

•Sieć szkolna na OS Linux alternatywą projektu pracowni opartej na SBS2000

Krzysztof Kadowski, Walery Susłow

•Streszczenie

Artykuł zawiera sugestie dotyczące optymalizacji szkolnej sieci informatycznej poprzez zastosowanie rozwiązań konfiguracyjnych wdrażających technologię "Open Source"¹. Proponuje się konkretne rozwiązania, oparte na systemie operacyjnym OS Linux, które umożliwiają rozsądną oszczędność w nowej instalacji sprzętowej a nawet zagospodarowanie w szkole komputerów starszej generacji.

•Wstęp

Wiele szkół gimnazjalnych oraz średnich zostało przez ostatnie lata wyposażonych w pracownie komputerowe przez różne instytucje rządowe i pozarządowe. Przykładem takiej inicjatywy jest Program „Pracownia w każdej szkole”. Jednym z czynników wyposażenia pracowni komputerowych jest dostarczanie oprogramowania do zarządzania siecią w postaci pakietu SBS2000 (ang. Microsoft Small Business Server 2000 Polish). Pracownie takie wyposażane są również w odpowiedni sprzęt komputerowy, którego specyfikację można znaleźć na stronach MENiS. Jednak nie wszystkie szkoły mogą sobie pozwolić na uczestnictwo w tym programie ze względu na niemożność spełnienia warunków programu. Dotyczy to przede wszystkim szkół niewielkich, w których nie ma naboru do dwóch klas równoległych w roczniku i gdzie jest niewielu przeszkolonych nauczycieli w zakresie technologii informacyjnych.

Szkoły mają czasem możliwość nabycia sprzętu starszej generacji, lub posiadają kilka egzemplarzy starszych komputerów klasy 486 do Pentium II. Niestety, takie komputery nie pasują do rozwiązań systemowych sugerowanych w wymienionym Programie. Rozsądną decyzją było by zagospodarowanie nawet takich komputerów w lokalnej sieci szkolnej (ang. Local Area Network - LAN), to wymaga jednak wykorzystania innego oprogramowania systemowego. Alternatywą do pakietów firmy Microsoft mogą być system operacyjny Linux oraz pakiety użytkowe stworzone pod niego.

W niniejszej pracy przedstawiono projekt niedrogiej i funkcjonalnej szkolnej sieci komputerowej z uwzględnieniem dostępu do sieci tak pracowni komputerowej jak i administracji szkoły oraz biblioteki. Projekt jest przemyślany tak, że szkoła może pozwolić sobie na niego przy niewielkich wydatkach i pomocy lokalnych organów samorządowych, rodziców czy innych zaprzyjaźnionych ze szkołą osób oraz instytucji. Jednocześnie oprócz czynników finansowych zostały wzięte pod uwagę aspekty dydaktyczne pracowni komputerowej, wymagania sprzętowe i oprogramowania. Porównano cechy dwóch rozwiązań systemowych, ich wydajność i funkcjonalność.

•Szkolna sieć komputerowa oparta na SBS2000

Podstawowe informacje na temat budowy sieci szkolnej można pokazać za pomocą wymagań sprzętu komputerowego, gwarantującego stabilną pracę sieci lokalnej. Pod uwagę musimy wziąć w pierwszej kolejności dwa typowe stanowiska, składające się na sieć szkolną: stanowisko administratora sieci przy serwerze sieciowym oraz stanowisko uczniowskie w pracowni komputerowej. Pełne wymagania sieci komputerowej w szkole opartej na SBS w szczegółach można przeczytać na stronie MENiS², natomiast w tabelach 1 i 2 są ukazane tylko wybrane pozycje, mające zasadnicze znaczenie dla oceny poziomu technicznego oraz komplikacji sprzętu.

¹ <http://www.opensource.org>

² http://www.menis.gov.pl/oswiata/ed_infor/prac_int/pgim_03.htm

Tabela 1. Wybrane elementy specyfikacji serwera opartego na SBS2000.

