



ZJEDNOCZENIE INFORMATYKI  
OŚRODEK BADAWCZO-ROZWOJOWY INFORMATYKI

TENDENCJE W ZAKRESIE ZESPOŁÓW  
MONTAŻOWYCH, MATERIAŁÓW I URZĄDZEŃ  
INFORMATYCZNYCH: 1980, 1985, 1990

# Europejski Program Badawczy Diebolda

90

Warszawa 1977





ZJEDNOCZENIE INFORMATYKI  
OŚRODEK BADAWCZO-ROZWOJOWY INFORMATYKI

TENDENCJE W ZAKRESIE ZESPOŁÓW  
MONTAŻOWYCH, MATERIAŁÓW I URZĄDZEŃ  
INFORMATYCZNYCH: 1980, 1985, 1990

# Europejski Program Badawczy Diebolda

*Wyłącznie do użytku  
na terenie PRL*

90

Warszawa 1977

Tytuł oryginału: Trends in components, materials and devices:  
1980, 1985, 1990  
Technology Report  
Document No. E 146 October 1976

Tłumaczenie: Aleksander Małecki  
Redakcja: Andrzej Idźkiewicz

Komitet Redakcyjny

Andrzej Idźkiewicz, Janina Jerzykowska /sekretarz/, Stanisław  
Nelken, Witold Staniszkis, Ryszard Terebus /przewodniczący/

Wydawca

OBRI - Dział Wydawnictw, 02-021 Warszawa, ul. Grójecka 27

---

Warszawa 1977. Nakład: 900 + 97 egz. Objętość: ark. wyd. 3;  
ark. druk. 6,6. Format A4. Papier offsetowy kl. III, 80g, 61x86

---

Zam. 112/77

DN.444-13/73

Cena zł 92.-

# SPIS TREŚCI

STRESZCZENIE .....	5
I. WPROWADZENIE I PRZEGLĄD .....	9
II. WYMAGANIA UŻYTKOWNIKÓW .....	16
A. Uwagi ogólne .....	16
B. Wprowadzanie danych i wydawanie sprawozdań .....	17
C. Urządzenia końcowe dostosowane do wymagań człowieka .....	17
D. Pamięć operacyjna .....	18
E. Pamięć masowa .....	18
F. Procesory .....	19
G. Transmisja danych .....	22
III. SPRZEŻENIA Z UŻYTKOWNIKIEM KOŃCOWYM .....	23
A. Wprowadzanie danych .....	23
B. Urządzenia ekranowe .....	24
C. Drukowanie trwałych dokumentów .....	24
D. Urządzenia końcowe do powszechnego użytku .....	25
E. Urządzenia końcowe a mikroprocesory .....	25
IV. PROCESORY .....	27
A. Tendencje w odniesieniu do charakteru procesorów procesorów .....	27
B. Zespoły obwodów w procesorach .....	28
V. PAMIĘCI .....	32
A. Uwagi ogólne .....	32
B. Pamięć operacyjna i buforowa .....	33
C. Pamięć masowa .....	37
D. Pamięć archiwalna .....	37

VI. TRANSMISJA DANYCH .....	40
A. Usługi w zakresie transmisji danych .....	40
B. Transmisja danych za pośrednictwem satelitów komunikacyjnych .....	44
C. Systemy transmisji danych przez włókna optyczne ...	44
VII. PO ROKU 1985 .....	46
Załącznik A: BIBLIOGRAFIA .....	49
Załącznik B: SŁOWNIK AKRONIMÓW ANGIELSKICH UŻYTYCH W TEKŚCIE OPRACOWANIA .....	52

## STRESZCZENIE

W opracowaniu opisano, opierając się na obecnym stanie prac badawczo-rozwojowych, technikę sprzętu informatycznego, jaka najprawdopodobniej będzie dominować w dziesięcioleciu 1975-1985. W ostatnim rozdziale opracowania podano przewidywaną charakterystykę sprzętu informatycznego jaka wysunie się na pierwszy plan po roku 1985.

Wskazano, że materiały będą wywierać tylko drugorzędny wpływ na charakterystykę urządzeń. Siłą napędową prac badawczo-rozwojowych nad elementami urządzeń są dziś potrzeby użytkowników, a nie odwrotnie.

W ciągu najbliższych 10 lat konstrukcja systemów liczących będzie w coraz większym stopniu odzwierciedlać nacisk na: łatwość użytkowania przez użytkowników końcowych, obniżkę kosztów osobowych u użytkowników końcowych oraz nieuciążliwe dla użytkownika przechodzenie do doskonalszych modeli sprzętu. Nacisk ten znajdzie odbicie w przechodzeniu do funkcjonalnej wyceny sprzętu informatycznego i w szerszym stosowaniu inteligentnych /mikroprocesorowych/ urządzeń końcowych, dostosowanych do konkretnych potrzeb użytkownika.

Jedną z najbardziej radykalnych zmian, jakie zajdą w sprzęcie informatycznym w dziesięcioleciu 1975-1985, będzie przesunięcie w kierunku mikroelektronicznych zespołów montażowych /układów integracji wielkoskalowej - LSI/, których możliwości funkcjonalne będą równe możliwościom funkcjonalnym całych urządzeń z poprzedniego dziesięciolecia. Przykłady to: 16-bitowe mikroprocesory jednopastylkowe /na jednej płytce krzemowej/ i jednopastylkowe moduły pamięci z dostępem bezpośrednim o pojemnościach od  $2^{12}$  do  $2^{18}$  bitów. Producenci zespołów montażowych będą nadal rozszerzać możliwości funkcjonalne obwodów cyfrowych sprzedawanych poddostawcom i głównym dostawcom systemów liczących.

Oszczędności wynikające z wielkiej skali produkcji sprzyjać będą stosowaniu specjalizowanych układów LSI w wielkoseryjnych artykułach konsumpcyjnych trwałego użytku /np. w telefonach i sprzęcie gospodarstwa domowego/, a równocześnie anaszą producentów systemów liczących do projektowania procesorów montowanych z gotowych wielkoseryjnych układów LSI produkowanych na skład. Technika LSI typu półprzewodników tlenkowych /MOS LSI/ będzie w dalszym ciągu szybko rozwijać się w latach 80-tych, przy czym co kilka lat gęstość upakowania bitów na jedną pastylkę będzie podwajać się, natomiast cena jednostkowa pastylki będzie spadać o połowę.

Krzem będzie niemal uniwersalnym surowcem rozwijającej się techniki MOS LSI. W połowie lat 80-tych krzem pojawi się również jako surowiec włókien optycznych dla linii transmisji danych. Innymi surowcami, które będą znajdowały coraz szersze zastosowanie, będą: aluminium, ferryty /jako materiały magnetyczno-domenowe/ oraz związki arsenku galowego.

Po roku 1985 zaznaczy się dalszy postęp w technice układów scalonych, przy czym z powodzeniem stosowane będą linie o szerokości 0,1 mikrona, pozwalające osiągać bardzo wysokie gęstości upakowania. W roku 1990, gdy rozpowszechnią się układy bardzo wielkiej skali integracji /grand scale integration - GSI/, mikroprocesory zbliżą się do teoretycznych granic rozpraszania energii i szybkości przełączania.

Na lata 1985-1990 przewiduje się również:

- . szerokie zastosowanie wejścia i wyjścia głosowego w systemach on-line, nie tylko oddzielnie, ale także jako uzupełnienie ręcznego wejścia i wizualnego wyjścia,
- . masowe pamięci on-line dla baz danych będą mieścić zarówno dane cyfrowe /liczby i tekst/ jak i reprezentację graficzną /obrazy i abstrakcyjne wzory/,
- . teletransmisja danych będzie przeważnie cyfrowa i nawet ruch telefoniczny na łączach długodystansowych będzie odbywał się w formie cyfrowej.



Do roku 1990 technika sprzętu informatycznego ulegnie tak daleko idącemu udoskonaleniu, że jej obecność będzie rzadko zauważalna dla użytkownika, zaś projektanci systemów liczących będą mogli skupić uwagę na doskonaleniu płaszczyzny styku między swoimi maszynami a ludźmi, którzy będą się nimi posługiwać.



## I. WPROWADZENIE I PRZEGLĄD

W niniejszym opracowaniu uwzględniono zmiany zachodzące w technice sprzętu informatycznego i wskazano na wpływ tych zmian zarówno na strukturę jak i na zakres funkcji systemów liczących.

Odzwierciedleniem jednej z zachodzących zmian jest to, że w opracowaniu położono mniejszy akcent na problem materiałów. Wynika to stąd, że charakterystyka sprzętu APD, a także jego koszt, stają się coraz mniej zależne od materiałów zastosowanych do budowy tego sprzętu. Jednym z czynników, które stwarzają tę sytuację, są rosnące nakłady producentów systemów liczących na współczesną technologię.

Innym czynnikiem jest zmniejszenie się liczby branych pod uwagę wariantów technicznych. Prace badawczo-rozwojowe koncentrują się obecnie na kilku potencjalnie wysoko efektywnych technikach. Wynika to z coraz wyższego kosztu wprowadzania nowych technik na rynek.

Przewidujemy, że w ciągu najbliższych 15 lat sprzęt komputerowy i jego możliwości funkcjonalne będą zmieniać się znacznie szybciej niż leżące u jego podłoża techniki /a zatem i materiały/. Toteż uważamy, że z powyższych względów końcowy użytkownik sprzętu APD będzie zupełnie odizolowany od skutków rozważań porównawczych dokonywanych przez producentów komputerów przy wyborze materiałów.

Pewnym dodatkowym, nietechnicznym czynnikiem, który zmniejszy w przyszłości zainteresowanie użytkownika materiałami zastosowanymi w zespołach montażowych i kompletnych urządzeniach informatycznych, będzie spodziewane pojawienie się systemu cen funkcjonalnych. Oznacza to, że dostawcy systemów liczących będą pobierać opłatę za użytek, jaki czynią ich klienci ze sprzętu informatycznego, a nie za sam sprzęt. XEROX już stosuje tę praktykę kształtowania cen w odniesieniu do swoich urządzeń do kopiowania.

Na przykład w odniesieniu do pamięci takie funkcjonalne kształtowanie cen wyglądałoby następująco:

- użytkownik płaci podstawową miesięczną kwotę obliczoną według pojemności pamięci i przeciętnej częstotliwości przeniesień,
- użytkownik płaci miesięcznie dodatkową kwotę opartą na liczbieostępów do urządzenia rzeczywiście dokonanych w ciągu miesiąca,
- dostawca gwarantuje pomoc dla ciągłego utrzymania opłaconej wydajności, ale nie dla urządzenia jako takiego.

W ciągu najbliższych dziesięciu lat główny akcent w projektowaniu systemów będzie spoczywał na opracowywaniu systemów informacyjnych ukierunkowanych na użytkownika i odznaczających się:

- większą łatwością użytkowania dla użytkownika końcowego /np. dzięki ekranowym urządzeniom końcowym przystosowanym do konkretnych przeznaczeń/;
- zmniejszeniem kosztów osobowych dla użytkownika końcowego /np. dzięki niewymienialnej pamięci on-line i radykalnie ograniczonym funkcjom operatora systemu/;
- ciągłością metod przetwarzania przy nieuciążliwym dla użytkownika przechodzeniu do doskonalszych modeli sprzętu /np. nowe urządzenia o wyższej efektywności ekonomicznej muszą zachowywać istniejące interface'y oprogramowania/.

Ludzie, którzy w organizacjach użytkowniczych odpowiadają za wybór sprzętu APD, nie chcą już więcej, by ich organizacje były polem doświadczalnym dla wypróbowywania urządzeń, co do których nie ma pewności, czy producent zapewni przez długi czas ich dostępność na rynku oraz ich obsługę.

Jedną z najbardziej radykalnych zmian w branży informatycznej zachodzi w dziedzinie cyfrowych zespołów montażowych. Pod względem swych zdolności funkcjonalnych dzisiejsze zespoły montażowe dorównują wczorajszym całym urządzeniom. Dobitną ilustracją tego faktu jest wzrost zastosowania prefabrykowanych układów integracji wielkoskalowej /LSI/ jako modułów w cyfrowych

systemach liczących. Dziś minikomputery montuje się z jednopas-tylkowych mikroprocesorów, pastylek 4096-bitowych pamięci z do-stępem bezpośrednim /RAM/ i pastylek pamięci stałej /ROM/. Daw-niej montowano je z prefabrykowanych obwodów, które spełniały znacznie bardziej podstawowe funkcje /np. sumatory, rejestry przesuwające itd./.

Producenci zespołów montażowych dostarczają teraz swoim odbiorcom, czyli producentom systemów liczących, kompletne pod-systemy. Dzięki produkcji mikroprocesorów dostawcy układów LSI /np. firmy Texas Instruments, INTEL, Motorola/ weszli do prze-mysłu komputerowego.

Ze względu na stosunkowo wysoki koszt układów LSI projek-towanych do specjalnych przeznaczeń, w porównaniu z kosztem se-ryjnie produkowanych gotowych pastylek mikroprocesorów i pamię-ci z dostępem bezpośrednim, producenci systemów liczących zmu-szeni są wyrzec się swojej tradycyjnej roli projektowania pod-stawowych obwodów - od poziomu bramki logicznej - dla zespołów montażowych swoich komputerów. Podsystemy takie jak urządzenia sterujące urządzeń peryferyjnych, procesory czołowe transmisji danych, koncentratory, urządzenia końcowe i centralne jednostki komputerów buduje się obecnie z gotowych kompletnych zespołów montażowych, takich jak na przykład mikroprocesor INTEL 8080.

