

MOŻLIWOŚCI ALTERNATYWNEGO OPROGRAMOWANIA ROUTERÓW BAZPRZEWODOWYCH

JAKUB ADAM BIGORA, KAROL KUCZYŃSKI

Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie

STRESZCZENIE. Temat routerów bezprzewodowych opartych na systemie Linux jest ciekawy nie tylko ze względu na wydajność i możliwości konfiguracji takich urządzeń. Większość z nich możemy modyfikować dodając potrzebne nam interfejsy i urządzenia, pisząc własne skrypty i programy. Możliwości, jakie dają nam te małe urządzenia są fascynujące. W pracy przedstawiony zostanie zarys najpopularniejszych systemów alternatywnych, historia oraz przykłady zastosowań zmodyfikowanego routera Linksys WRT54GL, pracującego pod kontrolą systemu OpenWRT.

”Nigdy nie znuży mnie użyteczność”

Leonardo da Vinci

1. WSTĘP

Nie ulega wątpliwości fakt, że postęp techniczny w informatyce jest coraz szybszy. Producenci sprzętu i oprogramowania usiłują nas przekonać, że za każdy wzrost wydajności i każdą dodatkową funkcję należy płacić. Pokazują nam, że rozwiązania, wybiegające poza aktualnie obowiązujący standard nie są dostępne dla użytkownika z chudym portfelem. Zabezpieczenia sprzętu sprawiły że minęły już czasy hobbystów, zmieniających częstotliwości taktowania procesorów na tanich płytach głównych z pomocą ołówka i kawałków drutu. Coraz mniej ludzi sięga po lutownicę lub nawet klawiaturę, woląc droższe, ale wygodniejsze, komercyjne rozwiązania. Jednak czy lepsze?

Płacąc za gotowe rozwiązania, tworzymy i wspieramy monopolistów. Prawie każda firma, gdy osiągnie odpowiedni prestiż nastawia się wyłącznie na zysk, nie współpracuje z konkurentami i nie dąży do zapewnienia jak najlepszych parametrów, czy funkcji sprzętu lub oprogramowania za jak najniższą cenę. Po przeciwnej stronie mamy grupy pasjonatów i hobbystów, dla których współpraca i dzielenie się wiedzą, w celu uzyskania jak najlepszych rozwiązań jest priorytetem. Właśnie ci ludzie z całego świata tworzą wolne oprogramowanie, to ich rozwiązania stanowią alternatywę dla systemów dużych, komercyjnych firm. Wystarczy wymienić tu system Linux, Ubuntu, OpenOffice

Treść artykułu była prezentowana w czasie VIII Konferencji Informatyki Stosowanej (Chełm 29 - 30 maja 2009 r.)

i dziesiątki programów, które nie pochodzą z wielkich korporacji, a mimo to są niezawodne, oferując stabilność i funkcjonalność podobną, a nawet większą niż ich komercyjne odpowiedniki. Głównym celem pracy jest pokazanie ogromnego potencjału tkwiącego w routerach sieciowych opartych na systemie Linux.

2. POCZĄTKI

Prawdziwą sensację wśród osób hobbystycznie zajmujących się sieciami bezprzewodowymi wywołało ujawnienie w 2003 roku faktu wykorzystania oprogramowania opartego na jądrze systemu Linux w routerze bezprzewodowym - Linksys WRT54G. Andrew Miklas publicznie ogłosił na liście mailingowej "Linux Kernel" odkrycie, że jego Linksys WRT54G pracuje na oprogramowaniu opartym na licencji otwartego źródła (GPL). Bardzo szybko, na podstawie zasad tej licencji, informatycy zażądali od firmy Linksys ujawnienia kodu źródłowego dla WRT54G [1]. W lipcu 2003 roku Linksys opublikował kod - wśród dyskutantów zapanowała euforia: w ciągu kilku dni pojawiło się kilkadziesiąt pomysłów jak udoskonalić urządzenie. Rozwój był tak gwałtowny, że już kilka miesięcy później, poza dodatkowymi pakietami, pojawiły się proste systemy operacyjne na ten model routera, np. Sveasoft Satori, eWRT, Wifi-box, wiele mniejszych projektów oraz nadal aktualizowane, rozbudowane dziś systemy rodziny OpenWRT.

