS in njegovo povezavo do vrhnjega strežnika skrbi Arnes, NUK je odgovoren zgolj za povezavo svojega strežnika RADIUS do nacionalnega strežnika).

Izhodišče projekta je bila ugotovitev, da za uspešno ponudbo storitve dostopa do omrežja prek radijskih valov s tehnologijo WLAN (IEEE802.11) potrebujemo rešitev, ki bo zadostila nekaterim osnovnim zahtevam (navedenim tudi v dosedanjih javnih razpisih za pridobitev projektnih sredstev [24]):

- Uporabnikom mora na čim enostavnejši način nuditi kar največjo uporabnost na čim več različnih platformah.
- Omogočati mora enostavno upravljanje, razširljivost in uvajanje novih tehnologij, zahtevati mora čim manj administriranja.
- Zagotavljati mora varnost tako uporabnikom kot tudi vsem, ki bodo sodelovali pri zagotavljanju storitve:
 - ✓ Rešitev mora preprečiti uporabo storitve neavtoriziranim uporabnikom, še posebej, ker pri uporabi brezžične tehnologije potencialni uporabniki ne potrebujejo fizičnega dostopa do priključne točke v omrežje. Običajno fizično varovanje (npr. zaklepanje prostorov) torej ni dovolj. Zato moramo poskrbeti za uporabo mehanizmov, ki uporabnikov ne bodo spustili na omrežje WLAN brez njihove uspešne avtentikacije in avtorizacije.
 - ✓ Ker se da radijskim valovom zelo enostavno prisluškovati, moramo poskrbeti tudi za ustrezno kriptografsko zaščito prometa.
 - ✓ Rešitev ne sme uporabnikom onemogočati uporabe dodatnih varnostnih mehanizmov, ko so npr. IPSec ali VPN (kar izključuje uporabo tehnologij, kot je NAT).
 - ✓ Zagotovljeno mora biti beleženje dogodkov in s tem omogočeno sledenje morebitnim zlorabam.
- Zasnovana mora biti na odprtih standardih in po možnosti na odprti kodi.
- Čeprav se trenutno uporablja skoraj izključno IPv4, je potrebno povsod, kjer je le mogoče, poskrbeti za možnost vpeljave IPv6.
- Zaželeno je, da se lahko izbrane metode oziroma mehanizmi kontrole dostopa do omrežja uporabijo tudi za dostop do omrežja preko običajnih, ožičenih omrežij LAN, oziroma celo za dostop do drugih virov, kot so računalniki (tako da ne bo treba v vsakem računalniku voditi spiskov uporabnikov in njihovih gesel), videokonferenčni

strežniki ter različne aplikacije in storitve, kot so knjižnični informacijski sistemi, online baze podatkov, spletni portali in podobno.

- Zaradi vpetosti v slovenski in evropski izobraževalni in raziskovalni prostor mora biti rešitev kompatibilna z rešitvami, ki se uveljavljajo v tem prostoru, kajti le tako bodo naši uporabniki brez dodatne opreme lahko uporabljali storitev gostovanja tudi drugod in obratno.

Delo na projektu je potekalo od 17. 8. 2009 do 31. 5. 2010, in sicer v naslednjih korakih:

1. Izvedeno je bilo javno naročilo za nakup potrebne opreme (dostopne točke, AAI strežnik, mrežna oprema – stikalo).
2. Da bi zagotovili enake kakovosti Wi-Fi signala in pasovne širine po vseh javno dostopnih prostorih knjižnice, so bile najprej izvedene ustrezne meritve, na osnovi katerih so bile nato določena optimalna mesta za postavitev dostopnih točk.
3. Na osnovi rezultatov meritev je bilo izvedeno ožičenje tipa UTP in njegova povezava v osrednje komunikacijsko središče. Prav tako je bila izvedena fizična namestitev dostopnih točk in mrežne opreme.
4. Izvedene so bile potrebne nastavitve dostopnih točk in mrežne opreme.
5. Izvedena je bila fizična postavitev strežnika v strežniško omaro ter namestitev operacijskega sistema CentOS.
6. Izvedena je bila namestitev in nastavitve RADIUS namestniškega servisa za brezžično omrežje Eduroam in Libroam z integracijo v mrežno topologijo NUK.
7. Zaposleni v sektorju storitev za uporabnike so bili seznanjeni z novo ponudbo knjižnice ter informacijami o dostopu in uporabi brezžičnih omrežij za uporabnike knjižnice. Pripravljena so bila pisna in spletna obvestila (Slika 18) ter ustrezna navodila za uporabnike.

sreda, 9.6.2010

BREŽIČNI DOSTOP DO SPLETA PREKO OMREŽJA EDUROAM/LIBROAM

V sodelovanju z Ministrstvom za visoko šolstvo, znanost in tehnologijo in Arnesom smo v NUK s pomočjo omrežja Eduroam/Libroam z brezžičnim signalom pokrili vse uporabniške prostore.

Eduroam je brezžično omrežje, ki je razširjeno po vsej Evropi. Uporabniku omogoča **dostop do brezžičnega omrežja matične organizacije in gostovanje v Eduroam omrežjih na drugih ustanovah.**

Eduroam je že razširjen po slovenskih univerzah, z začetkom projekta Libroam, ki ga vodita **Ministrstvo za visoko šolstvo, znanost in tehnologijo** in **Arnes** pa se bo to omrežje v malce spremenjeni različici razširilo še po slovenskih splošnih knjižnicah. Uporabniki, ki so člani organizacije, ki je priključena v projekt Eduroam, lahko v knjižnici uporabljajo omrežje Eduroam, čeprav niso člani knjižnice.

Libroam je prav tako kot Eduroam omrežje, ki omogoča uporabniku, ki je član matične organizacije (v našem primeru naše knjižnice), da s svojim prenosnim računalnikom gostuje v drugih knjižnicah in uporablja dostop do brezžičnega omrežja. Za dostop do brezžičnega omrežja mora uporabnik izpolnjevati nekaj pogojev: biti mora član knjižnice; brez dolgov; ni kršil pravil, ki veljajo v omrežju Eduroam.

Slika 18: Obvestilo o vzpostavitvi brezžičnega omrežja Eduroam/Libroam na spletni strani NUK

Uporabniki lahko v NUK do brezžičnih omrežij Eduroam in Libroam dostopajo iz različnih naprav. Najpogosteje so za dostopanje uporabljeni prenosniki, sledijo mobilni telefoni, opazamo tudi trend naraščanja uporabe tablic. Uporabniki lahko rezervirajo in naročijo zelena gradiva prek portala COBISS – Moja knjižnica, dostop imajo do različnih iskalnikov, kot sta npr. EBSCO in MEGA iskalnik, v prihodnosti pa bi jim radi omogočili tudi spletno

rezervacijo mest za študij v Veliki čitalnici, ki trenutno poteka fizično le na enem mestu, tj. v garderobi knjižnice, aplikacija pa članom knjižnice ni dostopna (sistem rezervacij je dostopen le pooblaščenemu delavcu knjižnice). Predvidevamo, da bo z uvedbo brezžično dostopne aplikacije za rezervacijo čitalniškega sedeža uporaba brezžičnih omrežij v knjižnici opazno narasla.

5.3 Tehniško-tehnološke rešitve vzpostavitve brezžičnih omrežij Eduroam in Libroam

Kot udeleženec pri projektu sem avtor tega dela, poleg pridobitve teoretičnih znanj s področja omrežja Eduroam, pridobil tudi znanja s področja strojne opreme potrebne za postavitev omrežja, kot so npr. dostopne točke (Slika 19). Slednje so bile strateško razporejene v prostorih NUK tako, da so s signalom pokriti vsi uporabniški prostori. Po njihovi postavitvi smo se sprehodili po celotni stavbi knjižnice in na prenosnem računalniku opazovali moč signala, ki se je, v skladu z našimi vnaprejšnjimi izračuni, po celotni stavbi izkazal kot dovolj močan. Potrebni je bilo 15 dostopnih točk (AP), v letu 2012 pa smo namestili še dostopno točko v Centru za informacijske storitve. Odločili smo se za model CISCO AP-1131. Razporeditev dostopnih točk in doseg signala po prostorih knjižnice je naslednja:

učilnica na Turjaški	1 AP	100m ²
uporabniški prostori Leskoškova	3 AP	200m ²
Velika čitalnica	3 AP	400m ²
časopisna čitalnica	1 AP	130m ²
Kavarna NUK	1 AP	150m ²
prostor za skupinsko učenje	1 AP	60m ²
Glasbena zbirka	1 AP	180m ²
Informacijski center za bibliotekarstvo	1 AP	60m ²
Kartografska zbirka	1 AP	180m ²
hodnik v 2. nadstropju	1 AP	60m ²
Razstavna dvorana	1 AP	80m ²
Center za informacijske storitve	1 AP	100m ²

Dostop do brezžičnih omrežij Eduroam in Libroam je omogočen tudi na dislocirani lokaciji knjižnice (prostori na Leskoškovi cesti), kjer so bile nameščene tri dostopne točke za potrebe učilnice in uporabniško dostopnih prostorov v pritličju zgradbe.

Napajanje dostopnih točk je urejeno prek UTP kablov, in sicer z uporabo tehnologije *Power over Ethernet*¹⁹, ki omogoča, da dostopne točke z elektriko oskrbuje kar omrežno stikalo, ki podpira to tehnologijo. V omrežju NUK smo se odločili za postavitev omrežnih stikal 3COM 4210 PWR, ki omogočajo potrebno *Power over Ethernet* funkcionalnost (Slika 20).

¹⁹ Tehnologija, ki omrežnim sistemom omogoča, da hkrati s podatki prenašajo tudi električno energijo.



Slika 19: Dostopna točka CISCO AP-1131 [37]



Slika 20: Omrežno stikalo 3COM 4210 POE 26port [38]

Glavni del strojne opreme je Cisco stikalo, ki povezuje knjižnično stran omrežja z Arnesovo. Na VMware virtualizacijskih strežnikih (več o proizvodih VMware glej [39]) je bil nameščen Linux operacijski sistem CentOSOS (več glej [40]), na katerem je naložen strežnik RADIUS, ki skrbi za avtentikacijo uporabnikov v omrežje Eduroam/Libroam. Nazadnje je bila izvedena še preslikava uporabniških imen zaposlenih v NUK iz formata Active Directory v format, primeren vključitvi v RADIUS. Pri tem so pomagali zaposleni iz zavoda Arnes, in sicer s programom, ki opravi zeleno preslikavo. Naknadno (v letu 2012) je bila nameščena še dodatna dostopna točka, ki je zagotovila boljšo pokritost Centra za informacijske storitve, kjer se je izkazalo, da je signal brezžičnega omrežja prešibek.

5.4 Možnosti za izboljšave pri zagotavljanju delovanja in uporabe brezžičnih omrežij Eduroam in Libroam

5.4.1 Spletna stran za preverjanje veljavnosti uporabniškega imena in gesla za dostop do omrežij Eduroam in Libroam

Zaposleni v NUK se občasno znajdejo v situaciji, ko obiskovalec knjižnice želi pomoč pri namestitvi odjemalca za dostop do brezžičnega omrežja Eduroam oziroma Libroam. Dogaja se namreč, da je namestitev neuspešna, ni pa mogoče ugotoviti razloga za nedelovanje. Težava je lahko v uporabniški napravi, lahko pa uporabnik nima pravilnega uporabniškega imena ali gesla. Veljavnost uporabniškega imena in gesla za dostop do omrežja Libroam je preverljiva prek portala COBISS – Moja knjižnica, veljavnosti uporabniškega imena in gesla za omrežje Eduroam pa ni mogoče preveriti. Potek bi poenostavila spletna stran (Slika 21), na kateri bi lahko izbrali ali želimo dostopati do omrežja Eduroam ali Libroam, ter vnesli svoje uporabniško ime in geslo, ob kliku na gumb pa bi spletna stran preverila, če so vpisani podatki veljavni ali ne.

Portal za preverjanje veljavnosti Eduroam in Libroam uporabniških imen in gesel

Eduroam ▾

Uporabniško ime:

Geslo:

Preveri 

Slika 21: Primer spletne strani za preverjanje veljavnosti uporabniškega imena in gesla

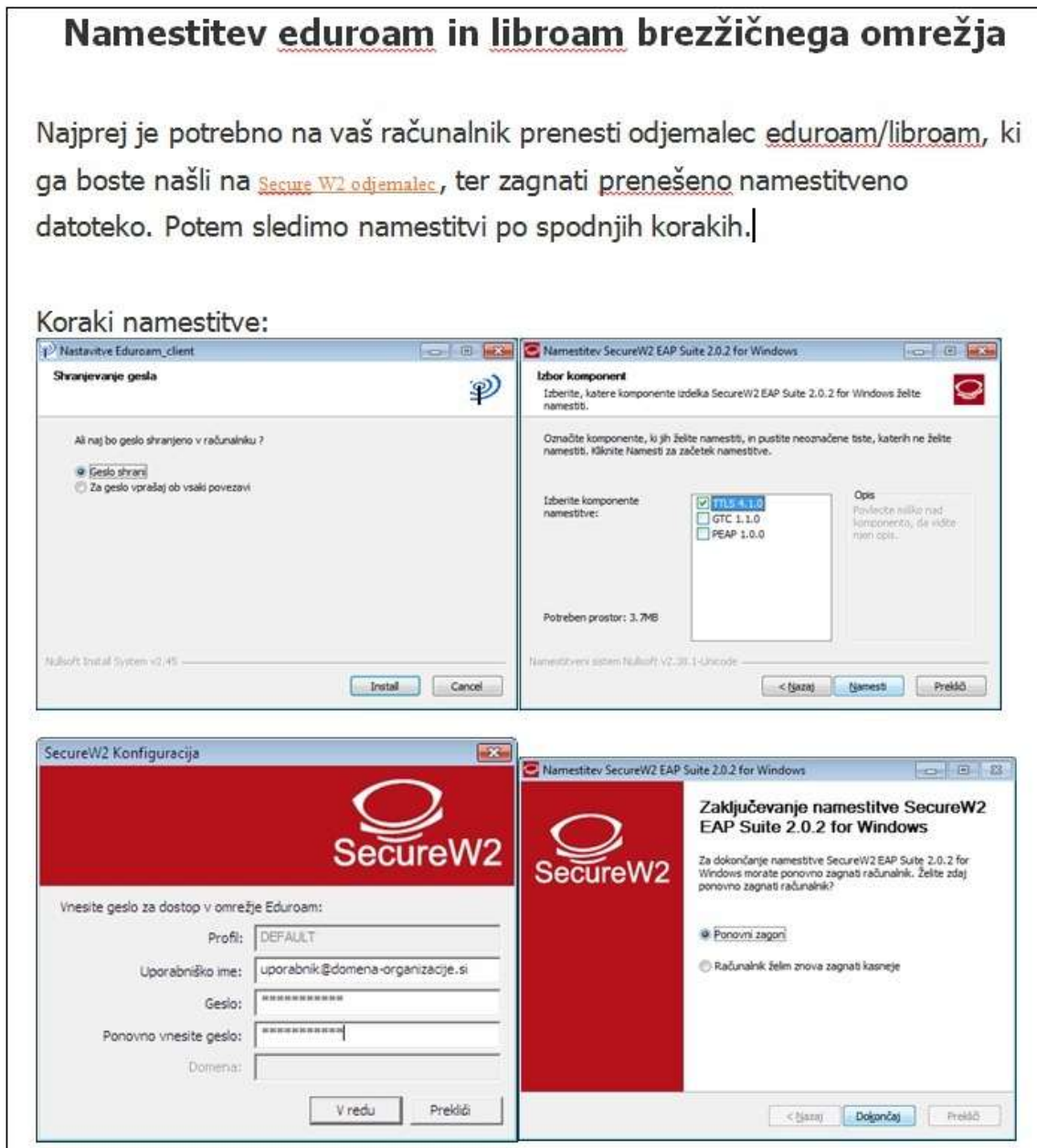
5.4.2 Dodatni SSID za namestitev odjemalca za Eduroam in Libroam

Ustanove, ki omogočajo uporabo omrežij Eduroam in Libroam, bi lahko poenostavile precej zahtevno začetno namestitev odjemalca za avtentikacijo. Trenutno stanje ne omogoča uporabe omrežja Eduroam ali Libroam brez predhodne namestitve odjemalca, uporabnik zato potrebuje predhoden dostop do interneta (v NUK običajno uporabi brezžično omrežje NeoWLAN, ki ne zahteva avtentikacije), ali pa mora odjemalca pridobiti na drug način (NUK nudi uporabnikom tiskana navodila za namestitev odjemalca, katerim je priložen cede z namestitveno datoteko za Eduroam in Libroam). Celoten postopek namestitve odjemalca bi precej olajšalo dodatno brezžično omrežje (SSID), ki bi bilo prosto dostopno in bi omogočalo le namestitev odjemalca Secure W2 za dostop do Eduroama ali Libroama (Slika 22).



