

Określenie za pomocą teorii zbiorów przybliżonych hierarchii czynników oddziałujących na roślinność cieków w wyniku robót konserwacyjnych

Evaluation of hierarchy of factors affecting the plants on water – courses as a result of maintenance works with use the rough set theory

Wstęp

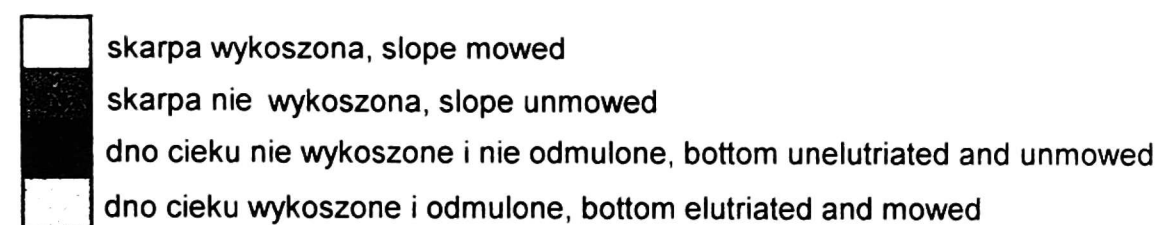
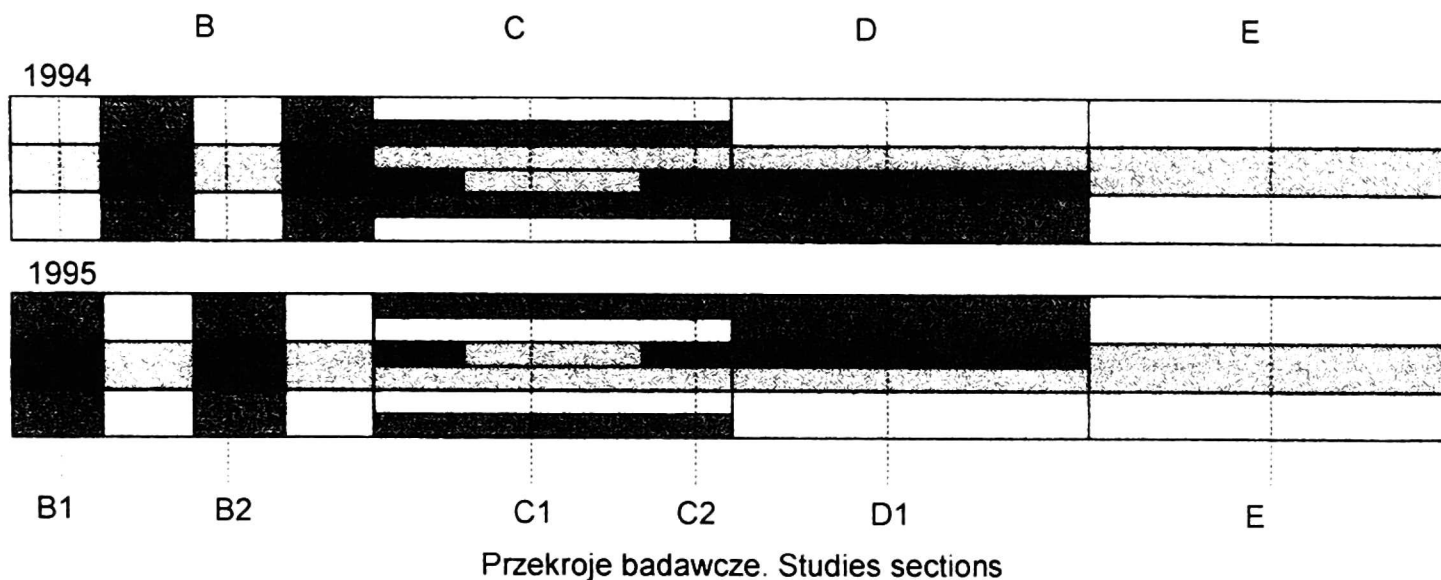
Jedną z czynności składających się na roboty konserwacyjne jest koszenie roślinności na skarpach i na dnie cieków. W wyniku takiego zabiegu ciekom przywraca się funkcje, które mają one do spełnienia. Równocześnie jednak, koszenie powoduje ilościowe zmiany w składzie florystycznym. W pracy określono, stosując teorię zbiorów przybliżonych, hierarchię oddziaływania niektórych czynników naturalnych danego środowiska oraz wykonawstwa robót na te zmiany.

