

Marzena STAŃSKA*

**PAJĄKI (*ARANEAE*) JAKO ELEMENT MONITORINGU
EKOLOGICZNEGO W WYBRANYCH ŚRODOWISKACH
LEŚNYCH PUSZCZY BIAŁOWIESKIEJ**

SPIDERS (*ARANEAE*) AS AN ELEMENT OF ECOLOGICAL MONITORING
IN SELECTED FOREST ENVIRONMENTS IN THE BIAŁOWIEŻA PRIMEVAL
FOREST

***Abstract.** Spiders in two natural forest environments in the Białowieża Primeval Forest (NE Poland) were studied. Following traps were used to collect spiders: pitfall, Moericke and window-traps. Species composition, dominance structure and abundance of spider assemblages were analysed. Spider assemblage was stable but showed insignificant fluctuations, which were probably the natural changes. Four quite rare spider species were found: *Agyneta cauta*, *Micrargus apertus*, *Robertus scoticus* and *Acantholycosa lignaria*.*

***Key words:** spiders, natural forest, ecological monitoring, Białowieża Primeval Forest, NE Poland.*

*Katedra Zoologii, Akademia Podlaska, ul. Prusa 12, 08-110 Siedlce, e-mail: stanska@ap.siedlce.pl

1. WSTĘP

Pająki (*Araneae*) są jedną z najliczniejszych grup zwierząt w lasach (Punda 1975). Wysoka liczebność, frekwencja we wszystkich piętrach lasu oraz stosunkowo łatwa identyfikacja czynią z nich dobry obiekt badawczy, pozwalający śledzić zmiany zachodzące w środowiskach leśnych. Preferencje środowiskowe poszczególnych gatunków oraz wrażliwość na różne czynniki sprawiły, że pająki są wykorzystywane jako ekologiczne wskaźniki jakości środowiska. Takie cechy, jak liczebność, obecność lub brak pewnych gatunków, pozwalają na ocenę wartości przyrodniczych i bioróżnorodności badanego terenu (Blandin 1986, Neet 1996). Czyni to z pajaków przedmiot badań monitoringowych, w trakcie których można prześledzić zmiany zachodzące w środowisku. Mogą one być związane ze zmianami struktury roślinności (Schikora 1994), warunków hydrologicznych (Gajdoś 1995, Gravesen 2000, Malt 1995) czy też antropopresją (np. Kajak i in. 2000; Koponen 1979; Łęgowski 2000; Maelfait, Hendrickx 1997).

Celem niniejszej pracy było prześledzenie zmian w strukturze fauny pajaków na dwóch powierzchniach leśnych w Puszczy Białowieskiej. Praca ta jest częścią badań monitoringowych prowadzonych przez Instytut Badawczy Leśnictwa w Białowieży, mających na celu śledzenie zmian zachodzących w środowiskach leśnych pod wpływem różnych czynników naturalnych i antropogenicznych (Gutowski i Krzysztofiak 1995a, b, Gutowski 2004).

2. TEREN BADAŃ

Badania prowadzono w Obszarze Ochrony Ścisłej Białowieskiego Parku Narodowego, będącego częścią Puszczy Białowieskiej (płn.-wsch. Polska). Pająki zbierano na dwóch ćwierćhektarowych (50×50 m) powierzchniach badawczych:

nr 3 – oddz. 399C, grąd (*Tilio-Carpinetum stachyetosum*), drzewostan naturalny, starodrzew z dominującymi grabem, lipą drobnolistną, wiązem górskim i dębem szypułkowym,

nr 5 – oddz. 288C/318A, bór (*Calamagrostio-Piceetum*), drzewostan w formie starodrzewu z dominującym świerkiem i sosną oraz pojedynczo występującą brzozą brodawkowatą.

Oznaczenia powierzchni przyjęto za Gutowskim i Krzysztofiakiem (1995a). W wymienionej pracy znajduje się również szczegółowy opis terenu badań.

3. MATERIAŁ I METODY BADAWCZE

Badania monitoringowe, których częścią jest materiał wykorzystany w niniejszej pracy, były prowadzone od 1988 r. Niestety, zbiory pajaków złowionych w początkowych latach badań uległy rozproszeniu i nie ma obecnie możliwości ich opracowania. Kompletne dane o liczebności i łowności pajaków zawarte są w opracowaniach Gutowskiego i Krzysztofiaka (1995a, b) oraz Gutowskiego (2004).

Zachowany i opracowany materiał pochodzi z powierzchni nr 3, z lat 1994 i 1997, oraz z powierzchni nr 5, z pięciu sezonów: 1994, 1995, 1997, 1998 i 1999. Na obu powierzchniach badawczych pająki łowiono co roku, od kwietnia do października, za pomocą pułapek trzech typów (Barbera, Moericke'go i ekranowych), opróżnianych co 2 tygodnie. Jedynie w roku 1994 na powierzchni nr 3 nie stosowano pułapek ekranowych.

Do odłowu fauny epigeicznej użyto pułapek Barbera, w postaci plastikowych kubków o średnicy 6 cm zawierających roztwór wodny glikolu etylenowego. Rozstawiono 10 kubków w dwóch rzędach tak, że odległość jednej pułapki od drugiej, zarówno w rzędach, jak i pomiędzy nimi, wynosiła 1 m.

Ponadto stosowano pułapki Moericke'go (żółte miski o średnicy 19 cm z wodnym roztworem glikolu etylenowego), po 9 zawieszonych na wysokości 1 m od poziomu gruntu.

Trzecim rodzajem pułapek były pułapki ekranowe (foliowe) typu „window-trap”, o powierzchni 0,4 m², umieszczone po dwie na każdej powierzchni.

