

Eugeniusz Kwiatkowski^{}, Sylwia Roszkowska^{**}*

INFRASTRUKTURA EDUKACYJNA W POLSCE W OKRESIE TRANSFORMACJI

1. WSTĘP

We współczesnym świecie wzrasta znaczenie szeroko rozumianego postępu technicznego, w tym wiedzy, nauki, kwalifikacji, umiejętności zawodowych. Czynniki te w coraz większej mierze decydują o poziomie dobrobytu i dynamice rozwoju gospodarczego. W związku z tym istotna rola przypada systemowi edukacji, który decyduje o poziomie wykształcenia i kwalifikacji zawodowych.

Podstawowym celem artykułu jest ukazanie infrastruktury edukacyjnej w Polsce. Akcent położony jest na analizę tendencji rozwojowych oraz analizę zróżnicowania regionalnego infrastruktury edukacyjnej. Podstawą analiz są dostępne dane statystyczne o infrastrukturze edukacyjnej o charakterze agregatowym, a także dane zdezagregowane, zwłaszcza w przekrojach sektorów własności, poziomów wykształcenia, profili kształcenia i regionów.

Struktura artykułu jest następująca. Po rozważaniach pojęciowych i teoretycznych dotyczących znaczenia infrastruktury edukacyjnej (punkt 2), ukazane są tendencje rozwojowe tej infrastruktury edukacyjnej w Polsce w latach 90. W punkcie 4 przedstawione jest regionalne zróżnicowanie infrastruktury w roku szkolnym (akademickim) 2004/2005 oraz dokonana została w tym punkcie klasyfikacja województw ze względu na rozwój tej infrastruktury. Punkt 5 stanowi podsumowaniem rozważań prowadzonych w opracowaniu.

^{*} Profesor, kierownik Katedry Makroekonomii Uniwersytetu Łódzkiego.

^{**} Mgr, asystent w Katedrze Makroekonomii Uniwersytetu Łódzkiego.

2. INFRASTRUKTURA EDUKACYJNA – POJĘCIE I ZNACZENIE

Przez infrastrukturę rozumiemy podstawowe urządzenia i instytucje świadczące usługi niezbędne do należytego funkcjonowania gospodarki i społeczeństwa¹. Infrastrukturę można podzielić na ekonomiczną i społeczną. Tę ostatnią można zdefiniować jako ogół podstawowych urządzeń i instytucji społecznych niezbędnych do funkcjonowania społeczeństwa. Świadczą one usługi w dziedzinie prawa, bezpieczeństwa, kształcenia, oświaty, służby zdrowia itd.

Elementem infrastruktury społecznej jest infrastruktura edukacyjna. Obejmuje ona podstawowe urządzenia i instytucje, które świadczą usługi w zakresie kształcenia i szkoleń. Proces kształcenia i szkoleń odbywa się na różnych poziomach: podstawowym, średnim i wyższym. Bardziej szczegółowy schemat organizacji systemu edukacji w Polsce przedstawiono na rys. 1.

Infrastruktura edukacyjna obejmuje kilka elementów: budynki szkolne, wyposażenie materialne szkół, programy nauczania, a także pracowników szkół, zwłaszcza nauczycieli. Włączamy więc do pojęcia infrastruktury nie tylko elementy rzeczowe, ale także element ludzki, gdyż wszystkie te elementy decydują o potencjale edukacyjnym.

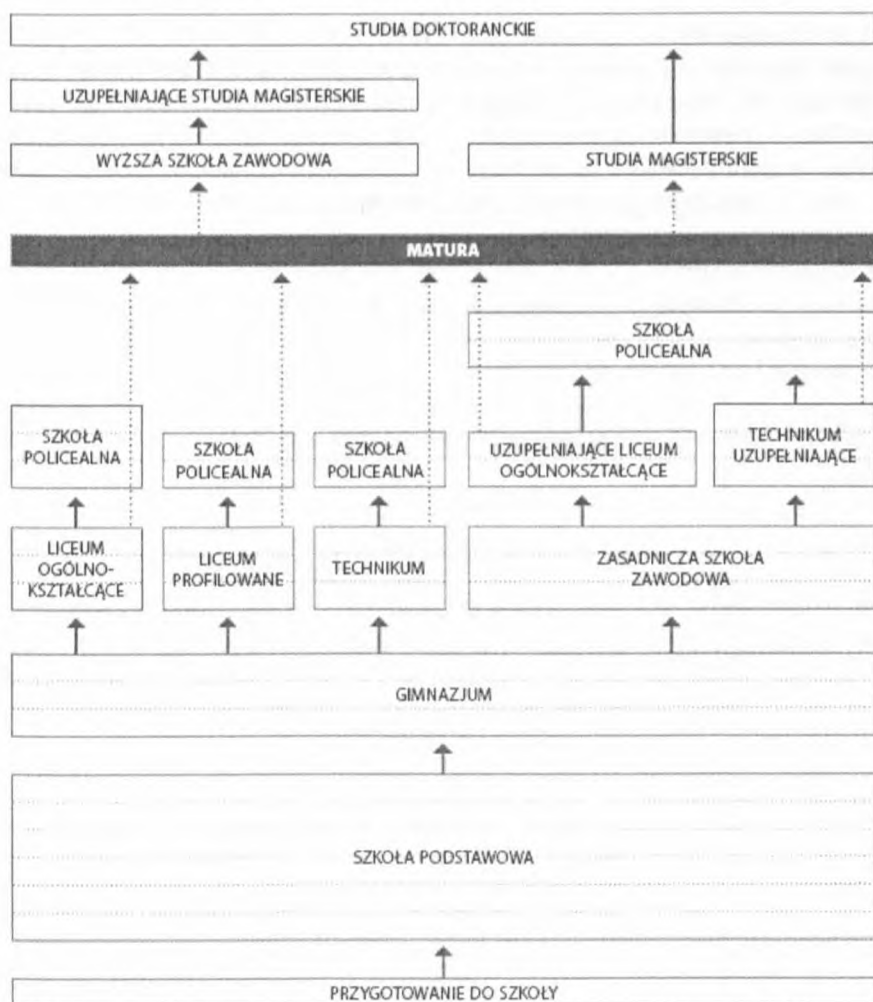
System edukacji, w tym infrastruktura edukacyjna, ma do spełnienia kilka celów i funkcji, a mianowicie: poznawcze, egzystencjalne oraz instrumentalne, w tym ekonomiczne². Cele poznawcze związane są z poznawaniem procesów zachodzących w przyrodzie i społeczeństwie. Funkcja egzystencjalna umożliwia rozumienie otaczającego świata i siebie. Ma także znaczenie w osiąganiu poczucia wyższej wartości i podmiotowości przez ludzi. Cele instrumentalne podkreślają znaczenie edukacji w przygotowaniu ludzi do aktywności, w tym do aktywności zawodowej. Edukacja przygotowuje do pracy, tworząc i rozwijając umiejętności i kwalifikacje, dostosowane do potrzeb rynku pracy.

Rozważając znaczenie ekonomiczne infrastruktury edukacyjnej warto odwołać się do dwu teorii ekonomicznych, a mianowicie: teorii kapitału ludzkiego i teorii endogenicznego wzrostu gospodarczego.

Teoria kapitału ludzkiego, rozwinięta w latach sześćdziesiątych i siedemdziesiątych XX wieku przede wszystkim przez G. S. Beckera, zwraca uwagę na istotną rolę kapitału ludzkiego w kształtowaniu zjawisk i procesów gospodarczych. Kapitał ludzki rozumiany jest w tej teorii dosyć szeroko, jako posiadane przez pracowników wykształcenie, kwalifikacje, umiejętności oraz

¹ *Encyklopedia Powszechna PWN*, PWN, Warszawa 1974, s. 282.