Material i metody badań

Aby cieki mogły w sposób niezawodny pełnić swoją rolę, zwłaszcza te, których zadaniem jest regulacja stosunków

wodno-powietrznych na przyległych terenach i ochrona od powodzi, należy wykonywać zabiegi konserwacyjne, powtarzane na ogół co 2 lub 3 lata (Bala i in. 1991). Ogranicza to zatem okresy prowadzenia badań nad oddziaływaniem robót konserwacyjnych na biocenozę cieków do 2 lub 3 lat, co nie wpływa na wyciąganie wniosków i dalsze stosowanie tych robót (Bostelmann i Menze 1987, Menze 1992).

Podstawą analizy są obserwacje szaty roślinnej na ciekach Leniwki i Dobrej, (dopływy Widawy), na których wykonano w październiku 1994 i listopadzie 1995 roku roboty konserwacyjne. Roboty te polegały na odmuleniu dna wraz z usunięciem roślinności dennej koparko-odmularką Pelikan oraz ręcznym wykoszeniu całych skarp lub ich części według schematów (rys. 1).



RYSUNEK 1. Schematy konserwacji na ciekach Leniwki i Dobrej w 1994 i 1995 r.
 FIG. 1. Schemes of maintenance works on the water-courses Leniwka and Dobra in 1994 and 1995

Na odcinku badawczym ciek Dobra średni spadek podłużny wynosił 0,24‰, szerokość dna 4 m, nachylenie skarp 1 : 2,5, głębokość ok. 1,7 m. Na ciek Leniwka średni spadek podłużny wynosił 1,7‰, średnia szerokość dna 1,8 m, nachylenie skarp 1:1,5, a głębokość ok. 0,7 m. Po wykonaniu konserwacji, w latach następnych, tj. 1995 i 1996 w miesiącach od maja do września, przeprowadzono obserwacje florystyczne w 6 przekrojach B1, B2, C1, C2, D, E (rys. 1) i 3 strefach: akwatywnej, amfibiologicznej i terystycznej (Bostelmann i Menze 1987). Badania terenowe wykonano metodą szacunkową według 5-stopniowej skali Braun-Blanqueta. (Bondar-Nowakowska 1997).

Na podstawie badań terenowych opracowano 33 tablice decyzyjne jako

zbiór wyników obserwacyjnych, uporządkowany według atrybutów i klas zamieszczonych w tabelach 1, 2, 3. Zbiór ten zawiera około 7500 informacji. Stanowił on podstawę analizy teorii zbiorów przybliżonych, której główną zaletą jest uzyskanie wyników obliczeń bez konieczności prowadzenia długich ciągów obserwacji i przy małej liczbie pomiarów (Pawlak 1982, Słowiński 1992). Tablice decyzyjne odnoszą się do roślin, których obecność w składzie florystycznym w poszczególnych przekrojach i strefach cieków była w okresie obserwacji najbliższa.

W strefie akwatywnej obu cieków były to mozga trzcinowata (*Phalaris arundinacea*) i manna mielec (*Glyceria aquatica*). W strefie amfibiologicznej ciek Dobra: mozga trzcinowata (*Phalaris*

TABELA 1. Tablica decyzyjna dla strefy akwaticznej
TABLE 1. Decision table of the aquatic zone

