

Споредба на перформансите на 802.11n стандардот за различни класи на безжични мрежни уреди

Небојша Шкрбина (КПМГ Македонија)

М-р Митко Богданоски, Доц. Д-р Сашо Гелев (ЕУРМ)

nebojsa.skrbina@yahoo.com, {mitko.bogdanoski, saso.gelev}@eurm.edu.mk

***Апстракт** – Овој труд е приказ на последниот стандард за безжични локални мрежи под името 802.11n. Опишан е развојот на верзиите, како и патот кој требаше да се помине за да верзијата 11.0 прерасне во полноправен стандард, по скоро шест години од изгласувањето на првата верзија. Објаснети се новите технологии со чија помош мрежните уреди можат да постигнат многу поголема брзина на пренос во однос на своите претходници. Исто така, спецификациите на овој стандард налагаат мрежните уреди да можат да комуницираат со другите мрежни уреди кои се произведени според било кој претходен 802.11 стандард. Потоа е даден опис на тестирање на пропусноста на три мрежни уреди, како и соодветните резултати кои се добиени при ова тестирање. На крај следи заклучокот од целото тестирање, како и препораки за идните сопственици на овие уреди.*

Клучни Зборови: 802.11n, MIMO, Legacy, Mixed, Green Field

1. ВОВЕД

Безжичните мрежи претставуваат еден нов начин на користење на мрежните ресурси, без разлика од кој уред им се пристапува. Бидејќи претставуваат ослободување од класичните мрежни кабли и нудат мобилност која пред нив беше незамислива, за очекување беше нивното користење да стане секојдневно и широко прифатено. Но, нивните почетоци патеа од „детски болести“, како и сите други нови технологии. Малиот домет, во почеток потполно незаштитена комуникација, големи пречки во радио спектарот, како и релативно скапата мрежна опрема, придонесоа безжичните мрежи да имаат поспор развој и распространетост од она што од нив во почетокот се очекуваше.

Првите комерцијално употребливи безжични мрежи беа базирани на стандардот 802.11b, кои се покажаа како доста ненадежни и непредвидливи. Следниот стандард, кој и ден денес е најраспространет, е 802.11g, кој ја донесе потребната надежност, заедно со достапните цени на мрежната опрема. Тој стандард толку бргу се прошири, што за релативно кратко време потребите на корисниците ги надминаа неговите технолошки можности. Вистинската пропусност од 19 Mbit/s (максимална декларирана е 54 Mbit/s) и домет од триесетина метри во затворен простор, не се доволни за квалитетен пренос на податоци кои денешните корисници ги бараат (на пример HD video). Но, брзината не е единствен проблем

кај овој стандард. Голем проблем претставува изборот на работната фреквенција од 2,4 GHz, на која што работат голем број други домашни и канцелариски апарати, како што се безжичните телефони и Bluetooth уредите, па многу лесно доаѓа до пречки во радио комуникацијата.

Сите овие проблеми се обидува да ги надмине новиот стандард под името 802.11n. Поминаа скоро шест години од неговата прва работна верзија за да дојде до неговата конечна верзија во облик на полноправен ратификуван стандард за безжични технологии во Октомври, 2009-та година [1]. Овој период е подолг од она што може да се смета за нормално во вакви ситуации, но авторите на овој стандард сакале да ги опфатат сите можни проблеми кои би можеле да се појават во неговата реализација. Во меѓувреме, скоро секој произведувач на мрежна опрема имал во својата понуда барем еден мрежен уред направен според овој стандард, но со ознаката draft n, со што се оградувал од евентуалната нецелосна компатибилност со другите уреди. Ова ограничување е разбирливо од гледна точка на произведувачите на опремата, бидејќи самиот стандард не бил до крај дефиниран, но кај купувачите внесувал додатни забуну и тие се воздржувале од купување на ваква мрежна опрема.

Овој стандард по природа е насочен кон брзината. Технологијата за постигнување на стабилни 100 – 150 Mbit/s постои веќе извесно време, а со овој стандард се дефинирани сите аспекти на нејзиното користење за да може да се постигне максимална компатибилност на уредите, а со тоа и да се извлече максимум од постоечката инфраструктура.

2. РАЗВОЈ НА СТАНДАРДОТ

Јануари 2004 – Основана е новата Работна Група (Task Group) од страна на IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers), чија задача беше да изработи нов стандард за безжични мрежи, кој ќе биде четири пати побрз од актуелниот 802.11g.

Јули 2005 – Работната Група на IEEE, WWiSe (WaveWorks Interactive Sound Engine) и MITMOT (Mac and mImo Technologies for More Throughput), кои до тогаш биле меѓусебни конкуренти, објавуваат дека ќе ги обединат своите предлози за првиот нацрт на стандардот 802.11n.