Spośród zastosowanych pułapek najbardziej efektywne do chwytania pajaków okazały się pułapki Barbera. Są one najczęściej używane przez arachnologów jako jakościowa metoda odłowu fauny epigeicznej. Należy jednak pamiętać, że materiał uzyskany z pułapek Barbera nie obrazuje rzeczywistej struktury zgrupowania, ale jest wypadkową zagęszczenia gatunków w środowisku oraz ich ruchliwości (Zalewski 1999).

Materiał z pułapek Barbera został poddany szczegółowemu opracowaniu. Niestety nie wszystkie dane można było wykorzystać do porównań pozwalających na prześledzenie zmian fauny pajaków. Dla roku 1997 z obu powierzchni badawczych brakuje prób z kwietnia i czerwca. Zwłaszcza brak materiału z czerwca jest szczególnie dotkliwy, ponieważ pająki z rodziny *Lycosidae* w maju i czerwcu osiągają szczyt aktywności. Braki te są niezwykle znaczące, toteż żeby nie fałszować wyników, dane z 1997 r. zostały pominięte w dalszych rozważaniach. Unieumożliwia to porównanie zespołów pajaków na powierzchni nr 3 i prześledzenie zmian w strukturze ich zgrupowania.

Pułapki Moericke'go i ekranowe służą głównie do chwytania owadów. Nie są one dobre do łowienia pajaków, gdyż materiał w nie zebrany jest przypadkowy i dostarcza niewiele informacji o zespole pajaków w badanym środowisku. W związku z tym dane uzyskane z tych pułapek nie będą dalej szczegółowo analizowane.

Do porównania składu gatunkowego zespołów pajaków użyto wskaźnika Soerensena S :

$$S = 100 \times \frac{2c}{a + b}$$

gdzie:

a – liczba gatunków w zespole pierwszym,

b – liczba gatunków w zespole drugim,

c – liczba gatunków wspólnych dla obu zespołów.

Do porównania struktur dominacji użyto wskaźnika Renkonena Re :

$$Re = \sum D_{\min.}$$

gdzie $D_{\min.}$ oznacza najmniejszą wartość wskaźnika dominacji.

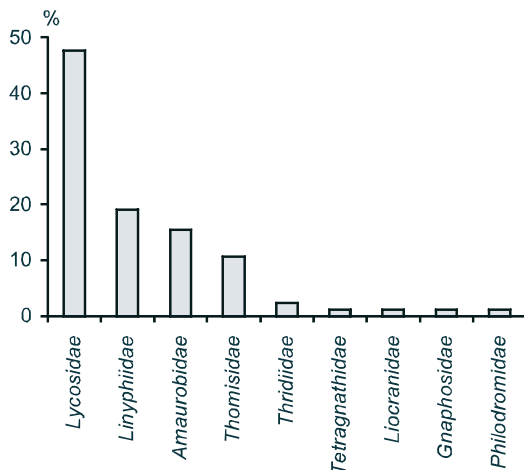
Do przeanalizowania zależności liczebności pajaków od czynników pogodowych użyto korelacji porządku rang Spearmana. Odpowiednie dane zaczerpnięto z pracy Malzahn (2004).

4. WYNIKI

Łącznie z obu powierzchni badawczych zebrano 1176 pajaków należących do 76 gatunków i 18 rodzin.

Na powierzchni nr 3 zebrano w sumie 188 osobników należących do 36 gatunków, reprezentujących 12 rodzin. Najwięcej pajaków złowiono w pułapki Barbera, a najmniej – w pułapki ekranowe (tab. 1).

W 1994 r. najliczniej reprezentowana w pułapkach Barbera była rodzina *Lycosidae* (ryc. 1). Pajaki należące do tej rodziny stanowiły 48% wszystkich złowio-



Ryc. 1. Udział osobników z poszczególnych rodzin pajaków złowionych w pułapki Barbera na powierzchni nr 3 w Puszczy Białowieskiej w 1994 r.

Fig. 1. The contribution of specimens of spider families collected by pitfall traps in study area no. 3 in the Białowieża Primeval Forest in 1994

Tabela 1. Lista pająków złowionych na powierzchni 3. w Puszczy Białowieskiej w latach 1994 i 1997; B – pułapki Barbera, M – pułapki Moericke'go, F – pułapki ekranowe (foliowe)

Table 1. Check list of spiders collected in the study area no. 3 in the Białowieża Primeval Forest in years 1994 and 1997; B – pitfall traps, M – Moericke traps, F – window-traps