Potrzeby w zakresie pamięci z dostępem bezpośrednim /RAM/ zaspokajane są za pomocą "zespołów" takich jak 4096-bitowe mo-duły pamięci z dostępem bezpośrednim INTEL. Ta zmiana istoty pojęcia "zespołu montażowego" wynikała z rozwoju produkcji ta-nich układów LSI o coraz większej gęstości upakowania. Wszystko wskazuje, że nadal spadać będą koszty i wzrastać będzie osiągalna gęstość upakowania obwodów. Opierając się na tej tendencji, można śmiało przyjąć, że jutrzejsze zespoły montażowe będą znacznie bogatsze pod względem funkcji niż dzisiejsze mikroprocesory i dzisiejsze moduły pamięci z dostępem bezpośrednim. Na przykład przyszłe "zespoły" RAM będą kompletnymi, samodzielnymi podsystemami, z pełną zdolnością do dekodowania adresów, korygowania błędów i wyboru priorytetów. Dla zaspokojenia wymagań niezawodności na-rzuconych przez projektantów systemów, przyszłe mikroprocesory

będą posiadać rozległą zdolność do samokontroli i do lokalizacji błędów.

Układy LSI projektowane do specjalnych przeznaczeń będą stosowane tylko w systemach liczących, użytkowanych do celów, przy których sprawa kosztu schodzi na drugi plan /np. badania przestrzeni kosmicznej, niektóre rodzaje broni, medyczny sprzęt laboratoryjny/. Do zastosowań bardziej przyziemnych, przy długości serii produkcyjnej od 50 000 do 100 000 jednostek, ekonomicznie uzasadnione będzie użytkowanie ujednoliconych układów LSI.

Oznacza to, że stosowanie odpowiednich układów LSI stanie się opłacalne w artykułach takich jak zmywarki naczyń, układy paliwowe w samochodach i tanie urządzenia końcowe. A producenci systemów liczących - z wyjątkiem IBMu - zamiast opracowywać układy LSI we własnych laboratoriach, będą je dla swoich urządzeń wybierać z katalogów.

Jednak pojawienie się bardzo tanich zespołów montażowych nie spowoduje równorzędnego spadku cen całych systemów liczących. Nawet jeśli koszt produkcji mikroprocesorów LSI spadnie poniżej 1 dolara za sztukę /a stanie się tak prawdopodobnie jeszcze przed rokiem 1985/, cena systemów liczących utrzyma się na niemal niezmiennym poziomie.

Ta pozorną sprzeczność wynika stąd, że ceny systemów liczących nie są uzależnione wyłącznie od liczby bramek logicznych /elementarnych obwodów/ użytych w ich konstrukcji. Ceny płacone przez użytkowników sprzętu APD będą w dużej mierze uwarunkowane następującymi innymi kosztami własnymi producenta:

- sprzedażą i obsługą techniczną,
- opracowaniem i aktualizacją oprogramowania,
- pracami badawczo-rozwojowymi,
- upakowaniem i wzajemnymi wiązaniami zespołów montażowych.

Technika układów integracji wielkoskalowej typu półprzewodników tlenkowych /MOS LSI/ jest w toku szybkiego rozwoju. Następujące dwa stwierdzenia są wyrazem poglądów szeroko rozpowszechnionych w przemyśle półprzewodników /por. HODGES/:

- . gęstość bitów /pojemność pamięci/ na jeden element /jedną pastylkę/ będzie co najmniej do początku lat 80-tych mniej więcej podwajać się z roku na rok,
- . w tym samym okresie koszt jednego zespołu montażowego /jednej pastylki/ będzie spadać o 50% rocznie.

Przewidywania te opierają się na dużym prawdopodobieństwie pomyslnego wdrożenia udoskonalonych technologii produkcyjnych, takich jak na przykład litografia za pomocą wiązki elektronów.

Niektóre inne bardzo obiecujące technologie produkcji zespołów i urządzeń oraz przewidywane daty pierwszych rynkowych dostaw zespołów montażowych i urządzeń wyprodukowanych tymi technologiami, podano w tabeli 1.

Jest szereg technik, które nawet gdy były stosowane, nigdy nie znalazły się w głównym nurcie techniki komputerowej, a teraz zostały zdecydowanie i ostatecznie odłożone do lamusa. Należą do nich:

- . pamięci cienkowarstwowe /magnetyczne/,
- . procesory strumieniowe,
- . pamięci drutowe,
- . urządzenia peryferyjne na taśmę dziurkowaną.

Inne techniki, które kiedyś znajdowały się w głównym nurcie, ale obecnie zostały wyparte przez techniki konkurencyjne, to:

- . magnetyczne pamięci rdzeniowe,
- . klawiatury mechaniczne,
- . urządzenia na karty dziurkowane.

Techniki, które prawdopodobnie znikną w latach 80-tych, to:

- . taśma magnetyczna<sup>x/</sup>,
- . drukarki uderzeniowe,
- . pamięci dyskowe z ruchomym ramieniem,
- . bębny magnetyczne z nieruchomymi głowicami.

---

x/ Chodzi tu o standardową 1/2-calową taśmę w zwojach długości 2400 stóp, a nie o taśmę kasetową Philipsa.

## Technika sprzętu informatycznego: sytuacja obecna i prognoza

Technika	Przewidywana /przybliżona/ data pojawienia się na rynku			
	1975	1980	1985	1990
Zespołów montażowych	Układy scalone I <sup>2</sup> L /zintegrowane wtryskiwane układy logiczne/ /np. rodzina układów Megaloc firmy Motorola/	Układy logiczne z obwodów scalonych z czasami pobudzenia 100 pikosekund	Układy scalone oparte na urządzeniach złączonych Josephsona	Układy scalone z liniami o szerokości 0,1 mikrona
Sprzężeń z użytkownikiem końcowym /end-user interfaces/	Bezkontaktowe drukarki stronicowe /np. IBM 3800/	Płaskotablicowe ekrany plazmowe	Wielkoekranowe terminale elektrochromowe lub oparte na ciekłych kryształach	Głosowe urządzenia wejścia/wyjścia dla dostępu do baz danych on-line
Procesorów	Mikroprocesory jednopastyłkowe z pamięciami o dostępie bezpośrednim o pojemności 4096 bitów na pastylkę /np. produkty INTEL/	Procesory o rozproszonej logice stanowiące układy sieci wielu samokontrolujących się mikroprocesorów	Odporne na awarie podprocesory składające się na procesor z 20-letnim czasem pracy międzyawaryjnej	Kompletne zestawy komputera w jednym pakiecie obwodów scalonych /np. dla wszczepień bionicznych/
Pamięci	Urządzenia pamięci CDD /charge-coupled devices - układy o sprzężeniu ładunkowym/, np. LARAM firmy Fairchild	Pęcherzykowe urządzenia pamięci dla pamięci masowych on-line	Holograficzne urządzenia pamięci	Hybrydowe pamięci obrazowo-cyfrowe oparte na technikach holograficznych
Transmisji danych	Satelitarne łącza transmisji danych o szybkości 1,344 megabitów/s	Naziemne mikrofalowe łącza transmisji danych o szybkości 20 megabitów/s	Linie transmisji danych z włókna optycznego dla łączy międzymiastowych	Satelitarne przekazywanie impulsów dla transmisji dalekosiężnej o szybkości 30 megabitów/s



Podkreśliwszy rolę mikroelektroniki w nowych technologiach produkcji zespołów montażowych, należy wskazać, że podstawowym surowcem mikroelektroniki /np. układów LSI/ jest krzem. Krzem nazwany został "nową stalą" przez techników, pragnących przez to podkreślić rozpowszechnienie tego materiału w elektronice przyszłości. Krzem znajdzie też prawdopodobnie szerokie zastosowanie w postaci opartych na krzemionce włókien optycznych w liniach optycznej transmisji danych.

Inne surowce, które znajdą coraz szersze zastosowanie, to glin na podłoża obwodów scalonych, ferryty na materiały magnetyczno-domenowe oraz tworzywa sztuczne do upakowywania obwodów scalonych. Niektóre bardziej ezoteryczne surowce, którym rokuje się dużą przyszłość, to:

- . arsenek glinowo-galowy /AlGaAs/ - do użytku w obwodach laserowych, stanowiących źródło światła dla systemów transmisji optycznej /por. rozdział VI/,
- . arsenek galowy /GaAs/ - do użytku w obwodach scalonych działających z częstotliwościami ponad 1 GHz,
- . arsenofosforek galowy /GaAsP/ - do użytku w diodach emitujących światło /LED/,
- . fosforek indowy /InP/ - do użytku w mikrofalowych urządzeniach działających z częstotliwościami rzędu wielu GHz.

## II. WYMAGANIA UŻYTKOWNIKÓW

### A. UWAGI OGÓLNE

W centrum uwagi stają obecnie ogólne wymagania wobec zespołów montażowych i urządzeń informatycznych. Najpowszechniej wysuwanymi przez użytkowników wymaganiami są:

- . niższe koszty /1/10 - 1/100 dzisiejszych kosztów urządzeń/,
- . większa niezawodność /1000-krotna poprawa/,
- . zautomatyzowana konserwacja,
- . nieuciążliwa dla użytkownika modernizacja i wymiana sprzętu,
- . wyeliminowanie interwencji operatora maszyny.

Sprzęt lat 80-tych będzie musiał spełniać te wymagania, jeśli chcemy, by powstrzymane zostało obecne zwolnienie tempa komputeryzacji /por. WOODEY/. Dziś nawet w najbardziej dojrzałych ośrodkach APD opóźnienie w opracowywaniu systemów użytkowych w stosunku do posiadanych mocy obliczeniowych wynosi trzy lata /por. WOODEY/. Wobec wysokich kosztów projektowania, opracowywania i wdrażania systemów użytkowych, sprzęt schodzi na drugi plan. Tradycyjny sprzęt komputerowy będzie tak "opieczony" oprogramowaniem, że stanie się niedostrzegalny dla użytkownika.

Błędy sprzętu muszą być niewidoczne dla użytkownika końcowego, a ich wykrywanie i korygowanie powinno odbywać się bez jego udziału. Użytkownik powinien być w stanie nabyć system liczący z taką redundancją urządzeń, jaka jest potrzebna do zapewnienia stopnia niezawodności wymaganego przez dane systemy.

Przechodzenie do bardziej zaawansowanych modeli sprzętu i wymiana sprzętu muszą się odbywać w taki sposób, by nie uległy przerwie usługi na rzecz użytkownika i by nie trzeba było dokonywać zmian ani w oprogramowaniu użytkowym ani w procedurach ręcznych i myślowych stosowanych przez ludzi, którzy bezpośrednio kontaktują się z systemem.

Sprzęt musi służyć użytkownikowi końcowemu, nie wymagając personelu do swojej obsługi. Koordynacja obciążenia roboczego oraz zakładanie i zdejmowanie odejmowalnych jednostek pamięci, a także powrót do stanu pierwotnego po błędzie - wszystko to powinno dokonywać się bez udziału człowieka.

## B. WPROWADZANIE DANYCH I WYDAWANIE SPRAWOZDAŃ

Podstawowym wymaganiem jest zbieranie danych możliwie jak najbliżej miejsca ich powstawania. Zdalne czujniki i urządzenia końcowe w punktach transakcji będą powiązane łączami transmisji danych z centralnie zarządzanymi bazami danych. Te bazy danych mogą być fizycznie rozproszone, ale zbieranie danych i aktualizacja bazy danych muszą być sterowane z jednego punktu, aby można było dokonywać kontroli spójności i synchronizacji oraz innych kontroli prawidłowości danych.

Dane przetworzone, takie jak sprawozdania, odpowiedzi na zapytania i zaktualizowane dane do wyświetlenia na ekranie, muszą być przekazane do docelowego urządzenia końcowego znajdującego się możliwie jak najbliżej użytkownika. Urządzenia transmisji danych i wyjściowe urządzenia końcowe muszą być zaprojektowane z myślą o zaspokajaniu potrzeb użytkownika końcowego. Na przykład powinny dawać mu możliwość powtórnego zażądania uprzednio dostarczonej odpowiedzi lub uprzednio dostarczonego sprawozdania, w każdej chwili w ciągu pewnego ustalonego okresu od ich pierwotnego przekazania.

## C. URZĄDZENIA KOŃCOWE DOSTOSOWANE DO WYMAGAŃ CZŁOWIEKA

Istnieje wyraźne zapotrzebowanie na ekranowe urządzenia końcowe mające co najmniej 50-krotnie większą pojemność znaków niż obecne urządzenia. Dla zapewnienia dostatecznego kontaktu między człowiekiem a danymi potrzebne są ekrany o pojemności powierzchniowej od 20 000 do 50 000 znaków /np. 200 x 100/. Po-

trzebna jest też możliwość otrzymywania "migawkowych zdjęć" w postaci trwałych dokumentów oraz powtórnego wywoływania danych uprzednio wyświetlonych na ekranie.

Musi być zapewniona natychmiastowa weryfikacja danych wprowadzanych z klawiatury /lub za pomocą pióra świetlnego/. System musi dawać wystarczającą gwarancję, że transakcja lub odpowiedź przyjęta od operatora urządzenia końcowego nie zostanie później odrzucona z powodu pogwałcenia formatu, czy też z powodu błędów składniowych lub etykietowych. System musi "podpowiadać" operatorowi i natychmiast poprawiać jego błędy.

Urządzenia ekranowe muszą być zdolne do wydawania zarówno obrazów graficznych jak i materiałów tekstowych. Wyświetlane znaki muszą być wyraźnie widoczne, nawet gdy na ekran bezpośrednio pada światło zewnętrzne.

#### D. PAMIĘĆ OPERACYJNA

Przy wyborze techniki pamięci wygasanie zapisów nie stanowi już dziś większego problemu. Wygasanie właściwe pamięciom LSI o dostępie bezpośrednim /z chwilą wyłączenia zasilania energią treść pamięci ulega zniszczeniu/ nie jest problemem nie do rozwiązania. Można go przezwyciężyć projektując układy logiczne do odświeżania pamięci i wbudowując do urządzeń pamięci stosujących tę technikę tanie rezerwowe źródło energii. Tak więc szeroki wachlarz urządzeń LSI może z powodzeniem kandydować na moduły pamięci operacyjnej i buforowej /por. HODGES i APPELT/.

Podsystemy pamięci muszą być odporne na awarie, a przeniesieniu danych między modułami musi towarzyszyć pełne wykrywanie i korygowanie błędów.