3. PRZEKRÓJ POPULARNYCH SYSTEMÓW ALTERNATYWNYCH

Przyjrzyjmy się systemom, które przetrwały do chwili obecnej i nadal są rozwijane. Jest ich dużo, ale tak jak w każdej dziedzinie, możemy dostrzec kilku liderów. Na podstawie doświadczeń autorów, dla użytkowników początkujących najlepszym wyborem będzie DD-WRT. Intuicyjny, przetłumaczony na trzynaście języków interfejs oparty na skryptach CGI, pozwala na łatwą konfigurację urządzenia, zapewniając szerszy wachlarz funkcji, niż oprogramowanie domyślne. Najciekawsze funkcje tego oprogramowania to: możliwość tworzenia własnych skryptów uruchamianych przy włączaniu i wyłączaniu routera, QoS czyli zarządzanie ruchem sieciowym poprzez ustawianie priorytetów dla poszczególnych protokołów sieciowych. Większość funkcji tego systemu została przedstawiona i opisana w poniższej tabeli [2]:

Tabela 1: Najważniejsze funkcje systemu DD-WRT V2.4

13 języków	13 wersji językowych interfejsu użytkownika (w tym polska)
802.1x EAP	protokół bezpieczeństwa opisany szczegółowo w dokumencie http://tools.ietf.org/html/rfc3748)
Access Restrictions	Blokowanie użytkowników po adresie MAC
Ad Hoc	Router może połączyć się w trybie Ad-Hoc (może pełnić funkcje nie tylko routera ale też klienta (terminala końcowego)
Afterburner	Funkcja teoretycznie przyspieszająca prędkość w sieci WLAN (inne nazwy to SpeedBooster, SuperSpeed, TurboG, HSP125, G+)

Client Isolation Mode	Klienci komunikują się tylko z routerem. Komunikacja między klientami może być zablokowana (są wzajemnie niewidoczni)
Client Mode (AP Client)	Router może połączyć się za pomocą interfejsu WiFi z innym urządzeniem w trybie klienckim
DHCP Forwarder	Forwarding DHCP
DHCP Server	Wbudowany Serwer DHCP (automatyczne przydzielanie adresów IP)
DNS Forwarder	Forwarding DNS
Dynamic DNS	http://tools.ietf.org/html/rfc2136
DMZ	Strefa zdemilitaryzowana - przekierowywanie całego niesklasyfikowanego ruchu sieciowego na jeden z podłączonych komputerów
HotSpot Portal	Ułatwia stworzenie hotspotu w standardzie oferowanym przez www.sputnik.com lub www.chillispot.org
Ipv6	Obsługa protokołu IP w wersji 6
JFFS2	Obsługa systemu plików JFFS2
MMC/SD Card Support	Wbudowany sterownik dla czytnika kart MMC/SD
NTP	Synchronizacja z serwerami NTP
Open VPN Client/Server	Klient/Serwer VPN
Port Triggerring & Forwarding	Przekierowywanie portów
QOS Bandwidth Managent	Zarządzanie przepustowością łącza
SNMP	Statystyki wykorzystania łącza
Startup, Firewall & Shutdown Scripts	Możliwość ustawienia skryptów przy włączaniu/wyłączaniu urządzenia oraz starcie firewall
Static DHCP	Możliwość przydzielania adresów IP statycznie
Style	Konfigurowalne GUI (możliwość tworzenia własnych skórek)
SSH Server & Client, Telnet Server & Client	Klient & Serwer Telnet I SSH
UPnP	Protokół typu P2P ("połączenie bezpośrednie") dla komputerów osobistych oraz urządzeń inteligentnych i bezprzewodowych
USB	Obsługa portu USB (router musi go posiadać)
WOL	Funkcja Wake On Lan - wybudzanie urządzenia ze stanu czuwania przy pojawieniu się ruchu w sieci
WPA over WDS, WPA/TKIP, WPA2	Obsługa WPA w trybie WDS, WPA/TKIP i WPA2
Xbox Kaid	Sieć Gier Konsolowych