Rodzina Family Gatunek Species	1994		1997		
	B	M	B	M	F
Theridiidae					
<i>Enoplognatha ovata</i> (Cl.)				x	
<i>Robertus lividus</i> (Bl.)	x				
<i>Steatoda</i> sp.		x			
<i>Theridion</i> sp.		x			
Linyphiidae					
<i>Centromerus sylvaticus</i> (Bl.)	x				
<i>Dicymbium tibiale</i> (Bl.)	x				
<i>Diplocephalus latifrons</i> (O.P.-C.)	x		x		
<i>Diplocephalus picinus</i> (Bl.)	x				
<i>Diplostyla concolor</i> (Wid.)	x		x		
<i>Drapetisca socialis</i> (Sund.)		x			
<i>Helophora insignis</i> (Bl.)		x			
<i>Lepthyphantes alacris</i> (Bl.)	x				
<i>Lepthyphantes cristatus</i> (Mge.)	x		x		
<i>Linyphia hortensis</i> Sund.				x	
<i>Linyphia</i> sp.		x			
<i>Linyphia triangularis</i> (Cl.)				x	
<i>Macrargus rufus</i> (Wid.)	x		x		
<i>Microneta viaria</i> (Bl.)			x		
<i>Neriene clatratha</i> (Sund.)				x	
<i>Neriene peltata</i> (Wid.)		x			
<i>Neriene</i> sp.		x			
<i>Trematocephalus cristatus</i> (Wid.)	x			x	
Tetragnathidae					
<i>Pachygnatha listeri</i> Sund.	x		x		
<i>Pachygnatha</i> sp.			x		
Araneidae					
<i>Araneus diadematus</i> Cl.			x		
<i>Cyclosa conica</i> (Pall.)		x		x	
Lycosidae					
<i>Pirata hygrophilus</i> Th.	x		x		
<i>Pirata</i> sp.			x	x	
<i>Trochosa terricola</i> Th.	x				
<i>Trochosa</i> sp.					
Amaurobidae					
<i>Amaurobius fenestralis</i> (Str.)	x		x		
<i>Coelotes atropos</i> (Walck.)	x		x		
<i>Coelotes</i> sp.			x		
Anyphaenidae					
<i>Anyphaena accentuata</i> (Walck.)				x	
Liocranidae					
<i>Agroeca brunnea</i> (Bl.)	x		x		
<i>Agroeca proxima</i> (O.P.-C.)			x		
Clubionidae					
<i>Clubiona caerulescens</i> L.K.		x		x	
<i>Clubiona terrestris</i> West.			x		
Gnaphosidae					
<i>Haplodrassus cognatus</i> (West.)	x				

Tabela 1 cd.
Table 1 continuous

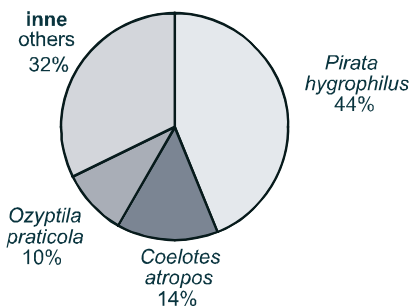
Rodzina Family Gatunek Species	1994		1997		
	B	M	B	M	F
Philodromidae					
<i>Philodromus collinus</i> C.L.K.	x				
Thomisidae					
<i>Diaea dorsata</i> (Fab.)				x	
<i>Ozyptila praticola</i> (C.L.K.)	x		x		
<i>Ozyptila</i> sp.	x				
<i>Xysticus cristatus</i> (Cl.)					x
<i>Xysticus lanio</i> C.L.K.					x
<i>Xysticus</i> sp.		x			
Liczba gatunków Number of species	19	5	14	9	2
Liczba rodzin Number of families	9	5	8	7	1
Liczba osobników Number of specimens	84	36	50	13	5

nych osobników. Liczne były również pająki z rodzin: *Linyphiidae* (19%), *Amaurobidae* (16%) oraz *Thomisidae* (11%). Najliczniej występującymi gatunkami okazały się: *Pirata hygrophilus*, *Coelotes atropos* i *Ozyptila praticola* (ryc. 2). Osobniki z tych gatunków stanowiły ponad 10% wszystkich zebranych okazów. Udział każdego z pozostałych gatunków nie przekraczał 5%.

Materiał pozyskany z pułapek Moericke'go był bardzo skąpy (tab. 1). W 1994 r. złowiono 36 osobników, z czego ponad 60% stanowiły osobniki młodociane, których nie można oznaczyć do gatunku. W 1997 r. zebrano tylko 13 osobników. W obu latach najliczniej reprezentowana była rodzina *Linyphiidae* (1994 r. – 75% osobników, 1997 r. – 31%).

Pułapki ekranowe na powierzchni nr 3 były stosowane tylko w 1997 roku. Złowiono w nie zaledwie 5 osobników.

Na powierzchni nr 5 złowiono łącznie 988 osobników należących do 64 gatunków i 17 rodzin. Podobnie jak na pow. nr 3, najwięcej pająków złowiono w pułapki Barbera (tab. 2).



Ryc. 2. Udział najliczniejszych gatunków pająków (>5%) złowionych w pułapki Barbera na powierzchni nr 3 w 1994 r.

Fig. 2. The contribution of the most numerous spider species (>5%) collected by pitfall traps in study area no. 3 in 1994

Tabela 2. Lista pająków złowionych na powierzchni 5 w Puszczy Białowieskiej w latach 1994–1995 i 1997–1999; B – pułapki Barbera, M – pułapki Moericke’go, F – pułapki ekranowe
 Table 2. Check list of spiders collected in the study area no. 5 in the Białowieża Primeval Forest in years 1994–1995 and 1997–1999; B – pitfall traps, M – Moericke traps, F – window-traps

