LUDWIK LIPNICKI

**KSZTAŁTOWANIE SIĘ FLORY POROSTÓW
ZASIEDLAJĄCYCH GŁAZY NARZUTOWE**

FORMATION OF LICHEN FLORA
POPULATING ERRATIC BLOCKS

SPIS TREŚCI

I. Wstęp. Przedmiot i cel badań	9
II. Teren i metody badań	10
III. Wyniki badań. Przebieg procesu kształtowania się flory porostów na głazach narzutowych	12
III.1. Uwagi wstępne	12
III.2. Stadium inicjalne	15
III.3. Stadium optymalne	21
III.4. Dynamika głównych gatunków porostów epilitycznych	24
III.5. Zróźnicowanie dynamiczne porostów w stadium inicjalnym	26
III.6. Syntaksonomiczna rola porostów pionierskich	29
III.7. Epilityczne porosty pionierskie na tle flory porostów występujących w Rezerwacie Kręgi Kamienne	31
IV. Podsumowanie	33
V. Literatura	35
VI. Formation of lichen flora populating erratic blocks (Summary)	36

ABSTRACT

Ludwik LIPNICKI. *Formation of lichen flora populating erratic blocks*. Monogr. Bot., Vol. 84, 5—38, 1998.

The thesis includes the results of over ten years' research and observations of the population process of epilithic lichens on the newly exposed surfaces of erratic boulders. The research was carried out in the 'Kręgi Kamienne' Archaeological and Nature Reserve located in the Tucholskie Forest (N Poland). The thesis presents the sequence of population and the quantitative changes of pioneering lichens. The following phases of initial stage of succession, which have lasted for at least 30 years, were distinguished and characterized: the phase of pulverulent lichens, the beginning phase of *Lecidea fuscoatra* domination and the phase of boulders population by *Porpidia* and *Rhizocarpon* genera species. The optimal stage was specified on the basis of initial population of foliose lichens and formation of epilithic lichen associations.

Key words: lichen flora formation; pioneer lichens; initial stage; succession phases; species dynamics; syntaxonomics weight; erratic faces; Kręgi Kamienne Reserve; Tucholskie Forest; N Poland.

I. WSTĘP. PRZEDMIOT I CEL BADAŃ

Na terenach niżowych naturalnym podłożem rozwoju porostów epilitycznych są przede wszystkim krzemianowe głazy narzutowe oraz drobne kamienie. W mniejszym stopniu, ze względu na nieliczne występowanie na niżu, funkcję tę pełnią skały wapienne. Gospodarka człowieka zakłóciła ten odwieczny porządek: głazy i otoczaki krzemianowe przez stulecia były wykorzystywane w budownictwie i do utwardzania dróg, a jednocześnie wprowadzano podłoże wapienne — zaprawę murarską, beton itp. Obecnie pozostały już tylko nieliczne okazałe głazy narzutowe lub ich skupiska. Są one często chronione jako pomniki przyrody albo, jak w Rezerwacie Kręgi Kamienne w okolicach wsi Odry lub w podobnych obiektach (w okolicach wsi Węsiory, Grzybnica i innych), są podstawowym składnikiem powierzchniowego obiektu chronionego. Kręgi Kamienne były miejscem pochówków lub ośrodkami pradawnych obrzędów kultowych. Budziły one zawsze duże zainteresowanie, a otaczająca je aura tajemniczości była przeważnie wystarczającym zabezpieczeniem przed celową lub przypadkową dewastacją. Głównie z tych powodów ustawione w kręgi głazy, po uprzedniej odpowiedniej obróbce, przetrwały wraz z zasiedlającymi je porostami do czasów obecnych.

Grupa porostów epilitycznych, obok żyjących na innym podłożu, jest wymieniana w licznych współczesnych pracach florystycznych (por. LIPNICKI 1984, 1988, 1990, 1991; CIEŚLIŃSKI, TOBOLEWSKI 1988; FAŁTYNOWICZ, TOBOLEWSKI 1989, LIPNICKI, TOBOLEWSKI 1992, CIEŚLIŃSKI, ZIELIŃSKA, red. 1994). Analizy warunków występowania porostów, w tym także epilitycznych, na terenie Pomorza Zachodniego dokonał FAŁTYNOWICZ (1992). Bogatych informacji o porostach epilitycznych z innych części Niżu Środkowoeuropejskiego dostarczają między innymi prace SANDSTEDT'EGO (1952), PITERANSA (1982) i LITTERSKI (1991).

Wyłącznie epilitycznym porostom głazów narzutowych poświęcone są prace między innymi ZIELIŃSKIEJ (1980), KARCZMARZA, MICKIEWICZ i OLECH (1988), KISZKI i LIPNICKIEGO (1993, 1994), LIPNICKIEGO (1994) oraz FAŁTYNOWICZA (1997). Opracowanie KRAWCA (1938) należy niewątpliwie do najważniejszych.

Na temat zbiorowisk porostów naskalnych pisali również MOTYKA (1926) i TOBOLEWSKI (1960). Prace te, podobnie jak i bardzo szczegółowe opracowania FREY'A (1933) i WIRTHA (1972) oraz syntetyczne zestawienia KLEMENTA (1955) i niektóre inne, dotyczą zbiorowisk górskich. Tabele fitosocjologiczne flory epilitycznej niżowych głazów narzutowych zawierają prace ZIELIŃSKIEJ (1980) oraz KARCZMARZA i in. (1988).

Problem zasiedlania powierzchni głazów przez porosty na niżu nie był dotychczas badany. Nieliczne prace, np. WIRTHA (1972), zawierają wyniki badań dotyczące sukcesji porostów epilitycznych w warunkach górskich; w innych opracowaniach zagadnienie to jest jedynie wzmiankowane (por. KORNAŚ 1972).

Celem badań prowadzonych w latach 1980–1996 w Rezerwacie Kręgi Kamienne w Borach Tucholskich było prześledzenie procesów zasiedlania przez porosty epilityczne świeżo odsłanianych powierzchni głazów narzutowych. Analizowano kolejność osiedlania się poszczególnych taksonów, zmiany składu gatunkowego porostów oraz preferencje ekologiczne kolejno pojawiających się taksonów. Do celów porównawczych włączono także wyniki badań porostów kamiennych kręgów z północnej Brandenburgii (Naturpark Elbetal) i północnej części Półwyspu Jutlandzkiego oraz z Wysp Owczych (Faroe Islands), prowadzone w ramach prac badawczych IIIth Field Symposium Nordic Lichens Society w 1995 r., uzupełnione wynikami wcześniejszych badań ALSTRUPA, CHRISTENSENA, HANSENA i SVANE (1994).

Dziękuję prof. dr. hab. J. KISZCE (WSP, Kraków) za wspólną pracę nad porostami epilitycznymi Rezerwatu Kręgi Kamienne oraz za konsultacje i dyskusje merytoryczne. Prof. dr. hab. S. CIEŚLIŃSKIEMU (WSP, Kielce) i prof. dr. hab. J. B. FALIŃSKIEMU (UW, Białowieża) dziękuję za konsultacje merytoryczne i pomoc w prezentacji wyników. Dziękuję dr. hab. T. GRABARCZYKOWI (UŁ, Łódź) za szczegółowe informacje o badaniach archeologicznych w Rezerwacie Kręgi Kamienne. Wdzięczny jestem także dr. V. ALSTRUPOWI (Uniwersytet Kopenhaga) za zaproszenie mnie do udziału w badaniach na terenie Danii i na Wyspach Owczych.

II. TEREN I METODY BADAŃ

Rezerwat Kręgi Kamienne o powierzchni 16,9 ha znajduje się wśród lasów północnej części Borów Tucholskich, w sąsiedztwie wsi Odry (Ryc. 1). Jest on objęty ochroną prawną od 1958 r. (FLICIŃSKA-BOROWICZ 1967). Głównym obiektem

Ryc. 1. Położenie obiektów badań kształtowania się flory porostów epilitycznych A – Polska: podstawowy: 1 – Bory Tucholskie (Rezerwat Kręgi Kamienne); porównawcze: 2 – Pojezierze Myśliborskie; 3 – Pojezierze Choszczeńskie; 4 – Równina Walecka; B – Europa: 1 – Bory Tucholskie; 5 – północna Brandenburgia; 6 – Półwysep Jutlandzki; 7 – Wyspy Owcze

Fig. 1. Location of observation sites where colonization of epilithic lichen flora was studied A – in Poland: basic: 1 – the Tucholskie Forest (the Kręgi Kamienne Reserve); comparative: 2 – the Mysliborskie Lakeland; 3 – the Choszczeńskie Lakeland; 4 – the Walecka Plain; B – Europe: 1 – the Tucholskie Forest; 5 – Northern Brandenburg; 6 – the Jutland Peninsula; 7 – the Faroe Islands

ochrony są regularne kręgi o średnicy od 15 do 33 m. Każdy z nich utworzony jest przez 14 do 24 głazów na obwodzie i jeden lub dwa głazy w centrum. Łączenie ze znajdującymi się poza kręgami, w rezerwacie zgromadzonych jest ponad 230 głazów o wysokości kilkudziesięciu centymetrów. Są to głównie gnejsy (ponad 50 proc.), granity i granitognejsy (ok. 30–40 proc.) oraz piaskowce (ok. 5–10 proc.). Badania archeologiczne wykazały, że jest to cmentarzysko kultury wielbarskiej datowane na I–III wiek n.e., czyli okres rzymski (KOSTRZEWSKI 1928; GRABARCZYK 1992).

Większość głazów znajduje się na rozległej śródleśnej polanie, a część w otaczającym ją prześwietlonym borze świeżym *Leucobryo-Pinetum*. Północną granicę rezerwatu stanowi rzeka Wda (Czarna Woda). Obiekt jest odwiedzany przez licznych turystów.