Slika 22: Primer dodatnega SSID za namestitev odjemalca

Ko bi se uporabnik povezal na brezžično omrežje *install*, bi ob odprtju brskalnika dobil navodila za namestitev omrežja Eduroam oziroma Libroam ter možnost prenosa namestitvene datoteke odjemalca Secure W2 (Slika 23).



Slika 23: Primer spletne strani z navodili za namestitev v Windows operacijskem sistemu

Po ponovnem zagonu operacijskega sistema bi uporabnik lahko dostopal do brezžičnega omrežja Eduroam ali Libroam.

5.4.3 Sistem za opozarjanje odjemalcev ob prenosu licenčnih vsebin prek e-pošte

Uporabniki omrežja Eduroam oziroma Libroam bi ob prenosu nelegalnih vsebin, kot so glasba, filmi ali serije, na svoj poštni naslov, ki so ga navedli med osebnimi podatki pri registraciji, prejeli obvestilo o neprimernem ravnanju. V sporočilu bi bili navedeni prenosi, ki

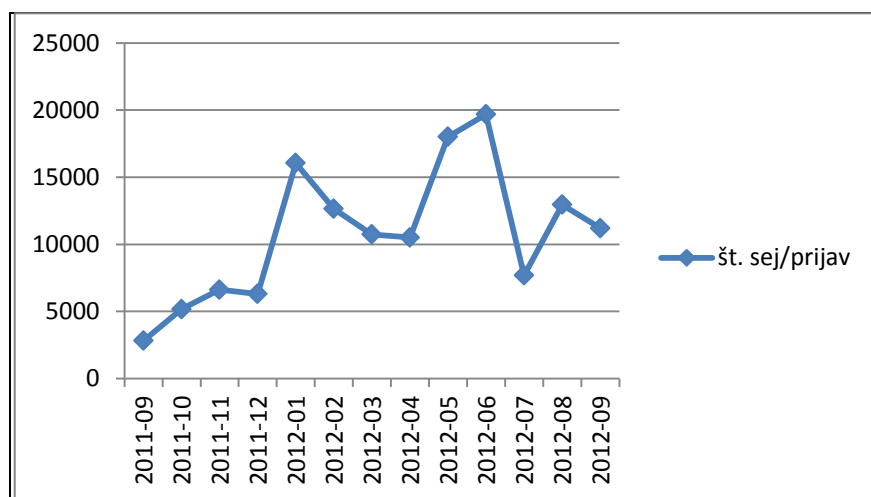
so kršili licenčne pogoje. Opozorjanje bi bilo samo informativne in opozorilne narave, kajti trenutna zakonodaja (še) ne kaznuje takšnega početja. Po spremembi zakonodaje pa bi lahko uporabnika tudi opozarjali, da ga zaradi kršenja zakona čakajo predpisane sankcije.

Logična bi bila tudi uvedba filtrov po protokolu kot so eMule, BitTorrent in drugih, ki bi onemogočali prenose prek P2P omrežij. To bi zmanjšalo število opozoril, ki jih knjižnica prejema od ameriških anti-piratskih združenj, in omejilo porabo pasovne širine.

5.5 Statistika uporabe brezžičnih omrežij Eduroam in Libroam

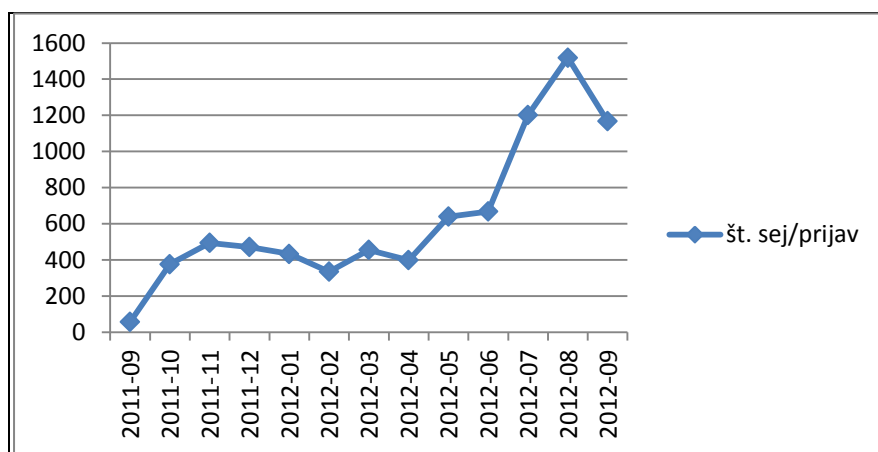
Podrobnejša statistika uporabe omrežij je razvidna iz Priloge 1, v nadaljevanju bomo izpostavili le nekaj izbranih podatkov (število prijav v omrežje in število uporabnikov). Statistika strežnika RADIUS v NUK beleži skupno število vzpostavljenih povezav/sej in število prijav različnih uporabnikov v omrežje Eduroam in Libroam.

V zadnjem letu (obdobje od 1. 9. 2011 do 21. 9. 2012) je bilo v omrežjih skupaj vzpostavljenih **140.382 prijav/sej**, največ v spomladanskem izpitnem obdobju, tj. meseca maja in junija (18.008 oziroma 19.679) (Slika 24).



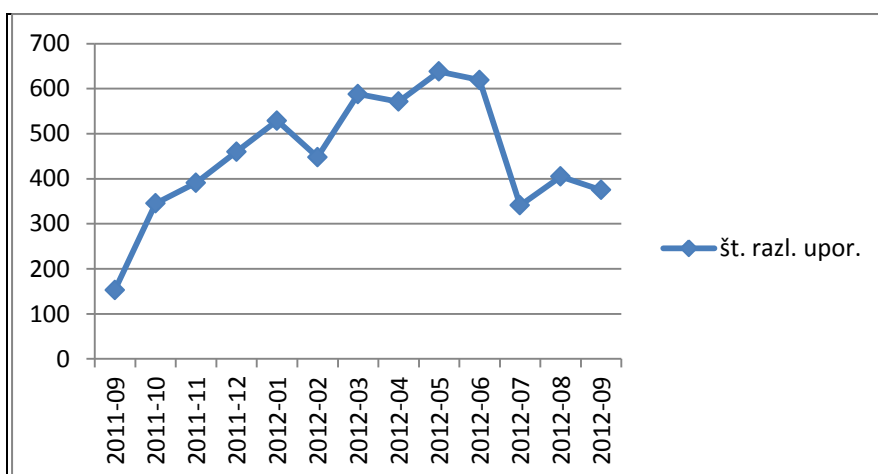
Slika 24: Število vseh prijav/sej v Eduroam in Libroam po mesecih (1.9.2011–21.9.2012)

Člani NUK so v navedenem obdobju v omrežje Libroam skupaj vzpostavili **8.211 sej/prijav**. Opazen porast prijav članov beležimo v juliju, avgustu in septembru leta 2012 (Slika 25).



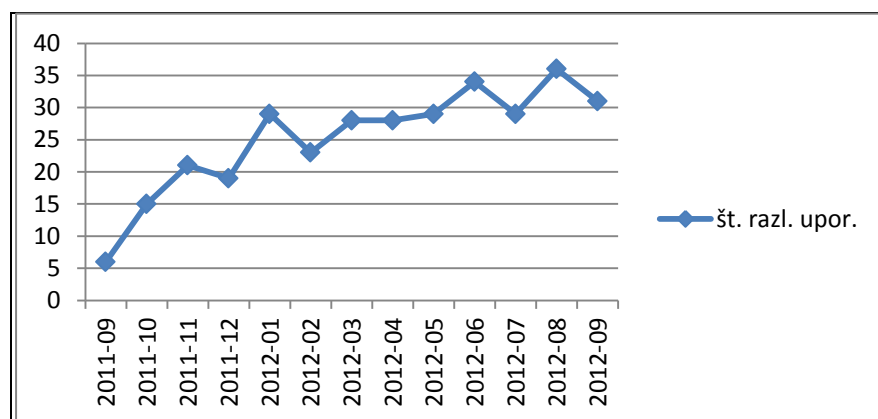
Slika 25: Število vseh prijav/sej članov NUK v Libroam po mesecih (1.9.2011–21.9.2012)

Podatki o številu različnih uporabnikov Eduroama in Libroama po mesecih kažejo, da jih je bilo največ v pomladanskem izpitnem obdobju (maj, junij), in sicer 638 oziroma 619 (Slika 26).



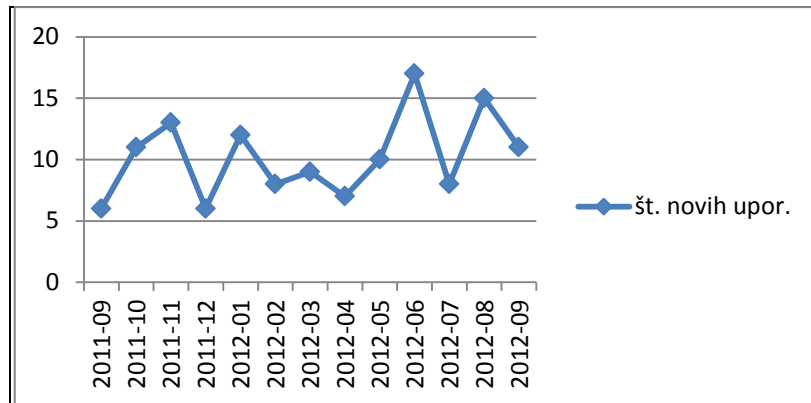
Slika 26: Število različnih uporabnikov Eduroama in Libroama po mesecih (1.9.2011–21.9.2012)

Člani NUK so omrežje Libroam uporabljali zelo redko, največ v avgustu 2012, ko jih je bilo 36 (Slika 27).



Slika 27: Število različnih uporabnikov (članov NUK) Libroama po mesecih (1.9.2011–21.9.2012)

Mesečno je bilo novih uporabnikov (članov NUK) omrežja Libroam od 6 do 17 (Slika 28), skupaj v zadnjem letu 133.



Slika 28: Število novih uporabnikov (članov NUK) Libroama po mesecih (1.9.2011-21.9.2012)

V obdobju zadnjih dvanajstih mesecev se je v omrežji Eduroam in Libroam prijavilo skupaj 2160 različnih uporabnikov.

Na osnovi statistike strežnika ocenjujemo, da je uporaba omrežja Libroam nizka. Prijav zaposlenih v NUK v omrežje Eduroam strežnik NUK ne beleži/avtenticira, zato tudi nimamo ločenih podatkov o številu prijav/sej ter številu različnih uporabnikov.

6 UPORABA BREZŽIČNIH OMREŽIJ EDUROAM IN LIBROAM V NARODNI IN UNIVERZITETNI KNJIŽNICI

6.1 Namen in cilji raziskave ter znanstvene predpostavke

Uporaba brezžičnih omrežij, ki so na voljo v NUK, do zdaj ni bila predmet raziskav. Knjižnica je sicer ocenjevala, da uporaba omrežij ni zadovoljiva, o vzrokih pa sklepala le na osnovi posrednih pokazateljev, in sicer:

- rezultatov izvedenih študij uporabnikov, ki kažejo, da velik delež uporabnikov želi v prvi vrsti ustrezne pogoje za študij lastnih, s seboj prinesenih študijskih virov, elektronske vire uporabljajo redko ter
- strukture uporabnikov glede na njihovo strokovno področje, ki kaže, da knjižnico obiskujejo v največjem deležu tri skoraj enako zastopane skupine, in sicer s področja humanističnih ved, prava in medicine, za katere je značilna uporaba obsežne temeljne literature na klasičnih nosilcih zapisa.

Namen naše raziskave je zato bil ugotoviti, v kakšnem obsegu in kako pogosto se obiskovalci knjižnice poslužujejo ponudbe brezplačnih brezžičnih omrežij, s katerimi težavami se srečujejo pri tem, ter kateri so razlogi za majhno uporabo brezžičnih omrežij.

Na začetku raziskave smo si zastavili naslednje znanstvene predpostavke (hipoteze):

1. tematika uporabe brezžičnih omrežij je za uporabnike NUK aktualna in bo odziv na povabilo k sodelovanju v raziskavi visok;
2. ponudba dostopa do brezžičnih omrežij v NUK najbolj zanima študente, zato se bodo slednji v večjem obsegu kot ostali uporabniki odzvali na anketo;
3. seznanjenost uporabnikov z možnostjo uporabe brezžičnih omrežij v NUK je visoka, saj za obveščanje o storitvi knjižnica uporablja različne načine in oblike;
4. dejanska uporaba brezžičnih omrežij v prostorih NUK je majhna;
5. s ponudbo omrežij so bolj seznanjeni mlajši uporabniki (stari od 18 do 26 let) in osebe moškega spola;
6. brezžična omrežja pogosteje uporabljajo mlajši uporabniki in osebe moškega spola;
7. uporabniki NUK pri svojem delu oziroma študiju nasploh najpogosteje uporabljajo brezžično omrežje Eduroam;
8. uporabniki omrežij imajo največ težav pri namestitvi ustreznega odjemalca;
9. pri dostopanju do interneta prek brezžičnih omrežij uporabniki v NUK najpogosteje uporabljajo tablične računalnike.

6.2 Metodologija in metode

6.2.1 Metoda raziskovanja

Za pridobitev podatkov smo izbrali kvantitativno metodo, in sicer metodo ankete, kot orodje za zbiranje podatkov pa strukturirani in standardizirani pisni vprašalnik. Anketni vprašalnik (Priloga 2) je vključeval zaprta in eno odprto vprašanje, njihovo število pa je bilo odvisno od tega, ali anketirani v prostorih NUK vsaj eno od brezžičnih omrežij uporablja ali ne – prvi so odgovarjali na osem vsebinskih, štiri demografska in eno odprto vprašanja, neuporabniki omrežij pa na tri vsebinska, štiri demografska in eno odprto vprašanje.

Ciljna populacija raziskave so bili uporabniki NUK, ki knjižnico dejansko obiskujejo in njenih storitev ne uporabljajo le na daljavo. Pri izboru enot populacije smo se odločili za neverjetnostni vzorec, pridobljen na osnovi priložnostnega vzorčenja, kajti zagotovitev verjetnostnega vzorca bi zahtevala namensko vzorčenje, kar pa bi bistveno podaljšalo izvedbo raziskave. Vzorec anketirancev zato ni bil reprezentativen in ne omogoča posploševanja rezultatov ankete na populacijo. Kontrola, ki bi preprečila večkratno izpolnjevanje ankete z istega IP naslova računalnika, ni bila uvedena, saj bi bili tako izločeni anketiranci, ki bi anketo izpolnjevali na istih računalniških delovnih postajah knjižnice.

Po izvedbi ankete in analizi rezultatov smo se naknadno odločili še za izvedbo strukturiranega pisnega intervjuja med zaposlenimi, ki se v NUK ukvarjajo z organizacijo ter ponudbo elektronskih storitev, ter kvalitativno analizo njihovih odgovorov. K sodelovanju smo povabili sedem zaposlenih (namenski vzorec), z odgovori se jih je odzvalo šest.

6.2.2 Izvedba ankete

Anketiranje je potekalo v obliki spletne ankete. Izdelava anketnega vprašalnika, izvedba anketiranja in statistična obdelava podatkov so potekali s pomočjo programske opreme za

spletno anketiranje [1ka](#), ki jo zagotavlja Center za družboslovno informatiko pri Fakulteti za družbene vede Univerze v Ljubljani. Osnutek ankete je testiralo (pred-test) pet zaposlenih v NUK in pet naključnih uporabnikov knjižnice.

Vabilo k sodelovanju v anketi in povezava do spletne ankete sta bila objavljena na vstopni spletni strani knjižnice (<http://www.nuk.uni-lj.si/nuk4.asp?id=449709718>), Twitterju in družbenem omrežju Facebook, vabila v tiskani obliki pa so zaposleni v NUK posredovali uporabnikom ob obisku knjižnice. Na anketo smo opozarjali tudi prek seznamov naslovov elektronske pošte. Anketiranje je potekalo v času od 25. 6. do 10. 7. 2012, skupaj 14 dni. Spletna anketa je bila dostopna 24 ur na dan.