#### E. PAMIĘĆ MASOWA

W tym przypadku potrzebna jest trwała, ale selektywnie zmienialna pamięć masowa, przy czym sam nośnik pamięci nie musi być wymazywalny pod warunkiem, że:

- . indeksy odnoszące się do przechowywanych danych dają się zmieniać /np. dzięki przechowywaniu indeksów w oddzielnej, szybkiej, wymazywalnej pamięci/,
- . nośnik odznacza się bardzo niskim kosztem na jeden bit, dzięki czemu można elementy danych "zmieniać", wpisując zrewidowane dane do uprzednio nie używanego obszaru nośnika, a potem aktualizując pozycję indeksu dotyczącą tego elementu danych.

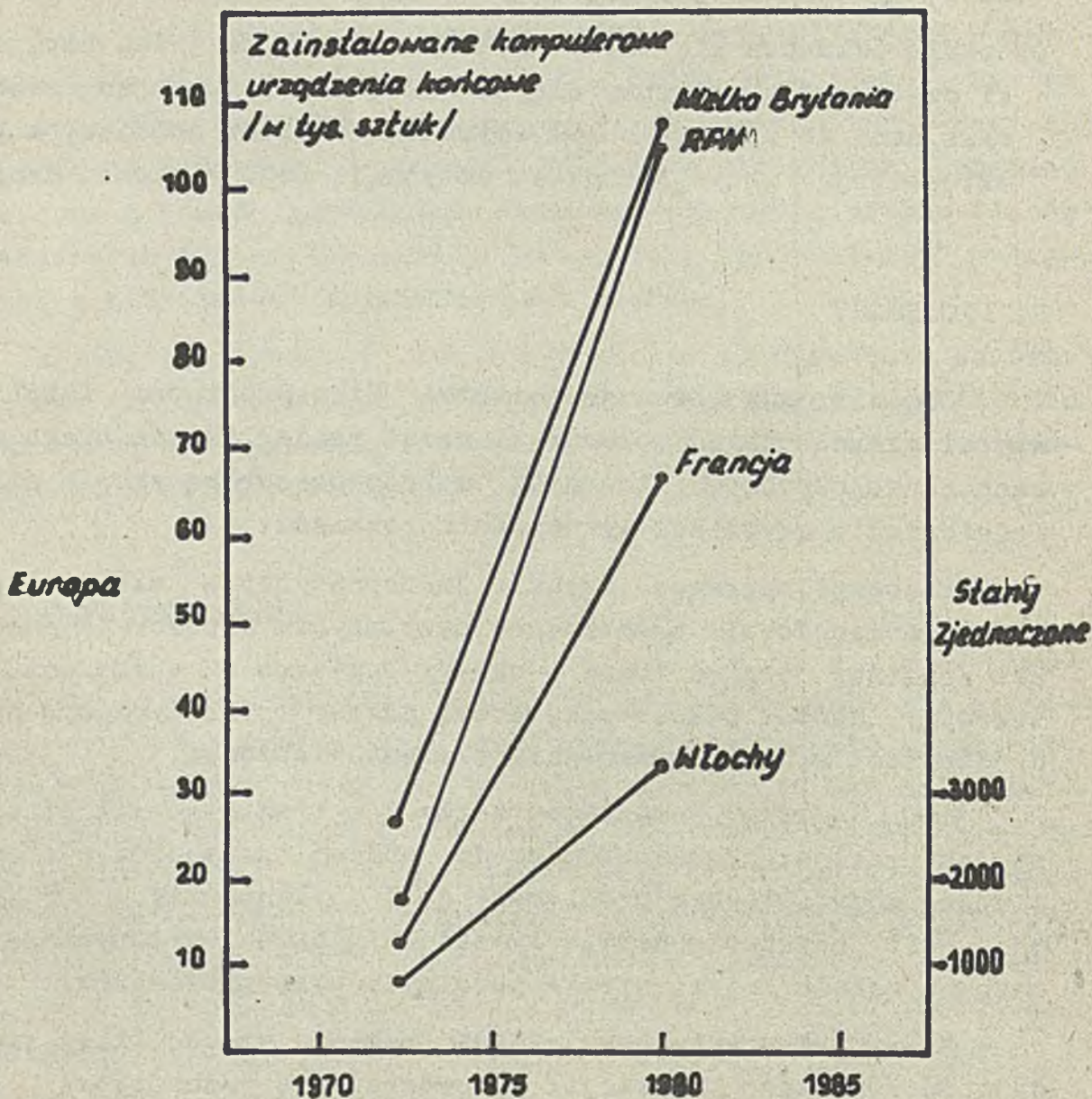
## F. PROCESORY

Obecnie, gdy cena jednostkowa mikroprocesora INTEL 8080 wynosi niepełnych 30 dolarów /i nadal spada/, główna uwaga w pracach rozwojowych nad techniką mikroprocesorową skupia się na podniesieniu szybkości wykonywania rozkazów.

Pierwsze naprawdę szybkie jednopastyłkowe mikroprocesory będą prawdopodobnie produkowane przy użyciu bipolowych pastylek ECL /emitter coupled logic - układy logiczne o sprzężeniu emiterowym/. Główną przeszkodą, którą należy przewyciężyć na tej drodze jest gęstość upakowania elementów obwodów.

Konstruktorzy komputerów zaczynają traktować mikroprocesory jako zespoły konstrukcyjne do budowy procesorów o średniej i dużej mocy. Głównym problemem, jaki wyłania się w tej sytuacji, jest uzyskanie bardzo wysokich szybkości wykonywania rozkazów z układu /czyli sieci/ powolnych mikroprocesorów.

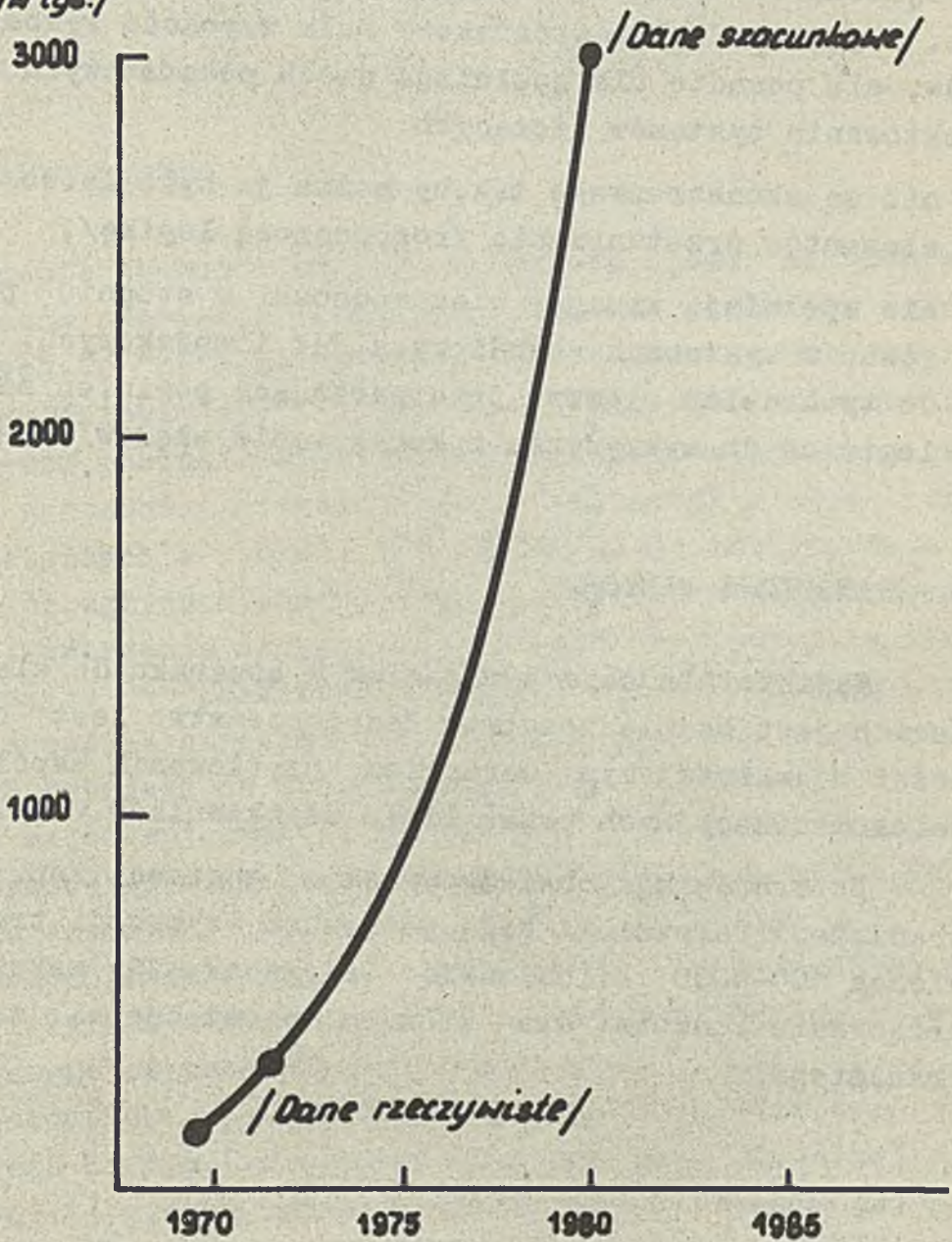
Na rynku komputerowym wciąż jeszcze więcej liczy się wydajność /szybkość operacji/ procesora niż jednostkowy koszt przetwarzania. Dlatego w ramach danego przedziału ceny i wydajności, tani powolny procesor nie znajduje takiego zbytu jak kosztowny szybki procesor. Wyjątek od tej zasady występuje na rynku minikomputerów, gdzie zastosowanie mikroprocesorów jako zespołów konstrukcyjnych stanowi rozpowszechnioną praktykę i daje w efekcie tanie procesory, konkurujące pod względem mocy ze starszymi procesorami minikomputerowymi.



*/Poglądaj SMITH/*

*Rys. 1 Wzrost łącznej liczby komputerowych  
urządzeń końcowych*

Liczba urządzeń  
końcowych /w tys./



/Porównaj CHAMPINE/

Rys. 2 Rozwój rynku konwersacyjnych  
urządzeń końcowych w Stanach Zjednoczo-  
-nych

Lecz dzisiejsze mikroprocesory nie są jeszcze uważane przez projektantów systemów liczących za idealne zespoły konstrukcyjne. Mają nie tylko stosunkowo małą szybkość wykonywania rozkazów, ale ponadto nie spełniają dwóch podstawowych warunków projektowania systemów liczących:

- . nie są skonstruowane tak, by można je było łatwo łączyć w sieć elementów przetwarzania /rozproszoną logikę/,
- . nie spełniają wymagań niezawodności w stopniu potrzebnym zarówno w systemach handlowych jak i wojskowych. /Nadający się do tych celów element przetwarzający powinien zawierać układy logiczne do wykrywania i korygowania błędów/.

#### G. TRANSMISJA DANYCH

Najistotniejszym wymaganiem w stosunku do sieci transmisji danych jest bezpieczeństwo. Bezpieczeństwo jest obok niezawodności najważniejszym warunkiem użytkowania wspólnych urządzeń telekomunikacyjnych przez wielu użytkowników.

Do transmisji obrazów wysokiej gęstości /np. w telewizji i transmisji faksymili/ będą potrzebne szybkości transmisji w granicach 100-1000 kilobitów/s. Na rysunku 11 wskazano niektóre urządzenia końcowe, dla których potrzebne są takie szybkości transmisji.



### III. SPRZĘŻENIA Z UŻYTKOWNIKIEM KOŃCOWYM

#### A. WPROWADZANIE DANYCH

Gromadzenie danych w pamięci komputera będzie się odbywało od razu podczas zdarzenia /transakcji/, które stworzyło potrzebę tych danych. To "natychmiastowe wejście" jest - obok oszczędności pracy dzięki wyeliminowaniu partiowego dziurkowania - głównym motywem poszukiwania tanich urządzeń wejściowych. Wartość takich zastosowań, sięgających od realizacji czeków i transakcji detalicznych w punkcie sprzedaży aż do odczytywania wodomierzy w odległych stacjach pomp, polega na wczesnym dostarczaniu i przetwarzaniu danych. Ale szerokie zastosowanie metody zbierania danych w "punkcie transakcji" zależy w równej mierze od istnienia tanich urządzeń transmisji danych jak i od dostępności tanich urządzeń do wprowadzania danych. Poza elektronicznymi kasami rejestrującymi i manometrami on-line pojawiają się niektóre wysoce specjalizowane urządzenia do zbierania danych wejściowych. Jednym z przykładów jest "pióro magiczne" firmy XEBEC /system zbierania danych Alphabec 75/. Urządzenie to, które wygląda i działa mniej więcej podobnie jak pióro, przetwarza ruchy ręki swego użytkownika przy pisaniu w sygnały, które mogą być interpretowane jako znaki numeryczne. Znaczenie tego urządzenia polega na tym, że zbiera w postaci przetwarzalnej przez komputer ręcznie pisaną informację od razu w czasie jej pisania. Obecny model rozpoznaje 16 ręcznie pisanych znaków: cyfry dziesiętne /0-9/, kod "wymaż" i cztery dowolnie przyporządkowane przez użytkownika kody sterujące /por. XEBEC/.

Przewiduje się, że udoskonalone optyczne czytniki pisma praktycznie wyeliminują ręczne przekształcanie maszynopisów lub dokumentów drukowanych w postać czytelną dla maszyny. Czynnikiem ograniczającym są szybkość i dokładność działania urządzeń tego typu będą nadal: czas potrzebny na manipulowanie papierem i

"zakłócenia" /np.rozlewanie się atramentu i nie wypełni ukształtowane znaki/.

Karta dziurkowana /włącznie z jej 96-szpaltową odmianą/ nie przetrwa lat 80-tych.

## B. URZĄDZENIA EKRAKOWE

Szybkość, z jaką dzisiejsze konwencjonalne urządzenia ekranowe są w stanie odwzorowywać znaki, jest wystarczająca tylko dla najprostszycn zastosowań konwersacyjnych. Ta niewydolność zostanie przezwyciężona dzięki wprowadzeniu ekranów o bardzo dużej pojemności /rzędu  $10^4$ - $10^5$  znaków/. Niektóre z bardziej obiecujących technik, które mogą posłużyć do tego celu, to:

- . płaskotablicowe ekrany plazmowe,
- . ciekłe kryształy,
- . technika elektrochromowa.

