

Zagrożenie płazów na drogach Pienińskiego Parku Narodowego

Threat of amphibians on roads of the Pieniny National Park

MARIUSZ RYBACKI

Zakład Badań Środowiska Rolniczego i Leśnego PAN, ul. Bukowska 19, 60–809 Poznań

Abstract. In the first part of the paper results of field studies (1992–94) on mortality of amphibians on roads of the Pieniny National Park are presented. This problem is examined in many bearings: main routes of amphibian migrations, distribution of breeding sites and their situation in relation to roads, differences of mortality of different species on various stretches of roads and in periods of migrations (spring, summer, autumn) connected with ecological and biological features. Moreover losses in numbers of their populations owing to vehicular traffic are taken into account.

In the second part methods of protection of road stretches which are most dangerous for wandering amphibians (highest mortality) are discussed.

WSTĘP

Szlaki komunikacyjne są jednym z ważniejszych elementów krajobrazu antropogenicznego, wywierającym duży wpływ na faunę. Dużym zagrożeniem dla zwierząt są ruchliwe szosy, na których ponosi śmierć wiele osobników w wyniku zderzenia z pojazdami mechanicznymi. Szosy pełnią również funkcję czynnika izolacyjnego, utrudniając lub wręcz uniemożliwiając komunikowanie się zwierząt.

Ze względu na małą ruchliwość i odbywanie masowych wędrówek sezonowych płazy należą do zwierząt najbardziej zagrożonych przez ruch pojazdów na drogach. Większość płazów żyje i zimuje na lądzie, często z dala od siedlisk rozrodczych. Zwierzęta te aby dotrzeć do miejsc rozrodu muszą często przechodzić przez ruchliwe drogi, które stanowią dla nich barierę trudną do przebycia. Właśnie w okresie rozrodu na szosach ginie szczególnie dużo płazów. O ile w okresie życia

lądowego (lato, jesień) na śmierć pod kołami samochodów narażone są głównie osobniki żyjące w pobliżu szosy, to w okresie godowym (wiosna) następują masowe wędrówki wszystkich dorosłych płazów i liczba ofiar dramatycznie wzrasta. Intensywne wędrówki odbywają się również jesienią, gdy płazy szukają miejsc do hibernacji.

Straty wśród płazów spowodowane przez ruch pojazdów są ogromne. Według szacunkowych obliczeń przeprowadzonych w Danii w latach 1964–65 zginęło tam ok. 6 milionów płazów, natomiast w zachodnich Niemczech na 1 km drogi ginie rocznie średnio 3.9 osobników ropuchy szarej *Bufo bufo* (Garanin 1982), co po przeliczeniu na całkowitą długość dróg 631000 km (Münch 1992 a) daje liczbę ok. 2.5 miliona osobników. Właśnie ten gatunek ponosi największe straty spośród wszystkich płazów. Badania Kuhna (1987) wykazały, że już przy częstotliwości 4 samochodów na godzinę ginie 10% wędrujących ropuch, a przy częstotliwości 60 samochodów straty sięgają aż 75%.

Z kolei Heusser (1968) stwierdził, że populacja tego gatunku może całkowicie wyginać, jeżeli zginie 20–25% osobników zdolnych do rozrodu. Z literatury znane są przypadki (Moore, według Heussera 1968), że wybudowanie nowej, ruchliwej szosy w pobliżu godowiska w ciągu kilkunastu lat doprowadziło do zniszczenia licznej populacji ropuchy szarej, która jest silnie przywiązana do stałego miejsca rozrodu.

Duże natężenie ruchu pojazdów prowadzi do tego, że szosy w krótkim czasie stają się trwałą, niemożliwą do przebycia barierą, skutecznie izolującą osobniki tego samego gatunku zamieszkujące przyległy do niej obszar. Różnice w populacjach przedzielonych szosami są tak duże, że można je wykazać metodami biochemicznymi. Reh (1989) stwierdził, że między populacjami żaby trawnej *Rana temporaria*, które od 30 lat oddzielają ruchliwe szosy, istnieje izolacja rozrodcza.

Badania nad śmiertelnością płazów na szosach w szerokim zakresie prowadzone są w wielu krajach Europy Zachodniej, szczególnie w Niemczech, Szwajcarii i Wielkiej Brytanii. Obszerną bibliografię na ten temat można znaleźć m.in. w materiałach z dwóch konferencji poświęconych tej problematyce, które zostały zorganizowane w Niemczech (Langton 1989, Münch 1992 b).

W Polsce problemowi śmiertelności zwierząt na szlakach komunikacyjnych poświęcano jak dotąd niewiele uwagi. Nieliczne prace dotyczące tego tematu mają charakter ogólny (Dziabaszewski 1963) lub odnoszą się głównie do śmiertelności wśród ptaków (Bereszyński 1980, Lorek, Stankowski 1991, Lorek 1992, Oleś 1993). Badań nad śmiertelnością płazów praktycznie nie prowadzono. Skąpe informacje na ten temat można znaleźć jedynie w pracy Wołka (1978) oraz Lorka i Stankowskiego (1991).

W Pienińskim Parku Narodowym śmiertelność płazów na szosach – jak również innych zwierząt (owadów, drobnych ssaków, ptaków) – jest problemem szczególnie istotnym. Jeszcze przed rozpoczęciem budowy Zbiornika Czorszyńskiego skrajem Parku prowadziła droga wzdłuż Dunajca od Czorsztyna do Sromowiec Niżnych – jedyny szlak dojazdowy do osiedli położonych na południowej granicy PPN. Już wtedy droga ta stano-

wiła duże zagrożenie dla płazów odcinając ich biotopy lądowe od miejsc rozrodu (zlokalizowanych prawie wyłącznie w dolinie Dunajca), jednak ruch na niej był ograniczony m.in. ze względu na lokalizację przystani flisackiej (najważniejszy element napędowy turystyki regionu) pod zamkiem w Niedzicy. Budowa zapory na początku lat 70-tych pociągnęła za sobą wiele niekorzystnych zmian w przyrodzie Pienin, które doprowadziły, między innymi, do znacznego wzrostu śmiertelności różnych przedstawicieli fauny na szlakach komunikacyjnych. Spowodowane to było przede wszystkim budową nowej drogi, która przecięła Pieniny Zachodnie łącząc Krośnicę ze Sromowcami Wyżnymi oraz przeniesieniem przystani flisackiej w centralny rejon Pienin (do Kątów) co w znacznym stopniu wpłynęło na intensyfikację ruchu kołowego w Pienińskim Parku Narodowym.

