



# Old Man GURU Magazine

*Wychodzi bardzo nieregularnie, kiedy wydaje mi się,  
że mam coś ciekawego lub pożytecznego do napisania...*

**Numer 9/2010**

**20 sierpień 2010 r.**

## Telepraca - ale jak?

W Polsce oficjalnie dopuszczone jest zatrudnianie pracowników w systemie telepracy. Telepracownik nie posiada stanowiska pracy w lokalu firmy - po prostu pracuje w domu korzystając z komunikacji elektronicznej, której koszty pokrywa Pracodawca. Jest to bardzo korzystna forma zarówno dla Pracodawcy, jak i Pracobiorky. Obie strony zyskują poważne oszczędności:

- Pracodawca nie musi wynajmować i urządzać odpowiedniej powierzchni biurowej,
- Pracobiorka nie jest narażony na długi dojazd do miejsca pracy oraz koszty z tym związane,
- Bardzo łatwo można wprowadzić system zadaniowy oraz elastyczny czas pracy itp.

W niektórych branżach w krajach wysokorozwiniętych telepraca jest bardzo rozpowszechniona. Przewodzi tu oczywiście przemysł informatyczny, ponieważ tworzenie oprogramowania może być realizowane praktycznie w dowolnym miejscu i czasie, ale coraz częściej telepraca wkracza także w inne dziedziny. Telepraca to również ogromna szansa na aktywizację zawodową kobiet opiekujących się małymi dziećmi oraz osób starszych, które nie decydują się na uciążliwe i często dalekie dojazdy.

W Polsce telepraca nie jest jeszcze zbyt popularna. Oczywiście nie małą rolę odgrywa tu przyzwyczajenie do tradycji, jednak nie tylko to jest powodem stosunkowo nieznacznej liczby "telezatrudnionych". Główną rolę odgrywają inne bariery:

Przepisy stanowią, że wszelkie koszty związane z instalacją urządzeń technicznych niezbędnych do wykonywania telepracy ponosi Pracodawca. Musi więc on opłacić zarówno łącze telekomunikacyjne jak i przekazać końcówkę komputerową pracobiorky. Oczywiście Pracodawca ponosi także koszty instalacji komunikacyjnej w swojej siedzibie. Pracodawcy najczęściej uważają, że koszty z tym związane są znaczne.

Tymczasem jest to opinia całkowicie nieprawdziwa. Koszt kompletnej końcówki umożliwiającej efektywną telepracę to około 1200 zł netto (wraz z monitorem LCD) i jest to wydatek jednorazowy. Łącze internetowe będzie nas kosztować przy prędkości 2 Mbps około 100 zł miesięcznie. Koszty wynajmu powierzchni biurowej to dziś ok. 40 zł/m<sup>2</sup> miesięcznie, a więc koszt powierzchni niezbędnej dla jednego pracownika kilkakrotnie przekracza koszt dzierżawy łącza, zaś stanowisko pracy w siedzibie firmy musimy oczywiście także wyposażyć.

Obsługa telepracowników będzie wymagać instalacji dodatkowego serwera. Jest on niezbędny w celu zapewnienia bezpiecznej obsługi końcówek. Koszt takiego serwera wraz z oprogramowaniem nie powinien przekroczyć 5000 zł, czyli 1000 zł netto na jedno stanowisko telepracy przy wykorzystywaniu 5 takich stanowisk.

Zatrudniając pracownika w systemie telepracy uzyskujemy więc natychmiast konkretne oszczędności.

Drugim powodem niechęci Pracodawców do systemu telepracy jest pozorna utrata bezpośredniej kontroli nad pracownikiem. Przy właściwej konfiguracji systemu twierdzenie to nie musi być prawdą. Jeśli telepracownik dysponuje jedynie końcówką systemu zainstalowanego w siedzibie firmy, to wszystkie rezultaty jego pracy są natychmiast widoczne i mogą podlegać pełnej kontroli.

Jest to również istotne z punktu widzenia zarządzania bezpieczeństwem informacji w firmie, ponieważ transfer informacji na komputery telepracowników jest najczęściej zbyt ryzykowny. Aktywa informacyjne firmy powinny stale pozostawać pod jej wyłączną kontrolą, a więc transfer plików na komputery telepracowników nie jest w stanie zapewnić odpowiedniego poziomu bezpieczeństwa tych aktywów.