Istnieje siedem odmian systemu DD-WRT, które różnią się w zależności od oferowanej funkcjonalności [2]:

Tabela 2: Funkcje oferowane przez poszczególne odmiany systemu DD-WRT

	Micro	Mini	Nokaid	Standard	VOIP	VPN	Mega
Ograniczenia dostępu	•	•	•	•	•	•	•
AnchorFree (Zabezpieczenie HotSpotu)	•	•	•	•	•	•	•
Monitoring przepustowości	•	•	•	•	•	•	•
Chili (Portal przechwytyjący)			•	•			•
Dynamiczne DNS	•	•	•	•	•	•	•
Interfejs z użyciem HTTPS			•	•	•	•	•
Obsługa protokołu IPv6			•	•	•	•	•
Obsługa systemu plików JFFS2		•	•	•	•	•	•
XboX Kaid				•			•
Wsparcie dla kart MMC/SD			•	•	•	•	•
noCat (Portal przechwytyjący)			•	•	•	•	•
OpenVPN						•	•
Pound (Serwer Proxy)		pojawi się w wersji 2.4 SP2					
Klient PPTP/PPTP		•	•	•	•	•	•
ProFTPd (Serwer FTP)		pojawi się w wersji 2.4 SP2					
QOS (Zarządzanie ruchem)	•	•	•	•	•	•	•
radvd (http://tools.ietf.org/html/rfc2461)	•	•	•	•	•		•
Repeater/mBSSID	•	•	•	•	•	•	•
RFlow (graficzny monitoring ruchu)			•	•	•	•	•
Klienta Samba/CIFS			•	•	•	•	•
SIPatH/MilkFish (Proxy dla VOIP)					•		•
SNMP			•	•	•	•	•
IPtables & Zapora SPI	•	•	•	•	•	•	•
SSH Serwer & Klient		•	•	•	•	•	•
Dziennik (log) systemowy	•	•	•	•	•	•	•
Telnet Serwer & Klient	•	•	•	•	•	•	•
Regulacja mocy radia	•	•	•	•	•	•	•

Obsługa uPnP	•	•	•	•	•	•	•
Wake On Lan	•	•	•	•	•	•	•
Obsługa WPA/WPA2 Personal/Enterprise	•	•	•	•	•	•	•
Wiviz (Wizualizacja sieci WiFi)		•	•	•	•	•	•

System DD-WRT jest dobrym wyborem dla ludzi ceniących bogactwo funkcji i prostotę obsługi. Podział na dystrybucje w zależności od wymagań, wygodny interfejs WWW wraz z dokładnym opisem większości funkcji, ułatwia wybór i konfigurację początkującym. Oczywiście jest też dostęp przez konsolę, ale DD-WRT narzuca nam interfejs i dużo pakietów, które mogą okazać się nieprzydatne dla zaawansowanego użytkownika. Nie oferuje więc całkowitej niezależności i dowolności kształtowania jego funkcji.

Kolejną propozycją, alternatywą, tym razem skierowaną do administratorów sieci jest Tomato. Jego interfejs nie jest tak przejrzysty jak interfejs poprzednika, ale oprogramowanie to ma inną grupę odbiorców.