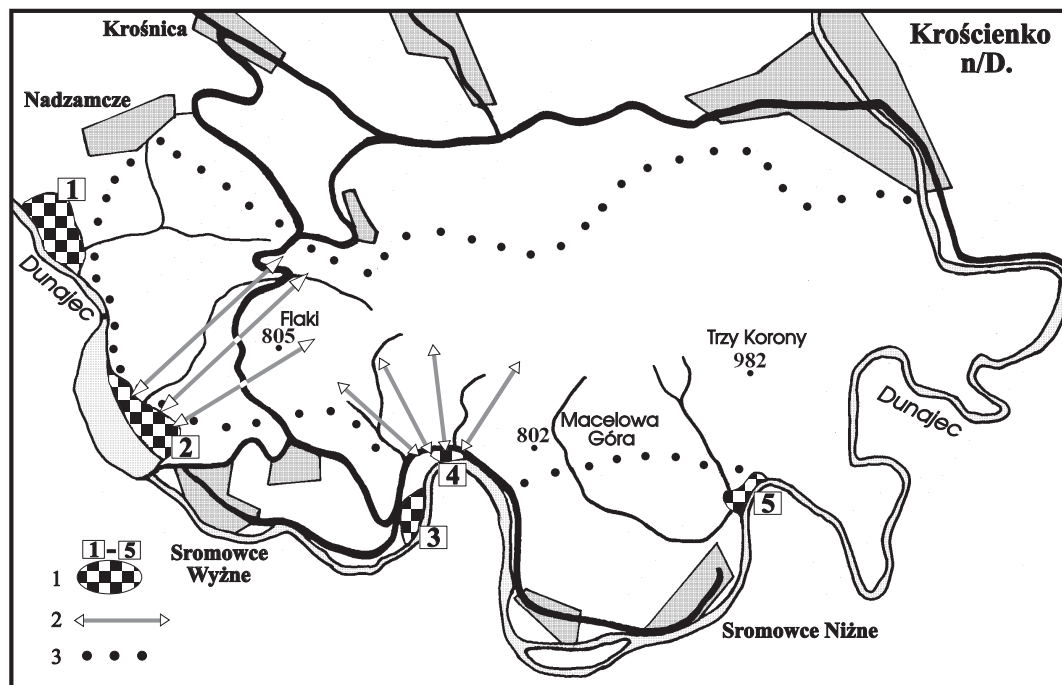
Przeprowadzone badania zagrożenia płazów miały na celu:

- wyznaczenie głównych szlaków migracyjnych krzyżujących się z szosami,
- określenie stopnia niebezpieczeństwa na różnych odcinkach dróg PPN i jego otuliny,
- określenie śmiertelności poszczególnych gatunków wywołanej ruchem pojazdów,
- wypracowanie metod ochrony szlaków migracji płazów.

MATERIAŁY I METODY

Badaniami objęto drogi publiczne na terenie PPN i w jego otulinie (obszar, którego granice wyznaczają Dunajec, Krośnica oraz Kluszkowianka). Badania prowadzono w następujących okresach:

1. 1992 (30.09–1.10) – odcinek szosy od Krościenka przez Krośnicę do Sromowiec Niżnych (migracje jesienne, po intensywnych opadach).
2. 1993 (24.04–9.05) – odcinek szosy od Nadzamicza do Sromowiec Niżnych oraz – mniej intensywnie – inne odcinki w otulinie parku (migracje godowe).
3. 1993 (15–27.09) – odcinek szosy od Krośnicy do Sromowiec Niżnych (migracje jesienne, po intensywnych opadach).
4. 1994 (7–17.06) – różne odcinki dróg w Parku i w jego otulinie.



Ryc. 1. Główne siedliska rozrodcze płazów w PPN oraz ich szlaki migracji w okresie godowym krzyżujące się z drogami: 1 – siedliska rozrodcze, 2 – szlaki migracji, 3 – granice PPN.

The main reproductive biotopes of amphibians in the PPN and their routes of breeding migrations crossed with roads: 1 – reproductive biotopes, 2 – routes of migrations, 3 – limits of PPN.

Rekonosansowe badania prowadzono również poza otuliną Parku, gdzie znaleziono ok. 250 martwych płazów (materiałów tych nie ujęto w tabeli I), z czego większość na prawym brzegu Dunajca, na odcinku Sromowce Wyżne zaporą – Niedzica skrzyżowanie.

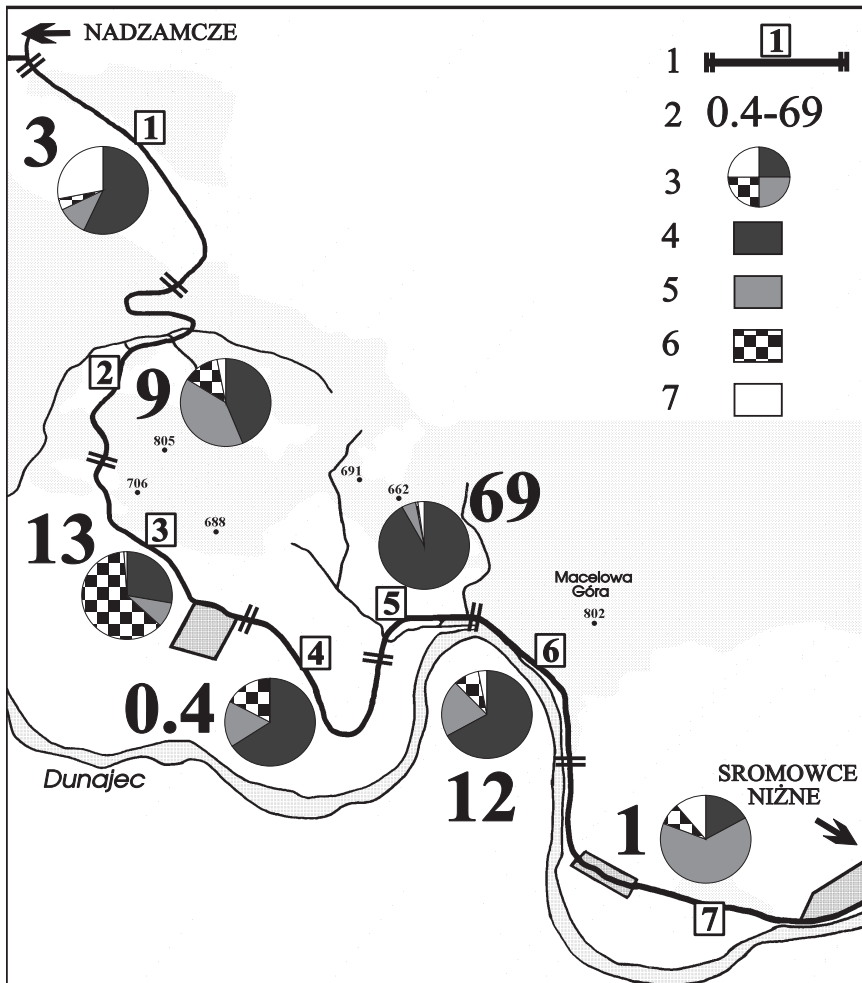
Rejestrowano tylko okazy dorosłe, które można było oznaczyć do gatunku, dlatego liczby martwych płazów są niekiedy zaniżone. Ze względu na małą częstotliwość badań oraz stosunkowo dużą liczbę martwych płazów leżących na poboczach (niekiedy nawet 1 m od skrajów jezdni), najczęściej liczone osobniki „stare” i świeżo rozjechane tylko na jednej połowie jezdni oraz na poboczu, otrzymane wyniki mnożąc razy 2. W niektórych przypadkach liczone tylko płazy zabite w ciągu jednej doby na całej szerokości jezdni.

W celu możliwie dokładnego określenia najczęściej wykorzystywanych przez płazy tras migracji przecinających drogi, szosę Nadzamcze –

Sromowce Niżne (fragment badany najintensywniej) podzielono na 18 krótkich odcinków (zwykle od 300 do 600 m). Szczegółową charakterystykę tych odcinków przedstawiono w ekspertyzie wykonanej na zlecenie PPN (Rybacki 1994). W niniejszej pracy liczbę odcinków zredukowano do 7. Podstawowym kryterium podziału szosy na odcinki była topografia terenu. Ich granice wyznaczano tak, aby odpowiadały warunkom fizjograficznym otaczających je terenów (lasy, wzniesienia, łąki, pola uprawne).

