

# Projekt

okablowania strukturalnego oraz instalacji  
sieci komputerowej w Domu Studenckim  
numer 3 przy ul. Moniuszki 16/20

Autor: Daniel Rychcik  
III rok informatyki UMK

## I. Wstęp

Rosnąca popularność Internetu oraz ilość informacji dostępnej w sieci spowodowały powstanie wielkiego zapotrzebowania na dostęp do niej wśród studentów. Praktycznie nie ma kierunku na naszym Uniwersytecie, którego studenci nie mogliby szerzej rozwinąć swoich zainteresowań korzystając z ogólnoswiatowych zasobów. Jest to oczywiste zarówno w przypadku studentów kierunków humanistycznych (przykładowo archeolodzy mogą uzyskać nieograniczony dostęp do zasobów archiwów największych muzeów na świecie), jak i ścisłych (dla fizyków – dostęp do wyników eksperymentów prowadzonych w światowej klasy uniwersytetach), nie mówiąc o studentach informatyki, dla których, przy ciągłym postępie technicznym, Internet jest podstawowym źródłem informacji o aktualnych trendach w ich branży.

Obecna sytuacja na Uczelni nie gwarantuje niestety pełnego wykorzystania istniejących możliwości w tym zakresie. Praktycznie jedynymi publicznie dostępnymi miejscami umożliwiającym studentom dostęp do sieci są: sala terminalowa na Wydziale Matematyki i Informatyki oraz pracownia komputerowa Biblioteki Głównej. Jednak zbyt mała ilość stanowisk w połączeniu z dużym zainteresowaniem studentów powoduje, że osoby pragnące skorzystać z sieci muszą często długo czekać na zwolnienie się komputera.

Mówiąc o istniejących możliwościach mam na myśli to, że toruńska sieć komputerowa TORMAN w połączeniu z ogólnopolską siecią POL34 to ogromny potencjał, który jest wykorzystany tylko w niewielkim stopniu dla celów studentów. Pracując na co dzień jako administrator na WMiI oceniam, że podłączenie nawet kilku akademików do sieci przy odpowiedniej ich konfiguracji nie zwiększy obciążenia sieci miejskiej w istotnym stopniu.

Mój projekt dotyczy instalacji sieci komputerowej w akademiku numer 3 przy ul. Moniuszki 16 – mieszkam w nim już ponad dwa lata i, co za tym idzie, najlepiej znam jego strukturę. Część projektu dotycząca warstwy sieciowej jest jednak na tyle uniwersalna, że po drobnych zmianach mogłaby posłużyć również przy modernizacji innych akademików. Natomiast część dotycząca mechanicznej strony inwestycji jest na tyle unikalna, że musiałaby być za każdym razem projektowana od nowa.

Dodatkowym argumentem przemawiającym za rozpoczęciem inwestycji od tego obiektu jest obecność w nim biblioteki British Council – wydaje mi się, że instytucja ta powinna być z natury zainteresowana dostępem do sieci i mogłaby być brana pod uwagę przy planowaniu finansowej strony przedsięwzięcia.

Projekt zakłada, że inwestycja początkowa byłaby finansowana ze środków Uczelni. Aktualny kosztorys jest przybliżony i nie uwzględnia kosztów przyłączenia sieci lokalnej do MSK TORMAN. Wstępnie szacuję te koszty kwotą rzędu 34.000 PLN. Koszty bieżące działania sieci byłyby natomiast pokrywane z comiesięcznych opłat wnoszonych przez studentów, które jednak byłyby minimalne – rzędu 5-10 zł/m-c.