Rozwiązaniem jest umieszczenie w siedzibie firmy odpowiedniego serwera przeznaczonego do obsługi systemu telepracy i wyposażenie telepracowników w terminale. W znakomitej większości przypadków wydajność łączy oferowanych przez operatorów telekomunikacyjnych jest wystarczająca do sprawnego funkcjonowania takiego systemu.

Wykorzystanie systemu terminalowego dla potrzeb telepracy ma szereg zalet:

1. Wszelkie piki, dokumenty, poczty elektroniczne itp. są przechowywane na sprzęcie komputerowym pozostającym w siedzibie i pod kontrolą firmy. Jest to bardzo istotne, ponieważ zainstalowane u telepracowników końcówki nie mogą być objęte skutecznym systemem zabezpieczeń i można się liczyć nawet z ich kradzieżą. Nie powinny więc zawierać żadnych danych, bo mogą one bardzo łatwo ulec upublicznieniu.
2. Telepracownicy nie mają żadnej możliwości wykorzystywania powierzonych im końcówek do celów pozasłużbowych. Wszelkie programy użytkowe są bowiem wykonywane na serwerze telepracy zainstalowanym w firmie.
3. Aktywność telepracownika może być łatwo monitorowana przez serwer telepracy (nawet w trybie automatycznym). Dzięki temu w łatwy sposób można sprawdzać na bieżąco rzeczywistą wydajność telepracownika.
4. System telepracy oparty o terminale może być wyposażony w zaawansowane mechanizmy uwierzytelnienia - zarówno samej końcówki (np. poprzez jej certyfikat cyfrowy), jak i użytkownika (karta chipowa - a nawet biometria). Dzięki tym mechanizmom uzyskujemy pewność, że z serwerem telepracy połączyła się uprawniona końcówka (inne próby połączeń będą automatycznie odrzucane) oraz, że to stanowisko wykorzystuje uprawniona osoba,

5. Połączenia końcówki telepracownika z serwerem telepracy są szyfrowane, co w praktyce uniemożliwia jakiegokolwiek podsłuch transmisji.
6. Wyposażenie końcówki w oprogramowanie VoIP oraz słuchawki z mikrofonem zapewnia połączenie głosowe z siedzibą firmy bez żadnych dodatkowych opłat za usługi telekomunikacyjne.

Wprowadzenie serwera telepracy w strukturę teleinformatyczną firmy jest bardzo proste i nie wymaga jej przebudowy. Należy przyjąć zasadę, że kontakt końcówek z systemem firmy następuje wyłącznie za pośrednictwem serwera telepracy. Nie musimy więc otwierać żadnych połączeń zewnętrznych, które mogłyby zagrozić bezpieczeństwu informacji. Wszelkie akcje wykonywane przez telepracowników są realizowane za pośrednictwem serwera telepracy - mogą być więc w należyty sposób monitorowane i w razie potrzeby filtrowane (ograniczone). O tym, jaki dostęp uzyskają telepracownicy do zasobów informatycznych firmy decyduje administrator systemu.

Administrator systemu posiada także pełną kontrolę nad konfiguracją końcówek telepracowników, decyduje on tym, jakie programy mogą oni wykorzystywać (mogą być one przydzielane nawet indywidualnie). System pozwala także na zmianę konfiguracji końcówki, która aktualnie nie jest włączona. Administrator po prostu dokonuje zmiany na serwerze - i końcówka pobierze automatycznie nową konfigurację w momencie włączenia zasilania.

## Realizacja praktyczna

System zrealizowano w oparciu o terminale ABA-X3 wyposażone w klienta protokołu NX firmy NoMachine. NX wykorzystuje uwierzytelnienie oraz szyfrowanie protokołu SSH oraz kompresję przesyłanych danych. Z punktu widzenia użytkownika nie różni się on w użyciu od X Window.

Terminale ABA-X3 zostały zmodyfikowane a taki sposób, że klient NX jest uruchamiany automatycznie po starcie terminala w trybie pełnoekranowym. Plik konfiguracyjny klienta programowego jest zabezpieczony w taki sposób, że użytkownik terminala, którym jest telepracownik nie ma możliwości dokonywania w nim zmian - może je wprowadzać jedynie administrator systemu telepracy. Dzięki takiemu rozwiązaniu końcówka telepracownika może się łączyć jedynie z przypisanym jej serwerem telepracy.

Jeśli wymagamy podwyższonego poziomu bezpieczeństwa końcówki mogą być uwierzytelniane przez serwer - jak już wspomniano powyżej nawet z wykorzystaniem certyfikatów cyfrowych.

