

16. Porównanie obliczeń prognozowanego parku komputerów w USA dla 1975 r. i 1980 r. według zastosowanej metody wykazuje zgodność z prognozami amerykańskimi w granicach 5⁰/o.

17. W pracy podano również proponowane kierunki udoskonalenia metody prognozowania rozwoju informatyki, na dalszych etapach badań prognostycznych, z zastosowaniem metod symulacji na dużych komputerach (np. IBM/360) i uporządkowanego systemu zbierania informacji statystycznych oraz uzgadniania ocen ekspertów.

5.6.

Model rozwoju zapotrzebowania na kadry informatyków

5.6.1.

Wybrane prognozy rozwoju informatyki w szkolnictwie wyższym

Przewidywania rozwoju informatyki w szkolnictwie wyższym⁷⁵ muszą w końcu opierać się w tym większym stopniu na sądach intuicyjnych, im dalej w przyszłość przesuwana się horyzont prognozy. Można jednak przypuszczać, że w głównych zarysach zastosowania informatyki w szkolnictwie polskim roku dwutysięcznego nie będą w rażącej dysproporcji do średniego poziomu krajów wysoko rozwiniętych. Wniosek ten można traktować jako wyraz umiarkowanego optymizmu co do perspektyw rozwoju pokojowej, coraz wszechstronnejszej, współpracy państw europejskich. Można więc sformułować następujące pytanie programowe:

Jakie główne problemy będą stać przed szkolnictwem wyższym 2000 r. w krajach wysoko rozwiniętych i w Polsce? Jaka będzie rola informatyki w ich rozwiązywaniu?

Najbardziej przekonującą odpowiedź już podano⁷⁶. Przewiduje się, że do 2000 r. nasilać się będą tendencje dalszego wzrostu specjalizacji, rozdrobnienia dziedzin kształcenia i zawodów. Wynika to z przewidywań dalszego wzrostu zarejestrowanych wiadomości oraz faktu, że człowiek zdobywa i wzbogaca te wiadomości przeciętnie ze stałą prędkością. Wzrost wiedzy szczególnie w rozwijających się dziedzinach nauki i techniki, następuje w postępie geometrycznym. W taki sposób rozmnaża się żywy organizm

⁷⁵ „Rozdział” ten został opracowany przez W. Gralaka, M. Rybaka, A. Targowskiego i Z. Gackowskiego jako „Założenia Programowe Rozwoju Informatyki w Szkolnictwie Wyższym na lata 1975—2000”, Krajowe Biuro Informatyki, 1972.

⁷⁶ Por. *Space Age in Fiscal Year 2001*, Proc. IV AAS Goddard Memorial Symposium, Washington 1966.

w warunkach nieograniczonego rozwoju. Według prognozy rozwoju informatyki w Polsce (por. pkt. 5.5.), wykładniczy wzrost liczby komputerów zostanie zahamowany dopiero po 2000 r. Szybki postęp w poszczególnych dziedzinach zwiększa niebezpieczeństwa, powodowane słabością koordynacji. Chociaż specjalista, gruntownie znający wąski odcinek wiedzy, żywi uzasadnioną nadzieję na rozwój, jednak nie wolno zapominać, że wzrost specjalizacji znacznie zaostrzy słabości sprzężenia „nauka—technika—potrzeby społeczeństwa”. Można wątpić, czy odpowiedzią na dalszą specjalizację będzie kształcenie szerokiego profilu. Naprawdopodobniej rozwiązania będzie się szukać we wzroście zrozumienia przez specjalistów ich powiązań z innymi specjalistami oraz z celami społecznymi, którym oni służą. Autorzy pracy ⁷⁷ stawiają pytanie, w jaki sposób rozwijać wiedzę specjalistyczną, aby każdy specjalista mógł otrzymać obraz całości. Wynale-

Tablica 5.35.

Przewidywane typowe problemy 1985 r.

Socjalno- -ekonomiczne	Wideolączność, Odsalanie wody morskiej, Niezawodne prognozy pogody, Protezy z napędem elektrycznym, Automatyzacja rolnictwa, Automatyzacja niektórych funkcji zarządzania, Automatyzacja bibliotek, Sterowanie zasobami natury, Efektywna kontrola płodności, Zautomatyzowany szybki transport, Wysoko zautomatyzowana produkcja masowa, Złożone komputery uczące się, Efektywne systemy przetwarzania informacji
Operacje w kosmosie	Załogowe stacje orbitalne, Manewrujące statki orbitalne wielokrotnego użycia, Lądowanie ludzi na Marsie i oblot Wenus, Stacjonarna baza na księżycu, Orbitalne laboratorium badawcze w głębokim kosmosie Loty sond poza granice systemu słonecznego, System inspekcji sputników i ich likwidacji (oczyszczanie kosmosu)
Samoloty	Pionowego startu i lądowania, Naddźwiękowe samoloty transportowe, Duże samoloty ciężarowe, Samoloty hiperdźwiękowe

Źródło: opracowano na podstawie *Space Age in Fiscal Year 2001*, proc. IV AAS Goddard Memorial Symposium, Washington 1966.

⁷⁷ Por. tamże.

zienie tych sposobów uważają za największy cel stojący przed systemem kształcenia.