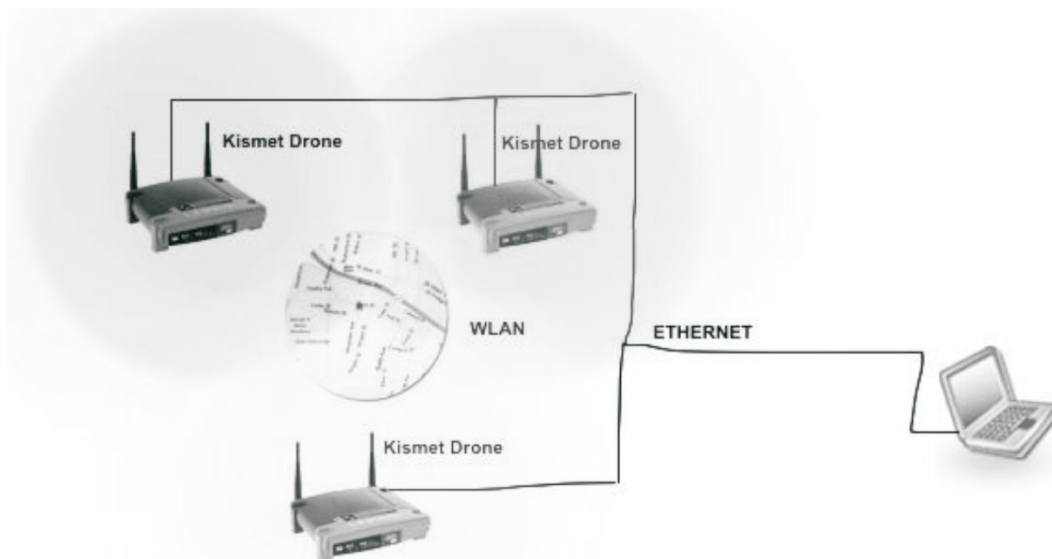
Funkcje takie jak: zaawansowany QoS, oferujący domyślnie 10 niezależnych klas, wykres kołowy priorytetyzowanego ruchu w czasie rzeczywistym, ze szczegółowym rozbićciem ruchu dla danej klasy; wykresy graficzne i statystyki: w czasie rzeczywistym, dzienne, miesięczne; zakładka Access Restriction, umożliwiająca blokowanie określonych stron bądź ich elementów oraz interfejs zbudowany tak, aby zmieniać konfigurację urządzenia, unikając przy tym konieczności jego restartów (zmiany bez niepokojenia użytkowników sieci) sprawiają, że jest to idealny, gotowy już system do administrowania małą siecią. Oczywiście zarówno system Tomato, jak i DD-WRT, zapewnia obsługę prostych skryptów użytkownika, uruchamianych przy starcie, wyłączaniu routera, uruchamianiu zapory sieciowej (firewall) czy ustanowieniu połączenia WAN, regulację mocy radia etc., ale nadal jest to system niezbyt plastyczny. Niemożliwość instalowania dowolnych modułów ograniczała możliwości dostosowania urządzenia dla konkretnego użytkownika z tym systemem. Można zadać pytanie: Czego więcej wymagać od routera i jego oprogramowania?

4. MERITUM

Wróćmy do samego urządzenia. Router jest w istocie komputerem, zawierającym procesor, pamięć RAM oraz pamięć flash, która pełni rolę dysku twardego. Linksys WRT54GL posiada procesor 200 MHz, 16 MB RAM i 4 MB pamięci flash [3]. W porównaniu do komputerów z kilkudziesięcioma procesorami, gigabajtami pamięci RAM taka maszyna, na dodatek tylko z interfejsami sieciowymi, nie robi na nikim wielkiego wrażenia. Jednak każde z tych urządzeń jest podatne na przeróbki. Linksys WRT54G, który zapoczątkował całą historię, także posiadał wbudowane 4 MB pamięci flash. Po wgraniu alternatywnego oprogramowania, 1 MB pamięci pozostawał wolny. Mało osób efektywnie wykorzystywało tę pojemność dopóki nie pojawiły się systemy rodziny OpenWRT.