Nazwa podzespołu	Sugerowany poziom sprzętu
Płyta główna	Serverworks® GC-SL/CSB6/400MHz, Ultra 160 SCSI, ATA100, PCI 64bit/33MHz
Procesor	2,0 GHz, L2 Cache, 512 KB HT
RAM	512MB DDR ECC
Napęd HDD	2 x 36 GB Ultra 160 SCSI
Oprogramowanie	SBS2000 lub Novell lub Linux

Tabela 2 Wybrane wymagania stacji uczniowskiej

Nazwa podzespołu	Sugerowany poziom sprzętu
Płyta główna (zintegrowana)	32MB/FastEthernet-10/100Mb/s /ATA100/2xUSB
Procesor	2GHz cache 128 KB
Pamięć	RAM 256MB DDR 266MHz
HDD	40 GB ATA 100
Oprogramowanie	Microsoft Windows XP Professional PL, Microsoft Office XP Professional PL, Microsoft VisualStudio.net ANG, oprogramowanie klienta (wersja klienta 4.83) dla Windows XP Professional PL do Novell SBS 6, NetWare, GroupWise 6 PL, oprogramowanie antywirusowe Virus Scan Lub: Windows XP Professional PL, Microsoft Office XP Professional PL, Microsoft VisualStudio.net ANG

Warto zwrócić uwagę na to, że tak wysoki poziom wymagań sprzętowych spowodowany jest sugerowanym na pierwszej pozycji rozwiązaniem programowym, mianowicie chodzi o systemy SBS2000 i Windows XP Professional, a także o składniki oprogramowania użytkownika, takie jak Office XP Professional lub VisualStudio. Logicznie było by więc zaproponować alternatywne warianty oprogramowania, co może obniżyć poziom wymagań sprzętowych, a co za tym idzie - obniżyć koszty.

Jeszcze jedna uwaga dotyczy licencjonowania zalecanego oprogramowania – zgodnie z uwagą podaną na tejże stronie należy wykupić licencje przynajmniej na 15 stanowisk, co też podwyższa koszty prowadzenia szkolnej sieci. Wiadomo jednak, że tak jak na całym świecie tak i w Polsce szybko rozwija się oprogramowanie Open Source, na które nie obowiązuje wykupienie licencji użytkownika, gdyż “rozwiązania standardowe nie mogą być wyłączną własnością jednego dostawcy i muszą być ogólnie dostępne”[9].

Gazeta Wyborcza z dnia 03.11.2002r. donosi, że Komisja Europejska przyznała jednej z firm brytyjskich sumę ćwierć miliona euro na opracowanie projektu przejścia administracji rządowych krajów UE ze środowiska Windows na Linux [5]. Decyzję o przejściu administracji państwowych na platformy Linuksowe podjęły rządy Włoch, Finalndii, Norwegii, Szwecji, Danii i Niemiec. Kolejne doniesienia o szerokim froncie wymiany oprogramowania zamkniętego na technologie Open Source przedstawia czasopismo NetWorld, w którym czytamy, że “...na zastąpieniu systemu operacyjnego Windows przez Debian Linux na 8 tys. stacji roboczych hiszpańska administracja państwowa zaoszczędziła 20 mln euro...”[6]. Do państw, które zdecydowały się na zmiany należy jeszcze dołączyć administrację państwową i edukację Brazylii, Chin, Stanów Zjednoczonych i innych państw.

Należy również zaznaczyć, że zawiązują się na całym świecie stowarzyszenia skupiające uczelnie, szkoły i instytuty badawcze, które wdrażają bądź też prowadzą badania

nad zastosowaniem oprogramowania otwartego w szkolnictwie wszystkich poziomów [13, 14]. Skala propozycji programistycznych w tym obszarze jest szeroka na tyle, że umożliwia praktyczną realizację wszystkich pomysłów które mogą być związane z nauczaniem na poziomie szkoły średniej. Dostępne są również całe systemy operacyjne tak dla stacji roboczych jak i dla serwerów. Przyjrzymy się na konkretnym przykładzie jak można wykorzystać takie oprogramowanie przy budowie niewielkiej lokalnej sieci szkolnej.

