

**NASK**

1994

Naukowa i Akademicka

Sieć Komputerowa

prof dr hab Tomasz Hofmokr

mgr inż Andrzej Zienkiewicz

Warszawa 15 marzec

## Ogólnopolska Sieć Teleinformatyczna i Informatyzacja Administracji Państwowej

Opracowanie dla Pana Premiera Waldemara Pawlaka

*Na spotkaniu z Panem Premierem Waldemarem Pawlakiem w dniu 28 lutego 1996 zostaliśmy poproszeni o opracowanie wniosków wynikających z trzyletniej rozbudowy sieci komputerowej w Polsce dla potrzeb środowiska naukowego i akademickiego. Obecnie sieć ta liczy około 35 tysięcy użytkowników w 23 regionach kraju. Zebrane przy jej budowie doświadczenie daje więc podstawy do sformułowania pewnych uogólnień.*

### Streszczenie:

1. W interesie sprawnego zarządzania krajem, rozwoju gospodarki i rozwoju cywilizacyjnego Polski konieczne jest utworzenie ogólnokrajowego systemu teleinformatycznego, OST. Koncepcja niezależnych sieci oddzielnych dla różnych grup użytkowników nie sprawdziła się, jest znacznie kosztowniejsza i wbrew pozorom **trudniejsza** do zabezpieczenia. Omawiamy również zagadnienie dla kogo jest sieć i kto ją ma użytkować.
2. Zapoczątkowanie budowy takiej sieci możliwe jest od zaraz w oparciu o istniejące zasoby i zapewnienie podstawowej usługi w przeciągu **kilku miesięcy**.
3. Bazę dla ogólnokrajowego systemu teleinformatycznego powinny stanowić od zaraz łącza i urządzenia sieciowe istniejących operatorów, którzy przystąpią do wspólnego działania. (TPSA, NASK itd) Nie narusza to suwerenności poszczególnych operatorów, którzy pozostają operatorami wirtualnymi operującymi na wspólnym szkieletcie sieci.

4. Jeżeli uznamy, że budowa ogólnokrajowej sieci teleinformatycznej stanowi dla Polski właściwe rozwiązanie wówczas staje się konieczne nadanie temu przedsięwzięciu ram organizacyjnych.

Powinno się utworzyć Specjalny Program Rządowy (SPR), którego zadaniem powinna być realizacja zadania. Powinien być on prowadzony od strony technicznej przez resorty mające w zakresie swojego działania odpowiednią kadrę specjalistów i zaczątki potrzebnej infrastruktury. Decyzje strategiczne powinny być podejmowane przez zespół użytkowników. Dlatego powinien powstać Zespół Koordynacyjny możliwie dobrze reprezentujący użytkowników, który będzie nadrzędny w stosunku do wykonawców.

Specjalnego omówienia wymaga problem finansowania budowy i utrzymania sieci. Zagadnienie to rozwijamy nieco bardziej szczegółowo.

5. Bardzo istotnym problemem jest zdecydowanie kto będzie pełnił rolę Operatora Sieci. Problem wbrew pozorom jest bardzo trudny i przedstawiamy tylko uwagi na ten temat bez proponowania "najlepszego rozwiązania"

6. Obsługa informatyczna administracji zarówno na szczeblu centralnym jak i krajowym powinna możliwie szybko:

- ◆ Zapewniać możliwie niezniekształcony dwukierunkowy przepływ informacji między wszystkimi szczeblami administracji państwowej

- ◆ Umożliwić uprawnionemu użytkownikowi łatwy dostęp do informacji bez konieczności pośredniczenia osób trzecich. Użytkownik musi tylko wiedzieć czego szuka, mieć oczywiście uprawnienia dostępu, ale **nie powinno się od niego wymagać wiedzy, gdzie fizycznie znajduje się informacja**

- ◆ Umożliwić bezpośredni kontakt pomiędzy różnymi szczeblami administracji łącznie z możliwością wydawania i przyjmowania poleceń. Wiąże się to z systemem autoryzacji podpisu.

- ◆ Umożliwić pracę wszelkiego rodzaju aplikacji na szczeblu lokalnym i ogólnokrajowym. Ważne jest to w szczególności przy automatycznym uaktualnianiu baz danych oraz przy obsłudze systemów typu PESEL, POLTAX itp.

- ◆ Zapewniać ochronę przesyłanych informacji

- ◆ Być możliwa do opanowania aby nie stwarzać bariery psychologicznej (lub ją minimalizować) utrudniającej opanowanie nowego narzędzia

- ◆ Powstawać, o ile możliwości w oparciu o istniejący dorobek w tej dziedzinie. Jest bardzo demobilizujące, jeżeli wprowadzone i działające narzędzia zmienia się nowymi bez dostatecznego uzasadnienia

7. Z inicjatywy Komitetu Badań Naukowych w większych ośrodkach naukowo akademickich powstają sieci metropolitalne o dużej przepustowości. Wydaje się, że współpraca organów administracji publicznej w tworzeniu i eksploatacji tych sieci byłaby wszech miar pożądana. Współpraca z kolei z TP SA -

POLPAK mogłaby stanowić rozszerzenie tej łączności na inne ośrodki w Polsce, szczególnie, jeżeli POLPAK wprowadzi sieć internetową

8. W tym punkcie omawiamy pewne doświadczenia związane z zagadnieniem niezawodności realizacji sieci i sprawy pozyskiwania kadry. Mają one znaczenie tylko w przypadku podjęcia proponowanych rozwiązań.

### Omówienie szczegółowe

Ad1. Sieć teletransmisyjna można porównać do sieci autostrad. Jest oczywiste, że nie opłaca się budować oddzielnych dróg dla różnych kategorii użytkowników. Drogi powinny być dobrem ogólnonarodowym. Wydzielone powinny być poszczególne rodzaje transportu. Takie rozwiązanie przyjęło wiele krajów. Wśród naszych najbliższych sąsiadów politykę wspólnych sieci teletransmisyjnych prowadzą kraje skandynawskie a w szczególności Szwecja. W dziedzinie teletransmisji odpowiednikiem firm przewozowych jest Operator. Na wspólnej sieci teletransmisyjnej powinni działać wirtualni operatorzy dla wydzielonych grup użytkowników. I tak oczywiście powinien być Operator Sieci Rządowej (którym jest obecnie Ministerstwo Spraw Wewnętrznych) bowiem wymagania stawiane przesyłowi strumienia danych są dla tej kategorii użytkowników inne niż na przykład dla sfery akademickiej. Jeszcze inne wymagania stawia sieć bankowa czy sieć dla potrzeb Ministerstwa Finansów.

