

Janusz Bogdan Faliński

Białowieska Stacja Geobotaniczna
Uniwersytetu Warszawskiego
ul. Sportowa 19
17-230 Białowieża

Długoterminowe badania ekologiczne na stałych powierzchniach.

I. Istota, cele i zastosowanie

Long-term ecological studies
on the permanent plots.

I. Essence, aims and application

Być stałym, nie znaczy ciągle zaczynać, lecz wytrwać”.

Leonardo da Vinci – „Aforyzmy”

Tłum. Leopold Staff

Mówiąc o pospolitym biegu natury mamy na myśl czas, w którym zamyka się jedno ludzkie pokolenie”.

Wolter – „Listy o Anglikach czyli listy filozoficzne”

Tłum. J. Rogoziński

1. Wstęp

Poznanie mechanizmów odpowiedzialnych za rozwój procesów i kształtowanie się układów ekologicznych wymaga coraz częściej sięgnięcia do szczególnych procedur i metod. Z racji długotrwałości nazywa się je badaniami wieloletnimi lub długoterminowymi, a z powodu przeprowadzenia ich w tych samych, wybranych obiektach – stacjonarnymi. Można je też nazwać badaniami towarzyszącymi danemu procesowi, w odróżnieniu od zwykle jednokrotnych badań porównawczych i rekonstrukcyjnych. W określonych sytuacjach badania wieloletnie nie mogą być zastąpione przez inny rodzaj badań, ale mogą być wzbogacane przez dodatkowe źródła informacji, np. eksperymenty, rekonstrukcje (por. rozdz. 9 w części II).

Wyniki badań towarzyszących procesom stają się z czasem, choć z licznymi trudnościami, najważniejszą podstawą źródłową dobrze wyodrębnionego działu nauki o roślinności, tzw. dynamiki roślinności lub syndynamiki (Braun - Blaquet 1928, Knapp 1974, Faliński 1977, 1986a, Miles 1979, Schmidt 1981, Dierschke 1994), a szerzej ekologii dynamicznej (por. np. Collier i in. 1973, Likens 1987, Burrows 1990). **Powodzenie tych badań zależy w szczególności od trzech czynników: stałości zainteresowań, doboru obiektu i ciągłości finansowania.**

W niniejszym artykule przedstawiam ogólną koncepcję i znaczenie badań długoterminowych w ekologii, korzystając także z własnych, 40-letnich

doświadczeń na tym polu. Świadomie przybliżam znaczenie badań długoterminowych na przykładzie wybranego procesu (sukcesja wtórna), dodatkowo na wybranym obiekcie (Białowieski Park Narodowy), uciekając tym samym od zawsze niekompletnych i niereprezentatywnych przeglądów.

2. Istota i cele długoterminowych badań ekologicznych

Idea i koncepcja długotrwałych badań ekologicznych opierają się na następujących założeniach:

1. Poznanie większości procesów ekologicznych i biologicznych, z racji ich długotrwałości i złożoności, wymaga dłuższego okresu, stałego układu odniesienia i specjalnych procedur badawczych.

2. Badania długoterminowe to badania towarzyszące procesom i zjawiskom zachodzącym w przyrodzie we wszystkich fazach ich rozwoju: początku, przebiegu i wygasania. Badania te powinny, w miarę możliwości, uwzględniać także najważniejsze czynniki odpowiedzialne za przebieg tych procesów i zjawisk oraz skutki w komponentach środowiska (także siedliska lub biocenozy).

3. Badania długoterminowe podejmuje się dla sześciu celów:

1) poznanie natury (istoty) **procesów i zjawisk ekologicznych** (np. sukcesji, regresji, fluktuacji, kolonizacji, konkurencji, koewolucji);

2) poznanie ogólnych i szczegółowych prawidłowości rządzących w czasie i przestrzeni **układami ekologicznymi** oraz zmianami w środowisku i krajobrazie;

3) uzupełnienie wiedzy o **przyrodzie danego obiektu fizjograficznego** (np. wyspy, puszczy, jeziora, wulkanu, a także parku narodowego, rezerwatu, miasta), w tym zgromadzenie danych o funkcjonowaniu najważniejszych dla niego układów ekologicznych i zachodzących w nim zjawiskach i procesach;

4) opracowanie **naukowych podstaw czynnej ochrony** układów ekologicznych i utrzymania w nich pożądanego procesów lub przeciwdziałania procesom niepożądanym;

5) opracowanie i doskonalenie **naukowych podstaw trwałego gospodarowania zasobami przyrody**;

6) śledzenie ogólnych zmian w środowisku na użytek **monitoringu regionalnego i krajowego**.

