

Słowa kluczowe: rzeki, dorzecze, analiza wielowymiarowa, jakość wód

Mirosław SKORBIŁOWICZ*

ZASTOSOWANIE CHEMOMETRII DO IDENTYFIKACJI I KLASYFIKACJI ŹRÓDEŁ ZANIECZYSZCZEŃ RZEK W ZLEWNI GÓRNEJ NARWI (POLAND NE)

Celem pracy była próba identyfikacji, oceny intensywności oddziaływania oraz klasyfikacji źródeł zanieczyszczeń wód rzecznych w zlewni górnej Narwi przy pomocy metod określanych mianem-chemometrycznych. Badania prowadzono na rzece Narew (północno-wschodnia Polska) na której zlokalizowano 10 stanowisk pomiarowo-kontrolnych oraz po jednym stanowisku na odcinkach przyujściowym z 19 jej dopływów (Awissa, Biała-Bielsk Podlaski, Bobrówka, Czaplinianka, Czarna, Horodnianka, Jaskranka, Krzywczanka, Łoknica, Łutownia, Małynka, Mieńka, Nereśl, Olszanka, Ruda, Rudnia, Rudnik, Strabelka, Turośnianka). Próbki wody pobierano raz w miesiącu, w latach 2001, 2002, 2003, 2004 i 2005. Do opracowania statystycznego wyników badań wykorzystano w pracy metody wielowymiarowe: (FA), (PCA) i (CA) stosowane do eksploracji znacznych ilości danych badawczych. Prowadzone badania i wyniki analizy pozwoliły zidentyfikować główne strefy mające wpływ na chemizm wód górnej Narwi oraz 3 podstawowe obszary (zurbanizowane, obszary zalesione oraz obszary z przewagą działalności rolniczej) grupujące badane rzeki.

1. WSTĘP

Zanieczyszczenie wód płynących w zlewni rzeki Narew wynika przede wszystkim z rolniczej struktury użytkowania jej powierzchni. Dodatkowo na jakość wód negatywnie wpływają zanieczyszczenia z miejskich jednostek osadniczych oraz wody burzowe zarówno z terenów wiejskich jak i miejskich [10,13].

Duża liczba danych środowiskowych często sprawia, że analiza wyników jest trudna i czasochłonna. Statystyka wielowymiarowa jest w tym momencie bardzo użyteczna ze względu na oczywiste zmniejszenie liczby danych poprzez określenie związków między zmiennymi [5,6,14,17].

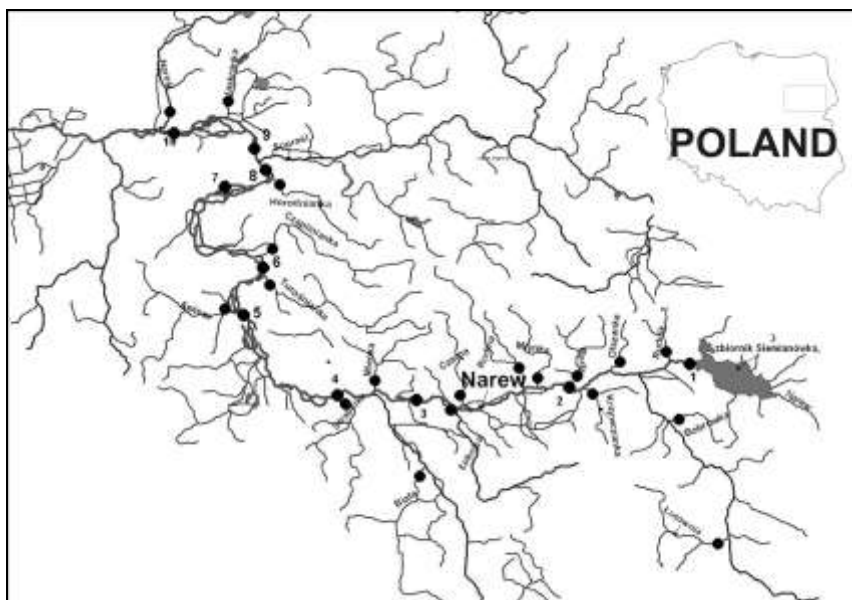
Analizy wielowymiarowe aktualnie są bardzo popularne w badaniach różnych ekosystemów, w tym wodnego i glebowego [1,3,11,12,15,19].

* Politechnika Białostocka, Katedra Technologii w Inżynierii i Ochronie Środowiska,
ul. Wiejska 45E, 15-351 Białystok, mskorbilowicz@pb.edu.pl.

Celem pracy była próba identyfikacji, oceny intensywności oddziaływania oraz klasyfikacji źródeł zanieczyszczeń wód rzecznych w zlewni górnej Narwi przy pomocy metod określanych mianem-chemometrycznych.