² B. Kołaczek, *Dostęp młodzieży do edukacji*, IPiSS, Warszawa 2004, s. 15.



Rysunek 1. Schemat systemu edukacji w Polsce od 1999 roku

Źródło: www.menis.gov.pl

doświadczenia zawodowe³. Są one nabywane w drodze indywidualnych decyzji jednostek, podejmowanych wcześniej odnośnie wykształcenia, przygotowania zawodowego, szkoleń. Zdaniem Beckera, wielkość posiadanego zasobu kapitału ludzkiego wpływa na pozycję jednostek na rynku pracy, przede wszystkim

³ G. S. Becker, *Human Capital. A Theoretical and Empirical Analysis with Special Reference to Education*, Columbia University Press, New York and London 1975, s. 26.

poprzez kształtowanie poziomu ich produktywności pracy (wyższy zasób kapitału ludzkiego implikuje wyższy poziom produktywności pracy). Różny zasób kapitału ludzkiego, posiadanego przez jednostki, decyduje przede wszystkim o poziomie ich wynagrodzeń, preferując osoby z wyższym kapitałem ludzkim. Ponadto wyższy zasób kapitału ludzkiego wzmacnia pozycję osób na rynku pracy, zmniejszając prawdopodobieństwo utraty pracy oraz zwiększając szanse na znalezienie lepszej pracy.

Zgodnie z omawianą teorią, zasób kapitału ludzkiego tkwiącego w ludziach może być powiększany. Dokonuje się to poprzez inwestycje w kapitał ludzki, a więc poprzez zwiększanie nakładów na kształcenie, szkolenia zawodowe, podnoszenie kwalifikacji itd. Istotną rolę odgrywa w tym procesie infrastruktura edukacyjna. Im bardziej rozwinięta ta infrastruktura oraz im szybszy jej rozwój, tym wyższy poziom i szybszy wzrost zasobu kapitału ludzkiego, podnoszącego produktywność pracy.

Infrastruktura edukacyjna przyczynia się do powiększenia zasobu kapitału ludzkiego, ma również istotne znaczenie dla wzrostu i rozwoju gospodarczego. Teoretyczne oświetlenie tych zależności znajdujemy w neoklasycznych, a przede wszystkim endogenicznych modelach wzrostu gospodarczego.

W neoklasycznym modelu wzrostu Solowa⁴, w którym zakłada się niezbędność nakładów pracy i kapitału w procesie produkcyjnym oraz stałe efekty skali funkcji produkcji, zwrócono uwagę na postęp techniczny przyczyniający się do wzrostu produkcji. W modelu tym zakłada się jednakże egzogeniczny charakter postępu technicznego, stąd też nie wyjaśnia się czynników decydujących o dynamice postępu technicznego, uznawanego za główny czynnik wzrostu.

Słabości modelu Solowa próbowali przezwyciężyć w swym modelu Mankiw, Romer, Weil (1992)⁵, którzy uwzględnili w funkcji produkcji nie tylko akumulację kapitału rzeczowego, ale również akumulację kapitału ludzkiego, wprowadzając ponadto równanie objaśniające przyrost kapitału ludzkiego. Model ten akcentuje wpływ inwestycji w zasób kapitału ludzkiego na wzrost gospodarczy, ale nadal podtrzymuje założenie o egzogenicznym charakterze postępu technicznego.

Objaśniając wpływ infrastruktury edukacyjnej na wzrost gospodarczy warto odwołać się do endogenicznych modeli wzrostu, rozwijanych w teorii ekonomii począwszy od drugiej połowy lat osiemdziesiątych. W modelach tych próbuje się, bowiem uzależnić szeroko rozumiany postęp techniczny (obejmujący akumulację wiedzy naukowo-technicznej i kapitału ludzkiego) od decyzji inwestycyjnych podmiotów. Wśród tych modeli warto wyróżnić model AK,

⁴ por. R. M. Solow, *A Contribution to the Theory of Economic Growth*, „Quarterly Journal of Economics”, February 1956.

⁵ N. G. Mankiw, D. Romer, D. N. Weil, *A Contribution to the Empirics of Economic Growth*, „Quarterly Journal of Economics”, May 1992.

model Lucasa, model Romera, a także model Barro⁶. W modelu Lucasa⁷ na przykład uzależnia się produkcję w gospodarce nie tylko od nakładów kapitału rzeczowego i nakładów pracy, ale również od zasobu kapitału ludzkiego w gospodarce. Z modelu tego wynika, że stopy wzrostu produkcji, konsumpcji, kapitału i kwalifikacji zależne są w istotnej mierze od preferencji w zakresie konsumpcji bieżącej i przyszłej, przy czym im bardziej konsumenci preferują konsumpcję bieżącą niż przyszłą, tym niższe będą stopy wzrostu ww. wielkości. Ponadto z modelu wynika, że możliwe jest trwałe podniesienie wzrostu gospodarczego ze względu na występowanie efektów zewnętrznych akumulacji kapitału ludzkiego⁸.

3. TENDENCJE ROZWOJOWE INFRASTRUKTURY EDUKACYJNEJ

Informacje statystyczne dotyczące infrastruktury edukacyjnej są niezmiernie ubogie. W szczególności dotyczy to czynników rzeczowych. Brakuje informacji statystycznych o powierzchni dydaktycznej szkół oraz ich wyposażeniu. Dostępne są jedynie dane statystyczne liczbie szkół i liczbie sal dydaktycznych, które nie są w pełni miarodajnymi wskaźnikami, oraz dane o liczbie komputerów z dostępem do internetu w szkołach podstawowych i średnich. Dane o liczbie komputerów z dostępem do internetu w szkołach wyższych nie są publikowane, prawdopodobnie ze względu na to, że wyposażenie tych szkół w komputery stało się już przyjętym standardem. Dostatecznie dobre informacje statystyczne występują natomiast w zakresie liczby nauczycieli. Informacje te wraz z danymi o liczbie uczniów i studentów pokazują stosunkowo dobrze potencjał edukacyjny kraju.

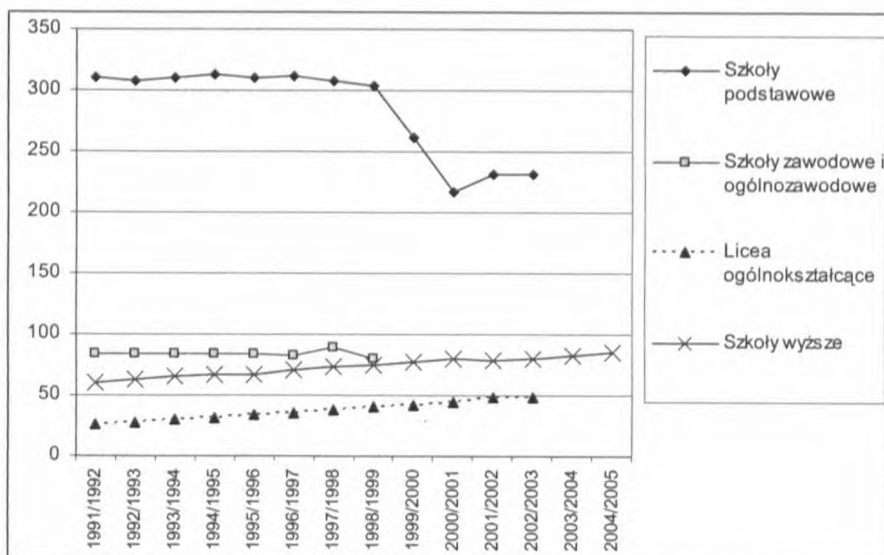
Tendencje w zakresie liczby nauczycieli według typów szkół w latach 1991–2005 przedstawiono na wykresie 1. Z wykresu wynika, że w szkołach wyższych i liceach ogólnokształcących występowała tendencja wzrostowa liczby nauczycieli w całym badanym okresie. W przypadku szkół podstawowych gwałtowny spadek liczby nauczycieli wystąpił w latach 1999–2001, co było związane z reformą systemu edukacji. Brakuje danych o liczbie nauczycieli

⁶ por. m.in. P. Kawa, *Wzrost gospodarczy na gruncie modeli wzrostu endogenicznego – ujęcie teoretyczne i wnioski dla polityki gospodarczej*, [w:] S. Krajewski, L. Kucharski (red.) *Wzrost gospodarczy, restrukturyzacja i rynek pracy w Polsce. Ujęcie teoretyczne i empiryczne*, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź 2005, s. 13–15; T. Tokarski, *Wybrane modele podażyowych czynników wzrostu gospodarczego*, Wydawnictwo Uniwersytetu Jagiellońskiego, Kraków 2005, s. 31–38.