## O "nowych, rewelacyjnych" rozwiązaniach terminali

Wzrost mocy obliczeniowej komputerów (również serwerów), spadek cen pamięci RAM, ciągle zwiększanie pojemności twardych dysków powodują, że wykorzystywanie komputera przez jedną osobę staje się ekonomicznie nieuzasadnione. Oczywiście uwaga ta nie dotyczy wszystkich zastosowań (np. gier komputerowych). W zastosowaniach profesjonalnych mamy jednak coraz częściej do czynienia z wirtualizacją (zarówno serwerów, jak i desktopów) oraz środowiskiem wielodostępu, które zdobyło już znaczącą popularność także w systemach serwerowych rodziny MS WINDOWS.

System LINUX, który niepodzielnie króluje na najszybszych komputerach Świata (ostatnia lista [www.top500.org](http://www.top500.org) wykazała ponad 90% udziału Linuksa, a tylko 1% systemów MS Windows) jest z samej swej zasady systemem umożliwiającym pracę wielozadaniową oraz wielodostępną i zdobywa coraz więcej klientów wykorzystujących komputery o średniej mocy.

Wielodostęp ma szereg zalet, które ujawniają się w pełni w profesjonalnych instalacjach - jedną z nich jest znacznie wyższy poziom "naturalnego" bezpieczeństwa, ponieważ końcówki systemu (terminale) nie gromadzą żadnych danych oraz posiadają (o ile w ogóle!) bardzo małe możliwości wykonywania lokalnie jakichkolwiek programów - ochrona systemu może być ograniczona w dużym stopniu jedynie do komputera centralnego lub farmy serwerów, którą łatwo (w przeciwieństwie do wielu biurkowych i przenośnych komputerów PC) zabezpieczyć fizycznie.

Oczywiście współczesne końcówki to nie są już siermiężne terminale znakowe podłączane do portów szeregowych - lecz w pełni graficzne i najczęściej wielosesyjne i wieloprotokołowe terminale sieciowe (zwane także cienkimi klientami). Sprzedaż takich urządzeń stale rośnie - nic więc dziwnego, że wielu producentów stara się uszczknąć jak największy kawałek tego tortu.

Pojawiają się więc coraz to "nowe", "rewelacyjne" rozwiązania sprzętowe, które rzekomo przewyższają wszystkie dotychczasowe technologie.

Osoby, które nie miały dotychczas bliższego kontaktu mogą uwierzyć bezkrytycznie w głośno reklamowane zalety oraz w innowacyjność rozwiązania, ponieważ nie wiedzą, że podobne urządzenia sprzętowe umożliwiające w pełni graficzny wielodostęp do jednego komputera są znane już od lat 1990 - a więc rzekoma "nowość" liczy już ponad 20 lat!

Wystarczy zaglądnąć do nieocenionej Wikipedii (ale wersji anglojęzycznej) i pod adresem [http://en.wikipedia.org/wiki/SunRiver\\_Data\\_Systems](http://en.wikipedia.org/wiki/SunRiver_Data_Systems) znajdziemy opis takiego rozwiązania. Podobne urządzenia dostarczała firma MaxSpeed pod nazwą MaxStation oraz kilka innych - lecz spotkał je wszystkie ten sam los - ogłoszenia w sieci:

*"I have about eight Maxspeed Maxstation  
GWX-210 available for the cost of shipping."*

W mojej firmie pozostało jeszcze kilka terminali SunRiver / Boundless oraz specjalny interfejs (karta wielodostępu) do ich obsługi zamontowana w komputerze pracującym pod kontrolą systemu SCO OpenServer 5... Niestety, nie można jej użyć w żadnym innym systemie operacyjnym - chyba, że ktoś podejmie się napisać odpowiednie sterowniki.

Terminali SunRiver (nie mylić z SunRay!) używaliśmy także w naszym biurze. Urządzenia zwane w USA z powodu kształtu swej płaskiej obudowy "Pizza Box" sprawowały się znakomicie! Praca na nich niczym nie różniła się od pracy na konsoli systemowej - sterownik po prostu tworzył dodatkowe pliki w katalogu /dev - każdy terminal mógł mieć nawet 12 nowych konsoli systemowych. Dość zabawna była obsługa myszek - system SCO raportował, że posiada 9 myszy (jedna dla konsoli głównej, 8 dla terminali) i oczywiście 9 fizycznych konsoli graficznych! Porty drukarek i RS232 były obsługiwane także poprzez odpowiednie pliki w katalogu /dev.