•Projekt sieci szkolnej oparty na systemie Linux

Autorski projekt sieci³ przewiduje obsługę nie tylko szkolnej pracowni komputerowej ale i administracji szkolnej, biblioteki oraz komputerów w pokoju nauczycielskim. Główne składniki sieci oraz sposoby ich połączenia pokazane są na rysunku 1. Projekt obejmuje dwie główne odseparowane podsieci o nazwach odpowiednio: "Uczeń" oraz "Administracja".

Architektura sieci zbudowana jest na zasadach ekranowanego hosta. Obie podsieci korzystają z łącza internetowego poprzez serwer proxy znajdujący się na serwerze bastionowym pełniącym rolę pośrednika i usługodawcy dla sieci LAN. Na wyjściu znajduje się router zewnętrzny z filtrowaniem pakietów zrealizowanym za pomocą reguł IPtables w celu zabezpieczenia sieci LAN (ang. firewall). Translacja adresów (ang. Network Address Translation - NAT) zapewnia ukrycie adresów sieci wewnętrznej.

Wyjście do sieci Internet może być realizowane za pomocą technologii SDI, ADSL, kablowej sieci TV, pośredniczy w tym wyjściu router, którego specyfikacja podana jest w tabeli 3. Komputer klasy 486 z 32MB pamięci RAM i 2.1GB dyskiem twardym pracował bezobsługowo jako router w opisywanej sieci od dwóch lat na łączu SDI (obecnie łączu TV kablowej). Systemem operacyjnym jest tu darmowa dystrybucja Freesco (www.freesco.pl). Filtrowanie pakietów i firewall zbudowano w oparciu o IPtables.

Tabela 3. Specyfikacja routera

Nazwa podzespołu	Sugerowany poziom sprzętu
Klasa komputera	486/Pentium I
RAM	16/32 MB
Karta graficzna	Dowolna
Dysk twardy	Okolo 1GB
Karta sieciowa	10/100Mbps Fast Ethernet
Monitor	14"
Zasilacz UPS	Dowolny 300W

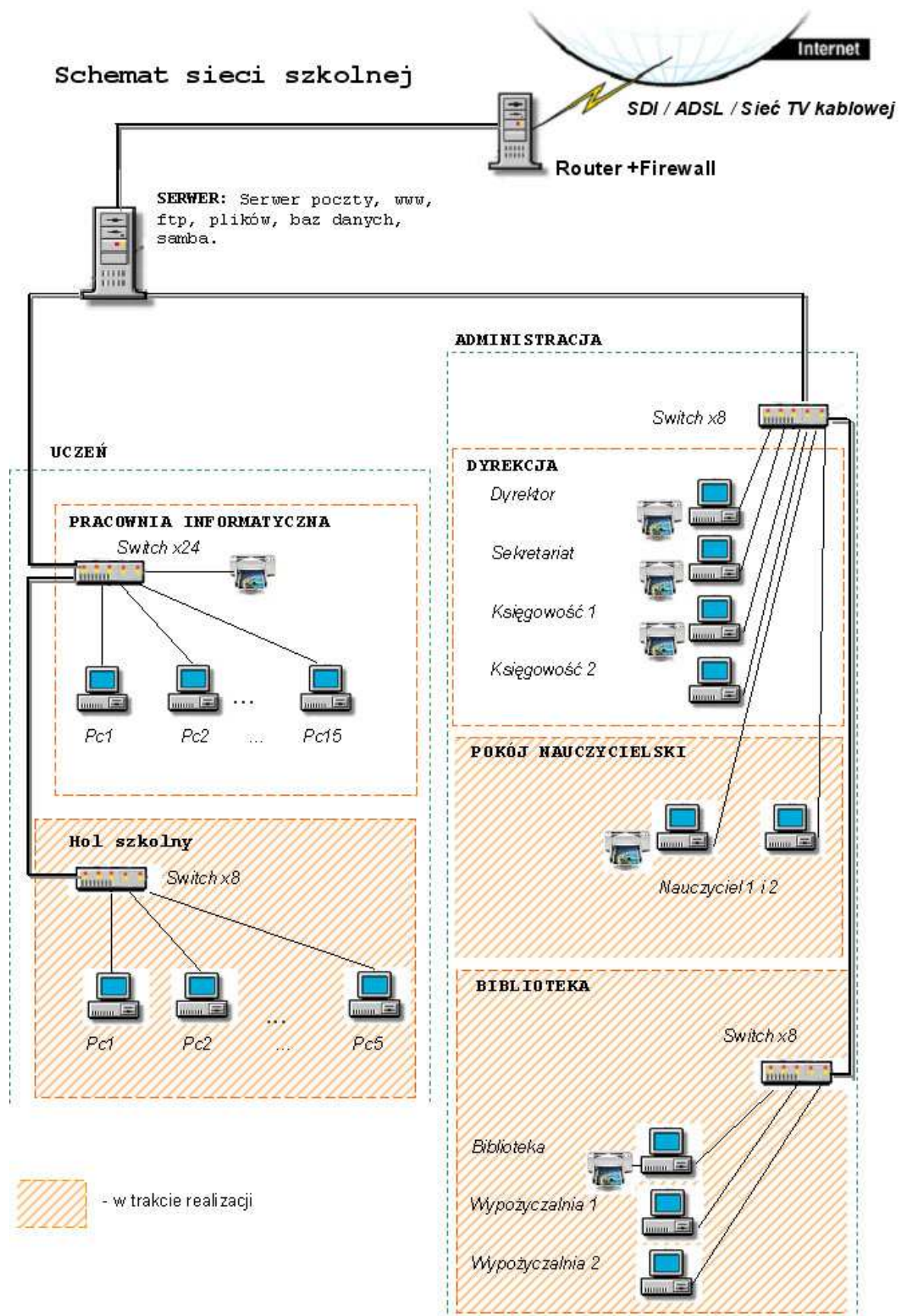
Główny serwer szkolny, usytuowany między bramą internetową a siecią LAN szkoły, jest centralnym punktem zarządzania całym projektem. On udostępnia usługi DNS, poczty elektronicznej, WWW (PHP i Perl), FTP, baz danych, udostępniania plików i drukarek (Samba), routingu między podsieciami i NAT, skanera antywirusowego (MKS_VIR dla Linux). System operacyjny serwera głównego to Linux w dystrybucji RedHat, wersja 7.2 (obecnie 8.0). Serwer taki musi być jednostką o dużej wydajności i stabilności ze względu na obciążenie sieci. Specyfikacja serwera przedstawiona w tabeli 4.

