

Akademia Medyczna w Lublinie  
Katedra i Zakład Biologii i Parazytologii

Zygmunt PIROG, Wanda STOJAŁOWSKA,  
Roman GIERYNG

**Komputerowa analiza rozmieszczenia *Diplopoda* w Polsce, oparta na  
metodzie taksonometrycznej\***

Computer Analysis of Distribution of *Diplopoda* in Poland,  
on the Basis of Taxonomic Method

Krocionogi (*Diplopoda* Blainville in Gervais, 1884) stanowią swoistą gromadę prymitywnych stawonogów tchawkodysznych, rozprzestrzenionych na kuli ziemskiej od strefy tropikalnej aż poza koła podbiegunowe. Reguły rozmieszczenia tych zwierząt w skali przestrzennej nie zostały jeszcze wystarczająco poznane od strony zoogeograficznej i ekologicznej.

Celem niniejszej pracy jest chorologiczna analiza rozmieszczenia *Diplopoda* na obszarze Polski. Chodzi o próbę znalezienia odpowiedzi na pytanie, czy istnieją jakieś prawidłowości w rozmieszczeniu tych zwierząt, jaka jest ich natura oraz ewentualne przyczyny.

Zasięgi poszczególnych gatunków *Diplopoda* rzadko bywają zonalne czy linearne. Spotyka się również zasięgi wyspowe i endemiczne. Okoliczności te bardzo utrudniają analizę areograficzną. Trudności te próbowaliśmy pokonać przez zastosowanie metody matematycznej. Wykorzystaliśmy w tym celu jedną z metod taksonometrii numerycznej.

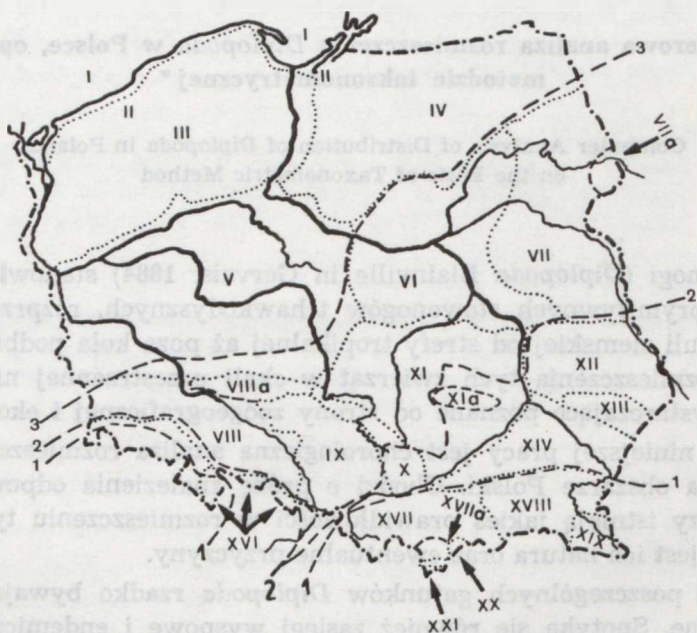
Metody taksonometryczne coraz częściej bywają wykorzystywane w badaniach ekologicznych i zoogeograficznych. Przykładem mogą być prace Hagemeyera (10), Valentine'a (34), Szmidta i Baranowej (33), Piczki (25), Rassnicyna (27), Fuji'ego (8), i Mettricka (23). W badaniach nad rozmieszczeniem *Diplopoda* Beskidu Niskiego metody taksonometrycznej używał Jaśkiewicz (11).

\* Praca była subsydiowana przez Komitet Zoologiczny PAN w ramach tematu nr MR.II.3—05.

## MATERIAŁ I METODY BADAN

Materiałem podlegającym opracowaniu były wyniki wielu prac faunistycznych dotyczących występowania *Diplopoda* w Polsce. Wykorzystano w tym celu piśmiennictwo, które się ukazało do r. 1974 (99 pozycji), zebrane przez Stojalowską i Staręgą (32) w Katalogu Fauny Polski nr 21. Uwzględniono również dane z ostatnich lat z prac Jaśkiewicza (11, 12), Bielak-Oleksy i Jaśkiewicza (4), Jędrzyckowskiego i Staręgi (18) oraz Jaśkiewicza i Piroga (13).

Analizę rozmieszczenia *Diplopoda* wykonano metodą regionalizacji obszaru Polski za pomocą informacyjno-wagowej metody taksonomii numerycznej (26). W tym celu poszczególne jednostki fizjograficzne Polski (ryc. 1) potraktowano jako opera-



Ryc. 1. Podział Polski na jednostki fizjograficzne (OTU) według Katalogu fauny Polski (PAN); 1 — granica zlodowacenia krakowskiego, 2 — granica zlodowacenia środkowopolskiego, 3 — granica zlodowacenia bałtyckiego

The division of Poland into physiographical units (OTU) according to Catalogus faune Poloniae (PAN); 1 — Cracow's glaciation limit, 2 — Middle-Polish glaciation limit, 3 — Baltics glaciation limit

I — Bałtyk, II — Pobrzeże Bałtyku, III — Pojezierze Pomorskie, IV — Pojezierze Mazurskie, V — Nizina Wielkopolsko-Kujawska, VI — Nizina Mazowiecka, VII — Podlasie, VIIa — Puszcza Białowiecka, VIII — Dolny Śląsk, VIIIa — Wzgórza Trzebnickie, IX — Górny Śląsk, X — Wyżyna Krakowsko-Wieluńska, XI — Wyżyna Małopolska, XIa — Góry Świętokrzyskie, XII — Wyżyna Lubelska, XIII — Roztocze, XIV — Kotlina Sandomierska, XV — Sudety Zachodnie, XVI — Sudety Wschodnie, XVII — Beskid Zachodni, XVIIa — Kotlina Nowotarska, XVIII — Beskid Wschodni, XIX — Bieszczady, XX — Pieniny, XXI — Tatry