Јануари 2006 - Работната Група на IEEE ја одобрува спецификацијата на обединетиот предлог од Јули 2005-та, во која влегува и спецификацијата поднесена од EWC (Enhanced Wireless Consortium).

Март 2006 – Првиот нацрт од стандардот 802.11n е пратен на гласање, каде што повеќе од 500 гласачи имале право да го ревидираат.

Мај 2006 – Работната Група на IEEE гласала да не го проследи Draft 1.0 во понатамошната процедура за стандардизација, бидејќи од потребните 75% на афирмативни гласови, собрани се само 46,6%. Ова гласање, исто така, генерирало многу повеќе забелешки и коментари од очекуваното (окулу 12.000).

Ноември 2006 – Прифатен е Draft 1.06 со гласање на Работната Група, откако се имплементирани сите релевантни технички предлози.

Јануари 2007 – Април 2009 - Во овој период се одобрени верзиите од 2.0, па се до 10.0. Draft 2.0 е особено значаен, бидејќи во Јуни 2007 Wi-Fi алијансата објавува дека ќе издава сертификати за оние мрежни уреди кои ги задоволуваат спецификациите пропишани во Draft 2.0. Со донесувањето на оваа одлука, производителите на мрежната опрема беа во можност за прв пат да понудат на пазарот безжични рутери според стандардот 802.11n, со тоа што мораа да нагласат дека спецификациите се компатибилни со Draft 2.0 од овој стандард.

Мај 2009 – Draft 10.0 е одобрен, во припрема е следниот Draft 11.0.

Јуни 2009 – Одобрен е Draft 11.0 како конечна верзија, без потреба од нови подобрувања.

Јули 2009 – Со гласање е прифатена верзијата Draft 11.0 како конечна верзија со 53 гласа за, 1 глас против и 6 воздржани. Договорено е оваа верзија да биде пратена на RevCom (Институт за Стандардизација на САД) за конечно одобрување.

Септември 2009 – RevCom ја одобрува верзијата Draft 11.0 како стандард за 802.11n.

Октомври 2009 – Стандардот 802.11n е публикуван и официјализиран.

3. ТЕХНИЧКИ СПЕЦИФИКАЦИИ НА 802.11n СТАНДАРДОТ

Стандардот 802.11n е креиран со цел да се зголеми брзината на комуникацијата во безжичните мрежи, а со тоа да се прошири нивната употребливост. Бидејќи е потребно да ја задржи компатибилноста со своите предходници, а со цел да ги искористи предностите на новите технологии, во него се интегрирани технички решенија кои до сега не се применети во некои други безжични стандарди [2]. Во Табела 1 е даден преглед на досегашните безжични стандарди со некои основни технички податоци.

Измените во првите два слоја се потребни за да може да се постигне пропусност од минимално 100 Mbit/s. Пред оваа технологија се поставени четири основни цели [3]:

- зголемување на брзината за четири пати во однос на стандардите 802.11a и 802.11g [4];
- поддршка за сите постоечки десктоп и рачни платформи, како и уреди кои спаѓаат во групата на потрошувачка електроника, а се поврзуваат безжично;
- зголемување на дометот (посебно во затворени простории) со помал пад на квалитетот на сигналот;
- компатибилност со сите постоечки 802.11 стандарди.

Стандард	Год.	Работна фреквенција	Ширина на каналот	Пропусност	Модулационска техника	Дозволен МИМО стримови	Домент во затворено	Домент на отворено
802.11a	1999	5 GHz	20 MHz	23 Mbit/s	OFDM	1	35 m	120 m
802.11b	1999	2,4 GHz	20 MHz	4,3 Mbit/s	DSSS / CCK	1	38 m	140 m
802.11g	2003	2,4 GHz	20 MHz	19 Mbit/s	OFDM / DSSS / CCK	1	38 m	140 m
802.11n	2009	2,4 GHz 5 GHz	20 MHz 40 MHz	74 Mbit/s	MIMO	1 - 4	70 m	250 m