Tabela 4. Specyfikacja serwera głównego

Nazwa podzespołu	Sugerowany poziom sprzętu
Płyta główna	Serwerowa jednoprocessorowa Intel L440+
Procesor	Pentium III 1GHz
RAM	256MB non ECC
Dysk twardy	10GB UW SCSI (2 sztuki)

³ Sieć zrealizowana w Liceum Społecznym w Człuchowie, opiekun projektu Krzysztof Kadowski

Nazwa podzespołu	Sugerowany poziom sprzętu
Karta sieciowa	10/100Mbps Fast Ethernet (3 sztuki)
Karta graficzna	4MB
Monitor	15"
Zasilacz UPS	Fideltronik Ares 500VA / 300W



Rys. 1 Projekt sieci szkolnej, oparty na zastosowaniu OS Linux

Specyfika podsięci "Administracja" polega na tym, że większość szkół posiada skomputeryzowaną administrację szkolną opartą na komputerach PC z OS Windows i oprogramowaniem do zarządzania szkołą. Tutaj raczej nie ma możliwości zmiany OS użytkownika ze względu na brak obecnie oprogramowania obsługi płatnika ZUS [3], księgowości i płac szkolnych pod OS Linux. Niestety polskie firmy programistyczne rzadko produkują oprogramowanie na różne platformy. Przykładem może być potentat w oprogramowaniu zarządzania szkołą – Vulcan, który nie daje płatnikom wyboru platformy programowej i systemowej.