Chodzi o to, w jaki sposób nauczyć studentów nowoczesnego myślenia na przykładzie głęboko poznanej, specjalistycznej dziedziny wiedzy oraz zrozumienia powiązań z innymi dziedzinami. Tak sformułowanego celu nie można osiągnąć wprowadzając szerokie, encyklopedyczne kierunki kształcenia. Znalezienie właściwego „sposobu” rozwiązania trudności będzie prawdopodobnie warunkiem niezbędnym do przeprowadzenia w danym kraju rewolucji naukowo-technicznej. Jakie miejsce w rozwiązywaniu tych problemów może i powinna zająć informatyka?

Pewnym skrótem myślowym, służącym do nazwania poszukiwanego „sposobu” jest tzw. podejście systemowe. W omawianej pracy przeprowadzono głęboką analizę rozwoju podejścia systemowego oraz sformułowano podstawowe prognozy w tym zakresie do 2001 r. Wyróżniono cztery dziedziny: badania, rozwój, wdrożenie i upowszechnienie, które kolejno są obejmowane przez tzw. podejście systemowe. W latach trzydziestych podejście systemowe stosowano niemal wyłącznie przy opracowywaniu dużych systemów technicznych (np. drapacze chmur), można więc powiedzieć, że objęło dziedzinę „rozwój”. W latach czterdziestych podejściem systemowym objęto dziedzinę „badania” (np. budowa bomby atomowej, rakiety balistycznej, komputera, kombajnu, telewizji). Lata pięćdziesiąte i sześćdziesiąte są erą rozszerzenia podejścia systemowego na dziedzinę wdrożeń. Przewiduje się, że dopiero lata osiemdziesiąte i dziewięćdziesiąte przynio-

Tablica 5.36.

Możliwe problemy 2001 r.

Socjalno- ekonomiczne	Wykorzystanie dna oceanów, Sterowanie pogodą (w ograniczonym zakresie), Syntetyczna żywność białkowa, Sterowanie dziedzicznością w ograniczonym zakresie, Stymulacja wzrostu nowych organów, Opracowanie sposobów zwiększania poziomu rozwoju umysłowego, Sterowanie procesami starzenia (w ograniczonym zakresie), Wydawanie gazet i periodyków metodą faksymile, Zautomatyzowane autostrady, Opracowanie jednolitego języka, Roboty obsługujące człowieka, Nienarkotyczne środki zmiany osobowości.
Operacje w kosmosie	Stacjonalna baza na Marsie, Globalny transport na bazie jądrowych rakiet balistycznych, Wydobywanie surowców na księżycu.

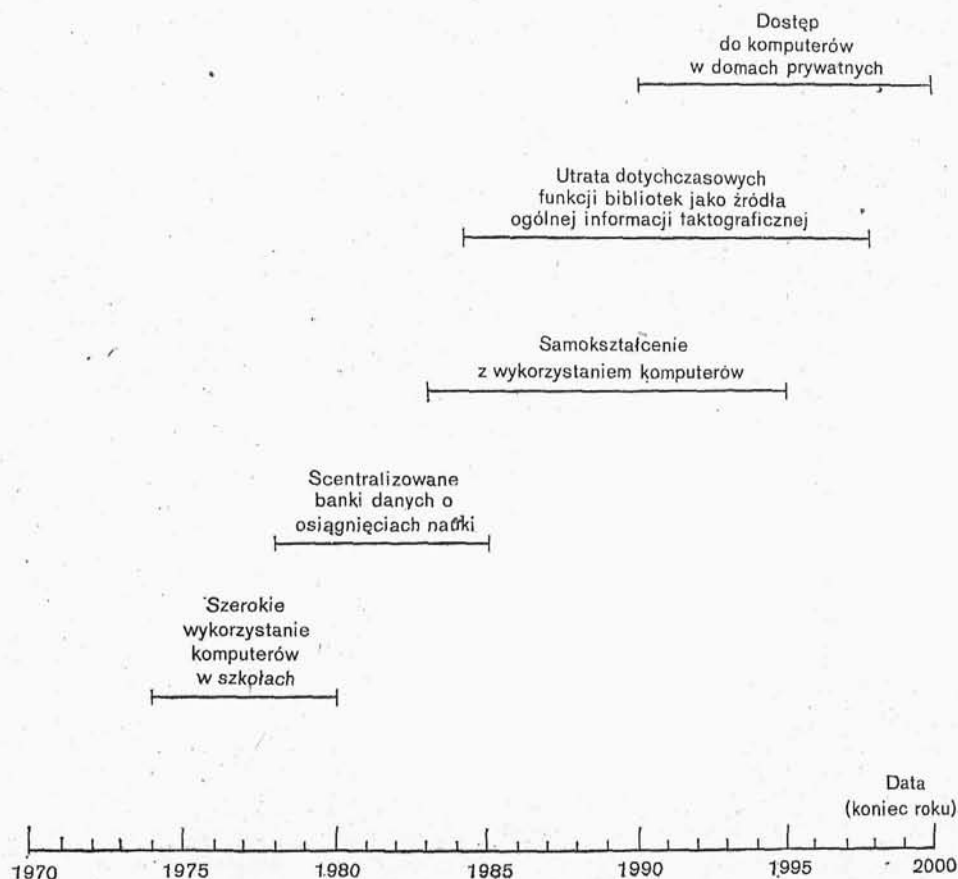
Źródło: opracowano na podstawie *Space Age in Fiscal Year 2001*, proc. IV AAS Goddard Memorial Symposium, Washington 1966.

są pełne upowszechnienie podejścia systemowego w sferze społeczno-gospodarczej, obejmując również dziedzinę „upowszechnienie”. Nie wdając się w akademickie dyskusje, co jest podejściem systemowym, a co nie jest, warto prześledzić, jakie problemy będą typowe dla tego okresu, zwanego szumnie erą socjologiczną⁷⁸, np. dla 1985 r. oraz 2000 r. (tabl. 5.35. i tabl. 5.36.). Można dodać, że na trzynaście typowych problemów 1985 r. dotyczących sfery socjalno-ekonomicznej aż dziewięć dotyczy w znacznym stopniu informatyki.