Ponieważ prace rozwojowe nad tymi urządzeniami są jeszcze w bardzo wczesnym stadium, mało prawdopodobne jest, by którekolwiek z nich wysunęło się w niedalekiej przyszłości na pierwszy plan w technice urządzeń ekranowych, choć płaskotablicowe ekrany plazmowe znajdują już w najbliższych pięciu latach dość szerokie zastosowanie handlowe /por. ALLAN/.

## C. DRUKOWANIE TRWAŁYCH DOKUMENTÓW

Drukarki bezkontaktowe /non-impact printers/ zostały wprowadzone na rynek przez firmy IBM, XEROX, i Honeywell Information Systems. Te urządzenia /IBM 3800, XEROX 1200 i HIS Page Printing System/ stanowią "pierwszą generację" tego typu produktów i nie ulega wątpliwości, że zostaną one wkrótce udoskonalone pod względem szybkości, elastyczności zastosowań i niezawodności. Lecz nawet tradycyjnie skonstruowana IBMowska drukarka laserowa pierwszej generacji jest zdolna do wydruku 13 360 wierszy na

minutę, to znaczy dzięki o cały rząd wielkości szybciej niż typowe drukarki uderzeniowe /por. BUSCH i FALK/.

#### D. URZĄDZENIA KOŃCOWE DO POWSZECHNEGO UŻYTKU

Wprowadzenie "inteligentnego telefonu" w latach 80-tych utoruje drogę do świadczenia usług informacyjnych w mieszkaniu użytkownika. Takie urządzenia końcowe będą zawierały mikroprocesory, moduły pamięci operacyjnej i moduły pamięci masowej. Ich metki, cenowe będą opiewać na 50 do 200 dolarów i będą one nadawać się do takich pospolitych zastosowań jak:

- . składanie przez telefon zamówień w sklepach detalicznych,
- . opłacanie rachunków i dokonywania innych transakcji bankowych,
- . automatyczny zapis stanu liczników /np. gazomierzy, wodomierzy i liczników elektrycznych/,
- . automatyczne przełączanie wpływających rozmów na inne numery telefonu,

Mniej obiecującą wersją "urządzenia końcowego w każdym gospodarstwie domowym" jest "inteligentny telewizor". Ta metoda rozbudowy usług informacyjnych - poprzez kabel i telewizję abonencką - wymaga uzupełnienia odbiorników telewizyjnych urządzeniami wywoławczymi i pamięcią wewnętrzną dla rozszerzenia obecnych funkcji telewizji kablowej.

Przy kształtowaniu się oblicza "domowych urządzeń końcowych" w latach 80-tych, względy społeczne i polityczne będą górować nad względami technicznymi.

#### E. URZĄDZENIA KOŃCOWE A MIKROPROCESORY

Zastosowanie mikroprocesorów jako elementów sterujących w urządzeniach końcowych nie będzie się ograniczać do kosztowniejszych urządzeń tego typu. Nawet tanie urządzenia końcowe, które zastąpią dzisiejsze dalekopisy, zawierać będą mikroprocesory

jako elementy sterujące, co pozwoli bardzo tanim kosztem uzyskać:

- . dodatkowe funkcje, które dają się zrealizować za pomocą układów logicznych i/lub programów mikroprocesora,
- . zwiększenie niezawodności i ułatwienie konserwacji /np. dzięki samodzielnym programom diagnostycznym i zmniejszeniu liczby elementów konstrukcyjnych/,
- . obniżenie kosztu użytkowania linii transmisyjnej w wyniku zastosowania buforów skracających czas trwania połączenia. Bufory będą realizowane za pomocą konwencjonalnych urządzeń pamięci i sterowane mikroprocesorami /transmisja danych w trybie "przełączania komunikatów" - "message mode"/,
- . specjalizowane funkcje dla konkretnych rozwiązań będą możliwe dzięki zastosowaniu programowalnych modułów pamięci z dostępem bezpośrednim, obok fabrycznie dostarczonych modułów pamięci stałej. Dzięki temu można będzie urządzenia końcowe programować na miejscu.

Jednym ze skutków zastosowania inteligentnych urządzeń w systemach rozproszonych będzie silniejsze związanie użytkownika z producentem sprzętu. Innymi słowy, zastosowanie programowalnych mikroprocesorów i modułów pamięci z dostępem bezpośrednim dla przechowywania programów w urządzeniach końcowych i koncentratorach otwiera drogę do częstych zmian oprogramowania przez dostawcę. Zachodzi więc niebezpieczeństwo, że dostawca systemu będzie mógł, dokonując arbitralnych zmian w oprogramowaniu systemowym, skutecznie przeszkodzić przyłączeniu wymiennego sprzętu innego producenta /por. HUDSON/.

## IV. PROCESORY

### A. TENDENCJE W ODNIESIENIU DO CHARAKTERU PROCESÓW

Termin "procesor" stosowany jest tu na określenie tej części systemu liczącego, która obejmuje:

- . układ logiczny do wykonywania rozkazów,
- . funkcje arytmetyczne i logiczne,
- . sterowniczy układ logiczny do ustalania kolejności rozkazów i komunikowania się z innymi częściami /urządzeniami/ systemu,
- . wewnętrzną pamięć do przechowywania mikroprogramów i/lub bieżących segmentów lub stron programu będącego w toku wykonywania.

We wczesnym stadium rozwoju informatyki /około roku 1950/ procesor był nie tylko sercem systemu liczącego, ale także jego najkosztowniejszą częścią. Doktor H.R.J.Grosch sformułował wówczas "prawo" określające związek zachodzący między mocą obliczeniową /rzeczywistą mocą procesora/ a ceną sprzedaży komputera. Prawo Groscha można wyrazić w postaci równania:

$P = KC^2$ , przy czym  $P$  = moc obliczeniowa,  $C$  = koszt dla użytkownika,  $K$  = dowolnie obrana stała.

W latach następnych koszt produkcji obwodów logicznych procesora i urządzeń pamięci wewnętrznej spadał znacznie szybciej niż koszt innych części zestawu komputera /np. urządzeń wejściowych i wyjściowych/. Równocześnie pojęcie "mocy obliczeniowej" /computing power/ przestało być równoznaczne z pojęciem "mocy przetwarzania" /processing power/. Przeważa teraz pogląd, że moc obliczeniowa procesora jest właściwą miarą mocy przetwarzania tylko w przypadku systemów użytkowych bardzo intensywnie użytkujących komputer /tzn. przy bardzo wysokim stosunku realizacji rozkazów do operacji wejścia i wyjścia/. Nawet sam Grosch przyznaje, że jego prawo utraciło ważność /por. RILEY/.

Na rysunku 3 przedstawiono pogląd jednego z ekspertów na stosunek między ceną a wydajnością procesorów /por. MARTIN/. Liczby przytoczone na rysunku 3 są raczej zaniżone, zarówno jeśli chodzi o cenę jak i o wydajność. Wydaje się, że - szczególnie jeśli chodzi o rok 1985 - lepiej wyrażają one stosunek ceny całego systemu komputerowego do jego wydajności niż stosunek ceny procesora do jego wydajności.

Borgerson /por. BORGER/ występuje na rzecz konstruowania procesorów wysokiej mocy z elementów mikroprocesorowych. Jako przykład Borgerson opisuje kompleksy procesorowe, które wykonują liczne strumienie rozkazów posługując się dużą liczbą wzajemnie powiązanych mikroprocesorów jednego typu. Stwierdza:

"... Wydaje się, że przez odpowiednie wzajemne powiązanie szeregu najsilniejszych z dostępnych na rynku "mikroprocesorów" /jednostki ECL serii 10800 firmy Motorola/ można przy pełnej szybkości wykonywania rozkazów i przy wykorzystaniu tylko jednej ścieżki /wykonywania/ rozkazów emulować wiele obecnych komputerów średniej mocy. W razie ... zbudowania systemu z wieloma ścieżkami /wykonywania/ rozkazów, można by otrzymać wielomikroprocesorowy system liczący niemałej mocy".

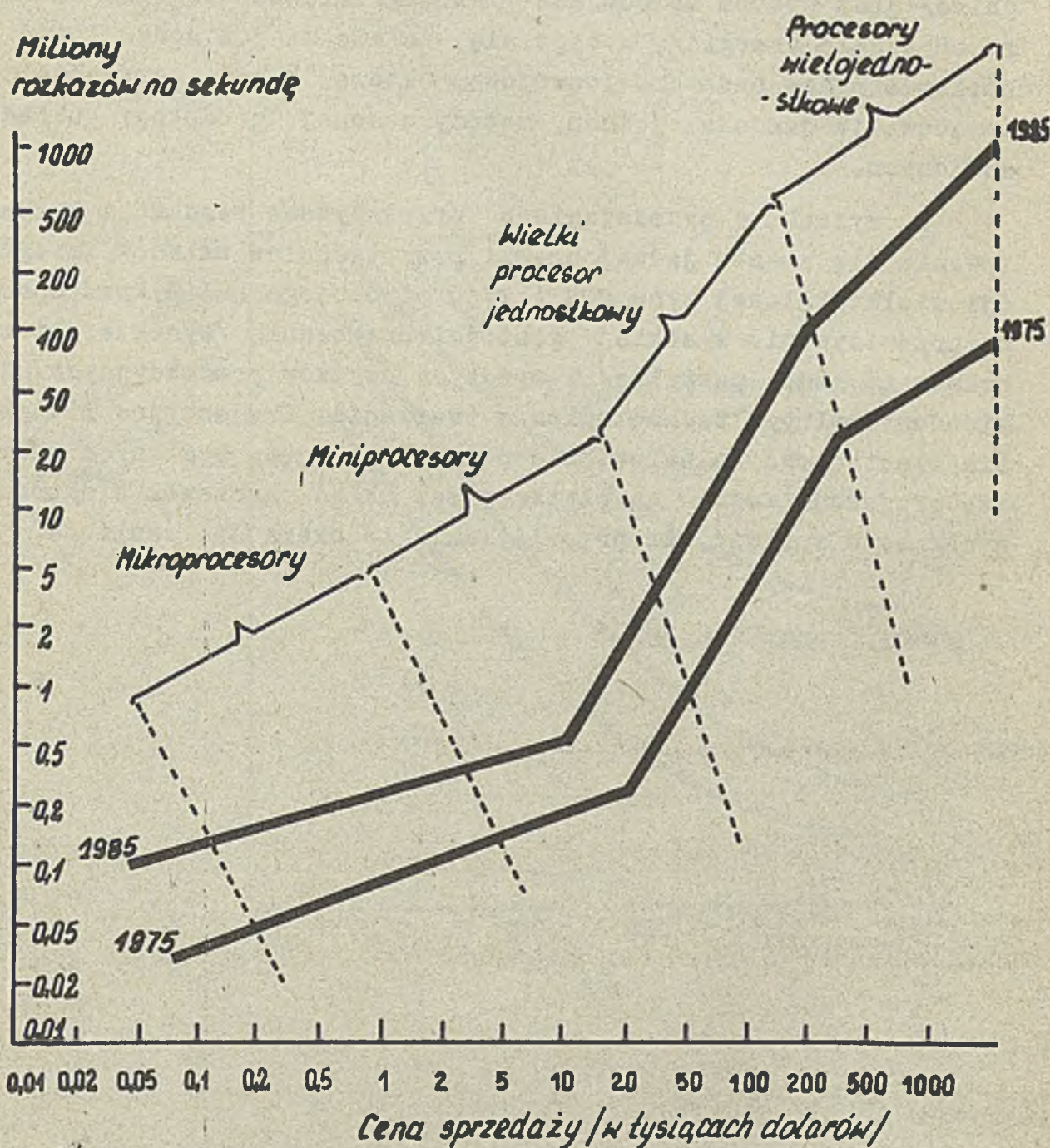
## B. ZESPOŁY OBWODÓW W PROCESORACH

Niezależnie od tego, czy zespołami montażowymi procesorów w latach 80-tych będą kompletne mikroprocesory lub jednostki arytmetyczno-logiczne /ALU/, czy też będą one zawierały oddzielny obwód scalony dla każdej podfunkcji, najpowszechniej stosowaną techniką obwodów będą zapewne układy integracji wielkoskalowej typu półprzewodników tlenkowych /technika MOS LSI/.

Dla uzyskania wysokiej wydajności /przy nieco wyższym koszcie/ można będzie stosować technikę bipolowych LSI.

Wyniki osiągane obecnie przy użyciu taniej techniki MOS oraz szybkich technik bipolowej ECL i  $I^2L$  mogą doprowadzić do zaniechania niektórych, jeszcze nie w pełni opracowanych, choć wykonalnych technik LSI.