Do podsięci "Administracja" należy również pokój nauczycielski ze stanowiskami eksploatowanymi tradycyjnie w oparciu o Windows, ale po odpowiednim doksztalczeniu użytkowników te same możliwości dla nauczycieli może przedstawić Linux ze środowiskiem graficznym KDE lub GNOME. Można również na okres przejściowy zainstalować na stanowiskach roboczych dwa systemy operacyjne tak, by korzystający ze stanowisk miał wybór. Dotyczy to i stanowisk uczniowskich w pracowni komputerowej. Należy przecież pamiętać, że moment przejścia z jednej platformy na drugą odbywać się będzie dla niektórych uczniów już w trakcie rozpoczętego procesu edukacyjnego. Rozsądnym rozwiązaniem jest tak że stosowanie emulatorów Windows pod Linux, na przykład znajdująca się w dystrybucji Aurox aplikacja WINE udostępnia możliwość uruchamiania powszechnych aplikacji windowsowych.

Biblioteka szkolna wraz ze stanowiskami dla czytelników też może być prowadzona na systemie Linux z bazą danych biblioteki zrealizowaną pod MySQL i obsługiwaną za pomocą silnika PHP. Z własnej praktyki wynika, że baza ta może być zbudowana nawet w czasie zajęć informatycznych z uczniami starszych klas szkoły ponadgimnazjalnej.

Przykładowa podsięć "Uczeń" składa się z 15 stanowisk uczniowskich znajdujących się w pracowni komputerowej i 5 terminali znajdujących się w holu szkolnym lub w innym pomieszczeniu wydzielonym do wykorzystania przez uczniów komputera w czasie wolnym od zajęć dydaktycznych. Stanowiska uczniowskie w pracowni komputerowej muszą spełniać wymagania jakie nakłada na nie dydaktyka przedmiotu "Technologia Informacyjna". Również muszą one być na tyle nowoczesne aby sprostać multimediom stosowanym na zajęciach z innych przedmiotów. Stanowiska mają być wyposażone w lokalne dyski twarde, ale mogą mieć też dostęp do dysków serwera, na których mogą być udostępnione aplikacje sieciowe lub przechowywane prace uczniów w celach oceniania lub archiwizacji. Poziom sprzętu stanowisk uczniowskich przedstawia tabela 5.

Tabela 5. Specyfikacja stanowisk uczniowskich

Nazwa podzespołu	Sugerowany poziom sprzętu
Procesor	Od Pentium III 600MHz
Płyta główna	Z zintegrowaną grafiką (pamięć 32MB) i zintegrowaną kartą dźwiękową zgodną z AC'97
RAM	128MB
Dysk twardy	10GB
Karta sieciowa	10/100Mbps Fast Ethernet
CD-Rom (CD-RW na jednym ze stanowisk)	x32
Monitor	15"

Dyskusja nad zestawem rozwiązań sprzętowych

Przeanalizujemy przyjęte rozwiązania, oraz oceńmy ich funkcjonalność. Czynniki wpływającymi na wydajność serwera są procesor, pamięć RAM, dyski twarde oraz

połączenie z siecią LAN. W projekcie użyto komputer z procesorem Pentium III 1GHz. Minimalną ilością RAM dla serwera spełniającego wymienioną ilość zadań jest 256MB, przy czym należy pamiętać, że w opisywanej sieci będą również działały terminale i aby zapobiec generowaniu operacji zapisu/odczytu pamięci na dysku twardym serwera optymalną ilością pamięci RAM będzie 512MB.

Zastosowane dyski twarde SCSI cechują się dużą wydajnością i niezawodnością. Dla zwiększenia bezpieczeństwa danych można zastosować technikę RAID 1. Pojemność dysków 10-20GB jest w zupełności wystarczająca na potrzeby niedużej szkoły. Przy wyborze dysku przyjęto zasadę:

pojemność dysku = [obszar na OS + obszar wymiany + obszar na WWW + obszar na bazę SQL + obszar na kesh WWW + (max. liczba uczniów * (10MB do przechowywania plików + 5MB na pocztę)) + (max. liczba nauczycieli * (10MB do przechowywania plików + 5MB na pocztę))] * 1,5.

Co do połączenia z siecią, to praktyka eksploatacji pokazała, że karty sieciowe 10/100Mbps przy okablowaniu kategorii 5 są w zupełności wystarczające dla omawianej sieci szkolnej. Testy powyższej konfiguracji były prowadzone przy jednoczesnym obciążeniu sieci przez 15 stanowisk uczniowskich, 5 stanowisk z sieci "Administracja" oraz 2 terminali. Wykorzystanie zasobów procesora serwera wynosiło średnio 40%, zaś pamięci RAM – około 50%. Serwer przez okres roku zachowywał się stabilnie i nie wymagał ingerencji administratora. Nie zanotowano żadnych błędów związanych z funkcjonowaniem OS i udanych prób włamań do serwera.