Podział szosy przedstawia się następująco (Ryc. 2):

1. Nadzamcze PKS – koniec Hali Majerz, 2.02 km (teren płaski, przewaga łąk, zalesienie małe).
2. Koniec Hali Majerz – Długa Grapa, 2.24 km (teren w większości zalesiony).
3. Długa Grapa – koniec osiedla Wygon, 1.22 km (przewaga pól uprawnych, od północy wzniesienia Cisowców i Zamczyska).



Ryc. 2. Śmiertelność płazów na różnych odcinkach drogi Nadzamacze – Sromowce Niżne w PPN w okresie migracji wiosennych i jesiennych: 1 – odcinek drogi, 2 – współczynnik śmiertelności (N osobników zabitych na 100 m drogi), 3 – stosunki ilościowe wśród zabitych płazów, 4 – *B. bufo*, 5 – *R. temporaria*, 6 – *B. viridis*, 7 – inne.

Mortality of amphibians on various stretches of the road Nadzamacze – Sromowce Niżne in the PPN in period of spring and autumnal migrations: 1 – stretch of road, 2 – coefficient of mortality (N of individuals killed on 100 m of the road), 3 – ratios among killed amphibians, 4 – *B. bufo*, 5 – *R. temporaria*, 6 – *B. viridis*, 7 – other.

4. Koniec osiedla Wygon – przystań flisacka w Kątach, 1.6 km (poła uprawne, niewielkie zadrzewienia).

5. Przystań w Kątach – Straszny Potok, 0.75 km (od północy wzniesienia z zadrzewieniami, od południa dolina Dunajca).

6. Straszny Potok – koniec Macelowej Góry, 1.2 km (od północy strome, zalesione zbocza Macelowej G., od południa Dunajec).

7. Koniec Macelowej Góry – koniec Sromowiec Niżnych, 3.14 km (od północy poła uprawne i zadrzewione zbocza, od południa dolina Dunajca, teren zabudowany na odcinku ok. 2 km).

WYNIKI

Na drogach PPN i jego otuliny zarejestrowano 1 485 martwych płazów (w tym 1 142 na odcinku

Nadzamcze – Sromowce Niżne) (Tab. I), należących do wszystkich 9 gatunków żyjących na terenie Parku: ropucha szara *Bufo bufo*, ropucha zielona *B. viridis*, żaba trawna *Rana temporaria*, kumak górski *Bombina variegata*, traszki: karpacka *Triturus montandoni* (25 osobników), górską *T. alpestris* (21), grzebieniastą *T. cristatus* (3) i zwyczajną *T. vulgaris* (1) oraz salamandra *Salamandra salamandra*.

Na drogach Parku znaleziono również 8 martwych gadów należących do 5 gatunków: jaszczurka zwinka *Lacerta agilis* (3), padalec *Anguis fragilis* (1), gniewosz *Coronella austriaca* (1), zaskroniec *Natrix natrix* (1) oraz żmija *Vipera berus* (2).

Główne szlaki migracji płazów krzyżujące się z szosami

Najczęściej wykorzystywane przez płazy szlaki migracji przebiegają przez następujące odcinki szosy Nadzamcze – Sromowce Niżne:

- od doliny Głębokiego Potoku do końca polany Zaukier (wędrują głównie ropuchy szare i żaby trawne),
- od Długiej Grapy do przełęczy Cisowce – Zamczysko (ropuchy zielone i szare),
- od Zamczyska do końca osiedla Wygon (ropuchy zielone),
- od przystani w Kątach do końca Macelowej G. (ropuchy szare i żaby trawne).

Znając ukształtowanie terenu oraz rozmieszczenie stanowisk rozrodczych płazów można dość dokładnie określić kierunek ich wędrówek w okresie godowym (Ryc. 1). Spośród 5 największych godowisk płazów PPN tylko 2 nie są oddzielone od biotopów lądowych szosami (nr 1 i 5). Godowisko nr 2 leży ok. 1 km od szosy, a

godowiska nr 3 i 4 usytuowane są w jej bezpośrednim sąsiedztwie.

Strefy największego zagrożenia dla płazów na drogach PPN i jego otuliny

Jako miarę zagrożenia badanego odcinka szosy dla migrujących płazów przyjęto liczbę rozjechanych osobników przypadających na 100 metrów – jest to tzw. wskaźnik śmiertelności (Tab. II, Ryc. 2). Ze względu na małą częstotliwość badań nie przeliczano go na cały okres aktywności płazów. Jego analiza pozwala wyłącznie na stwierdzenie gdzie ginie najwięcej płazów, nie określa natomiast bezwzględnej śmiertelności w ciągu całego roku.

Na terenie PPN i jego otuliny najwięcej płazów rozjeżdżanych jest w rejonie Kątów, szczególnie między przystanią flisacką a Straszny Potokiem przed Macelową Górą (odcinek nr 5). Wskaźnik śmiertelności dla tego krótkiego odcinka (ok. 750 m) wyniósł 69 przy średniej dla całej szosy 9.4.

Na pozostałych odcinkach szosy wskaźnik śmiertelności był wyraźnie niższy niż w Kątach. Najwięcej martwych płazów zanotowano na odcinkach Długa Grapa – Wygon (nr 3) – wskaźnik 13.1, Straszny Potok – koniec Macelowej Góry (nr 6) – 11.7 oraz Hala Majerz – Długa Grapa (nr 2) – 9.4. Na dwóch odcinkach śmiertelność była zaskakująco niska i wynosiła 0.4 (nr 4, Wygon – Kąty przystań) i 1.1 (nr 7, Macelowa G. – koniec Sromowiec N.).

W 1992 (30.09) prowadzono również obserwacje na szosie Krościenko – Krośnica i Krośnica – Nadzamcze. Wskaźnik śmiertelności płazów wynosił tu odpowiednio 0.7 i 0.5, podczas gdy dla szosy Nadzamcze – Sromowce Niżne (w tym sa-

Tabela I. Martwe płazy znalezione na drogach PPN i jego otuliny w latach 1992–94.
Dead amphibians found on roads of the PNP and its protected area in 1992–94.

Okres badań Period of studies	N	<i>Bufo bufo</i>	<i>Rana temporaria</i>	<i>Bufo viridis</i>	<i>Triturus ssp.</i>	<i>Bombina variegata</i>	Sal. sal.,
IX–X 92	350	148	100	94	6	2	–
IV–V 93	798	657	31	60	36	12	2
IX 93	218	50	115	44	6	–	3
VI 94	119	75	11	29	2	2	–
Razem Total	1 485	930	257	227	50	16	5

mym dniu) miał wartość 2.4. Różnice te są o tyle ciekawe, że na szosie Krościenko – Krośnica częstotliwość ruchu pojazdów – 126/h – była 4-krotnie większa niż na szosie biegnącej przez Park – 32/h (średnia z 6 godzinnych obserwacji prowadzonych w różnych miesiącach).

Jednorazowe obserwacje (8.05.93) przeprowadzono również na szosie za Sromowcami Wyżnymi, na prawym brzegu Dunajca między koroną zapory a skrzyżowaniem z drogą do Niedzicy. Na odcinku tym znaleziono 184 martwe płazy, wskaźnik śmiertelności wynosił tu 12.7. W tym samym okresie na szosie Nadzámce – Sromowce Niżne miał on wartość 5.7.

