

powodujące powodzie o katastrofalnych rozmiarach, jak to miało miejsce w latach 1997, 1998 oraz 2001. Wtedy dolina Warty była zalana do większych głębokości, a ruch po terenie mógł odbywać się głównie przy pomocy łodzi. Wezbrane wody transportują ze sobą duże ilości zawiesiny, która po ustąpieniu zalewu zostaje zdeponowana jako namuł. Grubość jego jest nieraz znaczna, przekracza nawet kilkanaście centymetrów, a po wyschnięciu tworzą się w tym pokładzie głębokie spękania i szczeliny, uniemożliwiające penetrację korzeni roślin. Jest to niewątpliwie negatywny skutek rozlewisk powodziowych na tym terenie, chociaż nie zawsze dochodzi do tak silnej sedymentacji części naniesionych z nurtem rzeki.

Miejscowa ludność jest bardzo oswojona ze zjawiskami powodziowymi oraz ulewami deszczami i potrafi dostosować swoją gospodarkę do sytuacji ekstremalnych w przyrodzie. Przejawem ostrożności i przewidującego myślenia jest tradycyjne użytkowanie łąkowo-pastwiskowe ekosystemów trawiastych w pradolinie Warty, bez zamiany tych użytków na pola uprawne oraz niepodejmowanie żadnych inwestycji kubaturowych na tym terenie. Dlatego też budownictwo mieszkaniowe i gospodarcze lokowane jest poza doliną rzeczną.

Powodzie w PN Ujście Warty nie są przyjmowane jako klęska ekologiczna, chociaż niewątpliwie niektóre ekosystemy łąkowe, na skutek sedymentacji osadów, przeżywają stres i słabiej regenerują fitocenozy. Jest to jeden z aspektów powodzi, ale nie najważniejszy. Istotniejsze jest to, że podtopienie dużych obszarów z roślinnością oczeretowobagienną i krzewiastą stwarza bardzo dogodne warunki dla fauny ptaków wodno-błotnych, dzięki temu mogą osiągnąć tu niespotykaną liczebność. Z tych właśnie względów teren ten został uznany jako jeden z najcenniejszych w Europie. Poza tym wylew Odry do doliny Warty łagodzi falę powodziową w dolnym biegu i w ten sposób zapobiega klęskom powodziowym w okolicach Cedyni, Gryfina, czy Szczecina. Ten ekonomiczny aspekt wezbrań wód w PN Ujście Warty winien też być brany pod uwagę w szacowaniu skutków powodziowych w regionie.

Z powyższych rozważań wynika, że renaturyzacja układu biologicznego sprzyja obniżeniu fali powodziowej i minimalizuje jej skutki ekonomiczne. Dostosowanie się lokalnej społeczności do tego układu powoduje, że funkcjonuje on z korzyścią dla gospodarki. Zatem ochrona naturalnych układów przyrodniczych ma wymiar nie tylko ekologiczno-środowiskowy ale także ekonomiczno-finansowy, co nie zawsze jest doceniane w rozważaniach na temat katastrofalnych powodzi.

4.3. Ocena stanu zagrożenia stanowisk kotewki orzecha wodnego *Trapa natans* przez wezbrania powodziowe w wybranych rezerwach doliny Odry **Evaluation of threat to *Trapa natans* sites caused by flood in the chosen nature reserves in the Odra River valley**

Andrzej Kalemba

Starorzecza Odry wraz z towarzyszącą im roślinnością stanowią trwałe elementy krajobrazu nadodrzańskiego. Są one wynikiem erozyjnej i akumulacyjnej działalności wód rzeki, która w holocenie często zmieniała swoje koryto w granicach terasy zalewowej. Zróżnicowane pod względem kształtu, wielkości oraz głębokości akweny wodne odgrywa-

ją istotną rolę jako środowiska rzadkich w skali kraju makrohydrofitów, takich jak kotewka – orzech wodny *Trapa natans*, czy salwinia pływająca *Salvinia natans*. Gatunki te tworzą własne zespoły roślinne *Trapaetum natantis*, *Lemno-Salvinietum* lub też stanowią ważny składnik występujących w tych zbiornikach, dobrze wykształconych fitocenoz wodnych o dużym stopniu naturalności. Zaliczane do najbogatszych w Polsce stanowiska kotewki w dolinie środkowej Odry są od dawna przedmiotem zainteresowania badaczy (Manicka-Pawlik, Wilczyńska 1996, Piórecki 1980, Berdowski 1998, Panek 1998).