2. MATERIAŁ I METODY

Badania prowadzono na rzece Narew (rys. 1), na której zlokalizowano 10 stanowisk pomiarowo-kontrolnych oraz po jednym stanowisku na odcinkach przyujściowym z 19 jej dopływów (Awissa, Biała-Bielsk Podlaski, Bobrówka, Czaplinańska, Czarna, Horodniana, Jaskranka, Krzywczanka, Łoknica, Łutownia, Małynka, Mieńka, Nereśl, Olszanka, Ruda, Rudnia, Rudnik, Strabelka, Turośnianka).



Rys. 1. Lokalizacja stanowisk pomiarowych na rzece Narew i jej dopływach

Próbki wody pobierano raz w miesiącu, w latach 2001, 2002, 2003, 2004 i 2005 z głębokości 0,5 m. do 1,5 litrowych butelek polietylenowych. Analizy chemiczne wody prowadzono w dniu pobierania próbek po ich przywiezieniu do laboratorium w Politechnice Białostockiej, Polska. W próbkach oznaczano stężenie azotu amonowego, azotu azotynowego (III), azotu azotanowego (V), fosforanów V, siarczanów (VI) i chlorków metodą kolorymetryczną, przewodność właściwą i odczyn metodą potencjometryczną, stężenie jonów sodu i potasu metodą emisyjnej spektrometrii atomowej, stężenie jonów wapnia, magnezu, żelaza i cynku metodą absorpcyjnej spektrometrii atomowej. W metodzie ASA i ESA jako źródło atomizacji zastosowano płomień utleniający powietrze-acetylen. W próbkach wody, którą

filtrowano przed analizami przez filtry mikroporowate (średnica porów $d=0,45 \mu\text{m}$) oznaczano formy rozpuszczone poszczególnych składników. Poprawność metodyki badawczej w zakresie oznaczeń Ca, Mg, Na, K, Fe i Zn sprawdzano na podstawie analizy materiału referencyjnego SRM 1643e (Trace Elements in Water, NIST). Do opracowania statystycznego wyników badań wykorzystano w pracy analizę czynnikową (FA), która należy do grupy analiz wielowymiarowych i jest stosowana do opisu i eksploracji dużej liczby danych. W niniejszej pracy otrzymano i analizowano (rzeka Narew-9000+dopływy 15960) = 24960 wyników pomiarowych. W celu wyodrębnienia czynników zastosowano metodę składowych głównych (PCA), która do obliczeń wykorzystuje pierwotną macierz korelacji. W badaniach hydrochemicznych używa się jej do opisu procesów zachodzących w wodach powierzchniowych i podziemnych oraz identyfikacji źródeł zasilania i pochodzenia substancji kształtujących skład chemiczny wód [18,20]. W celu interpretacji wyników analizy czynnikowej przyjęto, że związki zmiennej pierwotnej z czynnikiem są silne wówczas, gdy wartości bezwzględne jej ładunków są większe od 0,70 [4,16]. Do analizy wyników badań zastosowano również analizę skupień (CA)-metoda aglomeracji Warda, która bazuje na pojęciu odległości obiektów lub zmiennych w przestrzeni wielowymiarowej. Obliczono również wartości średniej arytmetycznej z wyników pomiaru badanych parametrów dla każdego wskaźnika jakości wody (w latach 2001–2005) poza odczynem.

W zlewni górnej Narwi wyraźnie zaznacza się przewaga dopływów lewostronnych. W górnym biegu obszar zlewni posiada większą lesistość niż w biegu środkowym i dolnym, gdzie przeważają w dolinie użytki zielone. Największy odsetek w obszarze zlewni zajmują gleby wytworzone z piasków i glin w typie gleb brunatnych i bielcowych. Koncentracja użytków zielonych na terenie zlewni występuje głównie w środkowym biegu badanego odcinka Narwi. Dolina górnej Narwi jest obszarem zróżnicowanym zarówno pod względem naturalnego charakteru doliny, jak i stanu przeobrażenia antropopresją. Na całej długości jest to dolina łęgowa, ze wszystkimi jej formami i cechami. Na obszarze Polski górna Narew ma długość 199 km, a dolina 150 km. Charakterystykę zlewni badanych rzek zamieszczono w tabeli nr.1.

Przepływ rzeki Narew SNQ równy jest $0,5 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Opad roczny kształtuje się w granicach 500–600 mm. Według zebranych w czasie badań informacji ankietowych poziom nawożenia na badanych terenach wynosi obecnie NPK około $57 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ oraz Ca $60 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$.

3. WYNIKI I DYSKUSJA

W tabeli nr. 2 zamieszczono wartości średnich arytmetycznych badanych parametrów w wodach Narwi w okresie (2001–2005). Wartość odczynu, którego nie zestawiono w tej tabeli wahała się w zakresie od 6,5 do 8,5 pH.