Śmiertelność gatunków

Wśród wszystkich martwych płazów – 1 485 osobników – znalezionych na szosach PPN i jego otuliny, największy udział miały osobniki trzech gatunków: ropuchy szarej – 63%, żaby trawnej – 17% oraz ropuchy zielonej – 15% (Ryc. 3 i 4). Sumaryczny udział pozostałych 6 gatunków był niewielki – 5%. Uzyskane proporcje tylko nieznacznie odbiegają od proporcji otrzymanych na odcinku Nadzámce – Sromowce Niżne.

Straty w liczebności populacji

Udział osobników różnych gatunków wśród martwych płazów nie przedstawia faktycznych strat jakie ponoszą te gatunki w wyniku kolizji z pojazdami mechanicznymi. Stopień zagrożenia gatunków przez ten czynnik można określić porównując powyższe dane z ich liczebnością w PPN (Rybacki 1993). Orientacyjne, względne wskaźniki strat w populacjach (jaki procent populacji PPN stanowią martwe osobniki znalezione w czasie badań) są następujące: ropucha zielona – 8%, ropucha szara – 4%, pozostałe gatunki poniżej 0.5%.

Śmiertelność na różnych odcinkach dróg

Udział martwych osobników poszczególnych gatunków był bardzo zróżnicowany na różnych odcinkach dróg (Tab. II, Ryc. 2). Martwe osobniki ropuchy szarej dominowały na 5 spośród 7 odcinków szosy Nadzámce – Sromowce Niżne (nr: 1, 2, 4, 5 i 6). Ich udział wynosił od 43% (nr 2, Hala Majerz – Długa Grapa) do 93% (nr 5, Kąty przystań – Straszny Potok).

Odcinek szosy w Kątach jest szczególnie niebezpieczny dla ropuch. Wśród 516 martwych płazów było tu 479 osobników ropuchy szarej, co stanowiło aż 42% wszystkich płazów znalezionych na szosie Nadzámce – Sromowce Niżne mimo, że długość tego odcinka to zaledwie 7% całej szosy. Wskaźnik śmiertelności tego gatunku (64) był tu 10-krotnie wyższy od średniej dla całej szosy (6.2). Ropuchy giną często również na sąsiednim odcinku (nr 6), szczególnie między Straszny Potokiem a tzw. Czerwoną Skałą (ok. 300 m za Kątami). Ich udział wynosił tu 67%, a wskaźnik śmiertelności 17.

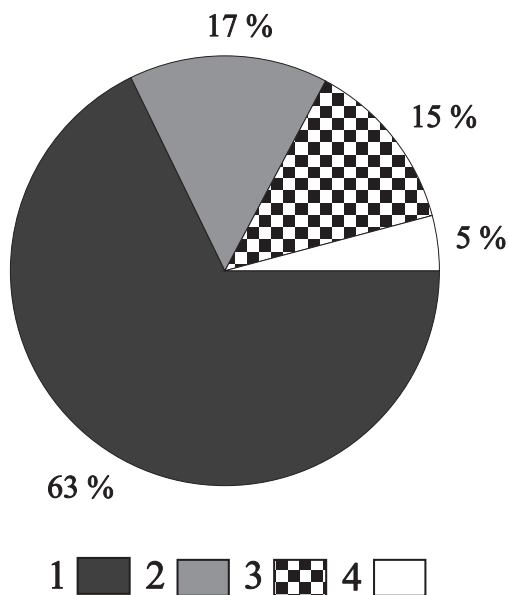
Również na odcinku Sromowce Wyżne zapora – Niedzica skrzyżowanie udział tego gatunku był bardzo wysoki (94%), jednak obserwacje prowadzono tu tylko w okresie godowym. Najmniej osobników ropuchy szarej stwierdzono między Macelową Górą a Sromowcami Niżnymi (nr 7) – 17%, gdzie dominującym gatunkiem była żaba trawna – 64%. Gatunek ten był liczny również na odcinku między Halą Majerz a Długą Grapą (nr 2) – 40%.

Ropuchy zielone ginęły najczęściej między Długą Grapą a Wygonem (nr 3). Na odcinku tym osobniki tego gatunku stanowiły aż 62% wszystkich płazów (wskaźnik śmiertelności 8.1 przy średniej dla całej szosy 1.2 !).

Na szosie biegnącej przez Halę Majerz (nr 1) zarejestrowano najwięcej przedstawicieli pozostałych gatunków – 28%. Przeważały wśród nich traszki: karpacka i górską.

Śmiertelność w różnych okresach migracji

Porównanie wyników uzyskanych w czasie wędrówek wiosennych (IV-V – okres godowy większości gatunków), letnich (VI) oraz jesiennych (IX-X) obrazuje zróżnicowanie śmiertelności różnych gatunków w różnych okresach ich aktywności (Tab. I, Ryc. 5). W okresie migracji wiosennych aż 82% wszystkich martwych płazów stanowiły osobniki ropuchy szarej, natomiast ropuchy zielonej tylko 8%, a żaby trawnej 4%. W czerwcu śmiertelność ropuch zielonych wzrasta kilkukrotnie aż do 46% (dane dla czerwca z Tab. I nie odpowiadają Ryc. 5 – ze względu na dużą liczbę suchych szczątków ropuchy szarej, które mogły przetrwać od maja na wykresie uwzględniono tyl-



Ryc. 3. Stosunki ilościowe wśród płazów zabitych na drogach PPN i jego otuliny: 1 – *B. bufo*, 2 – *R. temporaria*, 3 – *B. viridis*, 4 – inne.

Ratios among amphibians killed on roads in the PNP and in its protected area: 1 – *B. bufo*, 2 – *R. temporaria*, 3 – *B. viridis*, 4 – other.

ko osobniki świeżo rozjechane – N = 59). Wyraźny wzrost śmiertelności zaobserwowano

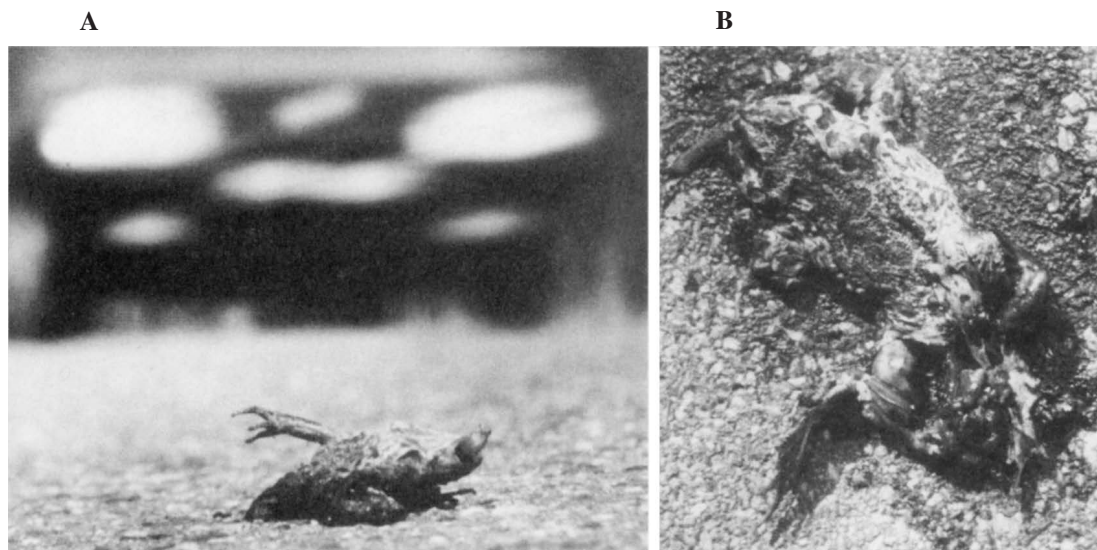
również u żab trawnych – do 17%, natomiast u ropuch szarych wyraźny spadek – 29%. Jesienią następuje dalszy wzrost śmiertelności żaby trawnej – 34%, która w tym okresie jest gatunkiem dominującym. U ropuch szarych stwierdzono nieznaczny wzrost – 36%, a u ropuch zielonych wyraźny spadek śmiertelności – 25%.