Podnosi się niekiedy zarzut, że wspólna sieć teleinformatyczna stwarza zagrożenia dla przesyłanej informacji zwiększając prawdopodobieństwo przejęcia jej przez niepowołane osoby. Ekspozuje się przy tym problem tak zwanych hackerów. Należy podkreślić, że ochrona informacji jest **łatwiejsza** w sieci rozległej ogólnego przeznaczenia niż przy przekazywaniu przez linie dedykowane. Jeżeli między dwoma abonentami **A** i **B** istnieje łącze dedykowane to cały strumień informacji między tymi dwoma abonentami przebiega tym właśnie łączem. Poza wyjątkowymi sytuacjami nie jest możliwe zabezpieczenie tego łącza przed niepowołanym dostępem. Nie ma więc pewności, czy na trasie jego przebiegu nie zainstalowano urządzenia do przechwytywania sygnału. Przy łączu galwanicznym można tego dokonać bez naruszania całości łącza korzystając z odbioru indukcyjnego. Znajomość odbiorcy i nadawcy przy przejętym tak ciągu sygnałów pozwala na stosunkowo łatwe rozszyfrowanie treści. W sieciach rozległych posługujących się protokołem TCP/IP informacja jest dzielona na pakiety i przesyłana wymieszana w masie informacji wysyłanych przez innych użytkowników. Poszczególne pakiety informacji mogą wędrować nawet innymi fizycznymi łączami zależnie od aktualnego obciążenia sieci. Rozszyfrowanie "podsluchanej" informacji jest nieporównanie trudniejsze. Zabezpieczenie informacji powinno się odbywać na poziomie nadawcy i odbiorcy przez stosowanie odpowiednich systemów kodowania i ochrony dostępu do maszyny. Warto tu podkreślić, że bardzo wiele kodowanych informacji przesyła się przez terytoria innych krajów na przykład w łączności z polskimi

placówkami dyplomatycznymi. Wtedy jedynym zabezpieczeniem jest właściwe kodowanie.

Istnieje dość powszechne złudzenie, że możliwe jest powielenie sieci specjalnej wydzielonej jednostki na cały kraj z jednoczesnym zachowaniem kontroli nad taką siecią. Pomijając już niewyobrażalnie wielkie nakłady na budowę takiej sieci, realność budowy i utrzymania takiej sieci jest co najmniej wątpliwa.

Po pierwsze ochrona fizyczna tak rozległej sieci jest nierealna, możliwości przechwytywania informacji przesyłanej siecią przy bardzo szybkim rozwoju techniki coraz większe. Dotyczy to również przechwytywania informacji przesyłanej światłowodami, który to proces jest już rozpoczęty.

Po drugie nie wolno polegać na bezwzględnym zaufaniu do stosunkowo licznej grupy potrzebnego personelu. Tym samym personel ochrony sieci nie może być uznany za wiarygodny bez stosowania specjalnych środków chroniących się przed tym personelem.

Po trzecie występowanie rozlicznych pośredników przy wymianie informacji wprowadza możliwość świadomej lub nieświadomej manipulacji treścią informacji poprzez chociażby nieodpowiednie skróty. Do tego pośrednicy stanowią tak samo niepewne środowisko jak i operatorzy sieci.

Najważniejszym jest jednak ogromny nakład na nieprzepustową sieć transmisji, które i tak nie może być uznana za sieć właściwie chronioną. Sieć tak daje oczywiście pracę i środki techniczne dużej liczbie osób, ale kryterium zatrudnienia nie należy do grupy kryteriów technologicznych.

**Wariantem konkurencyjnym dla sieci łączności specjalnej jest budowa sieci szerokopasmowych - autostrad informatycznych.** Problemem jest przesyłanie informacji specjalnej po tych autostradach. O ile model przesyłania w sieci specjalnej jest odpowiednikiem powiększenia na cały kraj sieci wewnętrznej, całkowicie kontrolowanej przez użytkownika, o tyle model przesyłania w sieci autostrad jest odpowiednikiem od dawna istniejącego wzoru, jakim jest przesyłanie poczty dyplomatycznej przez środowisko będące poza kontrolą użytkownika. Nie trzeba dodawać, że drugi model jest bardziej uniwersalny. Powstaje pytanie jak w sieci otwartej - autostrad - zapewnić przesyłanie informacji specjalnej. Obecna technologia bardzo ułatwia realne rozwiązanie problemu.

Po pierwsze sieć otwarta jest pewniejsza w działaniu, trudniejsza do zablokowania przez istnienie dowolnej ilości dróg obejściowych dla przesyłania informacji.

Po drugie możliwość mieszania informacji na tym samym łączu łącznie ze stosowaniem routingu dynamicznego pozwalającego na przesyłanie fragmentów informacji różnymi drogami znakomicie utrudnia przechwycenie dających się połączyć jej części.

Po trzecie obecnie powszechnie stosowane techniki dostarczania informacji wprost na biurko adresata, bez pośrednictwa osób trzecich, ograniczają zasadniczo grono wtajemniczonych eliminując jednocześnie możliwość manipulowania informacją przez personel obsługi. Zmiana informacji, selektywne jej dystrybuowanie było powodem niepowodzeń wielu decydentów.

Po czwarte wymiana informacji odbywa się przy pomocy komputerowych stacji roboczych, które naturalnie doskonale się nadają do szyfrowania informacji, weryfikacji podpisów elektronicznych itp. Wśród fachowców przeważa przekonanie, że za ochronę informacji powinien odpowiadać użytkownik końcowy, który jest naprawdę jedynie uprawniony i odpowiedzialny za jej kwalifikowanie oraz dobór narzędzi zapewniających odpowiednią poufność. Istniejące obecnie narzędzia pozwalają na ochronę informacji przy pomocy bardzo rozproszonych narzędzi, stosunkowo tanich i łatwych w instalacji (częsta wymiana) oraz jednocześnie zapewniających wiarygodność podpisu elektronicznego co w przypadku poleceń oraz sprawozdań ma szczególne znaczenie.

Zapomina się często, że dostęp elektroniczny do danych oraz możliwość ich przesyłania czynią problem ochrony informacji znacznie poważniejszym niż tylko ochrona tajemnicy państwowej czy służbowej w dokumentach generowanych przez administrację.