⁷ R. E. Lucas, *On the Mechanics of Economic Development*, „Journal of Monetary Economics”, July 1988.

⁸ T. Tokarski, *Wybrane modele podażyowych czynników wzrostu gospodarczego*, Wydawnictwo Uniwersytetu Jagiellońskiego, Kraków 2005.

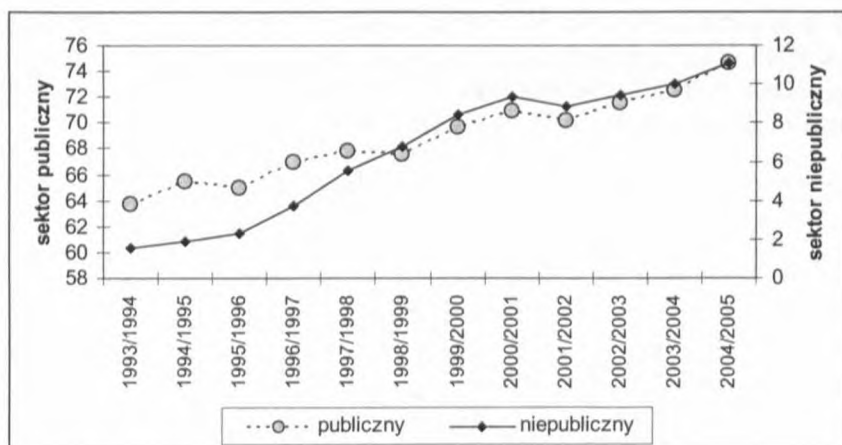
w szkołach zawodowych i ogólnie zawodowych po 1999 roku, ale wiadomo, że występowała tutaj spadkowa tendencja w związku ze spadkiem liczby szkół tego typu.



Wykres 1. Liczba nauczycieli w szkolnictwie polskim w latach 1991/1992–2004/2005 (w tys. osób)

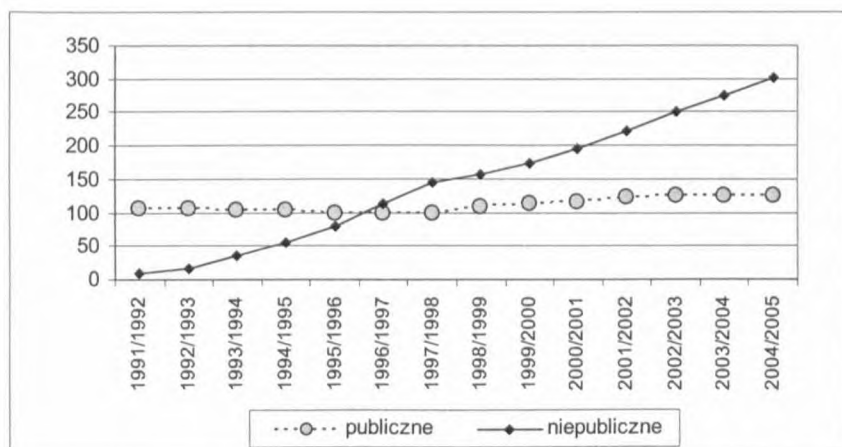
Źródło: obliczenia własne na podstawie *Oświata i wychowanie*, GUS oraz *Szkoły wyższe i ich finanse*, GUS, różne wydania z lat 1992–2005.

W szkolnictwie wyższym występowała dosyć znacząca tendencja wzrostowa w zakresie liczby nauczycieli (zob. wykres 2), zarówno w sektorze publicznym i niepublicznym, przy czym była ona silniejsza w sektorze niepublicznym. Trzeba jednak zwrócić uwagę na stosunkowo małą liczbę nauczycieli w szkolnictwie wyższym niepublicznym (ok. 11 tys. osób) w porównaniu ze szkołami wyższymi publicznymi (ok. 75 tys. osób) w 2005 roku. Tendencje te związane są z tendencjami w zakresie liczby szkół wyższych w sektorze publicznym i niepublicznym (zob. wykres 3). Liczba szkół wyższych niepublicznych wzrosła w latach 1991–2005 od kilkunastu do przeszło 300, zaś liczba szkół wyższych publicznych podniosła się w tym samym okresie nieznacznie.



Wykres 2. Liczba nauczycieli w szkołach wyższych w sektorze publicznym i niepublicznym w latach 1993/1994–2004/2005 (w tys. osób)

Źródło: obliczenia własne na podstawie *Szkoły wyższe i ich finanse*, GUS, różne wydania z lat 1992–2005.

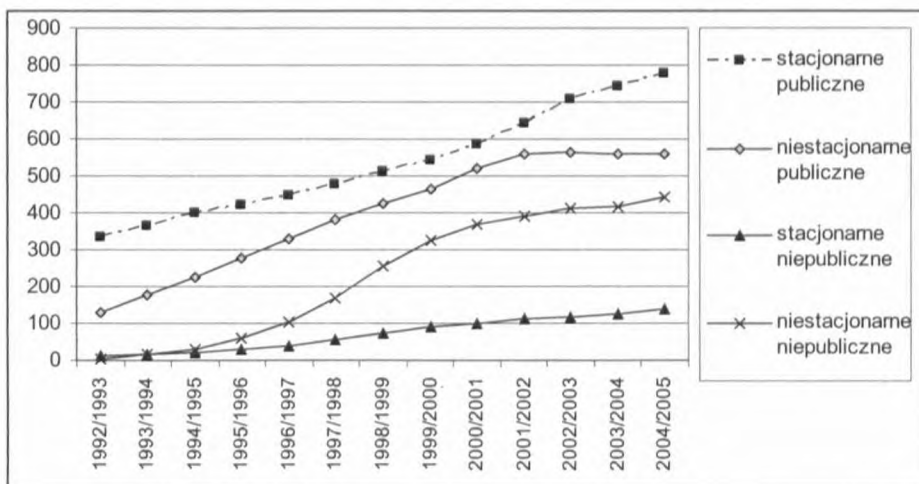


Wykres 3. Liczba szkół wyższych według sektorów własności w latach 1991/1992–2004/2005

Źródło: obliczenia własne na podstawie *Szkoły wyższe i ich finanse*, GUS, różne wydania z lat 1992–2005.