cyjne jednostki taksonomiczne (OTU). W charakterze cech poszczególnych OTU występują w tym przypadku gatunki *Diplopoda*, które były tam notowane. Dane do obliczeń komputerowych zakodowano w skali nominalnej i przedstawiono w postaci macierzy informacyjnej (tab. 1). W macierzy pominięto cechy unimodalne, to jest takie gatunki *Diplopoda*, które występują na obszarze całego kraju. Taka konieczność wynika zarówno z definicji cechy użytecznej taksonometrycznie, jak i z formuły wagi cechy (26). Pominięto również synantropijny gatunek *Ophiodesmus albonanus*, którego obecność stwierdzono tylko jeden raz w Ogrodzie Botanicznym Uniwersytetu Warszawskiego (16). Następnie wykonano obliczenia wag poszczególnych komunikatów taksonomicznych według następujących formuł:

$$W_{(a_1 a_1)} = \frac{-\log_2 P a_1}{-\sum P a_1 \log_2 P a_1}$$

$$W_{(a_0 a_0)} = \frac{-\log_2 P a_0}{-\sum P a_1 \log_2 P a_1}$$

$$W_{(a_1 a_0)} = W_{(a_0 a_1)} = \frac{1}{2} \left[ W_{(a_1 a_1)} + W_{(a_0 a_0)} \right]$$

$$T_{kl} = \frac{\sum^z W_{(a_1 a_1)} \vee_{(a_0 a_0)}}{\sum^n W_{(a_1 a_1)} \vee_{(a_0 a_0)} \vee_{(a_0 a_1)} \vee_{(a_1 a_0)}}$$

gdzie:

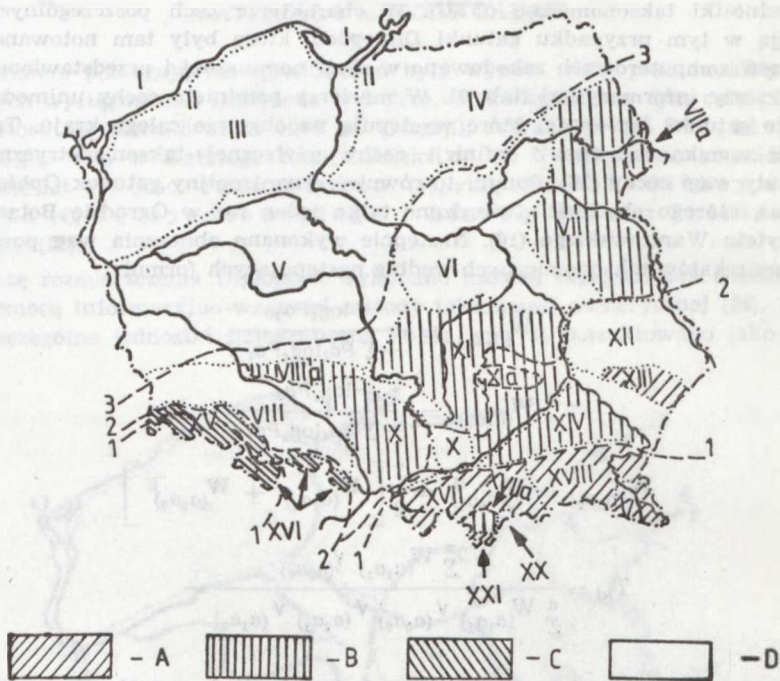
- $W_{(a_1 a_1)}$  — waga obecności gatunku *a* na obszarach obydwu porównywanych OTU;  
 $W_{(a_0 a_0)}$  — waga nieobecności gatunku *a* na obszarach obydwu porównywanych OTU;  
 $W_{(a_1 a_0)} = W_{(a_0 a_1)}$  — waga obecności gatunku *a* na obszarze tylko jednego z porównywanej pary OTU;  
 $P a_1$  — prawdopodobieństwo występowania gatunku *a* na obszarze dowolnego OTU;  
 $P a_0$  — prawdopodobieństwo niewystępowania gatunku *a* na obszarze dowolnego OTU;  
 $T_{kl}$  — podobieństwo zoogeograficzne obszaru *k* z obszarem *l*;  
 $z$  — liczba takich gatunków, które jednocześnie występują, albo jednocześnie nie występują na porównywanych obszarach *k* i *l*;  
 $n$  — liczba wszystkich gatunków uwzględnionych w klasyfikacji;  
 $\vee$  — symbol alternatywy (lub).

Po wykonaniu obliczeń współczynników  $T_{kl}$  (pomiędzy każdym OTU i każdym innym) poddano je grupowaniu hierarchicznemu metodą Bery'ego (3), uzyskując dendrogram przedstawiony na ryc. 2.

#### WYNIKI BADAŃ I ICH OMÓWIENIE

Macierz współczynników podobieństwa zoogeograficznego ( $T_{kl}$ ) pomiędzy parami poszczególnych OTU zestawiono w tab. 2. Współczynniki te zostały dla ułatwienia zapisu pomnożone przez 10 000. Spośród 23 możliwych cięć dendrogramu analizowano tylko 4 cięcia podstawowe. Pierw-





Ryc. 2. Podział Polski na regiony (A, B, C, D) ze względu na rozmieszczenie *Diplopoda* (na podstawie pierwszego cięcia dendrogramu)  
 The division of Poland into regions (A, B, C, D) according to *Diplopoda* distribution (based on the first dendrogram cutting)

sze na wysokości  $\bar{T} \approx 0,5$ , drugie przy  $\bar{T} \approx 0,58$ , trzecie na wysokości  $\bar{T} \approx 0,675$ , a czwarte przy  $\bar{T} \approx 0,77$  (ryc. 3).