Śmiertelność wśród pozostałych gatunków wahała się od 3% jesienią do 6–7% wiosną i w lecie.

OMÓWIENIE WYNIKÓW

Wyniki przeprowadzonych badań pozwalają na dość dokładne wyznaczenie odcinków szosy, na których migracje płazów przebiegają najintensywniej, i które powinny zostać zabezpieczone w pierwszej kolejności. Na ich podstawie nie można jednak określić liczby płazów zabijanych w ciągu całego roku, gdyż wymagałoby to zwiększenia częstotliwości obserwacji, szczególnie w okresie ich mniejszej aktywności migracyjnej (VI–VIII).

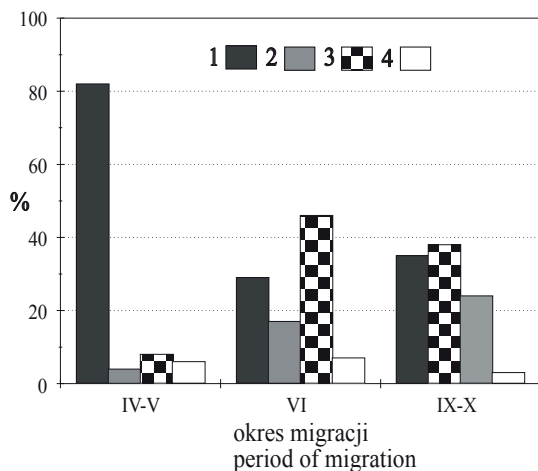
Intensywność wędrówek płazów jest bardzo różna w różnych okresach i warunkach meteorologicznych. Ekstrapolowanie wyników kilkudniowych badań na cały sezon ich aktywności prowadziło do dużych błędów. Sumaryczne wyniki byłyby zaniżane lub zawyżane w zależno-



Ryc. 4. *Rana temporaria* (A) i *Bufo viridis* (B) – płazy są najczęściej zabijane na drogach PPN (fot. J. Tęczyński).
Rana temporaria (A) and *Bufo viridis* (B) – amphibians most often killed on roads of the PNP (phot. J. Tęczyński).

Tabela II. Śmiertelność płazów († – współczynnik śmiertelności = N osobników zabitych na 100 m drogi) na różnych odcinkach drogi Nadzamacze – Sromowce N. w PPN w okresie migracji wiosennych i jesiennych. Numeracja odcinków zgodna z Ryc. 2. Mortality of amphibians († – coefficient of mortality = N of individuals killed on 100 m of the road) on various stretches of road Nadzamacze – Sromowce N. in the PPN in period of spring and autumnal migrations. Stretch numbering according to Fig. 2.

Odcinek szosy Stretch of road	Razem Total		Bufo bufo		Rana temporaria		Bufo viridis		Inne Other	
	N	†	N	†	N	†	N	†	N	†
1	71	3.5	40	2	8	0.4	3	0.1	20	1
2	212	9.4	92	4.1	85	3.8	28	1.2	7	0.3
3	160	13.1	44	3.6	15	1.2	99	8.1	2	0.2
4	6	0.4	4	0.2	1	0.1	1	0.1	0	0
5	516	68.8	479	63.9	25	3.3	2	0.3	10	1.3
6	141	11.7	94	7.8	30	2.5	12	1	5	0.4
7	36	1.1	6	0.2	23	0.7	3	0.1	4	0.1
Razem Total	1 142	9.4	759	6.2	187	1.5	148	1.2	48	0.4



Ryc. 5. Śmiertelność płazów na drogach PPN w różnych okresach migracji. Objasnienia jak na Ryc. 3. Mortality of amphibians on roads in the PPN in different periods of migrations. Explanations as in fig. 3.

ści od warunków i okresów, w których gromadzano materiał wyjściowy. Problem ten dobrze obrazuje następujący przykład. W dniu 15.09.93, po opadach trwających od 6.00 do 9.00, na szosie Nadzamacze – Sromowce Niżne znaleziono kilkanaście świeżo rozjechanych płazów, natomiast 27.09.93 po opadach od 23.00 (26.09) do 11.00 (27.09) było ich 157 (w tym 98 osobników żaby trawnej).

W PPN najwięcej płazów ginie w okresie godowym (IV-V). Przyczyną tego są nie tylko maso-

we wędrówki wszystkich osobników zdolnych do rozrodu, lecz przede wszystkim usytuowanie siedlisk rozrodczych. W ścisłych granicach Parku nie ma praktycznie większych godowisk płazów ze względu na brak stałych zbiorników wodnych (Rybacki 1993). W kilku rejonach Parku w okresowych zbiornikach może rozmnażać się tylko część populacji traszek i kumaków. Wszystkie największe siedliska rozrodcze płazów zlokalizowane są w bezpośrednim sąsiedztwie Dunajca, w jego starorzeczach i rozlewiskach oraz w żwirowniach na terenie przyszłego Zbiornika Czorsztyńskiego (Ryc. 1). Aby do nich dotrzeć płazy muszą często pokonywać szosy. Dotyczy to szczególnie godowiska w Kątach (nr 4) oraz godowiska na terenie zbiornika wyrównawczego koło Sromowiec Wyżnych (nr 2).

Na uwagę zasługuje drugie duże godowisko w Kątach (nr 3). Na sąsiednim odcinku szosy nigdy nie stwierdzono większej liczby martwych płazów, gdyż goduje tu prawie wyłącznie żaba trawna, która jest jedynym gatunkiem płaza w PPN zimującym w wodzie, często w miejscach, gdzie się rozmnaża. Po okresie godowym część osobników tego gatunku przez pewien czas żyje jeszcze na terenach wokół godowiska, dlatego nie występują tu masowe wędrówki w drodze do odległych biotopów lądowych.

Analiza usytuowania siedlisk rozrodczych płazów w stosunku do dróg wyjaśnia duże zróżnicowanie w śmiertelności na różnych odcinkach szosy Nadzamacze – Sromowce Niżne (Tab. II,

Ryc. 2). Wskaźnik śmiertelności nie tylko dobrze obrazuje stopień zagrożenia migrujących płazów na tych odcinkach, lecz jest jednocześnie miarą intensywności ich wędrówek.