Na bogactwo naskalnej flory Kręgów Kamiennych zwrócił uwagę KRAWIEC (1938) wymieniając ponad 40 gatunków porostów epilitycznych. W wyniku badań prowadzonych w latach osiemdziesiątych (LIPNICKI 1990) oraz w roku 1992 (LIPNICKI, KISZKA 1992; KISZKA, LIPNICKI 1993, 1994), stwierdzono 86 gatunków. Bogactwo oraz obecność gatunków bardzo rzadkich na Niżu Środkowoeuropejskim i na terenie Polski oraz interesujących z innych względów, stały się podstawą do wprowadzenia w życie postulatów o ścisłą lokalną ochronę flory naskalnej (LIPNICKI 1991, 1992 i inne prace).

Archeologiczne prace badawcze i rekonstrukcyjne w Rezerwacie Kręgi Kamienne są prowadzone od roku 1926. Według informacji ustnej archeologa dr. hab. Tadeusza GRABARCZYKA, większość głazów w rezerwacie znajduje się w miejscu ich pierwotnego ustawienia od około 1,6–1,8 tys. lat. Niektóre głazy przewróciły się i w ciągu stuleci zostały przykryte warstwą gleby lub darni. Obecnie prawie wszystkie głazy zostały ponownie odsłonięte i ustawione w pierwotnych miejscach i pozycjach.

W latach 1980–1996 obserwowano kolejność pojawiania się i zmiany pokrycia przez poszczególne gatunki porostów na odsłanianych powierzchniach głazów. Powierzchnie zbadane w 1980 r. były odsłonięte już od pięciu lat.

Wyniki badań zestawiano stosując przedziały wiekowe (klasy) wynikające z okresów prowadzenia kolejnych obserwacji. Stąd: stosowanie w opisach i na rycinach podziału na klasy wiekowe: 5–6; 7–9; 10–12; 13–15; 16–21 lat. W 1996 r. zbadano i włączono do analizy dynamiki porosty z trzynastu powierzchni odsłoniętych w latach 1962–1965 (31–34-letnich), mimo że nie były one wcześniej poddane ciągłej obserwacji lichenologicznej.

Wykorzystano również rozpoznany skład gatunków porostów występujących na głazach narzutowych odsłoniętych przed rokiem 1962 (w latach dwudziestych i trzydziestych XX w.), podczas badań prowadzonych przez profesora KOSTRZEWSKIEGO. Dane te były pomocne w próbach określenia początku optymalnego stadium zasiedlania powierzchni głazów przez porosty oraz w ocenie roli syntaksonomicznej poszczególnych gatunków. Jednak z powodu braku możliwości określenia dokładnych dat prac rekonstrukcyjnych z lat dwudziestych i trzydziestych, przyjęty czas zakończenia stadium inicjalnego i początku stadium optymalnego

ma wartość przybliżoną; będzie on możliwy do dokładnego określenia w wyniku badań porównawczych za następne kilkanaście-kilkadziesiąt lat. W analizach tych pomocne były także wyniki badań i obserwacji zmian flory porostów wszystkich głązów w rezerwacie prowadzone od roku 1980 (LIPNICKI 1990, 1991, 1993; KISZKA, LIPNICKI 1994) oraz dane z innych części Pomorza i spoza granic Polski (LIPNICKI, TOBOLEWSKI 1992; LIPNICKI 1994 oraz materiały niepublikowane; por. także Ryc. 1).

Obserwowano kolejność pojawiania się porostów na całych odsłoniętych powierzchniach głązów (od 10×10 cm do ok. 50×20 cm). Dokonywano każdorazowo spisu obecnych gatunków i określano procentowe pokrycie badanej powierzchni. Ze względu na różne wielkości powierzchni oraz stosunkowo niewielkie pokrycie osiągane przez wszystkie gatunki inicjalne, używano 100-stopniowej skali pokrycia (0,1–100,0 proc.); jako plus (+) oznaczano zajmowanie powierzchni mniejszej niż 1 proc., przy czym w obliczeniach znakowi '+' przypisywano wartość 0,5 proc.

Nomenklaturę porostów przyjęto według NOWAKA i TOBOLEWSKIEGO (1975), uwzględniając zmiany wprowadzone przez SANTESSONA (1984, 1993) i WIRTHA (1987, 1995); nomenklaturę fitosocjologiczną – według KLEMENTA (1955), ze zmianami wprowadzonymi przez WIRTHA (1995).

Materiały zielnikowe złożono w Herbarium Pracowni Biologii i Ochrony Przyrody Instytutu Wychowania Fizycznego w Gorzowie Wielkopolskim.

III. WYNIKI BADAŃ.

PRZEBIEG PROCESU KSZTAŁTOWANIA SIĘ FLORY POROSTÓW NA GŁAZACH NARZUTOWYCH

III.1. Uwagi wstępne

Na podstawie częstości występowania porostów, zmian składu gatunkowego i wartości stopnia pokrycia w kolejnych klasach wiekowych, wyodrębniono trzy fazy stadium inicjalnego sukcesji oraz określono przybliżony początek stadium optymalnego. Nazwy faz nawiązują najczęściej do grup porostów uzyskujących dominację (por. REJMENT-GROCHOWSKA 1950). Fazę pierwszą wyznacza osiedlanie się i dominacja porostów o plechach proskowatych typu *Lepraria*. Trwa ona od piątego (obecność pierwszych porostów) do dziewiątego roku odsłonięcia powierzchni skalnej i zawiera dwie wyróżnione na wstępie badań klasy wiekowe: I – 5–6 lat i II – 7–9 lat (Tab. 1, 2). Faza druga – dominacji *Lecidea fuscoatra* – trwa od dziesiątego do piętnastego roku odsłonięcia powierzchni głązu i obejmuje klasy wiekowe: III – 10–12 lat i IV – 13–16 lat (Tab. 3, 4). Faza trzecia, charakteryzująca się zasiedlaniem powierzchni głązu przez porosty skorupiaste z rodzaju *Porpidia* i *Rhizocarpon*, rozpoczyna się po upływie około siedemnastu lat od odsłonięcia powierzchni głązu (Tab. 5). Na podstawie obserwacji powierzchni

odsłoniętych od 20 do 30 lat (jednak bez możliwości dokładnego datowania) można przyjąć, że znajdują się one jeszcze w trzeciej fazie stadium inicjalnego.

Początek stadium optymalnego związany jest ze wzrostem liczby gatunków i zajmowanej przez nie powierzchni (Tab. 6) zbliżonej do przeciętnej na wszystkich głazach w rezerwacie (Ryc. 2, 3). Pojawiają się między innymi porosty listkowane

Ryc. 2. Liczby gatunków porostów skorupiastych (A) i listkowatych (B) w stadium inicjalnym i na początku optymalnego stadium sukcesji

Fig. 2. Number of crustose (A) and foliose (B) lichen species at the initial and at the beginning of the optimal stages of succession

Ryc. 3. Procentowe pokrycie badanych powierzchni przez porosty
1 — maksymalne; 2 — średnie; 3 — minimalne

Fig. 3. Lichens cover on observed surfaces (%)
1 — maximal; 2 — middle; 3 — minimal

Ryc. 4. Procentowe wartości średniego pokrycia (0—12%) i częstości występowania (0—100%) porostów biorących udział w pierwszych trzydziestu latach procesu zasiedlania powierzchni głazów narzutowych

Fig. 4. Average cover (0—12%) and frequency of occurrence (0—100%) of lichens taking part in the first thirty years of the occupation process on erratic block faces

1 — coefficient of cover; 2 — frequency in the first thirty years; 3 — frequency all over the reserve

i skorupiaste o węższym niż u gatunków pionierskich zakresie tolerancji warunków siedliskowych. Zmiany częstości występowania oraz średniego pokrycia przez poszczególne gatunki w kolejnych klasach wiekowych przedstawiono na rycinach 4 i 5.

Stadia i fazy sukcesji Stages and phases of succession	Stadium inicjalne Initial stage						Stadium optymalne Optimal stage	
	0	1		2		3	4	
Klasy wiekowe Age class		I	II	III	IV	V	VI	
Trwanie w latach Duration in years		5-6	7-9	10-12	13-16	17-30	31-34	∞
<i>Lepraria neglecta</i>								
<i>Lecidea fuscoatra</i>								
<i>Lepraria incana</i>								
<i>Acarospora fuscata</i>								
<i>Aspicilia laevata</i>								
<i>Diploschistes scruposus</i>								
<i>Lecanactis latebrarum</i>								
<i>Porpidia tuberculosa</i>								
<i>Rhizocarpon obscuratum</i>								
<i>Porpidia soledizodes</i>								
<i>Rhizocarpon geographicum</i>								
<i>Lecanora polytropa</i>								
<i>Xanthoparmelia conspersa</i>								
<i>Parmelia saxatilis</i>								
<i>Neofuscelia loxodes</i>								
<i>Hypogymnia physodes</i>								
<i>Psilolechia lucida</i>								
<i>Lecanora rupicola</i>								
<i>Melanelia soledata</i>								
<i>Porpidia crustulata</i>								
<i>Rimularia furvella</i>								
<i>Trapelia obtegens</i>								
<i>Imshaugia aleurites</i>

Ryc. 5. Frekwencja gatunków porostów biorących udział w pierwszych trzydziestu latach zasiedlania powierzchni głazów

Fig. 5. Frequency of lichen species taking part in the occupation of erratic block faces in the first thirty years

III.2. Stadium inicjalne

Faza 1. Dominacja *Lepraria* (5–9 lat). Pierwsze, możliwe do zdiagnozowania plechy porostów osiedlają się na powierzchni głazów w pięć lat po jej odsłonięciu.