Табела 1. Преглед на техничките карактеристики на безжичните стандарди

OSI (Open Source Interconnection) 7 Layer Model

Layer	Application/Example	Central Device/ Protocols	DOD4 Model
Application (7) Serves as the window for users and application processes to access the network services.	End User layer Program that opens what was sent or creates what is to be sent Resource sharing • Remote file access • Remote printer access • Directory services • Network management	User Applications SMTP	Process
Presentation (6) Formals the data to be presented to the Application layer. It can be viewed as the "Translator" for the network.	Syntax layer encrypt & decrypt (if needed) Character code translation • Data conversion • Data compression • Data encryption • Character Set Translation	JPEG/ASCII EBDIC/TIFF/GIF PICT	
Session (5) Allows session establishment between processes running on different stations.	Synch & send to ports (logical ports) Session establishment, maintenance and termination • Session support - perform security, name recognition, logging, etc.	Logical Ports RPC/SQL/NFS NetBIOS names	
Transport (4) Ensures that messages are delivered error-free, in sequence, and with no losses or duplications.	TCP Host to Host, Flow Control Message segmentation • Message acknowledgement • Message traffic control • Session multiplexing	PACKET FILTERING TCP/SPX/UDP Routers IP/IPX/ICMP	Host to Host
Network (3) Controls the operations of the subnet, deciding which physical path the data takes.	Packets ("letter", contains IP address) Routing • Subnet traffic control • Frame fragmentation • Logical-physical address mapping • Subnet usage accounting		Internet
Data Link (2) Provides error-free transfer of data frames from one node to another over the Physical layer.	Frames ("envelopes", contains MAC address) [NIC card — Switch — NIC card] (end to end) Establishes & terminates the logical link between nodes • Frame traffic control • Frame sequencing • Frame acknowledgment • Frame delimiting • Frame error checking • Media access control	Switch Bridge WAP PPP/SLIP	Network
Physical (1) Concerned with the transmission and reception of the unstructured raw bit stream over the physical medium.	Physical structure Cables, hubs, etc. Data Encoding • Physical medium attachment • Transmission technique - Baseband or Broadband • Physical medium transmission Bits & Volts	Hub Land Based Layers	

Слика 1. Седмослоен OSI модел [5]

На прв поглед овие барања се нелогични, бидејќи е познато дека 802.11a работи на 5 GHz, а 802.11b и 802.11g работат на 2,4 GHz. Способноста за интеграција на овие две работни фреквенции во еден уред се крие во таканаречената „интероперабилност“ на новиот стандард. Имено, стандардот 802.11n подржува вкупно три различни начини на работа – Legacy, Mixed и Green Field [6].

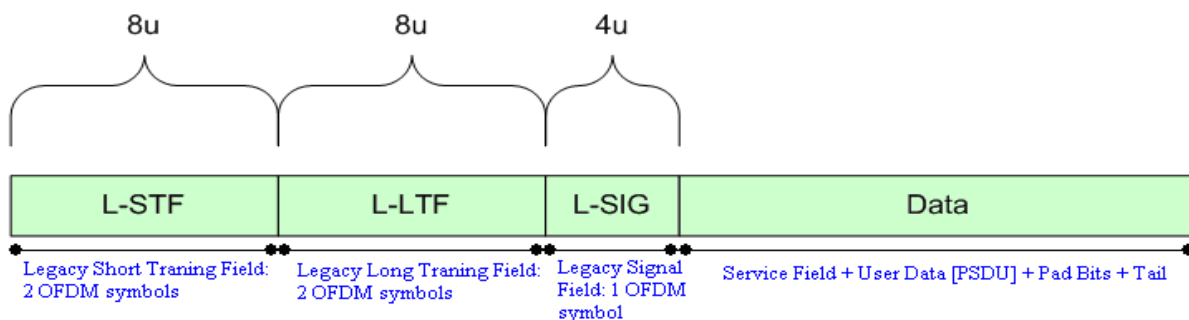
A. Legacy начин на работа

Во Legacy модот, клиентите ги декодираат првите три полиња од заглавието (header) од вкупно шест полиња и доколку не постои поддршка за 5GHz појас на рутерот или таа поддршка не е активна, во тој случај комуникацијата ќе се одвива на 2,4GHz, со ширина на каналот од 20 MHz според стандардот 802.11b или 802.11g. На Слика 2 е