Najbardziej dramatyczna sytuacja ma miejsce na krótkim odcinku w Kątach (nr 5). Wskaźnik śmiertelności jest tu siedmiokrotnie wyższy od średniej dla całej szosy. Martwe płazy znalezione w Kątach stanowiły aż 45% wszystkich płazów znalezionych na szosie Nadzamacze – Sromowce Niżne. Tak duża śmiertelność w tym miejscu jest wynikiem ukształtowania terenu (bliskość masywu Macelowej Góry, sąsiednich wzniesień, pól i zadrzewień o różnorodnym charakterze oraz dogodnych szlaków migracji w postaci dolin potoków: Limbargowego i Straszego), a przede wszystkim związana jest z obecnością dużego, trwałego zbiornika nad Dunajcem (godowisko nr 4 na terenie stawów PZW Zakopane), w którym bardzo licznie goduje ropucha szara. Jest to trzecie pod względem liczebności stanowisko rozrodzone tego gatunku w PPN (Rybacki 1993). Rokrocznie ginie tu – tylko w okresie godowym – minimum 500 dorosłych ropuch, co stanowi ok. 10% lokalnej populacji. Tak duża liczba ofiar przy stosunkowo niedużym ruchu samochodowym (ropuchy godują zazwyczaj w drugiej połowie kwietnia, a sezon turystyczny rozpoczyna się w maju) świadczy o dużej intensywności migracji godowych ropuch na tym krótkim odcinku. Jest on jakby soczewką, w której skupia się wiele szlaków migracji – od wschodniej części Flaków przez Macelak do Macelowej Góry (Ryc. 1).

Wyniki uzyskane w Kątach wyraźnie odbiegają od wyników z innych odcinków szosy Nadzamacze – Sromowce Niżne (Tab. II). Kąty są jedynym miejscem w Parku, gdzie duże godowisko sąsiaduje z ruchliwą szosą, która oddziela je od biotopów lądowych (Ryc. 1). W czasie badań na szosie znaleziono tu 516 martwych płazów, z czego aż 90% w okresie godowym. Wskaźnik śmiertelności dla tego odcinka obliczony bez uwzględnienia migracji godowych wynosiłby tylko 9,9, przy średniej dla całej szosy 5,5. Fakt ten należy uwzględnić analizując śmiertelność na innych odcinkach. Nie można jej bezkrytycznie porównywać ze śmiertelnością w Kątach, gdzie sytuacja jest wyjątkowa. Mogłoby to doprowadzić do

błędneho wniosku, że płazy giną licznie tylko w Kątach, a zagrożenie na innych odcinkach jest nieistotne.

Kolejnym odcinkiem stanowiącym duże zagrożenie dla migrujących płazów jest odcinek nr 3 między Długą Grapą a końcem osiedla Wygon oraz sąsiadująca z nim część odcinka nr 2 od Głębokiego Potoku do Flaków. W przeciwieństwie do Kątów szlaki migracji płazów przebiegają tu równolegle i są bardziej rozproszone na całej długości szosy (Ryc. 1). Mniejsza śmiertelność w porównaniu z Kątami wynika również z usytuowania godowiska nr 2, które leży w odległości ok. 1 km od szosy. Odcinek 3 zasługuje na szczególną uwagę ze względu na wysoką śmiertelność wśród osobników ropuchy zielonej, która należy do najmniej licznych płazów bezogonowych PPN (Rybacki 1993). Gatunek ten najliczniej zasiedla południowe zbocza Cisowców i Zamczyska. Świadczą o tym m.in. wyniki powyższych badań. Na całej szosie Nadzamacze – Sromowce Niżne znaleziono 148 martwych osobników tego gatunku, z czego aż 99 (67%) między Długą Grapą a osiedlem Wygon.

Porównując wskaźniki śmiertelności na różnych odcinkach (Tab. II) można stwierdzić, że najwięcej płazów (wskaźnik powyżej 9) ginie na tych odcinkach, które przebiegają przez tereny w małym stopniu zmienione w wyniku gospodarczej działalności człowieka – duże zalesienie, strome zbocza. Łączna długość tych odcinków (nr: 2, 3, 5 i 6) wynosi 5,4 km, czyli jest to prawie 50% długości całej szosy.

Ponieważ wskaźnik śmiertelności jest również miarą intensywności wędrówek, jego wielkość określa – w dużym przybliżeniu – liczebność płazów zamieszkujących dany teren. Na jego podstawie można stwierdzić na przykład, że teren między osiedlem Wygon a Kątami (odcinek 4) jest ubogi w płazy – wskaźnik 0,4, w przeciwieństwie do terenów, gdzie wskaźnik jest wielokrotnie wyższy.

Poziom śmiertelności płazów w rejonie PPN jest w większym stopniu uzależniony od ich liczebności, niż od częstotliwości ruchu pojazdów na drogach. Na szosie Krośnica – Krościenko (długość 6 km), gdzie ruch pojazdów był 4-krotnie większy niż w Parku, stwierdzono 3-krotnie

mniej martwych płazów należących tylko do dwóch najpospolitszych gatunków: ropuchy szarej i żaby trawnej. Świadczy to o większej liczebności i różnorodności fauny płazów w PPN.

Wśród płazów zabitych na szosach (Tab. I) najwięcej było osobników ropuchy szarej (930) oraz żaby trawnej (257) i ropuchy zielonej (227), które łącznie stanowiły aż 95% wszystkich płazów. Tak duży udział tych trzech gatunków wynika z ich zdolności do odbywania wędrówek nawet na odległość 2–3 km. W przypadku ropuchy szarej i żaby trawnej dochodzi element ich stosunkowo dużej liczebności w PPN.

Największe straty w liczebności populacji ponoszą ropuchy. Jest to związane z ich małą ruchliwością (zwierzęta te poruszają się powoli i nie skaczą) oraz zimowaniem na lądzie z dala od siedlisk rozrodczych. W Parku najbardziej zagrożonym płazem przez ruch pojazdów jest ropucha zielona. Pomimo 10-krotnie mniejszej liczebności, straty w populacji tego gatunku są 2-krotnie wyższe niż u ropuchy szarej, co ma ścisły związek z jego ekologią i biologią. Ropucha zielona jest gatunkiem bardziej stenotopowym i w PPN zasiedla z reguły odsłonięte, południowe zbocza położone często w sąsiedztwie dróg, gdzie również zimuje (Cisowce, Zamczysko). Płaz ten cechuje się również przedłużonym okresem godowym, który w Pieninach może trwać od początku maja do końca czerwca. Wśród 29 ropuch zielonych znalezionych w czerwcu 1994 r. aż 14 zostało zabitych na starej szosie biegnącej wzdłuż zbiornika wyrównawczego (przy ujściu Głębokiego Potoku do Dunajca), z którego odzywały się samce tej ropuchy. Przedłużony okres godowy wyjaśnia duże różnice w śmiertelności tego gatunku w czasie wędrówek wiosennych (IV-V) i w czerwcu (Ryc. 5). Wiosną na godowiska wędrują głównie ropuchy szare i tylko część populacji ropuchy zielonej, natomiast w czerwcu ropucha zielona jest praktycznie jedynym (obok kumaka górskiego) rozmnażającym się gatunkiem i jej udział wśród zabitych płazów wyraźnie wzrasta.

Najwięcej ropuch szarych ginie w czasie migracji wiosennych, gdyż gatunek ten rozmnaża się na przełomie kwietnia i maja (gody trwają zwykle od 2 do 3 tygodni). W lecie śmiertelność wyraźnie się obniża, gdyż w tym okresie na szosach giną

tylko osobniki zamieszkujące w jej pobliżu, które przemieszczają się na krótkie dystanse w poszukiwaniu pożywienia. Jesienią, gdy ropuchy poszukują miejsc do hibernacji następuje wzrost ich śmiertelności.