Oprogramowanie dla alternatywnej pracowni szkolnej

Stanowiska uczniowskie w pracowni komputerowej muszą spełniać kilka wymogów. Przede wszystkim musi być możliwość włączenia wersji okienkowej systemu, bowiem w procesie dydaktycznym wykorzystywane są standardowe aplikacje biurowe oraz graficzne. Niezbędne są również kompilatory języków programowania lub całe środowiska programistyczne. Tabela 7 zawiera zastosowane w opisywanej sieci linuxowe zamienniki aplikacji windowsowych.

Tabela 7 Zamienniki aplikacji Windows pod OS Linux na stanowiskach uczniowskich

Typ oprogramowania OS Windows	Możliwa aplikacja-odpowiednik pod OS Linux
Nakładka graficzna	KDE
Pakiety biurowe	OpenOffice, Koffice
Przeglądarka www	Netscape, Opera
Klient poczty elektronicznej	Evolution, Opera
Środowisko programistyczne zintegrowane	Kdevelop, Kylix, GCC
Klient FTP	gFTP
Pakiety edukacyjne	Celestia, Maxima, Scigraphica, Dr Genius, Lum, QCad, TuxMath, Kgeo, KmPlot
Klient SSH	openssh
Przeglądarki plików	Midnight Commander, Konqueror
Edytory tekstów	Kedit, Gedit, Kwrite, Nedit, VIM
Przeglądarki plików postskryptowych	Acrobat Reader, Xpdf
Odtwarzacze muzyki, CD i video	MPlayer, Winamp, KsCD, Grip, xine
Przeglądarki i edytory grafiki	GQview, Kview, Kpaint, Xpaint, ImageMagick, Gimp, OpenOffice Draw

Należy zwrócić uwagę na to, że wykorzystywany w projekcie system operacyjny Aurox Linux jest dystrybucją darmową dla zastosowań domowych i szkolnych, co stanowi atut ze

względu na brak licencji. Można tę dystrybucję, która jest zgodna z Red Hat, wykorzystać również jako serwer całego projektu. Przypomnieć należy, że sam Red Hat nie jest całkowicie darmowym oprogramowaniem i na dzień dzisiejszy zakup licencji dla wersji 6.2 to koszt 193zł., dla wersji 7.1 professional to 974zł., 9.0 professional to 2135zł. Stanowiska uczniowskie dla dystrybucji Linux Aurox mogą być uruchomiane nawet przy minimalnej wielkości pamięci RAM 128MB. Przy testowaniu wersji 8.0 była to ilość wystarczająca. Dla wersji 9.0 zaleca się stosowanie minimum 192MB pamięci RAM.

Korzystnej może być informacja na temat zestawu narzędzi programistycznych zastosowanych do obsługi sieci. W pierwszej kolejności jest to program SSH (ang. Secure Shell SSH), umożliwiający zdalny dostęp do serwera. W przeciwieństwie do zwykłej usługi telnet, wyposażony jest on w mechanizmy silnego uwierzytelniania oraz szyfrowania sesji za pomocą kluczy. Wersja SSH2 jest bezpieczniejsza. Na potrzeby projektu zmieniono kilka opcji konfiguracji aby używać SSH również z konta zwykłego użytkownika, a nie tylko z konta administratora. Drugim korzystnym narzędziem okazał się SAMBA – pakiet, który pozwolił udostępniać zasoby między różnymi systemami operacyjnymi. Dla potrzeb projektu należało udostępniać drukarki i dyski dla OS Windows 95 i Windows 2000. “To elastyczne rozwiązanie do łączenia systemu Linux i sieci opartych na systemie Windows” [8] może skonfigurować łatwo za pomocą narzędzi okienkowych nawet osoba z podstawowymi wiadomościami na temat udostępnienia zasobów w sieci.