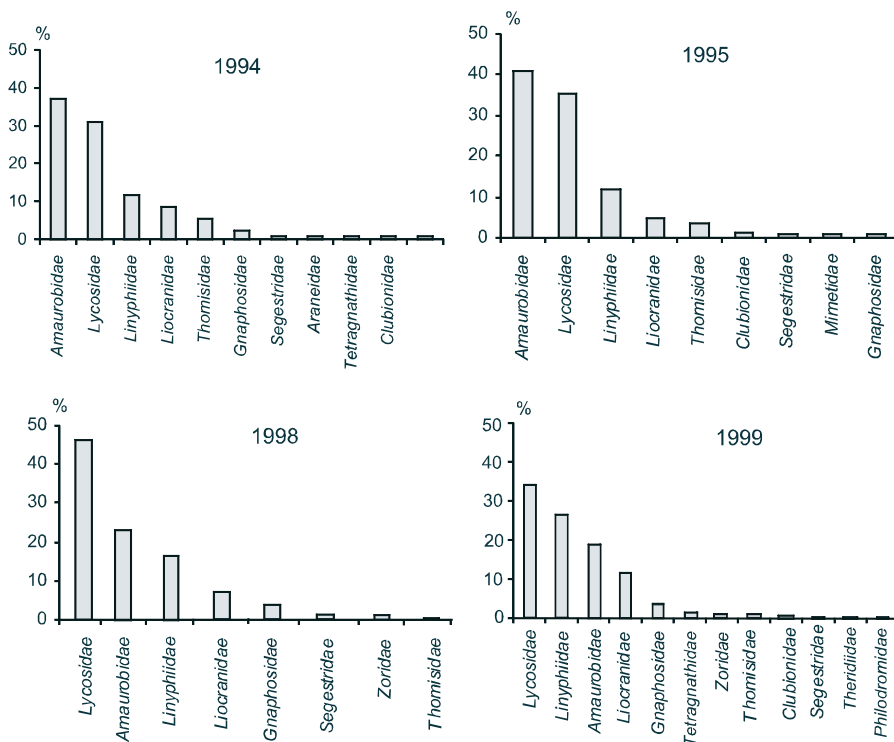
Rodzina Family Gatunek Species	1994			1995			1997			1998			1999		
	B	M	F	B	M	F	B	M	F	B	M	F	B	M	F
Segestridae															
<i>Segestria senoculata</i> (L.)	x			x	x					x			x		
Mimetidae															
<i>Ero furcata</i> (Vill.)				x											
Theridiidae															
<i>Robertus scoticus</i> (Jacks.)													x		
<i>Theridion mystaceum</i> L.K.					x										
<i>Theridion tinctum</i> (Walck.)							x								
<i>Theridion varians</i> Hahn														x	
<i>Theridion</i> sp.		x			x		x	x						x	
Linyphiidae															
<i>Agyneta cauta</i> (O.P.-C.)														x	
<i>Agyneta conigera</i> (O.P.-C.)	x														
<i>Agyneta subtilis</i> (O.P.-C.)	x			x											
<i>Asthenargus paganus</i> (Sim.)														x	
<i>Centromerus aequalis</i> (West.)							x	x		x	x		x		
<i>Centromerus arcanus</i> (O.P.-C.)										x					
<i>Ceratinella brevis</i> (Wid.)														x	
<i>Diplocentria bidentata</i> (EMER.)										x				x	
<i>Diplocephalus latifrons</i> (O.P.-C.)	x													x	
<i>Drapetisca socialis</i> (Sund.)		x			x						x	x			
<i>Erigone atra</i> Black.							x								
<i>Lepthyphantes alacris</i> (Black.)	x			x			x							x	
<i>Lepthyphantes cristatus</i> (Meg.)							x								
<i>Lepthyphantes tenebricola</i> (Wid.)	x			x			x			x				x	
<i>Lepthyphantes</i> sp.				x	x			x		x				x	
<i>Linyphia hortensis</i> Sund.	x														
<i>Linyphia triangularis</i> (Cl.)														x	
<i>Linyphia</i> sp.											x				
<i>Macrargus rufus</i> (Wid.)	x			x			x			x				x	
<i>Micrargus apertus</i> (O.P.-C.)														x	
<i>Neriene clathrata</i> (Sund.)										x					
<i>Neriene peltata</i> (Wid.)		x									x				
<i>Neriene</i> sp.		x									x				x
<i>Poeciloneta globosa</i> (WID.)	x														
<i>Tapinocyba pallens</i> (O.P.-C.)														x	
<i>Tapinopa longidens</i> (Wid.)				x										x	
<i>Walckenaeria cucullata</i> (C.L.K.)	x														
<i>Walckenaeria obtusa</i> Black.							x								
Tetragnathidae															
<i>Meta mengei</i> (Black.)								x						x	
<i>Pachygnatha clercki</i> Sund.											x				
<i>Pachygnatha listeri</i> Sund.	x													x	
<i>Tetragnatha extensa</i> (L.)								x							
<i>Tetragnatha pinicola</i> L.K.															x
<i>Tetragnatha</i> sp.					x						x		x	x	
Araneidae															
<i>Araneus diadematus</i> Cl.	x										x				
<i>Atea sturmi</i> (Hahn)		x													x
<i>Cyclosa conica</i> (Pall.)						x					x				