O potencjale edukacyjnym szkolnictwa wyższego w Polsce świadczą wskaźniki liczby studentów. W latach 1992–2005 nastąpił dynamiczny wzrost

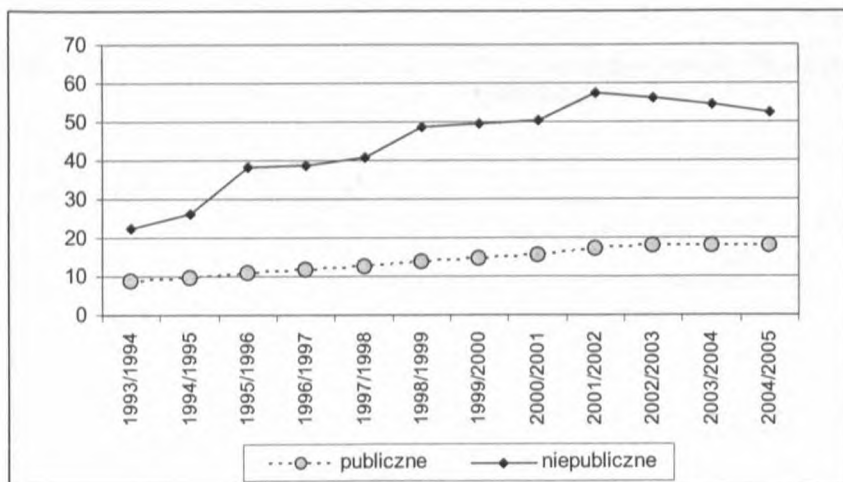
liczby studentów z poziomu ok. 500 tys. osób w 1992 roku do prawie 2 mln osób w 2005 roku (zob. wykres 4). Powyższe tendencje miały miejsce zarówno w odniesieniu do studentów stacjonarnych i niestacjonarnych, jak i w przekroju studentów szkół publicznych i niepublicznych.



Wykres 4. Liczba studentów stacjonarnych i niestacjonarnych w sektorze publicznym i niepublicznym w latach 1992/1993–2004/2005 (w tys. osób)

Źródło: obliczenia własne na podstawie *Szkoły wyższe i ich finanse*, GUS, różne wydania z lat 1992–2005.

Szkoły wyższe publiczne nadal dominują pod względem liczby studentów (w szkołach tych studiowało w 2005 roku ok. 65% łącznej liczby studentów). W szkołach publicznych i niepublicznych odmienne są jednakże relacje między liczbą studentów stacjonarnych i niestacjonarnych. W szkołach publicznych liczba studentów stacjonarnych przewyższa znacznie liczbę studentów niestacjonarnych (odpowiednio 790 tys. osób i 570 tys. osób w 2005 roku). Natomiast w szkołach niepublicznych liczba studentów stacjonarnych była prawie cztery razy mniejsza od liczby studentów niestacjonarnych w 2005 roku. Taka struktura odbija się negatywnie na przeciętnej jakości kształcenia w szkołach niepublicznych. Tendencje te wzmocnione są ponadto znacznie wyższą liczbą studentów przypadających na 1 nauczyciela w szkołach niepublicznych (ponad 52 osoby w 2005 roku) niż w szkołach publicznych (18 osób) (zob. wykres 5).



Wykres 5. Liczba studentów przypadających na 1 nauczyciela w szkołach wyższych publicznych i niepublicznych w latach 1993/1994–2004/2005

Źródło: obliczenia własne na podstawie *Szkoły wyższe i ich finanse*, GUS, różne wydania z lat 1992–2005.

W okresie transformacji zaszły istotne zmiany w strukturze kształcenia według profili kształcenia i sektorów własności. Odpowiednie dane zawiera tabela 1. Z tabeli tej wynika, iż w latach 1990–2005 spadła relatywna liczba studentów kształcących się na kierunkach takich jak: pedagogiczne, artystyczne, humanistyczne, medyczne, rolnicze oraz inżynierijsko-techniczne. Natomiast wzrósł udział studentów kształcących się na kierunkach społecznych, ekonomicznych, administracyjnych, informatyczno-matematycznych, architektury i budownictwa, a także powstały nowe profile kształcenia związane z ochroną środowiska, usługami dla ludności oraz ochroną mienia i bezpieczeństwa. Powyższe przemiany strukturalne, w strukturze kształcenia według profili, nie zachodziły jednolicie w szkołach wyższych publicznych i niepublicznych. W roku 2004/2005 miały miejsce istotne różnice w strukturze kształcenia w szkołach publicznych oraz w szkołach niepublicznych. W szkołach publicznych do podstawowych kierunków kształcenia należą kierunki: ekonomiczne i administracyjne (17,6% ogólnej liczby studentów), inżynierijsko-techniczne (11,1%), społeczne (11,0%), pedagogiczne (10,5%) oraz humanistyczne (9,4%). W szkolnictwie publicznym rozwijane są również, choć na mniejszą skalę, studia na kierunkach: prawnych, przyrodniczych, matematyczno-informatycznych, medycznych, rolniczych, architektury oraz ochrony środowiska. Zasadniczo odmienna struktura kształcenia występuje w szkołach wyższych niepublicznych. Dominują tutaj takie profile kształcenia

Tabela 1

**Struktura liczby studentów według profili kształcenia i sektorów własności
w roku 1990/1991 i 2004/2005 (w %)**

Profil kształcenia	Szkoły wyższe ogółem		Rok akademicki 2004/2005	
	1990/1991	2004/2005	W szkołach publicznych	W szkołach niepublicznych
Pedagogiczne	14,1	12,8	10,5	11,9
Artystyczne	2,4	1,1	1,4	0,3
Humanistyczne (łącznie z teologią)	13,2	7,8	9,4	4,0
Społeczne	4,3	13,6	11,0	17,3
Ekonomiczne i administracyjne	14,8	26,1	17,6	31,6
Prawne	4,7	2,9	3,6	1,5
Dziennikarstwa i informacji	1,0	0,8	0,7	0,8
Przyrodnicza	3,1	2,5	3,6	0,0
Matematyczno-informatyczna	2,4	6,3	5,1	6,2
Medyczne	10,1	4,0	4,5	0,9
Rolnicze, leśne i rybactwa	7,0	2,0	2,6	0,3
Transportowo-komunikacyjna	0,7	0,8	1,1	0,1
Inżynieryjno-techniczne	16,5	8,2	11,1	0,0
Produkcji i przetwórstwa	-	1,4	2,0	0,0
Architektury i budownictwa	1,1	2,9	3,8	0,5
Weterynaryjne	-	0,2	0,3	0,0
Opieki społecznej	-	0,1		
Usług dla ludności	-	2,9	0,8	4,2
Ochrony środowiska	-	3,0	3,7	1,0
Ochrony i bezpieczeństwa	-	0,5	0,3	0,0
Gospodarstwa domowe	0,2	-	-	-
Usługowa	0,4	-	-	-
Pozostałe kierunki	4,0	-	7,0	19,5
Razem	100	100	100	100

Źródło: obliczenia własne na podstawie *Szkoły wyższe i ich finanse*, GUS, różne wydania z lat 1992–2005.

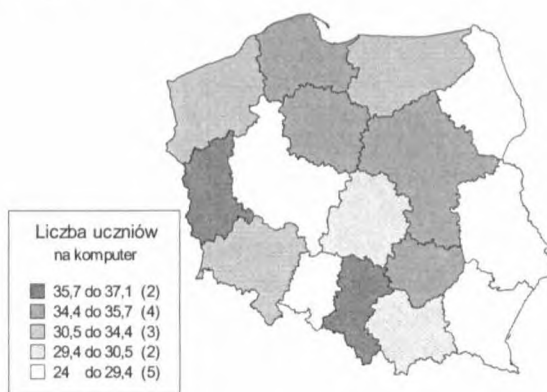
jak: ekonomiczno-administracyjne (31,6% ogólnej liczby studentów w tym sektorze w 2005 roku), pedagogiczne (11,9%), społeczne (17,3%), informatyczno-matematyczne (6,2%), humanistyczne (4,0%), a także usług dla ludności (4,2%).

Godny podkreślenia jest fakt, iż w szkołach wyższych niepublicznych nie są zupełnie rozwijane kierunki bardziej kosztochłonne, a w szczególności takie profile kształcenia jak: przyrodniczy, inżynieryjno-techniczny, produkcji i przetwórstwa, weterynaryjny. Można stąd wyprowadzić argument przemawiający za potrzebą wyrównania warunków kształcenia w szkołach publicznych i niepublicznych.