Najczęściej w sieci przesyłane są informacje dotyczące obywatela. Niezależnie czy są to informacje dotyczące jego osoby jak zdrowie, stan finansowy itp., czy służbowe jak wyniki jego badań, analiz, rozpatrywania wariantów decyzji muszą podlegać bezwzględnej ochronie, ponieważ tylko on zna ich wartość.

Drugą co do wielkości grupą informacji o charakterze finansowym, handlowym itp., które ze względu na niesione treści również nie mogą być udostępniane bez ochrony.

Wreszcie ostatnią, najmniej liczną grupę stanowią informacje o charakterze czysto administracyjnym, a w tym i ich część związana z kierowaniem państwem.

Powyższe stwierdzenia mają uprzytomnić skalę problemu do rozwiązania. Wydzielanie jego części poprzez stworzenie systemu specjalnego dla administracji państwowej powoduje trzy skutki:

- obsługa administracji staje się, ze względu na koszty uboga, znacznie skromniejsza niż pozostałych użytkowników sieci komputerowych.
- ochrona sieci specjalnej nie uwzględnia specyfiki sieci komputerowych i jest słaba,
- następuje rozpraszanie środków na budowę dwóch, a może większej ilości niezależnych sieci komputerowych, co wydaje się zbyt rozrzutne dla w końcu niebogatego państwa polskiego.

### **Dla kogo jest sieć- kto ma ją użytkować?**

Ogólnie proponujemy wydzielenie sieci dla administracji państwowej, kierowania państwem, nauki i innych użytkowników zbiorowych utrzymywanych bezpośrednio lub pośrednio z budżetu. W sieci teleinformatycznej użytkownikiem bezpośrednim nie jest instytucja tylko zawsze konkretna osoba. Zasadą jest, że za każde wejście do sieci, za każde konto sieciowe odpowiada konkretny człowiek identyfikowany jednoznacznie.

Możliwe są do zrealizowania różne warianty udostępniania sieci teleinformatycznej do użytkowania. Wariant pierwszy ograniczający grono użytkowników do ściśle wybranej grupy osób wtajemniczonych. Wariant drugi zapewniający powszechny dostęp do sieci dla wszystkich pracowników organizacji przyłączanych do sieci po uzyskaniu przydziału zasobów przez lokalnych administratorów sieci czy maszyn lokalnych. Wreszcie warianty pośrednie stosujące szczególne kryteria przydziału dostępu do sieci.

Uważamy za najbardziej racjonalny wariant drugi powszechnego dostępu do sieci. Za tym wariantem przemawia kilka argumentów. Po pierwsze wariant ten jest najbardziej ekonomiczny, ponieważ zapewnia najlepsze wykorzystanie zasobów sieciowych. Po drugie tylko w tym wariancie można liczyć na upowszechnienie się kultury informatycznej, bez której żadnego prawdziwego korzystania z sieci nie będzie. Po trzecie wariant ten zapewnia największy nacisk na operatorów sieci w celu usprawniania użytkowania sieci oraz dostosowania jej do rzeczywistych potrzeb użytkowników. Po czwarte wariant ten jest najbezpieczniejszy, ponieważ zakłada powszechny, w ramach wymienionych wyżej organizacji, dostęp do sieci zmuszając tym samym do stosowania właściwych systemów ochrony informacji. Ograniczone wtajemniczenie w funkcjonowanie tylko formalnie chroni informacje, ponieważ nieformalne grono wtajemniczonych z różnych względów zasadniczo jest większe od grona formalnego.

Przy założeniu powszechności dostępu niemożliwe jest stosowanie specjalnych wymogów kwalifikacyjnych, które mógłby zapewnić pośrednik w dostępie do sieci. Tym samym użytkownik sieci musi dostać narzędzia proste, przyjazne oraz umożliwiające "nawigowanie" po sieci bez konieczności specjalnego przygotowania.

W klasyfikacjach organizacji badania naukowe, podejmowanie decyzji strategicznych, kierowanie procesami społecznymi zaliczane są do najbardziej złożonych, wymagających kreatywnego myślenia. W procesach tych podejmowanie decyzji wymaga aktywnego zdobywania informacji, droga

wielokrotnych poszukiwań, przymiarek itp. Obecne narzędzia informatyczne ułatwiają ten proces do tego stopnia, że poszukiwania te może wykonywać sam zainteresowany co znakomicie usprawnia i przyspiesza sam proces podejmowania decyzji eliminując pośredników (często przy ich istotnym oporze).

Ad 2. W kraju działa kilku operatorów sieciowych posiadających kilkadziesiąt tysięcy użytkowników. Sieci różnią się szybkością przesyłania, stosowanymi protokołami. Działają i rozwijają się niezależnie chociaż niektóre z nich są połączone. Przy odpowiedniej koordynacji działań **ale nie centralizacji zarządzania**, można osiągnąć w krótkim czasie duże rezultaty.

Obecnie żaden z operatorów sieci telekomunikacyjnych sam nie dysponuje możliwościami budowy sieci ogólnokrajowej w pełnym potrzebnym zakresie.

Przed rozważeniem problemu postaramy się ustalić wymagania dla takiej sieci. Wymagania te muszą na tyle wyprzedzać obecną dla wielu użytkowników rzeczywistość, aby po pierwsze pewne środowiska jak na przykład akademickie nie czuło się cofnięte w rozwoju, po drugie, aby obserwacje wzorów zagranicznych nie powodowały frustracji użytkowników sieci. Trzeba zwrócić uwagę, że per saldo rozwiązania nowoczesne są tańsze i bardziej efektywne od tradycyjnych. Na przeszkodzie ich powszechnemu wdrożeniu stoją niedostatki wiedzy, tradycjonalizm oraz interesy grup zainteresowanych w utrzymaniu status quo.

Przy tego rodzaju założeniu podstawowym wymaganiem dla sieci zorientowanej na łączenie komputerowych sieci lokalnych. Sieci łączące terminale i komputery są i obecnie potrzebne, ale jako sieci dostępne do bardziej zaawansowanego środowiska. Po drugie sieci te muszą już dzisiaj mieć możliwość świadczenia, chociaż ograniczonych usług multimedialnych. Dla użytkownika końcowego działanie w sieci musi być prawie niezauważalne, to znaczy sieć nie może wprowadzać znaczącego opóźnienia w dostępie do informacji, nie może zmuszać do ograniczania zasięgu dostępnej informacji oraz nie może wymagać specjalnych metod czy wiedzy.