Na podstawie tych przewidywań można wysnuć ważny wniosek, że rozwój informatyki w szkolnictwie wyższym będzie prawdopodobnie niezbędnym warunkiem realizacji największego celu stojącego przed szkolnic-

Rysunek 5.38.

Prognoza głównych problemów zastosowań informatyki w szkolnictwie



⁷⁸ Por. tamże.

twem ostatnich dwóch dekad tego wieku. Zbyteczne wydaje się podkreślenie, że będzie to tylko warunek niezbędny, lecz nie może być warunkiem wystarczającym, ponieważ pełne wykorzystanie środków i metod informatyki będzie mogło nastąpić tylko w wypadku intensywnego rozwoju specjalistycznych dziedzin nauki, techniki i gospodarki.

Z bardzo obszernych prognoz rozwoju informatyki w krajach gospodarczo rozwiniętych warto przytoczyć wyniki ocen ekspertów 13 krajów biorących udział w kongresie IFIP w 1968 r., dotyczących rozwoju zastosowań komputerów w szkolnictwie (por. rys. 5.38.). Przyjmując, że Polska wejdzie w tym okresie do grupy krajów wysoko rozwiniętych oraz zakładając dalszy rozwój współpracy międzynarodowej, można przewidywać że w rozwoju informatyki w szkolnictwie wyższym w Polsce będą (por. rys. 5.39.) następujące problemy:

- 1971—1975 — budowa krajowej sieci obliczeniowej — CYFRONET,
- 1976—1980 — zaspokojenie zapotrzebowania wszystkich uczelni na moc obliczeniową komputerów,
- 1981—1990 — upowszechnienie zastosowań komputerów w nauczaniu, wyszukiwaniu informacji, badaniach naukowych i zarządzaniu uczelniami,
- 1991—2000 — umożliwienie swobodnego dostępu do komputera każdemu studentowi.

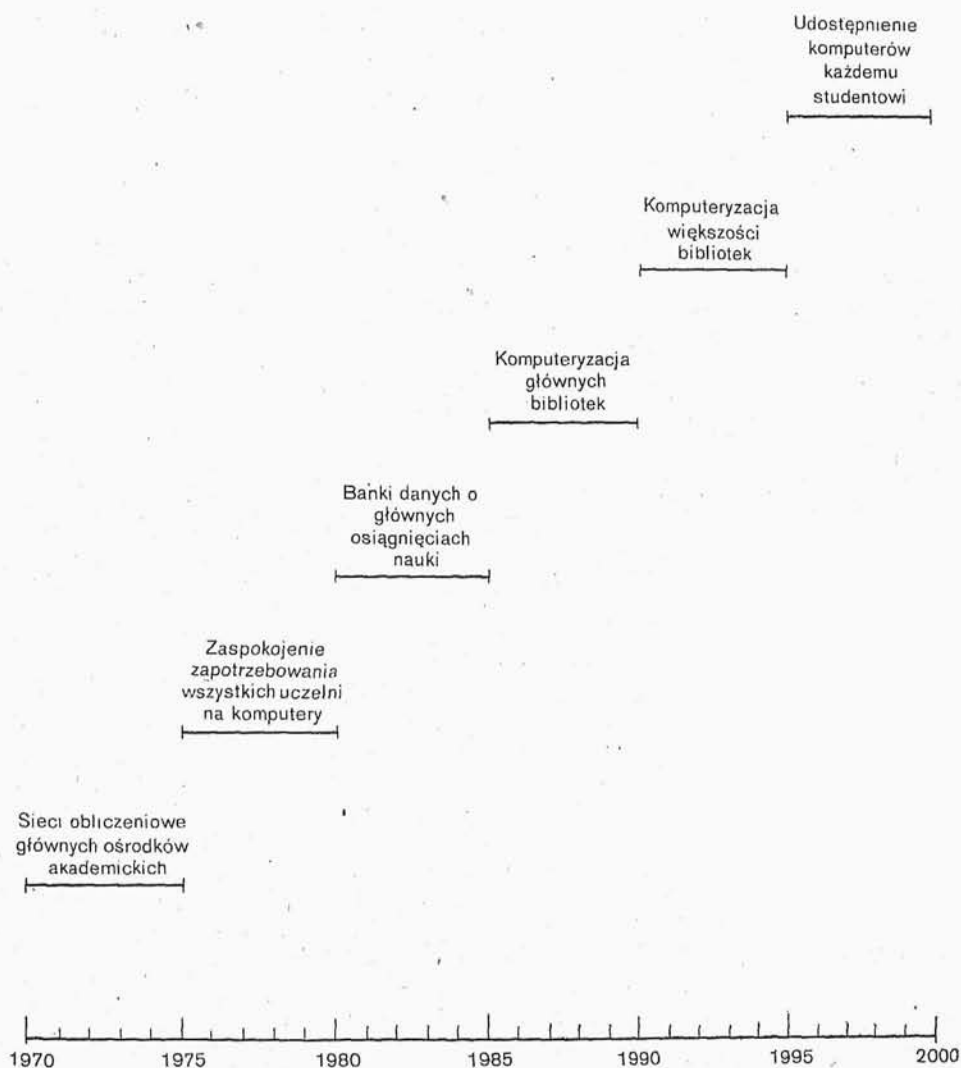
Rozwiązanie tych problemów, być może, umożliwiłoby osiągnięcie poziomu rozwoju informatyki w krajach najwyżej rozwiniętych w latach dziewięćdziesiątych, bez zbędnej rozrzutności środków. Należy podkreślić, że te problemy mogą pozostać nie rozwiązane w rozpatrywanym okresie, jeżeli nie zostaną podjęte w najbliższym okresie odpowiednio zakrojone prace badawczo-rozwojowe. Wydaje się, że przewidywany (por. pkt 5.5.) wzrost komputeryzacji kraju pozwala na stwierdzenie realności rozwiązania wymienionych problemów, jeżeli w latach 1976—2000 zostanie osiągnięte takie tempo komputeryzacji, które doprowadzi do pokrycia zapotrzebowania według krzywej naturalnego wzrostu potrzeb. Dotychczasowe tendencje wzrostu dostaw komputerów, a tym bardziej prognoza podana w raporcie MOiSW⁷⁹ spowodowałyby dalsze powiększanie się dystansu w stosunku do krajów wysoko rozwiniętych.