Od 1946 r. kotewka znajduje się na liście roślin chronionych ustawowo. Ponadto kilka stanowisk *Trapa natans* objęto ochroną rezerwatową. Jako gatunek wymierający została umieszczona na liście roślin zagrożonych wyginięciem i uwzględniona w obu wydaniach *Polskiej Czerwonej Księgi Roślin* (Zarzycki, Kaźmierczakowa 1993, 2001). Jednak gatunek ten nadal zmniejsza swój zasięg i w ostatnich 20 latach wyginął na blisko 60 stanowiskach w Polsce (Piórecki 2001)

Głównie źródła zagrożenia. Czynnikiem zagrażającymi kotewce są przede wszystkim wypływanie i zarastanie starorzeczy na skutek odwodnienia, słabe natlenienie wód oraz ich chemiczne skażenie wskutek przedostawania się soli pierwiastków biogenych i ścieków komunalnych. Poważnym zagrożeniem jest też wprowadzanie do zbiorników wodnych amura białego *Ctenopharyngodon idella* – obcego, roślinożernego gatunku ryby (Piórecki 1980). Także szczur piżmowy *Ondatra zibethica*, odżywiający się orzechami kotewki wyrządza duże szkody na niektórych stanowiskach tej rośliny. Wezbrania wód powodziowych również wymieniane są jako istotny czynnik powodujący zanikanie stanowisk tego gatunku (Denisiuk 1971). Niektórzy z badaczy uważają jednak, że gatunek ten bardzo dobrze znosi wahania poziomu wody (Stebel, Ekstowicz 1994), a nawet okresowy brak wody w zbiorniku (Toma 1994).

Jak podaje Piórecki (1980) w swoim bardzo wszechstronnym i szczegółowym opracowaniu dotyczącym m. in. biologii, ekologii i ochrony tego gatunku, liczebność populacji, jak również tempo wzrostu i długość okresu wegetacyjnego kotewki podlegają okresowym wahanom. Zmiany te spowodowane są rozkładem temperatur okresu wegetacyjnego, zmianami parametrów fizykochemicznych wody, jak i zaleganiem wód w okresie powodziowym. W latach powtarzających się wylewów obserwuje się opóźnienie rozwoju roślin i dojrzewania owoców. Zmniejsza się wówczas żywotność roślin (wielkość rozet, ilość i wielkość liści oraz liczba i waga zawiązanych owoców dojrzałych na jednej roślinie), a także, okresowo, powierzchnia płatów. Jednakże niezależnie od wielkości owoców kiełkują one w następnym roku.

Kotewka jest ciepłolubną rośliną o subkontynentalno-śródlądowym typie zasięgu. Występuje w Polsce na rozproszonych stanowiskach. Najczęściej zasiedla starorzeczca, płytkie (do 1 m głębokości) naturalne zbiorniki wodne i stawy hodowlane. Sprzyjające warunki znajduje w eutroficznym, łatwo nagrzewającym się wodach o odczynie zbliżonym do obojętnego (pH 6,4–7,5). W warunkach takich kotewka charakteryzuje się wysokim współczynnikiem rozmnażania (około 200–300 owoców na 1 m²), jednak ich duży ciężar nie sprzyja przenoszeniu się na dalsze odległości (Piórecki 1980).

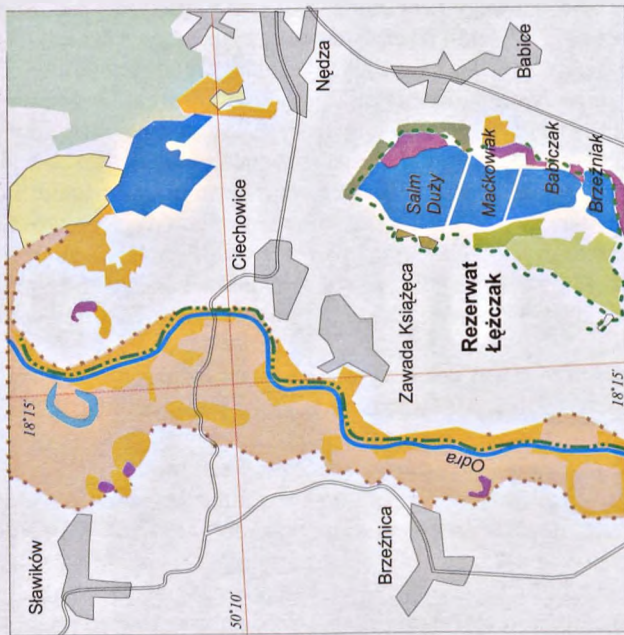
Orzechy kotewki są dogodnym materiałem do badań biometrycznych, ponieważ na ich podstawie można określić cechy taksonomiczne oraz dokonać oceny kondycji poszczególnych populacji (Hryniewiecki 1950, Staszewicz, Wójcicki 1979). Wielkość nasion jest bardzo ściśle związana z dostosowaniem gatunku do środowiska (determinuje jego sukces w zasiedlaniu nowych miejsc), zwłaszcza kiedy podlega ono różnym zaburzeniom (Primack 1987).



Ryc. 4.5. Typy siedlisk przyrodniczych w okolicach rezerwatu Odrzyńska na tle obszaru zalanego w lipcu 1997 roku.
Habitat types in the environs of the Odrzyńska Reserve against a background of the area inundated in July 1997.



Ryc. 4.6. Typy siedlisk przyrodniczych w okolicach rezerwatu Łacha Jelcz na tle obszaru zalanego w lipcu 1997 roku.
Habitat types in the environs of the Łacha Jelcz Reserve against a background of the area inundated in July 1997.