Skupaj je na anketno stran vstopilo 399 oseb, po kliku na nagovor je spletno stran zapustilo 223 oseb, nadaljnjih 31 jih je spletno stran zapustilo po vstopu v anketni vprašalnik. Največ oseb je do ankete pristopilo neposredno s klikom na spletni naslov ankete (252) ter prek preusmeritve s Facebooka (85). Anketni vprašalnik je v celoti izpolnilo 129 oseb, 16 pa je bilo takšnih, ki niso odgovorili na vsa vprašanja (Preglednica 2)²⁰. Kot veljavne za prikaz rezultatov ankete je bilo upoštevanih 145 anket. Torej se je le 36 % oseb, ki so odprle stran z uvodnim delom ankete, odločilo za sodelovanje v anketi.

kumulativni status	frekvenca	stopnja
klik na nagovor	399	100 %
klik na anketo	176	44 %
začel izpolnjevati	146	37 %
delno izpolnjena	145	36 %
končal anketo	129	32 %

Preglednica 2: Stopnje odgovorov na anketni vprašalnik

V primerjavi s preteklimi spletnimi anketami, ki jih je izvedel NUK, je bil odziv na anketo o uporabi brezžičnih omrežij bistveno nižji²¹, nižji tudi od naših pričakovanj. Glede na to, da predstavljajo večinski delež uporabnikov NUK študentje (po podatkih za leto 2011 – 71 %), smo namreč pričakovali, da bo v zajetem vzorcu anketirancev največ študentov, ki naj bi jih tematika ankete zanimala in bodo knjižnici želeli sporočiti svoje izkušnje in pričakovanja.

Ker rezultatov ankete zaradi majhnega in nerepresentativnega vzorca ne moremo posploševati na populacijo uporabnikov, ki obiskujejo prostore NUK, bodo služili kot osnova za nadaljnje študije in kot pomoč knjižnici pri promociji in razvoju ponudbe brezžičnih omrežij v prihodnosti.

6.3 Demografske značilnosti vzorca anketirancev

Na vprašanja o demografskih podatkih je odgovorilo 132 anketirancev. Glede na spol je bilo

²⁰ Večino manjkajočih vrednosti smo zasledili pri vprašanjih o demografskih podatkih.

²¹ V spletni anketi *Mnenje uporabnikov o delovanju in storitvah NUK*, izvedeni leta 2008, je sodelovalo 1057 anketirancev, v spletni anketi *Uporaba čitalniških prostorov in čitalniških storitev NUK in CTK*, izvedeni leta 2011, pa 983.

54 % žensk in 46 % moških (Preglednica 3), kar odstopa od rezultatov preteklih anket NUK, v katerih je v povprečju sodelovalo okoli 70 % anketirancev ženskega in 30 % moškega spola.

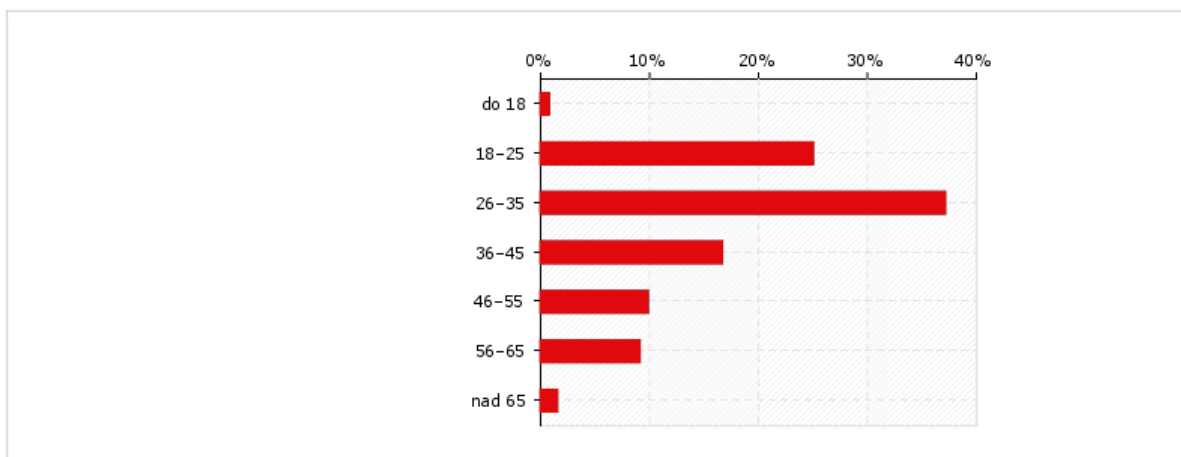
spol	frekvenca	odstotek
ženski	71	54 %
moški	61	46 %
skupaj	132	100 %

Preglednica 3: Struktura anketirancev glede na spol

Glede na starost smo v anketni vzorec zajeli največ oseb v starosti med 26 in 35 leti (Preglednica 4 in Slika 29). V preteklih anketah je sodelovalo največ anketirancev mlajših od 26 let.

starost (let)	frekvenca	odstotek	kumulativa
do 18	1	1 %	1 %
18–25	33	25 %	26 %
26–35	49	37 %	63 %
36–45	22	17 %	80 %
46–55	13	10 %	89 %
56–65	12	9 %	98 %
nad 65	2	2 %	100 %
skupaj	132	100 %	

Preglednica 4: Struktura anketirancev glede na starost

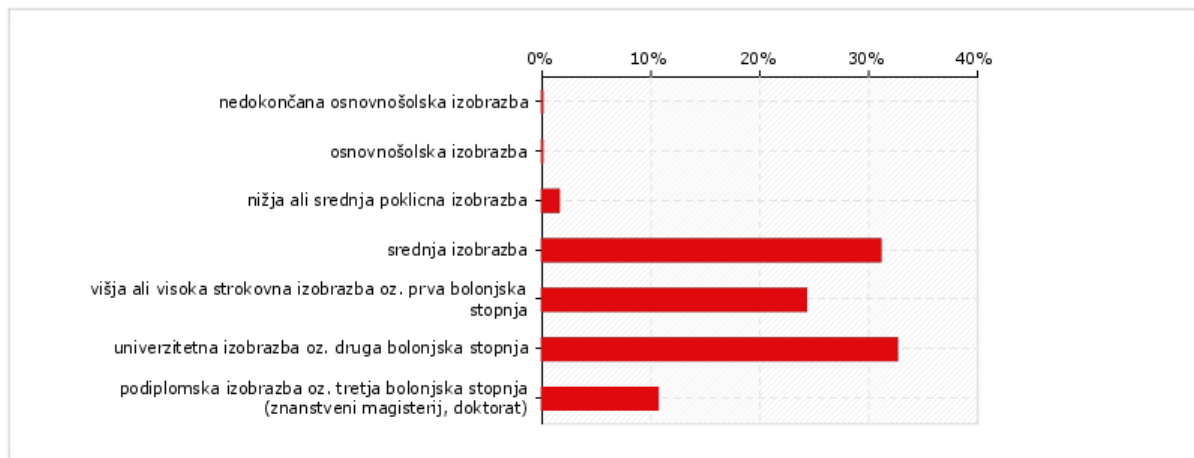


Slika 29: Struktura anketirancev glede na starost

Največ anketirancev je imelo končano univerzitetno izobrazbo oziroma drugo bolonjsko stopnjo (33 %), nekaj manj (31 %) srednješolsko izobrazbo (Preglednica 5 in Slika 30). Tudi v primeru dosežene izobrazbe se struktura anketirancev razlikuje od njihove strukture v prejšnjih anketah, v katerih je sodelovalo največ oseb s končano srednjo izobrazbo (študentov).

dosežena stopnja izobrazbe	frekvenca	odstotek	kumulativa
nedokončana osnovnošolska izobrazba	0	0 %	0 %
osnovnošolska izobrazba	0	0 %	0 %
nižja ali srednja poklicna izobrazba	2	2 %	2 %
srednja izobrazba	41	31 %	33 %
višja ali visoka strokovna izobrazba oz. prva bolonjska stopnja	32	24 %	57 %
univerzitetna izobrazba oz. druga bolonjska stopnja	43	33 %	89 %
podiplomska izobrazba oz. tretja bolonjska stopnja (znanstveni magisterij, doktorat)	14	11 %	100 %
skupaj	132	100 %	

Preglednica 5: Struktura anketirancev glede na doseženo stopnjo izobrazbe

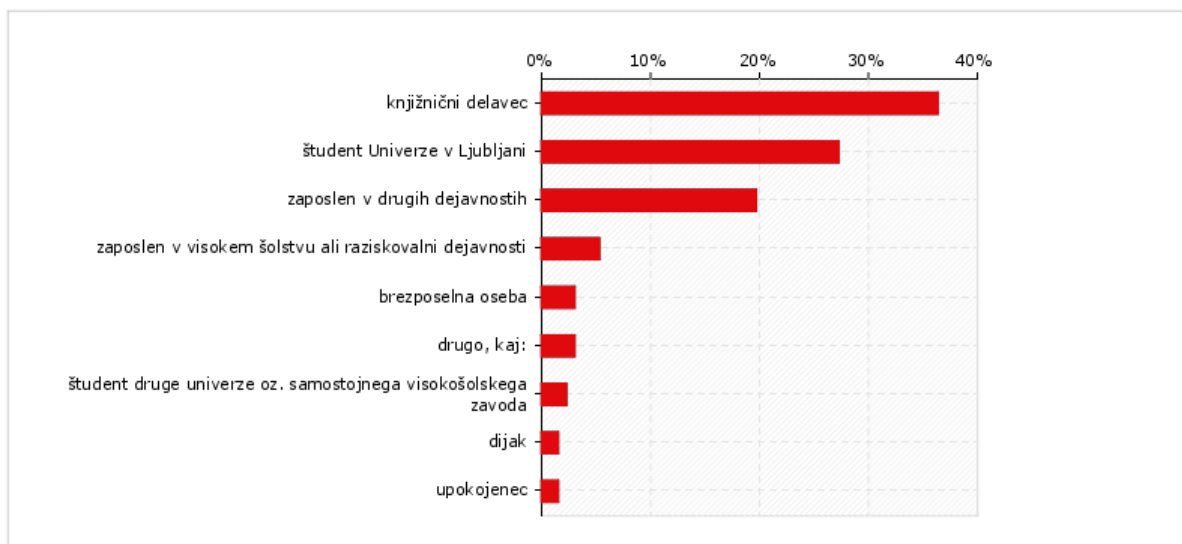


Slika 30: Struktura anketirancev glede na doseženo stopnjo izobrazbe

Med anketiranci je bilo glede na poklic oziroma status največ zaposlenih v knjižnicah (36 %) ter študentov (29 %) (Preglednica 6 in Slika 31). Tudi glede na to demografsko spremenljivko smo zajeli nepričakovano strukturo vzorca anketirancev, pričakovali smo največji delež študentov.

poklic oz. status	frekvenca	odstotek
dijak	2	2 %
študent Univerze v Ljubljani	36	27 %
študent druge univerze oz. samostojnega visokošolskega zavoda	3	2 %
zaposlen v visokem šolstvu ali raziskovalni dejavnosti	7	5 %
zaposlen v drugih dejavnostih	26	20 %
knjižnični delavec	48	36 %
upokojenec	2	2 %
brezposelna oseba	4	3 %
drugo, kaj	4	3 %
skupaj	132	100 %

Preglednica 6: Struktura anketirancev glede na poklic oziroma status



Slika 31: Struktura anketirancev glede na poklic oziroma status

Štirje anketiranci svojega poklica oziroma statusa niso umestili v ponujene kategorije in so odgovore podali v kategoriji *drugo*, in sicer kot samozaposlena, študentka univerze v mb, računovodski delavec ter informatik.

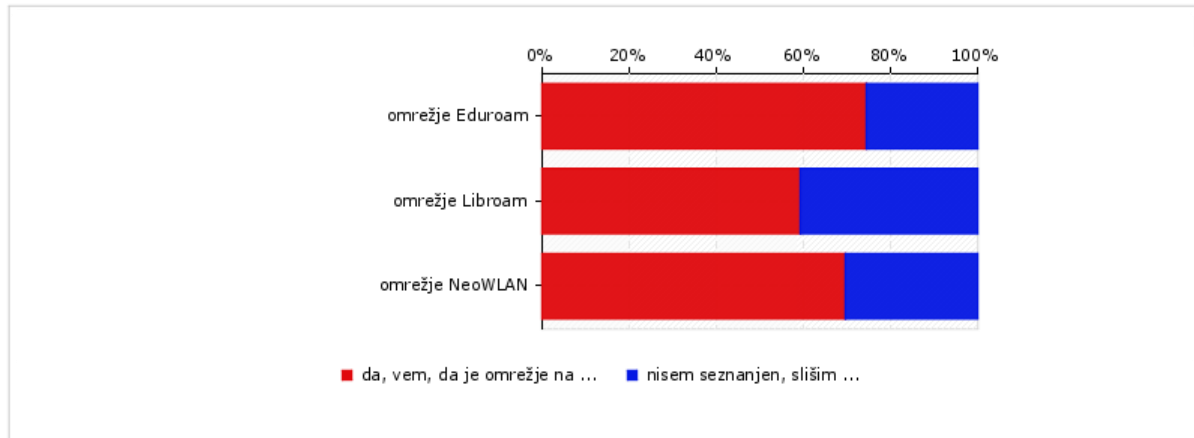
6.4 Rezultati ankete

6.4.1 Seznanjenost s ponudbo brezžičnih omrežij in njihova uporaba

Z vprašanjem *Ali ste seznanjeni, da je v NUK uporabnikom na voljo dostop do brezžičnih omrežij?* smo želeli ugotoviti, če so obstoječe oblike in načini promoviranja brezplačne uporabe brezžičnih omrežij v knjižnici ustrezni. Precejšen delež tistih, ki z dostopnostjo niso seznanjeni, kaže, da storitev ni promovirana zadovoljivo. Največ anketiranih pozna možnost uporabe omrežja Eduroam (74 %), kar 41 % pa jih ne ve, da lahko kot člani knjižnice uporabljajo tudi omrežje Libroam (kar je sicer ugodno za uporabnike, ki ne izhajajo s področja šolstva ali raziskovalne dejavnosti in zato ne morejo uporabljati Eduroama) (Preglednica 7 in Slika 32). Sklepali bi lahko, da so se slednji navadili na uporabo omrežja NeoWLAN, ki ga je knjižnica vzpostavila kot prvega.

	nisem seznanjen, slišim prvič	da, vem, da je omrežje na voljo	skupaj
omrežje Eduroam	37 (26%)	108 (74%)	145 (100%)
omrežje Libroam	59 (41%)	86 (59%)	145 (100%)
omrežje NeoWLAN	44 (30%)	101 (70%)	145 (100%)

Preglednica 7: Seznanjenost z možnostjo dostopa do brezžičnih omrežij v NUK



Slika 32: Seznanjenost z možnostjo dostopa do brezžičnih omrežij v NUK

Na vprašanje, če v prostorih NUK uporabljajo katero od brezplačnih brezžičnih omrežij, je več kot polovica anketiranih odgovorila, da ne uporablja nobenega (Preglednica 8).