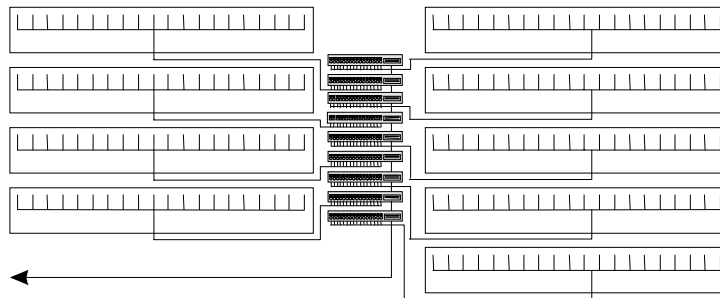
Planując strukturę sieci starałem się zminimalizować koszty, jednak nie kosztem niezawodności – oceniam, że prawidłowo wykonana instalacja może działać do momentu fizycznego zużycia materiałów. Aby te koszty zmniejszyć jeszcze bardziej, większość robót planuję wykonać samodzielnie z pomocą Samorządu Studenckiego i kolegów-administratorów.

## II. Założenia ogólne

### 1. Architektura sieci

Podstawowym założeniem projektu jest geograficzny podział sieci na dwa segmenty: północny i południowy. Jest to kompromis pomiędzy skalowalnością sieci, łatwością zarządzania, kosztami inwestycji, a minimalną ingerencją w infrastrukturę akademika:

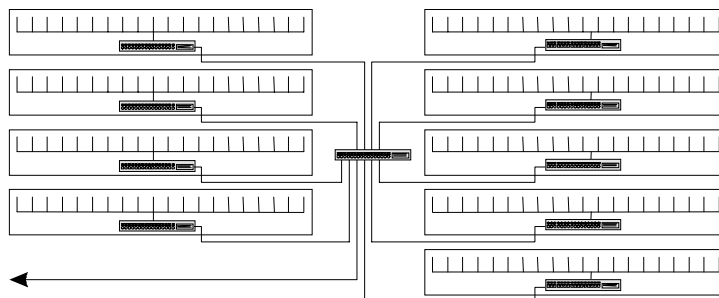
- Najlepszy z punktu widzenia skalowalności byłby model scentralizowany, z jednym wydzielonym pomieszczeniem na sprzęt sieciowy (dalej będę używał terminu „centrum” sieci):



Rys.1 Architektura „centrum”.

W takim modelu możliwa jest dowolna konfiguracja sieci zarówno pod względem technicznym (ilość koncentratorów przypadających na poszczególne części budynku), jak i logicznym (przydział adresów IP). Jednak po dokładniejszym rozrysowaniu schematu okazuje się, że obydwie części akademika musiałyby być połączone wiązką ok. 60 przewodów, co, w połączeniu z dużą długością kabli, spowodowałoby powstanie innych problemów, często trudniejszych do rozwiązania.

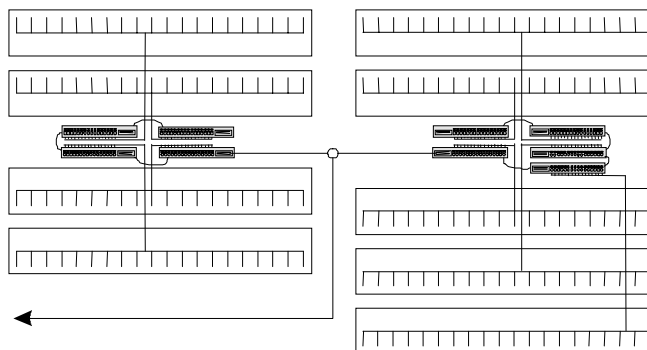
- Przeciwnieństwem modelu poprzedniego byłaby sieć maksymalnie rozproszona:



Rys.2 Architektura rozproszona.

Ma ona dwie zalety: ogranicza się do minimum ilość kabli sieciowych oraz ingerencję w strukturę budynku (w przypadku najprostszym koncentratory można by po prostu umieścić w skrzynkach na korytarzach akademika!). Jednak zarządzanie taką siecią jest utrudnione – przykładowo, w razie awarii koncentratora nie można uszkodzonego odcinka sieci przełączyć na czas naprawy na „zapasowe” porty w sąsiednich koncentratorach. Również skalowalność takiej sieci jest mocno ograniczona – praktycznie należałoby zbudować od razu kompletny szkielet zakładający jej maksymalne wykorzystanie.

- Kompromisem między tymi dwoma modelami jest podział sieci na dwie części: północną i południową:



Rys.3 Architektura mieszana.