Ryc. 4.7. Typy siedlisk przyrodniczych w okolicach rezerwatu Łęczczak na tle obszaru zalanego w lipcu 1997 roku.
Habitat types in the environs of the Łęczczak Reserve against a background of the area inundated in July 1997.



Objaśnienia znaków (ryc. 4.5–4.7):

1 – granica rezerwatu, 2 – granica parku krajobrazowego, 3 – teren zalany podczas powodzi w 1997 r., 4 – starorzecza, 5 – stawy, 6 – bogate gatunkowo łąki wilgotne i podmokłe, 7 – pozostałe łąki podmokłe i wilgotne łąki zalewowe, 8 – szuwary i zbiorowiska wielkotrzycowe, 9 – łągi topolowo-wierzbowe, 10 – łągi olszowo-jesionowe, 11 – łągi wiązowe, 12 – formy przejściowe pomiędzy łągami wiązowymi a grzędami, 13 – grądy, 14 – olesy, 15 – monokultury leśne, 16 – pozostałe lasy, 17 – miejscowości.

Explanations of figures 4.5–4.7:

1 – border of reserve, 2 – border of landscape park, 3 – area inundated in 1997, 4 – old river beds, 5 – ponds, 6 – humid and wet species rich meadows, 7 – other wet and flood meadows, 8 – rush and large-sedge communities, 9 – willow-poplar carrs, 10 – alder-ash carrs, 11 – elm carrs, 12 – transitional communities between elm carrs and oak-lime-hornbeam forests, 13 – oak-lime-hornbeam forests, 14 – alder forests, 15 – forest monocultures, 16 – other forests, 17 – villages.

Celem badań była analiza biometryczna orzechów z trzech izolowanych stanowisk oraz ocena wpływu wezbrania w lipcu 2001 r. na kondycję populacji. Dwa z nich leżą w środkowym biegu Odry w rezerwach: Odrzyska (ryc. 4.5) i Łacha Jelcz (ryc. 4.6). Są one zalewane przez wody powodziowe podczas każdego większego wezbrania Odry. Zostały też zalane podczas katastrofalnej powodzi w lipcu 1997 r. W obu obiektach kotewka przetrwała trwającą kilka tygodni powódź, przy czym w rezerwacie Łacha Jelcz sygnalizowano szkody w populacji orzecha wodnego (Berdowski 1998, Panek 1998). Jako stanowisko kontrolne wybrano populację kotewki w rezerwacie Łęczczak (ryc. 4.7), który pomimo bliskiego sąsiedztwa z Odry nie został zalany w 1997 r. Populacja kotewki w Łęczczaku uważana jest za jedną z najliczniejszych w Polsce, a jej stan od lat nie ulega zmniejszeniu (Piórecki 1980, 2001).

Analizowano 24 cechy dojrzałych orzechów. W trosce o stan populacji na wszystkich stanowiskach w końcu lata zbierano wyłącznie orzechy pływające na powierzchni wody. Dojrzewające orzechy po oddzieleniu się od rośliny macierzystej opadają na dno i właśnie z takich owoców w kolejnych latach kiełkują młode rośliny.

W 2000 r. zebrano po 50 orzechów we wszystkich trzech rezerwach. Natomiast w 2001 r. wykonano jedynie pomiary orzechów z rezerwatów Odrzyska i Łęczczak. W rezerwacie Łacha Jelcz nie odnaleziono nie tylko orzechów, lecz także roślin kotewki w toni wodnej. Prawdopodobnie w wyniku lipcowego znacznego wezbrania wód na Odrze w rezerwacie nastąpił okresowy zanik kotewki.

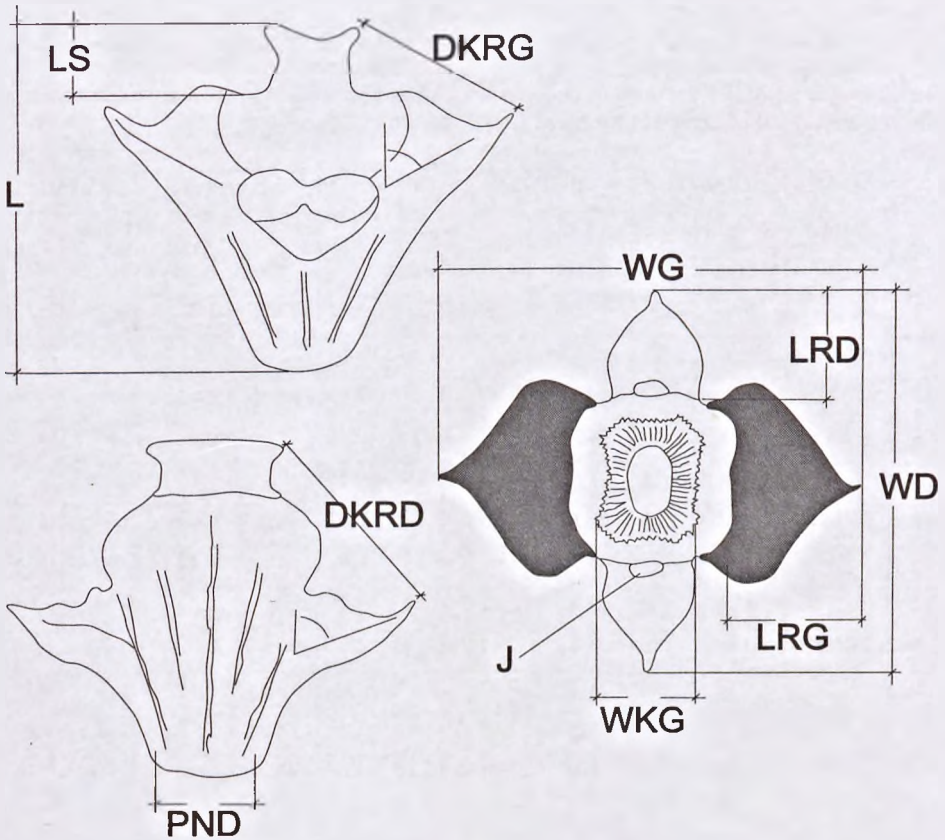
W analizie biometrycznej uwzględniono wszystkie mierzalne cechy orzechów *Trapa natans* (ryc. 4.8). Pomiary precyzyjną suwmiarką zaopatrzoną w noniusz z dokładnością do 0,1 mm wykonane były przez jedną osobę dla wyeliminowania ewentualnego błędu.