Rodzina Family Gatunek Species	1994			1995			1997			1998			1999			
	B	M	F	B	M	F	B	M	F	B	M	F	B	M	F	
Lycosidae																
<i>Acantholycosa lignaria</i> (Cl.)															x	
<i>Alopecosa aculeata</i> (Cl.)	x			x						x			x			
<i>Alopecosa</i> sp.				x									x			
<i>Pardosa lugubris</i> (Walck.)				x			x			x			x			
<i>Pirata hygrophilus</i> Th.	x						x			x			x			
<i>Trochosa spinipalpis</i> (F.P.-C.)	x			x			x			x			x			
<i>Trochosa terricola</i> Th.	x			x			x			x			x			
<i>Trochosa</i> sp.							x						x			
Dictynidae																
<i>Dictyna pusilla</i> Th.		x														
Amaurobidae																
<i>Amaurobius fenestralis</i> (Str.)				x				x					x			
<i>Coelotes atropos</i> (Walck.)	x			x			x			x			x			
<i>Coelotes</i> sp.	x			x						x			x			
Anyphaenidae																
<i>Anyphaena accentuata</i> (Walck.)		x			x						x			x	x	
Liocranidae																
<i>Agroeca brunnea</i> (Black.)	x			x			x			x			x			
<i>Agroeca proxima</i> (O.P.-C.)	x			x						x			x			
<i>Agroeca</i> sp.							x			x			x			
Clubionidae																
<i>Clubiona lutescens</i> West.														x		
<i>Clubiona subsultans</i> Th.														x		
<i>Clubiona terrestris</i> West.	x			x							x					
<i>Clubiona</i> sp.							x									
Gnaphosidae																
<i>Haplodrassus sylvestris</i> (Black.)											x					
<i>Haplodrassus soerenseni</i> (Str.)	x										x			x		
<i>Haplodrassus</i> sp.	x															
<i>Zelotes clivicola</i> (L. K.)	x			x			x				x			x		
<i>Zelotes</i> sp.											x					
Zoridae																
<i>Zora spinimana</i> (Sund.)											x			x		
<i>Zora</i> sp.							x									
Philodromidae																
<i>Philodromus collinus</i> C.L.K.	x	x	x		x									x		
<i>Philodromus</i> sp.		x			x										x	
Thomisidae																
<i>Diaea dorsata</i> (F.)	x	x		x	x	x		x							x	
<i>Ozyptila praticola</i> (C.L.K.)	x			x												
<i>Ozyptila</i> sp.					x						x				x	
<i>Xysticus audax</i> (Schr.)		x		x												
<i>Xysticus luctuosus</i> (Black.)	x			x						x				x		
<i>Xysticus</i> sp.		x		x	x		x				x			x	x	
Salticidae																
<i>Dendryphantas rudis</i> (Sund.)					x								x			
Liczba gatunków Number of species	26	8	1	21	8	1	14	7			19	8	2	33	6	1
Liczba rodzin Number of families	11	7	1	9	9	1	8	5	1		8	6	2	12	7	2
Liczba osobników Number of specimens	129	21	1	146	39	1	70	14	1		222	26	2	276	37	3

Przez pierwsze dwa lata badań najliczniej w pułapkach Barbera reprezentowane były rodziny: *Amaurobidae*, *Lycosidae* i *Linyphiidae* (ryc. 3). Stanowiły one odpowiednio: w 1994 r. – 37%, 31% i 12%, a w 1995 r. – 41%, 36% i 12%. W 1998 r. najliczniejsza była rodzina *Lycosidae* (46%), a następnie *Amaurobidae* (23%) i *Linyphiidae* (17%). W 1999 r. układ dominujących rodzin był inny: nadal najliczniejsza była rodzina *Lycosidae* (34%), a następnie *Linyphiidae* (27%) i *Amaurobidae* (19%).

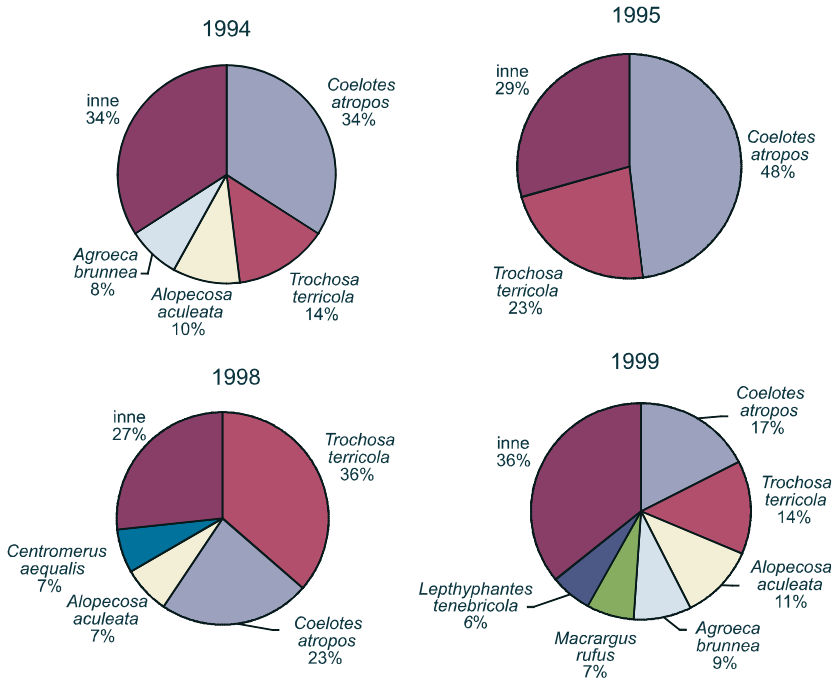
Najliczniejsze gatunki pająków na tej powierzchni w całym okresie badawczym to *Coelotes atropos* i *Trochosa terricola* (ryc. 4). W latach 1994 i 1999 obok wymienionych wyżej gatunków liczna była także *Alopecosa aculeata* (powyżej 10%). Tylko w 1998 r. *Trochosa terricola* była najliczniejszym gatunkiem, a w pozostałych latach najwięcej było pająków z gatunku *Coelotes atropos*.

Przeanalizowano także liczebność pająków schwytanych w pułapki Barbera na pow. nr 5 w poszczególnych latach (ryc. 5). Najmniej pająków zostało schwytanych w 1994 r., a następnie co roku liczba złowionych okazów wzrastała. Liczebność pająków w poszczególnych latach nie zależała od czynników środowiskowych, takich jak: temperatura, ilość opadów czy wilgotność powietrza (w każdym przypadku $p > 0,05$).