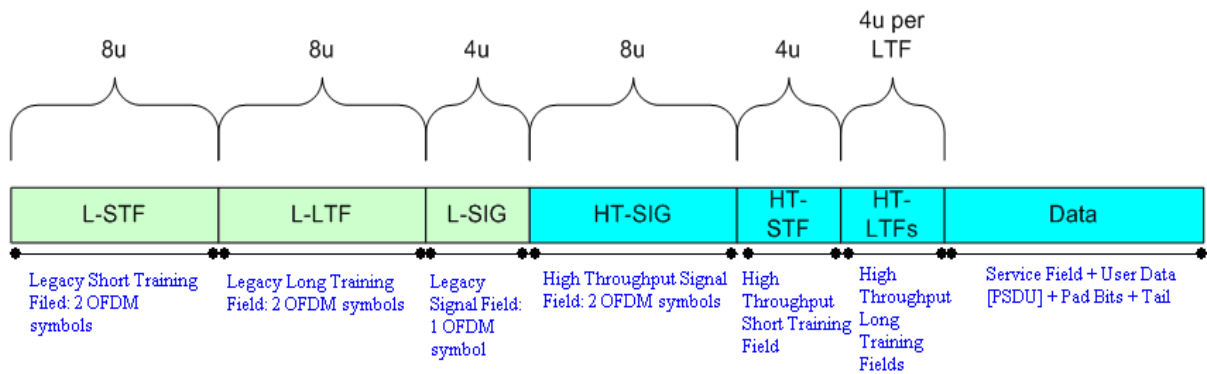
прикажано заглавието во Legacy начинот на работа.

B. Mixed начин на работа

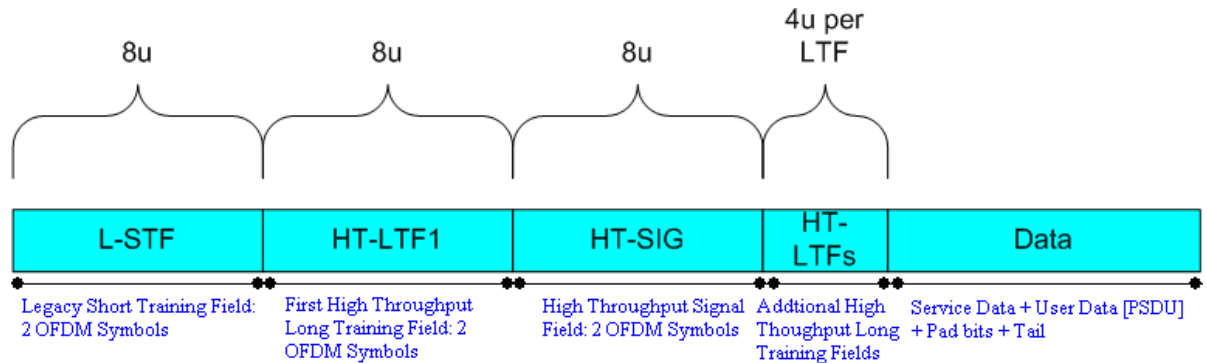
Во Mixed модот, пакетите се праќаат со заглавие компатибилно со стандардите 802.11 a/g. Првите три дела од заглавието (Legacy Short Training Sequence, Legacy Long Training sequence и Legacy signal description) се праќаат на начин на кој што можат да бидат декодирани од уредите кои подржуваат 802.11 a/g стандарди. Остатокот од пакетот содржи нова MIMO структура (Multiple-Input Multiple-Output). Тоа значи дека безжичниот рутер кој што работи во Mixed мод треба да комуницира истовремено со секој клиент според стандардот кој што тој клиент го подржува. Слика 3 го прикажува Mixed начинот на работа.



Слика 2. Графички приказ на пакетот во Legacy начинот на работа [6]



Слика 3. Графички приказ на пакетот во Mixed начинот на работа [6]



Слика 4. Графички приказ на пакетот во Green Field модот [6]

B. Green Field начин на работа

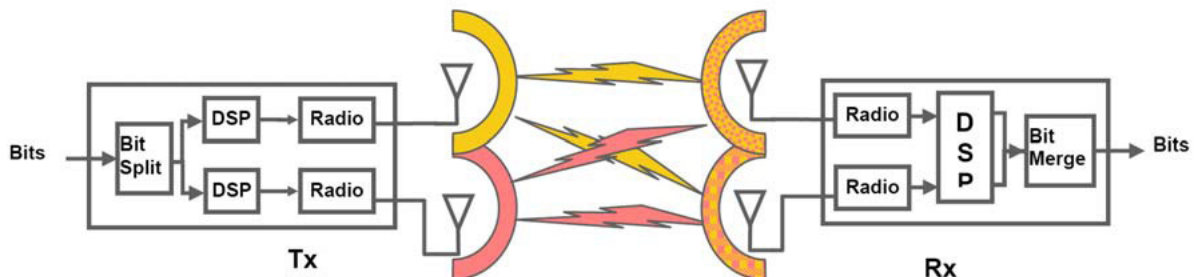
Овој начин на работа е „вистинскиот“ 802.11n начин на работа, кој што не е оптеретен со компатибилноста кон претходните стандарди и како таков во потполност ги користи предностите на новата MIMO архитектура. На Слика 4 е прикажан пакетот во Green Field начин на работа.