3. Czas trwania i etapowość badań

3.1. Podział badań ze względu na cel i długość ich trwania

Istota badań długoterminowych nie sprowadza się wyłącznie do czasu ich trwania. Z różnych przyczyn długo mogą bowiem trwać także badania florystyczne, faunistyczne, gleboznawcze, bądź kartowanie wielu struktur i zjawisk. U podstaw właściwych badań długoterminowych leży założenie, że **długotrwałość i wysoka**

złożoność większości procesów ekologicznych uniemożliwia ich poznanie w inny sposób niż przez bezpośrednie obserwacje, że nie może się to odbyć w czasie krótszym niż trwa dany proces i że właściwe badania muszą być przeprowadzone od początku do końca nie tylko w tym samym obiekcie, ale i w tym samym układzie odniesienia (por. rozdz. 5 w części II). Wyciąganie wiarygodnych wniosków wymaga, aby serie długotrwałych obserwacji były wielokrotnie powtarzane. Uwaga ta odnosi się do tego samego przedmiotu badań i tego samego obiektu (np. torfowiska). Pożądane są także dla celów porównawczych obserwacje w innych obiektach tej samej kategorii (np. tej samej serii sukcesji). Długość trwania zamierzonych badań zależeć powinna przede wszystkim od natury badanych procesów i właściwości odpowiednich układów ekologicznych (tab. I). Nie można także pominąć roli różnych czynników sprzyjających bądź ograniczających, jak: dostępność obiektu, środki finansowania, trwałość zainteresowań, osobowość i długowieczność badacza, itp. Dzięki osobistym cechom, szwedzki badacz C. O. Tamm, badając znaczne osobniki zebrał dane na temat przeżywalności i corocznego kwitnienia wielu gatunków runa leśnego w ciągu 38 kolejnych lat (por. Ingh e i T a m m 1985).

W niektórych przypadkach pożądane są badania o nieograniczonym czasie trwania. Postulaty takie dotyczą np. badań nad serią sukcesyjną prowadzącą od fazy inicjalnej do fazy ukształtowania trwałego zbiorowiska leśnego o rozbudowanej strukturze pionowej, powtarzalnej kompozycji gatunkowej i utrwalonych zależnościach między komponentami. Dla serii sukcesji wtórnej prowadzącej od zbiorowiska ugorowego do powstania lasu grądowego nieprzerwana obserwacja trwać powinna przynajmniej 300–400 lat, a jeśli np. chcielibyśmy zweryfikować hipotezę o klimaksowym charakterze grądu w warunkach edaficzno-klimatycznych środkowej Europy – jeszcze dłużej.

Badania wymagające wieloletnich, systematycznych obserwacji nie są więc zadaniem dla osób żądnych szybkich i łatwych sukcesów. Z góry trzeba bowiem założyć, że część wyników i zadań będziemy musieli przekazać naszym następcom, sami mając możliwość korzystania z pracy poprzedników (por. rozdz. 3.2 i w części II rozdz. 1 i 10). Większość najnowszych raportów z badań prowadzonych według potrzeby lub ochoty w ciągu zaledwie kilku–kilkunastu lat jest nazywana niesłusznie badaniami długoterminowymi (*long-term studies*). Konieczne jest więc ich wyraźne rozdzielenie, odpowiednio do czasu trwania i postawionych celów (tab. I) na:

- badania krótkoterminowe (3–10 lat);
- badania średnioterminowe (11–25 lat);
- badania długoterminowe (26–80 lat);
- badania o nieograniczonym czasie trwania.