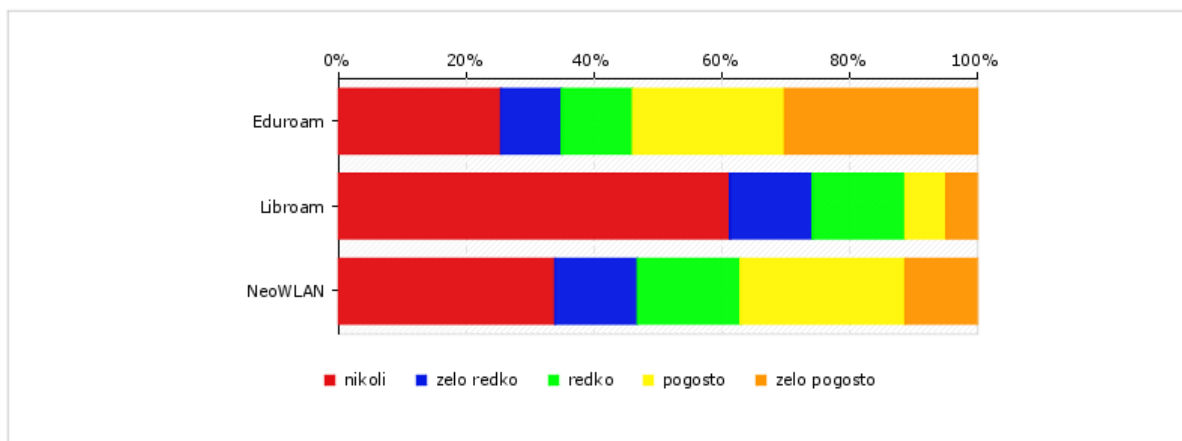
odgovori	frekvenca	odstotek
da, uporabljam	66	46%
ne, ne uporabljam nobenega od naštetih omrežij	78	54%
skupaj	144	100%

Preglednica 8: Uporaba brezplačnih brezžičnih omrežij (Eduroam, Libroam ali NeoWLAN) v NUK

Med anketiranci, ki omrežja uporabljajo, jih največ in najbolj pogosto uporablja omrežje Eduroam, zelo majhna pa je uporaba omrežja Libroam, ki ga nikoli ne uporablja kar 61 % anketiranih (Preglednica 9 in Slika 33).

vrsta omrežja	pogostost uporabe					skupaj
	nikoli	zelo redko	redko	pogosto	zelo pogosto	
Eduroam	16 (25%)	6 (10%)	7 (11%)	15 (24%)	19 (30%)	63 (100%)
Libroam	38 (61%)	8 (13%)	9 (15%)	4 (6%)	3 (5%)	62 (100%)
NeoWLAN	21 (34%)	8 (13%)	10 (16%)	16 (26%)	7 (11%)	62 (100%)

Preglednica 9: Pogostost uporabe brezplačnih brezžičnih omrežij v NUK



Slika 33: Pogostost uporabe brezplačnih brezžičnih omrežij v NUK

6.4.2 Težave pri vključevanju v brezžična omrežja in pri njihovi uporabi

Pri dostopu ali uporabi brezžičnega omrežja se dobra tretjina anketiranih srečuje s težavami (Preglednica 10). Največ jih opozarja na slabo pokritost s signalom in nedelovanje omrežja kljub namestitvi odjemalca (Preglednica 10 in Slika 34).

odgovori	frekvenca	odstotek
ne, nimam težav	39	63%
da, srečujem se s težavami	23	37%
skupaj	62	100%

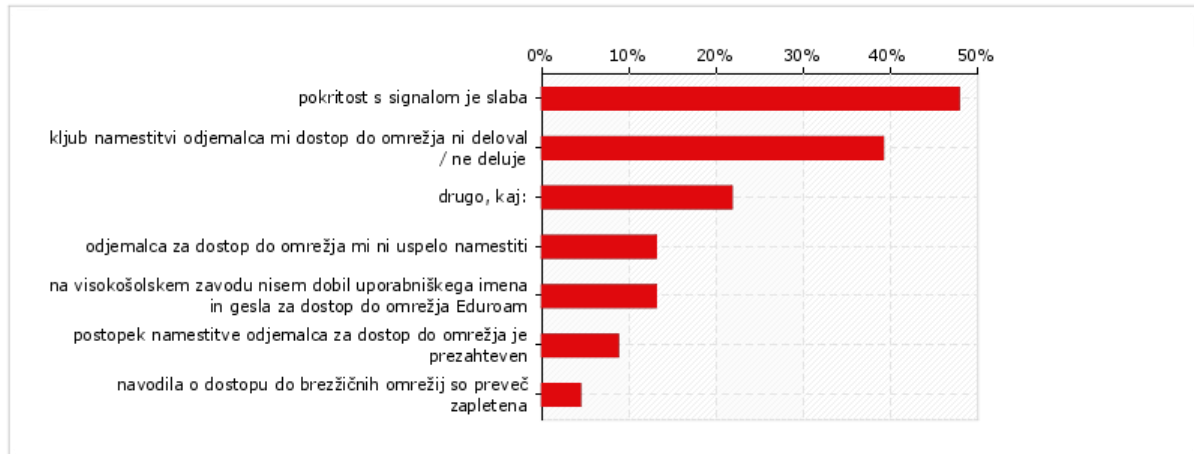
Preglednica 10: Pojavljanje težav pri dostopu ali pri uporabi brezžičnih omrežij v NUK

vrsta težave	odgovori		veljavni	navedbe	
	frekvence	%		frekvence	%
navodila o dostopu do brezžičnih omrežij so preveč zapletena	1	4%	23	1	3%
postopek namestitve odjemalca za dostop do omrežja je prezahteven	2	9%	23	2	6%
odjemalca za dostop do omrežja mi ni uspelo namestiti	3	13%	23	3	9%
kljub namestitvi odjemalca mi dostop do omrežja ni deloval / ne deluje	9	39%	23	9	26%
na visokošolskem zavodu nisem dobil uporabniškega imena in gesla za dostop do omrežja Eduroam	3	13%	23	3	9%
pokritost s signalom je slaba	11	48%	23	11	32%
drugo, kaj	5	22%	23	5	15%
SKUPAJ			23	34	100%

Preglednica 11: Vrste težav pri dostopu ali pri uporabi brezžičnih omrežij v NUK

Odgovorno kategorijo drugo je izbralo pet anketirancev, ki so navedli naslednje težave pri

uporabi brezžičnih omrežij: nedosegljivost, kljub vidni povezavi, eduroama v prostoru za skupinsko učenje; občasno se eduroam in libroam sesuje; občasna počasnost; pogosta prekinitev povezave; v omrežje eduroam odlično dostopam preko notesnika, imam pa težave z mobilcem. Ko so mi ga nastavili, je odlično prejel. V zadnjih mesecih pa opažam, da na tujih univerzah nimam normalnega dostopa. Tudi v nuk so težave. Bi morala ga ponovno namestiti.



Slika 34: Vrste težav pri dostopu ali pri uporabi brezžičnih omrežij v NUK

6.4.3 Mobilne naprave in operacijski sistemi pri vključevanju in uporabi brezžičnih omrežij

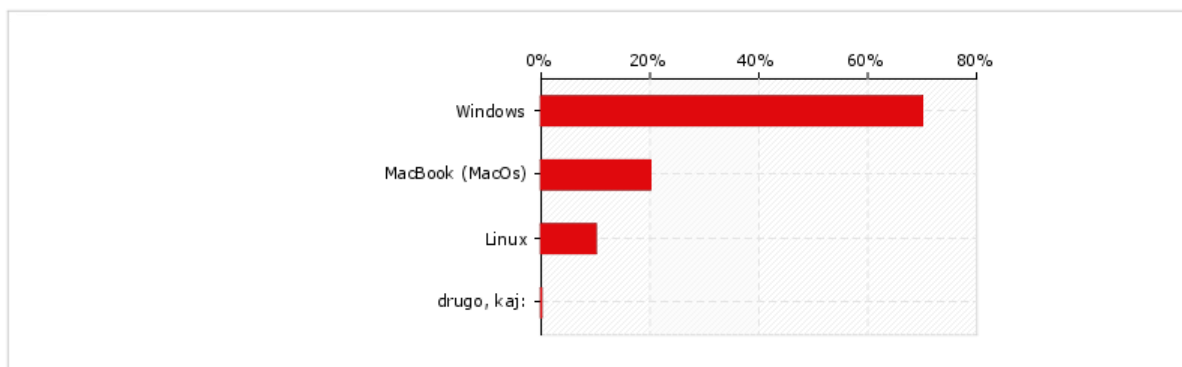
Zaradi zagotovitve ustrezne pomoči pri namestitvi odjemalca in odpravljanju težav pri uporabi brezžičnih omrežij, nas je zanimalo, prek katerih mobilnih naprav se anketiranci v NUK vključujejo v brezžična omrežja in katere operacijske sisteme uporabljajo. Največji delež anketirancev (83 %) uporablja prenosni računalnik z operacijskim sistemom Windows (Preglednici 12 in 13, Slika 35).

PRENOSNI RAČUNALNIK	frekvenca	odstotek
ne uporabljam	10	17%
uporabljam	50	83%
skupaj	60	100%

Preglednica 12: Dostopanje do brezžičnih omrežij v NUK prek prenosnih računalnikov

operacijski sistem	frekvenca	odstotek
Windows	35	70%
Linux	5	10%
MacBook (MacOs)	10	20%
drugo, kaj	0	0%
skupaj	50	100%

Preglednica 13: Uporabljeni operacijski sistemi na prenosnih računalnikih



Slika 35: Uporabljeni operacijski sistemi na prenosnih računalnikih

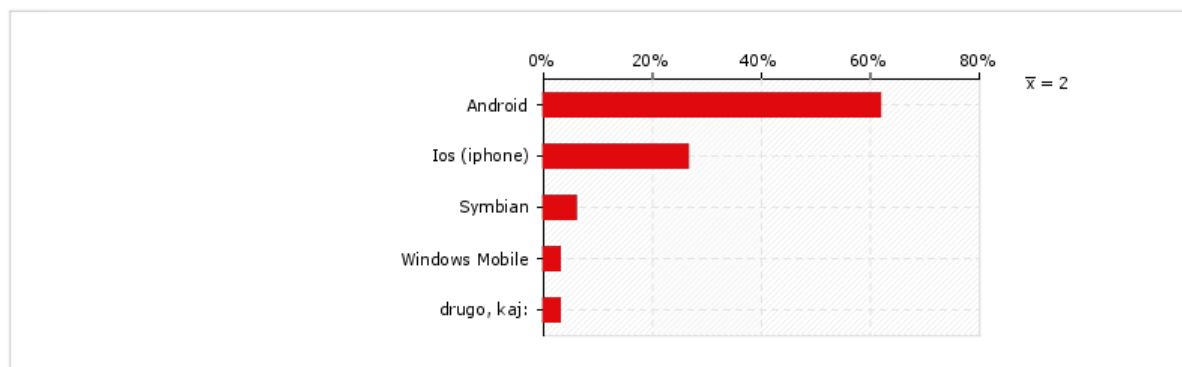
Pametne mobilne telefone uporablja za dostop do brezžičnih omrežij 57 % anketiranih, najpogosteje uporabljeni operacijski sistem pa je Android (Preglednici 14 in 15, Slika 36). Odgovor drugo je izbral en anketirani, ki na mobilnem telefonu uporablja operacijski sistem rim blackberry.

PAMETNI MOBILNI TELEFON	frekvenca	odstotek
ne uporabljam	26	43%
uporabljam	34	57%
skupaj	60	100%

Preglednica 14: Dostopanje do brezžičnih omrežij v NUK prek pametnih mobilnih telefonov

operacijski sistem	frekvenca	odstotek
Android	21	62%
Symbian	2	6%
Windows Mobile	1	3%
Ios (iphone)	9	26%
drugo, kaj	1	3%
skupaj	34	100%

Preglednica 15: Uporabljeni operacijski sistemi na pametnih mobilnih telefonih



Slika 36: Uporabljeni operacijski sistemi na pametnih mobilnih telefonih

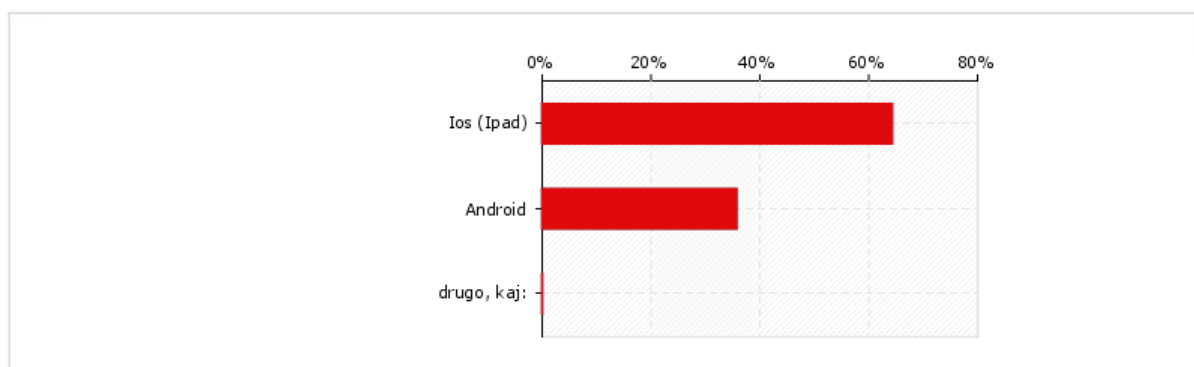
V nasprotju z našimi pričakovanji le petina anketirancev uporablja tablične računalnike (Preglednica 16). Največ jih uporablja operacijski sistem Ios (Ipad) (Preglednica 17 in Slika 37).

TABLICA	frekvenca	odstotek
ne uporabljam	46	77%
uporabljam	14	23%
skupaj	60	100%

Preglednica 16: Dostopanje do brezžičnih omrežij v NUK prek tablic

operacijski sistem	frekvenca	odstotek
Android	5	36%
Ios (Ipad)	9	64%
drugo, kaj	0	0%
skupaj	14	100%

Preglednica 17: Uporabljeni operacijski sistemi na tablicah



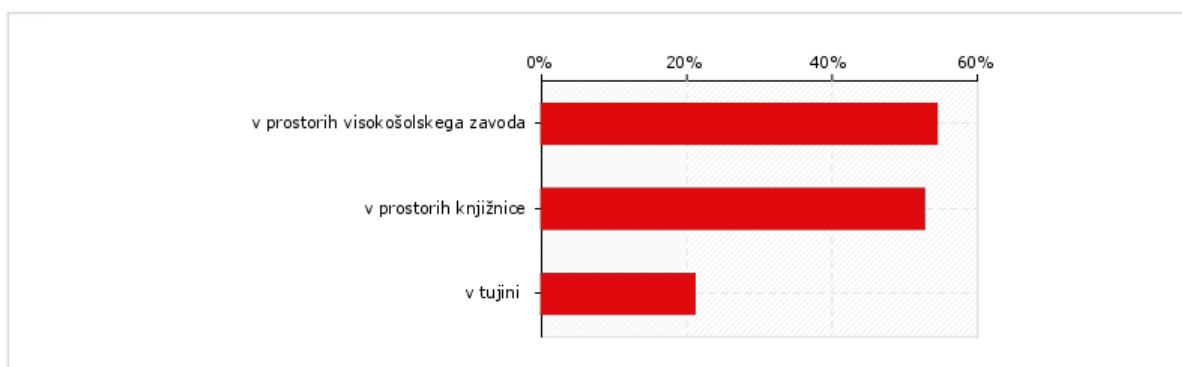
Slika 37: Uporabljeni operacijski sistemi na tablicah

6.4.4 Uporaba brezžičnega omrežja Eduroam oziroma Libroam drugje

Razen v prostorih NUK več kot polovica anketirancev uporablja brezžično omrežje Eduroam ali Libroam tudi po visokošolskih zavodih (največ jih je navedlo Filozofsko fakulteto ter Fakulteto za računalništvo in informatiko), petina tudi v tujini (Preglednica 18 in Slika 38).

uporaba omrežij izven NUK	odgovori		veljavni	navedbe	
	frekvence	%		frekvence	%
v prostorih visokošolskega zavoda	31	54%	57	31	42%
v tujini	12	21%	57	12	16%
v prostorih knjižnice	30	53%	57	30	41%
SKUPAJ			57	73	100%

Preglednica18: Uporaba brezžičnih omrežij Eduroam ali Libroam izven NUK



Slika 38: Uporaba brezžičnih omrežij Eduroam ali Libroam izven NUK

V tujini je brezžično omrežje Eduroam že uporabljalo 12 anketirancev, ki so navedli naslednje države oziroma kraje: Italija, Velika Britanija, Francija, Švedska (Univerza v Umei), Češka (Univerza v Olomucu, Karlova univerza v Pragi, Praga), Nizozemska (Kraljeva knjižnica v Haagu), Portugalska (Nacionalna knjižnica v Lizboni), Nemčija (Berlin, Humboldtova univerza v Berlinu), Hrvaška, Avstrija (Dunaj), Španija, Francija (Pariz) in Italija.