4. НОВИ ТЕХНОЛОГИИ ПРИМЕНЕТИ ВО 802.11n СТАНДАРДОТ (OLSR)

A. MIMO (Multiple-Input Multiple-Output) технологија

Наједноставно кажано, MIMO технологијата претставува начин на комуницирање преку повеќе влезови и излези, за разлика од досегашните безжични стандарди (802.11a/b/g) кои имаат еден влез и еден излез. Тоа е интелигентен антенски систем со кој се постигнува поголема пропусност и домет на сигналот со комбинација на поголем број на антенски парови на предавателот и

приемникот [7]. Во стандардот 802.11n тој број на антенски парови е четири. Ова значи дека истовремено се овозможени четири канали со податоци. Со просторно мултиплексирање на поголем број на независни канали со податоци, во ист временски интервал може да се испорача многу поголема количина на податоци. Бидејќи секоја MIMO антена бара сопствен RF ланец и аналогно – дигитален претворувач, цената на таква опрема е значително повисока од опремата која работи според некој од постарите стандарди. На Слика 5 е прикажан MIMO концептот со два пара антени, каде што се користи техниката на просторно мултиплексирање. Просторно мултиплексирање е технологија кај која каналот со податоци се дели на повеќе делови и се праќа преку посебни просторни канали. Потоа приемникот врши демултиплексирање за да го поврати оригиналниот податочен канал. Овој концепт евозможен само за стандардот 802.11n.



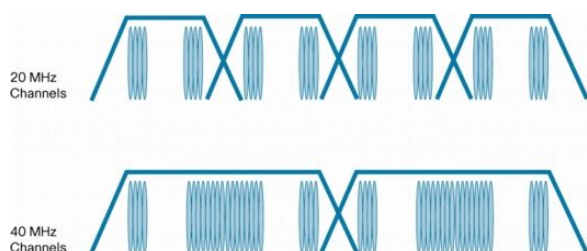
Слика 5. MIMO концепт со два пара антени и просторно мултиплексирање [7]

MIMO концептот не е нова идеја и неговиот развој трае подолго време, како за безжичните технологии, така и за жичните технологии. Еден од првите истражувачи, Jack Winters од Bell Laboratories, во 1984 година го објавил својот труд *Smart antennas for wireless systems* [8], каде го опишува принципот на комуникација помеѓу повеќе корисници користејќи повеќе антени и предаватели / приемници, но на иста фреквенција. Неговите експерименти ги развиваа и други научници, па така денес имаме употреблив концепт кој што е применет во стандардот 802.11n, но истиот принцип е применлив и во стандардите за мобилните телефони. Постојат одредени експерименти со кои е потврдена можноста за примена на MIMO концептот во класичните жични DSL линии каде постојат повеќе парови на жици, каде што би се користел досега штетниот ефект на прислушување на жиците (crosstalk).

Малку е збунувачки тоа што различни уреди имаат различен број на антени и тоа од една до четири, а некои уреди воопшто немаат надворешни антени [9]. Бројот на антени е во директна корелација со бројот на MIMO стримови, со тоа што вкупната пропусност е ограничена со минималниот број на антени на двете страни. Некои уреди го ограничуваат максималниот број на стримови, независно од бројот на антенските парови. Во спецификациите за уредите може да се најде ваков запис: **axb:c**. Првиот број (a) го означува максималниот број на антени кај предавателот, вториот број (b) е максималниот број на антени кај приемникот, а последниот број (c) е максимален број на просторни стримови кои радиото може да ги искористи. Стандардот 802.11n дозволува максимално 4x4:4, но во пракса најчесто се користат комбинациите 2x2:2, 2x3:2, 3x3:2 и 3x3:3.

B. Channel Bonding

Оваа технологија истовремено користи два посебни канали кои не се преклопуваат помеѓу себе [10]. Досегашните стандарди 802.11b/g, кои работат на 2.4GHz, користат еден канал за прием и праќање на информации. Со користење на два канали истовремено, максималната брзина може да се зголеми неколку пати, бидејќи ефективно се дуплира пропусната моќ. На Слика 6 графички е прикажано „спојувањето“ на двата канали.



Слика 6. Channel Bonding [2]

Ова „спојување“ на каналите е возможно и во двете работни фреквенции од 2.4GHz и од 5GHz, но не е препорачливо тоа да се прави на 2.4GHz од причина што во тој спектар постојат само три канали (1, 6 и 11), кои не се преклопуваат помеѓу себе со широчина од 20MHz. На работната фреквенција од 5GHz постојат 24 канали, кои не се преклопуваат помеѓу себе доколку се користи широчината на каналот од 20MHz, а доколку се користи широчината од 40MHz, во тој случај бројот на каналите е 12 [11]. Сето ова е табеларно прикажано во Табела 2.