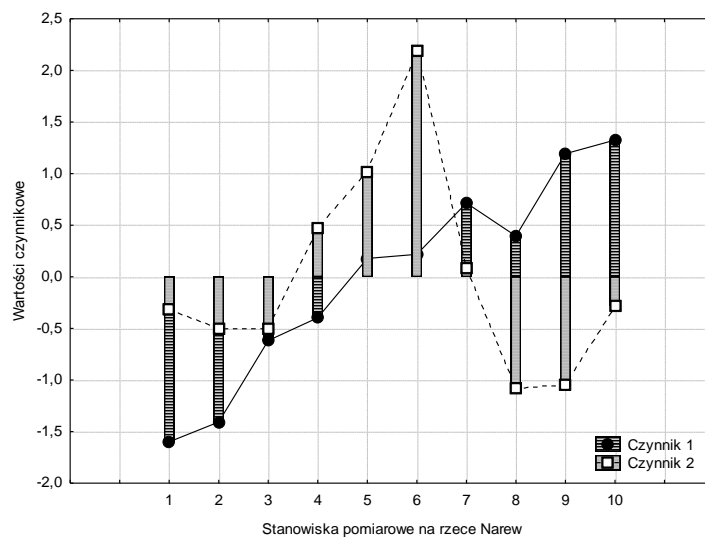
Tab. 1. Charakterystyka zlewni badanych rzek

Rzeka	Zalesienie [%]	Tereny rolnicze [%]		Tereny zurbanizowane [%]	Długość rzeki [km]	Pow. zlewni [km ²]
		Grunty orne [%]	Pastwiska i łąki [%]			
Górna Narew	25	40	20	6	199	6270
Awissa	14	54	19	8	15	130
Biała Bielsk Podl.	4	47	42	7	36	204
Bobrówka	37	26	33	1	14	45
Czaplinianka	18	43	28	5	17	80
Czarna	20	47	30	4	16	45
Horodnianka	18	40	26	15	18	76
Jaskranka	15	33	41	8	22	120
Krzywczanka	20	53	25	4	10	25
Łoknica	15	60	25	3	28	183
Łutownia	92	5	2	1	17	120
Małynka	20	63	14	3	15	60
Mieńka	11	60	26	3	7	60
Nereśl	10	60	22	10	40	291
Olszanka	47	23	28	3	9	24
Ruda	30	43	24	4	12	60
Rudnia	22	47	20	4	23	90
Rudnik	40	35	25	3	7	38
Strabelka	21	45	30	3	16	33
Turośnianka	12	53	30	5	22	144

Do identyfikacji procesów kształtujących chemizm wód górnej Narwi oraz oceny ich oddziaływania zastosowano analizę wieloczynnikową (FA) oraz analizę skupień Warda (CA). Na podstawie analizy wieloczynnikowej w oparciu o „kryterium osypiska” i „kryterium Kaisera” zidentyfikowano 2 czynniki wyjaśniające PC1 64% i PC2 16% (80%) zmienności globalnej zjawisk w analizowanym układzie (rys. 2 i tab. 3).

Tab. 2. Średnie stężenie badanych parametrów w wodach rzeki górna Narew w okresie badawczym 2001–2005

Wskaźniki	Jednostka	Stanowiska pomiarowe									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Przepływ SQ	[m ³ ·s ⁻¹]	2,8	6,5	7,7	9,8	11,7	14,1	15,5	18,3	35	36
N-NH ₄	[mg·dm ⁻³]	0,49	0,48	0,39	0,42	0,36	0,46	0,34	0,27	0,29	0,33
N-NO ₂		0,011	0,019	0,009	0,012	0,02	0,03	0,007	0,009	0,011	0,014
N-NO ₃		1	1,1	1,1	1	1	1,1	1	1,1	1,4	1,4
PO ₄		0,45	0,34	0,53	0,77	0,78	0,94	0,59	0,39	0,5	0,63
SO ₄		29	29	34	32	35	33	37	38	41	44
Cl		17	17	17	18	17	19	18	20	21	23
Przewod.		[μS·cm ⁻¹]	310	340	352	396	389	394	400	397	419
Ca	[mg·dm ⁻³]	59	60	65	65	72	69	73	69	74	69
Mg		7	8	8	9	10	10	12	10	11	12
Na		6	7	9	10	10	11	13	11	14	15
K		3	3	4	4	5	4	6	5	5	5
Fe		0,293	0,301	0,212	0,243	0,192	0,137	0,158	0,182	0,109	0,117
Zn		0,019	0,027	0,028	0,023	0,024	0,016	0,024	0,032	0,038	0,029



Rys. 2. Dynamika zmian wartości czynnikowych w punktach pomiarowych na rzece Narew