Tab. I. Najkrótszy okres badań niezbędny dla opisu i objaśnienia wybranych zjawisk i procesów ekologicznych drogą obserwacji towarzyszących. Według Falińskiego (1997)
 The shortest study time indispensable for description of some ecological phenomena and processes by way of accompanying long-term studies. After Faliński (1997)

do 1/2 roku — to 1/2 year:

- sezonowa zmiana struktury dominacji w runie leśnym geofitów/hemikryptofitów — seasonal change in the domination of geophytes/hemicryptophytes in herb layer
- skutki wymarzania roślin podczas ostrej, bezśnieżnej zimy — effect of freesing
- rozwój ulistnienia drzewostanu, opad liści — tree stand foliage; leaf fall

do 1 roku — to 1 year:

- przebieg pojedynczego cyklu sezonowego w zbiorowiskach roślinnych i populacjach roślin jednorocznych — course of single seasonal cycle in forest communities and plant populations
- chwilowe stany biomasy gatunków, warstw, fitocenozy — actual biomass value of species, layers, communities

od 1 do 5 lat — during 1...5 years:

- produkcja pierwotna — primary production
- neofityzm: obserwacje i eksperymenty nad procesem wkraczania neofitów do zbiorowisk roślinnych — neophytism: observations and experiments on the penetration of plant communities by alien species
- struktura populacji wieloletnich gatunków zielnych i gatunków drzewiastych — population structure of perennial and woody plants
- trwałe relacje międzygatunkowe w fitocenozie — permanent relations in plant community

od 5 do 15 lat — during 5...15 years:

- produkcja wtórna, konsumpcja, dekompozycja — secondary production, consumption, decomposition
- różnicowanie fenologiczne i rytmika sezonowa zbiorowisk leśnych — seasonality of forest communities
- fluktuacja w zbiorowiskach nieleśnych — fluctuation in non-forest communities
- inicjalne fazy sukcesji — initial phases of succession
- właściwości populacji roślin zielnych — features of herb plant populations
- przebieg inicjacji kwitnienia w populacjach pionierskich gatunków drzew (osika, jałowiec) — course of flowering initiation in the populations of pioneer woody plants (*Populus*, *Juniperus*)
- zmiany struktury wielkości, płci i wieku w populacji dwupiennych drzewiastych gatunków pionierskich — changes in sex, size and age structure in populations of deciduous woody pioneer species
- bilans wykrotów w lesie — balance of uprooted trees in forest
- preferencje środowiskowe wielkich ssaków roślinożernych — game preferences to forest environments
- neofityzm - proces zadomawiania się neofitów w zbiorowiskach roślinnych — neophytism - process of establishment of alien species in plant communities

od 15 do 25 lat — during 15...25 years:

- fluktuacja w zbiorowiskach leśnych — fluctuation in forest communities
- degeneracja w zbiorowiskach leśnych — degeneration of forest communities
- stabilność, stabilizacja, trwałość struktury i powtarzalność rytmów sezonowych — stability of community structure; repeatability of seasonal rhythms
- regresja w zbiorowiskach nieleśnych — regression in non-forest communities
- koewolucja wzajemnych zależności rośliny/zwierzęta — co-evolution between plants and animals
- sukcesja wtórna - część szeregu rozwojowego — secondary succession - parts of series

od 25 do 80 lat - during 25...80 years:

- regeneracja zbiorowisk leśnych po dłuższej presji zoogenicznej lub antropogenicznej — regeneration of forest communities after long zoogenic or anthropogenic pressure
- regresja w zbiorowiskach leśnych — regression of forest communities

powyżej 80 lat — over 80 years:

- sukcesja pierwotna; sukcesja wtórna od inicjacji do powstania lasu — forest primary and secondary succession

Podane cezury czasowe mogą więc nieco różnić się w ocenie poszczególnych badaczy, ale rozgraniczenie takie jest celowe. Jeśli ma się na uwadze poznanie dynamiki bardziej złożonego układu ekologicznego, podejmowanie badań krótszych niż 5–10 lat mija się z celem, zwłaszcza że konieczne są na wstępie różne próby metodyczne wymagające z reguły 1 do 3 lat.