Stwierdzenia te nie mogą pretendować do odpowiedzi na postawione w tym punkcie pytanie programowe. Wydają się jedynie udowadniać zasadność pytania oraz możliwość poszukiwania odpowiedzi. Szczególnie ważne jest poszukiwanie odpowiedzi na pytanie, jaki udział procentowy powinna zająć informatyka w przyszłych programach kształcenia. Z tablicy

⁷⁹ Por. Raport pt. *Rozwój informatyki w jednostkach resortu oświaty i szkolnictwa wyższego w okresie od 1985 r.*, Zespół ekspertów resortu oświaty i szkolnictwa wyższego, Warszawa 1972.

Rysunek 5.39.

Prognoza głównych problemów zastosowań informatyki w szkolnictwie wyższym w Polsce



5.35. wynika, że udział ten, szczególnie w szybko rozwijających się dziedzinach, będzie znaczny, jednak podanie danych liczbowych wymaga wielu prac badawczych. Celem zainicjowania dyskusji można sformułować główne problemy informatyki, które mogą być rozwiązane w przodujących krajach w latach siedemdziesiątych, osiemdziesiątych i dziewięćdziesiątych (por. tabl. 5.35. i tabl. 5.36.). Tablice te zostały opracowane na podstawie programu rozwoju informatyki i automatyzacji, wykonanych me-

toż samymi ankietowanymi ekspertami, na kongresie IFIP w listopadzie 1968 r., w badaniach RAND w latach 1963/1964 oraz w podanych w „Aeronautical Journal” (1968, nr 695). Na podstawie szczegółowej analizy prognoz (por. pkt 5.5.) można stwierdzić, że różne długoterminowe przewidywania różnią się stosunkowo niewiele, jeżeli ograniczyć się do głównych problemów. W przodujących krajach świata może nastąpić, w najbliższych dwudziestu—trzydziestu latach, bardzo daleko idąca „eksplozja” zastosowań informatyki. Wydaje się więc konieczne, aby w planowanym systemie oświaty w Polsce liczone było z taką możliwością rozwoju informatyki, nie tylko w aspekcie szkolnictwa wyższego, lecz również średniego i podstawowego. Dla ilustracji pożądanego poziomu nasycenia szkół podstawowych i średnich w pomoce techniczne, w których udział komputerów będzie gwałtownie wzrastał w najbliższych kilkunastu latach, w tablicy 5.37. podano wykorzystanie niektórych pomocy technicznych w USA w latach 1965/1966.

Tablica 5.37.

Wykorzystanie pomocy technicznych przez nauczycieli szkół podstawowych i średnich USA

Rodzaj pomocy technicznych	% nauczycieli, którzy mają do dyspozycji daną pomoc techniczną	% nauczycieli wykorzystujących daną pomoc techniczną
Magnetofon	92,8	79,0
Projektor przeźroczny	92,3	81,2
Projektor filmowy 8 mm	27,2	16,0
Projektor filmowy 16 mm	84,5	74,3
Epidiaskop	83,3	61,5
Projektory dla diapozytów dźwiękowych	54,4	43,9
Lekcje telewizyjne (odbiór programów telewizyjnych)	36,3	26,1
Wewnątrzszkolna sieć telewizyjna	11,1	7,0
Materiały do nauczania programowanego	34,9	28,6
Komputery do nauczania	3,2	1,4

Źródło: opracowano na podstawie „NEA Research Bulletin” 1967, October

5.6.2.

Prognoza wzrostu liczby studentów w Polsce do 2000 r.

Nawet bardzo szczegółowa analiza obecnego stanu rozwoju szkolnictwa wyższego w Polsce nie wystarczy do określenia przyszłych rozmiarów programu rozwoju informatyki w tym resorcie. Wobec wprowadzanych reform systemu szkolnictwa oraz reform systemu nauka—technika należy opierać się nie tyle na ocenach stanu aktualnego, ile na prognozach rozwoju do 2000 r. Należy więc postawić pytanie:

Jaka będzie tendencja wzrostu liczby studentów w Polsce 2000 r.