Miliony  
rozkazów na sekundę



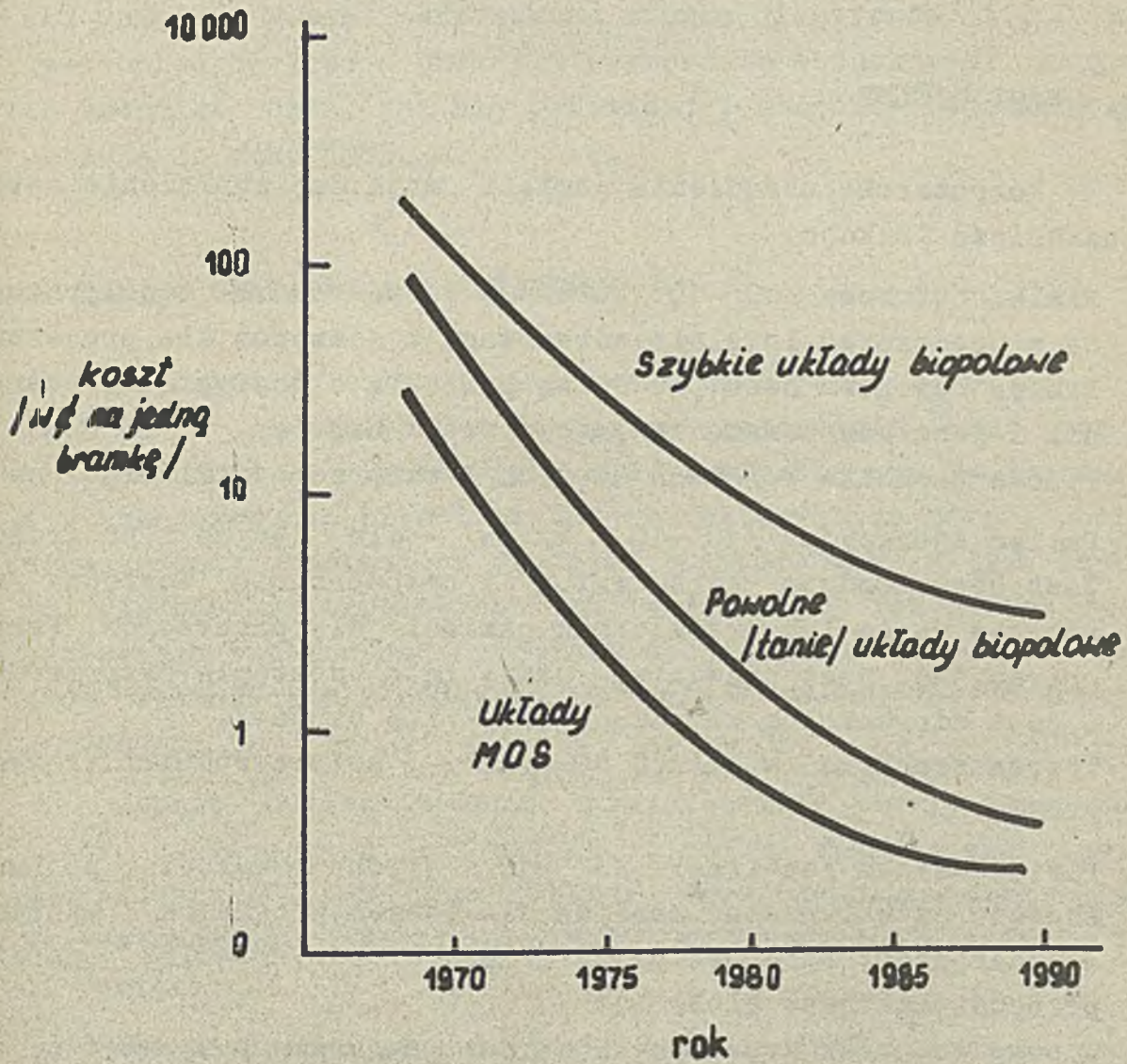
/ źródło: Martin /

Rys.3 Tendencje w dziedzinie stosunku ceny procesorów do ich wydajności / szybkości wykonywania rozkazów /

Choć technika krzemowo-szafirowa /SOS - silicone-on-sapphire/ jest wysoce obiecująca /szczególnie ze względu na małe rozpraszanie energii/, wydaje się, że nie ma już sensu łożyć na rozległe prace badawczo-rozwojowe, które byłyby potrzebne dla opracowania jeszcze jednej metody masowej produkcji układów scalonych.

Na rysunku 4 przedstawiono przewidywane tendencje kształtowania się kosztu jednej bramki przy technice układów integracji wielkoskalowej typu MOS i typu bipolarowego LSI. Wykres oparto na przewidywaniu wysokiej gęstości upakowania /wysokiej liczby bramek na jedną pastylkę/ i wyższych uzysków produkcyjnych dzięki udoskonalonym technologiom wytwarzania. Projekcyjna litografia elektronowa /naświetlanie podłoża obwodów scalonych w drodze projekcji maski na płytkę przez układ soczewek elektronowych/ może sprawić, że przewidywania te okażą się zaniżone.





Rys. 4. Przewidywany koszt pospolitych typów układów integracji wielkoskalowej LSI /por. TURN/

## V. PAMIĘCI

### A. UWAGI OGÓLNE

Komputerowe urządzenia pamięci mają do spełnienia cztery zasadnicze funkcje:

- Pamięć buforowa / $10^3$ - $10^5$  bitów/ - bezpośrednio współpracująca z procesorem, lokalnie adresowana i dostępna dla procesora. Pamięć buforowa jest prawdziwą pamięcią o dostępie bezpośrednim i jest adresowana za pomocą słów /bajtów/.  
Typowa technika w latach 80-tych - półprzewodniki bipolowe.
- Pamięć operacyjna / $10^5$ - $10^{10}$  bitów/ - dla danych i programów. Jest bezpośrednio adresowalna i bezpośrednio dostępna /np. poprzez szynę lub przełącznik pamięci/ dla procesorów. Pamięć operacyjna jest prawdziwą pamięcią o dostępie bezpośrednim i jest adresowalna za pomocą słów /lub bajtów/.  
Typowa technika w latach 80-tych - półprzewodniki tlenkowe /MOS/.
- Pamięć masowa /on-line/ / $10^8$ - $10^{15}$  bitów/ - wysoce pojemna, średnio szybka pamięć on-line dla danych, programów i systemów operacyjnych; adresowalna za pomocą bloków; również jednostką przenoszenia jest blok.  
Typowa technika w latach 80-tych: magnetyczna pamięć pęcherzykowa.
- Pamięć archiwalna / $10^{12}$ - $10^{20}$  bitów/ - bardzo pojemna, bardzo tania pamięć do przechowywania danych, które nie muszą być stale utrzymywane on-line.  
Typowa technika w latach 80-tych: taśma magnetowidowa lub techniki optyczno-laserowe.

Trzy ostatnie typy pamięci można łączyć, tworząc z nich hierarchiczny podsystem pamięci, który wówczas traktowany jest przez procesor jako jedna bardzo wielka pamięć operacyjna. Na

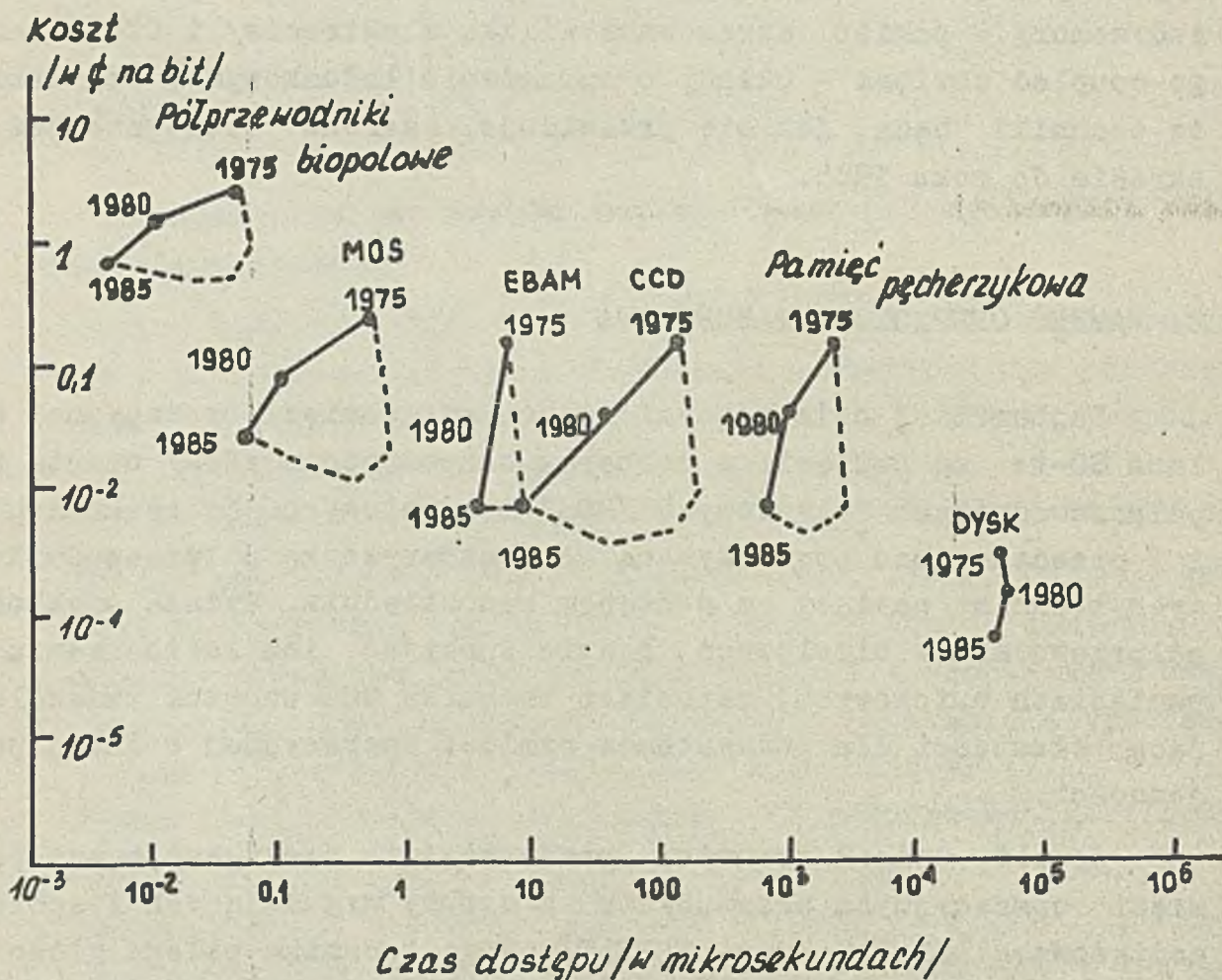
rysunku 5 przedstawiono przewidywane kształtowanie się stosunku kosztu na jeden bit do czasu dostępu w najbardziej obiecujących typach pamięci. Z wyjątkiem technik EBAM /electron-beam addressed memory - pamięć adresowana wiązką elektronów/ i CCD /charge-coupled devices - układy o sprzężeniu ładunkowym/, wszystkie te techniki będą, jak się przewiduje, szeroko stosowane już w okresie do roku 1985.

## B. PAMIĘĆ OPERACYJNA I BUFOROWA

Najbardziej obiecującymi technikami pamięci operacyjnej na lata 80-te są pamięci z dostępem bezpośrednim /RAM/ oparte na półprzewodnikach tlenkowych /MOS/ i bipolowych. Na rysunkach 6 i 7 przedstawiono przewidywaną charakterystykę półprzewodnikowych technik pamięci z dostępem bezpośrednim. Wyższa szybkość półprzewodników bipolowych będzie sprzyjać ich zastosowaniu w pamięciach buforowych, natomiast technika MOS zapewni zadawalające własności dla podsystemów pamięci operacyjnej o dużej pojemności.

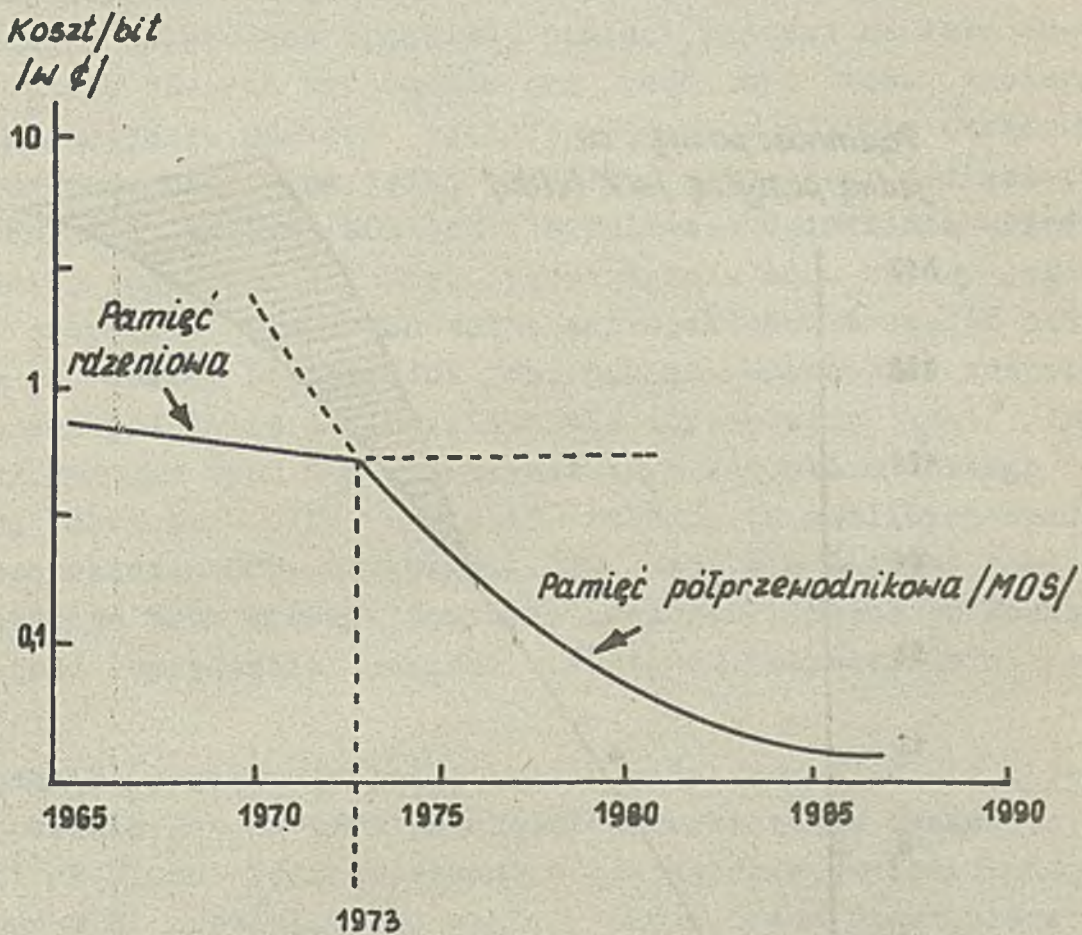
Appelt opisał techniki projektowania niewygasających pamięci operacyjnych przy użyciu z natury wygasających zespołów montażowych LSI RAM /por. APPELT/. Jego technika polega głównie na zastosowaniu baterii oraz logiki okresowego odświeżania treści pamięci.