Wszystkie kable z każdej części zbierają się w jednym miejscu – wstępna propozycja jego lokalizacji to pomieszczenie gospodarcze obok WC na II piętrze, przy czym tylko w części północnej byłoby wykorzystane w całości, drugie mogłoby dalej częściowo pełnić swoje dotychczasowe funkcje. Obydwa skrzydła połączone będą 2 przewodami biegnącymi wzdłuż II piętra.

(Podział logiczny na powyższych schematach nie oddaje w pełni planowanej architektury sieci, ma raczej obrazować podział funkcjonalny ze względu na położenie poszczególnych jej elementów)

## **2. Fizyczna realizacja połączeń**

Jeśli chodzi o nośnik danych, to zdecydowałem się na okablowanie typu UTP pracujące z szybkością 10 Mbit/s. Rozwiązanie droższe, czyli Ethernet 100 Mbit/s odrzuciłem zaraz na początku, gdyż taka przepustowość jest zupełnie niepotrzebna w zastosowaniach amatorskich, a poza tym zmuszałaby studentów do zakupu drogich kart sieciowych pracujących z taką szybkością.

Początkowo kusząca wydawała mi się jednak możliwość wykorzystania okablowania BNC 10 Mbit/s. Jego fizyczny charakter (magistrala) idealnie nadaje się do połączenia kilku, liniowo umieszczonych pomieszczeń. Jednak głębsza analiza problemu doprowadziła mnie do następujących wniosków:

- Okablowanie BNC jest zawodne, często ulega awariom, a co gorsza jest trudniejsze w eksploatacji i naprawie niż skrętka UTP.

- Jest bardziej podatne na zakłócenia.

- Jest przestarzałe – praktycznie wszyscy wycofują się z jego stosowania. Przykładowo na naszym wydziale jedynym odcinkiem sieci na BNC jest w tej chwili fragment korytarzowej sieci terminali. Również doświadczenia moich kolegów z Gdańska (DS. 2) wskazują na jego zawodność. (po długim okresie „walki” z BNC, przy okazji generalnego remontu akademika wymieniono całe okablowanie na skrętkę.

## **3. Organizacja pracy i opłat za korzystanie z sieci.**

Sieć w akademiku z założenia ma być oczywiście niedochodowa, jednak przewiduję pewne symboliczne opłaty za jej używanie, które umożliwiłyby pokrycie bieżących kosztów eksploatacji, oraz opłatę instalacyjną pokrywającą ewentualne koszty instalacji gniazda sieciowego i doprowadzenia kabla (problem ten jest szczegółowo opisany w kosztorysie).

Administracją sieci zajmować się będą nieodpłatnie studenci informatyki zamieszkujący akademik. Przez okres najbliższych dwóch lat funkcję administratora głównego mógłbym pełnić osobiście, jednak jest to praca na tyle ciekawa, że moim zdaniem nie będzie problemów z pozyskaniem odpowiednich osób. Planuję zespół administratorów w składzie:

- Administrator główny – zarządzanie serwerem, zakładanie/kontrola kont itp. Odpowiedzialny za całość sieci.
- „Mechanik” – techniczna strona sieci, okablowanie, koncentratory, gniazda itp.
- Skarbnik – zbieranie opłat za korzystanie z sieci.

## **4. Usługi sieci lokalnej.**

Docelowa konfiguracja centrum sieci akademika to dwie maszyny: router i serwer główny. Planowane usługi dla studentów to: konta w systemie Linux i wszystkie powiązane z nimi usługi (poczta, News, IRC itp.), dostęp do poczty z poziomu Windows (IMAP), lokalne serwery WWW i FTP, konfiguracja lokalna z użyciem protokołu DHCP.