Prościej i wygodniej się już chyba nie da! Można było nawet ładować pamięci grafiki tych terminali polskimi znakami w dowolnym kodowaniu korzystając ze standardowych narzędzi systemu SCO, można było korzystać z MS Windows początkowo 3.0, bo tylko takie były, a potem 95 (oprogramowanie MERGE).

Niestety - dziś terminale SunRiver pokrywają się kurzem w magazynku, choć ostatnie ich wersje korzystały ze standardowego okablowania Ethernet, a nawet z okablowania światłowodowego. Na techniczną śmierć tych rozwiązań złożyły się trzy powody:

- Wykorzystywanie nietypowego sprzętu (hardware),
- Konieczność instalacji dodatkowego oprogramowania (device drivers),
- Stosowanie niestandardowych protokołów komunikacyjnych.

Cóż nam z niewątpliwych zalet rozwiązania jeśli nie można z niego korzystać?

Jest to świetny przykład niebezpieczeństwa, na jakie się narażamy decydując się na korzystanie z rozwiązań zamkniętych. A popularność terminali SunRiver zwłaszcza w USA była znaczna - przede wszystkim w szpitalach, sklepach, szkołach itp.

Obecnie na rynku agresywnie promowane jest kilka podobnych rozwiązań. Ich dostawcy oczywiście podkreślają ich zalety - lecz dyskretnie przemilczają fakt, że są one oparte o nietypowy sprzęt (w tym także specjalizowane układy scalone) i oprogramowanie. Rozwiązania tego typu są rozwiązaniami niszowymi i jako takie najczęściej charakteryzuje je efemeryczny charakter - zdobywają pewien poziom popularności (zwłaszcza wśród entuzjastów nowych rozwiązań zwanych Early Adopters) lecz równie szybko znikają. Terminale SunRiver przetrwały jedynie około 8 lat (wliczając w to urządzenia dostarczane pod marką Boundless).

Przeciwieństwem rozwiązań zamkniętych są oczywiście rozwiązania otwarte. Z zasady korzystają one z typowego, masowo produkowanego sprzętu. O ile jednak elektronika osiągnęła już wysoki poziom niezawodności (terminale nie zawierają zazwyczaj żadnych części ruchomych - wentylatorów, twardych dysków itp.) to środowisko systemowe, w którym pracują zmienia się dość często. Stosowanie standardowych protokołów komunikacyjnych (np. TCP/IP) jest dość skutecznym zabezpieczeniem przez przykrymi niespodziankami - np. braku sterowników do nowych wersji systemów, z którym spotkaliśmy się w przypadku terminali SunRiver. Trudno bowiem sobie wyobrazić, aby współczesny system operacyjny serwera (hosta) nie był wyposażony w obsługę TCP/IP.

Protokoły terminalowe - RDP, ICA, NX itp. znajdują się obecnie w stadium intensywnego rozwoju - dlatego bardzo ważną właściwością terminala jest możliwość uaktualniania ich wersji (Design for Change). Jeśli zdecydujemy się na rozwiązanie zamknięte - czeka nas zapewne wymiana całego *firmware*. Nie jest to zbyt skomplikowany proces - ale możemy dokonać takiej wymiany dopiero wówczas, kiedy dostawca rozwiązania zamkniętego nam to zaproponuje. I to jest najpoważniejszym problemem - wielokrotnie zwracaliśmy się z prośbą o nowe sterowniki lub o profesjonalną dokumentację techniczną do terminali SunRiver i niestety, nie otrzymaliśmy ani jednego - ani drugiego. Nie mogliśmy więc nie znając specyfikacji sprzętu nawet próbować napisać własnych driverów - a oryginały były oczywiście dostarczone bez kodu źródłowego.

Jeśli więc dostawca zdecyduje się zrezygnować z kontynuowania produkcji swego rozwiązania - a będziemy chcieli korzystać z nowych wersji systemów operacyjnych, przeglądarki czy też JRE to zostaniemy pozostawieni sami sobie. Powoduje to blokadę (czasową lub trwałą) ewolucji naszego systemu.