OpenWRT, w przeciwieństwie do swoich poprzedników, oferuje w pełni modyfikowalny system plików oraz wsparcie zarządzaniem pakietów (menadżer ipkg lub w najnowszej wersji opkg). W uproszczeniu oznacza to, że możemy zainstalować dowolną aplikację, stworzoną na systemy uniksowe.

Dodatkowe aplikacje mogą być bardzo przydatne. Załóżmy, że jesteśmy administratorem małej osiedlowej sieci, na osiedlu domków jednorodzinnych. Ktoś zdobył hasło i podszywa się pod naszych klientów. Nie korzysta z komunikatorów, nie sprawdza poczty, nie ogląda stron, w jakikolwiek sposób mogących go zidentyfikować. Jego wizyty nie są długie ani regularne, ale skutecznie uprzykrza on życie użytkownikom sieci. Nasza sieć składa się z kilku routerów WRT54G i WRT54GL, z zainstalowanym systemem Kamikaze (należącym do rodziny OpenWRT). Instalujemy i uruchamiamy aplikację Kismet Drone na każdym z naszych routerów. Najważniejszą cechą ww. programu jest możliwość "zbierania danych z kilku urządzeń". Spójrzmy na rysunek [4].



RYSUNEK 1. Zbieranie danych o ruchu w eterze z pomocą trzech urządzeń Linksys WRT54GL oraz aplikacji Kismet Drone [4]

Każda podejrzana akcja w eterze zostanie zauważona, przesłana do serwera i zapisana w logu. Poza tym, na podstawie siły sygnału intruza monitorowanego z kilku źródeł, możemy szybko i dość dokładnie określić jego aktualną pozycję.

Możliwości są większe. Jeden z użytkowników wpadł na pomysł, aby uruchomić na tym urządzeniu serwer WWW. Tradycyjny komputer pobierał duże ilości prądu i był głośny. Pojawił się problem - 1 MB pozostałej pamięci routera, to stanowczo zbyt mało. Jednak router posiada złącza GPIO (*General Purpose Input/Output*). Kilka z nich domyślnie współpracuje z diodą Power, przyciskiem odpowiadającym za bezpieczne kojarzenie urządzeń firmy Linksys (S.E.S - uruchomienie zabezpieczenia WPA za naciśnięciem jednego guzika) i jego podświetleniem. Po wgraniu alternatywnego oprogramowania istnieje możliwość przypisania dowolnego skryptu do wyżej wymienionego przycisku, ale możemy także z niego zrezygnować na rzecz innej funkcji. Część złącza GPIO odpowiedzialna za przycisk może odpowiadać za komunikację z czytnikiem/kartą SD/MMC. Funkcję tę można rozbudować poprzez rozszerzenie pamięci. Serwer pocztowy, serwer FTP, serwer i klient torrent? Dlaczego nie? Problem wolnego miejsca został rozwiązany. Ale to nie wystarczyło ...

Router WRT54G miał wyprowadzenia dla portu RS232. Należało przylutować układ odpowiadający za konwersję napięć pomiędzy komputerem a urządzeniem, oraz umieścić go w obudowie gniazda. Kiedy uwzględnimy złącze RS232, ukazują się przed nami kolejne możliwości - możemy podłączyć szereg urządzeń. Komputer nie jest tu zbyt ciekawym przykładem. Stary telefon komórkowy, który dziś służy nam jako przycisk do papieru znajdzie zastosowanie. Kupujemy kartę pre-paid, kabel, a komórkę podłączamy do naszego routera. Modyfikujemy oprogramowanie, piszemy skrypt i voila! Router z pomocą komórki wysyła nam codziennie sms ze statystkami wykorzystania łącza, prognozą pogody i liczbą maili, jaka oczekuje w naszej skrzynce pocztowej.