Wśród pakietów monitorowania sieci i systemu wybrano GkrellM. Oprócz standardowych testów temperatury procesora, napięć, stanu płyty głównej, można sprawdzić za jego pomocą ilość procesów i ich właścicieli, wydajność i stan dysków, liczbę połączeń LAN-Internet z podziałem na protokoły, porty i czasy, drogi routingu w sieci LAN i zewnętrznej, kontrolę obszaru wymiany na dyskach, operacje odczytu/zapisu oraz monitorować usługi pocztowe. Podobnym narzędziem jest EtherApe. Wspiera ono jednak o wiele większą ilość protokołów i usług w sieci kontrolując jej obciążenie. Innymi ciekawymi pakietami są m.in.: Nagios, Tkined, MRTG, Rrdtool, PIKT, Autostatus, bcnu, mon, Sysmon.

W ochronie szkolnej sieci należy zwrócić uwagę na trzy zagrożenia: zewnętrzne z sieci Internet, wewnętrzne z sieci LAN i wirusy komputerowe. OS Linux dysponuje wieloma pakietami narzędzi ułatwiających administratorowi zarządzanie siecią i jej monitorowanie. System Linux posiada zestaw prostych reguł zarządzania i narzędzi, którymi można sprawować kontrolę nad ruchem w sieci, stosowanie bezpiecznych szyfrowanych połączeń, możliwość wyłączania poszczególnych portów i usług oraz filtrowania pakietów wchodzących i wychodzących z sieci (reguły Iptables i routowanie).

Serwery WWW Apache są uważane za najbezpieczniejsze i najbardziej wydajne. Do tego duży wybór systemów bezpiecznych baz danych i języków skryptowych pozwalają na konfigurację bezpiecznej witryny szkolnej, przy czym spełniają one również swoją rolę dydaktyczną. Uczniowie mogą uczestniczyć w procesie budowy takiej witryny i poznawać technologie oparte na architekturze klient/serwer.

Omawiany projekt sieci szkolnej może z powodzeniem być wprowadzony w niewielkich szkołach o ilości uczniów rzędu 200 do 300. Obciążenie godzinowe pracowni jest wtedy maksymalne. Obecnie projekt jest wdrażany w szkole ze 150 uczniami. Dla zajęć z Technologii informacyjnej, Informatyki, kółek informatycznych oraz innych przedmiotów wykorzystujących technologie informacyjne tygodniowe obciążenie pracowni wynosi średnio 25 godzin.

Koszty orientacyjne

Ze względu na wysoką wydajność systemów opartych na architekturze Unix, wymagania sprzętowe zarówno dla serwera, routera i stacji klienckich są mniejsze w porównaniu z wymaganiami stawianymi przez systemy w sieci SBS2000. Wiadomo [1, 4, 7, 8, 10, 11], że systemy uniksopodobne charakteryzują się tak dużą wydajnością i odpornością

na błędy, że np. konfiguracja sprzętowa serwera z wymienionymi wyżej funkcjami zamyka się w kosztach około 50% konfiguracji dla serwera SBS (szczegółowe porównanie kosztów patrz w tabeli 6).

Tabela 6 Porównanie kosztów sprzętu propozycji Programu „Pracownia w każdej szkole” i omawianego projektu

Nazwa urządzenia	Orientacyjny koszt w projekcie*	
	SBS2000	Linux
Router + UPS	Brak	500-600zł.
Serwer + UPS	W cenie	3050zł.
Stanowiska uczniowskie 15 szt.	W cenie	1100zł. (za sztukę)
Terminale uczniowskie 5 szt.	Brak	500zł. (za sztukę)
Stanowiska dla nauczycieli 3 szt.	Brak	1100zł. (za sztukę)
Multimedialne centrum informacji	W cenie	Brak
Biblioteka 1 szt. + 2 terminale tekstowe + UPS	Brak	1800zł.
Przełączniki sieci	W cenie (1 sztuka)	850 zł. (3x8port oraz 1x24port)
Drukarki + skaner	W cenie	2100zł.
RAZEM	Około 43,000zł.**	Około 30,500zł.***

* - Kosztorys ma charakter orientacyjny i został sporządzony na podstawie cenników firm 2it i InFobi oraz aukcji internetowych (dla sprzętu starszej generacji).