Żaba trawna mimo, że jest bardzo pospolita w PPN, a jej liczebność przewyższa łączną liczebność pozostałych gatunków płazów (Rybacki 1993), stosunkowo rzadko ginie na szosach Parku. Jest to wynikiem jej sposobu poruszania się (szerokość jezdni może pokonać w kilku skokach) i lokalizacji miejsc hibernacji. Ponieważ zimuje ona w wodzie (najczęściej w starorzeczach lub w głównym korycie Dunajca), często w pobliżu godowisk, w okresie godowym nie musi – tak jak ropuchy – podejmować długich wędrówek. Osobniki tego gatunku giną na szosach częściej jesienią, gdy opuszczają swoje kwatery lądowe i wędruje na zimowiska.

METODY OCHRONY SZLAKÓW MIGRACJI

Wybór metod ochrony szlaków migracji płazów przebiegających przez szosy uzależniony jest od posiadanych środków finansowych oraz od wkładu pracy ludzi.

Optymalne rozwiązania, w których bezpośredni udział człowieka nie jest konieczny wymagają bardzo dużych nakładów finansowych (budowa wielu tuneli pod szosami oraz trwałych i szczelnych ogrodzeń wzdłuż dróg) lub okresowego zamknięcia dla ruchu najbardziej niebezpiecznych odcinków. Ze względów praktycznych są one trudne lub wręcz niemożliwe do wykonania (np. zamknięcie szosy Kąty – Sromowce Niżne). Można jednak – przy dużo mniejszych środkach – zastosować rozwiązania alternatywne, funkcjonujące okresowo, które będą jednak wymagały dużej pomocy ze strony miejscowej ludności. Duże znaczenie dla powodzenia tych przedsięwzięć będzie miała działalność w zakresie edukacji środowiskowej Parku. Przybliżając biologię płazów i propagując w okolicznych szkołach ideę ich ochrony, działalność ta przyczyni się do wzrostu zainteresowania się młodzieży tą grupą zwierząt.

Podstawowym celem zabezpieczenia szlaków migracji jest uniemożliwienie płazom wchodze-

nia na jezdnię i odpowiednie ukierunkowanie ich wędrówek. Budowę zabezpieczeń należy poprzedzić dokładnym rozpoznaniem infrastruktury wybranego odcinka szosy (przepusty, rowy) oraz charakteru poboczy, co w dużym stopniu ograniczy poniesione koszty i wkład pracy. Przede wszystkim należy zlokalizować wszystkie istniejące przepusty i określić ich przydatność dla wędrujących płazów. W pełni funkcjonalny przepust powinien umożliwiać płazom swobodną migrację w dwóch kierunkach – do godowiska i z powrotem do biotopów lądowych. Niestety, nie każdy przepust spełnia te warunki, gdyż jego funkcjonalność jest często ograniczona przez topografię terenu. Przykładem mogą tu być przepusty, które łączą pobocza o dużej różnicy poziomów (na odcinku Zaukier – Cisowce oraz Kąty – Sromowce Niżne). Przepusty w rejonie Flaków umożliwiają migrację tylko w jednym kierunku – do godowisk, gdyż od strony wzniesień znajdują się głębokie studzienki, z których płazy nie są w stanie wyjść w drodze powrotnej. Bardziej problematyczna jest możliwość wykorzystania przepustów pod Macelową i Obłążnią Górą, gdyż wyloty niektórych z nich wyprowadzają wprost do wartkiego nurtu Dunajca, który unosi płazy często na dużą odległość od godowisk. Powinny być one bezwzględnie zabezpieczone.

Zupełnie odmiennym problemem jest niechęć płazów do wykorzystywania przepustów w czasie wędrówek. Płazy przyzwyczajone do własnych szlaków migracji w normalnych okolicznościach rzadko przez nie przechodzą. Należy więc je do tego zmusić przez odpowiednie ukierunkowanie ich wędrówek. W tym celu należy określić możliwość wykorzystania rowów biegnących wzdłuż szosy. Takie rozwiązanie jest bardzo korzystne ze względów ekonomicznych i praktycznych: oszczędność materiałów potrzebnych do budowy ogrodzenia, mały wkład pracy, duża skuteczność i trwałość. Rów po pewnym przekształceniu i okresowej pielęgnacji może funkcjonować przez wiele lat jako finalne zabezpieczenie, szczególnie gdy w pobliżu znajdują się przepusty. Jeżeli przepustów nie ma, to w jego dnie należy zainstalować pułapki łowne. W miejscach, gdzie nie ma rowów, trzeba zastosować ogradzanie dróg. Do tego celu najlepiej nadają się siatki z tworzyw

sztucznych używane w ogrodnictwie lub do ochrony dróg przed zawiejami śnieżnymi.

Ze względu na małą liczbę istniejących przepustów podstawową metodą ochrony płazów na drogach w PPN powinno być ich odławianie do pułapek łownych zainstalowanych w rowach lub wzdłuż ogrodzeń.

Termin rozpoczęcia i zakończenia akcji ochrony płazów na drogach powinien być skorelowany z okresami największej aktywności migracyjnej gatunków, które giną najczęściej – ropuchy szarej i zielonej oraz żaby trawnej. Zainstalowanie ogrodzeń dróg i pułapek łownych powinno nastąpić przed rozpoczęciem wiosennych migracji przez ropuchy szare. Gatunek ten w Pieninach goduje zwykle w drugiej połowie kwietnia, jednak pierwsze wędrujące osobniki (samce) pojawiają się już 1–2 tygodnie wcześniej. Zakończenie pierwszego etapu ochrony (wędrówki wiosenne) może nastąpić ok. 15.06 po głównej fazie godów ropuch zielonych. Drugi etap ochrony płazów na drogach (wędrówki jesienne) powinien trwać od 15 września do 15 października.

Terminy działań ochronnych powinny być korygowane każdego roku (szczególnie w czasie wędrówek wiosennych) na podstawie analizy warunków atmosferycznych, obserwacji prowadzonych na szosach i na godowiskach.

W czasie prowadzenia akcji ochrony należy odnotowywać liczby odłowionych płazów. W okresie wędrówek wiosennych, gdy dymorfizm płciowy jest bardzo wyraźny, można określać również płeć. Badania takie pozwolą m.in. na dokładniejsze poznanie liczebności i rozmieszczenia gatunków, co z kolei posłuży do określenia znaczenia zabiegów ochronnych dla rozwoju pienińskiej populacji płazów. Bardzo duże znaczenie praktyczne dla przewidywania okresów wędrówek w przyszłości będzie miała charakterystyka warunków meteorologicznych (temperatura, opady) w czasie odłowów.

Trudno byłoby objąć ochroną całą szosę Nadzarcze – Sromowce Niżne, dlatego na początku należy skupić uwagę na krótkich odcinkach, gdzie wędrówki płazów są najintensywniejsze, i które stałyby się „poligonem doświadczalnym” dla przyszłych działań w skali całego Parku. Do tego celu najlepiej nadaje się odcinek szosy Kąty przy-

stań – Czerwona Skała – charakteryzujący się najwyższym wskaźnikiem śmiertelności, dużymi stratami wśród osobników ropuchy szarej, krótkim odcinkiem łatwym do zabezpieczenia oraz bliskością przystani i pawilonu PPN (możliwość częstych kontroli oraz propagowanie czynnej ochrony fauny).