## 5. Bezpieczeństwo.

W związku z tym, że sieć ma być bezpośrednio dostępna dla studentów fizycznie, planuję podjęcie działań mających na celu uniemożliwienie dezorganizacji pracy sieci przez nieodpowiedzialnych członków społeczności akademika:

- Podstawową sprawą jest firewall – jego funkcję pełnić będzie router. Filtrowane będą np. pakiety na powszechnie znane porty Windows 95 powodujące zawieszenie systemu, nieużywane usługi systemowe itp.
- W celu zabezpieczenia sieci TORMAN przed nadmiernym ruchem generowanym przez akademik, na routerze zainstalowany będzie moduł traffic shapera – docelowe sumaryczne ograniczenie pasma to 100kbit/s – 10Mbit/s w zależności od pory dnia.
- Jeśli okazałoby się to konieczne, istnieje możliwość oddzielenia sieci użytkowników od świata i udostępnienia tylko niezbędnych usług (WWW/FTP/poczta). Cała pozostała komunikacja realizowana byłaby wyłącznie z poziomu konta na serwerze.

### III. Techniczne aspekty wykonania sieci.

#### 1. Warstwa pierwsza – korytka kablowe.

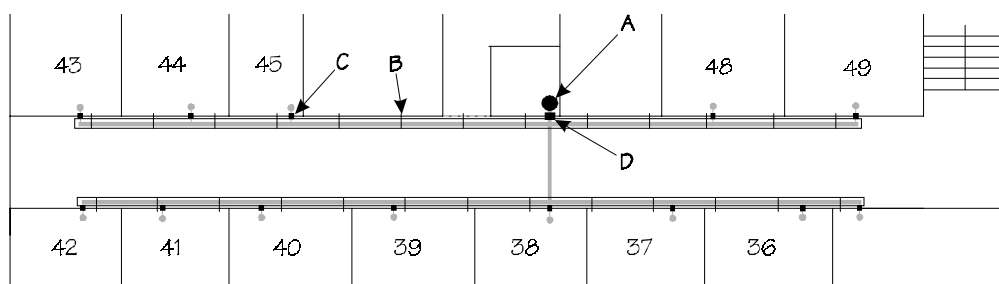
W tym punkcie zajmę się szczegółami technicznymi dotyczącymi wykonania instalacji umożliwiającej położenie okablowania, jednak bez uwzględnienia samych przewodów i sprzętu sieciowego.

Po przeanalizowaniu koniecznych robót i możliwości doszedłem do wniosku, że wszystkie prace mogą zostać wykonane przez grupę 5-6 studentów przy niewielkiej pomocy z zewnątrz związanej z wykonaniem otworów przelotowych.

Najważniejszym założeniem było unikanie rozwiązań prowizorycznych. Projekt oparłem na standardowych elementach MOD-TAP, stosowanych z powodzeniem na całej uczelni. Sieć położona według tych założeń może pracować dobrze przez kilkanaście-kilkadziesiąt lat, do momentu fizycznego zużycia sprzętu.

Starłem się do minimum ograniczać ingerencję w strukturę akademika, jednak w kilku miejscach nie udało mi się to do końca – projekt zakłada wykonanie 8-10 otworów  $\varnothing \sim 100$  w stropie między piętrami i takiej samej ilości w ścianach bocznych.

Elementy szkieletu sieci na poszczególnych piętrach nie różnią się właściwie wcale, a pomiędzy skrzydłami występuje praktycznie symetryczna zależność, dlatego w tym miejscu ograniczę się do omówienia przykładowego północnego skrzydła II piętra. (w dokumentacji wykonawczej szczegółowo rozrysowane są wszystkie połączenia).



A: otwory przelotowe  $\varnothing \sim 100$  w stropie między piętrami (przejście kabli)

B: otwory  $\varnothing 4$  w ścianach bocznych (mocowanie korytek)

C: otwory  $\varnothing 10$  w ścianach bocznych (wejście kabla do pokoju)

D: otwory  $\varnothing 25$  w ścianach bocznych (zbierające kable z całego skrzydła)

Jedynym technicznym problemem (w znaczeniu takim, że ekipa złożona ze studentów nie poradziłaby sobie z nim) są otwory przelotowe oznaczone na rysunku literami A,C,D. Do ich wykonania potrzebna byłaby pomoc fachowa i odpowiedni sprzęt. Natomiast pozostałe prace, czyli wykonanie otworów B ( $\varnothing 4$ ) pod mocowanie kołków, oraz samo mocowanie korytek nie wymaga żadnej wiedzy fachowej i z powodzeniem może zostać wykonana przeze mnie i moich kolegów.