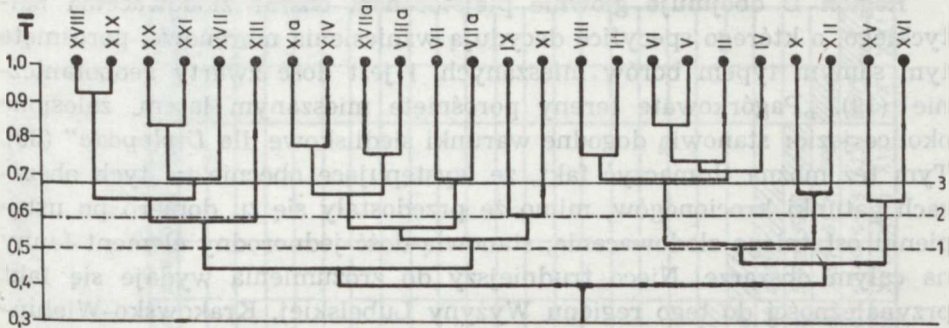
Pierwsze cięcie przy  $\bar{T} \approx 0,5$  pozwala na podział Polski ze względu na rozmieszczenie *Diplopoda* na 4 obszary zwane dalej regionami.\* Region A to obszar Karpat i Rostocza z wyłączeniem Kotliny Nowotarskiej. Region B to Wzgórza Trzebnickie, Górny Śląsk, Wyżyna Małopolska, Góry Świętokrzyskie, Kotlina Sandomierska, Podlasie i Puszcza Białowieska. Region C obejmuje Sudety. Region D to Pobrzeże Bałtyku, Pojezierze Pomorskie, Pojezierze Mazurskie, Nizina Wielkopolsko-Kujawska, Nizina Mazowiecka, Dolny Śląsk, Wyżyna Krakowsko-Wieluńska i Wyżyna Lubelska. Otrzymana w ten sposób regionalizacja ma charakter chorologiczno-faunistyczny. Nie wyklucza to jednak wyciągania z niej wniosków o charakterze historycznym.

Swoistość gatunkowego składu krocionogów regionu A, jak również

\* Nie są to regiony w klasycznym rozumieniu biogeograficznym. Operowanie nazwą „obszar” czy „podobszar” jest niezręczne, dlatego przyjęliśmy umowną nazwę „region”.







Ryc. 3. Dendrogram związków zoogeograficznych między jednostkami fizjograficznymi Polski;  $\bar{T}$  — przeciętny współczynnik podobieństwa zoogeograficznego, 1, 2, 3 — kolejne cięcia dendrogramu; cyfry rzymskie oznaczają jednostki fizjograficzne, tak jak na ryc. 1

Dendrogram of the zoogeographical relations and the physiographical units of Poland;  $\bar{T}$  — average coefficient of zoogeographical similarity, 1, 2, 3 — the successive cuttings of dendrogram; the Roman numerals represent the physiographical units, as in Fig. 1

zawartość tego regionu uzasadnia odrębność geologiczna, geograficzna i geobotaniczna gór, które stanowią teren nie objęty zlodowaceniami. Botanicy wyróżniają je jako Podprowincję Karpacką. Podobieństwo gatunkowego składu krocionogów Rostocza i Karpat też nie powinno budzić wątpliwości z powodu podobieństw w zakresie geologii, stosunków wodnych oraz związków geobotanicznych (19). Rostocze stanowi granicę florystyczną; można tam jeszcze spotkać przedstawicieli flory górskiej, a zatem i gatunkowym składem krocionogów „ma prawo” nawiązywać do Karpat. Wyłączenie Kotliny Nowotarskiej z regionu A również jest zrozumiałe. Kotlinę tę charakteryzują duże stożki napływowe, na których rosną bory. Latem jest tu cieplej i bardziej sucho niż w pozostałych częściach Podhala. Kotlina Nowotarska ma odrębny mikroklimat i swoisty skład florystyczny.

Cały obszar regionu B znajduje się poza zasięgiem ostatniego zlodowacenia w Polsce. Jego strukturę geomorfologiczną ukształtował proces rzeźbotwórczy typu denudacyjnego i akumulacyjnego (6), warunkujący dostrzegalne podobieństwo geobotaniczne tych terenów (19). Zdecydowało to o dużej jednorodności gatunkowego składu *Diplopoda* tego obszaru. Przynależność do tego regionu Kotliny Nowotarskiej wynika ze względów już omówionych.

Odrębność gatunkowego składu krocionogów regionu C, czyli Sudeców, jest zrozumiała, ponieważ teren ten to wtórnie poprzemieszczany tektonicznie obszar orogenezy kaledońsko-hercyńskiej, swoisty pod względem geobotanicznym i zoogeograficznym.

Region D obejmuje głównie plejstocenijski obszar zlodowacenia bałtyckiego, o którego specyfice decydują wzniesienia morenowe, porośnięte tym samym typem borów mieszanych, i jest dość zwarty geobotanicznie (19). „Pagórkowate tereny porośnięte mieszanym lasem, zalesione okolice jezior stanowią dogodny warunki siedliskowe dla *Diplopoda*” (30). Tym też można tłumaczyć fakt, że występujące obecnie na tych obszarach gatunki krocionogów, mimo że przedostały się tu dopiero po ustąpieniu ostatniego zlodowacenia, stanowią dość jednorodny element fauny na całym obszarze. Nieco trudniejszy do zrozumienia wydaje się fakt przynależności do tego regionu Wyżyny Lubelskiej, Krakowsko-Wieluńskiej i Dolnego Śląska (ryc. 3). Są to, podobnie jak Nizina Mazowiecka, obszary nie objęte ostatnim zlodowaceniem. Mają one wiele istotnych cech wspólnych z terenami północnymi. Wcinają się w nie równoległe holocenijskie doliny Odry, Wisły i Warty, bogate w lasy łęgowe, stwarzające dogodny warunki siedliskowe dla *Diplopoda*. Tereny te, podobnie jak Dolny Śląsk, prawdopodobnie stanowiły w przeszłości dogodny korytarze dyspersyjne dla krocionogów w kierunku południe—północ i odwrotnie. Istnieje też podobieństwo Wyżyny Lubelskiej i Dolnego Śląska ze względu na pokrywą lessową oraz pewne nadwyżki zasobów wodnych, co w odniesieniu do wymagań środowiskowych większości gatunków krocionogów może mieć istotne znaczenie. Czynniki te musiały zdecydować o przynależności tych obszarów do regionu D. Sytuację tę wyjaśnia następne cięcie dendrogramu, na wysokości  $T \approx 0,58$ . Cięcie to zdecydowanie oddziela Wyżynę Lubelską i Krakowsko-Wieluńską od obszarów północnej Polski i tworzy z nich odrębny podregion  $D_2$  (ryc. 3). Okazuje się, że tereny te nie były tak silnie związane z północą. Cięcie to również oddziela Roztocze ( $A_2$ ) od Karpat ( $A_1$ ), a wyróżniony poprzednio region B dzieli na 3 podregiony:  $B_1$  — Podlasie i Puszcę Białowieską,  $B_2$  — Wyżynę Małopolską i Górny Śląsk,  $B_3$  — Wzgórza Trzebnickie, Góry Świętokrzyskie, Kotlinę Sandomierską i Kotlinę Nowotarską.