Во стандардот 802.11n е возможно да се користат или 20MHz канали или 40MHz канали, но не двата типа истовремено. Од двата канали кои се споени, првиот се нарекува примарен или контролен канал, додека вториот се нарекува секундарен или дополнителен канал. Двата канали можат да работат како еден или да работат независно како да се два посебни канали.

Поради одредени регулаторни проблеми, спојувањето на каналите и ширината на каналот од 40MHz не е возможно во сите земји во светот.

2.4 GHz Spectrum		5 GHz Spectrum	
Channel Number	Channel in GHz	Channel Number	Channel in GHz
1	2.412	34	5.170
2	2.417	36	5.180
3	2.422	38	5.190
4	2.427	40	5.200
5	2.432	42	5.210
6	2.437	44	5.220
7	2.442	46	5.230
8	2.447	48	5.240
9	2.452	52	5.260
10	2.457	56	5.280
11	2.462	60	5.300
		64	5.320
		100	5.500
		104	5.520
		108	5.540
		112	5.560
		116	5.580
		120	5.600
		124	5.620
		128	5.640
		132	5.660
		136	5.680
		140	5.700
		149	5.745
		153	5.765
		157	5.785
		161	5.805
		165	5.825

Табела 2. Преглед на каналите во однос на работните фреквенции [10]

B. Payload Optimization

Оваа технологија, кај некои автори именувана како Packet Aggregation, овозможува пакување на поголема количина на податоци во состав на еден пакет. Со тоа се зголемува вкупната количина на пренесените податоци, што значи и поголема брзина на безжичниот пренос.

5. ТЕСТИРАЊЕ НА МРЕЖНИТЕ УРЕДИ

А. Цел на тестирањето

Целта на ова тестирање е да се измери разликата во перформансите на безжичните мрежни уреди кога работат во два различни мода: Mixed и Green Field мод. Првиот мод е наменет за комуникација со постарите мрежни уреди, каде што новите технологии применети во стандардот 802.11n нема да се користат, со цел да се задржи потполната компатибилност со нив. Вториот мод е наменет исклучиво за комуникација помеѓу сертифицирани 802.11n уреди, со цел максимално да се искористат предностите на овој стандард. Бидејќи ќе користиме уреди од различни ценовни класи, претпоставуваме дека ќе се појават и разлики во однос на перформансите на самите модели.

Б. Опис на тестираните модели

За потребите на овој труд се одлучивме да тестираме три безжични рутери, кои според своите технички спецификации го поддржуваат стандардот 802.11n. Сите три уреди се од производителот Linksys, а имињата на моделите се WRT120N, WRT160N и WRT320N. Гледано од надвор, нивниот изглед е скоро идентичен, со мали разлики во дизајнот и бојата на уредот, а без никакви разлики во обликот и димензиите. На Слика 6 е прикажан најјакниот модел Linksys WTR320N.



Слика 6. Linksys WTR320N

Моделот WRT120N е најевтин од сите три достапни на нашиот пазар, па веројатно поради тоа е и најслаб во своите перформанси. Неговите антени се сместени во внатрешноста на кутијата. На задната страна има четири Fast Ethernet порти и претставува почеток од понудата на Linksys во овој стандард. Во Mixed модот перформансите му беа испод просечни, додека просечноста успеа да ја достигне во Green Field модот, со што ја оправдува својата цена.

Моделот WRT160N е во средина и според цената и според перформансите кои ги нуди. Компатибилен е со стандардите 802.11b/g/n, а поседува и четири портен Fast Ethernet switch. И кај овој модел антените се сместени во внатрешноста, а што се однесува до

перформансите, се покажа малку подобар од својот претходник, моделот WTR160N.

Моделот WTR320N е најдобриот и најскапиот модел од сите три безжични рутери. Поседува четири портен Gigabit Ethernet switch, а единствен е од сите тестирани модели кој го поддржува и стандардот 802.11a, што значи дека може да работи и на 2,4MHz. Во Green Field модот покажа најдобри перформанси, што беше и за очекување, бидејќи овој рутер најверојатно ќе биде најмногу користен баш во овој мод. Во споредба со најевтиниот модел, цената на овој модел е скоро два пати повисока, но ако се земат во предвид перформансите, цената во потполност е оправдана.