Zagadnieniom tym poświęcono ostatnio wiele prac⁸⁰, wydaje się jednak pożyteczne przeanalizowanie, czy można znaleźć opis procesu wzrostu liczby studentów opierając się na danych statystycznych. Chodzi o znalezienie wzorów na ekstrapolację dotychczasowego wzrostu, wykorzystując wyniki dotychczasowych oszacowań prognostycznych podanych w cytowanych pracach. Poddjęto próbę zastosowania tych wzorów (por. pkt 5.5.). Wprowadzając następujące oznaczenia:

$S(t)$ — liczba studentów na 10 000 mieszkańców w chwili czasu t ,

κ — liczba studentów na 10 000 mieszkańców w nasyceniu, tzn:

$$\kappa = \lim_{t \rightarrow \infty} S(t),$$

t' — czas osiągnięcia półnasycenia, tzn. gdy:

$$\frac{S(t)}{\kappa} = 0,5$$

ω — intensywność wzrostu w momencie $t = t'$,
wykorzystuje się następujący wzór:

$$S(t) = \frac{\kappa}{1 + e^{-2\omega(t-t')}}.$$

Wzór ten przedstawia równanie tzw. krzywej logistycznej, zalecanej do ekstrapolacji krzywych wzrostu liczby naukowców w danej dziedzinie wiedzy⁸¹. Stosując graficzną metodę określania współczynników κ , ω i czasu półnasycenia na podstawie danych statystycznych określono następującą zależność dla przewidywania wzrostu liczby studentów studiów dziennych w Polsce:

$$S_{dz}(t) = \frac{272}{1 + \exp(1,143 - 0,068 t)},$$

gdzie:

$t = T - 1970/1971$, a

T = rok szkolny,

dla liczby studentów ogółem określono następującą zależność:

$$S_o(t) = \frac{272}{1 + \exp(0,538 - 0,084 t)},$$

gdzie:

$t = T - 1970/1971$,

T = rok szkolny.

⁸⁰ Por. «Polska 2000», *Prognozy rozwoju zatrudnienia i kształcenia w Polsce*, Polska Akademia Nauk, Komitet Badań i Prognoz, «Polska 2000» 1972, nr 1; *Rozwój społeczny Polski w pracach prognostycznych*, Polska Akademia Nauk, Komitet Badań i Prognoz, «Polska 2000» 1971.

⁸¹ Por. G.M. Dobrow, *Nauka o nauce. Wwiedzenie w obszar naukoznawstwa*, Kijów 1966.

W zależnościach tych współczynnik α określono według projektu modelu szkolnictwa wyższego w Polsce podanego przez J. Kluczyńskiego⁸², przyjmując że maksymalny procent młodzieży studiującej w poszczególnych grupach wieku wyniesie:

18—19 lat — 50%,

20—22 lata — 25%,

23—24 lata — 7%.

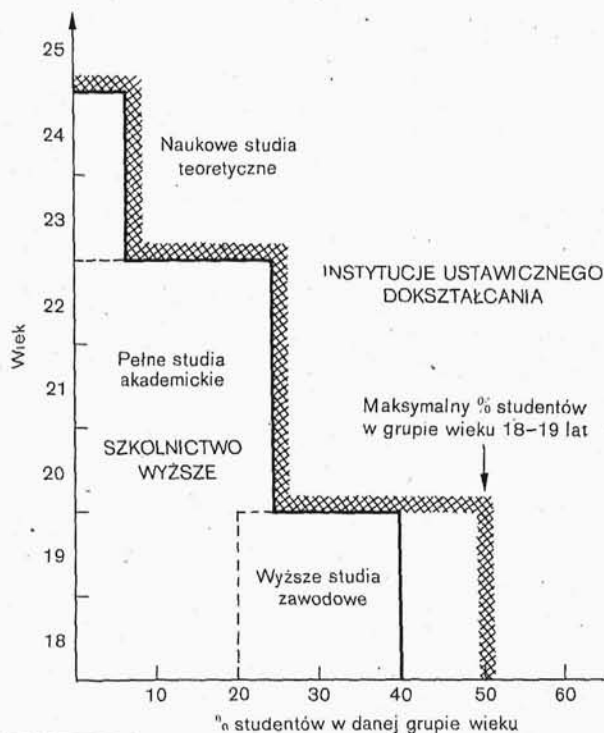
co przedstawiono na rysunku 5.40.

Stąd można obliczyć maksymalny procent liczby studentów w grupie wieku 18—24 lat według zależności:

$$\frac{2}{7} \cdot 50\% + \frac{3}{7} \cdot 25\% + \frac{2}{7} \cdot 7\% = 27\%.$$

Przyjmując,⁸³ że liczba ludności Polski w 2000 r. wyniesie 38,9 mln, a liczba ludności w wieku 18—24 lat — 3,89 mln, otrzymuje się wzór na określenie współczynnika „nasylenia”:

$$\alpha = \frac{27\% \cdot 10^{-2} \cdot 3,89}{38,59} \cdot 10^4 \approx 272 \text{ studentów/10 000 mieszkańców.}$$



Rysunek 5.40.