### **Planowana kolejność robót fazy pierwszej**

1. Wiercenie otworów przelotowych  $\varnothing \sim 100, \varnothing 25, \varnothing 10$   
(ekipa zewnętrzna)
2. Wiercenie otworów  $\varnothing 4$  pod mocowanie korytek.
3. Instalacja kołków mocujących i montaż korytek.
4. Montaż gniazd.

Etap 1. powinien być wykonany najpierw, natomiast pozostałe etapy są niezależne od siebie i mogą być realizowane jednocześnie.

### **Orientacyjne zapotrzebowanie na materiały:**

- |  |                   |
|--|-------------------|
| - Korytka duże (50x100):<br>( przejście kabli między stronami korytarza + instalacja „pionowa” ) | 5 mb/skrzydło     |
| - Korytka małe (10x50):<br>( prowadzenie kabli ścianami korytarza )                              | 60 mb/skrzydło    |
| - Kołki mocujące $\varnothing 4$ :<br>( mocowanie korytek + mocowanie gniazd )                   | 120 szt./skrzydło |
| - Puszka natynkowa UK 1G 44mm (42.501-44):   | 12 szt./skrzydło  |
| - Pokrywa 1G 2M (17-0111-02):  | 12 szt./skrzydło  |
| - Zaślepka 1G (16.A0012):<br>( Gniazda w pokojach )  | 24 szt./skrzydło  |

## 2. Warstwa druga – okablowanie strukturalne.

Omówię tutaj szczegóły procesu okablowania akademika przy założeniu istnienia instalacji korytek wymienionej w punkcie 1.

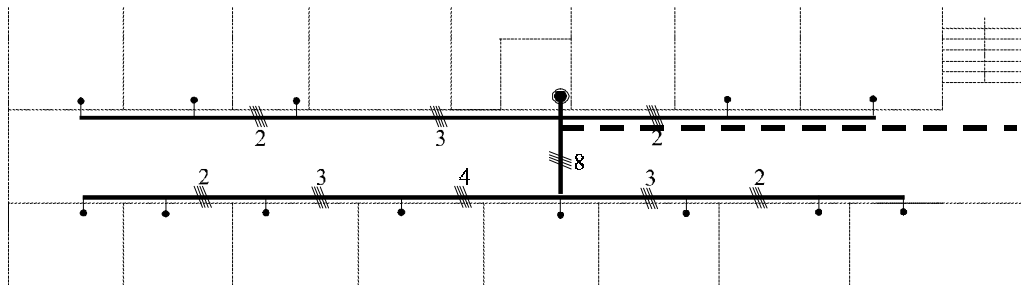
Zaletą okablowania strukturalnego jest możliwość konstruowania dowolnej architektury sieci, ograniczonej tylko pojemnością korytek kablowych. Podam jako przykład proponowane rozwiązanie instalacji kabli w zależności od potrzeb:

Po ustaleniu wstępnego kosztorysu projektu okazało się, że najdroższymi elementami są w nim moduły gniazd RJ-45. Proponuję więc rozwiązanie następujące:

- Początkowo wymagana jest tylko instalacja szkieletu sieci niezbędnego do jej prawidłowego działania oraz zakup pewnej ilości kabla i modułów gniazd na początek.
- Na początku roku akademickiego należy ocenić zapotrzebowanie studentów na podłączenie do sieci.
- Zakładam wprowadzenie opłaty instalacyjnej w wysokości równej kosztowi modułu gniazda + kabla przyłączeniowego (ok. 40 zł)
- Potrzebne (lub dodatkowe) gniazda instalowane będą na bieżąco.