Podstawowa analiza statystyczna pomiarów biometrycznych polegała na zbadaniu zgodności rozkładu zmiennych z rozkładem normalnym oraz obliczeniu średniej arytmetycznej i odchylenia standardowego (SD) dla wszystkich badanych cech. Różnice między populacjami kotewki z badanych rezerwatów (Odrzyska, Łęczczak i Łacha Jelcz w 2000 r. oraz Odrzyska i Łęczczak w 2001 r.) zostały przeanalizowane metodą jednoczynnikowej ANOVA, a dla zmiennych, które nie miały rozkładu normalnego za pomocą testu Kruskala-Wallisa. Te same testy zastosowano dla określenia różnic, które pojawiły się w obrębie jednej populacji w okresie poprzedzającym wylew (2000 r.) oraz po wylewie (2001 r.) w rezerwacie Odrzyska na tle rezerwatu Łęczczak, w którym wylewu nie było.

W y n i k i . Badane populacje wykazują znaczne różnice pod względem większości analizowanych cech biometrycznych. Orzechy z rezerwatu Łęczczak są zdecydowanie największe, co świadczy o żyzności siedliska, a także o dobrej kondycji tej populacji. Populacje z Łachy Jelcz i Odrzyska są dość zbliżone pod względem średnich wartości badanych cech (tab. 4.1).

Dla większości badanych cech wykazano wysoką istotność różnic ($p < 0,001$) pomiędzy populacjami w starorzeczach środkowego biegu Odry (Odrzyska i Łacha Jelcz) a rezerwatem Łęczczak (tab. 4.2).

Wpływ wylewu na kondycję populacji *Trapa natans* został oszacowany poprzez porównanie danych biometrycznych z 2000 r. i 2001 r. w obrębie populacji z rezerwatu Odrzyska (zalany w 2001 r.) i Łęczczak (nie zalany nawet podczas powodzi w 1997 r.). W przypadku populacji z rez. Odrzyska tylko dla sześciu cech brak istotnych różnic między stanem w 2000 r. (bez wezbrania) i w 2001 r. po lipcowym wylewie, podczas gdy dla populacji z rez. Łęczczak cech, które nie uległy istotnej zmianie jest prawie dwukrotnie więcej (tab. 4.3).



Ryc. 4.8. Analizowane cechy biometryczne orzechów kotewki.
Mode of measuring the characters of the nuts.

Objaśnienia znaków:

1. L - długość orzecha wraz z szyją, 2. WG - szerokość orzecha w płaszczyźnie rogów górnych, 3. WD - szerokość orzecha w płaszczyźnie rogów dolnych, 4. LS - wysokość szyi, 5. WKG - szerokość koronki w płaszczyźnie rogów górnych, 6. WKD - szerokość koronki w płaszczyźnie rogów dolnych, 7. LRG1 - długość rogów górnych, 8. LRG2 - długość rogów górnych, 9. DKRG1 - odległość od koronki do końca rogów górnych, 10. DKRG2 - odległość od koronki do końca rogów górnych, 11. LRD1 - długość rogów dolnych, 12. LRD2 - długość rogów dolnych, 13. DKRD1 - odległość od koronki do końca rogów dolnych, 14. DKRD2 - odległość od koronki do końca rogów dolnych, 15. WRG1 - szerokość rogów górnych przy korpusic, 16. WRG2 - szerokość rogów górnych przy korpusic, 17. WRD1 - szerokość rogów dolnych przy korpusic, 18. WRD2 - szerokość rogów dolnych przy korpusic, 19. TOG - grubość kałuża poniżej rogów dolnych, 20. TOD - grubość kałuża powyżej rogów dolnych, 21. J1 - jamka, 22. J2 - jamka, 23. PND - pierścien nasadowy - oś dolna, 24. PNG - pierścien nasadowy - oś górna.