Aby tak się stało sieć musi być odpowiednio przepustowe oraz stosować odpowiednie protokoły komunikacyjne. Oznacza to, że podstawową metodą dostępu do sieci musi być przeznaczony dla łączenia sieci komputerowych protokół TCP/IP (popularnie znany INTERNETem), natomiast w sieci muszą pracować odpowiednio szybkie protokoły co praktycznie oznacza Frame Relay. Dla bardziej rozproszonych użytkowników, dochodzących do sieci po niskiej jakości łączach telefonicznych, najwłaściwszym będzie protokół X.25 dla takich linii przeznaczony, który w miarę rozwoju sieci telekomunikacji będzie odsuwany na peryferia sieci. Podobnie obecnie odpowiedni protokół zorientowany na zmiennej długości ramkę, Frame Relay, zostanie zastąpiony protokołem zorientowanym na stałej długości celki, prawdopodobnie ATM (Asynchronous Transfer Mode).

Tego rodzaju rozwiązanie może być udostępnione użytkownikom **już w ciągu paru miesięcy** pod warunkiem zgodnego działania TP SA oraz NASK. TP SA dysponuje już obecnie liniami cyfrowymi o przepustowości 140 Mbps, z których bez specjalnych nakładów można wydzielić kanały 2 Mbps. Na

kanałach tych można posadzić routery sieci pomiędzy którymi możliwa jest transmisja ramek Frame Relay. Jednocześnie routery te udostępniają użytkownikom protokoły zarówno TCP/IP jak i X.25. W szczególnie obciążonych punktach sieci konieczne jest zainstalowanie węzłów (switch) Frame Relay.

Wspólnym wysiłkiem TP SA i NASK proces uruchamiania takiej sieci trwa i w niedługim czasie na 10 relacjach w kraju będzie funkcjonować sieć o przepustowości 2 Mbps z protokołem Frame Relay oraz centralnym węzłem w Warszawie. Sieć ta jest wykorzystywana przez NASK jest w założeniu, że tylko część jej przepustowości będzie wykorzystana przez środowisko akademickie i naukowe. Już stosunkowo niewielkim nakładem, równoległe do rozwoju sieci cyfrowej TP SA taką siecią można objąć większość miast wojewódzkich. Sądymy, że przy skoordynowanym, wspólnym wysiłku zadanie nie zakłóci podstawowych obowiązków obu operatorów. Trzeba zwrócić uwagę, że dotychczasowe wyposażanie Urzędów Wojewódzkich w maszyny pracujące pod systemem UNIX, naturalnie predysponuje je jako serwery sieci lokalnych, połączonych siecią TCP/IP (INTERNET). Pracujące w sieci urządzenia komutujące posiadają bardzo silne mechanizmy pozwalające na wydzielanie wzajemnie niedostępnych grup użytkowników.

Podstawowa sieć o przepustowości 2 Mbps pozwala na dołączanie pierwszych na rynku polskim i na świecie maszyn z usługami multimedialnymi, szczególnie przydatnymi w administracji - możliwość przekazywania i zapamiętania obrazów dokumentów pism itp. Szybkie sieci przesyłowe czynią również możliwym i atrakcyjnym korzystanie z usług hipertekstu, znakomicie ułatwiającego poszukiwanie, dostęp oraz wspólne redagowanie dowolnych informacji, tekstów itp.

- Ad 3. Nie proponujemy tutaj administracyjnego centralizowania sieci. Powinno się jednak wykorzystać w maksymalnym stopniu wszystkie **już** posiadane zasoby a nie budować wszystko od początku. Uważamy, że nie stać nas na zaczynanie projektu informatyzacji Polski w standardowy sposób czyli od *rozpoznawania potrzeb, tworzenia wieloletniego planu, dzielenia zadania na fazy, budowy sieci pilotowej itp.* co jest silną pokusą przy tak wielkim zadaniu. **Na to nie ma czasu, ponadto byłby to błąd.** Życie wymusiło już wiele rozwiązań, istnieje szereg działających sieci, może niedoskonałych. Tam gdzie powstały były jednak widocznie niezbędne. Należy wykorzystać to co mamy i nas bazie tego budować dalej.

#### Ad. 4

##### **Organizacja**

Istnienie Komitetu Koordynacyjnego, który reprezentował by **interesy użytkowników a nie specjalistów** wymaga dokładniejszego uzasadnienia. Najlepsi fachowcy są zainteresowani realizacją samego zadania - taka jest ich rola. Rozwiązania techniczne mogą czasami przesłonić istotny cel czemu to ma służyć. Mając do dyspozycji wybór między "eleganckim" rozwiązaniem ale nieco dłuższym i kosztowniejszym w realizacji a rozwiązaniem szybkim ale niewątpliwie technicznie "niesympatycznym" specjalista będzie miał ogromną

pokusę przy podejmowaniu decyzji brać pod uwagę argumenty techniczne. Na tym specjalista powinien się znać. Trudno wymagać od niego aby umiał wywazyć potrzeby ekonomiczne albo nawet polityczne. Dobrym przykładem jest tu sprawa łączności Urzędów Skarbowych a ogólnie sprawa POLTAXu. Wszyscy są zgodni, że na braku tej łączności kraj ponosi duże straty. Są one nawet oszacowane. Szybkie jednak jej wprowadzenie tej łączności napotyka trudności związane z dyskusją techniczną jak to zrobić najlepiej. Konieczne jest w pewnym momencie przecięcie dyskusji i podjęcie decyzji aby to zrobić szybko. Specjaliści nie są w tym momencie najbardziej odpowiednimi ludźmi do podjęcia takiej decyzji. Poza względami merytorycznymi są oni, może nawet podświadomie, uwikłani w interesy swoich instytucji i trudno im zaakceptować rozwiązanie, które może być z pożytkiem dla kraju ale ze stratą dla macierzystego przedsiębiorstwa.

W świetle powyższego kierowanie SPRem powinno należeć do resortów posiadających infrastrukturę i specjalistów a więc na przykład do Ministerstwa Łączności, Komitetu Badań Naukowych, Ministerstwa Edukacji Narodowej lub posiadających uprawnienia operatorskie dla sieci rządowej jak Ministerstwo Spraw Wewnętrznych. W Zespole Koordynacyjnym poza przedstawicielami wymienionych resortów powinni znajdować się przedstawiciele Urzędu Rady Ministrów, Ministerstwa Finansów, Ministerstwa Spraw Wewnętrznych, Centralnej Komisji Planowania, Ministerstwa Obrony Narodowej. Zespół Koordynacyjny powinien być wyposażony w uprawnienia decyzyjne i składać się z ludzi, którzy wiedzą co jest potrzebne w pierwszej kolejności.