Tabela 1 — Table 1
 Porosty na powierzchniach głazów odsłoniętych od 5 do 6 lat
 Lichens on the faces of erratic blocks uncovered 5–6 years ago

Nr kolejny Successive number	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Pokrycie – Cover %	Stalosc – Constancy %
Nr zdjęcia (powierzchni głazu) Number of relevé (face of erratic block)	5/22a	5/22	5/20	5/20a	5/22b	5/19	3/3a	3/3	3/4a	3/4		
Data Date	1987 08.16	1987 08.16	1988 10.04	1988 10.04	1987 08.16	1987 08.16	1980 08.03	1980 08.03	1980 08.03	1980 08.03		
Czas odsłonięcia powierzchni głazu w latach Duration the erratic block has been uncovered in years	5	5	6	6	5	5	5	5	5	5		
Łączne pokrycie porostów Total cover of lichens	3	2	+	+	+	+	+	+	+	+		
Liczba gatunków Number of species	3	1	1	1	1	1	1	?	?	?		
<i>Lepraria neglecta</i>	+	2	+	+	+	+	.	.	.	.	0,4	60
<i>Lepraria incana</i>	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0,1	10
<i>Lecidea fuscoatra</i>	+	.	.	.	.	.	+	.	.	.	0,1	20
Nieoznaczalne zaczątki plech Indeterminate beginner thalli								+	+	+		

Są to: *Lepraria neglecta*, *L. incana* i *Lecidea fuscoatra*. Z reguły na jednej powierzchni znajduje się tylko jeden z wymienionych gatunków, najczęściej *L. neglecta*. Osiedlanie rozpoczyna się od szczelin, pęknięć i bardziej chropowatych części głazu. Na powierzchniach odsłoniętych przez 5–6 lat skupienia ziarenek plechy *L. neglecta* są rozproszone i nie posiadają jeszcze miąższości typowej dla plechy w pełni rozwiniętej. Zajmują one łącznie od 1 do 6 cm² (średnio 0,4 proc. powierzchni głazu) i występują ze stałością 60 proc. (Tab. 1).

Lecidea fuscoatra osiąga stałość 20 proc.; plechy mają postać nieregularnych gruzełkowatych skupień. Zajmuje ona od kilku milimetrów kwadratowych do 2 cm² powierzchni głazu (średnio 0,1 proc.); znaleziono dwa owocniki.

Lepraria incana stwierdzono na jednej zacienionej powierzchni, na wysokości od 1 do 4 cm nad ziemią oraz w szczelinie.

Po upływie 7–9 lat od odsłonięcia głazu, na poszczególnych powierzchniach występują nadal od jednego do trzech gatunków porostów. Ich średnie pokrycie wynosi 5,1 proc. (minimalnie 3 proc., maksymalnie 10 proc.). Stałość *Lepraria neglecta* wzrasta do 100 proc., a średnie pokrycie – do 4 proc.; *Lecidea fuscoatra* osiąga stałość 33 proc. i pokrycie 1,3 proc. *Lepraria incana* nadal występuje w nieznacznych ilościach i z niską stałością. Na dwóch spośród sześciu badanych powierzchni skalnych, odsłoniętych średnio od ośmiu lat, pojawia się po kilka areolek *Acarospora fuscata* (Tab. 2).

Faza 2. Dominacja *Lecidea fuscoatra* (10–15 lat). Fazę tę wyznacza początek dominacji *Lecidea fuscoatra*, najpospolitszego porostu epilitycznego w rezerwacie.

Tabela 2 — Table 2

Porosty na powierzchniach głazów odsłoniętych od 7 do 9 lat
Lichens on the faces of erratic blocks uncovered 7–9 years ago

Nr kolejny Successive number	1	2	3	4	5	6	Pokrycie – Cover %	Staość – Constancy %
Nr zdjęcia (powierzchni głazu) Number of relevé (face of erratic block)	5/22a	5/20	5/20a	5/22b	5/22	5/19		
Data Date	1990 07.11	1991 06.26	1991 06.26	1990 07.11	1990 07.11	1989 06.11		
Czas odsłonięcia powierzchni głazu w latach Duration the erratic block has been uncovered in years	8	9	9	8	8	7		
Łączne pokrycie porostów Total cover of lichens	10	3	5	5	5	3		
Liczba gatunków Number of species	3	2	2	2	1	1	Pokrycie – Cover %	Staość – Constancy %
<i>Lepraria neglecta</i>	5	+	5	5	5	3		
<i>Lepraria incana</i>	+	.	.	.	.	.		
<i>Lecidea fuscoatra</i>	5	3	.	.	.	.		
<i>Acarospora fuscata</i>	.	.	+	+	.	.		
							4,0	100
							0,1	17
							1,3	33
							0,2	33

Tabela 3 — Table 3
 Porosty na powierzchniach głazów odsłoniętych od 10 do 12 lat
 Lichens on the faces of erratic blocks uncovered 10–12 years ago

Nr kolejny Successive number	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Pokrycie — Cover %	Stałość — Constancy %
Nr zdjęcia (powierzchni głazu) Number of relevé (face of erratic block)	3/3a	3/3	3/4	5/20	5/22a	5/22b	5/20a	3/4a	5/22	5/19		
Data Date	1985 10.12	1985 10.12	1985 10.12	1992 10.14	1992 10.14	1992 10.14	1992 10.14	1985 10.12	1992 10.14	1992 10.14		
Czas odsłonięcia powierzchni głazu w latach Duration the erratic block has been uncovered in years	12	12	12	10	10	10	10	12	10	10		
Łączne pokrycie porostów Total cover of lichens	5	+	+	13	22	15	15	+	10	15		
Liczba gatunków Number of species	1	1	1	3	4	4	4	2	4	3		
<i>Lecidea fuscoatra</i> <i>Lepraria neglecta</i> <i>Lepraria incana</i> <i>Acarospora fuscata</i> <i>Aspicilia laevata</i> <i>Lecanactis latebrarum</i> <i>Diploschistes scruposus</i>	5	+	+	10	10	2	2	+	.	.	3,0	80
	.	.	.	3	10	10	7	+	10	7	5,0	70
	.	.	.	.	2	+	.	.	+	.	0,3	30
	.	.	.	+	.	3	3	.	2	.	1,0	40
	.	.	.	.	+	.	+	.	.	5	1,0	30
	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	0,3	10
	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	0,1	10

Tabela 4 — Table 4
 Porosty na powierzchniach głazów odsłoniętych od 13 do 16 lat
 Lichens on the faces of erratic blocks uncovered 13—16 years ago

Nr kolejny Successive number	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Pokrycie — Cover %	Stalność — Constancy %
Nr zdjęcia (powierzchni głazu) Number of relevé (face of erratic block)	3/4	3/3	3/3a	5/22a	5/22b	5/22	5/20	5/20a	3/4a	5/19		
Data Date	1991 06.26	1991 06.26	1991 06.26	1995 08.24	1995 08.24	1996 08.04	1996 08.04	1996 08.04	1991 06.26	1996 08.04		
Czas odsłonięcia powierzchni głazu w latach Duration the erratic block has been uncovered in years	16	16	16	13	13	14	14	14	16	14		
Łączne pokrycie porostów Total cover of lichens	5	5	5	25	20	15	25	20	15	25		
Liczba gatunków Number of species	2	1	1	4	5	5	4	4	2	3		
<i>Lecidea fuscoatra</i> <i>Lepraria neglecta</i> <i>Lepraria incana</i> <i>Acarospora fuscata</i> <i>Diploschistes scruposus</i> <i>Aspicilia laevata</i> <i>Lecanactis latebrarum</i>	5	5	5	10	5	+	15	5	5	.	5,5	90
	.	.	.	10	10	10	5	10	10	10	6,5	70
	.	.	.	5	+	+	.	.	.	.	1,0	30
	+	.	.	.	5	2	5	5	.	.	2,0	50
	.	.	.	.	+	2	2	.	.	.	0,5	30
	.	.	.	+	.	.	.	+	.	10	1,1	30
	.	.	.	.	.	.	.	.	.	5	0,5	10

Tabela 5 — Table 5
 Porosty na powierzchniach głazów odsłoniętych od 17 do 21 lat
 Lichens on the faces of erratic blocks uncovered 17–21 years ago

Nr kolejny Successive number	1	2	3	4	5	6	7	8	Pokrycie — Cover %	Stalność — Constancy %
	3/4	3/4	3/3	3/3	3/3a	3/3	3/4a	3/4a		
Data Date	1996 08.05	1992 10.15	1992 10.15	1992 10.15	1996 08.05	1996 08.05	1996 08.05	1992 10.15	1992 10.15	
Czas odsłonięcia powierzchni głazu w latach Duration the erratic block has been uncovered in years	21	17	17	17	21	21	21	17		
Łączne pokrycie porostów Total cover of lichens	30	13	11	6	25	20	20	20		
Liczba gatunków Number of species	3	3	4	3	5	4	4	2		
<i>Lecidea fuscoatra</i> <i>Porpidia tuberculosa</i> <i>Porpidia soredizoides</i> <i>Rhizocarpon geographicum</i> <i>Rhizocarpon obscuratum</i> <i>Lepraria neglecta</i> <i>Acarospora fuscata</i> <i>Lecanactis latebrarum</i>	10	10	10	5	15	5	10	10	9,0	100
	.	.	+	+	5	5	.	.	1,0	50
	.	.	+	+	5	5	.	.	1,0	50
	10	+	.	.	+	.	+	.	1,1	37
	.	.	.	.	.	+	+	.	0,1	25
	.	.	.	.	+	.	10	10	2,0	37
	10	5	.	.	.	.	+	.	2,0	37
	.	.	.	.	.	5	.	.	0,5	12,5
	.	.	.	.	.	.	.	.		
	.	.	.	.	.	.	.	.		