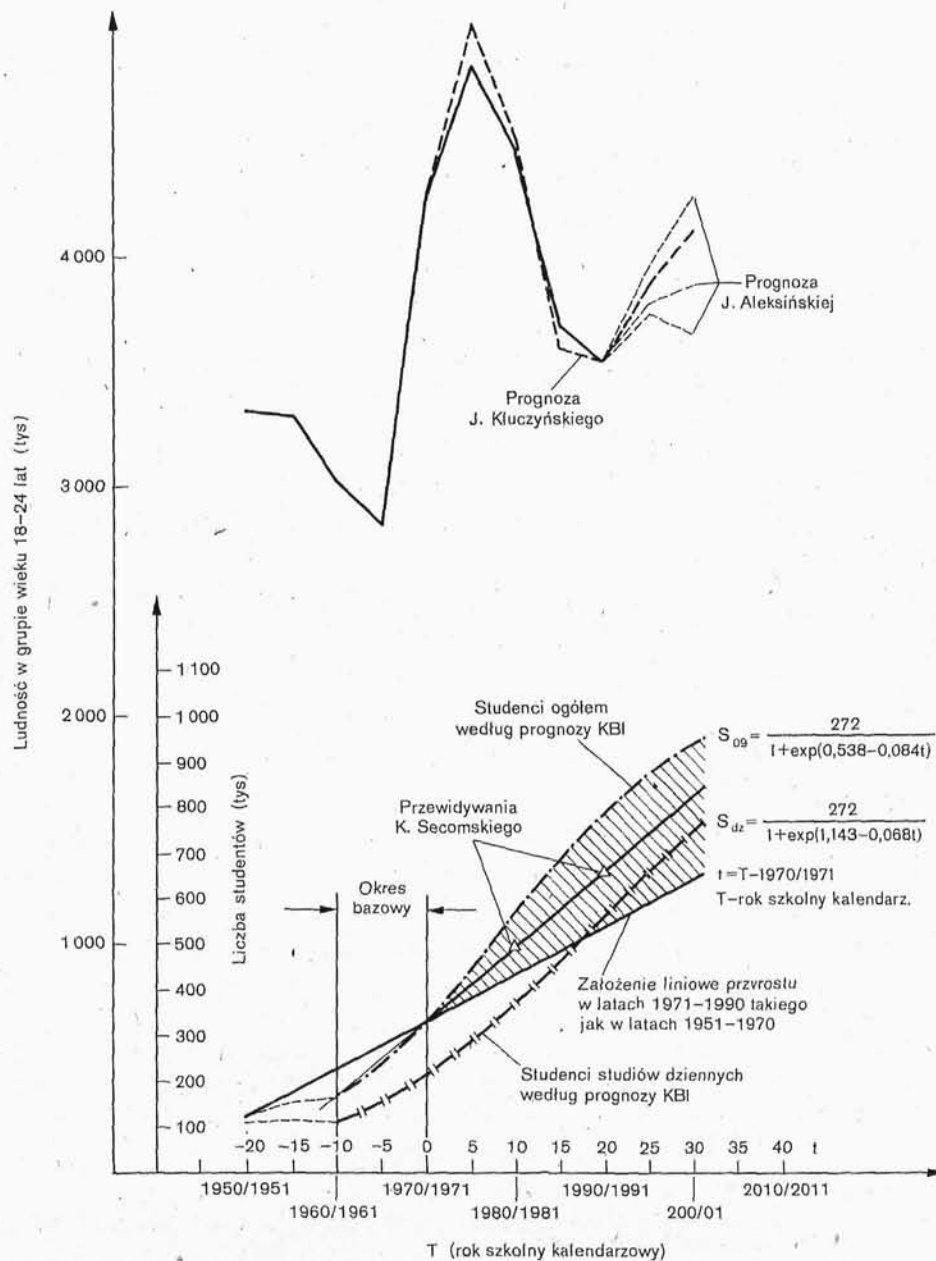
Projekt przyszłego modelu szkolnictwa wyższego w Polsce według J. Kluczyńskiego

⁸² Por. *Rozwój społeczny Polski w pracach prognostycznych*, wyd. cyt.

⁸³ Por. «Polska 2000», *Prognozy rozwoju zatrudnienia i kształcenia w Polsce*, wyd. cyt.

Rysunek 5.41.

Przewidywany wzrost liczby studentów w Polsce



Wyniki obliczeń przewidywanej liczby studentów w Polsce przedstawiono na rysunku 5.40.⁸⁴ i rysunku 5.41. Jak widać z rysunku, dotychczasowe tempo wzrostu liczby studentów dziennych nie pozwoli na osiągnięcie do 2000 r. pożądanej, maksymalnej liczby, studentów na 10 tys. mieszkańców, określonej na 272 studentów/10⁴ mieszkańców.

Celem prezentowanego modelu nie było znalezienie odpowiedzi na pytanie, jak zintensyfikować rozwój szkół wyższych dziennych, dlatego do dalszych rozważań przyjęto prognozę wzrostu liczby studentów ogółem, pozostawiając specjalistom analizę celowości dalszego rozwoju studiów wieczorowych i zaocznych.

Tablica 5.38.

Liczba studentów studiów dziennych przypadająca na 10 tys. mieszkańców

Kraj	Lata	1950— —1951	1955— —1956	1960— —1961	1965— —1966	1966— —1967	1967— —1968	1968— —1969	1969— —1970	1970— —1971
Bulgaria		46	54	50	76	72	72	76	76	81
Węgry		29	31	30	51	51	51	51	49	52
NRD		15	34	45	45	44	44	47	52	59
Mongolia		19	36	73	90,8	82,1	75,4	68,1	64,1	60
Polska		47	43	37	49	52	56	59	63	65
Rumunia		28	34	31	50	51	51	51	52	53
ZSRR		45	58	54	68	74	80	85	88	53
Czechosłowacja		—	—	50	67	68	69	72	72	73

Źródło: opracowano na podstawie pracy G. M. Dobrow, *Nauka o nauce. Wprowadzenie w obszar naukoznawstwa*, wyd. cyt.