Jednym z najtrudniejszych zagadnień jest organizacja procesu realizacji sieci. Sam temat jest potencjalnie bardzo atrakcyjny. Po pierwsze potencjalni realizatorzy liczą na duże profity finansowe. Dotychczasowe kilkudziesięcioletnie doświadczenie wskazuje na możliwość zawłaszczenia tych środków bez konieczności wyliczenia się z ich racjonalnego zużycia. Po drugie temat jest bardzo ambitny wobec czego realizatorzy liczą na profity pośrednie wynikające ze wzmocnienia ich ważności czy pozycji zawodowej oraz pozycji przetargowej przy staraniu się o stanowiska i środki finansowe. Po trzecie racjonalna budowa sieci musi naruszyć tradycyjne układy co naturalnie musi powodować silne opory organizacji i osób zagrożonych rzeczywiście lub pozornie wprowadzanymi zmianami. Nawet tworząc i utrzymując sieć NASK ciągle spotykamy się z tego rodzaju zjawiskami.

W rzeczywistości budowa i utrzymanie sieci jest przedsięwzięciem trudnym i pracochłonnym. Planując organizację realizacji trzeba zapewnić mechanizmy maksymalnie wykluczające włączenie się w realizację organizacji i osób, które chciałyby uczestniczyć w profitach, bez konieczności poniesienia koniecznych kosztów. Dotychczasowe doświadczenia w informatyzacji administracji państwowej nie są zachęcające. Informatyzacja administracji rozpoczęta równoległe z innymi podobnymi przedsięwzięciami zasadniczo pozostała z tyłu.

Naszym zdaniem powodzenie przedsięwzięcia zapewnić może powołanie i aktywne działanie ciała bieżąco kontrolującego operatorów sieci utrzymujących i rozbudowywujących sieć. W NASK taką rolę spełniał Zespół Koordynacyjny złożony ze specjalistów różnych dziedzin nauki wykorzystujących sieci komputerowe. W zespole nie było ani jednego fachowca od budowy i utrzymania sieci. Zespół pracował ciągle, często dwa razy w tygodniu. W posiedzeniach zespołu uczestniczył zawsze odpowiedzialny za utrzymanie i



rozwój sieci dyrektor techniczny, jednak bez prawa głosu. W ten sposób był zapewniony odpowiedni przepływ informacji oraz postawienia na pierwszym miejscu wymagań użytkowych (co robić) nad wymaganiami technicznymi (jak robić). Uważamy, że istnienie tego rodzaju ciała oraz odpowiedni dobór jego członków będzie posiadał decydujące o powodzeniu przedsięwzięcia znaczenie.

Oczywiście niemożliwa jest techniczna i technologiczna kontrola funkcjonowania sieci przez użytkowników. Zresztą taka kontrola ze strony fachowców skłonna jest rozgrzeszać operatora czy wykonawcę rozumiejąc jego trudności. Natomiast użytkownik ma prawo i najlepiej kontroluje jakość pracy w sieci dokładnie zgodnie z definicją jakości - to znaczy określa stopień zaspokojenia swoich oczekiwań przez sieć. Jest to jedyna i ostateczne kryterium oceny jakości działania. Oznacza to również, że właściwym do oceny działania operatora sieci jest rzeczywisty użytkownik końcowy korzystający w sieci w swojej pracy zawodowej.

W sieciach naukowych takich użytkowników grupuje się w porozumieniach środowiskowych, które mają wazący głos opiniujący operatora dla jego zlecniodawców.

### **Koszty**

Zacniemy od inwentaryzacji kosztów utrzymania i budowy sieci teleinformatycznych. Wykorzystamy w tym celu podział sieci na trzy warstwy. Warstwę łączy fizycznych, warstwę podsieci telekomunikacyjnej, warstwę użytkową. Musimy również uwzględnić własność poszczególnych elementów sieci lub co najmniej prawo wykonywania uprawnień właściciela do elementów sieci.

Warstwa łączy fizycznych w przeważającej części jest i będzie własnością TP SA. W pewnych fragmentach można będzie korzystać z łączy innych operatorów. W tym przypadku własność pozostaje poza siecią wobec czego trzeba się liczyć z kosztami wynajmu łączy. W NASK koszty te stanowią około 65% wszystkich nakładów.

Podsieć komunikacyjna powinna być własnością operatora. Jednak podstawowe jej wyposażenie już istnieje i jest własnością NASK. Proponujemy, żeby jej rozbudowa była finansowana przez TP SA, tym samym stanie się własnością TP SA. Istnieje tu kilka rozwiązań. Po pierwsze sprzęt może być odsprzedany nowemu operatorowi, na co pewnie dotychczasowi właściciele się nie zgodzą. Po drugie sprzęt ten może być wynajęty bezterminowo i bezwarunkowo co również nie jest dla dotychczasowych właścicieli atrakcyjne. Po trzecie sprzęt ten może być wkładem do organizacji powoływanej jako przyszły operator co chyba jest najkorzystniejsze dla obecnych właścicieli. W każdym jednak przypadku należy się spodziewać oporu wynikającego z łatwych do zanalizowania przyczyn. Reasumując mamy tu do czynienia z trzema wariantami nakładów: odkupienie sprzętu, dzierżawa długoterminowa, przyjęcie wkładu. Zwracamy uwagę, że TP SA i NASK nie są jednostkami budżetowymi. W przyszłości sieć musi być odnawiana i pewnie rozbudowywana.

Niezależnie od nakładów o charakterze inwestycyjnym, związanych z rozwojem sieci, konieczne jest pokrywanie kosztów utrzymania podsieci, na

które składają się koszty utrzymania personelu (w NASK około 25% kosztów), koszty wynajmu lokali, usług, delegacji itp. (w NASK łącznie 10% kosztów). Łącznie operator podsieci telekomunikacyjnej musiałby ponosić koszty wynajmu łącz, opłacać personel oraz ponosić inne koszty wyżej niewymienione. Wskazane byłoby wpisać w jego koszty amortyzację sprzętu co pozwoliłoby uniknąć konieczności ciągłego dofinansowania inwestycyjnego - odbudowa sieci odbywałaby się ze środków uzyskiwanych w ramach odpisów amortyzacyjnych.