Explanations of signs:

1. (L) length of nut with calyx tube, 2. (WG) width of nut at the surface of upper horns, 3. (WD) width of nut at the surface of lower horns, 4. (LS) height of the calyx tube, 5. (WKG) width of corona at the surface of upper horns, 6. (WKD) width of corona at the surface of lower horns, 7. (LRG1) and 8. (LRG2) length of upper horns, 9. (DKRG1) and 10. (DKRG2) distance from corona by the end of upper horns, 11. (LRD1) and 12. (LRD2) length of lower horns, 13. (DKRD1) and 14. (DKRD2) distance from corona by the end of lower horns, 15. (WRG1) and 16. (WRG2) width of upper horns near trunk, 17. (WRD1) and 18. (WRD2) width of lower horns near trunk, 19. (TOG) thickness of trunk below lower horns, 20. (TOD) thickness of trunk above lower horns, 21. (J1) and 22. (J2) cavity, 23. (PND) the bottom collar on the surface of lower horns, 24. (PNG) the bottom collar on the surface of upper horns.

Tabela 4.1.

Wartości średnie oraz odchylenie standardowe (SD) dla 24 cech w trzech badanych populacjach kotewki orzecha wodnego (OD – Odrzyska, LE – Łęczszak, LJ – Łacha Jelcz)

Mean values and standard deviation of 24 characters of *Trapa natans* nuts for 3 populations in reserves: (OD – Odrzyska, LE – Łęczszak, LJ – Łacha Jelcz)

Lp.	cecha charakter	OD2000		OD2001		LE2000		LE2001		LJ2000	
		średnia average	SD	średnia average	SD	średnia average	SD	średnia average	SD	średnia average	SD
1	L	19,93	2,56	17,38	3,69	23,61	2,17	21,85	2,26	18,20	2,26
2	WG	26,25	4,43	19,72	4,33	27,81	2,51	25,19	4,13	25,53	2,60
3	WD	26,41	4,34	21,95	3,65	30,30	2,51	28,70	2,95	24,83	2,82
4	LS	3,35	0,80	2,77	0,64	2,90	0,46	2,79	0,63	2,81	0,60
5	WKG	5,80	1,14	4,85	0,67	5,19	0,59	4,86	0,76	5,46	0,90
6	WKD	6,37	1,24	5,10	0,83	5,60	0,51	4,96	0,73	5,86	0,76
7	LRG1	6,93	1,47	5,45	1,01	8,75	0,92	7,66	1,13	7,65	0,88
8	LRG2	6,81	1,30	5,37	0,97	8,78	1,10	7,87	1,24	7,64	1,04
9	DKRG1	11,67	1,83	8,03	2,11	12,00	1,30	10,92	2,02	11,34	1,30
10	DKRG2	11,62	1,96	8,31	2,14	12,26	1,47	10,84	1,89	11,14	1,42
11	LRD1	8,65	1,62	8,33	1,85	9,90	1,17	9,26	1,18	8,89	1,40
12	LRD2	8,89	1,88	8,03	1,61	10,18	1,34	9,54	1,41	8,70	1,18
13	DKRD1	15,88	2,59	14,86	3,19	17,76	1,96	16,66	2,28	15,20	1,94
14	DKRD2	16,14	2,61	13,78	2,97	18,02	2,14	16,04	2,82	14,88	1,83
15	WRG1	5,81	1,80	4,43	0,99	5,38	0,57	5,69	0,66	4,64	0,79
16	WRG2	5,51	1,65	4,33	0,84	5,39	0,57	5,59	0,68	4,63	0,79
17	WRD1	7,02	1,48	6,73	1,65	6,88	0,82	6,82	1,01	5,94	1,07
18	WRD2	6,89	1,37	6,87	1,54	7,16	0,88	6,58	1,31	6,04	1,03
19	TOG	9,00	1,09	8,25	1,36	11,06	0,84	10,64	1,06	9,10	1,07
20	TOD	9,15	1,35	7,93	1,17	11,91	1,09	11,23	1,01	9,36	1,26
21	J1	2,26	0,77	2,58	0,90	1,95	0,50	2,89	0,66	2,17	0,57
22	J2	2,47	0,66	2,55	0,59	1,94	0,46	2,50	0,71	2,06	0,47
23	PND	2,79	0,59	3,88	0,87	4,64	0,88	5,38	0,72	3,15	0,51
24	PNG	2,74	0,60	3,43	0,56	4,30	0,83	4,54	0,56	2,85	0,43

Tabela 4.2.