Techniki pamięci z dostępem bezpośrednim, które najprawdopodobniej znajdą szerokie zastosowanie w latach 80-tych, to te, na które przeznaczają się największe nakłady kapitałowe w drugiej połowie lat 70-tych. Innymi słowy, jest kilka technik, których słuszność, czyli techniczna wykonalność, została laboratoryjnie udowodniona; ale tylko dwie lub trzy z nich staną się przedmiotem rozległych prac rozwojowych. Niektórzy entuzjaści MOS twierdzą, że amerykańskie dotacje rządowe na rozwój magnetycznych pamięci pęcherzykowych dały tym ostatnim sztuczną przewagę nad urządzeniami MOS. Utrzymują, że gdyby te same sumy wydano na prace rozwojowe nad urządzeniami pamięci typu MOS, otrzymano by urządzenia z własnościami "lepszymi" od pamięci pęcherzykowych.



/Według Martina/

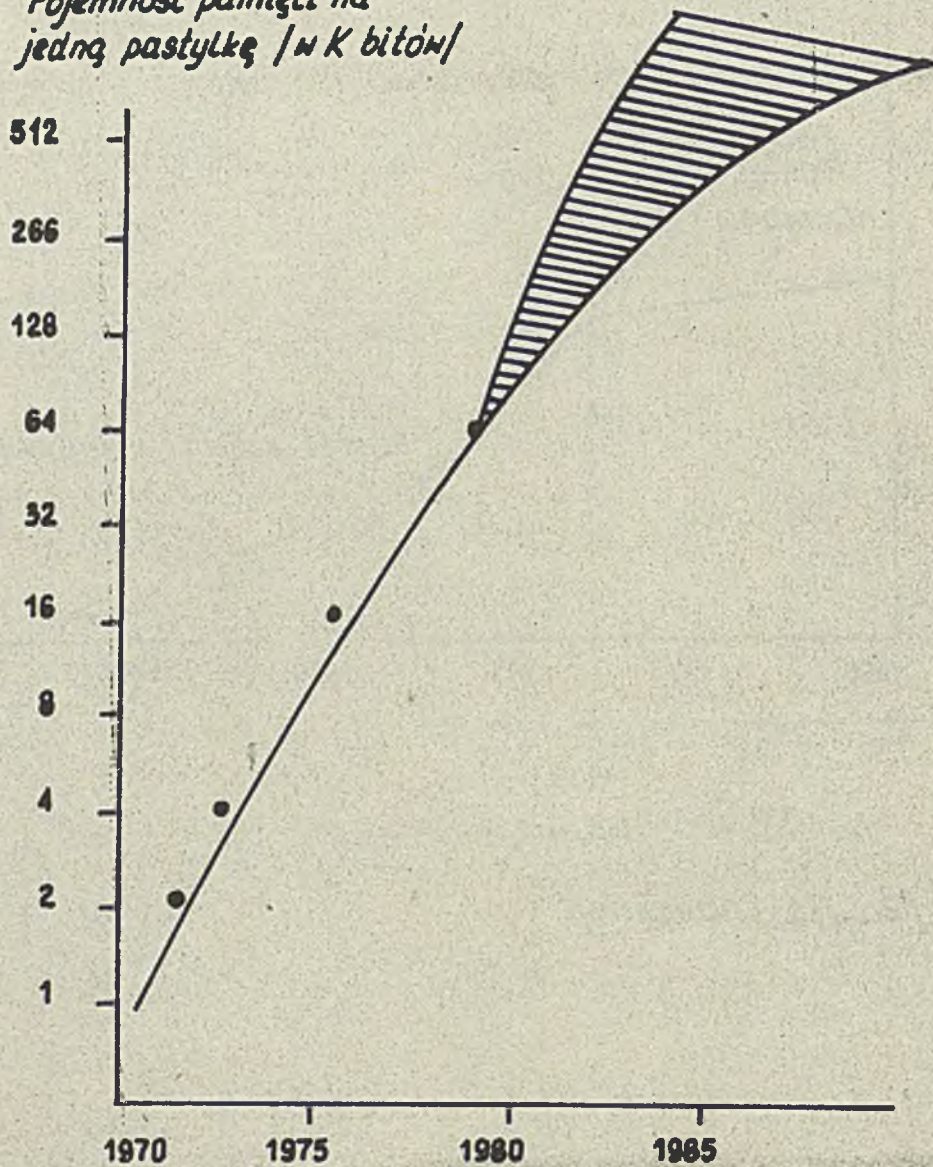
Rys. 5 Przewidywany stosunek kosztu na jeden bit do czasu dostępu dla niektórych obiecująco zapowiadających się technik pamięci



/ Źródło: Champine /

Rys.6 Tendencje w dziedzinie kosztu pamięci operacyjnej

*Pojemność pamięci na  
jedną pastylkę /w K bitów/*



*Data pojawienia się na rynku*

*Rys. 7 Gęstość opakowania pojedynczej pastylki  
w pamięciach LSI o dostępie bezpośrednim  
/LSI RAM/*

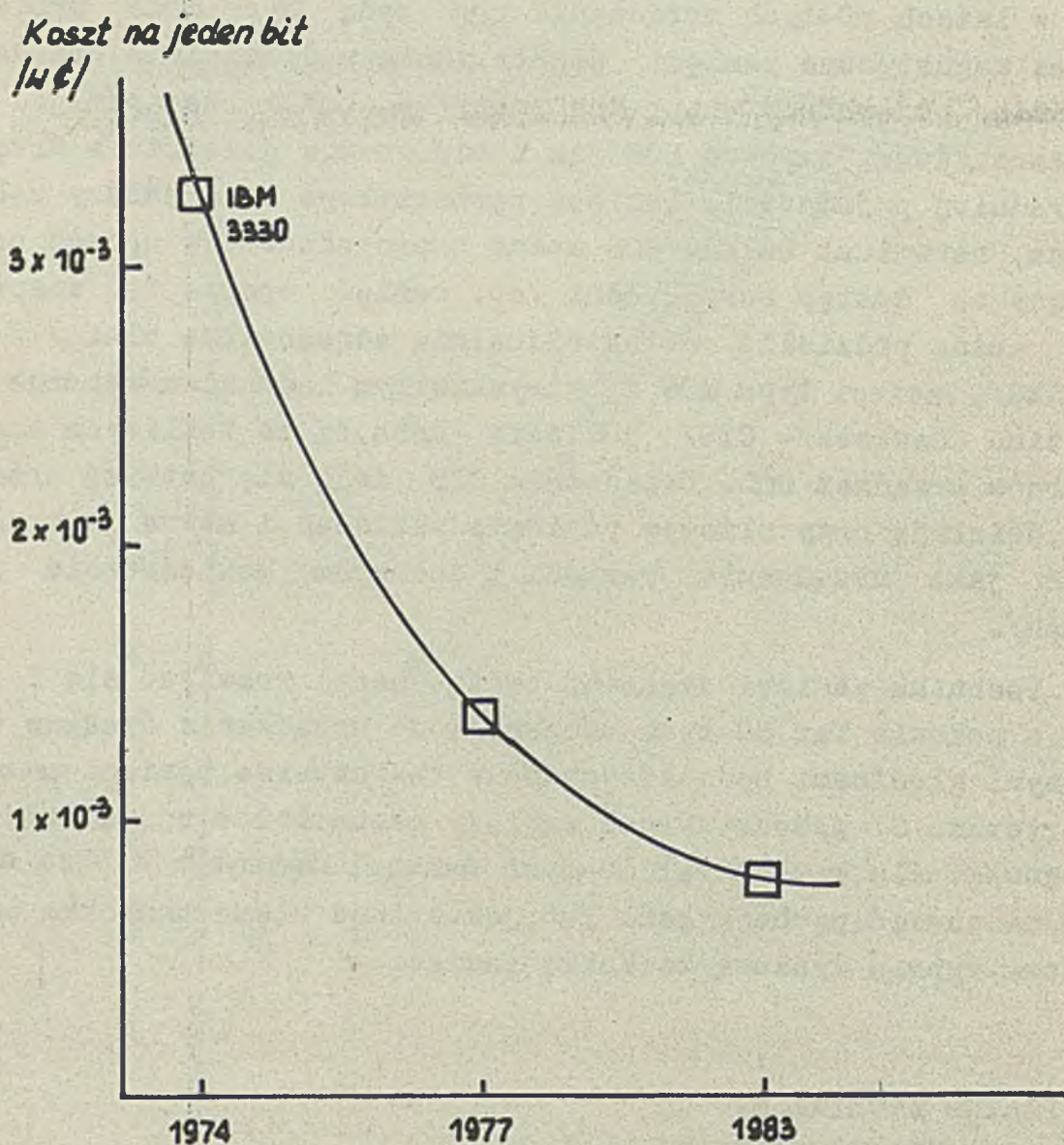
## C. PAMIĘĆ MASOWA

Magnetyczne urządzenia pęcherzykowe i urządzenia CCD to najbardziej obiecujące techniki pamięci masowej na lata 80-te. Ale w latach 80-tych urządzenia CCD będą być może wypierane przez magnetyczne pamięci pęcherzykowe w dziedzinie urządzeń o wysokiej pojemności na jedną pastylkę, zaś przez pamięci półprzewodnikowe, zarówno MOS jak i bipolowe, w dziedzinie urządzeń o średniej pojemności. Pamięci pęcherzykowe są z natury sekwencyjne, natomiast układy CCD można zaprojektować w sposób pozwalający na dostęp bezpośredni /np. pamięć opartą na zespołach CCD można podzielić na indywidualnie adresowalne bloki/ //por. SALZER/, Pamięci typu MOS z wtryskiwanym ładunkiem /charge injection devices/- CID/ już dziś uchodzą za możliwych spadkobierców urządzeń CCD. Urządzenia CID dają się łatwiej produkować, działają przy niższym poziomie zakłóceń i można je konstruować jako urządzenia pamięci z dostępem bezpośrednim /por. ALLAN/.

Technika pamięci dyskowej będzie nadal rozwijać się i jeszcze w połowie lat 80-tych udoskonalone urządzenia dyskowe z ruchomymi głowicami będą stosowane w charakterze pamięci masowych. Na rysunku 8 przedstawiono względy ekonomiczne uzasadniające tę prognozę. Ale w toku lat 80-tych nastąpi moment, w którym magnetyczna pamięć pęcherzykowa lub jakaś inna niemechaniczna pamięć masowa wyprze dyskową technikę pamięci.

## D. PAMIĘĆ ARCHIWALNA

Terabit Memory System firmy Ampex może stać się prekursorem pewnego typu pamięci archiwalnej, która wykorzystuje techniki zapisu magnetowidowego o wysokiej gęstości upakowania do taniego przechowywania bardzo dużych ilości danych na odedjmowanych zwojach taśmy magnetycznej. Taśma TERABIT ma szerokość 2 cale i może być przeszukiwana z szybkością 1000 cali na sekundę. Natomiast IBMowska jednostka pamięci masowej 3850 ma wszel-



*Rys. 8 Prognoza kształtowania się kosztu przechowania jednego bitu w dyskowych urządzeniach pamięci z ruchomą głowicą*



kie cechy produktu jednorazowego, którego późniejsze funkcjonalne odpowiedniki zapewne będą oparte na zupełnie innej technice. Oba urządzenia mają bardzo wysoką pojemność pamięci on-line:

Urządzenie	Pojemność pamięci w bajtach 8-bitowych
Ampex Terabit	350 000 000 000
IBM 3850	470 000 000 000

Nowsze, obiecująco zapowiadające się techniki, które mogą wyprzeć dzisiejsze urządzenia pamięci masowej, to m.in.:

- . optyczna technika laserowa z zastosowaniem mylarowej błony fotograficznej /por. HODGES/,
- . technika holograficzno-optyczna,
- . urządzenia domenowe.

## VI. TRANSMISJA DANYCH

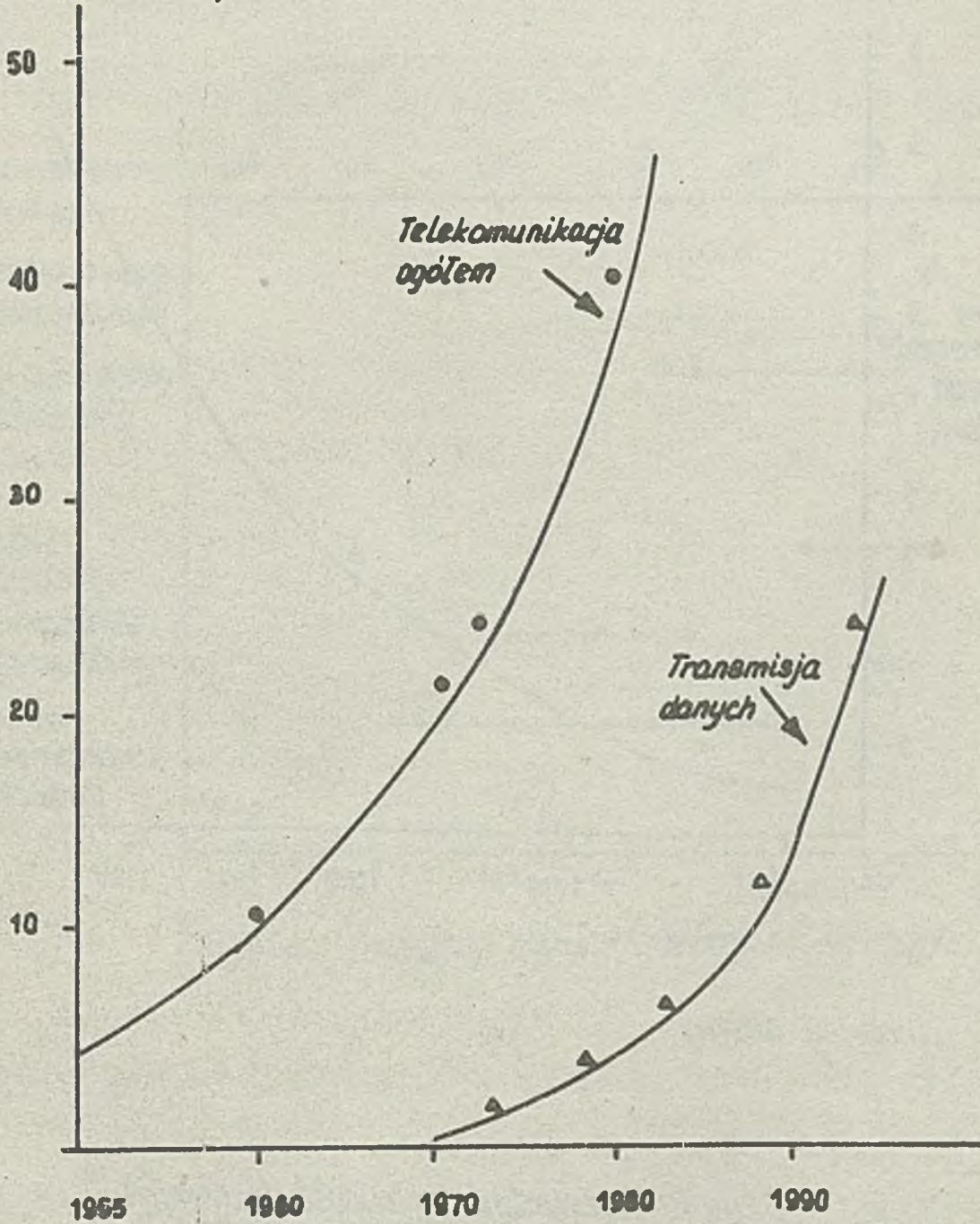
### A. USŁUGI W ZAKRESIE TRANSMISJI DANYCH