Zanimalo nas je še, če anketiranci uporabljajo brezžična omrežja v drugih knjižnicah, ki so sodelovale v projektu vzpostavitve omrežij Eduroam in Libroam. Navedli smo knjižnice, ki so v času izdelave ankete poleg NUK že zagotavljale dostop do omenjenih brezžičnih omrežij. Polovica anketiranih, ki omrežja uporabljajo v NUK, jih uporabljajo tudi v enajstih drugih knjižnicah, največ v Mestni knjižnici Ljubljana (Preglednica 19).

knjižnica	odgovori		veljavni	navedbe	
	frekvence	%		frekvence	%
Knjižnica Domžale	2	7%	30	2	6%
Knjižnica Ivana Potrča, Ptuj	1	3%	30	1	3%
Knjižnica Ivana Tavčarja Škofja Loka	1	3%	30	1	3%
Knjižnica Lenart, Lenart v Slovenskih goricah	1	3%	30	1	3%
Knjižnica Mirana Jarca Novo mesto	2	7%	30	2	6%
Koroška osrednja knjižnica dr. Franca Sušnika, Ravne na Koroškem	1	3%	30	1	3%
Kosovelova knjižnica, Sežana	1	3%	30	1	3%
Mariborska knjižnica	3	10%	30	3	8%
Mestna knjižnica Ljubljana	21	70%	30	21	58%
Osrednja knjižnica Celje	1	3%	30	1	3%
Univerzitetna knjižnica Maribor	2	7%	30	2	6%
SKUPAJ			30	36	100%

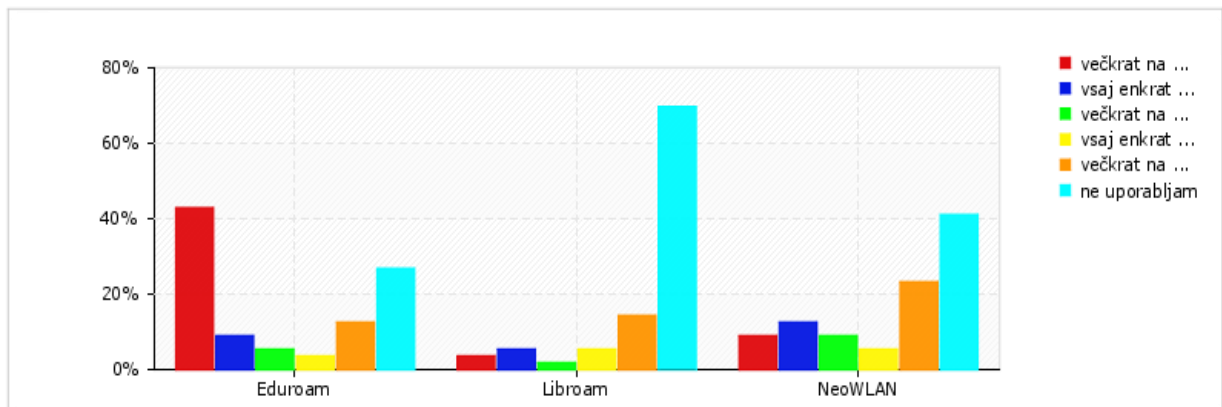
Preglednica 19: Uporaba brezžičnih omrežij Eduroam in Libroam v drugih knjižnicah

6.4.5 Uporaba brezžičnih omrežij pri študiju oziroma znanstvenoraziskovalnem delu

Rezultati odgovorov na vprašanje, kako pogosto anketirani nasploh pri svojem študiju oziroma znanstvenoraziskovalnemu delu uporabljajo omrežja Eduroam, Libroam ali NeoWLAN, so podobni rezultatom o pogostosti uporabe omrežij v NUK. Če omrežje Eduroam nasploh pri svojem delu pogosto (večkrat na teden ali vsaj enkrat tedensko) uporablja več kot polovica anketiranih (Preglednica 20 in Slika 39), je npr. uporaba Libroama nizka (70 % anketiranih ga nikoli ne uporablja).

omrežje	pogostost uporabe omrežja						skupaj
	večkrat na teden	vsaj enkrat tedensko	večkrat na mesec	vsaj enkrat mesečno	večkrat na leto	ne uporabljam	
Eduroam	24 (43%)	5 (9%)	3 (5%)	2 (4%)	7 (13%)	15 (27%)	56 (100%)
Libroam	2 (4%)	3 (5%)	1 (2%)	3 (5%)	8 (14%)	39 (70%)	56 (100%)
NeoWLAN	5 (9%)	7 (13%)	5 (9%)	3 (5%)	13 (23%)	23 (41%)	56 (100%)

Preglednica 20: Pogostost uporabe brezžičnih omrežij pri študiju oziroma znanstvenoraziskovalnem delu



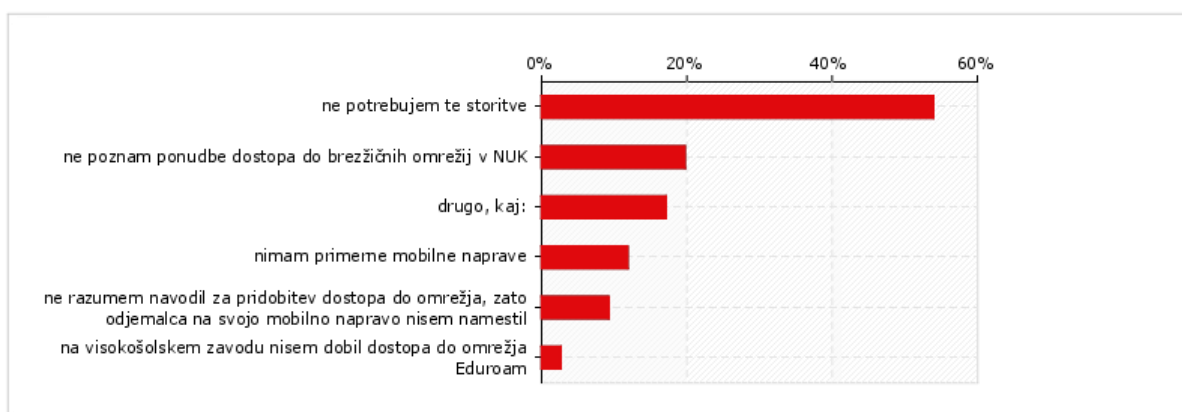
Slika 39: Pogostost uporabe brezžičnih omrežij pri študiju oziroma znanstvenoraziskovalnem delu

6.4.6 Vzroki za neuporabo brezžičnih omrežij v knjižnici

Anketirance, ki so pri vprašanju 2. odgovorili, da v NUK ne uporabljajo nobenega od brezžičnih omrežij, smo prosili, da pojasnijo razlog. Izbrali so lahko več odgovorov. Največ anketirancev (54 %) je navedlo, da te storitve ne potrebuje. Med vsemi izbranimi razlogi omenjeni predstavlja 47 % delež (Preglednica 21 in Slika 40).

vzrok neuporabe omrežij	odgovori		veljavni	navedbe	
	frekvence	%		frekvence	%
ne poznam ponudbe dostopa do brezžičnih omrežij v NUK	15	20%	76	15	17%
na visokošolskem zavodu nisem dobil dostopa do omrežja Eduroam	2	3%	76	2	2%
ne razumem navodil za pridobitev dostopa do omrežja, zato odjemalca na svojo mobilno napravo nisem namestil	7	9%	76	7	8%
ne potrebujem te storitve	41	54%	76	41	47%
nimam primerne mobilne naprave	9	12%	76	9	10%
drugo, kaj	13	17%	76	13	15%
SKUPAJ			76	87	100%

Preglednica 21: Vzroki za neuporabo brezžičnih omrežij v NUK



Slika 40: Vzroki za neuporabo brezžičnih omrežij v NUK

Kot druge vzroke za neuporabo brezžičnih omrežij v NUK je 12 anketirancev navedlo slednje: *ne obiskujem knjižnice (6); ne obiskujem pogosto NUK; še nisem bil v NUK; uporabljam pa Eduroam na fakulteti; ne študiram v Ljubljani; sem zaposlena v NUK, imam svoj računalnik; pridobitev dovoljenja poteka predolgo (čakam že 20 dni!).*

6.4.7 Želje, pripombe in predlogi anketirancev

Na odprto vprašanje, s katerim smo anketirance prosili, da nam sporočijo svoje želje ali pripombe glede ponudbe oziroma uporabe brezžičnih omrežij v NUK, se je odzvalo le 13 anketirancev, štirje so navedli, da nimajo predlogov, devet pa jih je predlagalo: pokritost s signalom omrežja NeoWLAN tudi v časopisni čitalnici in računalniški učilnici; več pomoči uporabnikom pri namestitvi odjemalca in uporabi omrežij; Eduroam pokritost je dobra v Veliki čitalnici in časopisni čitalnici, odkriti pa je treba vzrok težav z njegovo dostopnostjo v prostoru za skupinsko učenje, saj povezavo zaznava, vendar uspešna prijava ni možna;

odpraviti težave pri prekinjanju povezave oziroma nezmožnosti vzpostavitve povezave v omrežju Eduroam (težave se pojavljajo naključno).

6.4.8 Medsebojna odvisnost spremenljivk

Zaradi značilnosti spremenljivk (nominalne in ordinalne) in majhnega števila merjencev, zahtevnejših statističnih analiz nismo izvajali. Izdelali smo frekvenčne porazdelitve in osnovne opisne statistike (križne tabele), povezanost spremenljivk pa preverili s pomočjo kontingenčnih tabel dveh spremenljivk, izračunom Perasonovega hi-kvadrat testa in Spearmanovega koeficienta korelacije²².

Pri večini izračunov odvisnosti med dvema spremenljivkama vrednosti hi-kvadrata niso bile relevantne za sklepanje, saj je 50 % ali več celic imelo teoretične vrednosti manjše od 5. Vrednosti hi-kvadrat testa so omogočile zavrnitev ničelnih hipotez (da med dvema spremenljivkama ni nobene povezave) pri spremenljivkah spol in seznanjenost s posamezno vrsto brezžičnega omrežja v NUK. Tako lahko z 2 % tveganjem zavrremo (ničelno) hipotezo, da ni statistično značilne povezave med seznanjenostjo z omrežjem Eduroam in spolom. Sklepamo torej, da spol vpliva na seznanjenost z dostopnostjo omrežja Eduroam v NUK. Na to je nakazoval že podatek, da je med anketiranimi, ki z dostopnostjo omrežja niso seznanjeni, 70,6 % žensk in le 29,4 % moških. Prav tako lahko z 2 % tveganjem zavrremo hipotezo, da ni statistično značilne povezave med seznanjenostjo z omrežjem Libroam in spolom. Sklepamo torej, da spol vpliva tudi na seznanjenost z dostopnostjo omrežja Libroam v NUK. Med anketiranimi, ki z dostopnostjo omenjenega omrežja niso seznanjeni, je bilo 66 % žensk in 34 % moških. Za seznanjenost z dostopnostjo omrežja NeoWLAN ničelne hipoteze nismo mogli zavrniti (vrednost hi-kvadrata je 0,062). Vrednosti hi-kvadratov pa nam ne omogočajo sklepanja, da spol vpliva na pogostost uporabe brezžičnih omrežij v NUK.

Statistično značilno povezavo (korelacijo) smo odkrili le med spremenljivkama pogostost uporabe Libroama ter pogostost uporabe NeoWLAN pri svojem študiju oziroma delu, z vrednostjo Spearmanovega koeficienta korelacije $r_s=0,35$, in med spremenljivkama uporaba omrežja Libroam v NUK ter uporaba omrežja NeoWLAN v NUK, z vrednostjo Spearmanovega koeficienta $r_s=0,27$, kar štejemo le kot zaznavno stopnjo povezanosti. Anketiranci, ki pogosteje uporabljajo omrežje Libroam tudi pogosteje uporabljajo omrežje NeoWLAN in obratno (šibka linearna povezanost je bila zaznavna tudi v razsevnih diagramih).

6.5 Rezultati strukturiranega intervjuja med zaposlenimi v knjižnici

Sodelujočim v intervjuju smo zastavili štiri vprašanja, ki so se nanašala na vzroke slabega odziva uporabnikov knjižnice na spletno anketo, še zlasti študentov, ter njihovo majhno

²² Spearmanov koeficient ne predpostavlja linearne povezanosti spremenljivk in enakomernosti frekvenčne porazdelitve, prav tako je z njim možno računati stopnjo povezanosti nezveznih spremenljivk, zato je primeren za izračun odvisnosti ordinalnih spremenljivk.

zanimanje za uporabo omrežij. Zanimale so nas tudi morebitne težave, s katerimi se uporabniki srečujejo pri uporabi omrežij, ter mnenja o uspešnosti promocije brezžičnih omrežij v knjižnici. V petem vprašanju smo intervjuvance spraševali po njihovih predlogih za nadaljnje aktivnosti knjižnice pri ponudbi brezžičnih omrežij.

Kot možni vzrok za **slab odziv** na anketo so respondenti najpogosteje navedli neaktualnost tematike oziroma nepoznavanje storitve s strani uporabnikov (4 od 6 intervjuvancev), kot posledico tega, da uporabniki koristijo zakupljen prenos podatkov (1 respondent), oziroma ne posedujejo prenosnih naprav, s katerimi bi uporabljali brezžična omrežja knjižnice (1 respondent). Dva intervjuvanca sta videla vzrok tudi v tehnični izvedbi ankete, ki so jo uporabniki izpolnjevali zgolj v elektronski, niso pa imeli možnosti izpolnjevanja tiskane oblike. En intervjuvanec je kot vzrok navedel prezahtevnost vprašanj, drugi je opozoril na pomanjkanje motivacije za reševanje anket, pri katerih uporabniki ne vidijo koristi zase.

Na anketo se je odzvalo le **majhno število študentov**, čeprav smo predvidevali, da jih tematika zanima in da brezžična omrežja v NUK uporabljajo pogosteje kot druge kategorije uporabnikov. Intervjuvanci (3 od 6) so kot razlog nezanimanja za tematiko navedli slabo opremljenost študentov s prenosnimi napravami, ki so »za marsikoga predrage«. Da se uporabniki ne sprašujejo o različnih ponudnikih in načinih dostopa, ampak zgolj koristijo kar jim je na voljo v danem trenutku (npr. zakupljen prenos podatkov), predvidevajo trije intervjuvanci. Dva intervjuvanca sta opozorila, da uporabniki vidijo knjižnico predvsem kot prostor za učenje, pri katerem ne potrebujejo dostopa do interneta. Trije intervjuvanci razlog za slab odziv vidijo v anketi sami oziroma v poplavi številnih anket, ki so jim študentje izpostavljeni vsakodnevno, zaradi česar so jih naveličani in jih »enostavno preslišijo in ignorirajo«.

Na vprašanje če se **uporabniki obračajo na zaposlene z vprašanji** o dostopu in uporabi brezžičnih omrežij ter namestitvi odjemalca, so vsi intervjuvanci odgovorili pritrdilno. Uporabniki se na zaposlene obračajo predvsem po tehnično pomoč pri nameščanju odjemalca, kar so za najpogostejše vprašanje označili prav vsi intervjuvanci. En intervjuvanec je opozoril, da uporabniki sprašujejo tudi po prostorih, kjer bi lahko uporabljali prenosne naprave (»prostor z mizo, v mirnem okolju, poleg delujoče in ustrezno oblikovane električne vtičnice«) ter da posamezni uporabniki že ob vpisu v knjižnico sprašujejo po razpoložljivih brezžičnih omrežjih in pogojih za dostop do njih.

Zanimalo nas je tudi ali bi morali v NUK **narediti več za promocijo** brezžičnih omrežij, ki so na voljo uporabnikom. Pritrdilno so odgovorili vsi intervjuvanci, ki so podali odgovor na to vprašanje (4 od 6). Kot metode za promocijo so navedli predstavitev omrežij novim uporabnikom (2 od 4), pripravo zgibank (1 od 4) in plakatov (1 od 4), posredovanje informacij o omrežjih s strani zaposlenih (1 od 4), sodelovanje v radijski oddaji na to temo (1 od 4) ter izvajanje predstavitev namestitve po korakih (1 od 4). Trije od intervjuvancev so opozorili, da bi bila potrebna boljša predstavitev storitve na spletni strani knjižnice, na kateri bi bilo potrebno, po mnenju enega intervjuvanca, navesti tudi kam naj se uporabniki v primeru težav obrnejo po pomoč.

V zadnjem vprašanju smo respondente spraševali po **predlogih ukrepov** za povečanje uporabe brezžičnih omrežij v NUK. Trije od petih intervjuvancev, ki so odgovarjali na to vprašanje, vidijo potrebo po usposabljanju informatorjev za namestitvev odjemalcev na različnih napravah, saj tako znanje »uporabniki pričakujejo od nas«. En od intervjuvancev je predlagal, da bi uporabnikom ponudili termin za reševanje tehničnih problemov z namestitvijo odjemalca, ko bi pomoč uporabnikom nudili tudi računalničarji. Drugi intervjuvanec predlaga, da ponudimo uporabnikom več propagandnega gradiva, tretji pa, da se storitve knjižnice naj še naprej razvijajo »v smeri tehnološkega razvoja«.

6.6 Razprava

Opravljen anketna raziskava večine naših predpostavk ni potrdila. Majhen odziv na anketo in nizko število tistih, ki so po vstopu na stran spletne ankete slednjo tudi izpolnili, kažeta na to, da ponudba brezžičnih omrežij ne sodi med storitve knjižnice, ki so trenutno za uporabnike najbolj aktualne. Rezultati ankete tudi ne potrjujejo predpostavke, da tematika uporabe brezžičnih omrežij v NUK najbolj zanima uporabnike študente, saj predstavljajo največji delež vzorca anketirancev knjižnični delavci (v NUK obiskujejo Informacijski center za bibliotekarstvo, ki jim nudi vire za njihovo strokovno izpopolnjevanje in dopolnilno izobraževanje in tudi možnost dostopa do brezžičnih omrežij). Glede na večji delež anketirancev moškega spola v primerjavi s preteklimi anketnimi raziskavami, predvidevamo, da tematika bolj zanima uporabnike moškega spola. Seznanjenost anketiranih uporabnikov z možnostjo uporabe brezžičnih omrežij v NUK je v skladu z našo predpostavko visoka pri omrežju Eduroam (74 % anketiranih) in NeoWLAN (70 %), nezadovoljiva pa pri omrežju Libroam, za katerega jih 41 % ne ve, da jim je na voljo.