Podregion  $B_1$  (Polesie i Puszcza Białowieska) jest oddzielony od pozostałych OTU regionu B przez obszar Wyżyny Lubelskiej. Ponadto Puszcza Białowieska w sensie geograficznym stanowi część Podlasia, a zatem odrębność tego podregionu nie budzi wątpliwości.

Podregion  $B_2$  (Wyżyna Małopolska, Górny Śląsk) rozdzielony jest tylko wąskim pasem Wyżyny Krakowsko-Wieluńskiej. Na północy, na wysokości Wzgórz Trzebnickich, obszary te stykają się. Mamy więc tu do czynienia ze związkami wynikającymi z sąsiedztwa mikroregionów; ponadto należy pamiętać, że Wyżyna Krakowsko-Wieluńska tylko w sensie przestrzennym oddziela Wyżynę Małopolską i Górny Śląsk. Ona je w istocie łączy, ponieważ prawdopodobnie była dogodnym korytarzem dyspersyjnym dla *Diplopoda*.



Tab. 2. Macierz współczynników  $T_{ki} \times 10\,000$  (oznaczenia OTU jak na ryc. 1)  
The matrix of  $T_{ki}$  coefficients  $\times 10,000$  (denotation of OTU as in Fig. 1)

OTU	II	III	IV	V	VI	VII	VIIa	VIII	VIIIa	IX	X	XI	XIa	XII	XIII	XIV	XV	XVI	XVII	XVIIa	XVIII	XIX	XX	XXI
II	7425																							
III	7215	7227																						
IV	7139	7424	6808																					
V	7672	7496	7277	8420																				
VII	5396	6087	7058	5690	5801																			
VIIa	4082	5138	6057	4570	4457	6909																		
VIII	7064	7551	6025	6391	6448	5137	3281																	
VIIIa	3706	3873	5292	2573	3177	4476	6410	3433																
IX	3600	4827	5395	4869	4966	5498	5038	4539	5312															
X	3894	4596	2987	5245	4965	3777	1962	5773	3201	5276														
XI	5283	5985	5557	5317	6193	6192	4966	3885	4645	7917	5371													
XIa	2624	3429	4121	2097	2662	5579	6378	4320	7071	4399	4589	5741												
XII	7072	3246	5204	5792	7212	4967	3588	3592	2720	3993	6498	6426	3947											
XIII	2663	3149	3638	2360	2940	5208	4086	3385	4890	4706	4869	5994	5939	4900										
XIV	3603	4165	4319	2674	3389	5724	6363	2666	6572	5235	4071	5517	7822	4609	6136									
XV	5483	4257	4149	4715	5634	4175	4482	7173	3570	4412	5257	3961	3917	5358	3994	3289								
XVI	4319	3744	4568	3724	3805	3532	6207	5558	5736	4359	4160	3898	4798	2968	4437	4395	6326							
XVII	3127	3717	2231	3102	2434	3112	3096	4921	3526	4671	6787	4035	5655	3030	5376	5725	5288	5703						
XVIIa	2670	2486	4176	1902	2365	4073	6333	2224	7559	6263	3506	4779	6576	3465	4985	6549	2804	5138	4805					
XVIII	2120	1974	1594	1901	2305	2801	3070	3027	3669	3126	4790	3119	3058	3275	5710	3970	4303	4619	5668	4375				
XIX	1028	1370	1825	0453	1587	3715	3888	1954	4843	3674	4682	2683	5162	2135	5924	5341	2403	4117	5921	5002	9372			
XX	1704	1529	2103	1006	7833	3338	4351	2232	5464	4336	5748	5333	5877	2441	6623	6090	3651	4503	6880	5591	6509	7792		
XXI	1209	1502	2064	1046	7347	2788	3058	2740	4606	4623	4805	3160	4966	2328	5593	4508	5780	3798	6903	6340	5553	6239	8377	
OTU	II	III	IV	V	VI	VII	VIIa	VIII	VIIIa	IX	X	XI	XIa	XII	XIII	XIV	XV	XVI	XVII	XVIIa	XVIII	XIX	XX	XXI



Podregion B<sub>3</sub> (Wzgórza Trzebnickie, Góry Świętokrzyskie, Kotlina Sandomierska, Kotlina Nowotarska) na pierwszy rzut oka wydaje się przypadkowym zbiorem przestrzennie rozproszonych jednostek, nie mających ze sobą żadnych związków. Istnieje jednak pewna cecha geobotaniczna łącząca te jednostki. Otóż Kotlina Nowotarska jest częścią geobotanicznego działu Karpat Zachodnich, natomiast Kotlina Sandomierska, Wzgórza Trzebnickie i Góry Świętokrzyskie posiadają wiele lasów wykazujących duże podobieństwo do lasów karpackich (19).