Skutecznym remedium jest wybór rozwiązania otwartego. Przede wszystkim powinniśmy mieć prawo do modyfikacji oprogramowania. Kiedyś była to "oczywista oczywistość" - także dla profesjonalnych programów komercyjnych:

```
#      Copyright (C) 1988-1996 The Santa Cruz Operation, Inc.
#          All Rights Reserved.
#      The information in this file is provided for the exclusive use of
#      the licensees of The Santa Cruz Operation, Inc.  Such users have the
#      right to use, modify, and incorporate this code into other products
#      for purposes authorized by the license agreement provided they include
#      this notice and the associated copyright notice with any such product.
#      The information in this file is provided "AS IS" without warranty.
#
#      Copyright (c) 1984, 1986, 1987, 1988 AT&T
#          All Rights Reserved
```

Chciałoby się powiedzieć - "ech, łza się w oku kręci"... Ale to właśnie prawo do modyfikacji oprogramowania w rozwiązaniach profesjonalnych jest bardzo ważne - osobiście uważam je nawet za ważniejsze od dostępu do całego kodu źródłowego ponieważ pozwala ono na wprowadzanie nowych modułów, edycję skryptów i plików konfiguracyjnych.

Standaryzacja oraz otwartość rozwiązania to najlepsza gwarancja jego długiej eksploatacji. Moje osobiste doświadczenia (nie tylko z terminalami SunRiver) wskazują, że decydując się na niestandardowe rozwiązania zamknięte zawsze wpadniemy (prędzej czy później) w pułapkę uzależnienia od dostawcy (Vendor Lock-In) i to niezależnie od pozycji rynkowej, jaką dostawcy udało się osiągnąć. Na przykład wielu plików, które napisałem pod MS Word 1.1a oraz 2.0 nie daje się otwierać w standardowy sposób w nowych wersjach tego programu. A wszystkie mają oczywiście rozszerzenie .doc. Przekonałem się o tym przypadkiem - udało mi się znaleźć odpowiednie narzędzie (nieodpłatne!), bo konwersji z wersji 1.1a do wersji 7 nie oferuje nawet Microsoft. Pracowicie przekonwertowałem stare pliki - zajęło mi to dwa weekendy. Widać nie przewiduje się, że ktoś uprze się, aby otworzyć plik z tekstem napisanym 6-7 lat temu!

## **Czy zamknięte rozwiązania terminalowe są tak oszczędne, jak to deklarują dostawcy?**

Najprostszy, zamknięty terminal (niezarządzalny, bez portów MIC, USB oraz bardzo ograniczoną głębokością koloru) będzie nas kosztować ok. 150 USD. Bogatsza, zarządzalna wersja z 24 bitowym kolorem i dwoma portami USB 2.0 to już około 220 USD - czyli po kursie 3,2 PLN/USD nieco powyżej 700 PLN netto (ceny Electronica Direct).

Standardowy terminal przeznaczony do ładowania oprogramowania z sieci z procesorem VIA 1 GHz, 512 MB RAM i pełnym zestawem portów będzie nas kosztował nieco poniżej 600 PLN netto, zaś w pełni zdalnie zarządzany terminal z oprogramowaniem na wewnętrznej pamięci FLASH 512 MB z bogatym zestawem protokołów oraz lokalną, w pełni funkcjonalną przeglądarką WWW około 720 PLN netto (z opłaconym wsparciem technicznym przy konfiguracji systemu).

Tak więc i ekonomia rozwiązania okazuje się mitem - jeśli w dodatku weźmiemy pod uwagę, że otrzymujemy rozwiązanie w pełni otwarte i standardowe, z możliwością modyfikacji oprogramowania, wprowadzania uaktualnień i nowych funkcji okaże się, że rozwiązanie zamknięte zapewnia znacznie niższy stosunek oferowanej funkcjonalności do ceny.

Drożej będą nas kosztować rozwiązania oparte o technologię PCoIP. Cena karty Teradici Host to na rynku USA 399 USD (czyli ok. 1280 PLN), ale tyle samo (1280 PLN) zapłacimy za jednostkę użytkownika. W Polsce jednostki tego typu użytkownika są oferowane w cenie rzędu 2000 zł. Z punktu widzenia systemu jest to jakby karta graficzna z obsługą DVI oferująca bardzo dobre parametry grafiki. Rozwiązanie tego typu wydaje się być bardzo atrakcyjne przede wszystkim dla graczy, którzy pragną wspólnie korzystać z jednego komputera PC.

Samsung oferuje monitory z bezpośrednim wsparciem PCoIP w cenie rzędu 460 USD (19", rynek USA), co może być dość atrakcyjną alternatywą, jednak musimy brać pod uwagę, że pomimo deklaracji o niezależności od systemu operacyjnego jest to całkowicie zamknięte rozwiązanie sprzętowe.