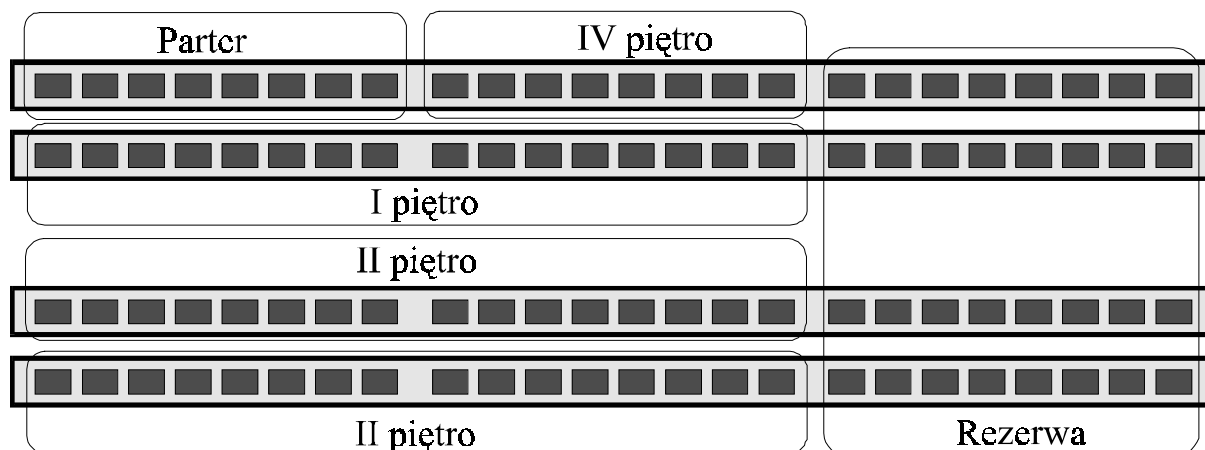
Znacznie zmniejszy to koszt jednorazowy poniesiony przez Uczelnię, jak również wprowadzi bezpośrednią zależność między opłatą instalacyjną, a faktycznym kosztem przyłączenia pokoju do sieci.

Proponowany docelowy schemat okablowania wygląda następująco:



Widać tutaj, dlaczego do okablowania pięter wystarczy użyć korytek małych – dzięki odpowiedniemu umieszczeniu centrum sieci maksymalna ilość kabli na ścianach bocznych to 4. Widoczne na rysunku dwa kable biegnące w prawo to (obecne tylko na II piętrze) połączenie skrzydła północnego z południowym.

Osobno należy opisać okablowanie maszynowni na II piętrze. Co prawda wystarczającym, z punktu widzenia funkcjonalności, rozwiązaniem byłoby wpięcie wszystkich kabli bezpośrednio w koncentratory, jednak takie rozwiązanie jest trudne w administracji i przy dużej ilości kabli, lub zmian w strukturze sieci prowadzi do chaosu organizacyjnego. Dlatego zalecałbym użycie 2/3 ram naściennych 2U (25.D0110) wraz z panelami 568B (27.1B.241.B100G) i powiązanie gniazd na panelach w logiczny sposób z numerami pokoiów. Przykładowo dla maszynowni północnej podział mógłby wyglądać następująco:



(rezerwa z prawej strony to miejsce dla pokoiów z więcej niż jednym gniazdem)

### 3. Konfiguracja sieci.

#### Sprzęt

Centralnym elementem sieci jest router – komputer kierujący ruchem między maszynami w sieci i zapewniający połączenie ze światem. W omawianym przypadku pełniłby on oprócz tego rolę firewalla, serwera DNS/DHCP oraz proxy. W przypadku tego komputera istotna jest nie tyle moc obliczeniowa, co przepustowość i niezawodność interfejsów sieciowych, dlatego proponuję następującą konfigurację:

Procesor:	Intel Celeron 400 MHz
Pamięć RAM:	64/128 MB
Twardy dysk:	4,3 GB EIDE
CD-ROM:	Dowolny EIDE
Grafika:	dowolna
Monitor:	dowolny
Karty sieciowe:	4 x 3Com EtherLink 3590 szybka karta – interfejs do TORMANu
Klawiatura/mysz:	dowolna.