Trzecia warstwa użytkowa obejmuje bardzo zróżnicowane nakłady w zależności od tego kogo sieć obsługuje. W sieci naukowej i akademickiej są to nakłady wyłącznie na łączność, ponieważ obsługiwane środowiska są stosunkowo dobrze wyposażone w sprzęt lokalny oraz posiadają kwalifikacje pozwalające im na korzystanie z sieci bez specjalnego przygotowania. Do tego środowisko to tworzy stały nacisk na zwiększanie podaży usług komunikacyjnych, wobec czego problem promocji usług komunikacyjnych nie występuje - nawet odwrotnie konieczne jest wprowadzanie metod ograniczających nadmierne apetyty przekraczające możliwości finansowe.

W sieci administracji sytuacja jest odwrotna. Po pierwsze operator musi uwzględnić środki na wyposażanie użytkowników w urządzenia pozwalające na pracę w sieci, po drugie musi skierować duży wysiłek na promocję usług sieciowych w tym środowisku.

Jeszcze inny problem będzie miał operator obsługujący system typu POLTAX, celnicy itp., gdzie poważne środki muszą być skierowane na zapewnienie dostępu do odległych komunikacyjnie od sieci podstawowych punktów dostępu.

W połowie 1993 roku zapoczątkowana została przez KBN idea powołania Strategicznego Programu Rządowego, w ramach którego miałyby być połączone środki i wysiłki dotychczas rozproszone w różnych resortach, a w sumie finansowane w dużej mierze z budżetu państwa. Idea ta miała dalszą kontynuację w postaci działania zespołu powołanego zarządzeniem nr. 19/93. Uważamy te idee za słuszne, wobec czego omówimy sposoby finansowania przez SPR utrzymania i rozwoju sieci.

SPR powinien dofinansowywać inwestycje w sieć w miarę potrzeb jej rozbudowy. Pozycja ta z czasem będzie maleć i nie powinna być podstawą finansowania modernizacji sieci teleinformatycznej. Dyspozycja ta częścią nakładów powinna należeć w całości do zespołu koordynacyjnego odpowiedzialnego za sieć.

Druga pozycja SPR powinny być środki na utrzymanie podsieci komunikacyjnej. Możliwe są tu dwa warianty finansowania. W pierwszym wariantcie całość kosztów utrzymania "autostrad" wydatkowana jest centralnie i stoi do dyspozycji zespołu koordynacyjnego. W drugim stosowana jest formuła udziałowa pokrywania kosztów działania podsieci komunikacyjnej i środki na ten cel trafiają do zespołu koordynacyjnego od operatorów sieci użytkowych. Uważamy, że we wstępnej fazie działania sieci wariant pierwszy jest lepszy, po wyraźnym ukształtowaniu się operatorów sieci użytkowych lepszy będzie wariant drugi. W każdym przypadku koszt utrzymania podsieci komunikacyjnej musi uwzględniać amortyzację wyposażenia jako bazę tworzenia środków na modernizację podsieci.

Trzecia pozycja SPR powinna obejmować nakłady na działanie operatorów systemów użytkowych CUPAK, NASK, Sieć Rządowa, POLTAX (?) itp. Pozycja ta jest dyskusyjna, ponieważ równie dobrze można przyjąć, że środki dla operatorów sieci użytkowych (operatorzy wirtualni - często stosowany termin zastępczy) powinny być zapewniane poprzez budżety resortowe. Prawdopodobnie dla operatorów ukształtowanych, silnie osadzonych w środowisku jak NASK wariant resortowy jest lepszy. Dla innych czynnik syndromu wspólnego rozwiązywania problemów oraz osadzania operatora w środowisku, które ma obsłużyć, skłania do uznania formy finansowania przez SPR za lepszy. W miarę ukształtowania się operatorów sieci użytkowych oraz obejmowania zakresem ich działania coraz większej liczby dziedzic finansowanie od strony organizacji użytkowników (między innymi resortów), powinno być uznane za podstawowe. Wiąże się to z przejściem opłacania udziałów w utrzymaniu "autostrad" przez użytkowników.

Ad. 5 Zgodnie z przyjętymi dość powszechnie zasadami sieć teleinformatyczną można podzielić na warstwy. W naszym przypadku interesujący jest podział sieci na:

- ◆ warstwę fizyczną przenoszącą bity informacji,
- ◆ warstwę podsieci komunikacyjnej przenoszącą podzieloną na części informacje użytkownika od jednego do drugiego urządzenia przyłączonego do sieci oraz
- ◆ warstwę użytkową, w której przesyłane są komunikaty użytkownika składające się na interesujące go bloki informacji.

W formalnym modelu OSI warstwa fizyczna odpowiada warstwie fizycznej modelu, podsieć komunikacyjna obejmuje warstwę łącz logicznych oraz sieci, natomiast warstwa użytkowa pozostałe warstwy modelu OSI.

Operowanie warstwa fizyczna sieci może wykonywać wyłącznie podstawowy właściciel łącz fizycznych w kraju jakim jest TP SA. Tylko lokalnie sieć łącz TP SA może być uzupełniana łączami innych operatorów telekomunikacyjnych.

Operowanie podsiecią komunikacyjną nie jest już tak oczywiste. Poprzednio napisaliśmy, że podsieć ta może być szybko uruchomiona połączonym wysiłkiem TP SA i NASK. Jednak żaden z tych operatorów nie jest odpowiednim dla operowania siecią dla specyficznego rodzaju użytkownika jakim jest administracja państwową, nauka i tym podobne organizacje.

Użytkownicy tego rodzaju różnią się istotnie od normalnego komercyjnego użytkownika sieci. Po pierwsze są to z zasady użytkownicy zbiorowi. Za jednym abonentem sieci kryje się czasami i kilka tysięcy użytkowników rzeczywistych. Po drugie wymagania tych użytkowników są specyficzne, przeważnie znacznie wyższe niż użytkowników indywidualnych. Po trzecie użytkownicy tego rodzaju wymagają specyficznych systemów selektywnej ochrony informacji oraz ochrony funkcjonowania sieci w warunkach specjalnych, w których normalny użytkownik najczęściej nie działa. Już te wymienione cechy są wystarczającym powodem wyróżnienia tego rodzaju abonentów. Z tego powodu pojawiają się na świecie specjaliści operatorzy dla jednostek utrzymywanych bezpośrednio lub pośrednio z budżetu.