## **Czy można skutecznie uniknąć uzależnienia od dostawcy przy wdrażaniu rozwiązania wielodostępnego?**

Odpowiedź brzmi tak, ale pod warunkiem, że wybierzemy rozwiązanie, które charakteryzuje otwartość i możliwość wprowadzania zmian (warunek "Design for Change"). W grę wchodzi więc w zasadzie jedynie dwa rozwiązania - oparte o systemy MS Windows lub Linux. Większość współczesnych platform sprzętowych, które są wykorzystywane do produkcji terminali charakteryzuje się znaczną wydajnością pomimo stosowania pasywnych systemów chłodzenia. Posiadają one procesory taktowane zegarami o częstotliwości powyżej 1 GHz, łącznie z rozwiązaniami dwurdzeniowymi, nowoczesne, szybkie pamięci RAM o znacznej pojemności - a nawet w wielu przypadkach interfejsy sieci gigabit ethernet (choć ich przydatność w terminalu jest co najmniej dyskusyjna). Ogromny spadek cen pamięci Flash (spowodowany głównie rozwojem fotografii

cyfrowej) umożliwia wyposażanie terminali w pamięci Flash o pojemności rzędu kilku, a nawet kilkunastu gigabajtów, co całkowicie wystarcza do instalacji pełnego systemu operacyjnego MS Windows lub Linux.

Oczywiście, w terminalu nie potrzebujemy wszystkich funkcji tych systemów, ale przecież znacznie prościej ograniczać funkcjonalność niż poszukiwać rozwiązań jej zwiększenia w przypadku systemu zamkniętego.

### **Terminal z systemem MS Windows CE (obecnie MS Windows Embedded Compact Edition):**

Rozwiązania tego typu powoli tracą popularność - głównie z powodu znacznego spadku cen pamięci Flash. Największą zaletą tego systemu są bowiem niskie wymagania sprzętowe, a jak już wykazałem powyżej nie ma to obecnie zbyt wielkiego znaczenia.

Wprowadzanie nowych funkcji do terminala wykorzystującego MS Windows CE (w wersji embedded) jest najczęściej możliwe jedynie przez partnera OEM firmy Microsoft, a dostępność oprogramowania dodatkowego bardzo ograniczona. Warto także pamiętać, że terminal zakupujemy od Partnera OEM, co zwalnia firmę Microsoft od świadczenia wsparcia technicznego dla oprogramowania, dostawy uaktualnień itp. Za świadczenie tych usług odpowiedzialny jest Partner OEM, czyli w praktyce producent terminala. Prawdopodobieństwo uzależnienia od dostawcy jest więc bardzo znaczne.

### **Terminale z "pełnym" systemem MS Windows:**

Współczesne platformy terminalowe mogą bez większych problemów spełnić wymagania sprzętowe nawet systemu MS Windows 7, nie wspominając już o systemie MS Windows XP. W zasadzie pozostaje nam więc wybór pomiędzy wersją pełną tych systemów i wersją Embedded. Obecnie jest to fragment tzw. MS Windows Embedded Enterprise Family, w ramach której mamy do wyboru Standard Edition (następca MS Windows XP Embedded) oraz Enterprise Edition (odpowiednik MS Windows 7). W tym drugim przypadku konieczne będzie użycie dysku SSD (min. 16 GB).

Co ciekawe, wymagania sprzętowe obu wersji systemów nie różnią się od wymagań dla ich pełnych odpowiedników - różni się natomiast sposób dystrybucji. Otóż systemy Embedded są przygotowywane i wspierane przez Partnerów OEM - a więc to oni dokonując assemblacji systemu decydują o jego ostatecznym kształcie i funkcjonalności. Jeśli podczas budowy ostatecznej wersji systemu nie zostanie wprowadzony określony moduł, to późniejsze jego dodanie będzie wymagało ponownego utworzenia obrazu systemu embedded, co wymaga dostępu do odpowiednich narzędzi oraz bazy modułów (dostarczanej przez firmę Microsoft swym Partnerom OEM).

Biorąc to pod uwagę warto się zastanowić, czy nie korzystniej będzie wybrać zakup pełnej wersji systemu (ew. preinstalowanego), ponieważ będziemy wówczas dysponować standardowym systemem, którego funkcjonalność dla użytkownika możemy ograniczyć we własnym zakresie - ew. zlecić wykonanie takiej usługi stosowanie do naszych wymagań. Zachowamy za to pełną swobodę w konfigurowaniu oraz instalacji dodatkowego oprogramowania, a różnice w cenie systemu są bardzo niewielkie.