Ryc. 3. Udział osobników z poszczególnych rodzin pająków złowionych w pułapki Barbera na powierzchni 5 w Puszczy Białowieskiej w latach 1994–1995 i 1998–1999

Fig. 3. The contribution of specimens of spider families collected by pitfall traps in study area no. 5 in the Białowieża Primeval Forest in years 1994–1995 and 1998–1999

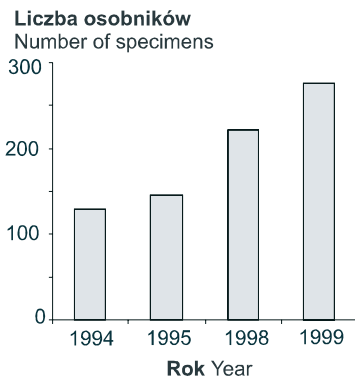


Ryc. 4. Udział najliczniejszych gatunków pajaków (>5%) złowionych w pułapki Barbera na powierzchni nr 5 w Puszczy Białowieskiej w latach 1994–1995 i 1998–1999

Fig. 4. The contribution of the most numerous spider species (>5%) collected by pitfall traps in study area no. 5 in the Białowieża Primeval Forest in years 1994–1995 and 1998–1999

W pułapki Moericke'go łapało się niewiele pajaków – przez 5 lat złowiono łącznie tylko 137 okazów z 21 gatunków. Najliczniej reprezentowane były w poszczególnych latach rodziny *Linyphiidae*, *Theridiidae* i *Thomisidae*.

Podobnie jak na pow. nr 3 najmniej efektywne były pułapki ekranowe. W ciągu 5 lat badań pozyskano tą metodą 8 osobników należących do 5 gatunków (tab. 2).



Ryc. 5. Zmiany liczebności pajaków złowionych w pułapki Barbera na powierzchni nr 5 w Puszczy Białowieskiej w latach 1994–1995 i 1998–1999

Fig. 5. The changes of spiders abundance collected by pitfall traps in study area no. 5 in the Białowieża Primeval Forest in years 1994–1995 and 1998–1999

Tabela 3. Podobieństwo struktur dominacji (Re – wskaźnik Renkonena w %) i składu gatunkowego (S – wskaźnik Soerensena w %) zespołów pająków w latach 1994–1995 i 1998–1999 na powierzchni nr 5 w Puszczy Białowieskiej

Table 3. Similarity of dominance structures (Re – Renkonen index in %) and species composition (S – Soerensen index in %) of spider assemblages in years 1994–1995 and 1998–1999 in study area no. 5 in the Białowieża Primeval Forest

S Re	1994	1995	1998	1999
1994		68	53	58
1995	62		60	56
1998	56	59		62
1999	64	52	59	

Pająki złowione na badanych powierzchniach są typowe dla analizowanych typów lasów – większość z nich to gatunki pospolite, szeroko rozprzestrzenione (Hänggi i in. 1995; Heimer i Nentwig 1991; Łęgowski 2001; Roberts 1995). Znalaziono jednak 4 dość rzadko spotykane gatunki pająków znane z kilkunastu stanowisk w Polsce: *Robertus scoticus*, *Agyneta cauta*, *Micrargus apertus* i *Acantholycosa lignaria* (Stańska 2003).

Do porównania składu gatunkowego i struktury dominacji wykorzystano tylko dane z pow. nr 5 z czterech lat: 1994–1995 i 1998–1999. Na powierzchni tej największe podobieństwo składu gatunkowego zaobserwowano między latami 1994 i 1995 ($S = 68\%$), najmniejsze zaś między latami 1994 i 1998 ($S = 53\%$; tab. 3). Najbardziej podobną strukturę dominacji gatunków stwierdzono w latach 1994 i 1999 ($Re = 64\%$), a najmniej podobną w 1995 i 1999 ($Re = 52\%$). Wartości wskaźników we wszystkich przypadkach wynoszą więcej niż 50%, co świadczy o podobieństwie zarówno składu gatunkowego, jak i struktury dominacji analizowanego zespołu pająków.

Zwraca uwagę fakt, że przy stałej dominacji *Coelotes atropos* i *Trochosa terricola* rośnie liczba gatunków współdominujących (ryc. 4).

5. PODSUMOWANIE

Materiał zebrany w trakcie badań jest niewielki. Z takiego samego typu lasu grądowego w Puszczy Białowieskiej, w którym znajdowała się powierzchnia nr 3, w 1998 r., podczas badań własnych prowadzonych przez autorkę, zebrano w

pułapki Barbera prawie 800 osobników (Stańska – dane niepublikowane), podczas gdy na pow. nr 3 – niewiele ponad 200. Najprawdopodobniej przyczyną tej różnicy było inne rozmieszczenie pułapek Barbera. Na powierzchni badawczej autorki pułapki były ustawione w linii prostej co 2 m, a w badaniach monitoringowych w dwóch rzędach tak, że odległość jednej pułapki od drugiej, zarówno w rzędach jak i pomiędzy nimi, wynosiła 1 m. Według Digweeda i in. (1995), prowadzących badania na chrząszczach z rodziny biegaczowatych (*Carabidae*), odległości pomiędzy pułapkami są bardzo istotne. Pułapki ustawione zbyt blisko siebie wzajemnie „wyławiają sobie” osobniki. Ma to duże znaczenie, zwłaszcza w przypadku gatunków aktywnych i o dużej sile dyspersji. W cytowanej pracy nie analizowano odległości 1 i 2 m, lecz znacznie większe. Digweed i in. (1995) zwracają jednak uwagę, że struktura zgrupowania była zachowana bez względu na odległości między pułapkami.

Bardziej szczegółowej analizie poddano zespół pajaków epigeicznych z pow. nr 5. Wyniki wskazują, że cechuje się on naturalnością i jednorodnością.