Trzecie cięcie dendrogramu przebiega na wysokości  $\bar{T} \approx 0,675$ . Oddziela ono od obszaru karpackiego Beskid Wschodni i Bieszczady. Cięcie to również rozłącza parę Góry Świętokrzyskie—Kotlina Sandomierska z parą Kotlina Nowotarska—Wzgórza Trzebnickie. Oddziela również Górny Śląsk od Wyżyny Małopolskiej, Wyżynę Krakowsko-Wieluńską od Wyżyny Lubelskiej i Sudety Zachodnie od Wschodnich (ryc. 2). Wyraźnie widać, że na tym etapie podziału w grę nie wchodzi już odrębności natury geologiczno-historycznej, natomiast zaznacza się wpływ czynników klimatycznych, glebowych i geobotanicznych. Ukazuje to wyraźnie geobotaniczna mapa Polski, a zwłaszcza rozmieszczenie i typy lasów.

Czwarte cięcie dendrogramu, na wysokości  $\bar{T} \approx 0,77$ , rozdziela prawie wszystkie podregiony na pojedyncze OTU. Z 24 OTU pozostawia już tylko 3 pary: Beskid Wschodni i Bieszczady, Pieniny i Tatry oraz Nizinę Mazowiecką i Wielkopolsko-Kujawską. Te 3 pary OTU są jednostkami fizjograficznymi najbardziej podobnymi ze względu na skład gatunkowy *Diplopoda*.

#### DYSKUSJA

Podsumowanie wyników naszych badań nasuwa następujące wnioski. Pierwsze cięcie dendrogramu daje podział regionalizacyjny wynikający z zasięgów zlodowacenia krakowskiego i bałtyckiego. Natomiast wpływ zlodowacenia środkowopolskiego jest bardzo zatarty. Jedynie przynależność Roztocza do regionu karpackiego i zróżnicowanie gatunkowego składu *Diplopoda* pomiędzy Sudetami Wschodnimi i Zachodnimi mogą być interpretowane jako ostatnie ślady wpływu drugiego zlodowacenia na rozmieszczenie krocionogów.

Zastanawiające jest jednak, dlaczego mimo upływu ok. 10 000 lat od ustąpienia ostatniego zlodowacenia, jego wpływ na rozmieszczenie *Diplopoda* w Polsce jest jeszcze wyraźnie dostrzegalny. Wydaje się, że podstawowa przyczyna tego zjawiska wynika z istnienia wielu wewnętrznych i zewnętrznych czynników, skutecznie utrudniających dyspersję większości gatunków krocionogów. Nie chodzi o stosunkowo niewielką

szybkość lokomocji *Diplopoda*, gdyż ta, jak wiadomo, nie decyduje bezpośrednio o ekspansywności zwierząt.

Czynniki ograniczające dyspersję *Diplopoda* wynikają z ich fizjologii, ekologii i etologii. Dane na ten temat można znaleźć w pracach Lyforda (22), Perttunena (24), Blovera (5), Barlowa (2), Giliarowa (9), Stojalowskiej (29, 30, 31), Loksiny (21), Barenjee (1) i Jaśkiewicza (11). Najważniejszą cechą krocionogów jest to, że przebywają zwykle w ukryciu, w ściółce, pod korą drzew, w buławiejących pniach itp. Wymagają więc wysokiego poziomu wilgotności i tylko w czasie bardzo wilgotnej pogody wędrują po powierzchni. Środowiska o niskiej wilgotności stanowią przypuszczalnie jedną z ważniejszych barier ograniczających dyspersję *Diplopoda*. Według Jawłowskiego (14), krocionogi mogą sforsować obszary suche tylko wyjątkowo, podczas szczególnie wilgotnych lat.

Mimo że *Diplopoda* wymagają znacznej wilgotności, to jednak unikają zbiorników wodnych, które są również barierą hamującą ich dyspersję (30).

Także światło należy do czynników ograniczających rozprzestrzenianie się krocionogów. Bezpośrednie oświetlenie przerywa naturalne czynności życiowe tych zwierząt i wywołuje odruch ucieczki, nawet u gatunków pozbawionych oczu. Jedynie w czasie okresowych wędrówek niektóre gatunki wykazują tolerancję na światło (29).

Krocionogi, stosunkowo odporne na zimno, są bardzo wrażliwe na podwyższoną temperaturę. Szczególnie gorące i suche lata ograniczają ich dyspersję. Zapadają wówczas w długi letni sen.

Wewnętrznym czynnikiem hamującym rozprzestrzenianie się *Diplopoda* są okresy linienia, które zdarzają się w ich życiu co najmniej 7-krotnie. Linienie trwa około kilkunastu dni i jest okresem trudnym dla krocionoga. W tym czasie zwierzę jest szczególnie wrażliwe na suszę, światło, ciepło i niedobory wapnia, dlatego linienie odbywa się w ukryciu, w gniazdach i jamkach.

Jednak przypuszczalnie najważniejszą obecnie barierą dyspersyjną jest dla *Diplopoda* tzw. „pustynia cywilizacyjna”. Chodzi mianowicie w pierwszym rzędzie o duże obszary pozostające od setek lat pod uprawą, gdzie zabiegi agrotechniczne, drenowanie, nawozy sztuczne, herbicydy, pestycydy itp. prawdopodobnie wykluczają możliwość nie tylko rozrodu czy linienia, ale nawet egzystencji *Diplopoda*. Obszary pól uprawnych stanowią dla większości krocionogów barierę etologiczną, a więc środowisko obce, odpychające. Również brak pewnych chemicznych składników w podłożu może hamować rozprzestrzenianie się krocionogów. Niektóre bowiem gatunki nie występują w środowiskach ubogich w wapń, gdyż sole wapnia stanowią ok. 78% suchej masy ich szkieletu (30).



Należy wspomnieć o nowej barierze dyspersyjnej. Chodzi mianowicie o obszary podlegające zanieczyszczeniu chemicznemu wskutek postępującej urbanizacji i industrializacji. Tego rodzaju bariera jest często nie do przebycia dla krocionogów. Przykładem może być fakt, że na wielu obszarach leśnych w okolicach Zakładów Azotowych w Puławach już nie spotyka się krocionogów.