Na początku fazy (na powierzchniach 10–12-letnich) występuje łącznie siedem gatunków porostów, od jednego do czterech na poszczególnych powierzchniach badawczych. Średnia powierzchnia zajęta przez porosty wzrasta do 9,4 proc. (maksymalnie 20 proc.). Gatunkami najpospolitszymi w tym przedziale wiekowym są nadal *Lecidea fuscoatra* i *Lepraria neglecta*, przy czym z wyższą stałością (80 proc.) występuje *Lecidea fuscoatra*, a *Lepraria neglecta* osiąga większe pokrycie (średnio 5 proc.). Na trzech powierzchniach oba wymienione porosty pojawiają się po raz pierwszy dopiero w tym przedziale wiekowym. Do gatunków występujących już w pierwszej fazie sukcesji dołączają: *Aspicilia laevata* (trzy spośród dziesięciu powierzchni), *Lecanactis latebrarum* i *Diploschistes scruposus* (po jednej powierzchni). Dwa ostatnie gatunki pojawiają się wyłącznie na odsłoniętych powierzchniach tych głazów, na których porosty te są obecne na innych ścianach, eksponowanych od kilkudziesięciu lub kilkuset lat (Tab. 3).

W drugiej części tej fazy, na powierzchniach 13–15-letnich wzrasta – choć w różnym stopniu – pokrycie wszystkich wcześniej osiadłych na nich porostów. Pokrywają one od 5 do 25 proc. (średnio 16 proc.) wszystkich badanych powierzchni. Współdominującymi są nadal *Lecidea fuscoatra* (stałość 90 proc.) i *Lepraria neglecta* (stałość 70 proc.), coraz wyraźniej zaznacza się także obecność *Acarospora fuscata* (stałość 50 proc.). Nieznacznie wzrasta udział *Diploschistes scruposus* (Tab. 4).

Faza 3. Zasiedlanie przez *Porpidia* i *Rhizocarpon* (16–30 lat). Początek fazy wyznacza osiedlanie się *Porpidia tuberculosa*, *P. soredizodes*, *Rhizocarpon geographicum* i *Rh. obscuratum*. Nadal nie osiedlają się porosty listkowate. Na powierzchniach 17–21-letnich oba gatunki z rodzaju *Porpidia* występują ze stałością 50 proc. i pokrywają średnio 1 proc. badanych powierzchni. *Rhizocarpon geographicum* pojawia się na trzech spośród ośmiu badanych powierzchni, a *Rh. obscuratum* – na dwóch. Oba gatunki *Rhizocarpon* zajmują od mniej niż 1 do 10 proc. powierzchni, na których rosną. Spośród gatunków dotychczas obecnych dominuje *Lecidea fuscoatra* (frekwencja 100 proc. i pokrycie od 5 do 15 proc., średnio 9 proc.). Do 37 proc. zmniejsza się częstość występowania *Lepraria neglecta* i *Acarospora fuscata*. Osiem gatunków porostów średnio pokrywa 18 proc. (od 6 do 30 proc.) badanych powierzchni. Pod koniec tej fazy wzrasta frekwencja *Porpidia tuberculosa* i *Rhizocarpon obscuratum* (powyżej średniej frekwencji w całym rezerwacie); wraz z *Lecidea fuscoatra*, dotychczasowym dominantem, oba gatunki stają się współdominującymi (Tab. 5).

III.3. Stadium optymalne

Jest etapem znacznego różnicowania się składu gatunkowego na poszczególnych powierzchniach. Obok licznych gatunków o plesze skorupiastej i proszkowatej jako wyznaczniki stadium optymalnego pojawiają się porosty listkowate oraz skorupiaste (Tab. 6). Rosną one w rezerwacie niemal wyłącznie na głazach, których powierzchnie są najdłużej eksponowane. Są to między innymi *Xanthoparmelia conspersa*, *Parmelia*

Tabela 6 — Table 6

Porosty na powierzchniach głazów odsłoniętych od 31 do 34 lat
Lichens on the faces of erratic blocks uncovered 31 — 34 years ago

Nr kolejny Successive number	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Pokrycie — Cover %	Stalosc — Constasy %	Stalosc — Constasy
Nr zdjęcia (powierzchni głazu) Number of relevé (face of erratic block)	11/6	11/11	11/9	11/8	8/14	11/14	11/13	11/1	4/1	8/10	8/17	11/2			
Data Date	1996 08.05	1996 08.05	1996 08.05	1996 08.05	1996 08.05	1996 08.05	1996 08.05	1996 08.05	1996 08.05	1996 08.05	1996 08.05	1996 08.05			
Czas odsłonięcia powierzchni głazu w latach Duration the erratic block has been uncovered in years	31	31	31	31	34	31	31	31	33	34	33	31			
Łączne pokrycie porostów Total cover of lichens	40	35	20	80	15	20	30	40	100	40	20	50			
Liczba gatunków Number of species	3	5	5	6	5	6	6	5	8	6	6	5			
<i>Lecidea fuscoatra</i>	10	10	5	5	5	10	20	30	10	5	.	.	9,2	85	V
<i>Porpidia tuberculosa</i>	5	5	2	20	5	+	5	.	30	5	5	.	6,9	85	V
<i>Rhizocarpon obscuratum</i>	25	10	10	25	5	.	5	5	50	10	.	.	12,1	69	IV
<i>Rhizocarpon geographicum</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	5	.	0,4	8	I
<i>Porpidia soredizodes</i>	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	0,04	8	I
<i>Lepraria neglecta</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	25	5	10	3,3	31	II
<i>Lepraria incana</i>	.	+	.	.	5	5	.	.	.	5	+	.	1,3	38	II
<i>Acarospora fuscata</i>	.	.	.	20	.	5	.	.	10	.	3	.	3,2	31	II

saxatilis, *Neofuscelia loxodes* oraz *Rimularia furvella*, *Lecanora rupicola* i *Porpidia crustulata*. Niektóre z wymienionych porostów listkowatych oraz *Lecanora polytropa* są pospolite w rezerwacie. W miejscach bardziej zacienionych pojawiają się listkowate porosty epifityczne o szerokim zakresie tolerancji warunków siedliskowych, np. *Hypogymnia physodes*. Łącznie na powierzchniach głazów odsłoniętych od 31 do 34 lat występuje 21 gatunków porostów; od trzech do ośmiu na poszczególnych powierzchniach. Pokrywają one od 5 do 100 proc. powierzchni (średnio 41 proc.). Wartość frekwencji *Lecidea fuscoatra* w stadium optymalnym maleje i stabilizuje się na poziomie przeciętnej dla wszystkich głazów w rezerwacie. Początek stadium optymalnego zaznacza się także wyraźnym grupowaniem się porostów tworzących zespół *Parmelietum conspersae*.

III.4. Dynamika głównych gatunków porostów epilitycznych

Lepraria neglecta, o anidiomorficznej, proszkowatej plesze, początkowo osiedla się w szczelinach skalnych, w których często zalegają jeszcze resztki gleby. Jednak w stosunkowo szybkim tempie zajmuje powierzchnie kolejne, w różnym stopniu spękaną (Ryc. 6). Proces ten trwa przez około 20 lat od odsłonięcia głazów. Tylko niektóre powierzchnie, odsłonięte przez dłuższy czas, *L. neglecta* pokrywa powyżej

Ryc. 6. Zasiedlanie powierzchni głazu przez *Lepraria neglecta*

a — 5 lat; b — 7 lat; c — 10 lat; d — rysy i spękania na powierzchni głazu

Fig. 6. Occupation on erratic block faces by *Lepraria neglecta*

a — 5 years; b — 7 years; c — 10 years; d — scratches and cracs on erratic block faces

20 proc.; ma to miejsce głównie na bocznych ścianach głazów. Jest to porost fotofilny, ale z górnych, wyeksponowanych powierzchni głazów eliminują go rozrastające się plechy porostów listkowatych, np. *Xanthoparmelia conspersa* i *Neofuscelia loxodes*, ponadto jest porostem wypieranym z miejsc swego dotychczasowego występowania przez gatunki skorupiate, o plechach silniej związanych z podłożem skalnym, np. przez gatunki z rodzajów *Rhizocarpon* i *Lecidea* s.l. Inicjalny charakter *L. neglecta* potwierdza także obecność tego porostu na skałach bazaltowych odsłoniętych przez około 10 lat (obserwacja własna na Wyspach Owczych). Cechą protegującą jest tolerowanie szerokiego zakresu warunków siedliskowych: poza głazami występuje na glebie oraz na darenkach mchów (por. DOMBROVSKAJA 1970a, b; NOWAK, TOBOLEWSKI 1975 oraz obserwacje własne).

Lepraria incana zasiedla, choć niezbyt często, najniższe części głazów; preferuje miejsca co najmniej umiarkowanie zacienione, gdzie występuje nawet na ściankach głazów odsłoniętych od kilkudziesięciu i więcej lat. Zaczątki plechy pojawiają się na powierzchniach odsłoniętych od 5 do 10 lat. W pierwszych trzydziestu latach od odsłonięcia głazów zajmuje do 5 proc. powierzchni; nie występuje na powierzchniach głazów silnie wyeksponowanych i nasłonecznionych.