4. REGIONALNE ZRÓŻNICOWANIE INFRASTRUKTURY EDUKACYJNEJ

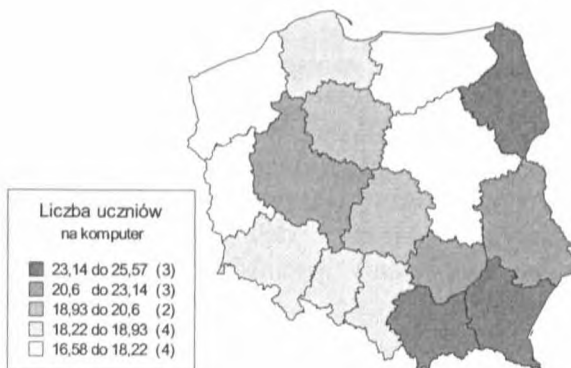
Infrastruktura edukacyjna czy potencjał edukacyjny to stosunkowo szerokie pojęcia, a ich analiza wydaje się nastroczać wielu problemów. Podstawowym z nich jest wybór odpowiednich zmiennych, które odzwierciedlają poziom potencjału edukacyjnego. Jak już wspomniano ograniczoność danych statystycznych zawęży możliwości analizy infrastruktury edukacyjnej w Polsce. Dostępne dane statystyczne w tym zakresie pozwalają jedynie na wybór niewielu wskaźników opisujących tę infrastrukturę.

Na mapach 1 i 2 przedstawione są wskaźniki przedstawiające wyposażenie szkół podstawowych i liceów ogólnokształcących w komputery z dostępem do Internetu przeznaczone do użytku uczniów w roku szkolnym 2004/2005 w polskich województwach.



Mapa 1. Liczba uczniów szkół podstawowych przypadających na 1 komputer z dostępem do internetu przeznaczonych dla uczniów w roku 2004/2005

Źródło: obliczenia własne na podstawie *Rocznika Statystycznego Województw*, GUS, 2005.



Mapa 2. Liczba uczniów liceów ogólnokształcących przypadających na 1 komputer z dostępem do internetu przeznaczonych dla uczniów w roku 2004/2005

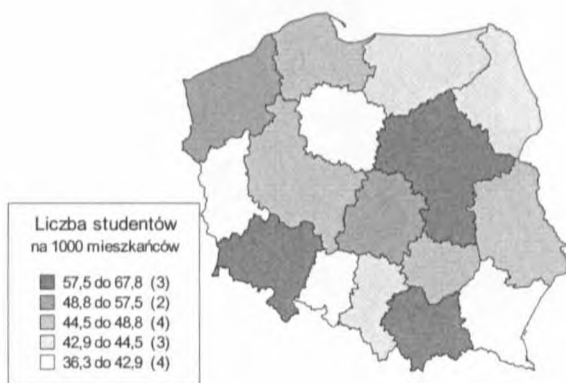
Źródło: obliczenia własne na podstawie *Rocznika Statystycznego Województw*, GUS, 2005.

Z dwóch powyższych map wynika, iż trudno jednoznacznie określić na podstawie wyposażenia w komputery szkół podstawowych i średnich poziom rozwoju regionalnej infrastruktury edukacyjnej. Szkoły podstawowe najlepiej wyposażone w komputery w roku szkolnym 2004/2005 zlokalizowane były w województwach podlaskim, lubelskim, podkarpackim wielkopolskim i opolskim, gdzie na jeden komputer przypadało ok. 24–30 komputerów. Z kolei najwięcej uczniów na komputer w szkołach podstawowych (ok. 36–37) było w województwach lubuskim i śląskim. Wydaje się, iż zupełnie inne regionalne zróżnicowanie w roku szkolnym 2004/2005 wystąpiło w przypadku liczby uczniów na komputer w liceach ogólnokształcących. W województwach warmińsko-mazurskim, mazowieckim, zachodniopomorskim i lubuskim na jeden komputer przypadało 17–18 uczniów liceów kształcących, z kolei w województwie małopolskim oraz podkarpackim i podlaskim wskaźnik ten kształtował się na poziomie ok. 23–26.

Kolejnymi wskaźnikami obrazującymi infrastrukturę edukacyjną, do których przywiązuje się dość dużą wagę w analizach poziomu rozwoju regionów są wskaźniki ilustrujące sytuację szkolnictwa wyższego⁹. Mapy 3–4 ilustrują liczbę studentów szkół wyższych ogółem, szkół publicznych i niepublicznych na 1000

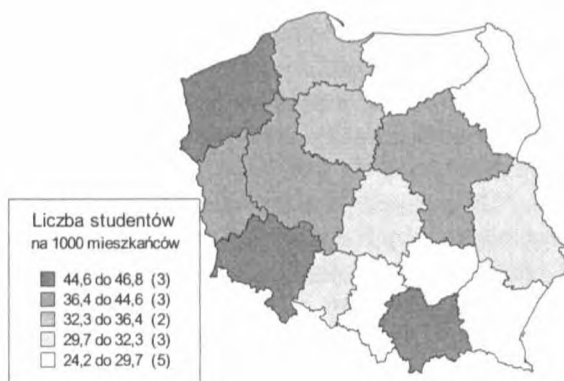
⁹ por. m.in. T. Tokarski, S. Roszkowska, P. Gajewski, *Regionalne zróżnicowanie łącznej produktywności czynników produkcji w Polsce*, „Ekonomista”, 2005, nr 2/2005, oraz S. Roszkowska, *Kapitał ludzki a wzrost gospodarczy w ujęciu wojewódzkim*, „Wiadomości Statystyczne”, 2005, nr 4/2005.

mieszkańców. Można powiedzieć, iż wskaźniki te odzwierciedlają raczej potencjał edukacyjny polskich województw niż ich infrastrukturę.



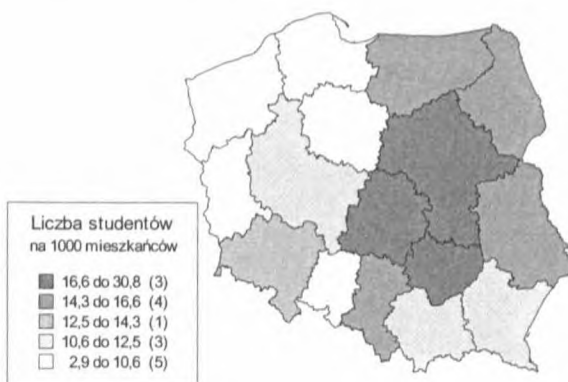
Mapa 3. Liczba studentów na 1000 mieszkańców w roku 2004/2005

Źródło: obliczenia własne na podstawie *Rocznika Statystycznego Województw*, GUS, 2005.



Mapa 4. Liczba studentów szkół publicznych na 1000 mieszkańców w roku 2004/2005

Źródło: obliczenia własne na podstawie *Rocznika Statystycznego Województw*, GUS, 2005.



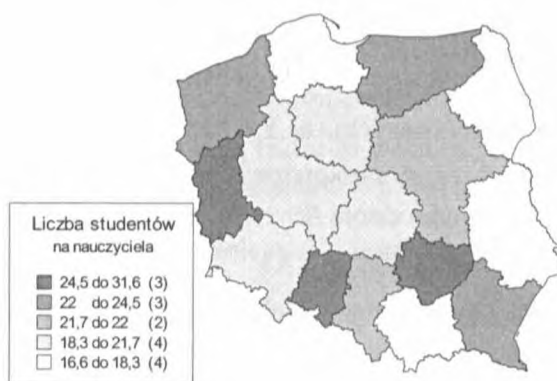
Mapa 5. Liczba studentów szkół niepublicznych na 1000 mieszkańców w roku 2004/2005

Źródło: obliczenia własne na podstawie *Rocznika Statystycznego Województw*, GUS, 2005.