В. Методологија на тестирањето

Сите безжични рутери ги тестиравме во два од трите поддржани методи на работа. Прво ги тестиравме во Mixed модот, кој се користи за комуникација со мрежните уреди кои не се сертифицирани исклучиво според стандардот 802.11n, туку треба да комуницира и со уреди од некој постар стандард 802.11b/g или а. Потоа истиот метод на тестирање го применивме кога рутерите ги подесивме да работат исклучиво во Green Field начинот на работа, што значи дека комуницираат исклучиво според стандардот 802.11n, а со тоа и ги користат предностите на новите технологии кои се инкорпорирани во овој стандард.

Што се однесува до типот на податоците кои се пренесуваа безжично, се одлучивме за три типа на податоци кои, според нас, најдобро би можеле да ја симулираат реалната ситуација, а тоа се [12]:

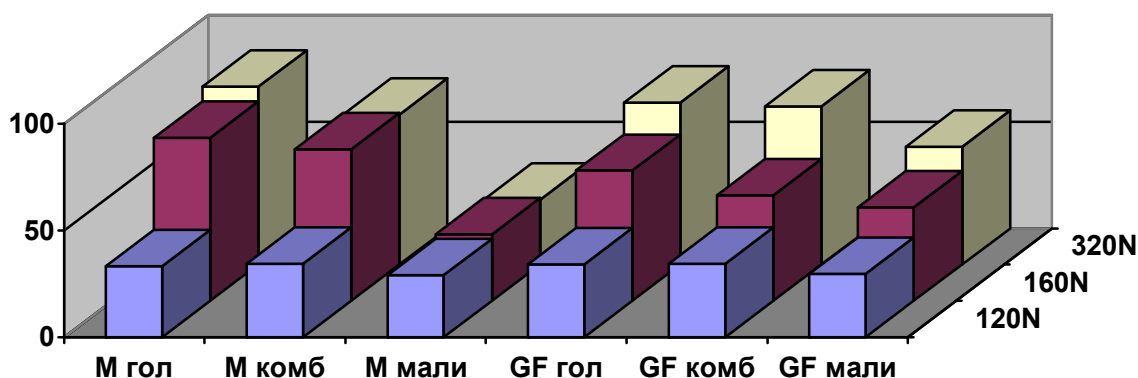
- големи фајлови (два ISO фајла со вкупна големина од 1,4 GB);
- комбинирани фајлови (57 фајлови во 25 подфолдери со вкупна големина од 690 MB);
- мали фајлови (642 фајлови во 109 подфолдери со вкупна големина од 371 MB).

Секој рутер посебно беше приклучен преку својата LAN порта со десктоп компјутер кој поседува Intel гигабитна интегрирана мрежна картичка. На тој компјутер се наоѓаа фајловите кои требаше да се пренесат. Како клиентски компјутер го користевме Dell Latitude E6400, кој има вградено Intel WiFi Link 5300 AGN мрежна безжична картичка. Фолдерите со податоци од десктоп компјутерот беа мапирани како мрежни дискови на клиентскиот компјутер. Со едноставни скрипти за копирање е мерено и времето потребно за нивно копирање.

Тестирањето е извршено во домашни услови, каде што рутерот се наоѓа во средината на просторијата, додека клиентот е во друга просторија оддалечен околу 10 метри, со преграден ѕид помеѓу нив. Постоечката безжична мрежа не ја исклучивме, со цел да симулираме реални услови на тестирање.

	WTR120N	WTR160N	WTR320N
Mixed			
големи фајлови	33.4	76.5	83.5
комбинирани фајлови	34.5	71.1	70.2
мали фајлови	29.2	31.2	30.5
Green Field			
големи фајлови	34.2	61.1	75.9
комбинирани фајлови	34.5	49.6	74.1
мали фајлови	29.8	43.8	55.4

Табела 3. Резултати од тестирањето изразени во Mbit/s



Слика 7. Графички приказ на добиените резултати

Г. Резултати од тестирањето

Резултатите од тестирањето се дадени во Табела 3 и се претставени во Mbit/s, а на Слика 7 е претставен графичкиот приказ на резултатите.

Од добиените резултати може да се заклучи дека единствено најскапиот уред (WTR 320N) покажа подобри перформанси во Green Field модот отколку во Mixed модот. Уредот од средната класа (WTR 160N) покажа во просек малку подобри перформанси во Green Field модот. Најевтиниот уред (WTR 120N) покажа дека неговите перформанси се скоро изедначени во сите типови на тестирања. Интересно е да се примети дека сите три уреди покажаа скоро идентични и релативно ниски перформанси кога беа тестирани за пренос на мали фајлови во Mixed мод.

Од сето ова може да се заклучи дека мрежните уреди кои се наменети да работат само во полниот 802.11n мод (Green Field) можат да постигнат големи брзини кога треба да се пренесе поголема количина на податоци. Овде најдобро се гледа принципот „повисока цена / подобри перформанси“ бидејќи најскапиот уред, кој што е двојно поскап од најевтиниот, навистина има двојно подобри перформанси.