Na rysunku 5.42. przedstawiono prognozę udziału studentów, w grupie wieku 18—24 lata w procentach, którą uzyskano w wyniku podzielenia prognozowanej liczby studentów ogółem przez prognozowaną liczbę ludności w wieku 18—24 lata. Jak widać z tego rysunku, prognoza KBI pokrywa się z prognozami podanymi przez M. Górecką oraz J. Kluczyńskiego. Nie jest ona w pełni zgodna z prognozą J. Tymowskiego⁸⁵, lecz ta ostatnia prognoza była oceniana jako zbyt zaniżona.

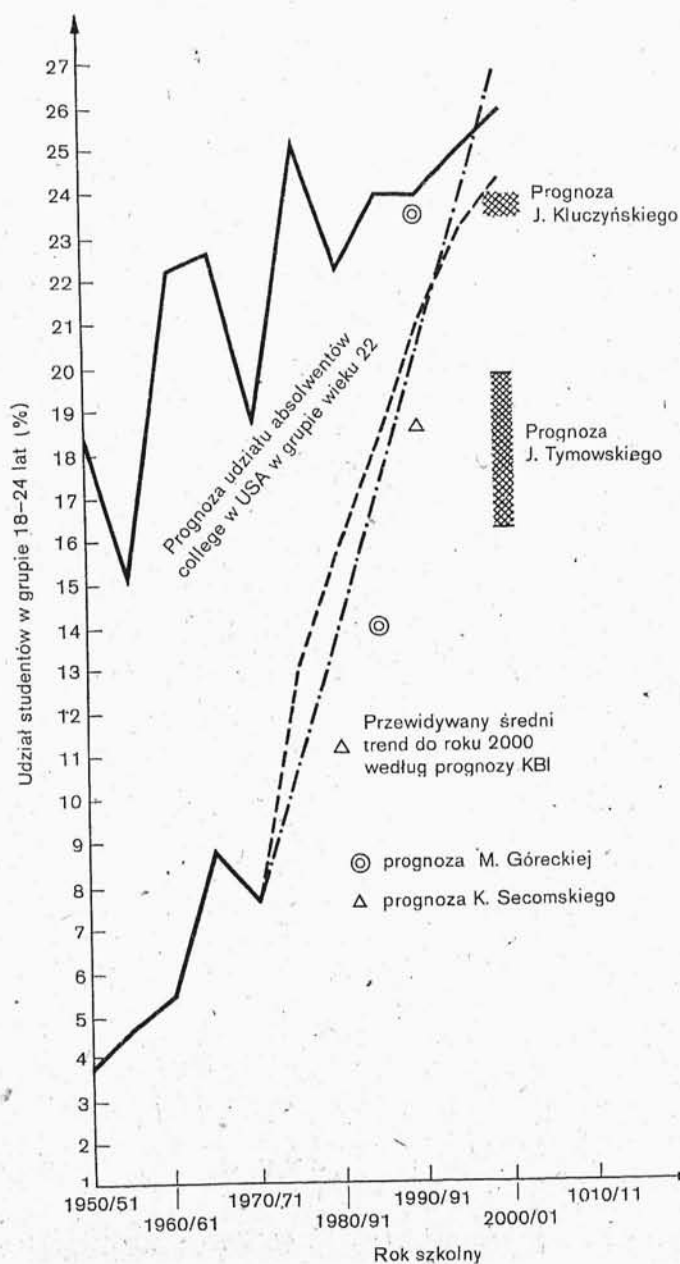
Pewnym sprawdzeniem tego rozumowania może być próba analizy czy w krajach socjalistycznych, w latach sześćdziesiątych, mechanizm rozwoju szkolnictwa wyższego może być opisany tymi samymi wzorami co rozwój w Polsce. Wzrost liczby studentów na 10 tys. mieszkańców w kra-

⁸⁴ Rysunek pochodzi z projektu J. Kluczyńskiego. W: *Rozwój społeczny Polski w pracach prognostycznych*, wyd. cyt.

⁸⁵ Por. «Polska 2000». *Prognozy rozwoju zatrudnienia i kształcenia w Polsce*, wyd. cyt.; M. Górecka, *Nowe koncepcje systemów kształcenia w Europie*, WIT 1971, nr 84.