Tab. 3. Wyniki analizy czynnikowej (metoda rotacji-varimax znormalizowana, oznaczone ładunki są >0,7)

Zmienna	Czynnik 1	Czynnik 2
przepływ	0,89	
N – NH ₄	-0,81	
N – NO ₂		0,79
N – NO ₃		
PO ₃		0,90
SO ₄	0,94	
Cl	0,83	
Przewod.	0,94	
Ca	0,90	
Mg	0,94	
Na	0,98	
K	0,91	
Fe	-0,96	
Zn		-0,79
Wyjaśnienie zmienności składu chemicznego wód Narwi przez czynnik I i II, [%]	64	16

Czynnik I wyjaśnia zmienność składu chemicznego wód Narwi w 64%. Widoczne są dodatnie ładunki czynnikowe będące „współczynnikami korelacji” między następującymi zmiennymi: przepływ, azot amonowy, siarczan VI, chlorki, przewodność właściwa, Ca, Mg, Na, K a czynnikiem I. Ujemnie zaś skorelowane z nim są N-NH₄ i Fe. Ujemny ładunek N-NH₄ oraz rozkład przestrzenny jego wartości czynnikowych wzdłuż Narwi (rys. 2) skłania do wniosku, że procesy nitryfikacji zachodzące wzdłuż Narwi odpowiedzialne są za ujemną wartość tego ładunku. Natomiast ujemnie skorelowane Fe przypuszczalnie, ulega wytrącaniu z wody reagując z jonami Ca. I to ma miejsce wzdłuż badanego odcinka Narwi zważywszy na fakt, że widoczny jest spadek ilości Fe i wzrost zasolenia jej wód (tab. 2).

Kabata-Pendias i Pendias H. (1993) [7] twierdzą, że związki Fe są łatwo rozpuszczalne w wodzie o pH <7,0 oraz że w środowisku wodnym o wysokim stężeniu soli zachodzi wytrącenie znacznej części Fe. Przesłanki te zdają się potwierdzać, tezę, że jony Fe wytrącają się w postaci różnych nierozpuszczalnych związków, sedymentując do osadów dennych i zmniejszając stężenie swojej formy rozpuszczonej.

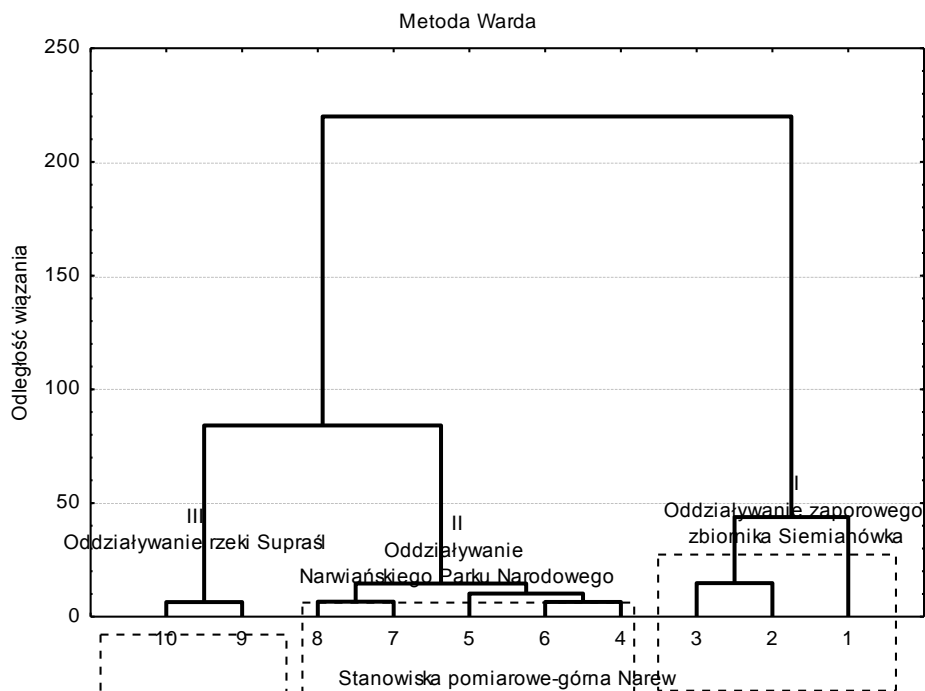
Przypuszczalnie wysokie stężenie jonów Fe w początkowym biegu tego odcinka Narwi spowodowane jest oddziaływaniem zaporowego zbiornika Siemianówka posiadającego zlewnię torfowo-leśną.