Kolejne zastosowanie routera odkryli wardriverzy. Do routera możemy podłączyć odbiornik GPS (większość starszych GPS oferowała kable RS232 w zestawie, jako jedyny sposób podłączenia do komputera), zainstalować program Kismet, skonfigurować go tak, aby zapisywał dane z eteru na karcie SD wraz z pozycją aktualnie pobieraną z GPS i wykorzystać, jako mobilny skaner WLAN. Napięcie zasilania 12 V uzyskamy z gniazda samochodowej zapalniczki, bądź z małego akumulatora motocyklowego, który z łatwością ukryjemy w plecaku. Tak zmodyfikowany i skonfigurowany router może z łatwością zastąpić w poszukiwaniu i zbieraniu pakietów sieci WLAN o wiele droższego palmtopa, a z pewnością bije na głowę pobierającego duże ilości energii, przegrzewającego się w naszym plecaku laptopa czy nawet netbooka.

Następne zastosowanie routera skierowane jest do szerszego grona odbiorców, ale korzystanie z niego nie jest w pełni legalne. Zostanie jednak pobieżnie omówione, aby ukazać pełnię możliwości modelu WRT54GL. Większość z nas korzysta z telewizji cyfrowej. Zdarza się, że nasi domownicy chcieliby oglądać inne programy niż my. Posiadamy drugi telewizor. Zadowoleni, udajemy się więc do salonu operatora telewizji cyfrowej, gdzie dowiadujemy się, że musimy wynająć drugi dekodler, za który będziemy uiszczać kolejną opłatę abonamentową oraz przystosować instalację antenową (wymiana konwertera), bądź zakupić drugą antenę. Polskie platformy nie oferują zestawów typu multiroom, więc jest to koniecznością. Niektórzy użytkownicy omijają te utrudnienia, korzystając z rozdzielaczy kodowych kart abonenckich, tzw. cardsplitterów. Ich ceny zaczynają się od 100zł. Router Linksys WRT54GL może z powodzeniem zastąpić to urządzenie. Do jednego portu RS232 podłączamy programator kart Phoenix, instalujemy odpowiednie oprogramowanie (Newcs i SB4Ls), konfigurujemy i z pomocą portów LAN bądź drugiego portu RS232 wyprowadzamy sygnał do pozostałych dekodlerów. Cała procedura przeróbki i instalacji została opisana na jednym z popularnych forów internetowych o tematyce sieciowej.

Możliwości, jakie oferuje odpowiednio zmodyfikowany Linksys WRT54GL są ogromne. Do portów RS232 możemy podłączać własne układy: miernik temperatury, odbiornik/nadajnik iRda, wszelkiego rodzaju czujniki i urządzenia zewnętrzne. Złącza GPIO można także wykorzystać na wiele sposobów. Znane są projekty mobilnych robotów, sterowanych z pomocą technologii WiFi (<http://www.jbprojects.net/projects/wifirobot/>).

Oczywiście router WRT54GL i jego poprzednie wersje, to nie jedyne routery dające tak ogromne możliwości. Jednak do powstania wymienionych niżej modeli przyczynił się właśnie router WRT54G i jego następcy.

Następca modelu WRT54GL - Linksys WRTSL54GS posiada procesor taktowany zegarem 264 MHz, 32 MB pamięci RAM oraz 8 MB pamięci flash. Jego najważniejszą cechą jest port USB 2.0 [3]. Bezpośrednim konkurentem Linksys WRTSL54GS jest