## **Terminale "z Linuksem":**

Na początku należy stwierdzić, że terminale wykorzystujące system Linux mogą bez żadnych problemów współpracować z serwerami usług terminalowych systemów MS Windows obsługując efektywnie usługi protokołu RDP (oraz ICA) wraz z obsługą urządzeń peryferyjnych (drukarki, pamięci USB, karty chipowe itp.). Nie należy się więc obawiać, że funkcjonalność takich terminali będzie ograniczona do pracy w środowisku Linuksa.

## **Mozemy wybierać pomiędzy wieloma rozwiązaniami:**

### **Terminale ładujące system z serwera sieciowego:**

W takim przypadku terminale nie muszą być wyposażone w lokalną pamięć Flash, ponieważ wykorzystują środowisko PXE (Preboot eXecution Environment). Wymaga to oczywiście wcześniejszego przygotowania obrazu systemu dla terminala (terminali) i udostępnienia go na serwerze. Można to zrobić za pomocą wolnego oprogramowania (projekty LTSP, ThinStation, Kiwi itp.) lub oprogramowania komercyjnego - np. 2X ThinClientServer.

Pomimo, że przygotowane obrazy są raczej niewielkie zastosowanie takiego rozwiązania (znanego jako NetBoot) ogranicza się raczej do sieci lokalnej i niewielkiej (np. 20 szt.) liczby terminali. Jest ono np. powszechnie stosowane w pracowniach szkolnych.

Największe zalety:

*Całość zarządzania terminalami może być realizowana na jednym serwerze. Można np. przygotować wiele różnych zestawów obrazów i ładować je w miarę potrzeb (np. inny system na lekcje fizyki, a inny na biologię lub język polski).*

*Niska cena zakupu ze względu na brak pamięci Flash.*

Największa wada:

*Możliwe problemy w diagnostyce systemu.*

Wdrażając takie rozwiązanie należy zwrócić uwagę na możliwość dokonywania zmian w obrazach systemu terminalowego, wprowadzania do nich nowych programów i uaktualnień, definiowania grup terminali itp.

### **Terminale z systemem zainstalowanym w lokalnej pamięci FLash:**

Jest to najpopularniejsze rozwiązanie, wykorzystujące ograniczony system operacyjny rezydujący lokalnie na terminalu. Jest ono praktycznie identyczne z typowymi rozwiązaniami terminali korzystających z lokalnego systemu klasy MS Windows Embedded. Po załadowaniu systemu (najczęściej do RAM dysku) terminal funkcjonuje identycznie jak wersja NetBoot, dlatego też można użyć tych samych narzędzi do przygotowywania obrazów systemu dla wersji SelfBoot i NetBoot.

Podstawową różnicą pomiędzy wersją Net i SelfBoot jest więc fakt, że obraz systemu znajduje się w terminalu - a nie jest dostępny na serwerze. Chcąc więc zmienić konfigurację terminala musimy więc uzyskać do niego dostęp i w wielu przypadkach po wprowadzeniu zmian dokonać zdalnie restartu oprogramowania. Jeśli chcemy (a na ogół chcemy!) administrować terminalami zdalnie musimy rozwiązać jakoś ten problem. Wielu dostawców terminali dostarcza w tym celu specjalizowane (i oczywiście zamknięte) programy w o nazwach typu "Terminal Manager".

W terminalach III generacji ABA-X3 problem ten rozwiązano inaczej:

- każdy terminal może w dowolnym momencie (także podczas startu) pobrać pliki konfiguracyjne i skrypty startowe z serwera. Ponieważ pliki te są zazwyczaj niewielkie, możliwe jest ich pobieranie także poprzez sieci rozległe. Podczas startu terminal sprawdza automatycznie, czy posiada zapisaną aktualną konfigurację (czy jest ona identyczna z zapisaną na serwerze) i w razie potrzeby dokonuje aktualizacji. Dzięki temu unikalnemu rozwiązaniu administrator może zdalnie zmienić konfigurację nawet terminala, którego zasilanie jest aktualnie wyłączone - np. ze względów przeciwpożarowych.
- Każdy terminal jest wyposażony w prosty serwer WWW udostępniający formularze umożliwiające wprowadzanie danych konfiguracyjnych oraz aktualizowane co 120 sekund dane o pracy terminala (z obciążeniem zasobów włącznie). Do przeprowadzenia zdalnej konfiguracji i prowadzenia monitoringu wystarcza więc jakakolwiek przeglądarka WWW. Pozwala to prowadzić administrację terminalami z dowolnego komputera bez konieczności instalacji na nim specjalistycznego oprogramowania.
- Całość systemu administracyjnego terminali ABA-X3 jest udostępniana na licencji GPL v.2, a więc dozwolone są dowolne modyfikacje i uzupełnienia tego systemu.