Router pracować ma pod kontrolą systemu Linux w dystrybucji Debian 4.2. Nie będzie dostępny dla użytkowników bezpośrednio, pracować na nim będą mogli tylko administratorzy.

Drugim głównym komputerem w sieci będzie serwer w następującej konfiguracji:

Procesor:	Pentium III 450 MHz (z możliwością zainstalowania drugiego procesora)
Pamięć RAM:	128-512MB
Twardy dysk:	2x8 GB SCSI
CD-RW:	dowolny SCSI
Grafika:	dowolna
Monitor:	dowolna
Karta sieciowa:	3Com EtherLink 3590
Klawiatura/mysz:	dowolna

Komputer ten pełnić będzie następujące role:

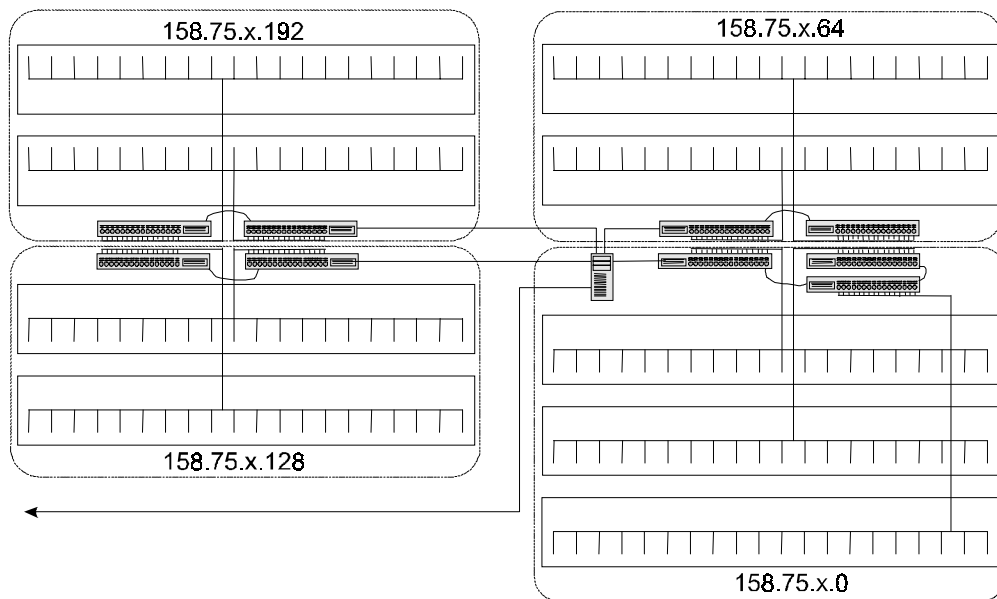
- Udostępnianie użytkownikom kont w systemie Linux z własnym adresem e-mail.
- Dostęp do poczty z zewnątrz z użyciem IMAP
- Serwer HTTP umożliwiający użytkownikom zakładanie własnych stron WWW.
- Serwer FTP –dostęp do najczęściej używanych programów takich jak Internet Explorer, Netscape Navigator, Tera Term SSH, WS-FTP itp. ...
- Backup (CD-R) – kopie zapasowe dysków obydwu głównych maszyn.

Serwer pracować będzie pod kontrolą systemu LINUX w dystrybucji Debian lub Slackware.

## Organizacja

Zakładam przyznanie jednego pełnego adresu klasy C w obrębie MSK TORMAN. Dla celów tego dokumentu będę zakładał, że jest to 158.75.x.0 z maską 255.255.255.0.

Sieć będzie podzielona na cztery podsieci odpowiadające geograficznemu podziałowi akademika. Dopuszczam ewentualny początkowy podział na dwie podsieci: 0 i 128 – późniejsza rekonfiguracja nie będzie dużym problemem przy podanych założeniach (konfiguracja przez DHCP).