Przewiduje się, że usługi w zakresie transmisji danych będą rosły o 20% rocznie /por. rys.9 i 10/, przy czym za podstawę przyjmuje się w Stanach Zjednoczonych sumę 1,5 mld dolarów z 1973 r. Według tych przewidywań amerykańskie towarzystwo telekomunikacyjne Bell Systems będzie miało w roku 1978 sieć usług transmisji danych cyfrowych wiążącą wzajemnie około 100 największych miast amerykańskich. Stosowanie telefonii /mierzone natężeniem ruchu i liczbą połączeń/ do celów transmisji danych wzrastało w latach 1964-1974 w tempie 5% rocznie. Również czas trwania połączeń telefonicznych i przeciętna odległość między miejscem wywołania a miejscem przeznaczenia rosły z każdym rokiem /por. YIUM/.

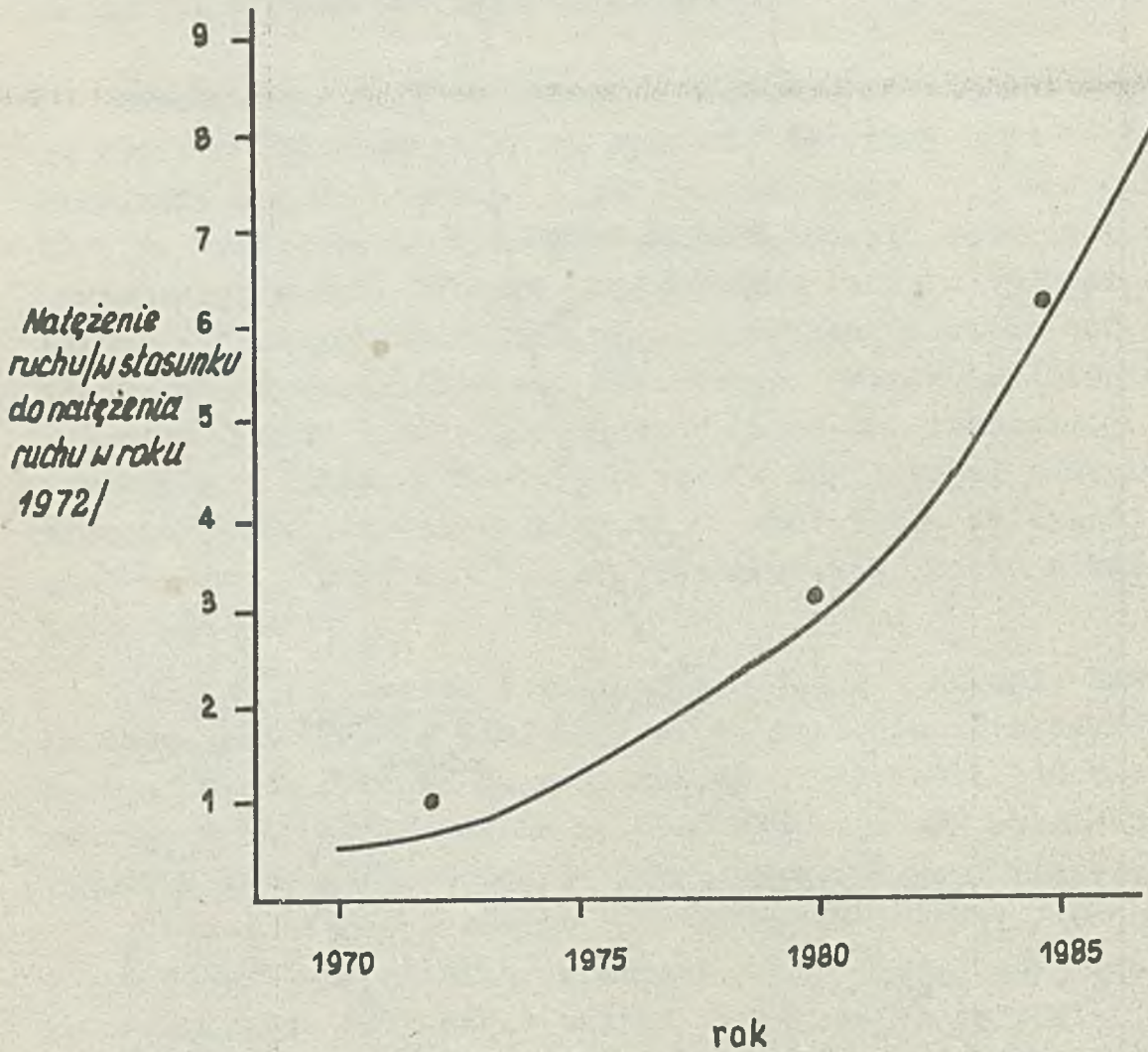
Zarówno w Stanach Zjednoczonych jak i w Europie Zachodniej zaznacza się wyraźna tendencja ku zwiększeniu szybkości nabywanych usług transmisji danych: usługi o szybkości 110 b/s są zastępowane usługami o szybkości 300 b/s, 300 b/s przez 1200 b/s, a 9600 b/s przez 56 000 b/s. Toteż przewidujemy większy wzrost usług w dziedzinie średnich szybkości transmisji /10-100 kb/s/ niż w dziedzinie niskich szybkości /0,1-1 kb/s/. Wygląda na to, że organizacje świadczące usługi w zakresie transmisji danych są skłonne zaspokoić to zapotrzebowanie przesuwające się ku wyższym szybkościom /por. rys. 11/. Baer przepowiada, że początek lat 80-tych przyniesie szerokie rozpowszechnienie usług transmisyjnych o szybkości 56 kilobitów/s i że pozwoli to na transmisję faksymili z szybkością 3-4 stron na minutę /por. BAER/.

Przewiduje się, że wzrost zakupów sprzętu transmisji danych w Stanach Zjednoczonych będzie wynosił:

Wartość  
/w mld dolarów/

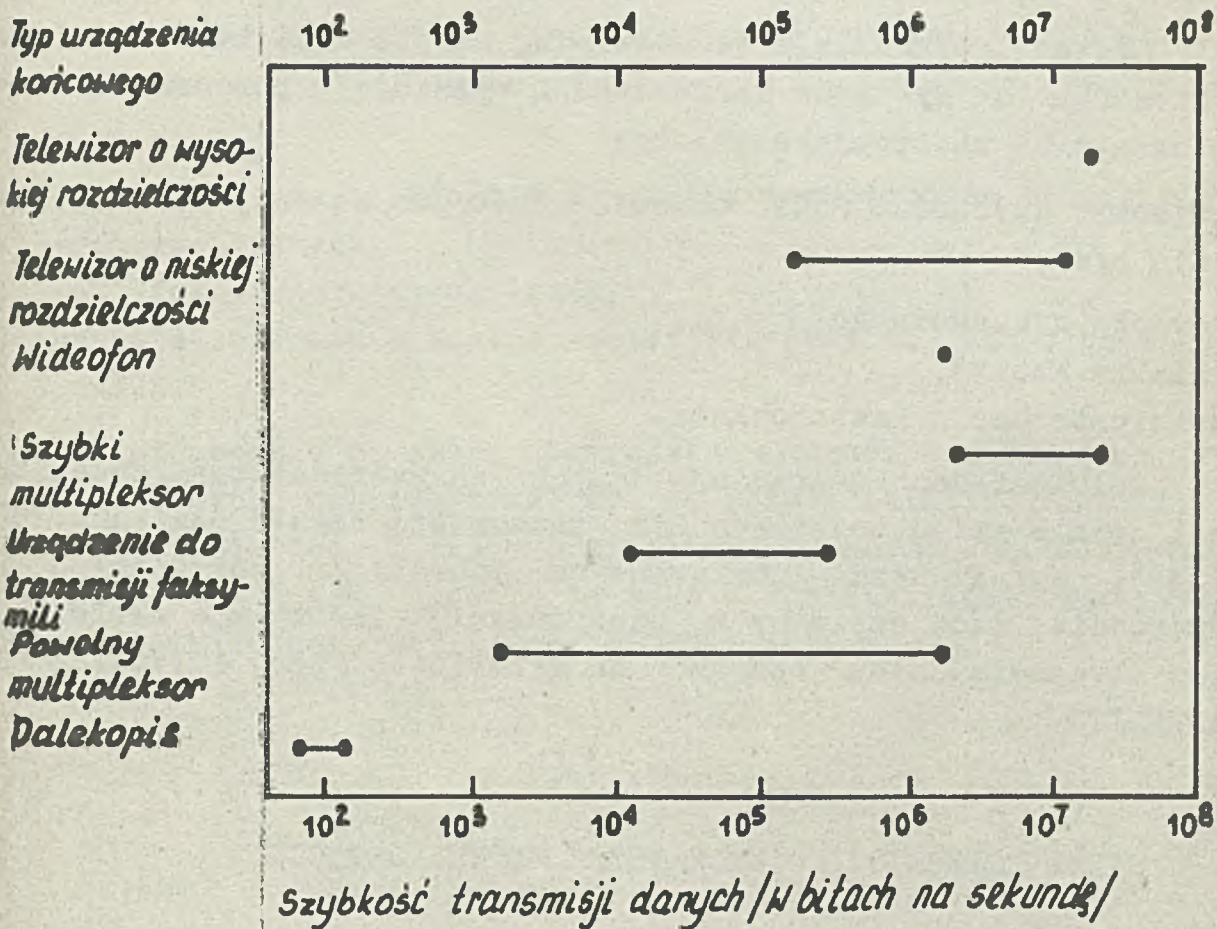


Rys. 9 Przewidywany wzrost usług telekomunikacyjnych w Stanach Zjednoczonych



*/Porównaj SMITH/*

*Rys. 10 Przewidywany wzrost transmisji danych w Europie /na podstawie badań przeprowadzonych przez Eurodata w 17 krajach Europy Zachodniej/*



Rys. 11 Urządzenie końcowe i odpowiadające im szybkości transmisji danych

- . 23% rocznie w latach 1975-1977,
- . 15% rocznie /procent składany/ w latach 1978-1985.

## B. TRANSMISJA DANYCH ZA POŚREDNICTWEM SATELITÓW KOMUNIKACYJNYCH

Przewiduje się, że w latach 80-tych większość usług szybkiej masowej transmisji danych odbywać się będzie za pośrednictwem satelitarnych urządzeń telekomunikacyjnych.

Systemy transmisji satelitarnej są już dziś konkurencyjne w stosunku do systemów naziemnych i wykazują w porównaniu z tymi ostatnimi następujące zalety:

- . wysokie szybkości /już obecnie dostępne są szybkości 1,344 mln b/s/,
- . wysoka niezawodność /99,9%/,
- . niskie koszty,
- . wielostronność zastosowania.

Dalekosiężna transmisja danych za pośrednictwem satelity jest zwykle mniej kosztowna niż transmisja czysto naziemna. Co więcej, wysoki koszt początkowych inwestycji potrzebnych do stworzenia łącz naziemnych zdecydowanie faworyzuje tworzenie łącz transmisyjnych opartych na satelitach /por. PRITCHARD i SATELLITE/.

## C. SYSTEMY TRANSMISJI DANYCH PRZEZ WŁÓKNA OPTYCZNE

Eksperymentalna transmisja optyczna szybko zbliża się do stadium, kiedy wyniki laboratoryjne spełnią wymagania transmisji o charakterze komercyjnym. Za osiągalne uważa się szybkości transmisji rzędu setek megabitów na sekundę i częstotliwości błędów rzędu  $10^{-9}$ . Jako źródła światła w doświadczalnych systemach transmisji optycznej stosuje się obecnie diody emitujące światło /light emitting diodes - LED/ i diody laserowe z wtryskiem /injection lasers/ wytwarzane z arsenku glinowo-galowego.

Straty optyczne i zniekształcenia sygnału są w tych systemach doświadczalnych na tyle niskie, że mogą one spełniać wymagania łączy transmisji o długości do kilku mil, jeśli stosuje się specjalnie dobrane wielomodowe włókno szklane. Odległość transmisji można zwiększyć stosując obwody rejestrowe w charakterze przekaźników sygnałów. Ale dalekosiężnej transmisji dużych ilości danych nie da się dziś osiągnąć nawet w laboratorium.

Systemy transmisji danych oparte na włóknie optycznym będą miały następujące zalety w porównaniu z transmisją po drucie miedzianym:

- . niski koszt,
- . niepodatność na zakłócenia ze strony zewnętrznych źródeł elektromagnetycznych,
- . brak efektów toru współziemnego,
- . znacznie mniejsza średnica materiału przy tej samej przepus-  
towości.