		Atrybuty warunkowe Condition attributes				Atrybut decyzyjny Decision attribute	
		Zakres konserwacji w 1994 Range of the maintenance works in 1994	Zakres konserwacji w strefie amfibiotycznej Range of the maintenance works in 1994 on amphibiotic zone	Długość odcinka konserwowanego Length of the maintenance segment	Termin obserwacji Time of observation	Zakres konserwacji w 1995 Range of the maintenance works in 1995	Udział w składzie florystycznym w 1996 po wykonaniu konserwacji w 1995 Participation in the floristic composition in 1996 after the maintenance works were carried out in 1995
1	2	3	4	5	6	7	
0 – nie występuje 0 – not found	1 – 100% dna odmulone 1 – bottom elutriated in 100%	1 – skarpa koszona 1 – slope mowed	Dobra 1 – 70 m	1 – V, VI 2 – VII, VII	1 – 100% dna odmulone	0 – nie występuje 0 – not found	
1 – sporadyczny 1 – sporadic	2 – 50% dna odmulone 2 – bottom elutriated in 50%	2 – skarpa nie koszona 2 – slope unmowed	2 – 140 m 3 – 280 m Leniwka	3 – IX	1 – bottom elutriated in 100%	1 – sporadyczny 1 – sporadic	
2 – < 10% 3 – 10–25% 4 – 25–50% 5 – 50–75% 6 – > 75%	2 – < 10% 2 – bottom elutriated in 50% 3 – 50% dna nie odmulone 3 – bottom unelutriated in 50%	2 – skarpa nie koszona 2 – slope unmowed	1 – 22 m 2 – 45 m 3 – 90 m		2 – < 10% 3 – 10–25% 4 – 25–50% 5 – 50–75% 6 – > 75%	2 – < 10% 3 – 10–25% 4 – 25–50% 5 – 50–75% 6 – > 75%	
	4 – 100% dna nie odmulone 4 – bottom unelutriated in 50%				3 – 50% dna nie odmulone 3 – bottom unelutriated in 50%		
	4 – bottom unelutriated in 50%				4 – 100% dna nie odmulone 4 – bottom unelutriated in 50%		

TABELA 2. Tablica decyzyjna dla strefy amfibiocyjnej
TABLE 2. Decision table of the amphibiotic zone

		Atrybuty warunkowe Condition attributes		Atrybut decyzyjny Decision attributes		
Udział w składzie florystycznym w 1995 po wykonaniu konserwacji w 1994	Zakres konserwacji w 1994	Zakres konserwacji w 1994 w strefach sąsiednich	Długość odcinka konserwowanego	Termin obserwacji	Zakres konserwacji w 1995	Udział w składzie florystycznym w 1996 po wykonaniu konserwacji w 1995
Participation in the floristic composition in 1995 after the maintenance works were carried out in 1994	Range of the maintenance works in 1994	Range of the maintenance works in 1994 on neighbouring zones	Length of the maintenance segment	Time of observation	Range of the maintenance works in 1995	Participation in the floristic composition in 1996 after the maintenance works were carried out in 1995
		w strefie akwaticznej w strefie terystycznej on terristic zone				
0 – nie występuje	1 – skarpa	1 – 100% dna	Dobra	1 – V, VI	1 – skarpa	0 – nie występuje
0 – not found	koszona	odmulone	1 – 70 m	2 – VII, VII	koszona	0 – not found
1 – sporadyczny	1 – slope mowed	1 – bottom elutriated in 100%	2 – 140 m	3 – IX	1 – slope mowed	1 – sporadyczny
1 – sporadic	2 – skarpa	2 – 50% dna	3 – 280 m		2 – skarpa nie	1 – sporadic
2 – < 10%	nie koszona	odmulone	Leniwka		koszona	2 – < 10%
3 – 10–25%	2 – slope unmowed	2 – bottom elutriated in 50%	1 – 22 m		2 – slope unmowed	3 – 10–25%
4 – 25–50%		3 – 50% dna	2 – 45 m			4 – 25–50%
5 – 50–75%		nie odmulone	3 – 90 m			5 – 50–75%
6 – 75%		3 – bottom unelutriated in 50%				6 – > 75%
		4 – 100% dna nie odmulone				
		4 – bottom unelutriated in 50%				

TABELA 3. Tablica decyzyjna dla strefy terystycznej
 TABLE 3. Decision table of the terristic zone