Istotność różnic między populacjami kotewki z rezerwatów: Odrzyska, Łęczczak i Łacha Jelcz w 2000 r. oraz Odrzyska i Łęczczak w 2001 r. – wyniki jednoczynnikowej ANOVA oraz testu Kruskala-Wallis
 Variability between populations of *Trapa natans* in reserves: Odrzyska, Łęczczak and Łacha Jelcz in 2000 year, and Odrzyska and Łęczczak in 2001 year – results of one-way ANOVA and Kruskal-Wallis test

Lp.	cecha character	2000				2001			
		F	H	df/df i Ni	p	F	H	df/df i Ni	p
1	L	–	80,04	2, 150	***	–	39,80	1, 100	***
2	WG	–	17,31	2, 150	***	–	35,03	1, 100	***
3	WD	–	52,83	2, 150	***	–	53,41	1, 100	***
4	LS	–	17,67	2, 150	***	–	0,05	1, 100	ns
5	WKG	–	8,47	2, 150	*	–	2,53	1, 100	ns
6	WKD	–	12,83	2, 150	**	–	1,73	1, 100	ns
7	LRG1	34,05	–	2, 145	***	–	44,99	1, 100	***
8	LRG2	37,79	–	2, 145	***	–	48,71	1, 100	***
9	DKRG1	–	6,85	2, 150	*	–	37,08	1, 100	***
10	DKRG2	5,81	–	2, 145	**	–	41,47	1, 100	***
11	LRD1	–	21,70	2, 150	***	–	18,67	1, 100	***
12	LRD2	–	25,85	2, 150	***	–	29,04	1, 100	***
13	DKRD1	–	32,89	2, 150	***	–	20,55	1, 100	***
14	DKRD2	–	40,85	2, 150	***	–	32,48	1, 100	***
15	WRG1	–	30,91	2, 150	***	–	33,15	1, 100	***
16	WRG2	–	28,59	2, 149	***	–	21,76	1, 99	***
17	WRD1	–	24,04	2, 150	***	–	2,85	1, 100	ns
18	WRD2	–	27,60	2, 149	***	–	1,98	1, 99	ns
19	TOG	–	72,00	2, 150	***	–	56,29	1, 100	***
20	TOD	–	78,85	2, 150	***	–	55,12	1, 100	***
21	J1	–	5,98	2, 150	ns	–	2,05	1, 66	ns
22	J2	11,94	–	2, 145	***	–	0,15	1, 27	ns
23	PND	95,36	–	2, 145	***	71,3	–	1, 98	***
24	PNG	–	77,03	2, 150	***	–	39,47	1, 100	***

* $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, *** $p < 0,001$, ns – statystycznie nieistotne

* $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, *** $p < 0,001$, ns – statistically unimportant

Tabela 4.3.

Różnice w analizowanych cechach pomiędzy rokiem poprzedzającym wylew (2000) oraz po wylewie (2001) w rezerwacie Odrzyska na tle rezerwatu Łęczczak, w którym wylewu nie było – wyniki jednoczynnikowej ANOVA i testu Kruskala-Wallisa

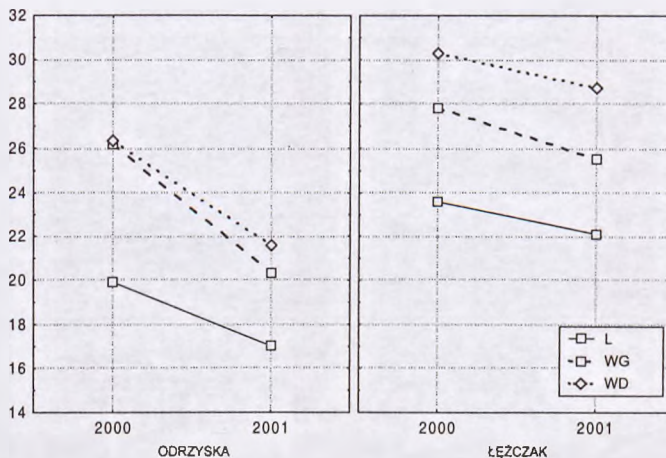
Differences between population from Odrzyska (flooded) and Łęczczak (unflooded) on the basis of 24 characters. Results of one-way NOVA and Kruskal-Wallis test

Lp.	cecha character	Odrzyska				Łęczczak			
		H	F	df, Ni/df	p	H	F	df, Ni /df	p
1	L	–	9,73	1, 61	**	–	7,07	1, 62	**
2	WG	–	24,88	1, 61	***	11,67	–	1, 100	***
3	WD	–	12,24	1, 61	***	–	4,11	1, 62	*
4	LS	–	6,34	1, 61	*	–	0,54	1, 62	ns
5	WKG	16,69	–	1, 100	***	–	3,14	1, 62	ns
6	WKD	26,05	–	1, 100	***	6,21	–	1, 100	*
7	LRG1	–	12,58	1, 61	***	–	13,94	1, 62	***
8	LRG2	–	13,95	1, 61	***	–	7,14	1, 62	**
9	DKRG1	–	37,67	1, 61	***	9,48	–	1, 100	**
10	DKRG2	42,1	–	1, 100	***	–	8,91	1, 62	**
11	LRD1	–	0,38	1, 61	ns	–	3,34	1, 62	ns
12	LRD2	–	2,04	1, 61	ns	–	2,50	1, 62	ns
13	DKRD1	–	2,09	1, 61	ns	–	3,22	1, 62	ns
14	DKRD2	–	6,25	1, 61	*	–	8,12	1, 62	**
15	WRG1	–	5,63	1, 61	*	–	2,93	1, 62	ns
16	WRG2	8,05	–	1, 98	**	–	1,13	1, 62	ns
17	WRD1	–	0,15	1, 61	ns	–	0,06	1, 62	ns
18	WRD2	1,25	–	1, 98	ns	0,3	–	1, 100	ns
19	TOG	–	4,98	1, 61	*	–	2,51	1, 62	ns
20	TOD	19,3	–	1, 100	***	–	4,40	1, 62	*
21	J1	–	2,01	1, 61	ns	–	33,90	1, 62	***
22	J2	–	0,20	1, 61	ns	–	6,76	1, 64	**
23	PND	–	33,29	1, 61	***	–	8,35	1, 62	**
24	PNG	–	16,51	1, 61	***	2,09	–	1, 100	ns