Wysoki stopień oddziaływania tego czynnika (rys. 2) ma miejsce w punktach kontrolnych nr. 9 i 10. Badania wykazały, że wody Narwi w tych punktach posiadały wartość odczynu mieszczącą się w zakresie od 6,6 do 8,4 pH. Rodzaje zmiennych skorelowanych z czynnikiem I wskazują na oddziaływanie obszaru zurbanizowanego (miasto Białystok) oraz terenów rolniczych z których następuje wymywanie makroskładników wzdłuż całego badanego odcinka Narwi. Procesy wymywania wyjaśnia zmienna-przepływ dodatnio skorelowana ze zmiennymi reprezentującymi zasolenie wód (Ca, Mg, Na, K, przewodność właściwa) oraz przebieg zmian wartości czynnikowych reprezentujących czynnik I wzdłuż badanej rzeki. Można to interpretować jako wymywanie mobilnych jonów z gleb przez spływ powierzchniowy i podpowierzchniowy wywołany roztopami lub/i opadami [2].

Miasto Białystok poprzez rzeki Biała i Supraśl, odprowadza oczyszczone i nieczyszczone ścieki bytowo-gospodarcze, częściowo przemysłowe i wody burzowe. Wymienione zmienne są silnie skorelowane z czynnikiem I wyjaśniającym procesy zasilania badanego cieku, który wskazuje m. in. na miasto Białystok jako jedno z głównych źródeł zanieczyszczeń w punktach nr. 9 i 10. Nie można również wykluczyć zanieczyszczeń pochodzenia zwierzęcego (odchody) w spływach niesionych z łąk, które pokrywają te obszary [21].

Czynnik II (PC2) wyjaśnia 16% zmienności ogólnej składu chemicznego wód Narwi i jest skorelowany ze stężeniem: azotu azotynowego (III), fosforanów (V) i ujemnie-Zn (tab. 3 i rys. 2). Zarejestrowano jeden wyróżniający się punkt silnego oddziaływania tego czynnika. Punkt kontrolny nr. 6 zlokalizowany jest w środkowym biegu górnej Narwi (rys. 1). W pobliżu tego punktu obecne są obszary użytkowane rolniczo oraz ujście rzeki Awissa niosąca zanieczyszczenia z miejscowości Łapy w której zlokalizowana jest oczyszczalnia ścieków bytowo-gospodarczych oraz cukrownia. Dalsze analizy (CA) potwierdzają, że Awissa narażona jest na zanieczyszczenia z obszarów zurbanizowanych (miasto Łapy). Widoczny jest także niewielki wzrost wartości czynnikowych w punkcie 10 narażonym na oddziaływanie dopływu Narwi o nazwie Jaskranka posiadającej zlewnie o zdecydowanie rolniczym charakterze z przewagą łąk i pastwisk (tab. 1). W tym przypadku obecność zmiennej PO_4 potwierdza powyższe wnioskowanie. Koc i in. (1997) [9] podają, że wody z terenów użytkowanych rolniczo charakteryzują się wyższą zawartością składników pokarmowych niż wody z terenów seminaturalnych. Doniesienie to potwierdzają wyniki uzyskane w niniejszej pracy. Badania Koca i innych (1996) [8] wykazały, że to głównie azot azotynowy (III), dostający się ze spływem powierzchniowym i podpowierzchniowym w okresach pozawegetacyjnych zanieczyszczają wody powierzchniowe z obszarów rolniczych, co również znalazło potwierdzenie w niniejszej pracy.

Na dendrogramie (rys. 3) na osi odciętych widoczne są pogrupowane stanowiska pomiarowe na rzece górnej Narew poddane monitoringowi.



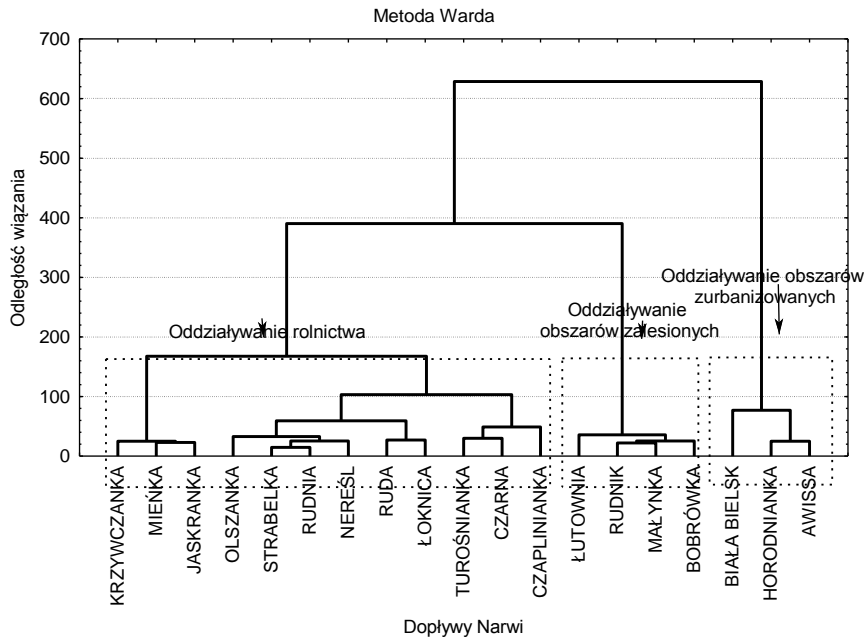
Rys. 3. Analiza skupień Warda. Stanowiska pomiarowe na rzece górna Narew