Atrybuty warunkowe Condition attributes				Atrybut decyzyjny Decision attributes		
Udział w składzie florystycznym w 1995 po wykonaniu konserwacji w 1994	Zakres konserwacji w 1994	Zakres konserwacji w 1994 w strefach sąsiednich	Długość odcinka konserwanego	Termin obserwacji	Zakres konserwacji w 1995	Udział w składzie florystycznym w 1996 po wykonaniu konserwacji
Participation in the floristic composition 1995 after the maintenance works were carried out in 1994	Range of the maintenance works in 1994	Range of the maintenance works 1994 on neighbouring zones	Length of the maintenance segment	Time of observation	Range of the maintenance works in 1995	Participation in the floristic composition in 1996 after the maintenance works were carried out in 1995
		w strefie amfibiotycznej on amphibiotic zone				
		na pasie przybrzeżnym on coastallane				
0 – nie występuje	1 – skarpa	1 – skarpa	Dobra	1 – V, VI	1 – skarpa	0 – nie występuje
0 – not found	koszona	koszona	1 – 70 m	2 – VII, VII	koszona	0 – not found
1 – sporadyczny	1 – slope mowed	1 – slope mowed	2 – 140 m	3 – IX	1 – slope mowed	1 – sporadyczny
1 – sporadic	2 – skarpa nie	2 – skarpa nie	3 – 280 m		2 – skarpa nie	1 – sporadic
2 – < 10%	koszona	koszona	Leniwka		koszona	2 – < 10%
3 – 10–25%	2 – slope unmowed	2 – slope unmowed	1 – 22 m		2 – slope unmowed	3 – 10–25%
4 – 25–50%	unmowed	unmowed	2 – 45 m		2 – slope unmowed	4 – 25–50%
5 – 50–75%			3 – 90 m		unmowed	5 – 50–75%
6 – > 75%						6 – > 75%

arundinacea), wyczyniec łąkowy (*Alopecurus pratensis*), mietlica biaława (*Agrostis alba*), wiechlina łąkowa (*Poa pratensis*), kupkówka pospolita (*Dactylis glomerata*), pokrzywa zwyczajna (*Urtica dioica*), a na cieku Leniwka: manna mielec (*Glyceria aquatica*), mozga trzciniowata (*Phalaris arundinacea*), wyczyniec łąkowy (*Alopecurus pratensis*), mietlica biaława (*Agrostis alba*), perz właściwy (*Agropyron repens*), nawłóć późna (*Solidago serotina*) i pokrzywa zwyczajna (*Urtica dioica*). W strefie terystycznej cieku Dobra, tablice decyzyjne opracowano dla wyczyńca łąkowego (*Alopecurus pratensis*), wiechliny łąkowej (*Poa pratensis*), kupkówki pospolitej (*Dactylis glomerata*), pokrzywy zwyczajnej (*Urtica dioica*), tymotki łąkowej (*Pheleum pratense*), krwawnika pospolitego (*Achillea millefolium*), kostrzewy łąkowej (*Festuca pratensis*), perzu właściwego (*Agropyron repens*), żywokostu lekarskiego (*Symphytum officinale*), koniczyny łąkowej (*Trifolium pratense*), a w cieku Leniwka dla: mozgi trzciniowatej (*Phalaris arundinacea*), wyczyńca łąkowego (*Alopecurus pratensis*), pokrzywy zwyczajnej (*Urtica dioica*), perzu właściwego (*Agropyron repens*), nawłoci późnej (*Solidago serotina*).

We wszystkich tablicach decyzyjnych atrybutem decyzyjnym był procentowy udział danej rośliny w składzie florystycznym po wykonaniu robót konserwacyjnych. Tablice odnoszące się do strefy akwatywnej zawierają 6, a do strefy amfibiologicznej i terystycznej – 7 atrybutów warunkowych. Pełny opis wszystkich atrybutów, z podziałem na klasy, przedstawiony jest w tabelach 1, 2, 3.

Wyniki

W celu określenia zaistniałych zmian w szacie roślinnej na skutek robót konserwacyjnych, dokonano porównania udziału w składzie florystycznym dominujących gatunków w poszczególnych przekrojach i strefach badawczych z roku 1995 z rokiem 1996. Analiza ta obejmowała 1000 porównań. Wykazały one, że w 118 przypadkach nastąpił wzrost udziału gatunku w szacie roślinnej, w 193 przypadkach ubytek, a w 689 przypadkach udział się nie zmienił. Wszystkie zmiany wynosiły od jednego stopnia w skali Braun-Blanqueta, a więc były niewielkie.