Biorąc pod uwagę różnorodność barier ograniczających dyspersję *Diplopoda*, wąskie zakresy ich walencji ekologicznych, zróżnicowanie wymagań siedliskowych poszczególnych gatunków oraz małą wagilność większości z nich łatwo zrozumieć, dlaczego tempo przesuwania się granic zasięgów wielu gatunków jest tak powolne, że mimo długiego czasu, jaki upłynął od ostatniego zlodowacenia w Polsce, nie zdążyły jeszcze rozszerzyć swych zasięgów na cały obszar kraju. Istnieją gatunki, które pokonały u nas wszelkie bariery i występują w całej bądź prawie całej Polsce. Są to gatunki zdolne do podejmowania okresowych wędrówek związanych z masowymi pojawami. Okresowe wędrówki opisano tylko w przypadku *Ommatoiulus sabulosus*, *Chromatoiulus projectus*, *Strongylosoma stigmatosum*, *Julus terrestris* i *Glomeris hexasticha*.

#### PIŚMIENICTWO

1. Barenjee B.: Effects of Unmixed and Mixed Leaf Litter of Three Species of Plants on the Development and Growth of *Polydesmus angustus*. *Latz. Experientia* **26**, 1403—1427 (1970).
2. Barlow C. A.: A Factorial Analysis of Distribution in Three Species of Diplopods. *J. Ent.* **100**, 349—426 (1957).
3. Berry B. J. L.: Method for Deriving Multifactor Uniform Regions. *Przegl. Geogr.* **33**, 263—282 (1961).
4. Bielak-Oleksy T., Jaśkiewicz W.: Krocionogi (*Diplopoda*) Sudetów. *Fragm. Faun.* **23**, 33—49 (1977).
5. Blover J. G.: Millipedes and Centipedes as Soil Animals. *Soil Ecology*. McKevan and Butterwoths, London 1955.
6. Dylík J.: O peryglacialnym charakterze rzeźby środkowej Polski. *Łódz. Tow. Nauk. Wydz. III*, nr 24, Łódź 1953.
7. Ekman S.: Begründung einer statischen Methode der regionalen Tiergeographie. *Nova Acta Reg. Soc. Sci. Uppsal.*, ser. 4 (12), 117—128 (1940).
8. Fuji K.: Numerical Taxonomy of Ecological Characters and the Niche Concept. *Syst. Zool.* **18**, 151—153 (1969).
9. Giliarow N.: Kiwaki (*Juloidea*) i ich rol' w poczwobrazowaniu. *Poczwowiedzenie* **6**, 74—80 (1957).
10. Hagemeyer E. M.: A Numerical Analysis of the Distributional Patterns of North American Mammals. II. Reevaluation of the Provinces. *Syst. Zool.* **15**, 279—299 (1966).
11. Jaśkiewicz W.: Analiza rozmieszczenia *Diplopoda* w wybranych biotopach Beskidu Niskiego. Rozprawa doktorska. *Bibl. AM, Lublin 1975* [maszynopis].

12. Jaśkiewicz W.: Nowe stanowiska rzadko notowanych w Polsce gatunków *Diplopoda*. Folia. Soc. Sci. 20, 55—60 (1978).
13. Jaśkiewicz W., Piróg Z.: Krocionogi (*Diplopoda*) zbiorowisk roślinnych masywu Słęży. Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, sectio C 45, 117—126 (1990).
14. Jawłowski H.: Krocionogi południowo-wschodniej Polski. Fragm. Faun. 2, 253—298 (1936).
15. Jędrzyckowski W.: Krocionogi (*Diplopoda*) Bieszczadów. Fragm. Faun. 25, 77—94 (1979).
16. Jędrzyckowski W.: Millipedes (*Diplopoda*) of Warsaw and Mazovia. Memorabilia Zool. 36, 253—261 (1982).
17. Jędrzyckowski W.: Równonogi (*Isopoda*) i krocionogi (*Diplopoda*) rezerwatu „Las Bielański” w Warszawie. Fragm. Faun. 29, 85—91 (1985).
18. Jędrzyckowski W., Staręga W.: Bezkręgowce lądowe (*Isopoda*, *Diplopoda*, *Aranei*, *Opiliones*) rezerwatu kserotermicznego „Kulin”. Fragm. Faun. 25, 179—197 (1980).
19. Kondracki J.: Geografia fizyczna Polski. PWN, Warszawa 1978.
20. Lindroth C. H.: Some Attempts Toward Experimental Zoogeography. Ecology 34, 657—666 (1953).
21. Loksina I. E.: Rasprostranienije mnogonożek (*Diplopoda*) russkoj rawniny w zonal’nom aspiekcie. Zool. Żurn. 45, 1773—1778 (1966).
22. Lyford W. H.: The Palatability of Freshly Fallen Forest Tree Leaves to *Millipedes*. Ecology 24, 252—261 (1943).
23. Mettrick D. F.: Some Aspects of the Adoption of a Numerical Taxonomic System by Parasitologist. Rev. Biol. 5, 127—134 (1965).
24. Perttunen V.: Reaction of *Diplopods* to the Relative Humidity of the Air. Ann. Zool. Soc. „Vanamo” 16, 1—69 (1953).
25. Piczka W. W.: Ob ekologii paukow Central’nego Lesostiepija. Zool. Żurn. 44, 527—536 (1965).
26. Piróg Z.: Badania nad przydatnością taksonomii numerycznej dla celów biologicznej klasyfikacji. Rozprawa doktorska. Bibl. AM, Lublin 1979. [maszynopis].
27. Rassnycyn A. P.: O taksonomiczeskom analizie i niekotorych drugih taksonomiczeskich metodach. Żurn. Obszcz. Bioł. 33, 60—76 (1972).
28. Seiler J.: Untersuchungen über die Entstehung der Parthenogenese bei *Solenobia triquetrella* F. R. (*Lepidoptera*). Z. Vererbungslehre 92, 261—316 (1961).
29. Stojalowska W.: Analiza wędrówki *Strongylosoma pallipes*. Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska, sectio C 14, 127—140 (1959).
30. Stojalowska W.: Krocionogi (*Diplopoda*) Polski. PWN, Warszawa 1961.
31. Stojalowska W.: Materiały do poznania krocionogów (*Diplopoda*) Wyżyny Lubelskiej. Folia Soc. Sci., ser. B 7—8, 83—93 (1968).
32. Stojalowska W., Staręga W.: Katalog Fauny Polski. XIV (2) Krocionogi: *Diplopoda*. PWN, Warszawa 1974.
33. Szmidt W. M., Baranowa E. W.: Primienienije metoda taksonomiczeskogo analiza dla sravnienija flor po ich istoriko-gieograficzskim swiaziam. Żurn. Obszcz. Bioł. 36, 555—562 (1975).
34. Valentine J. W.: Numerical Analysis of Marine Molluscan Ranges on the Extratropical Northeastern Pacific Shelf. Limnol. Oceanogr. 11, 198—211 (1966).