** - Cena obliczona z podzielenia kwoty przetargów (brutto, na dostarczenie rozpisane w Programie wyposażenia pracowni) przez liczbę pracowni.

*** - Koszt obejmuje nie tylko pracownię komputerową z serwerem jak w propozycji Programu ale wraz ze stanowiskami dodatkowymi zawartymi w omawianym projekcie. Część kosztów można dodatkowo obniżyć wykorzystując starszy sprzęt już obecny w szkole (np. terminale uczniowskie czy biblioteczne). Cena nie obejmuje kosztów instalacji okablowania.

•Podsumowanie

Sieć szkolna oparta na OS Linux pod wieloma względami przewyższa sieci oparte na technologiach windowsowych. Przede wszystkim – to co jest ważnym atutem dla szkół – rozwiązania są nieporównywalnie tańsze ze względu na niższe wymagania sprzętowe i w większości darmowe oprogramowanie. Wydłuży się również w ten sposób czas w jakim pracownia jest w pełni funkcjonalna, gdyż coraz nowsze technologie stosowane w OS Linux nie są tak zachłanne sprzętowo.

Od pewnego czasu zniknął problem braku oprogramowania w trybie graficznym, które jest wykorzystywane w dydaktyce. Można więc stosować OS Linux nie tylko na samym serwerze, ale na stanowiskach uczniowskich. Właściwie każdy typ oprogramowania ma już swoje odpowiedniki linuxowe. Do powszechnego wdrożenia OS Linux potrzeba jednak nie tylko odpowiedniej akcji propagandowej, ale i przeszkolenia opiekunów pracowni szkolnych. Chodzi o to, że nie wszystkie usługi Linuxa mają swoje przejrzyste i łatwe w obsłudze narzędzia w trybie graficznym. Część ustawień systemu takich jak firewall na Iptables, zaawansowane zarządzanie dostępem i bezpieczeństwem serwera WWW czy FTP, musi być skonfigurowana przez wydawanie komend z wiersza poleceń lub przez uruchamianie skryptów zapisanych w plikach konfiguracyjnych. Tu wymagana jest fachowa wiedza wykraczająca poza umiejętności nabywane przez nauczycieli w czasie studiów. Dlatego ważne jest by nauczyciele mieli możliwość doskonalenia się w tym kierunku poprzez różne formy szkoleń i studiów.

•Literatura

- Adam Podstawczyński, „Linux w sieci“, Wydawnictwo Helion, 2002r.
- Bill Ball, David Pitts, „Red Hat Linux 7.1. Księga eksperta“, Wydawnictwo Helion, 2002r.
- Butkiewicz Tomasz, „ZUS wzbogaca Billa Gatesa“, Życie Warszawy z dnia 14.10.2003r.
- David Elson, “Exactly How fast is Linux Compared to Windows NT?”, 2nd Joint Conference Proceedings of AUUG 96 & Asia Pacific World Wide Web Conference, 1996r., <http://www.csu.edu.au/special/auugwww96/proceedings/elson/elson.html>
- Marcin Bójko, „Unia Europejska na Linuksie“, Gazeta Wyborcza, 03.11.2002r.
- Maciej Janiec, „Linux dla administracji rządowej“, NetWorld, nr 10/2002r.
- Maciej Koziński, „Trójbój nowoczesny. Porównanie wydajności serwerów www.“, PC Kurier, <http://www.pckurier.pl/archiwum/art0.asp?ID=5430>
- Paweł Leszek, „Zamiast Wingrozy“, PC Wold Computer Extra, nr 1/2001r.
- Jerzy Marczyński, „Unix. Administrowanie i użytkowanie“, Wydawnictwo Helion, 1995r.
- Józef Muszyński, „NOSy w laboratorium testowym“, NetWorld, http://www.networld.pl/artykuly/5785_5.html
- Roby Sherman, „Oracle 9i on Linux vs. Windows 2000 Server”, <http://www.interealm.com/technotes/roby/pentmark.html>
- Dokumentacja elektroniczna dystrybucji Red Hat, <http://rhn.redhat.com>
- SEUL – <http://www.seul.org>
- Schoolforge – <http://schoolforge.net>