Predpostavko, da je dejanska uporaba brezžičnih omrežij, ki jih zagotavlja NUK majhna, lahko potrdimo, kajti več kot polovica anketirancev (54 %) ob svojem obisku knjižnice ne uporablja nobenega od omrežij in kot glavni vzrok navajajo, da te storitve ne potrebujejo (54 % anketiranih). Predvidevamo, da uporabniki v knjižnico prihajajo v prvi vrsti zaradi študija že pripravljenih (lastnih) gradiv in poizvedbe po elektronskih virih opravijo že prej z lokacij zunaj knjižnice (knjižnica namreč zagotavlja oddaljeni dostop). Več kot polovica (52 %) anketiranih uporabnikov namreč sicer pri študiju oziroma znanstvenoraziskovalnem delu vsaj omrežje Eduroam uporablja pogosto, tj. večkrat na teden ali vsaj enkrat tedensko.

Glede na strukturo uporabnikov NUK, ki je kot univerzitetna in osrednja znanstvena knjižnica v prvi vrsti namenjen udeležencem visokošolskega izobraževalnega in znanstvenoraziskovalnega procesa, smo predpostavljali, da pri svojem delu najpogosteje uporabljajo omrežje Eduroam, kar se je potrdilo. Pogosto ali zelo pogosto uporablja omrežje Eduroam 54 % uporabnikov brezžičnih omrežij v NUK, pogostost uporabe omrežja Libroam pa je zelo nizka.

Predpostavljali smo, da pri uporabi brezžičnih omrežij uporabnike najbolj ovirajo težave pri namestitvi ustreznega odjemalca. Ugotovili smo, da to ni najpogostejša težava (le 13 % jih

navaja, da jim odjemalca ni uspelo namestiti), največjo oviro predstavljata slaba pokritost s signalom in nedelovanje omrežja kljub uspešni namestitvi odjemalca. Pri dostopanju do interneta prek brezžičnih omrežij uporabniki najpogosteje uporabljajo prenosne računalnike in pametne mobilne telefone, ne pa tabličnih računalnikov, kot smo predvidevali. Slednje trenutno uporablja le dobra petina (23 %) anketiranih.

Predpostavke, da so s ponudbo brezžičnih omrežij v NUK bolje seznanjeni mlajši uporabniki, na osnovi statistične analize nismo mogli potrditi. Ugotovili smo, da spol sicer vpliva na seznanjenost s ponudbo omrežij Eduroam in Libroam (moški so seznanjeni bolj kot ženske), vendar pa stopnja korelacije ni bila statistično značilna. Predpostavke, da brezžična omrežja nasploh pri svojem delu oziroma študiju pogosteje uporabljajo mlajši uporabniki in osebe moškega spola, nismo mogli potrditi.

Rezultati ankete in intervjuja dajejo nekaj izhodišč za nadaljnje aktivnosti knjižnice: izboljšati mora promocijo brezžičnih omrežij, zagotoviti boljšo pokritost s signalom s postavitvijo dodatnih dostopnih točk, sistematično spremljati uporabe omrežij Eduroam in Librom prek statistike strežnika RADIUS, zagotoviti organizirano tehnično pomoč uporabnikom in dodatno usposabljanje zaposlenih, uvesti tehnične izboljšave pri zagotavljanju delovanja in uporabe brezžičnih omrežij ter zagotoviti več čitalniških mest, kjer bodo uporabniki za dostop do brezžičnih omrežij lahko uporabljali svoje računalniške in druge mobilne naprave.

7 SKLEPNE UGOTOVITVE

V prvem delu diplomske naloge smo predstavili nastanek in razvoj brezžičnih oblik komuniciranja ter izpostavili prednosti brezžičnih lokalnih omrežij. Potreba po mobilnosti današnjega človeka je vse večja in ljudje tudi pri uporabi računalniške tehnologije ter dostopanju do interneta ne želijo biti omejeni na fizični prostor oziroma fizično točko, kjer se bodo nanj priključili prek žične povezave. Zgodovina brezžične komunikacije je sicer stara že več kot sto let, danes pa je brezžično komuniciranje razširjeno na vsa področja človekovega življenja. Razvoj tehnologije za brezžična lokalna omrežja, v prvi vrsti tehnologije Wi-Fi, je zaposlenim omogočil fleksibilnejše oblike dela, študentom enostavnejši dostop do informacijskih virov in študijskih gradiv, raziskovalcem lažje timsko delo, izmenjavo informacij in izrabo skupnih baz raziskovalnih podatkov. Sodobna informacijska in komunikacijska tehnologija sta temeljito spremenili načine študija ter dela v izobraževalni in znanstvenoraziskovalni dejavnosti, ki se vse hitreje selita v spletno okolje. Udeleženci izobraževalnega in raziskovalnega procesa želijo biti čim bolj mobilni, pristop do interneta in storitev, ki so jih navajeni uporabljati pri svojem delu, želijo imeti na enak način kot v domačem okolju dostopne tudi v drugih ustanovah, doma in v tujini.

Tovrstne potrebe je izpolnila ideja o brezžičnem pristopu po standardu 802.1X, temelječem na hierarhiji avtentikacijskih strežnikov RADIUS, ki je bila leta 2003 razvita pod okriljem evropske federacije akademskih in izobraževalnih omrežij TERENA ter dobila naziv Eduroam. Projekt se je razširil tudi zunaj Evrope in se razvil v federacijo federacij, kjer se posamezne federacije upravljajo na nacionalni ravni in se povezujejo regijsko. Sistem

Eduroam je z vidika statusa organizacija zvez nacionalnih računalniških omrežij (v Sloveniji je to Arnes), ki zagotavljajo enostaven dostop v brezžično omrežje kjer koli v evropski ali azijsko-pacifiški konfederaciji Eduroam. Sodelujoče ustanove so univerze in druge raziskovalne ter izobraževalne ustanove. Njihovi uporabniki Eduroama lahko omrežje uporabljajo ne le v prostorih svoje ustanove ampak v prostorih katere koli sodelujoče ustanove.

Arhitektura omrežja Eduroam, zasnovana na sodobni opremi, ki podpira tehnologijo IEEE 802.1X, zagotavlja razširljivost in enostavnost upravljanja sistema, uporaba najnovejših standardov za zagotavljanje varnosti v omrežjih WLAN, tj. WPA (Wi-Fi protective access), pa zagotavlja tudi ustrezno raven varnosti. Uveden je porazdeljeni sistem za preverjanje istovetnosti in avtorizacijo uporabnikov, ki temelji na strežnikih RADIUS, podatki o lokalnih uporabnikih pa se hranijo v ustreznih podatkovnih bazah. Omenjeni strežniki skrbijo za kontrolo in beleženje dostopov do omrežja in uporabe dostopnih virov, vsa omrežja Eduroam so varovana z mehanizmom za šifriranje WPA2, uporabniki pa istovetnost izkažejo prek posebnega odjemalca. Prve pilotske postavitve brezžičnega omrežja Eduroam v Sloveniji so bile izvedene leta 2004 na petih fakultetah treh univerz in v enem srednješolskem centru. Dokler univerze niso vzpostavile svojih lastnih strežnikov RADIUS, so se lokalni imeniki LDAP neposredno povezovali z glavnim slovenskim strežnikom na Arnesu. V okviru projekta, ki ga je leta 2006 finančno podprlo takratno Ministrstvo za visoko šolstvo, znanost in tehnologijo, so univerze dobile svoje centralne strežnike RADIUS, vzpostavljene so bile tudi nove točke dostopa po visokošolskih ustanovah. S kasnejšimi projekti se je nadaljevala izgradnja omrežij tudi izven visokošolskega prostora, v javnih raziskovalnih zavodih in knjižnicah. Dostop do omrežja Eduroam je tako danes mogoč na 134 lokacijah v Sloveniji, uporabniki pa lahko s svojim uporabniškim imenom in geslom gostujejo v omrežju tudi v tujini, v več kot petdesetih državah, kjer je vzpostavljenih več kot 5000 dostopnih točk. Med prvimi slovenskimi knjižnicami, ki so pristopile k projektu vzpostavitve omrežja Eduroam, je bil tudi NUK.

Internet in svetovni splet ter hitro naraščanje števila elektronskih informacijskih virov so tudi v delovanje NUK in ponudbo njegovih storitev prinesli številne spremembe in tudi nujnost izvajanja vedno večjega dela storitev v elektronski obliki. Spremenile so se tudi potrebe in pričakovanja uporabnikov knjižnice, ki želijo, da bi jim bile knjižnične storitve in informacijski viri na voljo 24 ur na dan in vse dneve v tednu, tako v smislu možnosti uporabe fizičnega prostora knjižnice kot tudi njene uporabe v virtualnem okolju. Povpraševanje po računalniških delovnih postajah knjižnice se zmanjšuje, uporabniki želijo v knjižničnih prostorih čim boljše pogoje za uporabo lastnih računalniških in drugih mobilnih elektronskih naprav za dostopanje do informacijskih virov. Pri tem študij in uporaba elektronskih informacijskih virov ne potekata le v klasičnih čitalnicah, ampak tudi zunaj njih, še zlasti v prostorih za sprostitev in počitek. Uporabniki želijo še daljšo odprtost knjižnice ter več čitalniških oziroma delovnih mest, kjer bodo v glavnem uporabljali svojo študijsko literaturo in imeli enostaven in hiter dostop do interneta. Knjižnica je zato že leta 2004 uvedla brezplačno brezžično omrežje NeoWLAN, nato pa leta 2009 pristopila še k projektu uvedbe

omrežij Eduroam in Libroam, financiranim s strani Ministrstva za visoko šolstvo, znanost in tehnologijo. Z vzpostavitvijo knjižničnega omrežja Libroam slovenske knjižnice omogočajo članom, ki nimajo oziroma ne morejo pridobiti uporabniškega imena in gesla za Eduroam, enostavno uporabo omrežja in gostovanje v drugih knjižnicah, sodelujočih v sistemu.

Z izvedbo omenjenega projekta je NUK želel uporabnikom zagotoviti mobilnost (dostop do interneta in internetnih virov ni več odvisen od fiksne lokacije uporabnika v prostorih knjižnice) in varnost (varnostni mehanizmi morajo preprečevati neavtorizirano uporabo omrežja in kakršno koli »prisluškovanje« njegovemu prometu ali morebitne vdore v sistem). Pri izbiri tehniško-tehnoloških rešitev je knjižnica sledila zahtevam, ki jih predpisuje Arnes. Dostopne točke so bile postavljene na 15 lokacijah in s signalom pokrivajo vsa uporabniško dostopna območja knjižnice, in sicer na obeh lokacijah, na katerih deluje knjižnica. V nalogi smo izvedbo projekta ter uporabljeno tehnologijo in naprave predstavili natančneje. Dostop do omrežij Eduroam in Libroam omogoča NUK od junija 2010.

V diplomskem delu smo navedli tudi nekaj predlogov za možne izboljšave pri zagotavljanju delovanja in uporabe omrežij: uvedba spletne strani za preverjanje veljavnosti uporabniškega imena in gesla za dostop do omrežij; dodatni SSID za namestitev odjemalca; sistem za opozarjanje odjemalcev ob prenosu licenčnih vsebin do brezžičnega omrežja Eduroam ali Libroam in uvedba ustreznih filtrov za preprečevanje prenosov licenčnih vsebin.

Ker uspešna izvedba projekta v tehnično-tehnološkem smislu še ne pomeni nujno tudi njegove uspešnosti z vidika uporabnikov, smo poskušali pridobiti čim več podatkov o dejanski uporabi omrežij Eduroam in Libroam v knjižnici. Ker so statistike kazale na manjšo uporabo, kot jo je knjižnica pričakovala ob vzpostavitvi omrežij, smo poskušali vzroke za to ugotoviti s pomočjo ankete, izvedene med uporabniki NUK, ter pisnega intervjuja med zaposlenimi v knjižnici. Rezultati so pokazali, da uporabniki sicer navajajo, da pri delu v knjižnici v veliki večini dostopa do omrežij ne potrebujejo, a se tisti, ki brezžična omrežja v NUK uporabljajo, občasno srečujejo s težavami. Večkrat se obračajo na zaposlene, ki pa v nekaterih primerih tehnično niso tako dobro podkovani, da bi težave lahko rešili. Na osnovi rezultatov empirične študije smo zato opredelili tudi nekaj vsebinskih aktivnosti, ki jih bo morala knjižnica izvesti v prihodnje, da bi postala ponudba dostopa do brezžičnih omrežij bolj prepoznavna med uporabniki in bi se uporabniki v omrežja vključevali pogosteje: izboljšanje promocije brezžičnih omrežij (dopolnitev sporočil na spletni strani in v tiskanih gradivih za uporabnike, priprava vprašanj in odgovorov (FAQ) na spletni strani); vključitev informacij o omrežjih in pogojih za njihovo uporabo v vsebine tečajev za uporabnike; preverjanje signala na območjih, ki so jih uporabniki navedli kot problematična, in po potrebi vzpostavitev dodatnih dostopnih točk; sistematično spremljanje uporabe omrežij Eduroam in Libroam prek mesečne statistike strežnika RADIUS; zagotovitev organizirane tehnične pomoči uporabnikom in dodatno usposabljanje zaposlenih; zagotovitev več čitalniških mest, kjer bodo obiskovalci knjižnice lahko uporabljali svoje računalniške in druge mobilne naprave.

VIRI IN LITERATURA

- [1] L. Černuta (1. 12. 2012), *Uporaba informacijsko - komunikacijske tehnologije v gospodinjstvih in pri posameznikih, podrobni podatki, Slovenija, 2011 - končni podatki*. [Online]. Dostopno na: http://www.stat.si/novica_prikazi.aspx?ID=4384
- [2] *Uporaba informacijsko - komunikacijske tehnologije v podjetjih, podrobni podatki, Slovenija, 2011 - končni podatki* (1. 12. 2011). [Online]. Dostopno na: http://www.stat.si/novica_prikazi.aspx?id=4383
- [3] N. Gostiša (11. 5. 2012), *Svetovni dan telekomunikacij in informacijske družbe 2012*. [Online]. Dostopno na: http://www.stat.si/novica_prikazi.aspx?id=4685
- [4] U. Hribar, »Razvoj mobilnih tehnologij«, v V. Vehovar (ur.), *Mobilne refleksije*. Ljubljana : Fakulteta za družbene vede, 2007, str. 292. [Elektronski vir]. Dostopno na: <http://uploadi.www.ris.org/editor/1259623431Hribar%20Uros%20-%20Razvoj%20mobilnih%20tehnologij.pdf>
- [5] (2012) What's a wireless network? [Online]. Dostopno na: <http://en.kioskea.net/contents/wireless/wlintro.php3>
- [6] P. Šuhel, A. Paulin, P. Šuhel ml., *Uvod v informatiko*, Ljubljana ; Novo mesto ; Nova Gorica: samozal., 2011, pogl. 3.
- [7] M. Potočnik, *Organizacija brezžičnih računalniških komunikacij: diplomsko delo univerzitetnega študija*, Kranj: FOV – Fakulteta za organizacijske vede, 2007. [Elektronski vir]. Dostopno na: <http://dkum2.uni-mb.si/podrocje.aspx?id=0>
- [8] (2012) Wireless Local Network (WLANs). [Online]. Dostopno na: <http://raintutor.blogspot.com/>
- [9] (2012) G. Boyer, *Zakaj omrežje?* [Online]. Dostopno na: <http://windows.microsoft.com/sl-SI/windows7/why-network>
- [10] (2012) Pripravite se na ekstremno hiter Wi-Fi (26. 07. 2012). [Online]. Dostopno na: <http://www.racunalske-novice.com/novice/splet/dogodki-in-obvestila/pripravite-se-na-ekstremno-hiter-wi-fi.html?RSS6d73cdcedb7fa4bbcf03fe3081a6dd34>
- [11] (2012) M. Bradley, *Wireless Standards - 802.11b 802.11a 802.11g and 802.11n: The 802.11 family explained*. [Online]. Dostopno na: <http://compnetworking.about.com/cs/wireless80211/a/aa80211standard.htm>
- [12] (2012) Community WiFi Networks. [Online]. Dostopno na: <http://digitalhouston.ning.com/Services>
- [13] Kako v nekaj korakih povečati varnost brezžičnih omrežij (12. 02. 2012), *Računalniške novice*. [Online]. Dostopno na: <http://www.monitor.si/clanek/omrezje-brez-zic/>
- [14] (2012) Is Wi-Fi Safe for Children? [Online]. Dostopno na: <http://www.safeinschool.org/2011/01/wi-fi-is-removed-from-schools-and.html>
- [15] (2012) Naprave WiFi in zdravje. [Online]. Dostopno na: <http://www.racunalske-novice.com/novice/dogodki-in-obvestila/naprave-wifi-in-zdravje.html>
- [16] P. Bernett-Ellis, P., L. Charnigo, (March 2005), Wireless Networks in Medium-sized Academic Libraries: A National Survey. *Information technology and libraries*, str. 13-21.
- [17] The Library Wireless Hotspot, *Library Technology Reports*, Sept.–Oct. 2005, str. 31-36.
- [18] (2012) Knjižnica M. Jarca nadgradila obstoječe brezžično omrežje. [Online]. Dostopno na: http://www.lokalno.si/2011/11/10/70165/zgodba/Knjiznica_Mirana_Jarca_nadgradila_obstojece_brezicno_omrezje/
- [19] (2012) eduroam Europe. Dostopno na: <http://www.eduroam.org/index.php?p=europe>
- [20] (2012) eduroam Logo. Dostopno na: <http://www.eduroam.org/index.php?p=media&s=logo>