SUMMARY

The computer analysis of the distribution of *Diplopoda* in Poland was carried out by means of an informational-weight taxonomic method. A sequence of the classifications was obtained on the basis of the dendrogram cuts, which permitted the assessment of the distribution of *Diplopoda* in the separate regions of Poland. The extent of the regions correspond, to a high degree, to the limits of Cracow and Baltic glaciations. The effect of the Middle-Polish glaciation on the distribution of *Diplopoda* is poorly visible. The limits of subregions may be explained by the differentiation of some spatial and ecological factors. The authors explain the picture of *Diplopoda* distribution, by the existence of many dispersal barriers resulting from small ecological valencies of *Diplopoda*, the stenotopic differentiation of the environmental requirements of the separate species and their small vagility (mobility).

1. Stojalowska W., Gieryng R., Piróg Z. (1972) Wzrost i rozwój larwalny *Diplopoda* w Polsce. *Acta Zool. Cracov.* 15: 1-12.

2. Stojalowska W., Gieryng R., Piróg Z. (1973) Wzrost i rozwój larwalny *Diplopoda* w Polsce. *Acta Zool. Cracov.* 16: 1-12.

3. Stojalowska W., Gieryng R., Piróg Z. (1974) Wzrost i rozwój larwalny *Diplopoda* w Polsce. *Acta Zool. Cracov.* 17: 1-12.

4. Stojalowska W., Gieryng R., Piróg Z. (1975) Wzrost i rozwój larwalny *Diplopoda* w Polsce. *Acta Zool. Cracov.* 18: 1-12.

5. Stojalowska W., Gieryng R., Piróg Z. (1976) Wzrost i rozwój larwalny *Diplopoda* w Polsce. *Acta Zool. Cracov.* 19: 1-12.

6. Stojalowska W., Gieryng R., Piróg Z. (1977) Wzrost i rozwój larwalny *Diplopoda* w Polsce. *Acta Zool. Cracov.* 20: 1-12.

7. Stojalowska W., Gieryng R., Piróg Z. (1978) Wzrost i rozwój larwalny *Diplopoda* w Polsce. *Acta Zool. Cracov.* 21: 1-12.

8. Stojalowska W., Gieryng R., Piróg Z. (1979) Wzrost i rozwój larwalny *Diplopoda* w Polsce. *Acta Zool. Cracov.* 22: 1-12.

9. Stojalowska W., Gieryng R., Piróg Z. (1980) Wzrost i rozwój larwalny *Diplopoda* w Polsce. *Acta Zool. Cracov.* 23: 1-12.

10. Stojalowska W., Gieryng R., Piróg Z. (1981) Wzrost i rozwój larwalny *Diplopoda* w Polsce. *Acta Zool. Cracov.* 24: 1-12.

11. Stojalowska W., Gieryng R., Piróg Z. (1982) Wzrost i rozwój larwalny *Diplopoda* w Polsce. *Acta Zool. Cracov.* 25: 1-12.

12. Stojalowska W., Gieryng R., Piróg Z. (1983) Wzrost i rozwój larwalny *Diplopoda* w Polsce. *Acta Zool. Cracov.* 26: 1-12.

13. Stojalowska W., Gieryng R., Piróg Z. (1984) Wzrost i rozwój larwalny *Diplopoda* w Polsce. *Acta Zool. Cracov.* 27: 1-12.

14. Stojalowska W., Gieryng R., Piróg Z. (1985) Wzrost i rozwój larwalny *Diplopoda* w Polsce. *Acta Zool. Cracov.* 28: 1-12.

15. Stojalowska W., Gieryng R., Piróg Z. (1986) Wzrost i rozwój larwalny *Diplopoda* w Polsce. *Acta Zool. Cracov.* 29: 1-12.

16. Stojalowska W., Gieryng R., Piróg Z. (1987) Wzrost i rozwój larwalny *Diplopoda* w Polsce. *Acta Zool. Cracov.* 30: 1-12.

17. Stojalowska W., Gieryng R., Piróg Z. (1988) Wzrost i rozwój larwalny *Diplopoda* w Polsce. *Acta Zool. Cracov.* 31: 1-12.

18. Stojalowska W., Gieryng R., Piróg Z. (1989) Wzrost i rozwój larwalny *Diplopoda* w Polsce. *Acta Zool. Cracov.* 32: 1-12.

19. Stojalowska W., Gieryng R., Piróg Z. (1990) Wzrost i rozwój larwalny *Diplopoda* w Polsce. *Acta Zool. Cracov.* 33: 1-12.

20. Stojalowska W., Gieryng R., Piróg Z. (1991) Wzrost i rozwój larwalny *Diplopoda* w Polsce. *Acta Zool. Cracov.* 34: 1-12.

21. Stojalowska W., Gieryng R., Piróg Z. (1992) Wzrost i rozwój larwalny *Diplopoda* w Polsce. *Acta Zool. Cracov.* 35: 1-12.