Na podstawie obliczeń wg teorii zbiorów przybliżonych można stwierdzić, że zmiany te były powiązane z czynnikami ujętymi w tablicach decyzyjnych. Świadczą o tym współczynniki γ (Bondar-Nowakowska i in. 1996), których wartości są duże i wynoszą 0,6–1 (tab. 4).

Związek atrybutów warunkowych (tab. 1, 2, 3) ze zmianami ilościowymi głównych gatunków szaty roślinnej w cieku Dobra jest większy w strefie akwatywnej niż w pozostałych strefach. Związek ten w cieku Leniwka jest bardziej widoczny, natomiast w strefie terystycznej mniej niż w amfibiologicznej i akwatywnej. Można przyjąć, że różne oddziaływanie atrybutów na zmiany ilościowe roślin, w poszczególnych strefach cieków Dobra i Leniwka, wiążą się z innymi czynnikami, trudnymi do wyodrębnienia i nie związanymi z robotami konserwacyjnymi.

Zastosowana teoria zbiorów przybliżonych pozwoliła również określić hie-

TABELA 4. Wartości współczynników γ
TABLE 4. Value of the γ coefficient

Roślina Plant	Strefa akwaticzna Aquatic zone		Strefa amfibiocytna Amphibiotic zone		Strefa terystyczna Terristic zone	
	Dobra	Leniwka	Dobra	Leniwka	Dobra	Leniwka
<i>Glyceria aquatica</i>	0,85	0,70		0,75		
<i>Phalaris arundinacea</i>	0,90	0,67	0,60	0,63		0,89
<i>Alopecurus pratensis</i>			0,80	0,84	0,90	0,83
<i>Agrostis alba</i>			0,67	0,85		
<i>Poa pratensis</i>			0,83			
<i>Agropyron repens</i>				0,74	0,80	0,92
<i>Dactylis glomerata</i>			0,89		0,67	
<i>Solidago serotina</i>				1		0,94
<i>Urtica dioica</i>			0,92	0,94	0,80	0,77
<i>Phleum pratense</i>					0,63	
<i>Achillea millefolium</i>					0,71	
<i>Festuca pratensis</i>					0,6	
<i>Symphytum officinale</i>					0,7	
<i>Trifolium pratense</i>					0,6	

rarchie oddziaływania atrybutów warunkowych na zaobserwowane zmiany w składzie florystycznym na skutek wykonanych zabiegów konserwacyjnych.

Klasyfikując stopień oddziaływania poszczególnych atrybutów na florę stwierdzono, że wpływ **atrybutu 1**, tzn. udział w składzie florystycznym w 1995 po wykonaniu konserwacji w 1994 r., na mozgę trzcinową i manę mielec był w strefie akwaticznej obu cieków znaczny (pierwsze miejsce). W strefie amfibiocytniej i terystycznej oddziaływanie tego atrybutu było nieco mniejsze (drugie miejsce). Wyjątkiem jest tutaj pokrzywa zwyczajna, występująca w strefie amfibiocytniej Leniwki i w strefie terystycznej Dobrej. Oddziaływanie tego atrybutu na tę roślinę było znaczne, (pierwsze miejsce).

Atrybuty 2 i 3 (tab. 1) oraz **2, 3 i 4** w tab. 2 i 3 – zakres konserwacji wykonanej w 1994, znajdują się w hierarchii oddzia-

ływania na udział roślin w składach florystycznych na ostatnich miejscach.

Atrybut 4 (tab. 1), długość odcinka konserwowanego oddziałuje zupełnie nieznacznie na rośliny w strefie akwaticznej. Natomiast w strefach amfibiocytniej i terystycznej, oznaczony jako **atrybut 5** (tab. 2 i 3), zajmuje w hierarchii miejsce drugie.