- [21] Evropsko raziskovalno in izobraževalno omrežje s terabitnimi hitrostmi (13. 07. 2012). [Online]. Dostopno na: <http://www.arnes.si/obvestila/obvestilo/article/evropsko-raziskovalno-in-izobrazevalno-omrezje-s-terabitnimi-hitrostmi.html>
- [22] (2012) Where can I eduroam? Dostopno na: <http://www.eduroam.org/?p=where>
- [23] (2012) Global Eduroam. Dostopno na: <http://www.aarnet.edu.au/services/eduroam/global-eduroam.aspx>
- [24] Javni razpis za sofinanciranje vzpostavitve brezžičnih omrežij Eduroam v knjižničnih okoljih in državnih muzejih in galerijah (15. 6. 2012). [Online]. Dostopno na: http://www.mizks.gov.si/fileadmin/mizks.gov.si/pageuploads/razpisi/Visoko_solstvo/Besedilo_javnega_razpisa_eduroam_28_6_12.pdf
- [25] D. Šoštarič, »Eduroam – brezžično omrežje v izobraževalnih in raziskovalnih okoljih«, [Tipkopis], predstavljeno na konferenci Informatika v javni upravi, Kongresni center Brdo pri Kranju, 7.–8. december 2009.
- [26] E. Strosar, ARP – Address Resolution Protocol – napadi in obramba. *Monitor*, oktober 2006. [Online]. Dostopno na: <http://www.monitor.si/clanek/arp-address-resolution-protocol-napadi-in-obramba/>
- [27] E. Strosar, (Ne)varnost v javnih omrežjih WLAN. *Monitor*, april 2007. [Online]. Dostopno na: <http://www.monitor.si/clanek/ne-varnost-v-javnih-omrezjih-wlan/>
- [28] (2012) Delovanje omrežja Eduroam. [Online]. Dostopno na: <http://aai.arnes.si/eduroam/index.html>
- [29] (2012) Federacija izobraževalnih omrežij Eduroam. [Online]. Dostopno na: <http://www.eduroam.si/>
- [30] (2012) Brezžično omrežje v Mestni občini Ljubljana in uporabniki Eduroam-a. [Online]. Dostopno na: <http://www.arnes.si/obvestila/obvestilo/article/eduroam-prihaja-tudi-na-ljubljanske-trge-ulice-in-parke.html>
- [31] (2012) Projekt: Brezžična omrežja Eduroam v univerzitetnih okoljih. [Online]. Dostopno na: http://rcum.uni-mb.si/~davor/Portal_DID/projekt_Eduroam_06.html
- [32] D. Šoštarič, »EDUROAM/LIBROAM: Brezžično omrežje v splošno-izobraževalnih knjižnicah«, predstavljeno na srečanju v Celju, 22. maja 2010. [Online]. Dostopno na: <http://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=projekt%20knji%C5%BEnice%20eduroam%20v%20sk%202010%20za%20tisk.pdf>
- [33] M. Končan, »Komunikacijska oprema«, v *Informacijsko-komunikacijska tehnologija v splošnih knjižnicah: priručnik*. Ljubljana: Narodna in univerzitetna knjižnica, 2010, str. 39. [Elektronski vir]. Dostopno na: <http://cezar.nuk.uni-lj.si/ook/pages/files/IKT%20v%20SK%202010%20za%20tisk.pdf>
- [34] (2012) Brezžično omrežje Libroam – logotip. [Online]. Dostopno na: <http://home.izum.si/cobiss/libroam/logotip.asp>
- [35] (2012) Brezžično omrežje Libroam – navodila. [Online]. Dostopno na: http://home.izum.si/cobiss/libroam/za_knjiznice.asp
- [36] (2012) B. Batič, *Brezžično internetno omrežje Libroam*. [Online]. Dostopno na: [OpenDay \(pptx\)](#)
- [37] (2012) Dostopna točka CISCO AP-1131. [Online]. Dostopno na: [http://i.ebayimg.com/t/Cisco-Aironet-1130AG-Wireless-Access-Point-AIR-API1131AG-A-K9-1131AG-Complete-Kit-/00/s/NzY4WDEwMjQ=/\\$\(KGrHqF,!oEE63WY8h+0BO\)-tqgR0!~~60_57.JPG](http://i.ebayimg.com/t/Cisco-Aironet-1130AG-Wireless-Access-Point-AIR-API1131AG-A-K9-1131AG-Complete-Kit-/00/s/NzY4WDEwMjQ=/$(KGrHqF,!oEE63WY8h+0BO)-tqgR0!~~60_57.JPG)
- [38] (2012) Omrežno stikalo 3COM 4210 POE 26port. [Online]. Dostopno na: http://www.alternativo.cz/3com-switch-4210-26-port_ies20497.jpg
- [39] Vse več »navidezne« opreme (1. april 2009). *Moj Mikro*. [Online]. Dostopno na: http://www.mojmikro.si/mreza/uporabno/vse_vec_navidezne_opreme
- [40] (2012) CentOS. [Online]. Dostopno na: <http://www.centos.org/>

PRILOGE

Priloga 1: Eduroam statistika uporabe omrežij Libroam in Eduroam v Narodni in univerzitetni knjižnici

Eduroam statistika uporabe omrežja libroam.si

Network logins per month - All:

2011-09	2817
2011-10	5172
2011-11	6618
2011-12	6306
2012-01	16052
2012-02	12645
2012-03	10732
2012-04	10510
2012-05	18008
2012-06	19679
2012-07	7690
2012-08	12952
2012-09	11201

Network logins per month - Home institution:

2011-09	57
2011-10	376
2011-11	494
2011-12	471
2012-01	433
2012-02	335
2012-03	455
2012-04	398
2012-05	639
2012-06	668
2012-07	1202
2012-08	1519
2012-09	1167

User logins per month - All:

2011-09	153
2011-10	345
2011-11	391
2011-12	460
2012-01	529
2012-02	448
2012-03	588

2012-04	571
2012-05	638
2012-06	619
2012-07	341
2012-08	405
2012-09	375

User logins per month - Home institution:

2011-09	6
2011-10	15
2011-11	21
2011-12	19
2012-01	29
2012-02	23
2012-03	28
2012-04	28
2012-05	29
2012-06	34
2012-07	29
2012-08	36
2012-09	31

Monthly Network usage - Average Session Time: (Only sessions with session_time > 60 sec are counted)

2011-09	897.3529
2011-10	909.4609
2011-11	1186.3336
2011-12	1241.5163
2012-01	919.5368
2012-02	923.4086
2012-03	1078.6291
2012-04	1027.8487
2012-05	896.2888
2012-06	862.8329
2012-07	1189.0105
2012-08	921.2811
2012-09	897.4157

Eduroam statistika uporabe omrežja eduroam.si**Network logins per month - All:**

2011-09	2817
2011-10	5172
2011-11	6618
2011-12	6306
2012-01	16052
2012-02	12645
2012-03	10732
2012-04	10510
2012-05	18008
2012-06	19679
2012-07	7690
2012-08	12952
2012-09	11200

User logins per month - All:

2011-09	153
2011-10	345
2011-11	391
2011-12	460
2012-01	529
2012-02	448
2012-03	588
2012-04	571
2012-05	638
2012-06	619
2012-07	341
2012-08	405
2012-09	375

**Monthly Network usage - Average Session Time:
(Only sessions with session_time > 60 sec are counted)**

2011-09	897.3529
2011-10	909.4609
2011-11	1186.3336
2011-12	1241.5163
2012-01	919.5368
2012-02	923.4086
2012-03	1078.6291
2012-04	1027.8487
2012-05	896.2888
2012-06	862.8329
2012-07	1189.0105
2012-08	921.2811
2012-09	897.3015

How many different users logged in (in last 12 months - from 2011-9-01 to now): **2160**

Priloga 2: Anketni vprašalnik

Anketa o uporabi brezžičnih omrežij v Narodni in univerzitetni knjižnici

Dolgo ime ankete: Anketa o uporabi brezžičnih omrežij v Narodni in univerzitetni knjižnici

Kratko ime ankete: Brezžična omrežja v NUK

Število vprašanj: 65

Anketa aktivna: od 25.6.2012 do 11.7.2012

Spletna stran: <http://www.1ka.si/a/17128>

Avtor: Črt Ambrožič

Narodna in univerzitetna knjižnica (NUK) omogoča svojim uporabnikom dostop do več brezžičnih omrežij, in sicer do **Libroam** – brezplačno brezžično omrežje za člane knjižnic(e), **Eduroam** – brezplačno brezžično omrežje za zaposlene in študente javnih visokošolskih zavodov, zaposlene in učence osnovnih in srednjih šol ter zaposlene v raziskovalnih institucijah, in **NeoWLAN** – Siolovo brezplačno omrežje, dostopno brez gesla in uporabniškega imena, v prostorih Kavarne NUK, v Veliki čitalnici in informacijskem središču.

Ker si želimo, da bi našo storitev ponudbe dostopa do brezžičnih omrežij uporabljali čim bolj pogosto in brez težav, vas prosimo, da si vzamete nekaj minut časa in izpolnite anketo o njihovi uporabi. Anketa je anonimna. Prosimo, da nanjo opozorite tudi svoje kolege. Spletni vprašalnik bo dostopen v obdobju od 25. junija do 10. julija 2012.

Rezultate ankete bo v svojem diplomskem delu z naslovom »Eduroam in Libroam« (Fakulteta za računalništvo in informatiko Univerze v Ljubljani) podrobneje predstavil naš sodelavec Črt Ambrožič, objavljeni pa bodo tudi na spletni strani NUK.

Za sodelovanje v anketi se vam iskreno zahvaljujemo!

Q1 - Ali ste seznanjeni, da je v NUK uporabnikom na voljo dostop do brezžičnih omrežij?

	nisem seznanjen, slišim prvič	da, vem, da je omrežje na voljo
omrežje Eduroam	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
omrežje Libroam	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
omrežje NeoWLAN	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Q2 - Ali v prostorih NUK uporabljate katero od brezplačnih brezžičnih omrežij (Eduroam, Libroam ali NeoWLAN)?

- da, uporabljam
 ne, ne uporabljam nobenega od naštetih omrežij

IF (1) Q2 = [1]

Q3 - Katero brezžično omrežje uporabljate v prostorih NUK in kako pogosto?

	nikoli	zelo redko	redko	pogosto	zelo pogosto
Eduroam	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Libroam	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
NeoWLAN	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

IF (1) Q2 = [1]

Q4 - Ste imeli oziroma imate v NUK težave pri dostopu ali pri uporabi brezžičnega omrežja?

- ne, nimam težav
 da, srečujem se s težavami

IF (2) Q4 = [2]

Q5 - Na katere težave ste naleteli pri dostopu ali pri uporabi brezžičnega omrežja v NUK? (možnih je več odgovorov)

- navodila o dostopu do brezžičnih omrežij so preveč zapletena
 postopek namestitve odjemalca za dostop do omrežja je prezahteven
 odjemalca za dostop do omrežja mi ni uspelo namestiti
 kljub namestitvi odjemalca mi dostop do omrežja ni deloval / ne deluje
 na visokošolskem zavodu nisem dobil uporabniškega imena in gesla za dostop do omrežja Eduroam
 pokritost s signalom je slaba
 drugo, kaj:

IF (1) Q2 = [1]

Q6 - Na katerih mobilnih napravah uporabljate brezžična omrežja v NUK in katere operacijske sisteme uporabljate?

IF (1) Q2 = [1]

Q7 - PRENOSNI RAČUNALNIK

- ne uporabljam
 uporabljam

IF (3) Q7 = [2]

Q8 - z operacijskim sistemom:

- Windows
 Linux
 MacBook (MacOs)
 drugo, kaj:

IF (1) Q2 = [1]

Q9 - TABLICA

- ne uporabljam
 uporabljam

IF (4) Q9 = [2]

Q10 - z operacijskim sistemom:

- Android
 Ios (Ipad)
 drugo, kaj:

IF (1) Q2 = [1]

Q11 - PAMETNI MOBILNI TELEFON

- ne uporabljam
 uporabljam

IF (5) Q11 = [2]

Q12 - z operacijskim sistemom:

- Android
 Symbian
 Windows Mobile
 Ios (iphone)
 drugo, kaj:

IF (1) Q2 = [1]

Q13 - Kje vse, razen v prostorih NUK, uporabljate oziroma ste že uporabljali brezžično omrežje Eduroam ali Libroam? (možnih je več odgovorov)

- v prostorih visokošolskega zavoda
 v tujini
 v prostorih knjižnice

IF (9) Q13 = [Q13a]

Q14 - katerega visokošolskega zavoda, navedite:

IF (8) Q13 = [Q13b]

Q15 - kje v tujini, navedite

IF (6) Q13 = [Q13c]**Q16 - katere knjižnice, označite** (možnih je več odgovorov):

- Goriška knjižnica Franceta Bevka, Nova Gorica
 Knjižnica Domžale
 Knjižnica Ivana Potrča, Ptuj
 Knjižnica Ivana Tavčarja Škofja Loka
 Knjižnica Josipa Vošnjaka, Slovenska Bistrica
 Knjižnica Lenart, Lenart v Slovenskih goricah
 Knjižnica Lendava - Konyvtar Lendva
 Knjižnica Mirana Jarca Novo mesto
 Knjižnica Šentjur
 Knjižnica Toneta Seliškarja Trbovlje
 Koroška osrednja knjižnica dr. Franca Sušnika, Ravne na Koroškem
 Kosovelova knjižnica, Sežana
 Mariborska knjižnica
 Mestna knjižnica Ljubljana
 Osrednja knjižnica Celje
 Osrednja knjižnica Srečka Vilharja, Koper
 Pokrajinska in študijska knjižnica, Murska Sobota
 Univerzitetna knjižnica Maribor
 Valvasorjeva knjižnica, Krško

IF (1) Q2 = [1]**Q17 - Kako pogosto nasploh pri svojem študiju oziroma znanstvenoraziskovalnemu delu uporabljate omrežje Eduroam ali Libroam?**

	večkrat na teden	vsaj enkrat tedensko	večkrat na mesec	vsaj enkrat mesečno	večkrat na leto	ne uporabljam
Eduroam	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Libroam	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
NeoWLAN	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

IF (7) Q2 = [2]**Q18 - Zakaj v prostorih NUK ne uporabljate brezžičnega omrežja?** (možnih je več odgovorov)

- ne poznam ponudbe dostopa do brezžičnih omrežij v NUK
 na visokošolskem zavodu nisem dobil dostopa do omrežja Eduroam
 ne razumem navodil za pridobitev dostopa do omrežja, zato odjemalca na svojo mobilno napravo nisem namestil
 ne potrebujem te storitve
 nimam primerne mobilne naprave
 drugo, kaj:

Q19 - Prosili bi vas še za nekaj demografskih podatkov.**Q20 - Spol:**

- ženski
 moški

Q21 - Starost (let):

- do 18
- 18–25
- 26–35
- 36–45
- 46–55
- 56–65
- nad 65

Q22 - Dosežena stopnja izobrazbe:

- nedokončana osnovnošolska izobrazba
- osnovnošolska izobrazba
- nižja ali srednja poklicna izobrazba
- srednja izobrazba
- višja ali visoka strokovna izobrazba oz. prva bolonjska stopnja
- univerzitetna izobrazba oz. druga bolonjska stopnja
- podiplomska izobrazba oz. tretja bolonjska stopnja (znanstveni magisterij, doktorat)

Q23 - Poklic oz. status:

- dijak
- študent Univerze v Ljubljani
- študent druge univerze oz. samostojnega visokošolskega zavoda
- zaposlen v visokem šolstvu ali raziskovalni dejavnosti
- zaposlen v drugih dejavnostih
- knjižnični delavec
- upokojenec
- brezposelna oseba
- drugo, kaj:

Q24 - Bi nam želeli še kaj sporočiti ali predlagati glede ponudbe oziroma uporabe brezžičnega omrežja v NUK?