Przeprowadzone analizy pozwoliły wyszczególnić 3 grupy punktów. Pierwsza grupa (skupienie) uformowana jest ze stanowisk nr. 1, 2 i 3. Skupienie drugie składa się z punktów 4, 5, 6, 7 i 8, natomiast trzecie z punktów 9 i 10. Zastosowana klasyfikacja pozwoliła wyodrębnić punkty na rzece będące w strefach oddziaływania różnych źródeł zanieczyszczeń. Pierwsza grupa punktów zlokalizowana jest w strefie oddziaływania zaporowego zbiornika Siemianówka, druga w strefie oddziaływania Narwiańskiego Parku Narodowego a stanowiska 9 i 10 zlokalizowane są w strefie oddziaływania rzeki Supraśl, która transportuje zanieczyszczenia z miasta Białystok.

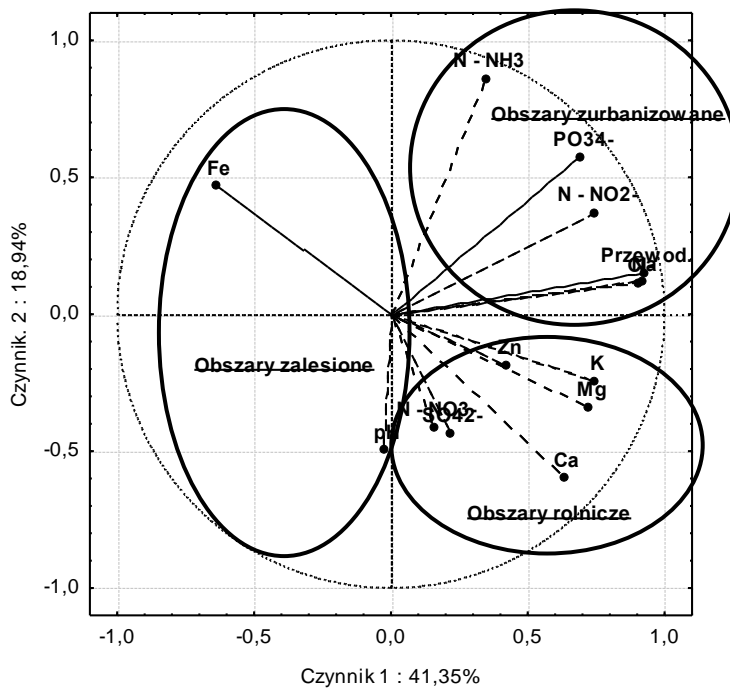
W pracy badano również 19 niewielkich rzek, będących dopływami Narwi. Analizę wyników badań powyższych rzek wykonano w oparciu o metodę analizy skupień (Warda) (CA) oraz analizę składowych głównych (PCA). Na dendrogramie (rys. 4) widoczne są 3 grupy rzek, które powstały w wyniku analizy wygenerowanych klastrów.

Pierwsza grupa rzek zlokalizowana jest na obszarach zurbanizowanych (Awissa, Biała Bielsk Podlaski i Horodnianka), druga (Łutownia, Rudnik, Małynka i Bobrówka) na obszarach zalesionych a trzecia (Krzywczanka, Mieńka, Jaskranka, Olszanka, Strabelka, Rudnia, Nereśl, Ruda, Łoknica, Turośnianka, Czarna i Czaplinańka) na obszarach objętych działalnością rolniczą (tab.1).

Powyzszą analizę uzupełniono stosując inną metodę klasyfikacyjną – analizę składowych głównych (PCA). W wyniku tej analizy otrzymano 2 czynniki (rys. 5) reprezentujące procesy zasilania badanych rzek w badane składniki wód.



Rys. 4. Analiza skupień Warda. Dopływy Narwi



Rys. 5. Projekcja zmiennych na płaszczyznę czynnika (x)

Na rysunku tym widoczne są pogrupowane zmienne (wskaźniki jakości wód) reprezentujące każdy rodzaj obszaru zidentyfikowany za pomocą analizy skupień Warda (CA). W tabeli nr.3 umieszczono wartości średnie badanych parametrów w każdej zidentyfikowanej grupie rzek.