Lecidea fuscoatra pojawia się na głazach przeciętnie w dziesięć lat po odsłonięciu ich powierzchni: najwcześniej po upływie pięciu i nie później niż po upływie czternastu lat. Osiedlanie rozpoczyna od pęknięć i szczelin skalnych, a następnie zajmuje przyległe części ścianek. Średnio pokrywa 9 proc. powierzchni eksponowanych od 17 do 21 lat. Taką samą wartość ma współczynnik pokrycia *L. fuscoatra* na wszystkich głazach w rezerwacie, gdzie porost ten występuje głównie na dobrze oświetlonych (eksponowanych) bocznych ścianach. W miejscach tych konkurencja ze strony porostów listkowatych nie odgrywa tak dużej roli, jak na ścianach górnych. W Kręgach Kamiennych porost ten z reguły nie występuje w najniższych częściach bocznych ścian głazów, osłoniętych roślinami zielnymi. Czynnikiem ograniczającym osiedlanie oraz rozrastanie się plech *L. fuscoatra* jest wilgotność powietrza i zacinienie. *Lecidea fuscoatra* należy do porostów foto-, ksero- oraz nitrofilnych. Potwierdzeniem tych cech jest brak jej w rejonach o dużej wilgotności powietrza, np. na Wyspach Owczych (ASTRUP i in. 1994 i obserwacje własne) oraz niska częstotliwość występowania na jutlandzkich wybrzeżach Morza Północnego (obserwacje własne).

Pierwsze areolki plechy *Acarospora fuscata* pojawiają się najwcześniej w osiem (średnio dwanaście) lat od odsłonięcia powierzchni głazu. W wyniku zasiedlania, początkowo prawie wyłącznie szczelin i pęknięć w skale, plecha ma przeważnie postać wydłużonego skupiska areolek. Na foto- i nitrofilność *A. fuscata* wskazuje jej osiedlanie się na górnych powierzchniach nasłonecznionych ścian. W miejscach zacienionych pierwsze fragmenty plechy rozwijają się dopiero po ponad dwudziestu latach. Na innych, na przykład na dolnych, silnie zacienionych częściach pionowych ścian, nie pojawia się wcale — przynajmniej w pierwszych trzydziestu latach. Przyrost zajmowanej powierzchni jest równomierny, choć zdecydowanie wolniejszy niż przyrost powierzchni zajmowanych przez *Lepraria neglecta* i *Lecidea fuscoatra*.

Aspicilia laevata po raz pierwszy pojawia się na powierzchniach niektórych głazów odsłoniętych od dziesięciu lat; tylko na jednej z nich, w cztery lata później osiąga znaczące pokrycie; zasiedla spękania, szczeliny oraz gładkie powierzchnie. Początkowo plecha jest cienka i ma kształt regularnych rozetek o średnicy 0,5–1 cm, później nieregularnie rozrasta się i zwiększa swą miąższość. Występuje na trzech spośród dwunastu badanych powierzchni 31–34-letnich. Na wszystkich głazach ze świeżo odsłoniętymi ściankami zasiedlonymi przez *A. laevata*, dobrze rozwinięte skupienia tego porostu występują także na innych, dłużej eksponowanych częściach. Jest porostem mezofotofilnym i skiofilnym.

Diploschistes scruposus i *Lecanactis latebrarum* pojawiają się rzadko na powierzchniach dziesięcioletnich. Ma to miejsce wyłącznie na głazach, na których w innych, dłużej eksponowanych miejscach, znajdują się bujnie rozwinięte plechy tych porostów.

Nitro- i fotofilny *D. scruposus* osiedla się głównie w górnych częściach pionowych lub nachylonych ścian, a *L. latebrarum* na powierzchniach pionowych, zacienionych i dotychczas całkowicie wolnych od porostów, np. po odlupaniu fragmentu głazu. W ciągu 1–2 lat przyrost powierzchni zajmowanej przez *L. latebrarum* wynosi średnio 2 cm². W Kręgach Kamiennych należy do porostów bardzo rzadkich.

Zasiedlanie powierzchni głazów przez *Porpidia tuberculosa*, *P. soredizodes*, *Rhizocarpon geographicum* i *Rh. obscuratum* rozpoczyna się po upływie około 17 do 21 lat od ich odsłonięcia. Najpóźniej rozwijają się plechy *Rh. obscuratum*, ale w przedziale wiekowym 31–34 lat porost ten dominuje na niektórych głazach i zajmuje nawet 50 proc. badanych powierzchni. Na terenie całego rezerwatu występuje, podobnie jak *Porpidia tuberculosa*, na prawie 53 proc. głazów. Wszystkie porosty tej grupy początkowo charakteryzują się wytwarzaniem niewielkiej, kolistej plechy. Rozwijają się one głównie na chropowatych pionowych lub ukośnych ściankach. *Rh. geographicum* osiedla się częściej w miejscach nasłonecznionych, na karbach i załamaniach ściany głazu i jest stosunkowo łatwo wypierany przez inne porosty skorupiaste, np. *Lecidea fuscoatra*, *Acarospora fuscata*, *Rh. obscuratum* oraz przez porosty listkowate.

III.5. Zróżnicowanie dynamiczne porostów w stadium inicjalnym

Inicjalne stadium sukcesji porostów na głazach narzutowych trwa co najmniej 30 lat. Na rycinie 7 przedstawiono daty najwcześniejszego, najpóźniejszego i przeciętnego okresu osiedlania się poszczególnych gatunków w tym stadium. W ciągu pierwszych około dwudziestu lat lokalnie w sukcesji uczestniczy jedenaście gatunków porostów (por. Ryc. 2), stanowiących około 13 proc. epilitycznej flory Rezerwatu Kręgi Kamienne. Kolejność ich wkraczania i następnie powiększania zajmowanej powierzchni przedstawiono na rycinie 8 (por. także Ryc. 6).

Ryc. 7. Kolejność osiedlania się porostów pionierskich na powierzchni głazu
a — najwcześniejszy; b — przeciętnie; c — najpóźniej

Fig. 7. Order of occupation of pioneering lichens on erratic block face

a — the earliest; b — the middle; c — the last

Porostami inicjującymi zasiedlanie głazów są *Lepraria neglecta* i *L. incana*. Pojawiają się one najwcześniej i początkowo osiedlają się w szczelinach skalnych oraz w innych niewielkich zagłębieniach na powierzchni głazu, w których przeważnie pozostają jeszcze resztki gleby. Znamionuje je szeroki zakres tolerancji w odniesieniu do warunków ekologicznych, choć *L. incana* preferuje bardziej zacienione części głazów, a *L. neglecta* jest porostem fotofilnym. Ich występowanie na pozostałych głazach jest uzależnione od lokalnego oświetlenia i wilgotności.

Epilitycznym porostem pionierskim jest *Lecidea fuscoatra*. Należy ona do najwcześniej osiedlających się — najpierw na brzegach pęknięć i szczelin, a następnie na sąsiadujących z nimi powierzchniach skalnych; stosunkowo wcześnie staje się dominantem. W najwyższych częściach bocznych ścian głazu *L. fuscoatra* inicjuje rozwój zespołu *Parmelietum conspersae*. Pionierskie cechy przejawiają również *Acarospora fuscata* i *Aspicilia laevata*, osiedlające się na powierzchniach głazów odsłoniętych od ośmiu do dziesięciu lat. Kolejne gatunki pionierskie pojawiają się po upływie 17–21 lat. Są to: *Rhizocarpon obscuratum*, *Rh. geographicum*, *Porpidia tuberculosa* i *P. soredizodes*.

Początek stadium optymalnego (na powierzchniach odsłoniętych przez ponad 30 lat) wyznacza wkraczanie porostów o zróżnicowanych wymaganiach siedliskowych i cechach morfologicznych. Są wśród nich taksony o plechach listkowatych. Głównie na górnych powierzchniach głazów osiedlają się liczne porosty nitro- i fotofilne. Stanowią one zasadniczy trzon ugrupowań porostów formujących się w stadium optymalnym.

Ryc. 8. Schemat przebiegu sukcesyjnego zasiedlania powierzchni glazu narzutowego w pierwszych dwudziestu latach tego procesu
Fig. 8. Diagram of successive occupation of erratic block face in the first twenty years

a — *Lepraria neglecta*; b — *Lepraria incana*; c — *Lecidea fuscoatra*; d — *Lecidea fuscoatra*; e — *Acarospora fuscata*; f — *Lecanactis latebrarum*; g — *Rhizocarpon obscuratum*; h — *Rhizocarpon geographicum*; i — *Porpidia soledizodes*; k — *Porpidia tuberculosa*; l — inne (another)

III.6. Syntaksonomiczna rola porostów pionierskich

Większość zespołów epilitycznych wykształconych na głazach odsłoniętych od wielu dziesięcioleci, a z pewnością i od wielu stuleci, należy do klasy *Rhizocarpetea geographici* Wirth 1972. *Acarospora fuscata*, gatunek charakterystyczny klasy osiedla się już w pierwszej fazie stadium inicjalnego (Ryc. 9). W trzeciej fazie tego stadium pojawia się *Rhizocarpon geographicum*, następny gatunek charakterystyczny klasy.

Lecidea fuscoatra, gatunek charakterystyczny zespołu *Parmelietum conspersae* Klement 1931, jest obecny od fazy pierwszej. Porost ten, ze znaczącą ilościowością, ale jako gatunek towarzyszący, wchodzi także w skład innych zespołów wykształconych na powierzchniach eksponowanych co najmniej przez około 50–60 lat. Inne gatunki charakterystyczne zespołu *Parmelietum conspersae* pojawiają się nie wcześniej, niż na początku stadium optymalnego.

Diploschistes scruposus, gatunek charakterystyczny rzędu *Aspicilietalia gibbosae* Wirth 1972, występuje od drugiej fazy sukcesji, jednak tylko na głazach, na których jego plechy są rozwinięte w częściach dłużej eksponowanych. Na 'starszych' powierzchniach porost ten tworzy jednogatunkowe płyty lub wchodzi w skład zespołu *Parmelietum conspersae* — wraz z *Xanthoparmelia conspersa* i *Neofuscelia loxodes*, gatunkami charakterystycznymi rzędu i zespołu.