3.2. Etapowość badań

Koncepcja i program badań powinny zakładać rozwiązanie zadań w kolejnych etapach (lub drogą kolejnych przybliżeń). Wówczas też opracowanie i publikacja wyników powinny odbywać się w taki właśnie sposób. Etapowość pracy zapobiega zdekompilowaniu i zestarzeniu się materiałów, sprzyja rozwojowi zainteresowań dla podjętych zadań i utrzymaniu zespołu współpracowników, czyni zadanie atrakcyjnym dla początkujących badaczy, a przede wszystkim pozwala na ocenę postępu badań i ewentualną korektę przyjętych założeń (por. jednak rozdz. 10 – Uwagi końcowe w części II).

4. Znaczenie i niezbędność badań wieloletnich.

Znamienny przykład: postęp w badaniach nad sukcesją

Teoria sukcesji należy do najstarszych teorii ekologicznych, a jej zręby sformułował C l e m e n t s (1916). Dość liczne są obserwacje nad tymi procesami na przełomie XIX i XX wieku (por. przegląd w Braun-Blanquet 1928). Pomimo postępu badań, nadal nie są do końca poznane mechanizmy, przyczyny inicjacji i wygasania tego procesu, rola środowiska i siedliska oraz biologiczne właściwości roślin i zwierząt uczestniczących w procesie.

Gruntowny przegląd koncepcji opisujących sukcesję przedstawiła w Polsce niedawno F a l i ń s k a (1996), więc omówię tylko kilka kwestii, których rozstrzygnięcie lub łatwiejsza interpretacja stała się możliwa dzięki badaniom średnioterminowym i nielicznym ciągle badaniom długoterminowym.

Ograniczę się przy tym do wąsko rozumianej sukcesji jako procesu linearnego (kierunkowego) odpowiedzialnego za powstanie i rozwój biocenozy w ściśle określonych granicach siedliskowo-środowiskowych (potencjalna lub rzeczywista biochora) w wyniku stałego dopływu propagul z zewnątrz. Przy takim podejściu sukcesja pozostaje wprawdzie najważniejszym procesem w obrębie syndynamiki (dynamiki roślinności) i głównym przedmiotem ekologii dynamicznej, ale możliwe staje się wyróżnienie na podstawie tych samych kryteriów jeszcze innych procesów (regresja, degeneracja i regeneracja, fluktuacja i rytmika sezonowa – Braun-Blanquet 1928, Miles 1979, F a l i ń s k i 1986a, 1991b, 1998a, F a l i ń s k a 1996). Oto kilka przykładów:

(1) Dzięki corocznym obserwacjom na niedawno wynurzonej z oceanu wyspie wulkanicznej (Surtsey na południe od Islandii po erupcji wulkanu podmorskiego w 1963 roku) udało się ustalić nie tylko **moment startu kolonizacji i sukcesji pierwotnej**. Zebrano przede wszystkim wyczerpujące dane o kolejności pojawu różnych grup gatunków roślin i na ich podstawie wskazano **możliwe sposoby i kierunki ich migracji z sąsiednich wysp**, i to przy wykluczeniu roli człowieka (Fridriksson 1978 i następne publikacje). Są to pierwsze, kompletne z tego zakresu badania, których wagę doceniano od dawna (po wybuchu Krakatau u wybrzeży Jawy i Sumatry w 1883 roku), ale nie zdołano w porę i w pełni wykorzystać warunków ku temu (Kornaś i Medwecka-Kornaś 1986).

(2) Badania wieloletnie wymusiły modyfikację kryterium rozgraniczenia sukcesji wtórnej od sukcesji pierwotnej, jako dwu równorzędnych procesów, dochodzących do głosu bądź w warunkach wykształconego już siedliska, nagromadzenia materii organicznej (i zwykle wcześniejszej obecności roślin i zwierząt, bądź ich propagul), bądź w warunkach całkowicie pionierskich pozbawionych materii organicznej. Dowiedziono mianowicie, że **inicjacja sukcesji pierwotnej wymaga w zasadzie także obecności materii organicznej w środowisku**, choćby w niewielkiej ilości, ale może ona być pochodzenia allochtonicznego. Jej źródłem są zwykle zwierzęta (ptaki, ssaki, bezkręgowce), na których ciele, kale lub martwych szczątkach mogą już być przyniesione propagule roślin i zwierząt (por. doniesienia w zbiorze pod redakcją Majera 1989). Z tego samego podłoża mogą korzystać propagule roznoszone drogą anemochoryczną.