Z mapy 3 wynika, iż najwięcej studentów na 1000 mieszkańców (ok. 58–68) w roku akademickim 2004/2005 było w województwach mazowieckim, małopolskim oraz dolnośląskim, w których to województwach zlokalizowane są główne ośrodki akademickie w Polsce (Warszawa, Kraków oraz Wrocław). O blisko 20 studentów mniej na 1000 mieszkańców zanotowano w tym samym roku w województwach podkarpackim, kujawsko-pomorskim, lubuskim oraz opolskim. Regionalne zróżnicowanie liczby studentów szkół publicznych na 1000 mieszkańców w roku akademickim 2004/2005 w nieznacznym stopniu różni się od regionalnego zróżnicowania liczby studentów w szkołach ogółem (por. mapy 3 i 4). Jednocześnie z mapy 5 wynika, iż pewien niedobór wyższego szkolnictwa publicznego szczególnie w województwach warmińsko-mazurskim, świętokrzyskim, podlaskim, podkarpackim oraz łódzkim uzupełniony został przez wyższe szkoły niepubliczne.

Ważnym czynnikiem infrastruktury edukacyjnej jest czynnik ludzki (por. punkt 2 opracowania). Mapa 6 ilustruje liczbę studentów przypadających na 1 pełnozatrudnionego nauczyciela akademickiego w roku akademickim 2004/2005. Największą liczbą studentów na nauczyciela (ok. 25–32) w analizowanym okresie charakteryzowały się województwa świętokrzyskie, opolskie i lubuskie, które są dość ubogie jeśli chodzi o szkolnictwo wyższe państwowe. Najlepiej wyposażone rozumiany jak wyżej czynnik ludzki infrastruktury edukacyjnej były województwa podlaskie, lubelskie, pomorskie oraz małopolskie (ok. 17–18 studentów na nauczyciela). Nie bez znaczenia pozostaje w tym przypadku podział owego wskaźnika na szkolnictwo publiczne

i niepubliczne, który to podział analizowany będzie w dalszej części opracowania.



Mapa 6. Liczba studentów przypadających na 1 nauczyciela w roku 2004/2005

Źródło: obliczenia własne na podstawie *Rocznika Statystycznego Województw*, GUS, 2005.

Kolejny problem przy analizie infrastruktury edukacyjnej związany jest z konstrukcją i analizą zmiennych syntetycznych obrazujących poziom analizowanego potencjału. Złożoność cech odzwierciedlających pojęcie infrastruktury edukacyjnej wynika z podziału szkolnictwa w Polsce na 3 poziomy (podstawowy, średni i wyższy) oraz na 2 sektory (publiczny i niepubliczny), ponadto można rozpatrywać podział ze względu na umiejscowienie ośrodków dydaktycznych w mieście bądź na wsi. W związku z powyższym niezbędna staje się redukcja wymiaru przestrzeni cech opisujących potencjał edukacyjny. W tej części opracowania przedstawiony zostanie wybór cech (z dostępnych danych statystycznych), które zdaniem autorów najlepiej opisują poziom potencjału edukacyjnego w polskich województwach. Następnie wykorzystana zostanie metoda głównych składowych w celu uporządkowania województw w Polsce w roku 2005 według poziomu rozwoju potencjału edukacyjnego. Metoda ta polega na ortogonalnym przekształceniu p -wymiarowego układu zmiennych opisujących wielowymiarowe obserwacje do układu zmiennych nieskorelowanych. Zatem jest ona takim przekształceniem, że wariancje kolejnych składowych są coraz mniejsze, a całkowita wariancja wszystkich zmiennych wejściowych jest równa wariancji wszystkich głównych składowych. Pierwsza główna składowa charakteryzuje się największą wariancją, co oznacza, że największy procent całkowitej wariancji cech opisujących wielowymiarowe obiekty jest wyjaśniony właśnie przez tę

składową. Szczegółowy opis metody głównych składowych znajduje się w opracowaniach¹⁰ m.in. Ostasiewicza, 1998; Aczel, 2000; Morrison, 1990; Jolliffe, 2002; Radhakrishna, 1964; Krzyśko, 2000. Natomiast wykorzystanie metody głównych składowych do rejonizacji można znaleźć w pracach¹¹ na przykład Hellwig, 1968 czy Hellwig, Kania-Gospodarowicz, 1975.

Niech $\mathbf{X} = [X_1, \dots, X_p]^T$ będzie macierzą wymiaru $n \times p$ zmiennych obserwowanych (na ogół skorelowanych), a $\mathbf{Y} = [Y_1, \dots, Y_p]^T$ będzie macierzą wymiaru $n \times p$ zmiennych (na ogół) nieskorelowanych, uzyskanych w wyniku następującej transformacji liniowej wektora $\mathbf{X}$:

$$\mathbf{Y} = \mathbf{A}^T \mathbf{X} \text{ lub } \mathbf{X} = \mathbf{A} \mathbf{Y} \quad (1)$$

przy czym $\mathbf{A} = [a_1, \dots, a_p]$ jest macierzą przekształcenia ortogonalnego.

Jeżeli a_j , a_j^T oznaczają odpowiednio j -tą kolumnę i j -ty wiersz macierzy poszukiwanej macierzy $\mathbf{A}$, to równanie (1) ma postać:

$$Y_j = a_j^T X \text{ dla } j = 1, \dots, p \quad (2)$$

Jeśli przez $\mathbf{C}$ oznaczyć macierz kowariancji zmiennych X_j , a przez λ_j wariancję zmiennej Y_j to zachodzi następujący związek:

$$\lambda_j = Y_j Y_j^T = a_j X X^T a_j = a_j^T C a_j \quad (3)$$

Ponieważ główne składowe mają być nieskorelowane to zachodzi związek:

$$Y_j Y_k^T = a_j^T C a_k = 0 \text{ dla } j \neq k \quad (4)$$

Niech $\mathbf{\Lambda}$ będzie macierzą kowariancji zmiennych Y_j . Z zależności (3) i (4) wynika, że $\mathbf{\Lambda}$ można zapisać jako:

$$\mathbf{\Lambda} = \mathbf{A}^T \mathbf{C} \mathbf{A} \quad (5)$$

¹⁰ W. Ostasiewicz (red.), *Statystyczne metody analizy danych*, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej im. Oskara Langego we Wrocławiu, Wrocław 1998; A. D. Aczel, *Statystyka w zarządzaniu: pełny wykład*, Polski Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 2000; D. F. Morrisom, *Wielowymiarowa analiza statystyczna*, Polski Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1990; I. T. Jolliffe, *Principal Component Analysis*, Springer, New York 2002; R. C. Radhakrishna, *The use and interpretation of principal component analysis in applied research*, „The Indian Journal of Statistics”, 1964, vol. 26, s. 329–358; M. Krzyśko, *Wielowymiarowa analiza statystyczna*, Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, Poznań 2000.

¹¹ Z. Hellwig, *Zastosowanie metody taksonomicznej do typologicznego podziału krajów ze względu na poziom ich rozwoju i strukturę wykwalifikowanych kadr*, „Przegląd Statystyczny”, 1968, nr 4/1968; Z. Hellwig, A. Kania-Gospodarowicz, *Zastosowanie analizy porównawczej w badaniach międzynarodowych*, Prace Zakładu Badań Statystyczno-Ekonomicznych, Zeszyt 83, Warszawa 1975.

przy czym $\lambda_1, \dots, \lambda_p$ są elementami diagonalnymi i wartościami własnymi tej macierzy oraz wartościami własnymi macierzy C (ponieważ macierz A jest macierzą ortogonalną sprowadzającą macierz C do macierzy Λ).