W fazie drugiej, głównie w miejscach bardziej zacienionych, pojawia się *Aspicilia laevata*, gatunek charakterystyczny związku *Porpidion tuberculosae* Wirth 1972. W trzeciej fazie stadium inicjalnego dołącza do niego *Rhizocarpon obscuratum*, gatunek charakterystyczny związku *Porpidion tuberculosae* i rzędu *Rhizocarpetalia obscurati* Wirth 1972. W tym czasie osiedlają się także pierwsze porosty charakterystyczne zespołów z tego związku: *Porpidia tuberculosa* — zespołu *Porpidietum tuberculosae* Klement 1946 ex 1955 oraz *Porpidia crustulata* — zespołu *Porpidietum crustulatae* Klement 1950. Z obu wymienionych zespołów tendencje do wcześniejszego wykształcania się przejawia *Porpidietum crustulatae*, gdy na powierzchniach ponad 30-letnich do *Porpidia crustulata* dołącza *Micarea erratica*, drugi gatunek charakterystyczny tego zespołu.

Lecanactis latebrarum, gatunek charakterystyczny zespołu *Chrysotrichetum chlorinae* Schade 1954 ex Wirth 1972, pojawia się w drugiej fazie stadium inicjalnego. Na bocznych ścianach głazów, eksponowanych przez ponad 30 lat, pojawia się *Chrysotrix chlorina*, porost charakterystyczny zespołu *Chrysotrichetum chlorinae* oraz rzędu *Chrysotrichetalia chlorinae* Schade 1934 ex Wirth 1972. Wraz z *L. latebrarum*, w miejscach po odłupaniu fragmentu bocznych, najczęściej zacienionych ścian głazów, *Ch. chlorina* tworzy przeważnie dwugatunkowe zbiorowiska porostów proszkowatych.

Inicjalne stadium osiedlania się porostów na powierzchniach głazów jest jednocześnie inicjalnym stadium tworzenia się zbiorowisk naskalnych. Jednak ze względu na powolne tempo tych procesów, właściwe formowanie się zespołów następuje dopiero na powierzchniach głazów eksponowanych dłużej niż trzydzieści lat. Początek tego procesu przejawia się zwiększaniem powierzchni zajętej przez porosty

Stadium – Stage	Inicjalne – Initial			Optymalne – Optimal
Faza – Phase	1	2	3	4
Klasa – Class: <i>Rhizocarpetea geographici</i> Wirth 1972	----- <i>Acarospora fuscata</i>			----- <i>Rhizocarpon geographicum</i> ----- <i>Lecanora polytropa</i>
Rząd – Order: <i>Aspicilietalia gibbosae</i> Wirth 1972	----- <i>Diploschistes scruposus</i>			----- <i>Xanthoparmelia conspersa</i> <i>Neofuscelia toxodes</i>
Zespół – Association: <i>Parmelietum conspersae</i> Klement 1931	----- <i>Lecidea fuscoatra</i>			----- <i>Xanthoparmelia conspersa</i> <i>Neofuscelia toxodes</i> <i>Lecanora rupicola</i> <i>Melanelia soledata</i>
Rząd – Order: <i>Rhizocarpetalia obscurati</i> Wirth 1972	----- <i>Rhizocarpon obscuratum</i> -----			-----
Związek – Alliance: <i>Porpidion tuberculosae</i> Wirth 1972	----- <i>Aspicilia laevata</i>			----- <i>Rhizocarpon obscuratum</i> -----
Zespół – Association: <i>Porpidietum tuberculosae</i> Klement 1946 ex 1955	----- <i>Porpidia tuberculosa</i> -----			-----
Zespół – Association: <i>Porpidietum crustulatae</i> Klement 1950	----- <i>Porpidia crustulata</i> ----- <i>Micarea erratica</i>			-----
Klasa – Class: <i>Chryso-trichetea chlorinae</i> Wirth 1972	----- <i>Chrysothrix chlorina</i>			-----
Zespół – Association: <i>Chryso-trichetum chlorinae</i> Schade 1934 ex Wirth 1972	----- <i>Lecanctis latebrarum</i>			-----

Ryc. 9. Fitosocjologiczna rola epiliticznych porostów pionierskich
Fig. 9. Phytosociological role of epilithic pioneer lichens

(nawet do 100 proc. powierzchni głazu); rozpoczynają się interakcje międzygatunkowe, konkurencja o zajętą powierzchnię. Na tempo formowania się zespołów i ich trwałość podstawowy wpływ ma stabilność (bądź zmiany) warunków mikroklimatycznych, głównie oświetlenie powierzchni głazów.

Najwcześniej, na najwyższych poziomych lub nieco pochyłonych powierzchniach głazów, odsłoniętych od około 40–50 lat, wyodrębniają się synuzje porostów tworzącego się zespołu *Parmelietum conspersae*. W tym zespole dominują *Lecidea fuscoatra*, *Xanthoparmelia conspersa* i *Neofuscelia loxodes*. Na głazach znajdujących się w miejscach silnie zacienionych, w górnych partiach ich pochyłonych ścian formuje się zbiorowisko *Hypogymnio-Parmelietum saxatilis*. Na powierzchniach 30–35-letnich inicjuje je tworzenie się synuzji obu gatunków charakterystycznych, *Hypogymnia physodes* i *Parmelia saxatilis*. Dopiero na głazach, które w wyniku prac archeologicznych były całkowicie lub częściowo odsłonięte około siedemdziesiąt lat temu, zbiorowisko jest w pełni wykształcone. Oba zbiorowiska porostów listkowatych należą do trwałych, o ile nie ulegną zmianie lokalne warunki oświetlenia. W wyniku nadmiernego zacienienia lub odsłonięcia, na powierzchniach głazów obserwuje się stadia przejściowe między ugrupowaniem porostów przynależnych do *Parmelietum conspersae* i do *Hypogymnio-Parmelietum saxatilis*.

Na powierzchniach odsłoniętych przez ponad 30 lat, głównie w miejscach zacienionych i suchych, osiedla się *Psilolechia lucida*. Porost ten wchodzi w skład zespołu *Lecideetum lucidae* Schade 1934 ex Klement 1950 z rzędu *Chrysotrichetalia chlorinae* i najczęściej ma postać jednogatunkowych agregacji.

Tempo osiedlania się i skupiania porostów w zbiorowiska na bocznych, pionowych lub prawie pionowych ścianach głazów jest zdecydowanie wolniejsze niż na poziomo usytuowanych górnych powierzchniach.

III.7. Epilityczne porosty pionierskie na tle flory porostów występujących w Rezerwacie Kręgi Kamienne

Obecnie na głazach zgromadzonych w Rezerwacie Kręgi Kamienne występuje 86 gatunków porostów (KISZKA, LIPNICKI 1994 i inni). Najstarszą, wiarygodnie udokumentowaną datą odsłonięcia powierzchni głazu jest rok 1962. W ciągu pierwszych 30–34 lat w procesie zasiedlania świeżo udostępnionych powierzchni głazu uczestniczą 23 gatunki porostów, co stanowi prawie 27 proc. epilitycznych porostów rezerwatu. Na powierzchniach eksponowanych krócej niż 30 lat znaczący udział w zasiedlaniu ma 11 gatunków, natomiast sześć, siedem kolejnych gatunków pojawia się dopiero na początku czwartego dziesięciolecia (Ryc. 10). Największą rolę w pierwszych trzydziestu latach kształtowania się flory porostów odgrywają przedstawiciele 17, 18 gatunków porostów (20–21 proc. porostów epilitycznych w rezerwacie). Są one w różnym stopniu rozpowszechnione na głazach w całym obiekcie (por. Ryc. 4). Na przykład *Lecidea fuscoatra* występuje na 87 proc. głazów w całym rezerwacie, *Lepraria neglecta* – 76 proc., *L. incana* i *Acarospora fuscata* – po

57 proc., *Rhizocarpon obscuratum* – 54 proc., *Porpidia tuberculosa* – 52 proc., *Aspicilia laevata* – 45 proc., *Porpidia soredizodes* – 10 proc. oraz *Rhizocarpon geographicum* i *Diploschistes scruposus* – 7 proc. głazów.

Ryc. 10. Liczby wystąpień najpopularniejszych porostów w Rezerwacie Kręgi Kamienne
A – biorące udział w sukcesyjnym zasiedlaniu powierzchni głazów w stadium inicjalnym; B – biorące udział w sukcesyjnym zasiedlaniu powierzchni głazu na początku stadium optymalnego; C – nie biorące udziału w sukcesyjnym zasiedlaniu powierzchni głazu w stadium inicjalnym i na początku stadium optymalnego

Fig. 10. Number of occurrences of most popular lichens in the Kręgi Kamienne Reserve
A – taking part in successive occupation of boulder faces at the initial stage; B – taking part in successive occupation of boulder faces at the beginning of the optimal stage; C – not taking part in successive occupation of boulder face at the initial stage or at the beginning of the optimal stage

Większość spośród porostów pospolitych i częstych w rezerwacie osiedla się na głazach odsłoniętych i eksponowanych nie krócej niż 30–40 lat. Należą do nich: *Xanthoparmelia conspersa* (w całym rezerwacie występuje z częstością 58 proc.), *Lecanora polytropa* (35 proc.), *Neofuscelia loxodes* (32 proc.), *Parmelia saxatilis* (26 proc.), *Psilolechia lucida* (18 proc.), *Rimularia furvella* (10 proc.) i *Melanelia soorediata* (8 proc.).