Би било потребно да ги споменеме и недостатоците на ова тестирање. Тестирање на само три уреди е премногу малку за да може да се извлече заклучок кој би претставувал некаков тренд во прикажаната технологија. Освен тоа,

сите три уреди се од ист произведувач, така да би требало да се претпостави дека голем број на технички решенија (и хардверски и софтверски) се идентични во сите три уреди. Земајќи во предвид дека практичниот дел беше извршен на уреди врз кои не смејеме да правиме многу модификации, може да се каже дека овие мерења не се извршени со искористување на најновите update-ти кои во моментот беа достапни на сајтот на произведувачо на овие уреди. Претпоставуваме дека дури и просечниот корисник ќе се потруди да го надгради софтверот на својот уред според последната достапна верзија.

6. ЗАКЛУЧОК

Овој стандард успева и да ги обедини сите претходни стандарди и воедно да понуди нешто сосема ново, подобро и побрзо. Можеби и затоа му беше потребно толку долго време за да созрее во полноправен стандард, односно да излезе од Draft верзиите. Просечниот корисник кој планира да набави опрема за својата нова безжична мрежа нема да згреша ако веднаш набави опрема според спецификациите на 802.11n. Оној кој веќе некое време поседува безжична опрема, најверојатно е таа според стандардот 802.11g. Тој нема да се брза да прејде на 802.11n, бидејќи и таа што ја има во најголемиот број на случаи ги задоволува барањата. Меѓутоа, како пристапот кон Интернет станува подостапен и поевтин, така ќе растат потребите за поголема пропусност на

компјутерската мрежа, а тука 802.11n стандардот сега за сега нема конкуренција во безжичните локални мрежи. Како препорака, би требало да споменеме дека најдобрите уреди се сеуште премногу скапи и би советувале малку трпение во

нивната набавка, бидејќи ова е сеуште нов стандард и сеуште не се вклучиле сите произведувачи кои би имале што да покажат на оваа поле.

5. ЛИТЕРАТУРА

- [1] <http://www.ieee802.org/11/>
- [2] Cisco White Paper 802.11n: The Next Generation of Wireless Performance
http://www.cisco.com/en/US/prod/collateral/wireless/ps5678/ps6973/ps8382/prod_white_paper0900aecd806b8ce7.pdf
- [3] Cisco Design Guide 802.11n Design and Deployment Guidelines
http://www.ciscostadium.org/en/US/solutions/collateral/ns340/ns394/ns348/ns767/white_paper_80211n_design_and_deployment_guidelines.html
- [4] <http://www.wirevolution.com/2007/09/07/how-does-80211n-get-to-600mbps/>
- [5] <http://www.escotal.com/osilayer.html>
- [6] http://wireless.agilent.com/wireless/helpfiles/n7617b/mimo_ofdm_signal_structure.htm
- [7] Atheros Communications: Getting the Most out of MIMO, Boosting Wireless LAN Performance with Full Compatibility
http://www.atheros.com/whitepapers/MIMO_WLAN_Perf_whitepaper.pdf
- [8] Jack H. Winters, Smart Antennas for Wireless Systems
<http://www.jackwinters.com/Globecom03.pdf>
- [9] <http://blogs.techrepublic.com.com/networking/?p=505>
- [10] <http://wifijedi.com/2009/01/25/how-stuff-works-channel-bonding/>
- [11] <http://www.intel.com/support/wireless/sb/CS-025343.htm>
- [12] Mreža, број 1, Јануари 2008, стр 46 - 51
<http://www.bug.hr/mreza/tekst/smjena-bezicnih-tehnologija/83930.aspx>

Comparisson on the performancies of the 802.11n standard for different classes of the wireless routers

Nebojsa Skrbina, M-r Mitko Bogdanoski, Doc. D-r Saso Gelev

Abstract - This paperwork represents a presentation on the latest standards for the wireless LAN under the name 802.11n. It is hereby described the development of the versions, as well as, the way which had to be pased in order the version 11.0 could exceed into identical standards after nearly six years from the presentation of the first draft. The new technology are being described with which help, the network devices can achieve much bigger speed on the transfer, compared to its predecesors. At the same time, the specifications of this standard are prescribing the network devices to be capable to communicate with other network devices which are produced according to any previous standards. A description is also presented on the testing of transfer speed on three network devices, as well as the coresponding results gained with such testing. At the end of this paperwork follows the conclusion and the recommendation for the future clients of these devices.

Key Words - 802.11n, MIMO, Legacy, Mixed, Green Field