Zastosowanie na skalę komercyjną systemów transmisji opar-  
tych na włóknie optycznym zależy od rozwiązania szeregu trud-  
nych problemów technicznych oraz od wyniku badań celowości eko-  
nomicznej, będących obecnie w toku w pracowniach Towarzystwa  
Telekomunikacyjnego Bell /por. OPTIC i ALLAN/.

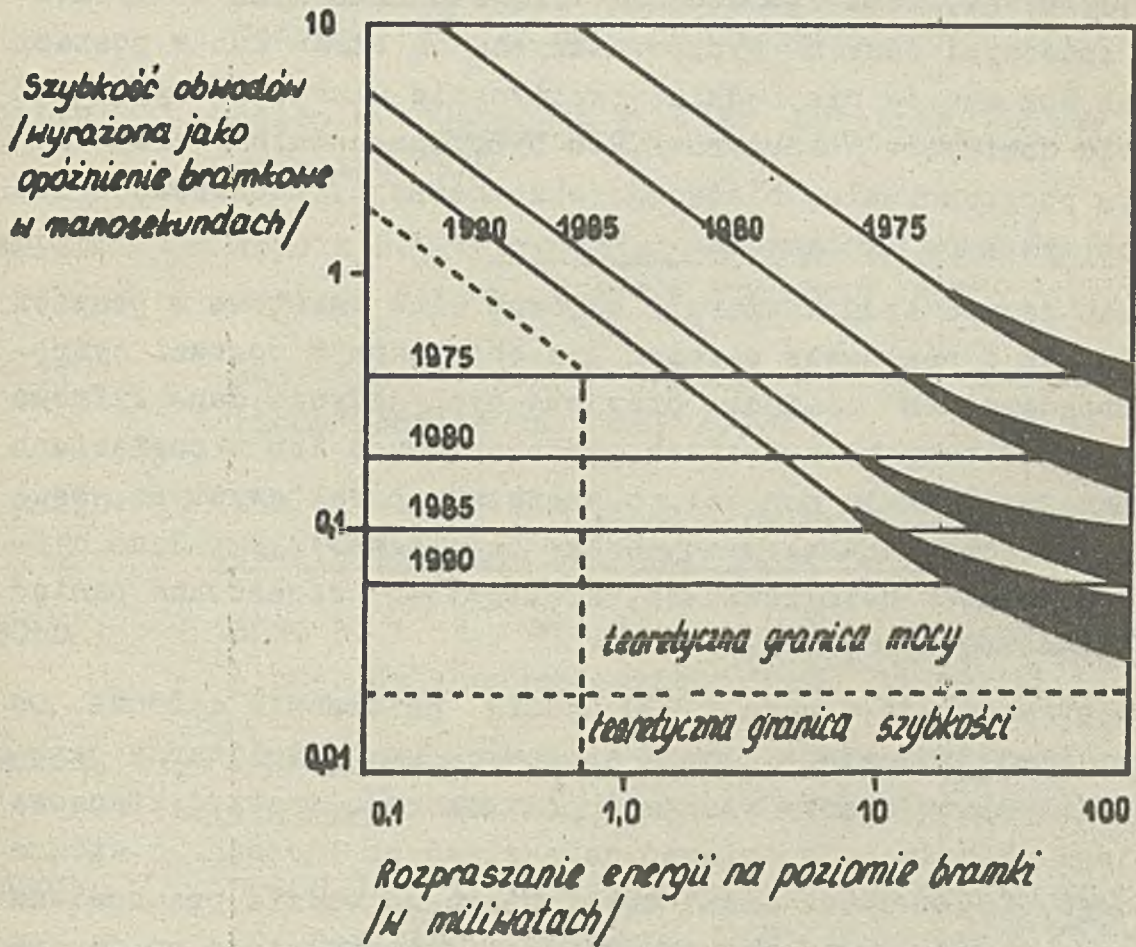
## VII. PO ROKU 1985

Ten rozdział jest oparty oczywiście tylko na przypuszczeniach. Nie ma sposobu ustalenia stopnia prawdopodobieństwa poczynionych tu przepowiedni, ale każda przepowiednia wiąże się bezpośrednio z jakąś techniką opisaną w poprzednich rozdziałach, gdyż - jeśli chodzi o te techniki - zachodzi duże prawdopodobieństwo ich realizacji na skalę komercyjną.

Wiele systemów interogacyjnych będzie posługiwać się wejściem i wyjściem głosowym. To znaczy, że na wejściu stosowane będą automatyczne urządzenia rozpoznające głos, a na wyjściu automatyczne wytwarzanie głosu będzie służyć do przekształcania tekstowego wyjścia na słyszalną mowę. Stosowane będzie też łączenie wyjścia akustycznego i wizualnego dla podniesienia i wzmocnienia skuteczności komunikacji maszyny z człowiekiem. Wyjście głosowe będzie też stosowane do instruowania, nadzorowania i poprawiania operatorów urządzeń końcowych. Ekranowe urządzenia końcowe będą łączyć wyjście tekstowe z zarówno dwu- jak i trójwymiarowymi obrazami graficznymi, zapewniając w ten sposób lepszą komunikację maszyny z człowiekiem. Te urządzenia ekranowe będą skonstruowane raczej z myślą o umożliwieniu optymalnego wprowadzania danych posługującym się nimi ludziom niż /jak to jest w przypadku dzisiejszych urządzeń/ z myślą o optymalnym wykorzystaniu charakterystyki technicznej sprzętu, leżącej u podstawy tych urządzeń.

W 1990 r. półprzewodnikowe urządzenia procesorowe zbliżą się do teoretycznych granic możliwości, wyznaczonych przez rozpraszanie energii i szybkości komutowania /por. rys.12/. W tym czasie mikroprocesory będą stosowane jako elementy sterujące w większości dynamicznych przyrządów i urządzeń z regulacją wielopółkową, a na mikroprocesory, zastosowane w charakterze elementów przetwarzających w zestawach komputerów, przypadać będzie w roku 1990 tylko niepełnych 10% wszystkich wyprodukowa-





*/ źródło: Turn /*

*Rys. 12 Przewidywane zależności szybkości działania i rozpraszania energii półprzewodnikowych krzemowych układów logicznych*

nych w tym roku mikroprocesorów. W większości przypadków obliczenia i przetwarzanie danych będą się odbywały automatycznie i w sposób niedostrzegalny na zapleczu /lub wewnątrz/ sieci urządzeń końcowych, które będą stanowiły jedyny widoczny na zewnątrz segment systemów liczących. Większość funkcji przetwarzania danych do celów gospodarczych będzie wykonywana w sposób nie absorbujący uwagi. Poza operatorami urządzeń końcowych i użytkownikami końcowymi danych wyprowadzanych na ekran lub w postaci trwałych dokumentów nie będzie praktycznie nikogo /z wyjątkiem personelu dostawców komputerów/, kto byłby zatrudniony przy tradycyjnym programowaniu, bieżącej eksploatacji, konserwacji lub obsłudze systemów liczących.

Bazy danych będą zawierały zarówno dane tekstowe w postaci cyfrowej jak i analogowe obrazy, przechowywane w postaci cyfrowej w urządzeniach pamięci przyjmujących jedynie dane cyfrowe /np. w magnetycznych pamięciach pęcherzykowych lub w pamięciach CCD/. Inne urządzenia pamięci, o szerszej charakterystyce, będą w stanie przechowywać zarówno obrazy analogowe jak i dane cyfrowe /np. pamięć holograficzna, elektronowo adresowana pamięć na błonie fotograficznej/.

Teletransmisja w roku 1990 będzie przeważnie cyfrowa. Do dalekosiężnej transmisji danych stosowane będą satelitarne przekaźniki impulsów między stacjami naziemnymi. Krótkodystansowa transmisja będzie się opierać na naziemnych łączach z włókna optycznego. Duża część ruchu telefonicznego będzie przenoszona w postaci cyfrowo zakodowanych danych, które dopiero po dotarciu do miejsca przeznaczenia będą przekształcane w słyszalne sygnały.

W 1990 r. technika sprzętu do wprowadzania, przetwarzania i rozprowadzania danych będzie tak doskonale dostosowana do potrzeb użytkowników, że składające się na nią zespoły montażowe i urządzenia w systemach liczących będą zauważalne tylko dla najbardziej zaawansowanych użytkowników. W tej erze konstruktorzy systemów liczących będą skupiać swą uwagę głównie na doskonałości płaszczyzny styku między człowiekiem a maszyną.

## ZAŁĄCZNIK A: BIBLIOGRAFIA

- ADAMS Adams C.N.: Over the Horizon: a report on June 1975 Computer Elements Technical Committee Workshop. IEEE Computer 9 /12/ 8-11, luty 1976.
- ALLAN Allan R.: Components. IEEE Spectrum 12 /4/ 56-59, kwiecień 1975.
- APPELT Appelt D.R.: Providing non-volatile LSI memory. Digest of Papers, COMPCON 72, IEEE /1972/.
- BAER Baer W.S. i in.: Rec. IEEE National Telecommunications Conference. IEEE /1976/.
- BEHAND Behandarkar D.P.: On the performance of magnetic bubble memories in computer systems.
- BOND BOND L. i in.: What's happening in data communications. Telecommunications 9 /7/ 11-19, lipiec 1975.
- BORGER BORGERSO B.R.: The viability of multimicroprocessor systems. IEEE Computer 9 /1/ 26-30, styczeń 1976.
- BUSCH BUSCH D.F. i in.: Printer technology: competition for the ribbon bangers. IEEE Computer 8 /9/ 14-49, wrzesień 1975.
- CHAMPINE Champine G.A.: User impact of fourth generation systems. INFO 75 New York, wrzesień 1975.
- COURY Coury F.F. i in.: Advanced architecture and applications of microprocessors. IEEE Computer 9 /1/ 16-58, styczeń 1976.
- FALK Falk H.: Computers: poised for progress. IEEE Spectrum 9 /1/ 44-49, styczeń 1976.

- FULLER Fuller S.H., Siewiorck D.P.: Some observations on semiconductor technology and the architecture of large digital modules. IEEE Computer 6 /10/ 14-21, październik 1973.
- HODGES Hodges D.A.: Alternative component technologies for advanced memory systems. IEEE Computer 6 /9/ 35-37, wrzesień 1973.
- HUDSON Hudson D. i in.: Microprocessors promise facelift for TTY successors. The Data Communications User - - /-/, 34-37, marzec 1975.
- MARTIN Martin R.R.: Electronic disks in the 1980's. IEEE Computer 8 /2/ 24-30, luty 1975.
- OPTIC Li T.: Optical transmission research moves ahead. Bell Labs Record 53 /8/ 333-339, wrzesień 1975.
- PRITCHARD Pritchard W.L.: Satellite communications: a review and projection. Telecommunications 9 /9/ 27-30, wrzesień 1975.
- RILEY RILEY W.B.: Wanted for the 70's: easier-to-program computers. Electronics /Magazine/, 13 września 1971.
- SALZER Salzer J.M.: Bubble memories: where do we stand. IEEE Computer 9 /3/ 36-41, marzec 1976.
- SATELLITE Abramson N., Cacciamani E.R.: Satellites: not just a big cable in the sky. IEEE Spectrum 12 /99/ 36-40, wrzesień 1975.
- SILT Dolotta T.A. i in.: SILT presentation at SHARE XLIII /Data processing in 1980-1985/. SSD 249, SHARE Inc., Chicago, Ill., 15 października 1974.
- SMITH Smith M.: The British Post Office and the teleprocessing of the future. Telecommunications 8 /12/ 24-27, grudzień 1974.

- SPECTRUM Anon.: IEEE Spectrum's key area forecasts. IEEE Spectrum 12 /4/ 50-51, wrzesień 1975.
- TURN Turn R.: Columbia in the 1980's. Columbia University Press New York 1974.
- WOODEY Woodey P. i in.: Results of the IBM application development case study.
- VANVLECK Van Vleck E.M.: Substituting telecommunications for travel: feasible or desirable? IEEE 1974 National Telecommunications Conference. IEEE, grudzień 1974.
- YIUM YIUM T. i in.: Technical Telecommunication Forces. IEEE 1974 National Telecommunications Conference, IEEE, grudzień 1974.
- XEBEC Anon.: XEBEC's Magic Pen. Modern Data - /- / 40-41, czerwiec 1975.

## ZAŁĄCZNIK B: SŁOWNIK AKRONIMÓW ANGIELSKICH UŻYTYCH W TEKŚCIE OPRACOWANIA

- ALU - arithmetic-logic unit - jednostka arytmetyczno-logiczna
- CAM - content addressable memory - pamięć adresowana według treści /zawartości/
- CCD - charge-coupled devices /LSI/ - układy o sprzężeniu ładunkowym /układy integracji wielkoskalowej/
- CPMOS - complementary MOS /IC/ - komplementarne tlenkowe układy półprzewodnikowe /układy scalone/
- EBAM - electron beam-addressed memory - pamięć adresowana wiązką elektronów
- ECL - /bipolar/ emitter-coupled logic /IC/ - /bipolowy/ układ logiczny o sprzężeniu emiterowym /układy scalone/
- FET - field-effect transistor /IC/ - tranzystor unipolowy /układy scalone/
- GSI - grand scale integration - integracja bardzo wielkiej skali
- IC - integrated circuit - układ scalony
- I<sup>2</sup>L - integrated injection logic /IC/ - zintegrowany wtryskiwany układ logiczny /układ scalony/
- LED - light-emitting diode - dioda emitująca światło
- LSI - large scale integration - integracja wielkoskalowa
- MOS - metal oxide semiconductor - półprzewodnik tlenkowy, z tlenków metalicznych
- MTBF - mean time between failures - średni czas międzyawaryjny
- NMOS - N-channel MOS - ujemnokanałowy półprzewodnik tlenkowy
- RAM - random access memory /read and write/ - pamięć o dostępie bezpośrednim /zwykła/

- ROM - read only memory /random access/ - pamięć stała /o dostępie bezpośrednim/, tylko do odczytywania
- SOS - silicon-on-sapphire /IC/ - układ krzemowo-szafirowy /obwody scalone/
- TTL - transistor-transistor logic - układ logiczny tranzystor-tranzystor

Cena zł 92.-