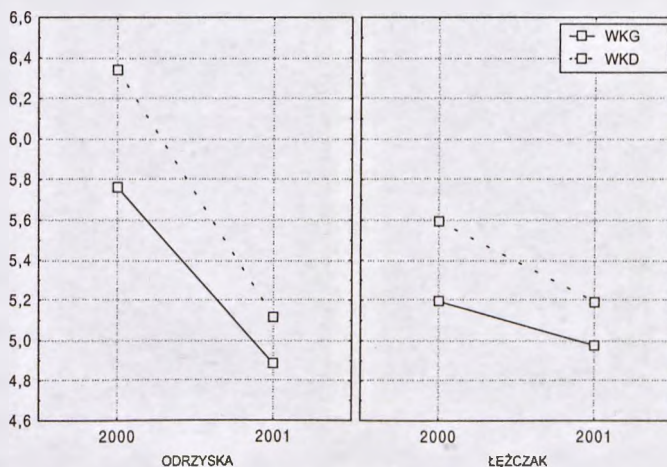
* $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, *** $p < 0,001$, ns – statystycznie nieistotne

* $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, *** $p < 0,001$, ns – not significant

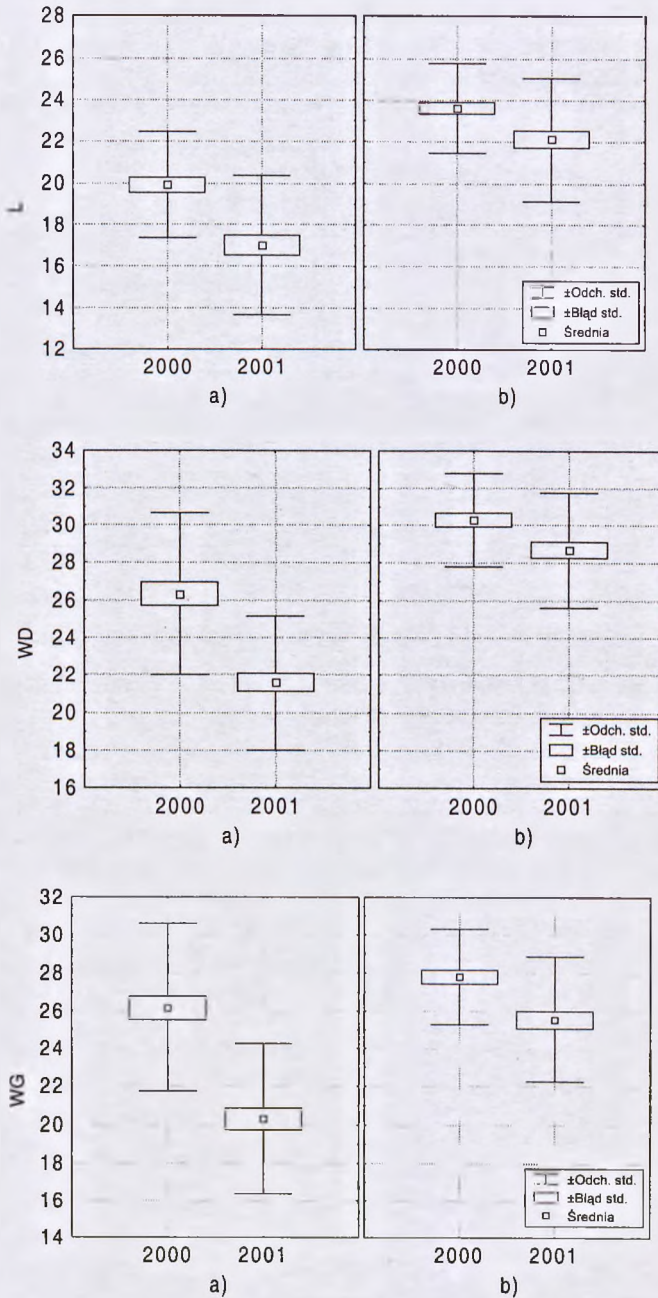
Analizując wielkość różnic między średnimi wartościami niektórych zmiennych dla roku 2000 (bez wezbrania powodziowego) i po wylewie w 2001 r. można stwierdzić, że w porównaniu z Łęczczakiem w Odrzyskach nastąpił znacznie wyraźniejszy spadek wielkości orzechów (ryc. 4.9, 4.10, 4.11), co jest skutkiem lipcowego wezbrania wód na Odrze w 2001 r.