W **atrybutcie 5** (tab. 1) i **6** (tab. 2, 3) wprowadzono terminy wykonanych obserwacji jako wskaźnik rozwoju roślinności od czasu wykonania konserwacji (1994 i 1995) do końca okresów wegetacyjnych w latach 1995 i 1996. Z opracowanych 33 tablic decyzyjnych wynika, że jego oddziaływanie, spośród pozostałych atrybutów, jest dominujące. W 23 tablicach zajmuje pierwsze miejsce, a w 6 miejscach drugie. W 4 pozostałych tablicach znaczenie jego jest małe.

Powtórzenie robót konserwacyjnych w roku 1995 – **atrybut 6** (tab. 1), a **7** w

tab. 2 i 3 nie wykazywało żadnego wpływu na roślinność strefy akwaticznej obu cieków, a w strefach amfibiologicznej i terrestycznej oddziaływanie było bardzo małe.

Wnioski

1. Badania wykazały, że pomimo dwukrotnego przeprowadzenia robót konserwacyjnych, 17 dominujących gatunków roślin w ciekach Dobra i Leniwka wykazało dużą liczebną stabilność.

2. Spośród czynników naturalnych, na zmiany zachodzące w szacie roślinnej cieków, w największym stopniu wpływa udział poszczególnych roślin w składzie florystycznym przed wykonaniem robót konserwacyjnych, a także faza wzrostu roślin.

3. Sposób wykonywania robót konserwacyjnych oddziałuje w niewielkim stopniu na zmiany w szacie roślinnej. Wyraźnie wyróżnić można jednak element długości odcinków konserwowanych i nie konserwowanych, którego wpływ jest dość duży. Przemienność takich odcinków zastosowano na Leniwce i Dobrej według schematu sektora B (rys. 1) z dobrym skutkiem.

Literatura

- BALA W., KWAPISZ J., WRÓBEL F. 1991: *Wyznaczenie normatywnów obsługi rowów melioracyjnych na podstawie badań eksploatacyjnych*. Zesz. Nauk. AR w Krakowie, cz. 2; 249, 107–123.
- BONDAR-NOWAKOWSKA E., DEJAS D., REINHARD A. 1996: *Określenie hierarchii czynników wpływających na czas napelnienia*

łyżki maszyny Pelikan przy odmuleniu cieków z zastosowaniem teorii zbiorów przybliżonych. Przegł. Nauk. Wydz. Melior. i Inż. Środ. SGGW, Warszawa z. 12; 169–174.

BONDAR-NOWAKOWSKA E., DEJAS D., ROJEK S. 1997. *Oddziaływanie robót konserwacyjnych na zbiorowisko roślinne w korycie ciek Dobra (dopływ Widawy)*. Roczn. AR Pozn. CCXCIV Melior. Inż. Środ., cz. 1: 235–242.

BOSTELMANN R., MENZE R. 1987: *Auswirkungen von Maßnahmen der Gewässerunterhaltung auf Gewässerlebensgemeinschaften*. DVWK Schriften. P. Parey Hamburg u. Berlin, 76–77.

MENZE R. 1992: *Auswirkungen der maschinellen Gewässerunterhaltung auf aquatische Lebensgemeinschaften*. DVWK Schriften 99, P. Parey Hamburg u. Berlin, 78–79.

PAWLAK Z. 1982: *Rough sets*. International Journal of Information and Computer Sciences 11(5) 341–356.

SŁOWIŃSKI R. 1992: *Intelligent decision support Applications and Advances of the Rough Sets Theory*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Boston, London. 267–286.

Summary

Evaluation of hierarchy of factors affecting the plants on water-courses as a result of maintenance works with use the rough set theory. In the paper the rough set theory has been applied. This theory permitted to determine the hierarchy of effect, for some characteristics of the maintenance works, on changes in floristic composition. The maintenance works were carried out in autumn 1994 and 1995 on the Dobra and Leniwka water-courses (tributary of Widawa) The analysis concerns 17 species of plants on the aquatic, amphibiotic and terristic zones. Among maintenance works factors, the most explicitly effect on changes in floristic composition shows the length of

segments where the maintenance works were carried out and length where this works don't were carried out.

Authors' address

E. Bondar-Nowakowska, D. Dejas, A. Reinhard
Institute of Land Reclamation and Environment

Development
Agricultural University of Wrocław
50-363 Wrocław
Pl. Grunwaldzki 24
Poland