22. Stojalowska W., Gieryng R., Piróg Z. (1993) Wzrost i rozwój larwalny *Diplopoda* w Polsce. *Acta Zool. Cracov.* 36: 1-12.

23. Stojalowska W., Gieryng R., Piróg Z. (1994) Wzrost i rozwój larwalny *Diplopoda* w Polsce. *Acta Zool. Cracov.* 37: 1-12.

24. Stojalowska W., Gieryng R., Piróg Z. (1995) Wzrost i rozwój larwalny *Diplopoda* w Polsce. *Acta Zool. Cracov.* 38: 1-12.

25. Stojalowska W., Gieryng R., Piróg Z. (1996) Wzrost i rozwój larwalny *Diplopoda* w Polsce. *Acta Zool. Cracov.* 39: 1-12.

26. Stojalowska W., Gieryng R., Piróg Z. (1997) Wzrost i rozwój larwalny *Diplopoda* w Polsce. *Acta Zool. Cracov.* 40: 1-12.

27. Stojalowska W., Gieryng R., Piróg Z. (1998) Wzrost i rozwój larwalny *Diplopoda* w Polsce. *Acta Zool. Cracov.* 41: 1-12.

28. Stojalowska W., Gieryng R., Piróg Z. (1999) Wzrost i rozwój larwalny *Diplopoda* w Polsce. *Acta Zool. Cracov.* 42: 1-12.

29. Stojalowska W., Gieryng R., Piróg Z. (2000) Wzrost i rozwój larwalny *Diplopoda* w Polsce. *Acta Zool. Cracov.* 43: 1-12.

30. Stojalowska W., Gieryng R., Piróg Z. (2001) Wzrost i rozwój larwalny *Diplopoda* w Polsce. *Acta Zool. Cracov.* 44: 1-12.

31. Stojalowska W., Gieryng R., Piróg Z. (2002) Wzrost i rozwój larwalny *Diplopoda* w Polsce. *Acta Zool. Cracov.* 45: 1-12.

32. Stojalowska W., Gieryng R., Piróg Z. (2003) Wzrost i rozwój larwalny *Diplopoda* w Polsce. *Acta Zool. Cracov.* 46: 1-12.

33. Stojalowska W., Gieryng R., Piróg Z. (2004) Wzrost i rozwój larwalny *Diplopoda* w Polsce. *Acta Zool. Cracov.* 47: 1-12.

34. Stojalowska W., Gieryng R., Piróg Z. (2005) Wzrost i rozwój larwalny *Diplopoda* w Polsce. *Acta Zool. Cracov.* 48: 1-12.

35. Stojalowska W., Gieryng R., Piróg Z. (2006) Wzrost i rozwój larwalny *Diplopoda* w Polsce. *Acta Zool. Cracov.* 49: 1-12.

36. Stojalowska W., Gieryng R., Piróg Z. (2007) Wzrost i rozwój larwalny *Diplopoda* w Polsce. *Acta Zool. Cracov.* 50: 1-12.

37. Stojalowska W., Gieryng R., Piróg Z. (2008) Wzrost i rozwój larwalny *Diplopoda* w Polsce. *Acta Zool. Cracov.* 51: 1-12.

38. Stojalowska W., Gieryng R., Piróg Z. (2009) Wzrost i rozwój larwalny *Diplopoda* w Polsce. *Acta Zool. Cracov.* 52: 1-12.

39. Stojalowska W., Gieryng R., Piróg Z. (2010) Wzrost i rozwój larwalny *Diplopoda* w Polsce. *Acta Zool. Cracov.* 53: 1-12.

40. Stojalowska W., Gieryng R., Piróg Z. (2011) Wzrost i rozwój larwalny *Diplopoda* w Polsce. *Acta Zool. Cracov.* 54: 1-12.

41. Stojalowska W., Gieryng R., Piróg Z. (2012) Wzrost i rozwój larwalny *Diplopoda* w Polsce. *Acta Zool. Cracov.* 55: 1-12.

42. Stojalowska W., Gieryng R., Piróg Z. (2013) Wzrost i rozwój larwalny *Diplopoda* w Polsce. *Acta Zool. Cracov.* 56: 1-12.

43. Stojalowska W., Gieryng R., Piróg Z. (2014) Wzrost i rozwój larwalny *Diplopoda* w Polsce. *Acta Zool. Cracov.* 57: 1-12.

44. Stojalowska W., Gieryng R., Piróg Z. (2015) Wzrost i rozwój larwalny *Diplopoda* w Polsce. *Acta Zool. Cracov.* 58: 1-12.

45. Stojalowska W., Gieryng R., Piróg Z. (2016) Wzrost i rozwój larwalny *Diplopoda* w Polsce. *Acta Zool. Cracov.* 59: 1-12.

46. Stojalowska W., Gieryng R., Piróg Z. (2017) Wzrost i rozwój larwalny *Diplopoda* w Polsce. *Acta Zool. Cracov.* 60: 1-12.

47. Stojalowska W., Gieryng R., Piróg Z. (2018) Wzrost i rozwój larwalny *Diplopoda* w Polsce. *Acta Zool. Cracov.* 61: 1-12.

48. Stojalowska W., Gieryng R., Piróg Z. (2019) Wzrost i rozwój larwalny *Diplopoda* w Polsce. *Acta Zool. Cracov.* 62: 1-12.

49. Stojalowska W., Gieryng R., Piróg Z. (2020) Wzrost i rozwój larwalny *Diplopoda* w Polsce. *Acta Zool. Cracov.* 63: 1-12.

50. Stojalowska W., Gieryng R., Piróg Z. (2021) Wzrost i rozwój larwalny *Diplopoda* w Polsce. *Acta Zool. Cracov.* 64: 1-12.

51. Stojalowska W., Gieryng R., Piróg Z. (2022) Wzrost i rozwój larwalny *Diplopoda* w Polsce. *Acta Zool. Cracov.* 65: 1-12.