Asus WL-500g. Istnieją dwie wersje tego modelu: Premium oraz Deluxe. Deluxe posiada szybszy procesor 266MHz zamiast 200 MHz, więcej pamięci Flash - 8 MB zamiast 4 MB. Obydwie wersje posiadają 32 MB pamięci RAM oraz dwa porty USB [3]. Mnogość zastosowań i funkcji, z jakich możemy korzystać w routerach z portem USB zaskakuje. Dzięki temu interfejsowi możemy podłączyć do urządzenia pamięć flash, dysk USB, drukarkę, kartę WiFi USB, Bluetooth i właściwie każde inne urządzenie posiadające ten interfejs. Bez ingerencji, fabrycznie otrzymujemy urządzenie o dużych możliwościach. Kamera, pamięć czy drukarka USB, wspierane przez oryginalne oprogramowanie dają szerokie możliwości (monitoring, serwer wydruku, FTP etc.), ale dopiero wgrywając alternatywny system uzyskujemy urządzenie o zadziwiających możliwościach. Przykładowo, oryginalne oprogramowanie Asusa umożliwi nam przekształcenie zwykłej kamery USB w kamerę sieciową - wybrany użytkownik sieci LAN może oglądać obraz z kamery. Oprogramowanie alternatywne pozwala na stworzenie skryptu wykrywającego ruch w danym obszarze pomieszczenia, zapisującego klatkę obrazu w dokładnie określonym czasie i wysłanie tego obrazu e-mailem. Funkcje takie posiadają tylko drogie systemy monitoringu. My możemy wykorzystywać te funkcje kupując jedynie router, kamerę USB i poświęcając kilka godzin na skrypt i konfigurację. Do portu USB możemy podłączyć kartę dźwiękową i cieszyć się radiem internetowym bez włączonego komputera PC. Router może komunikować się z komórką, używając podłączonego interfejsu Bluetooth USB. Nasza komórka może otrzymywać informacje o kursach walut lub prognozę pogody w formie MMS. Biorąc pod uwagę mnogość urządzeń USB posiadających sterowniki pod system Linux, możliwości ogranicza jedynie wyobraźnia użytkownika.

5. PODSUMOWANIE

Lokalne sieci bezprzewodowe są, i zapewne w ciągu najbliższych lat będą, intensywnie rozwijaną i coraz powszechniej stosowaną technologią. W przeciwieństwie do sytuacji sprzed zaledwie kilku lat, jej użyteczność jest już niekwestionowana. Przedstawione w artykule projekty stanowią interesującą, nisko budżetową alternatywę dla rozwiązań komercyjnych. Są one adresowane przede wszystkim do rynku urządzeń domowych i SOHO (*Small Office/Home Office*). W przypadku zastosowań w sieciach korporacyjnych, główne bariery stanowi tu brak sformalizowanego wsparcia technicznego ze strony producenta alternatywnego oprogramowania (które użytkownikom domowym skutecznie zastępują liczne fora internetowe) oraz warunki gwarancji na sprzęt (zwykle wykluczające instalację oprogramowania nie pochodzącego od producenta sprzętu). Z drugiej strony, ponieważ alternatywne oprogramowanie ma charakter otwarty (różne warianty wolnego oprogramowania), jego dynamiczny rozwój pozytywnie wpływa również na rozwój, dostępność i bogactwo funkcji systemów czysto komercyjnych.

LITERATURA

- [1] R. Flickenger, R. Weeks, *100 sposobów na sieci bezprzewodowe*, Helion 2006.
- [2] DD-WRT Wiki, http://www.dd-wrt.com/wiki/index.php/What_is_DD-WRT%3F
- [3] Documentation/TargetSystems - FreeWRT - Trac, <http://www.freewrt.org/trac/wiki/Documentation/TargetSystems#Linksys>
- [4] J. A. Bigora, *Alternatywne Oprogramowanie Routera Bezprzewodowego*, praca magisterska, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej 2009.

**POSSIBILITIES OF THE ALTERNATIVE FIRMWARE
FOR WIRELESS ROUTERS**

JAKUB ADAM BIGORA, KAROL KUCZYŃSKI

ABSTRACT. The subject of wireless routers based on the Linux system is interesting not only due to efficiency and configuration possibilities of this hardware. Most of these routers can be modified by adding the needed interfaces and hardware, and writing own scripts and programmes. Although, they are small, their possibilities are fascinating. This article presents an outline of the most popular systems, history and the examples of use for modified Linksys WRT54GL with OpenWRT system.