Ponadto można przyjąć, że elementy diagonalne macierzy Λ są uporządkowane niemalejąco i w praktyce spełniony jest następujący warunek:

$$\lambda_1 > \lambda_2 > \dots > \lambda_p \quad (6)$$

Z zależności (6) oraz faktu, że wektory własne odpowiadające różnym wartościom własnym są ortogonalne wynika, iż wektory własne macierzy C odpowiadające wektorom własnym Λ są ortogonalne. Unormowane wektory własne odpowiadające kolejnym wartościom własnym będą tworzyły poszukiwaną macierz A .

Równość śladów macierzy C i Λ jest równoważna z równością sumarycznej wariancji zmiennych X_j z sumaryczną wariancją zmiennych Y_j . Udział wariacji j -tej głównej składowej w sumie wariancji zmiennych $X_1, \dots, X_p$ określających wagę jaką można przypisać tej składowej jest równy:

$$w_j = \frac{\lambda_j}{\sum_{k=1}^p \lambda_k} \quad \text{dla } j=1, \dots, p \quad (7)$$

Teoretycznie można wyznaczyć p głównych składowych. W praktyce jednak wyznacza się tylko kilka składowych. Zaznaczyć należy, że nie istnieje obiektywne kryterium wyboru liczby głównych składowych. Najczęstszym

kryterium wyboru k liczby głównych składowych jest nierówność $\sum_{i=1}^k w_i > w_0$

przy czym w_0 jest arbitralnie przyjętą liczbą mniejszą od 1 (na ogół 0,9 bądź 0,8). Z kolei kryterium Keisera sugeruje, aby wybrać tylko te główne składowe dla których wartości własne są większe od 1.

Wyznaczenie wartości własnych z macierzy kowariancji jest naturalne jeśli cechy mają to samo miano, w przeciwnym przypadku kombinacja liniowa takich cech jest trudna do interpretacji. Często zamiast oryginalnych danych posługuje się danymi zestandaryzowanymi i zamiast z macierzy kowariancji korzysta się z macierzy korelacji.

W badaniach poziomu rozwoju zmienna Y_i pełni rolę wskaźnika (zmiennej syntetycznej) charakteryzując poszczególnych jednostek oraz porządkując je według stopnia rozwoju. W tym celu do równania (1) należy podstawić współrzędne analizowanych obiektów i uporządkować je zgodnie z malejącymi wartościami Y_i .

Wykorzystując zaprezentowaną metodę głównych składowych do badania poziomu potencjału edukacyjnego województw w roku szkolnym

(akademickim) 2004/2005 wybrano następujące dostępne cechy opisujące poszczególne województwa:

- X_1 – liczba uczniów w liceach ogólnokształcących przypadających na 1 komputer przeznaczony dla uczniów;
- X_2 – liczba uczniów w szkołach podstawowych przypadających na 1 komputer przeznaczony dla uczniów;
- X_3 – liczba uczniów w szkołach podstawowych w miastach przypadających na 1 komputer przeznaczony dla uczniów;
- X_4 – liczba uczniów w szkołach podstawowych na wsi przypadających na 1 komputer przeznaczony dla uczniów;
- X_5 – liczba uczniów w szkołach średnich zawodowych przypadających na 1 komputer przeznaczony dla uczniów;
- X_6 – liczba uczniów w szkołach ogólnozawodowych przypadających na 1 komputer przeznaczony dla uczniów;
- X_7 – liczba uczniów w szkołach zasadniczych zawodowych przypadających na 1 komputer przeznaczony dla uczniów;
- X_8 – liczba studentów przypadająca na 1000 mieszkańców;
- X_9 – liczba studentów przypadająca na 1 pełnozatrudnionego nauczyciela akademickiego;
- X_{10} – liczba studentów przypadająca na 1 szkołę wyższą;
- X_{11} – liczba studentów studiów niestacjonarnych przypadająca na 1000 mieszkańców;
- X_{12} – liczba studentów studiów stacjonarnych przypadająca na 1000 mieszkańców;
- X_{13} – liczba studentów szkół niepublicznych przypadająca na 1000 mieszkańców;
- X_{14} – liczba studentów szkół niepublicznych na studiach niestacjonarnych przypadająca na 1000 mieszkańców;
- X_{15} – liczba studentów szkół niepublicznych na studiach stacjonarnych przypadająca na 1000 mieszkańców;
- X_{16} – liczba studentów szkół publicznych przypadająca na 1000 mieszkańców;
- X_{17} – liczba studentów w szkołach publicznych przypadająca na 1 szkołę wyższą;
- X_{18} – liczba studentów szkół publicznych na studiach niestacjonarnych przypadająca na 1000 mieszkańców;
- X_{19} – liczba studentów szkół publicznych na studiach stacjonarnych przypadająca na 1000 mieszkańców;

W tablicach 2 i 3 zaprezentowane są otrzymane wyniki metodą głównej składowej.

Tabela 2

Wartości własne i procent wariancji całkowitej analizowanych zmiennych

Główne składowe	Wartość własna (λ_j)	Procent wariancji całkowitej zmiennych $X_1, \dots, X_{19}$	Skumulowany procent wariancji całkowitej zmiennych $X_1, \dots, X_{19}$
Y_1	5,210	27,42	27,42
Y_2	4,189	22,05	49,47
Y_3	3,009	15,84	65,30
Y_4	2,182	11,48	76,79
Y_5	1,624	8,55	85,33
Y_6	1,188	6,25	91,59
Y_7	0,619	3,26	94,84
Y_8	0,420	2,21	97,05
Y_9	0,248	1,30	98,36
Y_{10}	0,155	0,82	99,17
Y_{11}	0,124	0,65	99,83
Y_{12}	0,0276	0,15	99,97
Y_{13}	0,00441	0,02	99,99
Y_{14}	0,00112	0,01	100,00

Źródło: obliczenia własne.

Z zaprezentowanych w tabeli 2 wartości własnych oraz udziałów wariancji całkowitej analizowanych wskaźników poziomu potencjału edukacyjnego wynika, iż 14 głównych składowych objaśnia wariancję całkowitą badanych cech, przy czym wariancja sześciu pierwszych głównych składowych stanowi 91,59% wariancji całkowitej analizowanych zmiennych. Unormowane wektory własne przedstawione są w tabeli 3.

Elementy pierwszej kolumny w tabeli 3 są to cosinusy kątów jakie tworzy Y_1 ze zmiennymi X . Te współczynniki interpretuje się jako współczynniki korelacji Y_1 z poszczególnymi zmiennymi X . Analiza obliczonych współczynników pokazuje, iż najsilniej pierwsza główna składowa jest skorelowana ze zmiennymi, które opisują udział studentów ogółem i studentów szkół publicznych i studentów szkół publicznych na studiach stacjonarnych w ludności tych województw. Najniższe (co do modułu) współczynniki korelacji otrzymano w przypadku wskaźników pokazujących strukturę studentów szkół niepublicznych według województw oraz wskaźników obrazujących wyposażenie szkół podstawowych i średnich w komputery. Wydaje się zatem, iż

na poziom potencjału edukacyjnego w polskich województwach największy wpływ wywiera szkolnictwo wyższe publiczne.