(3) W warunkach pionierskich rozrost kolonizatorów roślinnych powoduje gromadzenie się u ich podstawy i wokół nich materii organicznej, dopływ pierwiastków biogenicznych, zwiększenie wilgotności i osłonę gruntu i w efekcie **powstanie specjalnych nisz**. Amerykańscy badacze Yarranton i Morrison (1974) nazwali to zjawisko **nukleacją**. Należy ono do ogólniejszej kategorii zjawisk, które Zaugol'nova i in. (1988) nazwały **kształtowaniem się pola fitogenego**.

Dwudziestosiedmioletnie badania autora (Faliński 1998a) nie tylko potwierdziły powstawanie na porzuconych polach i rozwój w toku sukcesji wtórnej takich **nisz w formie okrajków** (o średnicy od 0,5 do 2 m), otaczających każdy z rozrastających się krzewów jałowca i zasiedlonych przez gatunki o swoistej biologii. Okrajki te łączą się z czasem w większe całości. **Charakteryzują się one niezwykle trwałością**. Na przykład po pożarze ponad 60-letnich zapustów osikowo-jałowcowych, okrajki w stosunku do otoczenia zachowały się jako odrębne nisze, pomimo całkowitego zniszczenia ogniem krzewów jałowca. Podlegały kolonizacji z 2–3-letnim opóźnieniem i przez inne gatunki roślin, opóźniając lokalnie przebieg regeneracji popożarowej.

(4) Paproć orlica (*Pteridium aquilinum*), występująca obficie w zbiorowiskach przejściowych faz sukcesji wtórnej (kompleks murawy i jałowczysk) na porzuconych od 25 lat polach, wywołując „efekt wycieraczki samochodowej”, może być czynnikiem hamującym i zaburzającym lokalnie sukcesję. Zjawisko to występuje przy silnym mrozie i braku pokrywy śnieżnej, gdy suche, złamane u podstawy pędy (liście orlicy) są długotrwale poruszane wiatrem. Wachlarzowaty ruch suchych liści, przypominający ruch wycieraczki samochodowej, powoduje na 1/5 do 1/3 powierzchni gruntu zniszczenie murawy mszysto-porostowej i odsłonięcie nagiego piasku. Coroczne odnowienia się liści orlicy z podziemnych kłączy i wystąpienie zim bezśnieżnych utrwała opisany efekt (F a l i ń s k i 1986a, 1998a).

(5) Istotnym czynnikiem postępu w poznaniu mechanizmów sukcesji okazała się pogłębiona znajomość biologii roślin. S y m o n i d e s (1979) i F a l i ń s k a (1991) wykazały, że **procesy demograficzne odpowiedzialne są za wymianę gatunków w toku sukcesji**. Ustalono, że niektóre gatunki mogą być promotorem sukcesji dzięki okresowemu opanowaniu siedliska, a inne inhibitorem z powodu długotrwałego jego opanowania i przekształcenia (por. dalej punkt 9). Wykazano też silny związek między kompozycją gatunkową glebowego banku nasion a zmianą zbiorowiska roślinnego z upływem czasu (np. por. wyniki z 20 lat F a l i ń s k i e j 1998 i 3 lat F i s c h e r a 1987).

(6) Zrozumienie mechanizmów sukcesji wtórnej pogłębiło się w wyniku odkrycia **nowych właściwości, zachowania się i roli gatunków pionierskich**, zwłaszcza gatunków drzewiastych we wszystkich stadiach i fazach sukcesji (F a l i ń s k i 1996b, 1998a, S c h r e i b e r 1997a, 1997b).

(7) Zgromadzono także bogate dane na temat postępujących wraz z sukcesją roślinności **zmian właściwości gleb**, zwłaszcza na porzuconych polach i łąkach (S c h m i d t 1981, 1984, S c h r e i b e r 1997a).