Wymienienie wyżej operatorzy sieci nie mogą być operatorami podsieci telekomunikacyjnej dla tego rodzaju użytkownika. NASK jest specyficznym

operatorem ukształtowanym dla potrzeb łączności w środowisku naukowym i akademickim. Utrzymywanie podsięci komunikacyjnej przez NASK wynika jedynie z powodu braku podaży takich usług odpowiedniej wydajności i opłacalnym koszcie TP SA jest organizacja zbyt duża, z działającymi organizacjami pracowniczymi, które stanowią istotne zagrożenie działania sieci w warunkach nadzwyczajnych.

Istnieje jeszcze formalny operator sieci rządowej w postaci resortu MSW jednak nie posiadający odpowiedniej bazy technicznej i kadry. Do tego zapewnienie odpowiednio kwalifikowanej, stabilnej i wystarczająco wynagradzanej kadry na warunkach wewnętrznej jednostki tego resortu wydaje się mało realne. Sądzimy, że podobnie jak to zrobiła Szwecja należałoby powołać lub wyłonić w drodze przetargu specjalnego operatora, który spełni wymagania. Po pierwsze podda się rygorom i bezpośredniemu nadzorowi MSW. Po drugie wielkością będzie odpowiadał zadaniu utrzymania i rozbudowy sieci. Po trzecie będzie jednostką gospodarczą typu non profit posiadającą elastyczność i sprawność jednostki rynkowej oraz czułość na zamówienie (bodźce finansowe) od zleceniodawcy (zleceniodawców). Po czwarte zapewni właściwe formy doboru kadry.

Według naszych doświadczeń problem doboru kadry jest tu podstawowy. W NASK cała kadra przyjmowana do pracy przechodzi odpowiednie badania psychologiczne i sprawnościowe, ponieważ przy bardzo wysokich wymaganiach, ciężkiej i dyspozycyjnej pracy musi funkcjonować specjalny rodzaj organizacji współdziałania, w którym istnienie jednostek niesprawnych, o nieodpowiednich cechach osobowościowych paraliżuje sprawne funkcjonowanie całości.

Ostania użytkowa warstwa sieci stanowi nakładkę na podsięg komunikacyjną i może i powinna być podzielona na wiele sieci tak zwanych wirtualnych. Operatorami tych sieci powinny być organizacje bezpośrednio obsługujące specyficzne grupy użytkowników jak NASK dla nauki, CUPAK dla jednostek gospodarczych, powołany na bazie BI URM operator dla administracji państwowej i kierowania państwem itp.

Zwracamy uwagę, że w stosunku do systemów tradycyjnych, gdzie warstwa użytkowa posadowiona jest wprost na warstwie fizycznej, w sieciach teleinformatycznych pojawia się novum w postaci podsięci komunikacyjnej świadczącej usługę uniwersalną dla wszystkich systemów teleinformatycznych upraszczając tym samym ich konstrukcję i działanie. Pozwala to na uzyskiwanie parametrów użytkowych niemożliwych do uzyskania przez systemy indywidualne, chociażby ze względu na koszty realizacji.

#### Ad. 6.

◆ Zniekształcenie informacji, świadome lub bezwiednie najczęściej powstaje na skutek ingerencji człowieka w procesie opracowywania, streszczenia lub kompilowania informacji. Jest rzeczą oczywistą, że informacja musi być przetworzona zanim znajdzie się u końcowego użytkownika. Należy jednak dążyć do tego aby w razie potrzeby istniała szybka droga dotarcia do informacji źródłowej. Dlatego proponujemy wykorzystanie w tej dziedzinie **hipertekstu**. Piszemy o tym dalej

♦ Jak wykazały doświadczenia środowiska naukowego możliwości oferowane przez usługi sieciowe przewyższają możliwości środowiska do ich efektywnego wykorzystania. Po prostu użytkownik nie ma czasu ani ochoty aby dowiadywać się o nowych możliwościach i uczyć się z nich korzystać. Przykładem jest tu wyszukiwanie informacji. Jeżeli szukamy czegoś to na ogół wiemy co nas interesuje. Przeważnie nie wiemy, gdzie informacja ta może się znajdować. W bibliotece istnieje system katalogów i na ogół fachowa pomoc biblioteczna. Posługiwanie się komputerowymi bazami danych wymaga znajomości języka dostępu w danej bazie. Konieczna jest również informacja, którą bazę danych należy przeszukiwać i znajomość jej adresu komputerowego. Znalezienie obu tych danych nie jest na ogół proste. Rozwiązanie tego problemu zaproponował zespół z CERNu ( European Particle Physics Laboratory) pod Genewą pod kierunkiem Tim Berners-Lee. Stworzyli oni narzędzie pod nazwą World-Wide Web czyli Światowa Pajęczyna. Program pozwala na wyszukiwanie informacji bez znajomości adresu gdzie ta informacja została zapisana. Opiera się o zasadę hipertekstu. Termin ten wprowadził Ted Nelson około 1965 roku. Przyjęta definicja hipertekstu mówi:

*Hipertekst nie musi być tekstem liniowym*

*Hipertekst jest tekstem, który zawiera "połączenia" do innych tekstów*

Definicja ta niewiele rozjaśnia i dlatego najlepiej odwołać się do przykładu :

Na monitorze komputera pojawia się pierwsza strona hipertekstu:

1  
**JBR NASK został powołany decyzją przewodniczącego KBN**

Jeżeli nie rozumiemy słów **JBR, NASK, KBN**, które są w tekście specjalnie wyróżnione ( w niniejszym przykładzie wytłuszczone) to odpowiednio je wywołujemy np przy pomocy np. myszy) Jeżeli wybierzemy **JBR** to pojawi się na ekranie monitora strona:

2  
**JBR jest skrótem od Jednostka Badawczo Rozwojowa**

Podobnie zaznaczając **NASK** przejdziemy do następnej strony:

3  
**NASK jest skrótem od Naukowa i Akademicka  
 Sieć Komputerowa**

Zaznaczenie KBN spowoduje pojawienie się strony z tekstem:

Jeżeli na stronie 3 mamy wątpliwości co to jest Sieć Komputerowa to zaznaczenie tych słów są one również wytuszczone spowoduje pojawienie się strony piątej ze stosownym objaśnieniem. Użytkownik nie wie na jakim serwerze znajdują się objaśnienia poszczególnych terminów czy omówienie interesujących zagadnień. Nie jest zmuszony do czytania wszystkich objaśnień wybiera sobie tylko to co jest mu potrzebne a może sięgać w głąb tekstu tak dalece jak dalece dokładnie tekst jest przygotowany.