W grupie rzek przepływających przez tereny zurbanizowane zdecydowanie widoczne są wysokie stężenia PO_4 a także $N-NH_4$ i innych składników w tym Zn. Wody rzek przepływających przez obszary zalesione charakteryzują się zwiększoną zawartością jonów Fe. Rzeki przepływające przez tereny rolnicze reprezentują pośrednie stężenia badanych parametrów.

Tab. 3. Średnie stężenie badanych parametrów w wodach z obszarów zurbanizowanych, leśnych i rolniczych w okresie badawczym 2001–2005

Wskaźniki	Jednostka	Obszary		
		Zurbanizowane	Lasy	Rolnictwo
$N-NH_4$	[mg·dm ⁻³]	0,76	0,60	0,34
$N-NO_2$		0,027	0,023	0,030
$N-NO_3$		1,8	1,6	1,7
PO_4		1,41	0,39	0,50
SO_4		62	47	53
Cl		40	15	22
Przewod.	[μS·cm ⁻¹]	689	452	544
Ca	[mg·dm ⁻³]	97	65	84
Mg		18	9	15
Na		21	7	12
K		10	5	7
Fe		0,133	0,710	0,327
Zn		0,049	0,027	0,023

4. WNIOSKI

1. Prowadzone badania i wyniki analizy (FA) i (CA) pozwoliły zidentyfikować główne strefy mające wpływ na chemizm wód górnej Narew do których zaliczono: miasto Białystok-rzeki Biała i Supraśl, Narwiański Park Narodowy (rzeka Awissa) oraz zaporowy zbiornik Siemianówka.
2. Charakterystyczne dla każdej stref okazały się procesy (czynniki) zidentyfikowane przy pomocy analizy (FA). Analizy pozwoliły zidentyfikować główne wskaźniki jakości wód, które decydująco kształtują chemizm wód Narwi. Większość tych wskaźników skorelowana jest z przepływem rzeki co tłumaczy ich zależność od czynników klimatycznych oraz procesów wymywania z powierzchni zlewni.

3. Metoda (CA) na podstawie zadanych zmiennych pozwoliła zakwalifikować zlewnie 19 dopływów Narwi do 3 podstawowych grup: obszary zurbanizowane, obszary zalesione oraz obszary z przewagą działalności rolniczej.
4. Analiza (PCA) wykazała zróżnicowanie w wykazie odpływających składników do cieków wodnych z trzech zidentyfikowanych obszarów ustalając charakterystyczne dla każdego z nich zestawienia.
5. Wyniki przeprowadzonych badań i analiz przy wykorzystaniu metod wielowymiarowych (FA), (PCA) i (CA) mogą być pomocne w określaniu stopnia zanieczyszczenia rzek, identyfikacji ich źródeł zanieczyszczeń a także określaniu stopnia ich oddziaływania. Mogą one również być podstawą w wyborze środków prewencyjnych w zakresie właściwego gospodarowania zasobami wód powierzchniowych w dorzeczu górnej Narwi.

LITERATURA

- [1] ASTEL, A., MAZERSKI, J., POLKOWSKA, Z., NAMIEŚNIK, J. 2004. *Application of PCA and time series analysis in studies of precipitation in Tricity (Poland)*. Adv. Environ. Res. 8, 337–349.
- [2] BANASZUK P.. 2004. *Identyfikacja procesów kształtujących skład chemiczny małego cieku w krajobrazie rolniczym na podstawie analizy czynnikowej*, Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie. 4, 1 (10), Instytut Melioracji i Użytków Zielonych w Falentach, s 103-116.
- [3] ERIKSSON, L., HERMENS, J.L.M., 1995. *A multivariate approach to QSAR*. In: Einax, J.W. (Ed.), *Chemometrics in Environmental Chemistry Applications*, vol. 2 Part H. Springer, Berlin, Heidelberg, pp. 135–169.
- [4] EVANS C.D., DAVIES T.D., WIGINGTON JRP.J., TRANTER M., KRETSCHIER W.A. 1996. *Use of factor analysis to investigate processes controlling the chemical composition of four streams in Adirondack Mountains*, New York. J. Hydrol. 185 s. 297-316,
- [5] HAIR, J.F., ANDERSON, R.E., TATHAM, R.L., BLACK, W., 1998. *Multivariate Data Analysis, fifth ed. Prentice-Hall*, New Jersey, pp. 87–138.
- [6] HWANG, C.K., CHA, J., KIM, K., LEE, H., 2001. *Application of multivariate statistical analysis and a geographic information system to trace element contamination in the Chungnam Coal Mine area, Korea*. Appl. Geochem. 16, 1455–1464.
- [7] KABATA-PENDIAS A., PENDIAS H. 1993. *Biogeochemia pierwiastków śladowych*, PWN, Warszawa, s. 294,
- [8] KOC J., CIEĆKO CZ., JANICKA R., ROCHWERGER A. 1996. *Czynniki kształtujące poziom mineralnych form azotu w wodach obszarów rolniczych*, Zesz. Prob. Post. Nauk Rol. Olsztyn, 176-183.
- [9] KOC J., NOWICKI Z. 1997. *Czynniki kształtujące chemizm wód oczek w środowisku rolniczym*, Mat. Konf. II Ogólnopolska Konf. Nauk.: Przyrodnicze i Techniczne Problemy Ochrony i Kształtowania Środowiska Rolniczego, Poznań 4-5 września, 91-97.
- [10] KOC J., NOWICKI Z., GLIŃSKA K., ŁACHACZ A. 2000. *Kształtowanie się jakości wód w warunkach małej antropopresji na przykładzie zlewni strugi Ardung (Pojezierze Olsztyńskie)* Zesz. Nauk. PAN „Człowiek i środowisko”, 25, 155-167.
- [11] KRAFT, J., KOWALIK, C., EINAX, J.W., 2003. *Statistical evaluation of river pollution data Exemplified by the Elbe river system*. In: Parczewski, A. (Ed.), *Chemometrics. Methods and Applications*. II Conference, 16–19 October 2003. Zakopane, Poland, pp. 40–49.