Priloga 3: Rezultati strukturiranega intervjuja

1. Kateri so možni vzroki za **slab odziv** na anketo:
 - Prenosne naprave niso med najcenejšimi in zato verjetno še niso tako zelo prisotne med našimi uporabniki kot mislimo. Uporabnikom je nerodno (tudi anonimno) govoriti o stvareh, ki jih ne poznajo oziroma so pri njihovi uporabi imeli težave. Večino uporabnikov NUK predstavljajo pravniki, medicinci in humanisti, ki jim informacijska tehnologija služi zgolj kot orodje in ne želijo zgubljati časa z nameščanjem odjemalcev; želijo biti povezani s spletom takoj ko prižgejo prenosno napravo. Uporabniki verjetno tudi niso videli povezave (kot pri prejšnjih anketah) med anketo in pogoji za študij (prostor, dostopnost storitev in gradiva), ki jih sicer zelo zanimajo, zato niso bili zainteresirani za njeno reševanje.
 - Slab odziv na anketo o uporabi brezžičnih omrežij v NUK bi lahko bilo nepoznavanje in neuporaba brezžičnih omrežij v NUK. Po mojih ocenah ima kar nekaj študentov zakupljen prenos podatkov preko svojega operaterja in zato brezžičnega omrežja ne uporablja. Kar se tiče knjižničarjev, menim, da jih še vedno malo pozna temo oz. približno poznajo kaj je to brezžično omrežje, uporabljajo ga pa ne.
 - Morda so bila vprašanja za anketirance prezahtevna oz. jim izrazi NeoWlan, eduroam in libroam, ne pomenijo kaj dosti (v smislu razumevanja izrazov).
 - Anketa je bila posredovana v elektronski obliki (e-mail, Facebook, Twitter), morda bi bilo vredno razmisliti, da bi anketo študentom posredovali tudi v papirnati obliki. Tako bi si, na primer, ob čakanju na prosti sedež v čitalnici ali pa med odmorom v kavarni, vzeli nekaj minut za izpolnitev ankete. Kaj je bil po mojem mnenju vzrok, da jih je po pregledu nagovora večina spletno stran zapustila? Na vprašanje je težko odgovoriti, saj lahko le predvidevamo o njihovih motivih. Lahko, da anketirancem tematika ni bila blizu ali z njo niso bili seznanjeni in so zato morda mislili, da ni smiselno podajati mnenja in da ne morejo pomagati s svojimi odgovori. Pa vedeti moramo, da s(m)o lahko uporabniki zelo muhasti in nas hitro kaj zmoti (lahko nam ni všeč nagovor, lahko smo vstali z levo nogo, lahko nas ob izpolnjevanju ankete nekdo zmoti in pozabimo nanjo itd.).
 - Vzrokov je lahko več, a skoraj vedno je na delu preslabo oglaševanje ankete. Čeprav se mi zdi, da nismo uporabili drugačnih prijemov pri lansiranju in prošnjah za rešitev ankete. Mogoče je bil slab čas ali pa bi moral še nekaj anket natisniti in razdeliti po NUK. V resnici lahko samo ugibam, zakaj ni bilo pravega učinka, in možno je praktično vse: od nepriljubljenega naslova do nepravilnega časa izvedbe ali predolge ankete ..., ne upam pa se odločit za en vzrok.
 - Mogoče pa vseeno naši uporabniki niso tako odvisni od brezžičnega omrežja. Kazalci, ki smo jih svoje čase dobivali od Mobitela, so pravzaprav prikazovali prav bedno sliko uporabe let tega.
2. Zakaj se je na anketo odzvalo le majhno število **študentov**, čeprav smo pričakovali, da jih tematika zanima in da brezžična omrežja v NUK uporabljajo zelo pogosto:
 - Mogoče bi morali najprej ugotoviti, koliko študentov sploh ima primerne mobilne naprave. Vprašati se moramo tudi zakaj bi uporabnik uporabljal brezžična omrežja knjižnice – ker drugače nima dostopa do interneta, ker ga potrebuje pri študiju, ker do določenih vsebin lahko dostopa samo v prostorih knjižnice ipd. V knjižnici je le malo mest, kjer bi se uporabnik počutil sproščenega pri uporabi mobilnih naprav in kjer jih pravzaprav dovolimo uporabljati (v Veliki čitalnici je moteč, vtičnic je premalo, nima zasebnosti, v prostoru za skupinsko

učenje zopet ni zasebnosti, študijskih mest je premalo, v Informacijskem središču bi moral »pospraviti« mizo, v časopisni čitalnici lahko uporablja zgolj gradivo NUK, s čitalniškimi mesti v posebnih zbirkah ni seznanjen ipd.), zato verjetno precej raje po svetovnem spletu brska doma, v študentski sobi, knjižnico pa obišče ko mora resno študirati.

- Tisti s pametnimi telefoni imajo verjetno že vnaprej zakupljeno določeno količino za prenos podatkov, ki jim zadostuje za dostop do minimalne količine najnujnejših podatkov. Verjetno pa premalo poznajo možnost, da bi se lahko enostavno priklopili na naše omrežje in bolj sproščeno, brez strahu koliko podatkov bodo prenesli, brskali za informacijami.
 - Verjetno je tu nekaj ignorance do anket, mogoče anketa ni bila dovolj izpostavljena. Pri svojem delu, ki temelji na delu z uporabniki, opažam, da tudi študentje-uporabniki NUK ne uporabljajo množično brezžična omrežja, verjetno zaradi naprav, ki so še vedno za marsikoga predrage.
 - Vprašanje je ali sploh vejo za možnost uporaba brezžičnih omrežij. Zanimivo bi bilo vedeti, kakšna je dejanska opremljenost študentov z brezžičnimi napravami. Nekako živimo v prepričanju, da so študenti opremljeni s prenosniki, tabličnimi računalniki, bralniki in pametnimi telefoni. Pa je res tako?
 - Včasih je zelo težko motivirati uporabnike za izpolnitev ankete. Morda bi anketa lahko bila dostopna uporabnikom preko spletne, vstopne strani NUK-a dalj časa ali pa bi jim delili anketo v pisni obliki (npr. pri izposoji). Je pa res, da včasih enostavno ne moreš predvideti reakcij uporabnikov. Morda se študentom zdi brezžična uporaba omrežja že tako samoumevna, da niti ne razmišljajo zakaj, kako, kdo in se ne sprašujejo o različnih ponudnikih in načinih dostopa. Po drugi strani pa morda študentje, ki so uporabniki NUK-a, še ne čutijo potrebe po brezžičnem omrežju in je njihova primarna dejavnost v knjižnici učenje v čitalnici (s fizično knjigo) oziroma izposoja gradiva.
 - Samo ugibam lahko. Rekel bi predvsem to, da niti niso trznili preveč na to anketo, mogoče bi moral napisati naslov: Wi-Fi v NUK, pa bi bil že drugačen učinek. Ugibam, seveda. Po drugi strani so lahko tudi že naveličani vseh anket in jih enostavno preslišijo in ignorirajo. V vsakem primeru se večina vzrokov lahko stlači pod slabo oglaševanje oz. "prodajanje" ankete. Tukaj študentov niti ne bi tako močno izpostavljaj, ker v bistvu po mojih izkušnjah uporabniki vsi delujejo na podoben princip: "zanima me nekaj tisti trenutek, ko to potrebujem in takrat bom napravil vse, da to dobim" – Tako v tej smeri pomeni, da ne trznejo na te vsebine niti tisti, ki tega "v tem trenutku" ne potrebujejo niti tisti, ki imajo urejeno in jim dela. Tako nekako. Zagotovo pa ne moreš vedeti, zakaj.
 - Naveličanost, poplava vsemogočih anket, ki so same sebi namen. To se seveda rezultira tudi na stvareh, ki ne spadajo v to kategorijo.
3. Se **uporabniki obračajo na zaposlene z vprašanji** o dostopu in uporabi brezžičnih omrežij ter namestitvi odjemalca, s katerimi težavami se srečujejo:
- Seveda, taki uporabniki so se v ICB pojavljali pogosto (prbl. en tedensko). Zanimalo jih je predvsem katera brezžična omrežja imamo na voljo in kako jih koristiti. Zaradi šibkega signala Neo omrežja, zamudnega pridobivanja gesla za Eduroam ter težav pri namestitvi odjemalca za Libroam, so se nato odločili za uporabo računalnikov NUK oz. so hkrati uporabljali svoj prenosnik in NUK-ov računalnik, vsebine med enim in drugim pa prenašali s pomočjo USB ključa. Čeprav smo uporabnike stalno usmerjali na spletno stran z navodili za namestitev odjemalca, nisem doživela, da bi ga kateri od njih uspel namestiti samostojno. Pritoževali so se predvsem nad nejasnimi navodili in zapletenim postopkom namestitve

odjemalca. Prav tako tudi noben od uporabnikov, ki smo jim dali CD za namestitvev odjemalca, ni uspel izvesti namestitve.

- Zadnji teden, ko sem več prisotna na izposoji, sem opazila da uporabniki že pri vpisu povprašujejo tudi o razpoložljivih brezžičnih omrežjih v NUK. Za sedaj so zaposleni na izposoji seznanjeni zgolj s tem, katera omrežja so uporabnikom na voljo ter kakšni so pogoji dostopa, ne morejo pa uporabnikom posredovati podrobnejših tehničnih navodil.
 - Uporabniki imajo tudi težave najti prostor za uporabo prenosnika – prostor z mizo, v mirnem okolju, poleg delujoče in ustrezno oblikovane električne vtičnice.
 - Pri svojem delu se velikokrat srečujem z uporabniki, ki se zanimajo za vsa tri omrežja, ki so nam v NUK na voljo. Nekateri uporabniki si želijo predvsem omrežij, kot je NeoWLAN, ker samo odprejo brskalnik in že lahko delajo. Navadno ti uporabniki nimajo statusa za pridobitev uporabniškega imena in gesla za Eduroam ali niso člani knjižnice za Libroam. Veliko zanimanja je za Eduroam in Libroam, vendar se v zadnjem času pojavljajo težave z namestitvijo odjemalca. Te težave so najbolj pogoste na Apple-ovih napravah. Veliko uporabnikov zanimajo osnovni podatki o dosegljivih omrežjih kot npr. kako do uporabniškega imena in gesla, kje v NUK so omrežja dosegljiva. Predvsem pa uporabniki od nas pričakujejo pomoč in znanje o namestitvi odjemalca na napravo.
 - Da, pri nameščanju odjemalca imajo uporabniki precej težav in potrebujejo pomoč.
 - Da, pri svojem delu sem naletela na uporabnike, ki so želeli dostopati do brezžičnega omrežja. Šlo je tako za uporabnike mlajših let kot uporabnika srednjih let in vsi so želeli dostopati do brezžičnega omrežja s svojimi prenosnimi računalniki. Mlajši uporabniki kakšnih daljših navodil niso potrebovali, uporabnik srednjih let je potreboval pomoč NUK-ovega računalničarja. Omenjeni uporabnik je imel dodeljeno geslo za brezžično omrežje Libroam, vendar je potreboval tehnično pomoč pri dostopu do omrežja.
 - Uporabniki, ki potrebujejo brezžično omrežje v NUK, so kar pogosto pri nas v CIS, ker potrebujejo predvsem tehnično pomoč pri namestitvi odjemalca. Kakih posebnih težav po tem, ko so vzpostavili povezave, niso javljali. Enega se spomnim v tem trenutku, ki je rekel, da se mu povezava prekinja, vendar se je tudi to kasneje samo od sebe odpravilo.
 - Veliko je vprašanj, saj je vsaj za EDUROAM/LIBROAM nameščanje klienta kar izziv za določene naprave.
4. Bi morali v NUK **narediti več za promocijo** brezžičnih omrežij, ki so na voljo uporabnikom, kaj na primer?
- Definitivno. Uporabnik bi lahko ob vpisu, poleg drugih zgibank, prejel tudi zgibanko o razpoložljivih omrežjih, z enostavno razlago kako priti do njih. Na njej bi bili predstavljeni tudi prostori, kjer uporabniki lahko koristijo prenosne naprave in katera omrežja so jim tam na voljo. Navesti bi bilo potrebno tudi, kam naj se obrnejo po pomoč. Pripravili bi lahko tudi predstavitev dejanske namestitve, po korakih, ter jo objavili na spletni strani. Uporabnikom bi lahko tudi na sami spletni strani knjižnice ponudili več pomoči (npr. <http://www.torontopubliclibrary.ca/using-the-library/computer-services/wireless/wireless-tips.jsp>).
 - Menim, da bi bilo potrebno vsakemu novemu uporabniku na kratko predstaviti vsa 3 omrežja in jih bolj poudariti na spletni strani.
 - NUK bi definitivno moral bolj promovirati brezžična omrežja, ki so na voljo uporabnikom. Menim, da veliko uporabnikov niti ne ve za to možnost. Načinov je več: **A)** plakati na najbolj izpostavljenih mestih (pred vhodom v izposajo, pred vhodom v informacijsko središče, pred ali v glavni čitalnici in časopisni čitalnici, pred vhodom v kavarno itd.) **B)** objava na spletni

strani NUK-a **C**) posredovanje informacij o možnostih brezžičnih omrežij tistih zaposlenih v NUK-u, ki so neposredno v stiku z uporabniki **D**) oddaja o tej tematiki na Radiu Študent itd.

- Promocije v resnici ni nikoli dovolj. V NUK niti ni bilo napravljenih kake sistematične promocije teh omrežij. Vse, kar smo storili, je, da smo objavili obvestilo na spletno stran in FB, TW, G+ ter izdelali diagram, ki bi na hitro pojasnil uporabnikom, kaj je na voljo. Torej je bilo samo od sebe za promocijo narejeno premalo. Odgovor je vsekakor, da.

5. **Predlogi ukrepov** za povečanje uporabe brezžičnih omrežij v NUK:

- Bolje bi morali označiti uporabnikom razpoložljive električne vtičnice. S postopki namestitve odjemalca bi bilo potrebno seznaniti informatorje; ne zgolj s pisnimi navodili temveč tudi z izvedbo praktičnega primera. Za informatorje bi bilo smiselno narediti še seznam naprav pri katerih se odjemalca ne da namestiti ali pa je postopek nekoliko drugačen od predstavljenega. Predstavitev Eduroama na straneh, na katere usmerjamo obiskovalca spletne strani, je neprimerna – preveč mora klikati, da pride do podatkov, ki ga dejansko zanimajo.
- Usposobiti nekaj knjižničarjev z znanjem potrebnim za namestitev odjemalcev, ker uporabniki to pričakujejo od nas.
- Menim, da so elektronske vsebine vse bolj prisotne tudi v slovenski družbi. Prav zato je toliko bolj pomembno, da knjižnice in zaposleni sledijo prihajajočim trendom ter novim tehnološkim možnostim. Izposoja (tujih) E-knjig je tudi v NUK-u že možna, tehnologija pa nam že marsikaj omogoča (npr. NFC, koda QR). Vsekakor je potrebno razvijati storitve knjižnic tudi v smeri tehnološkega razvoja. V tej luči je zagotovo možnost brezžične povezave ključnega pomena.
- V bistvu me malce zaskrbi le to, da veliko uporabnikov pride v CIS in od nas, ali pa že na izposoji (se mi zdi) pričakuje, da smo tehnično dovolj podkovani za namestitev odjemalca na različne sisteme. Temu seveda ni tako in prevečkrat smo prepuščeni naključju, ali bo zadeva delovala ali ne. Nasploh so težave z mac OS, kjer včasih deluje, včasih ne deluje. Zato bi v tej smeri predlagal eno konkretno izobraževanje nas vseh, ki smo na fronti z uporabniki, da se nam razloži vse trike, kljukice in možne probleme, da vsaj samozavestno lahko pristopimo k uporabniku, ki prosi za pomoč. Lahko bi tudi uvedli ne vem, en termin na dan (recimo v oktobru, ko je največ vpisa in novih) ko bi eden od IT mojstrov prišel v CIS ali v IS in bi uporabniki lahko prišli z vprašanji oz. nekaj podobnega. Nekaj bi bilo fino napraviti v tej smeri konkretne pomoči uporabnikom. Drugo je že, ali bi dejansko zgrabili.
- Nedvomno, bi se precej dalo narediti, mogoče bi se povezali z ARNES-om, če imajo še kaj brezplačnega materiala v propagandne namene, lahko bi jih deli kot kazalke za knjige. Vsega skupaj smo dobili nekaj nalepk, ki smo jih sicer promptno polepili.