O naturalności świadczy rozkład gatunków w zgrupowaniu pajaków (Trojan, Wytwer 1995). Na badanej powierzchni ponad połowa złowionych osobników należała zaledwie do kilku gatunków (ryc. 4), a pozostała część przypadła na inne, mało liczne gatunki. Rozkład taki uznaje się za typowy dla danej grupy w dogodnych naturalnych warunkach środowiska. Co prawda, w trakcie badań przy stałej dominacji *Coelotes atropos* i *Trochosa terricola* wzrastała liczba gatunków współdominujących. Było to jednak najprawdopodobniej związane z większą liczbą odłowionych osobników.

O jednorodności badanego zgrupowania świadczy fakt, iż struktury dominacji zgrupowań pajaków w poszczególnych latach wykazują podobieństwo – wskaźnik Renkonena we wszystkich przypadkach wynosił powyżej 50% (tab. 3). Wysokie wartości wskaźnika Soerensena wskazują na stałość składu gatunkowego badanego zgrupowania pajaków, który ulega tylko niewielkim fluktuacjom.

Inaczej kształtowała się liczebność pajaków w poszczególnych latach. Obserwowano jej wzrost z roku na rok (ryc. 5). W 1999 r. liczba osobników była prawie dwukrotnie wyższa niż w 1994 r., jednak wzrost liczebności osobników nie wiązał się ze wzrostem liczby gatunków (tab. 2). Ponieważ materiał wykorzystany do analizy jest stosunkowo mały, nie stanowi podstawy do wyciągania daleko idących wniosków. Liczebność pajaków w poszczególnych latach nie zależała także, jak się wydaje, od ilości opadów, temperatury i wilgotności powietrza (w każdym przypadku $p > 0,05$).

Duży wpływ na występowanie pajaków ma także struktura roślinności (Greenstone 1984; Topping 1993). Być może to jej niewielkie zmiany wpłynęły na pewne wahania liczebności, a także na zmiany w składzie gatunkowym i strukturze dominacji zespołów pajaków w poszczególnych latach. Jednak związku tego nie można wykazać dla omawianych badań, ponieważ nie dokonywano w ich trakcie analiz struktury roślinności.

Na zaobserwowane zmiany zachodzące w analizowanym zgrupowaniu pająków nie wpłynęły czynniki antropogeniczne, gdyż powierzchnie badawcze zlokalizowano na terenie Obszaru Ochrony Ścisłej Białowieskiego Parku Narodowego, gdzie nie prowadzi się gospodarki leśnej, a ingerencja człowieka ograniczona jest do minimum. Ponadto, północno-wschodnia Polska jest terenem o niewielkim poziomie zanieczyszczeń, więc również emisje przemysłowe nie miały tu najprawdopodobniej znaczącego wpływu. A zatem, zaobserwowane zmiany były naturalnymi procesami zachodzącymi w zgrupowaniu pająków.

Uzyskane wyniki i analiza literatury prowadzą do następujących wniosków:

- pająki są grupą przydatną do prowadzenia badań monitoringowych w lasach,
- najbardziej efektywne do odłowu pająków okazały się pułapki Barbera i one powinny być wykorzystywane w dalszych badaniach monitoringowych nad tą grupą bezkręgowców,
- prowadzone badania monitoringowe dostarczają cennych danych faunistycznych oraz ekologicznych.

Dziękuję doc. dr hab. Jerzemu M. Gutowskiemu za przekazanie materiałów wykorzystanych w tej pracy oraz za cenne rady i wskazówki. Dziękuję także prof. dr hab. Markowi Żabce, dr Izabeli Hajdamowicz i dr Dorocie Czeszczewik za pomoc i krytyczne uwagi.

Praca została złożona 12.02.2003 r. i przyjęta przez Komitet Redakcyjny 4.05.2004 r.

SPIDERS (*ARANEAE*) AS AN ELEMENT OF ECOLOGICAL MONITORING IN SELECTED FOREST ENVIRONMENTS IN THE BIAŁOWIEŻA PRIMEVAL FOREST

Summary

The spider fauna of two forest environments in the strict reserve of the Białowieża National Park (NE Poland) was studied. Study plots represented the following forest site types: fresh deciduous forest (plot 3) and fresh mixed coniferous forest (plot 5). In plot 3. spiders in 1994 and 1997 and in plot 5. in 1994–1995, 1997–1999 were sampled. Pitfall traps, Moericke traps and window-traps were used to collect spiders from April to October. Altogether, 1176 specimens representing 76 species and 18 families on both plots were collected. In plot 3. – 188 specimens belonged to 36 species and 12 families (table 1, figs. 1, 2) and in plot 5. – 988 specimens represented 64 species and 17 families were caught (table 2, figs. 3, 4). The most specimens and species of spiders were collected by pitfall traps.

Species composition, dominance structure and abundance were analysed only for spiders caught by pitfall traps in plot 5. in 1994–1995 and 1998–1999 (table 3, fig. 5). The spider assemblage showed stability, but there were noticed insignificant fluctuations, which were probably the natural changes in the spider community. All spider species were typical for investigated types of environments and most of them were common and widespread. During the studies four quite rare

spider species were found: *Agyneta cauta*, *Micrargus apertus*, *Robertus scoticus* and *Acantholycosa lignaria*. Monitoring studies provide a lot of interesting ecological and faunistical data.