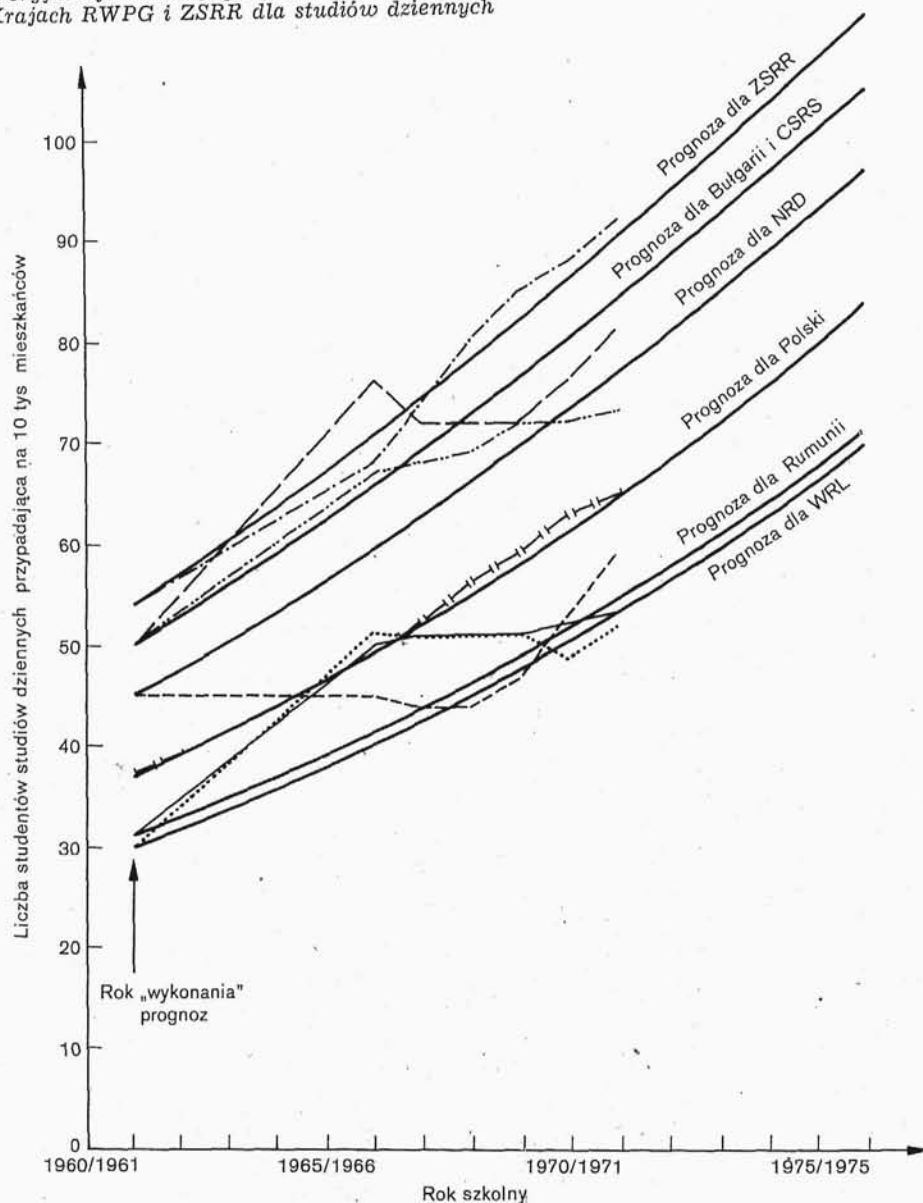
Rysunek 5.42.

Porównanie prognozy KBI z innymi prognozami



Rysunek 5.43.

Weryfikacja metody prognozowania wzrostu liczby studentów w Europejskich Krajach RWPG i ZSRR dla studiów dziennych



jach RWPG przedstawiono w tablicy 5.38.⁸⁶ Biorąc jako punkt wykonywania „prognozy” rok szkolny 1960/1961 obliczono „przewidywaną” liczbę studentów w latach następnych. Wyniki obliczeń przedstawiono na rysun-

⁸⁶ Por. J. M. Dobrow, op. cit.

ku 5.43. Jak się okazuje, średni błąd „prognozy” wyniósł około 11%, a jeżeli nie uwzględni się NRD, ze względu na odmienną sytuację demograficzną tego kraju, wśród innych krajów socjalistycznych, błąd wyniósł zaledwie 6%. Najmniejszy błąd średni wykazuje „prognoza” dla Związku Radzieckiego — około 2,5%.

Podsumowując, przewiduje się że liczba studentów ogółem w Polsce do 2000 r. osiągnie poziom podany w tablicy 5.39.

Tablica 5.39.

Prognozy liczby studentów w Polsce według KBI
(w tys. osób)

Rok szkolny	1975/1976	1980/1981	1985/1986	1990/1991	1995/1996	2000/2001
Studenti						
Liczba studentów studiów dziennych	300	400	450	550	650	750
Liczba studentów ogółem	450	550	700	800	900	950
Udział studentów w grupie wieku 18–24 lata (w %)	13	16	18	21	23	24

5.6.3.

Ocena zapotrzebowania na specjalistów informatyki na tle prognozy wzrostu liczby komputerów

Długoterminowe przewidywanie wzrostu zapotrzebowania na systemy informatyki w Polsce jest szczególnie trudne z wielu powodów. Po pierwsze, aktualny stopień rozwoju informatyki utrudnia wyodrębnienie tendencji wzrostu zapotrzebowania, specyficznych dla warunków krajowych. Ponadto metodyka prognozowania rozwoju naukowo-technicznego, w warunkach gospodarki socjalistycznej, nie wyszła jeszcze poza początkowy etap rozwoju. Znacznie mniej trudności powoduje prognozowanie rozwoju technicznego środków informatyki, ponieważ można korzystać z empirycznych zależności pozwalających na ekstrapolację tendencji ulepszania środków informatyki, co najmniej o tyle lat, o ile krajowy przemysł informatyczny pozostaje w tyle za produującymi w tej dziedzinie krajami świata.

Jednakże dla prawidłowego programowania rozwoju zastosowań informatyki w warunkach gospodarki socjalistycznej bodaj czy nie ważniejsze są przewidywania rozwoju umiejętności wykorzystania środków informatyki dla automatyzacji zarządzania, regulacji procesami technologicznych