Tabela 3

Unormowane wektory własne

Zmienne	Główne składowe					
	Y_1	Y_2	Y_3	Y_4	Y_5	Y_6
X_1	-0,0619	-0,0844	0,4630	0,1558	0,1664	-0,0613
X_2	0,1331	0,1850	-0,3540	0,3587	0,0835	0,1507
X_3	-0,0714	0,0876	-0,2397	0,3434	0,3413	-0,4255
X_4	0,1222	0,0633	-0,1999	0,4755	-0,1177	0,3296
X_5	-0,1582	-0,1905	0,2402	0,4486	-0,1706	0,0805
X_6	-0,2395	-0,1796	0,0739	0,4570	-0,0463	-0,0049
X_7	0,0930	-0,1423	0,4249	0,1057	-0,2967	0,1683
X_8	0,3766	-0,2357	-0,0567	0,0090	-0,0606	-0,0083
X_9	-0,2209	0,0070	-0,2208	-0,1134	-0,3848	0,3409
X_{10}	-0,0185	0,2164	0,0954	-0,0734	-0,5744	-0,4018
X_{11}	0,2342	-0,3430	-0,2044	-0,0868	-0,0395	0,1416
X_{12}	0,4007	-0,0264	0,1331	0,1152	-0,0623	-0,1766
X_{13}	0,0555	-0,4689	-0,1307	-0,0483	-0,0182	-0,0356
X_{14}	0,0204	-0,4520	-0,1775	-0,0570	-0,0766	0,0648
X_{15}	0,1413	-0,3677	0,0499	-0,0069	0,1604	-0,3210
X_{16}	0,4008	0,1621	0,0560	0,0567	-0,0557	0,0239
X_{17}	-0,0511	-0,0527	-0,3556	0,1201	-0,4136	-0,4370
X_{18}	0,3588	0,1811	-0,0459	-0,0503	0,0619	0,1290
X_{19}	0,3816	0,1273	0,1255	0,1299	-0,1369	-0,0581

Źródło: obliczenia własne.

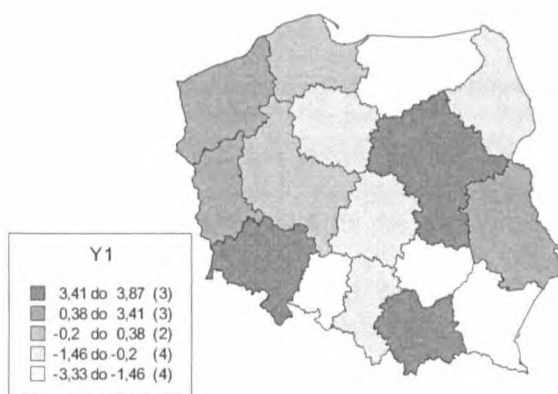
W kolejnym kroku, korzystając z wartości jakie przyjmuje pierwsza główna składowa można uporządkować obiekty ze względu na poziom potencjału edukacyjnego mierzonego Y_1 . Należy podkreślić, że największy wpływ na tę zmienną i tym samym na poziom potencjału edukacyjnego mają cechy (X), w przypadku których uzyskano największe wartości bezwzględne współczynników korelacji. W tabeli 4 przedstawiono uporządkowanie województw według Y_1 . Z kolei mapa 7 ilustruje podział województw ze względu na otrzymane w badaniu wartości pierwszej głównej składowej Y_1 .

Tabela 4

**Wartości pierwszej głównej składowej oraz pozycje województw
według wartości głównej składowej**

Województwo	Y_1	Pozycja
Dolnośląskie	3,695	2
Kujawsko-pomorskie	-1,434	11
Lubelskie	0,545	5
Lubuskie	0,382	6
Łódzkie	-0,202	9
Małopolskie	3,862	1
Mazowieckie	3,412	3
Opolskie	-2,035	13
Podkarpackie	-3,327	16
Podlaskie	-1,460	12
Pomorskie	0,033	7
Śląskie	-0,884	10
Świętokrzyskie	-3,170	15
Warmińsko-mazurskie	-2,115	14
Wielkopolskie	-0,121	8
Zachodniopomorskie	2,819	4

Źródło: obliczenia własne.



**Mapa 7. Syntetyczny miernik rozwoju poziomu potencjału edukacyjnego
województw w roku 2004/2005**

Źródło: obliczenia własne.

Z przedstawionych w tabeli 4 obliczonych wartości pierwszej głównej składowej oraz ich ilustracji na mapie 7 można wyciągnąć następujące wnioski:

- Najwyższym poziomem potencjału edukacyjnego w roku szkolnym 2004/2005 charakteryzowały się województwa (kolejno) mazowieckie, dolnośląskie i małopolskie. Województwa te charakteryzują się m.in. najwyższą liczbą studentów przypadających na 1000 mieszkańców (ok. 57–67), w tym najwyższą liczbą studentów studiów stacjonarnych w szkołach publicznych (małopolski – 28, dolnośląskie – 26). W regionach tych występuje względnie niska liczba studentów przypadających na 1 pełnozatrudnionego nauczyciela akademickiego.
- Najniższy syntetyczny miernik potencjału edukacyjnego otrzymano dla województw podkarpackiego, świętokrzyskiego, warmińsko-mazurskiego oraz opolskiego. Taki wynik jest zdeterminowany przede wszystkim faktem, że województwa te charakteryzują się dość słabo rozwiniętym szkolnictwem wyższym państwowym.
- Wysoką pozycję (4) uzyskało również województwo zachodniopomorskie. Wynika to z tego, iż w województwie tym jest dość duża liczba studentów na 1000 mieszkańców – 53, przy czym w szkołach państwowych – 44, a na studiach stacjonarnych w tych szkołach – 25.
- Należy podkreślić, że otrzymane wyniki (por. tabela 4 i mapa 7) wynikają z uzyskanych wag, jakie otrzymały w wyniku metody głównych składowych poszczególne cechy. Jak już wcześniej wspomniano najwyższe wagi uzyskano w przypadku wskaźników opisujących szkolnictwo wyższe w sektorze publicznym.

4. PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Z prowadzonych w opracowaniu dyskusji i analiz można płyną następujące wnioski:

- Infrastruktura edukacyjna jest złożonym pojęciem, stąd dość trudno jest określić cechy opisujące tę infrastrukturę. Z kolei wybór odpowiednich cech nie jest tożsamy z możliwością ich analizy, co wynika z braku dostępnych danych statystycznych.
- Tendencje rozwojowe zmiennych opisujących infrastrukturę edukacyjną (por. punkt 3 opracowania) wskazują na jej rozwój w Polsce w latach dziewięćdziesiątych.
- Zmianom w tym okresie uległa również struktura kształcenia według profili kształcenia i sektorów własności. Znacznie wzrosło zainteresowanie przede wszystkim kierunkami ekonomiczno-administracyjnymi i społecznymi.

Ponadto w szkołach niepublicznych kształci się studentów na kierunkach, które nie wymagają dużego nakładu kosztów.

- Analizy regionalnego zróżnicowania infrastruktury edukacyjnej lub potencjału edukacyjnego polskich województw wskazują na trudności w klasyfikacji województw według wybranych dziewiętnastu cech opisujących infrastrukturę. Rodzi się zatem potrzeba konstrukcji syntetycznego miernika regionalnego zróżnicowania infrastruktury edukacyjnej.
- Metoda głównych składowych umożliwia klasyfikację obiektów (województw) według wybranego kryterium. Nie wymaga ona poza tym arbitralnego ustalenia wag dla poszczególnych cech ani wyróżnienia stymulant i destymulant.
- Prowadzone analizy statystyczne pokazują, iż wśród wszystkich wskaźników opisujących szkolnictwo w Polsce największe znaczenie mają wskaźniki związane ze szkolnictwem wyższym.
- Pozycja każdego z województw pod względem poziomu rozwoju potencjału edukacyjnego wynika głównie ze stopnia rozwoju i struktury szkolnictwa wyższego w tych województwach.

Eugeniusz Kwiatkowski, Sylwia Roszkowska

EDUCATIONAL INFRASTRUCTURE IN POLAND DURING THE TRANSITION PERIOD

(Summary)

The main goal of the paper is to define the regional distribution of educational infrastructure and its factors in Poland in 1991–2004. According to endogenous growth theory (see Lucas, 1998), a human capital plays the crucial role in economic growth. Moreover human capital increases because of the purposeful investment (schooling mainly) in this stock.

The statistical analyses provided in this paper confirm that there is statistically significant regional diversity of educational infrastructure. Moreover, each element of educational infrastructure has different impact on the explained variable. The most important are factors connected with educational potential rather, especially the potential of tertiary education.