Samo oprogramowanie w wersji SelfBoot wykorzystującej system Linux (oraz inne Wolne i Otwarte Oprogramowanie - np. BusyBox itp.) powinno spełniać wymagania licencji otwartych - warto pamiętać, że nie wystarczy tylko deklaracyjny dostęp do kodu źródłowego - należy również udostępnić dane umożliwiające kompilację i instalację tego oprogramowania!

### **Terminal z pełnym systemem LINUX:**

Podobnie, jak w przypadku systemów rodziny MS Windows możliwe jest skorzystanie z pełnych wersji dystrybucji Linuksa. Należy jednak zwrócić uwagę, że w przeciwieństwie do poprawnie rozwiązanych systemów klasy Embedded korzystających z RAM dysku typowy system Linux będzie korzystał intensywnie z wbudowanej pamięci Flash - warto więc zastosować niewielki dysk półprzewodnikowy SSD.

Jeśli skorzystamy z otwartej dystrybucji Linuksa uzyskamy w pełni funkcjonalną stację roboczą, która w zależności od konfiguracji będzie mogła służyć jako terminal, jak i np. stanowisko do lokalnej edycji dokumentów, których zapis będzie możliwy tylko na serwerze.

## Podsumowanie:

Doświadczenia z eksploatacji kilkunastu tysięcy jednostek terminalowych (np. w Urzędach Skarbowych) wskazują, że założenia przyjęte w specyfikacji przetargowej z lutego 2003 roku sprawdziły się w zupełności. Warto więc je przypomnieć:

- Procesor min. 500 MHz (dostarczono 700 MHz),
- Możliwość rozbudowy pamięci RAM,
- Możliwość wymiany pamięci FLASH (wykluczenie modułów wlutowanych w płytę główną),
- System operacyjny LINUX (co z góry zakłada zachowanie otwartości oprogramowania),
- Wymaganie pracy wieloseesyjnej,
- Oprogramowanie do konfiguracji zawarte w systemie terminala,
- Szerokie możliwości wprowadzania uaktualnień,
- Zabezpieczenie wewnętrznej pamięci Flash (niedostępność w normalnym trybie pracy terminala).

Dzięki zachowaniu otwartości rozwiązania po 7 (siedmiu!) latach eksploatacji okazało się, że jest w pełni możliwe jest dostosowanie eksploatowanych terminali do wymagań nowej wersji systemu POLTAX-2 poprzez wprowadzenie lokalnej przeglądarki internetowej z obsługą środowiska JRE (JAVA). Wymaga to co prawda wymiany pamięci Flash (potrzebna jest większa pojemność) oraz uzupełnienie pamięci RAM, ale zostało to przewidziane w projekcie, który de-facto powstał w 2002 r. (przewidywano serwery systemu MS Windows 2000!).

Zdecydowana większość komputerów PC zakupionych 7 lat temu została już wyłączona z eksploatacji - zaś terminale po niewielkich uzupełnieniach (o 128 MB pamięci RAM i 256 MB flash) mogą być z powodzeniem w dalszym ciągu eksploatowane. Jak to wpływa na parametr TCO można sobie szybciej obliczyć.

Warto jednak również zauważyć, że gdyby nie zastosowanie rozwiązania otwartego przedłużenie okresu eksploatacji terminali byłoby po prostu niemożliwe - jako przykład można choćby podać terminale serii NetVista 2200 produkcji IBM. Wykorzystywały one co prawda system Linux (okrojona wersja Debiana), jednak ich bardzo ograniczona wydajność (procesor 233 MHz) i maksymalna pojemność RAM wynosząca 288 MB (32 + 256 MB) praktycznie uniemożliwia poszerzenie ich funkcjonalności do aktualnych wymagań.

Powyższy przykład dowodzi, jak istotne jest rzetelne techniczne podejście do projektowania dużych instalacji wykorzystywanych do celów profesjonalnych oraz jak poważnymi oszczędnościami może takie podejście zaowocować.

Otwartość systemu (zarówno sprzętowa, jak i oprogramowania) ogranicza do minimum ryzyko uzależnienia od pojedynczego dostawcy, zapewnia bezpieczeństwo prawne (licencje) oraz zachowanie warunków swobodnej konkurencji dostawców - zarówno w momencie zakupu, jak i podczas eksploatacji i modernizacji systemu.