- [12] MARENGO, E., GENNARO, M.C., GIACOSA, D., ABRIGO, C., SAINI, G., AVIGNONE, M.T. 1995. How chemometrics can helpfully assist in evaluating environmental data Lagoon water. *Anal. Chim. Acta* 317, 53–63.
- [13] MIODUSZEWSKI W. 1997. *Postawowe problemy gospodarki wodnej w zlewni górnej Narwi*, Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Wodnych i Melioracyjnych, Informacje Naukowe i Techniczne, nr. 2, Warszawa.
- [14] OHTA, A., IMAI, N., TERASHIMA, S., TACHIBANA, Y. 2005. *Application of multi-element statistical analysis for regional geochemical mapping in Central Japan*. *Appl. Geochem.* 20, 1017–1037.
- [15] PANSTAR, K.M., MUJUNEN, S.-P., HATZIMIHALIS, G., KOUTOUFIDES, P., MINKKINEN, P., WILKIE, P.J., CONNOR, M.A. 1999. *Multivariate data analysis of key pollutants in sewage samples: a case study*. *Anal. Chim. Acta* 393, 181–191.
- [16] PUCKETT L.J., BRICKER O.P. 1992. *Factors controlling the major ion chemistry of streams in the Blue Ridge Valley and physiographic provinces of Virginia and Maryland*. *Hydrol. Proces.* 6 s. 79–98,
- [17] REIMANN, C., FILZMOSER, P., GARRETT, R. 2002. *Factor analysis applied to regional geochemical data: problems and possibilities*. *Appl. Geochem.* 17, 185–206.
- [18] SIMEONOV V., SIMEONOVA, P., TSITOURIDOU, R. 2004. *Chemometric quality assessment of surface waters: two case studies*. *Chemical and Engineering, Ecology* 11 (6), 449–469.
- [19] SIMEONOV, V., EINAX, J.W., STANIMIROVA, I., KRAFT, J. 2002. *Environmetric modeling and interpretation of river water monitoring data*. *Anal. Bioanal. Chem.* 374, 898–905.
- [20] SIMEONOVA, P., SIMEONOV, V., ANDREEV, G. 2003. *Environmetric analysis of the Struma River water quality*. *Central European Journal of Chemistry* 2, 121–126.
- [21] SKORBIŁOWICZ M. 2007. *Identification and evaluation of pollution sources influence on quality of river Orlanka, NE Poland*. *Pol. J. Environ. Stud.* - Vol.16, nr 2A, s.304–310.

APPLICATION CHEMOMETRIC TO THE IDENTIFICATION AND CLASSIFICATION
OF SOURCES POLLUTION RIVERS IN THE UPPER CATCHMENT NAREW AREA
(POLAND NE)

The aim of this work was an attempt to identify, assess the impact of intensity and the classification of sources water pollution in the river catchment area upper Narwi using methods referred to as-chemometric methods. The tests were carried out on the river Narew (north-eastern Poland) which was located at 10 posts measurement and control, and one position of 19 of its tributaries (Awissa, Biała-Bielsk Podlaski, Bobrówka, Czaplinańska, Czarna, Horodniana, Jaskranka, Krzywczanka, Łoknica, Lutownia, Małynka, Mieńka, Nereśl, Olszanka, Ruda, Rudnia, Rudnik, Strabelka, Turośniana). Samples of water collected once a month, in 2001, 2002, 2003, 2004 and 2005. The results of statistical tests used in the method of multidimensional work: (FA), (PCA) and (CA) used to explore large amounts of data research. These research efforts and results of the analysis helped identify the key areas affecting the chemistry of water and upper Narew 3 main areas (urban streams, forested streams and agricultural streams) together examined the river.