Można sobie wyobrazić, że odpowiednie służby URMu przygotowują biuletyn, w którym zawarte są pełne informacje napływające z województw w postaci hipertekstu. Użytkownik porusza się po tekście wybierając te informacje, które go aktualnie interesują ale ma również dostęp do wiadomości archiwalnych. Układ takiej bazy danych musiał by być zaproponowany przez specjalistów.

Korzystając z narzędzia jakim jest WWW użytkownik miałby dostęp nie tylko do informacji na jednym serwerze na przykład w Urzędzie Rady Ministrów ale również do informacji zapisanych w innych serwerach. **Nie musiał by przy tym wiedzieć, gdzie jest interesująca go informacja.**

♦ W kwietniu br NASK wprowadza dla części swoich użytkowników system autoryzacji podpisu. Umożliwia to zdalne wydawanie poleceń. Uważamy, że system ten lub podobny po sprawdzeniu przez powołane do tego służby powinien być zainstalowany w systemie przekazu informacji dla administracji państwowej. Dla administracji szczebla lokalnego niezwykle ważny byłby dostęp do autoryzowanych tekstów ustaw i zarządzeń. Proponowany system pozwolił by przekazywać takie dokumenty z gwarancją ich autentyczności

Ad 8.

♦ Niezawodność realizacji sieci

Przez niezawodność realizacji rozumie się zaspokojenie stopnia oczekiwań na wynik podjętego przedsięwzięcia. Nie zapewnia tego wynik najlepsze nawet projektowanie oraz planowanie realizacji. Obiektywnie z powodu niemożności dokładnego przewidzenia przyszłych warunków realizacji i eksploatacji sieci. Subiektywnie, z powodu zmieniających się w miarę uruchamiania sieci oczekiwań użytkowników.

Odpowiedzialny za realizację sieci inwestor ma tu do dyspozycji dwa rodzaje środków.

Pierwszym jest metoda projektowania oparta na prognozowaniu, najczęściej metodą ocen ekspertów, przyszłych wymagań użytkowych oraz dostępnych w przyszłości technologii. Metoda ta ma zasadniczą przewagę nad inwentaryzacją potrzeb użytkowników, których wyobraźnia jest ograniczona aktualnym stanem wiedzy na temat możliwości sieci teleinformatycznych oraz którzy są skłonni przejmować rolę projektantów dokonując cięć w rozwiązaniach stosownie do własnej oceny stojących do dyspozycji środków. Nie

uwzględniają oni z zasady efektów syndromu jednoczesnego rozwiązywania wielu problemów.

Drugim jest stosowanie równoległego wdrażania systemu z jego projektowaniem i budową. Postępowanie takie jest wymogiem dla stworzenia każdego wielkiego systemu, który musi adaptować się w czasie działania do zmieniających się potrzeb. Znakomicie temu celowi może służyć strategia polegająca na możliwie wczesnym wdrażaniu prostych funkcji systemu. Przez mechanizm oceny systemu przez użytkowników oraz radę koordynacyjną można wymusić konieczne korekty. Warunkiem jest oczywiście utrzymanie prymatu użytkownika nad zawodowymi realizatorami.

♦ Metody pozyskiwania i utrzymania kadry dla rozwoju i utrzymania systemu

Zdobycie i utrzymanie kadry dla rozwoju i utrzymania sieci teleinformatycznej jest podstawowym warunkiem uzyskania zadawalających wyników. W dziedzinie tak nowej i rozwojowej nie można liczyć na uzyskanie kadr z rynku pracy, ponieważ ich tam nie ma. Do tego praca wymagająca zdolności, pracowitości oraz dyspozycyjności nie jest atrakcyjna dla obecnych pracobiorców. Do wyjątków należą przypadki naboru kadry z rynku pracy. Podstawowym źródłem kadr dla NASK są studenci ostatniego roku lub bezpośredni absolwenci, najczęściej wydziałów elektroniki wyższych uczelni technicznych. Pracownicy ci przechodzą intensywne szkolenie przywarsztatowe, w wyniku którego po roku lub dwóch stają się pełnoprawnymi operatorami sieci. Szczególnie dobre wyniki daje tu mieszanek młodości i doświadczenia.

Szczególnie wysokie wymagania osobowościowe (zdolności, odporność na zmęczenie, stres, zrównoważenie emocjonalne itp.) powodują, że wszyscy kandydaci do pracy w NASK, niezależnie od formalnych kwalifikacji lub dobrych referencji ze studiów czy pracy, przechodzą specjalizowane badania psychologiczne.

Oczywistym jest, że pracownicy szczególnie uzdolnieni, zdolni do ciężkiej i dyspozycyjnej pracy są szczególnie poszukiwani na rynku pracy, zwłaszcza po przeszkoleniu przywarsztatowym. Pracodawca musi uwzględnić wymogi rynku pracy i zapewnić swojej kadrze odpowiednie warunki pracy i płacy. Na obniżenie wymaganej płacy ma duża atrakcyjność pracy w obsłudze dobrze funkcjonujących sieci. Dla młodych ludzi jest to doskonale przygotowanie zawodowe. Oczywiście w miarę upływu lat i zdobywania wysokich kwalifikacji musi to znaleźć odbicie w wysokości płac.

Obsługa nowoczesnej sieci komputerowej nie wymaga czynności klasycznego operatora maszyny obliczeniowej. Sieć jest w bardzo wysokim stopniu samosterowalna oraz odporna na błędy wynikające z użytkowania, zakłóceń na liniach itp. Tylko w zupełnie wyjątkowych przypadkach potrzebne są interwencje obsługi. Podobnie urządzenia sieciowe psują się bardzo rzadko, do tego stopnia, że nie opłaca się utrzymywanie własnych służb konserwatorskich i naprawczych. W razie awarii następuje naprawa bloku, który w razie opłacalności naprawy odsyłany jest do producenta do regeneracji.

W tej sytuacji głównym zajęciem operatorów sieci jest dołączanie użytkowników, rozbudowa infrastruktury technicznej, ochrona sieci przez nieupowaznionym dostępem oraz w końcu reagowanie na sytuacje wyjątkowe. Tak wielka zmienność pracy oraz potrzeba wysokich umiejętności zachowania

w sytuacjach nie rutynowych wymagają specyficznej organizacji pracy zwanej "pracą w zespole rodzinnym". Praca taka polega na wysokiej lojalności wzajemnej, wysokiej wymienności w zakresie wykonywanych prac oraz wielkiej elastyczności całej organizacji. Praca taka jest możliwa tylko w zespołach o ograniczonej liczebności (do około 100 osób).