Obok zabiegów czysto technicznych, wymagających pewnych środków finansowych i dużego wkładu pracy, należałoby również podjąć działania o innym charakterze, których koszty są niskie. Chodzi tu o zainstalowanie tablic informacyjnych oraz o wprowadzenie ograniczenia szybkości. Skuteczność tych zabiegów – przynajmniej na początku – będzie najprawdopodobniej mała, jednak będą one miały duże znaczenie w ekologicznej edukacji społeczeństwa.

Tablice ostrzegawcze w kształcie znaku drogowego z namalowaną ropuchą (od lat stosowane w Zach. Europie) należy ustawić w kilku miejscach na poboczu szosy (minimum dwie: jedną przy parkingu, drugą przed Czerwoną Skałą). Dodatkowo w pawilonie wystawowym PPN na przystani flisackiej należałoby umieścić dużą tablicę informującą w skrócie o zagrożeniu jakie dla płazów Parku stanowi ruch kołowy, ze szczególnym uwzględnieniem Kątów. Przedstawione informacje nie mogą pozostawić odbiorcy obojętnym. Powinny nim wstrząsnąć. Obok dużych, kolorowych zdjęć rozjechanych płazów w gablocie można zgromadzić wyschnięte szczątki ofiar, np. wszystkie ropuchy i żaby zabite w okresie godowym.

Dodatkowo na odcinku Kąty przystań – Czerwona Skała należałoby wprowadzić ograniczenie szybkości do 30 km/h w okresie migracji wiosennych.

Niezależnie od doraźnych działań okresowych omówionych wyżej należałoby podjąć starania zmierzające do stworzenia systemu trwałych elementów zabezpieczających szlaki migracji na najbardziej zagrożonych odcinkach. Chodzi tu o budowę nowych przepustów lub dużo tańszych do wykonania wąskich tuneli tuż pod powierzchnią jezdnii, otoczonych trwałymi ogrodzeniami. Stworzenie takich bezkolizyjnych szlaków migracji będzie służyło również innym przedstawicielom pienińskiej fauny.

LITERATURA

- Bereszyński A. 1980. Studia nad śmiertelnością ptaków ginących na drogach publicznych. — Rocz. AR w Poznaniu, Orn. Stos. **11**: 3–11.
- Dziabaszeński B. 1963. Motoryzacja a ochrona przyrody. — Przyn. Pol. Zach. **7**: 9–20.
- Garanin W. I. 1982. Die Urbanisation und die Herpetofauna. — *Vertebr. hung.* **21**: 141–145.
- Heusser H. 1968. Die Lebensweise der Erdkröte, *Bufo bufo* (L.); Grössenfrequenzen und populationsdynamik. — *Mitt. Naturforsch. Ges. Schaffhausen* **29**: 1–29.
- Kuhn J. 1987. Strassentod der Erdkröte *Bufo bufo* L., Verlustquoten und Verkehrsaufkommen, Verhalten auf der Strasse. — *Beih. Veröff. Naturschutz Landschaftspflege Bad. Württ.* **41**: 175–186.
- Langton T. E. S. (ed.) 1989: *Amphibians and Roads*. ACO Polymer Products Ltd., Shefford, ss.202.
- Lorek G. 1992. Behavior ptaków drapieżnych i padlinozerców na torach kolejowych. — *Not. Orn.* **33** (1–2): 101–109.
- Lorek G., Stankowski A. 1991. Śmiertelność ptaków na torach kolejowych w Polsce. — *Not. Orn.* **32** (3–4): 5–26.
- Münch D. 1992 a. Schutzmassnahmen gegen den Strassentod wandernder Amphibien – eine Übersicht und Bewertung. (W: Münch D. (red.), *Strassensperrungen – neue Wege im Amphibienschutz*). — *Beitr. Erforsch. Dortmunder Herpetofauna* **18**: 7–23.
- Münch D. (red.) 1992 b. *Strassensperrungen – neue Wege im Amphibienschutz*. — *Beitr. Erforsch. Dortmunder Herpetofauna* **18**: 1–215.
- Oleś T. 1993. O ptakach ginących na szosach w otulinie Pienińskiego Parku Narodowego. — *Chrońmy Przyn. Ojcz.* **49**(1): 62.
- Reh W. 1989. Investigations into the influences of roads on the genetic structure of populations of the common frog *Rana temporaria* (W: Langton T. E. S. (red.), *Amphibians and roads*). ACO Polymer Products, Shefford, ss. 101–103.
- Rybacki M. 1993: Stan herpetofauny projektowanego zbiornika Czorsztyn — Sromowce i Pienińskiego Parku Narodowego (maszynopis w PPN).
- Rybacki M. 1994: Zagrożenie płazów na drogach Pienińskiego Parku Narodowego (maszynopis w PPN).
- Wolk K. 1978. Zabijanie zwierząt przez pojazdy samochodowe w Rezerwacie Krajobrazowym Puszczy Białowieskiej. — *Chrońmy Przyn. Ojcz.* **34**(6): 20–28.

SUMMARY

In consideration of low mobility and mass periodic migrations in spring and autumn amphibians belong to animals which are most threatened by vehicular traffic on roads.

In the Pieniny National Park mortality of amphibians on roads is an important problem, especially since new road (in the beginning of seventies), which crossed Western Pieniny Mts., was built. This road divided land biotopes of amphibians and their breeding sites which are situated almost exclusively near the Dunajec river (Fig. 1).

In the first part of the paper results of field studies are presented. Investigations were carried out in period of spring migrations (IV-V 1993), in summer (VI 1994) and autumn (IX-X 1992-93) on road between Nadzamacze and Sromowce N. (12.2 km in length) (Fig. 2) and moreover soundingly on other stretches. In the period of studies 1485 killed amphibians on roads were found (among them 1 142 on road Nadzamacze – Sromowce N.). They belonged to 9 species (Tab. 1): *Bufo bufo* (63% of all amphibians), *Rana temporaria* (17%), *Bufo viridis* (15%), *Triturus* ssp. (3.5% – mainly *T. montandoni* and *T. alpestris*, rarely *T. cristatus* and *T. vulgaris*), *Bombina variegata* (1.1%) and *Salamandra salamandra* (0.4%). The biggest losses owing to mortality on roads occurred in populations of *B. viridis* and *B. bufo*. In the period of studies on roads respectively 8% and 4% of all individuals of these species living in the PNP were killed. Because the most numerous and common species in the PNP is *R. temporaria* its

losses were relatively small (less than 0.5%). Coefficient value of mortality (N individuals killed on 100 m of road) was very differentiated on various stretches of road (Tab. 2, Fig. 2) – from 0.4 (stretch no. 4) to 69 (no. 5). This coefficient designate stretches which are most dangerous for amphibians and which should be protected first of all. The highest mortality was observed on short (0.75 km) stretch in Kały village (no. 5) where 45% of all amphibians (N = 516) killed on road Nadzamacze – Sromowce N. were found. 479 individuals belonged to species *B. bufo*. Such high level of mortality was connected with presence of one of the biggest breeding site of this species in PNP which is situated just by road (Fig. 1 – no. 4). Individuals of *B. bufo* were killed on roads mostly in period of spring migrations (82% of all amphibians), *R. temporaria* in autumn (34%) and *B. viridis* in summer (46%) (Fig. 4). Mortality on roads in PNP was 3-times higher than on main road in this region Krośnica – Krościenko (situated outside of the Park), though vehicular traffic in the Park was 4-times lower.

In the latest chapter of the paper methods of protection of road stretches which are most dangerous for wandering amphibians are discussed. Special attention was paid to effectiveness and economic management.