LITERATURA

- Blandin P. 1986: Bioindicateurs et diagnostic de systemes ecologiques. Bull. d' Ekologie, 17(4): 215-307.
- Digweed S. C., Currie C. R., Carcamo H. A., Spence J. R. 1995: Digging out the "digging-in effect" of pitfall traps: Influences in depletion and disturbance on catches of ground beetles (*Col., Carabidae*). Pedobiologia, 39: 561-576.
- Gajdoš P. 1995: The epigeic spider communities of lowland forests in the surroundings of the Danube River on the territory of Slovakia and their usage for biota monitoring. [W:] Proceedings of the 15th European Colloquium of Arachnology. (V. Růžička ed.), Inst. of Entomol., České Budějovice, 73-83.
- Gravesen E. 2000: Spiders (*Araneae*) and other invertebrate groups as ecological indicators in wetland areas. W: Proceedings of the 18th European Colloquium of Arachnology, Stará Lesná (P. Gajdoš, S. Pekár eds.). Ekológia (Bratislava), vol. 19., Suppl. 4/2000, 39-42.
- Greenstone M. H. 1984: Determinants of web spider species diversity: vegetation structural diversity vs. prey availability. Oecologia, 62: 299-304.
- Gutowski J. M. 2004: Bezkręgowce jako obiekt monitoringu lasu w Puszczy Białowieskiej. Leś. Pr. Bad., 1: 23-54.
- Gutowski J. M., Krzysztofiak L. 1995a: Zmiany fauny bezkręgowców środowiska leśnego jako element monitoringu ekologicznego na terenie północno-wschodniej Polski. Prace Inst. Bad. Leśn., A, 790: 7-44.
- Gutowski J. M., Krzysztofiak L. 1995b: Wstępna ocena wyników monitoringu ekologicznego z wykorzystaniem bezkręgowców na terenie północno-wschodniej Polski. Prace Inst. Bad. Leśn., A, 800: 193-207.
- Hänggi A., Stöckli E., Nentwig W., 1995: Habitats of Central European Spiders. Miscellanea Faunist. Helvetiae, 4, 460 ss.
- Heimer S., Nentwig W. 1991: Spinnen Mitteleuropas. Ein Bestimmungsbuch. P. Parey, Berlin. 543 ss.
- Kajak A., Kupryjanowicz J., Petrov P. 2000: Long term changes in spider (*Araneae*) communities in natural and drained fens in the Biebrza River Valley. W: Proceedings of the 18th European Colloquium of Arachnology, Stará Lesná (P. Gajdoš, S. Pekár eds.). Ekológia (Bratislava), vol. 19., Suppl. 4/2000, 55-64.
- Koponen S. 1979: Differences of spider fauna in natural and man-made habitats in a raised bog. [W:] The National Swedish Environment protection Board, Report PM II 51, 104-108.
- Łęgowski D. 2001: Waloryzacja Puszczy Białowieskiej metodą zooindykacyjną na podstawie pajaków. [W:] Próba szacunkowej waloryzacji lasów Puszczy Białowieskiej metodą zooindykacyjną (red. A. Szujecki). Wyd. SGGW, Warszawa, 207-234.
- Łęgowski D. 2000: Przykłady wykorzystania pajaków (*Aranei*) jako bioindykatorów zmian zachodzących w środowiskach leśnych. Sylwan, 6: 53-62.
- Maelfait J-P., Hendrickx F. 1997: Spiders as bio-indicators of anthropogenic stress in natural and semi-natural habitats in Flanders (Belgium): some recent developments. [W:] Proceedings of the 17th European Colloquium of Arachnology (P. A. Selden ed.). British Arachnol. Soc., Edinburgh, 293-300.
- Malt S. 1995: Epigeic spiders as an indicator system to evaluate biotope quality of riversides and floodplain grasslands on the river Ilm (Thuringia). [W:] Proceedings of the 15th European Colloquium of Arachnology (V. Růžička ed.). Inst. of Entomol., České Budějovice, 136-146.
- Malzahn E. 2004. Analiza zanieczyszczeń powietrza i kwasowości opadów atmosferycznych w Puszczy Białowieskiej w latach 1988–1999. Leś. Pr. Bad., 1: 55-85.

- Neet C. R. 1996: Spiders as indicator species: lesson from two case studies. *Revue Suisse de Zoologie*, hors série, 501-510.
- Punda H. 1975: Pająki borów sosnowych. PWN. Warszawa, 91 ss.
- Roberts M. J. 1995: Spiders of Britain & Northern Europe. Harper Collins Publ., Ramsbury, 383 ss.
- Schikora H-B. 1994: Changes in the terrestrial spider fauna (*Arachnida: Araneae*) of a North German raised bog disturbed by human influence. 1964–1965 and 1986–1987: a comparison. *Memoirs Entomol. Soc. Canada*, 169: 61-71.
- Stańska M. 2003. Pająki (*Araneae*) wybranych typów lasów liściastych w Puszczy Białowieskiej. Praca doktorska, Akademia Podlaska, Siedlce.
- Staręga W., Kupryjanowicz J. 2001: Subclassis (podgromada): *Araneae* – pająki. [W:] Katalog fauny Puszczy Białowieskiej (red. J. M. Gutowski i B. Jaroszewicz). Wyd. Inst. Bad. Leśn., Warszawa, 55-63.
- Topping C. J. 1993: Behavioural responses of three linyphiid spiders to pitfall traps. *Entomol. Exp. Appl.*, 68: 287-293.
- Trojan P., Wytwer J. 1995: Różnorodność gatunkowa fauny. Problemy różnorodności biologicznej. Komitet Naukowy „Człowiek i Środowisko” przy Prezydium PAN. Oficyna Wyd. IE PAN, 37-70.
- Trojan P., Bańkowska R., Chudzicka E., Pilipiuk I., Skibińska E., Sterzyńska M., Wytwer J. 1994: Secondary succession of fauna in the pine forest of Puszcza Białowieska. *Fragm. Faun.*, 37: 1-104.
- Zalewski M. 1999: Dziwna fauna pułapek Barbera. *Wiad. Ekol.*, 45: 127-145.