IV. PODSUMOWANIE

- W Rezerwacie Kręgi Kamienne w Borach Tucholskich (Ryc. 1) już od lat dwudziestych obecnego stulecia prowadzone są prace archeologiczne. Jednym z efektów jest rekonstruowanie kręgów z I–III wieku n.e., ustawionych z głazów narzutowych. Większość spośród około 230 głazów stoi niezmiennie od prawie dwóch tysięcy lat w miejscach ich ustawienia; niektóre jednak przewróciły się i zostały pokryte warstwą gleby lub darni. Są one ponownie ustawiane na właściwych, zdaniem archeologów, miejscach.
- Badano przebieg procesu kształtowania się flory porostów na powierzchniach głazów odsłoniętych w latach 1962–1996. Bezpośrednim ciągłym obserwacjom poddano powierzchnie odsłaniane w latach 1980–1996. Wykorzystano informacje o przebiegu prac archeologicznych uzyskane od archeologa dr. hab. Tadeusza GRABARCZYKA oraz publikowane dane o składzie gatunkowym porostów epilitycznych w całym rezerwacie (por. LIPNICKI, KISZKA 1992; KISZKA, LIPNICKI 1994). Pomocne było także wstępne rozpoznanie zbiorowisk porostów epilitycznych (badania własne).
- Pojawianie się plech poszczególnych gatunków porostów i zwiększanie zajmowanych przez nie powierzchni na głazach do niedawna przykrytych glebą lub darnią jest uzależnione od czasu ekspozycji oraz od lokalnych warunków siedliskowych, przede wszystkim od zacienienia głazu lub jego ściany.
- Inicjalne stadium kształtowania się flory porostów na świeżo odsłoniętych powierzchniach głazów narzutowych trwa około 30 lat. Dla tego okresu charakterystyczne jest kolejne osiedlanie się porostów o plechach proszkowatych i skorupiastych. Poza *Lecanactis latebrarum* należą one do pospolicie występujących na pozostałych ponad 230 głazach i tolerują panujące w ich otoczeniu zróżnicowane nasłonecznienie i zacienienie.
- Zasiedlanie odsłanianych podczas rekonstrukcyjnych prac archeologicznych powierzchni głazów w Rezerwacie Kręgi Kamienne odbywa się w trzech fazach stadium inicjalnego: dominacji porostów o plesze proszkowatej, dominacji *Lecidea fuscoatra* oraz *Porpidia* i *Rhizocarpon*.
- Pierwsze porosty pojawiają się po upływie około pięciu lat eksponowania powierzchni głazu i zajmują drobne szczeliny, często z zalegającymi resztkami gleby (Ryc. 6, Tab. 1).

- Osiedlanie się *Lepraria neglecta* i *L. incana*, anidiomorficznych porostów o proszkowatych plechach, rozpoczyna pierwszą fazę stadium inicjalnego – fazę porostów proszkowatych (Ryc. 5, 7). W czasie jej trwania pojawia się także *Lecidea fuscoatra*. Na powierzchniach odsłoniętych od około ośmiu lat pojawia się *Acarospora fuscata*, następny pionierski porost epilityczny (Ryc. 7, 8; Tab. 2). Porosty pokrywają średnio 5 proc. powierzchni ścian głazów.
- Po upływie około dziesięciu lat od odsłonięcia powierzchni głazu rozpoczyna się druga faza stadium inicjalnego – dominacja *Lecidea fuscoatra* (Tab. 3). W tej fazie występuje siedem gatunków porostów pokrywających średnio około 16 proc. powierzchni głazu.
- Początek trzeciej fazy wyznacza wkraczanie porostów z rodzajów *Porpidia* i *Rhizocarpon*, przy ciągłej dominacji *L. fuscoatra*; przeciętnie w szesnastu lat po odsłonięciu ściany głazu (Tab. 4, 5). Porosty zajmują średnio 18 proc. powierzchni głazu (Ryc. 3). Maleje frekwencja *Lepraria neglecta* i *Acarospora fuscata* (Ryc. 4). Łącznie w tej fazie występuje osiem gatunków porostów.
- W stadium inicjalnym uczestniczą porosty o anidiomorficznych plechach proszkowatych (typu *Lepraria*), ziarenkowato-gruzełkowatej i areolkowatej. Największą dynamikę, wyrażaną wzrostem częstości występowania oraz zwiększaniem zajmowanej powierzchni przejawia *Lecidea fuscoatra*. Wysoką frekwencją, zwłaszcza w pierwszej i drugiej fazie, charakteryzuje się *Lepraria neglecta*.
- W Rezerwacie Kręgi Kamienne w pierwszych trzydziestu, trzydziestu czterech latach w procesie zasiedlania świeżo udostępnionych powierzchni głazu uczestniczą 23 gatunki porostów (prawie 27 proc. porostów występujących na głazach). Na powierzchniach eksponowanych krócej niż 30 lat znaczący udział w zasiedlaniu ma 11 gatunków, natomiast sześć, siedem kolejnych gatunków pojawia się dopiero na początku czwartego dziesięciolecia (Ryc. 10).
- Początek optymalnego stadium sukcesji charakteryzuje się wzrostem ogólnej liczby gatunków porostów. Pojawiają się porosty skorupiaste o węższym zakresie tolerancji w odniesieniu do warunków siedliskowych oraz porosty listkowate. Wszystkie porosty pokrywają średnio 40 proc. powierzchni głazu (Tab. 6). Jest to początek formowania się zespołów porostów epilitycznych, głównie z rzędów *Aspicilietalia gibbosae* Wirth 1972 i *Rhizocarpetalia obscurati* Wirth 1972. Mają one, podobnie jak niektóre spośród opisywanych z Wysoczyzn Podlaskich (ZIELIŃSKA 1980), Pojezierza Suwalsko-Augustowskiego, Wysoczyzny Siedleckiej (KARCZMARZ i in. 1988) oraz innych obszarów, uboższy skład gatunkowy niż 'klasyczne' zespoły rosnące w górach (por. KLEMENT 1955; WIRTH 1972) i w regionach subarktycznych (obserwacje własne).
- Jednoznaczne określenie kierunków kształtowania się zbiorowisk porostów możliwe będzie dopiero na podstawie trwających dłużej niż 30 lat obserwacji powierzchni lub na podstawie badań większej liczby dokładnie datowanych obiektów. Zamieszczone w opracowaniu uwagi dotyczące zbiorowisk porostów epilitycznych oparto na analizach zmian składu gatunkowego zachodzących w inicjalnym stadium sukcesji i porównywaniu ich ze składem porostów żyjących na pozostałych, eksponowanych przeważnie od setek lat głazach w rezerwacie (Ryc. 9, 10).

V. LITERATURA

- ALSTRUP, V., CHRISTENSEN, S. N., HANSEN, E. S., SVANE, S. 1994. The Lichens of the Faroes. Ann. Soc. Sci. Faeroensis, Fróðskaparrit 40: 61–121.
- CIEŚLIŃSKI, S., TOBOLEWSKI, Z. 1988. Porosty (Lichenes) Puszczy Białowieskiej i jej zachodniego przedpola. Phytocoenosis (N.S.) 1, Suppl. Cartogr. Geobot. 1: 1–216.
- CIEŚLIŃSKI, S., ZIELIŃSKA, J. (red.). 1994. Materiały do flory porostów Puszczy Knyszyńskiej. Fragm. Flor. Geobot., Ser. Polonica 1: 49–61.
- DOMBROVSKAJA, A. V. 1970a. Konspekt flory liśajników Murmanskij oblasti i severo-vostočnoj Finlandii. Nauka, AN SSSR, Leningrad: 1–120.
- DOMBROVSKAJA, A. V. 1970b. Liśajniki Chibin. Izd. Nauka, Leningrad: 1–184.
- FALTYNOWICZ, W. 1992. The lichens of Western Pomerania (NW Poland) an ecogeographical study. Pol. Bot. Studies 4: 1–182.
- FALTYNOWICZ, W. 1997. Porosty głazów narzutowych Parków Krajobrazowych Trójmiejskiego i Kaszubskiego. Monogr. Bot. 81: 1–54.
- FALTYNOWICZ, W., TOBOLEWSKI, Z. 1989. The lichenized *Ascomycotina* of the Kashuby Lake District, northern Poland. Fragm. Flor. Geobot. 26, 2–4: 341–347.
- FLICIŃSKA-BOROWICZ, A. 1967. Województwo bydgoskie. Przewodnik. Wyd. Sport i Turystyka, Warszawa: 1–416.
- FREY, E. 1933. Die Flechtengesellschaften der Alpen. Ber. Geobot. Forsch. Inst., Rübel: 36–51.
- GRABARCZYK, T. 1992. Rozwój osadnictwa pradziejowego w Borach Tucholskich od schyłkowego paleolitu do III w.n.e. Acta Univ. Lodz., Folia Archaeol. 13: 1–142.
- KARCZMARZ, K., MICKIEWICZ, J., OLECH, M. 1988. Flora epilityczna głazów narzutowych na Pojezierzu Suwalsko-Augustowskim i Wysoczyźnie Siedleckiej. Ochr. Przyr. 46: 121–158.
- KISZKA, J., LIPNICKI, L. 1993. Wstępne uwagi o wynikach badań lichenoflory głazów narzutowych w rezerwacie 'Kręgi Kamienne'. W: REJEWSKI, M., NIENARTOWICZ, A., BOIŃSKI, M., (red.), Bory Tucholskie. Walory przyrodnicze, problemy ochrony, przyszłość (Materiały pokonferencyjne). Uniwersytet Mikołaja Kopernika, Toruń: 108–110.
- KISZKA, J., LIPNICKI, L. 1994. Porosty na głazach na prehistorycznym cmentarzysku 'Kręgi Kamienne' w Borach Tucholskich. Fragm. Flor. Geobot. Ser. Polonica 1: 97–105.
- KLEMENT, O. 1955. Prodrum der mitteleuropäischen Flechtengesellschaften. Feddes Repert. Spec. Nov. Reg. Veget. 135: 5–194.
- KORNAŚ, J. 1972. Zbiorowiska roślin zarodnikowych. W: SZAFAER, W., ZARZYCKI, K., (red.), Szata roślinna Polski. T.1. PWN, Warszawa: 465–481.
- KOSTRZEWSKI, J. 1928. Kurhany i kręgi kamienne w Odrach w pow. chojnickim na Pomorzu. Roczn. Muzeum Wielkopolskiego w Poznaniu 3: 57–95.
- KRAWIEC, F. 1938. Flora epilityczna głazów narzutowych zachodniej Polski. Prace Komisji Mat.-Przyr. Pozn. Tow. Przyj. Nauk, Ser. B 9, 2: 1–254.
- LIPNICKI, L. 1984. Porosty Drezdenka i najbliższej okolicy. Fragm. Flor. Geobot. 28, 2: 221–239.
- LIPNICKI, L. 1988. Materiały do flory porostów projektowanego Chojnickiego Parku Krajobrazowego. Cz. II. Studia i Materiały GOBIEN 6, 2: 89–95.
- LIPNICKI, L. 1990. Porosty Borów Tucholskich. Acta Mycol. 26, 1: 119–175.
- LIPNICKI, L. 1991. Propozycje ochrony stanowisk porostów *Ascomycetes lichenisati* na terenie Borów Tucholskich. Parki Nar. Rez. Przyr. 10, 3–4: 137–150.
- LIPNICKI, L. 1992. Motive und die erste Ergebnisse des praktischen Flechtenschutzes in Polen. Bryonora 9: 17–19.
- LIPNICKI, L. 1993. Nowe i bardziej interesujące gatunki porostów w Borach Tucholskich. Fragm. Flor. Geobot. 38, 2: 707–714.
- LIPNICKI, L. 1994. Porosty głazów narzutowych rezerwatu 'Długogóry' i jego okolic na Pojezierzu Myśliborskim. Fragm. Flor. Geobot., Ser. Polonica 1: 63–69.
- LIPNICKI, L., KISZKA, J. 1992. Porosty naskalne w rezerwacie 'Kręgi Kamienne'. Urząd Woj. w Bydgoszczy, maszynopis: 1–173.