Adresy IP przyznawane będą z użyciem protokołu DHCP (ujednolici to konfigurację komputerów użytkowników), jednak w sposób statyczny – każdy użytkownik będzie miał stały adres. Początkowa konfiguracja serwera DNS zakłada możliwość nadawania przez użytkowników swoim komputerom własnych nazw w obrębie domeny *ds3.uni.torun.pl*, przy czym zakładam przyjęcie pewnej konwencji nadawania tych nazw, podobnie jak to jest przyjęte w innych domenach. Użytkownicy, którzy nie będą chcieli wpisywać swoich komputerów do DNS będą mogli nazywać je dowolnie.

## IV. Wykonanie.

Roboty instalacyjne planuję wykonać w II połowie sierpnia 2000 roku. Z wyjątkiem prac cięższych, opisanych w punkcie III.2, wszystkie pozostałe prace wykona nieodpłatnie grupa studentów-administratorów sieci WMiI – załączam ich stosowną deklarację.

## V. Kosztorys.

### 1. Elementy instalacji korytek

Nazwa elementu	Jedn.	Ilość	Cena jedn.	Suma
Korytka duże (50x100)	mb	45	6,80	<b>306,-</b>
Korytka małe (10x50)	mb	540	5,40	<b>2916,-</b>
Zaślepki gniazd (16.A0012)	szt.	220	3,90	<b>858,-</b>
Puszka natynkowa (42.501-44)	szt.	110	9,30	<b>1023,-</b>
Pokrywa (17-0111-02)	szt.	110	7,20	<b>792</b>
Kołki mocujące Ø4	szt.	600	0,40	<b>240,-</b>

### 2. Elementy okablowania strukturalnego

Nazwa elementu	Jedn.	Ilość	Cena jedn.	Suma
Euromod 1xRJ45 (17.1C.011.A0012)	szt.	50	26.-	<b>1300,-</b>
Wtyk modularny RJ45 (02.B0010)	szt.	500	1,10	<b>550.-</b>
Kabel UTP 5 kat. (309-006-8)	450mb	7	769.-	<b>5383.-</b>
Rama ścienna 19" (25.D0110)	szt.	4	109,-	<b>436,-</b>
Panel 19" 24xRJ45 (27.1B.241.B100G)	szt.	8	754,-	<b>6032,-</b>

### 3. Sprzęt sieciowy

Nazwa elementu	Jedn.	Ilość	Cena jedn.	Suma
Router:				
Obudowa Minitower	Szt.	1	200.-	200.-
Płyta główna ASUS P3B-F	Szt.	1	690.-	690.-
Procesor Intel Celeron 400MHz	Szt.	1	400.-	400.-
Pamięć RAM 64 MB	Szt.	1	250.-	250.-
Karta grafiki AGP 4MB	Szt.	1	60.-	60.-
Monitor 14" mono	Szt.	1	150.-	150.-
HDD 4,3GB Samsung EIDE	Szt.	1	380.-	380.-
CD-ROM 32x LG	Szt.	1	180.-	180.-
Karta sieciowa 3Com EtherLink 3c509	Szt.	4	249.-	996.-
Karta sieciowa	szt.	1	***	***
Klawiatura	szt.	1	20.-	20.-
Razem:			.....	<b>3326.-</b>
Serwer:				
Obudowa Minitower (4x5,25)	szt.	1	250.-	250.-
Płyta główna ASUS P2B-S	szt.	1	1200.-	1200.-
Procesor Intel PIII 450 MHz	szt.	1	850.-	850.-
Pamięć RAM 128 MB	szt.	1	520.-	520.-
Karta grafiki AGP 4MB	szt.	1	60.-	60.-
Monitor 14" mono	szt.	1	150.-	150.-
HDD 8,1 GB IBM SCSI	szt.	2	1320.-	2640.-
CD-RW Yamaha 4x2x24	szt.	1	950.-	950.-
Karta sieciowa 3Com EtherLink 3c509	szt.	1	249.-	249.-
Klawiatura	szt.	1	20.-	20.-
Razem:				6889.-
Koncentrator Repotec 1659K 16xUTP	szt.	8	450.-	<b>3600.-</b>

Sumaryczny koszt materiałów i sprzętu:

33.651,-