Ryc. 4.9. Zmiany średniej długości (L) i szerokości (WG, WD) orzecha w roku przed i po wylewie w zbiorniku zalanym (Odrzyska) i nie zalanym (Łęczczak).
Changes of mean length (L) and width (WG, WD) of the nut before and after the flood in Odrzyska Reserve (flooded) and Łęczczak Reserve (not flooded).



Ryc. 4.10. Zmiany średniej szerokości koronki (WKG, WKD) orzecha w roku przed i po wylewie w zbiorniku zalanym (Odrzyska) i nie zalanym (Łęczczak).
Changes of mean width (WKG, WKD) of the corona of nut before and after the flood in Odrzyska and Łęczczak Reserves.



Ryc. 4.11. Średnie wartości L, WD i WG dla: a) rez. Odrzyska, b) rez. Łęczszak.
 Mean values of L, WD, WG in a) Odrzyska Reserve and b) Łęczszak Reserve.

Ocena populacji kotewki w badanych rezerwach

1. Rezerwat Odrzyńska. Populacja kotewki w rezerwacie utrzymuje się od lat na podobnym poziomie, a jej ewentualne zagrożenia wynikają z zakłócenia stosunków wodnych. Koryto Odry pogłębiane było także na tym odcinku w celach żeglugowych. Poziom wody w rzece w sąsiedztwie rezerwatu w okresie suszy jest znacznie niższy niż w rezerwacie. Być może w latach z bardzo małą ilością opadów kondycja populacji ulega obniżeniu. W drugim roku prowadzonych badań starorzecze było zalane wodami powodziowymi w miesiącu lipcu. Prawdopodobnie właśnie to wezbranie wód na Odrze spowodowało wykształcenie się znacznie mniejszych orzechów, co może świadczyć o okresowej obniżce kondycji populacji kotewki (ryc. 4.9, 4.10, 4.11). Według Primacka (1987) rośliny siedlisk zaburzanych cechują się mniejszymi nasionami niż rośliny siedlisk stabilnych.

Populacja kotewki w tym rezerwacie powinna być systematycznie obserwowana trwa bowiem budowa stopnia wodnego w Malczycach. Istnieją w związku z tym uzasadnione obawy o zachowanie tego stanowiska. Nie wiadomo bowiem, jak zareaguje populacja kotewki na spiętrzenie wód na tym odcinku Odry po zakończeniu inwestycji.

2. Rezerwat Łacha Jelcz. Pomimo że w 2001 r. nie odnaleziono *Trapa natans* w zbiorniku, nie ma całkowitej pewności czy stanowisko w rezerwacie definitywnie zanikło. Przyczyn ustępowania kotewki w rezerwacie jest co najmniej kilka, a jedną z nich mogą być powtarzające się powodzie czy wyzeranie roślinności wodnej przez wprowadzoną tutaj azjatycką roślinożerną rybę – amura białego, albo też wywlekanie roślin na brzeg przez wędkarzy. Połów ryb jest w starorzeczu dozwolony, a liczba łowiących bardzo duża. Jednak prawdopodobnie rola amura jest decydująca. Ogromnym błędem było zezwolenie na wprowadzenie tego zarłocznego gatunku do starorzecza ze stanowiskiem ginącego gatunku, jakim jest kotewka. Jest możliwe, że kotewka znów się pojawi, lecz dla zabezpieczenia tego stanowiska niezbędna jest likwidacja populacji amura w starorzeczu poprzez powtarzane odłowy przy użyciu agregatu prądotwórczego, pod nadzorem wojewódzkiego konserwatora przyrody, a także poważne ograniczenia sportowego połowu ryb (np. zakaz stosowania metody spinningowej). Obecnie tylko część starorzecza objęta jest ochroną rezerwatową. Konieczne jest zatem powiększenie rezerwatu.

Badania przeprowadzone w roku następnym po katastrofalnej powodzi w lipcu 1997 roku wykazały, że wezbrane wody wyrządziły szkody w populacji kotewki orzecha wodnego, jednak nie wyeliminowały całkowicie tego gatunku z rezerwatu. Być może nieudane próby odnalezienia po wezbraniu w 2001 r. nie oznaczają całkowitego zaniku tego stanowiska *Trapa natans*.

3. Rezerwat Łęczzak. Populacja kotewki w tym obiekcie uważana jest za jedną z najliczniejszych w Polsce, a jej stan od lat nie ulega zmianie. Rezerwat Łęczzak koło Raciborza, pomimo bliskiego sąsiedztwa z Odrą, nie został zalany przez katastrofale wezbraną rzekę podczas powodzi w lipcu 1997 r. Wszystkie przeprowadzone testy statystyczne potwierdzają dobrą kondycję badanej populacji – zarówno pod względem wielkości płatów kotewki, rozmiarów roślin i orzechów, jak też niewielkich różnic w analizowanych cechach orzechów w latach badań. Przeprowadzone analizy statystyczne potwierdziły trafność wyboru tej rośliny w rezerwacie jako obiektu w pewnym sensie modelowego dla populacji kotewki orzecha wodnego.