- LIPNICKI, L., TOBOLEWSKI, Z. 1992. Porosty Pojezierza Choszczeńskiego. *Acta Mycol.* 27, 1: 7–30.
- LITTERSKI, B. 1991. Dorfkirchen auf Rügen – ein Beitrag zur lichenologischen Erforschung. *Gleditschia* 19: 147–163.
- MOTYKA, J. 1926. Die Pflanzenassoziationen des Tatra-Gebirges. IV Teil: Studien über epilithischen Flechtengesellschaften. *Bull. Acad. Pol. Sci. Lett., Cl. Sci. Math. Nat., B, Sci. Nat.* 3, 4: 189–227.
- NOWAK, J., TOBOLEWSKI, Z. 1975. Porosty polskie. PWN, Warszawa-Kraków: 1–1177.
- PITERANS, A. V. 1982. Lišajniki Latvii. Zinante, Riga: 1–352.
- REJMENT-GROCHOWSKA, I. 1950. Czynniki ekologiczne i rozmieszczenie geograficzne wątrobowców (*Hepaticae*) Beskidu Śląskiego. *Prace Biologiczne Śląskie* 2: 1–71.
- SANDSTEDE, H. 1952. Die Flechten der Großsteingräber. *Mitt. Lunds Univ. Limnol. Inst.* 1: 1–70.
- SANTESSON, R. 1984. The lichens of Sweden and Norway. Stockholm and Uppsala: 1–333.
- SANTESSON, R. 1993. The lichens and lichenicolous fungi of Sweden and Norway. Lund: 1–240.
- TOBOLEWSKI, Z. 1960. Zespoły porostów naskalnych Gór Stołowych. *Spraw. Pozn. Tow. Przyj. Nauk* 62: 373–374.
- WIRTH, V. 1972. Die Silikatflechten-Gemeinschaften im außeralpinen Zentraleuropa. *Dissertationes Botanicae*, 17. J. Cramer Verlag, Leuterhausen: 1–306.
- WIRTH, V. 1987. Die Flechten Baden-Württembergs. Verbreitungsatlas. Ulmer Verlag, Stuttgart: 1–528.
- WIRTH, V. 1995. Die Flechten Baden-Württembergs. Bd. 1, 2. Ulmer Verlag, Stuttgart: 1–1006.
- ZIELIŃSKA, J. 1980. Porosty głazów narzutowych Wysoczyzn Podlaskich. *Acta Mycol.* 16, 2: 257–272.

VI. FORMATION OF LICHEN FLORA POPULATING ERRATIC BLOCKS (SUMMARY)

Introduction

The 'Kęgi Kamienne' archaeological and nature reserve in the Tucholskie Forests (N Poland) (Fig. 1) was the site of research into the occupancy of freshly (for the first 30 years) uncovered erratic boulders by lichens. The majority of the 230 boulders arranged in cult circles in the I–III centuries AD have remained unchanged until now. During the archaeological and reconstruction works carried out since 1926 and intensified since 1962 almost all the boulders so far fully or partially under ground or turf have been uncovered and restored to their former position or site dating some 2000 years back. On the freshly uncovered places free of lichens a succession process has started. Surfaces being uncovered since 1975 were continuously studied – the first spotting of lichens was observed in 1980. The order of showing up and growth in cover attained by single lichen species was kept track of. Results of the additional study carried out 1996 in 13 not observed yet surfaces uncovered between 1962 and 1965 (31–34 years old; Tab. 6), were included in the analysis of the course of lichen succession and dynamics process. On the basis of changes in species composition, frequency of occurrence of singular lichen species and surface cover attained in successive age classes phases of populating of erratic faces by lichens were discerned.

1. The appearance of thallus of individual lichen species and the enlargement of areas occupied by lichens are subjected to the local conditions caused by the site population, the time of exposure of the erratic block, and, first of all, to shading of its surface.

2. The initial stage of lichen flora formation on the newly exposed surfaces of erratic blocks lasts about 30 years.

3. The first lichens appear after five years' time of exposing the boulder surface. The lichens cover small crevices which are often filled up by remnants of soil (Fig. 6; Tab. 1).

4. The initial stage of lichen populating of the erratic blocks that were being uncovered during archaeological works in the Kręgi Kamienne Reserve takes place in three phases:

- the phase of dominance of pulver thallus lichens;
- the phase of dominance of *Lecidea fuscoatra*;
- the phase of *Porpidia* and *Rhizocarpon*.

5. The lichen occupancy, begins in year five from the uncovering of the boulder as a dominance of lichens of pulver thallus. A typical feature is the dominance of *Lepraria neglecta* (in the presence of *L. incana*) on surfaces covered by lichens in 5% on average. *Lecidea fuscoatra* and *Acarospora fuscata* occur also in this phase (Figs. 5, 7, 8; Tab. 2).

6. The commencement of dominance of *Lecidea fuscoatra*, meaning the beginning of the phase two, happens some 10 years after the uncovering of the boulder face (Tab. 3). Seven species of lichens which cover about 16% of the boulder face on average are characteristic of this phase.

7. The genera *Rhizocarpon* (*Rh. obscuratum* and *Rh. geographicum*) and *Porpidia* (*P. tuberculosa* and *P. soredizodes*) are exponents of the third successive phase beginning some 16 years after the uncovering of the boulder and lasting for 5–15 years. On the whole, lichens cover about 18% of the boulder area, while *Lecidea fuscoatra* is still dominant covering 9% (half of the area taken by all the lichens) of the boulder area. Frequency coefficient decreases for *Lepraria neglecta* and *Acarospora fuscata* (Figs. 3, 4; Tabs. 4, 5). There are 8 species present in this phase.

8. Lichens with anidomorphic (*Lepraria* type), leprose-granular and areolate thallus participate in the initial stage. *Lecidea fuscoatra* is characterized by the highest frequency of occurrence and enlargement of the occupied surface. *Lepraria neglecta* is also distinguished for its high frequency — especially in the first and the second phases.

9. At the Kręgi Kamienne Reserve, there are 23 species of lichens taking part in the population process of the newly exposed boulders surfaces within the first 30–34 years (almost 27% of lichen taxa occupying the boulders). At the exposed surfaces — for less than 30 years — 11 species play significant role regarding the process of population. However, further 6–7 species occur only just at the beginning of the fourth decade (Fig. 10).

10. The beginning of the optimal stage of succession is characterized by the growth of the total number of lichen species. The crustose and foliose lichens also occur. The first ones can be characterized by less tolerance for the site conditions. All the lichens cover on the average 40% of the boulder surfaces (Tab. 6). This is the beginning of formation of epilithic lichen association, mainly of *Aspicilietalia gibbosae* Wirth 1972 and *Rhizocarpetalia obscurati* Wirth 1972 order. They have - like the other ones located in the Podlaska Plateau (ZIELIŃSKA 1980), the Suwalsko-Augustowskie Lakeland and the Siedlecka Plateau (KARCZMARZ et al. 1988) - a poorer species composition than the 'standard' associations in the mountainous areas (among other things: KLEMENT 1955; WIRTH 1972).

11. An unambiguous specification of the formation of lichen associations will be possible on the basis of surface observations longer than 30 years, or as a result of research of a bigger number of study subjects, which are precisely dated. The included remarks concerning the epilithic lichen associations have been based on the analysis of changes of the species composition, which take place during the initial stage of succession. This analysis was also based on the comparison between those changes and the lichen composition existing on the remaining boulders, which have not been moved in the reserve for hundreds of years (Figs. 9, 10).

Dr Ludwik LIPICKI

Pracownia Biologii i Ochrony Przyrody

Akademia Wychowania Fizycznego

im. E. Piaseckiego w Poznaniu

Instytut Wychowania Fizycznego

ul. Estkowskiego 13

PL-66-400 Gorzów Wielkopolski