(8) Liczne badania z ostatnich lat dowiodły, że prawomocne są przynajmniej **dwa modele wymiany gatunków w toku sukcesji** (w różnych seriach sukcesji), a uważane często za alternatywne. Mowa tu o modelu „sztafety florystycznej” i modelu „inicjalnej kompozycji gatunkowej”, opracowanych przez Eglera (1954; por. także F a l i ń s k i 1986b i D i e r s c h k e 1994). Modele te jednak nie wyczerpują, zdaje się, wszystkich możliwości.

(9) Postęp badań wymaga, by uznać wreszcie za komplementarne dwa podejścia do sukcesji: jako **procesu stopniowej wymiany gatunków** (szkoły anglosaskie) i jako **procesu następstwa kolejno kształtujących się zbiorowisk** (fitosocjologiczna szkoła środkowo-zachodnio-europejska i szkoły rosyjskie). Proces wymiany gatunków zachodzi stopniowo i prowadzi nie tylko do ukształtowania się powtarzalnej końcowej kompozycji gatunkowej. Kompozycja ta powstaje w wyniku stopniowego doboru komponentów z wielokrotnie większej liczby gatunków

biorących udział w serii sukcesji zachodzącej w ciągu kilkudziesięciu, a nawet kilkuset lat. Przynajmniej niektóre z powstających kolejno kompozycji gatunkowych nabierają pewnych cech powtarzalności i trwałości. Dzieje się tak wskutek wystąpienia w toku sukcesji gatunków o szczególnej biologii, zdolnych do wtórnego zróżnicowania i podziału siedliska na odrębne nisze. Wspomniane okrajki (punkt 3) to jeden z przejawów tego wtórnego zróżnicowania, a jego sprawcy to wspomniani już inhibitorzy sukcesji (punkt 5). Dalsze zmiany mogą nastąpić tylko przez zaburzenie tej struktury (np. przez naturalną śmierć długowiecznych osobników lub rozwój osobników następnych gatunków o silnych, ale odmiennych właściwościach strukturotwórczych, czyli edyfikacyjnych).

To dwoiste od dawna podejście w ekologii roślin (i nauce o roślinności) do procesu sukcesji, zapewne jeszcze nie ostateczne, przypomina sytuację jaka niegdyś panowała w fizyce wobec natury światła (teoria falowa i teoria korpuskularna).

Końcowa kompozycja powstaje bowiem w wyniku stopniowego doboru komponentów z wielokrotnie liczniejszej listy gatunków biorących udział w sukcesji w serii zachodzącej w ciągu kilkudziesięciu, a nawet kilkuset lat. Bezpośrednie obserwacje, dodatkowo wsparte, np. datowaniem dendrochronologicznym, umożliwiają **znalezienie nieciągłości w przebiegu sukcesji i ustalenie istotnych cezur czasowych, i na tej podstawie wyróżnienie stadiów i faz w jej przebiegu**. Bez zgromadzenia danych na ten temat nie jest możliwe skonstatowanie jakichkolwiek prawidłowości na temat inicjacji i przebiegu procesu w danej serii w tych samych warunkach edaficznych i klimatycznych, ale w dowolnym miejscu i dowolnym czasie. Nie ma też innego sposobu dowiedzenia się, np.: czy zjawiska składające się na długoletnie procesy zachodzą zawsze w tej samej kolejności, a trwałe końcowe zbiorowisko osiągnane jest w wyniku takich samych przemian i w takim samym przedziale czasu, i wreszcie jaką rolę w tych przemianach odgrywają czynniki stochastyczne, a w jakim stopniu przebieg procesu jest zdeterminowany.

5. Przykłady zastosowań i rola obiektu przyrodniczego w badaniach długoterminowych

5.1. Związek badań długoterminowych z ochroną przyrody

Najważniejsze cele badań długoterminowych, to oczywiście cele ogólnopoznawcze (por. rozdz. 2, punkty 3.1 i 3.2). Nie sposób jednak nie zauważyć, że występowały one w historii nauki w połączeniu z pozostałymi celami. Stwierdzenie to dotyczy przede wszystkim badań, które pogłębiają i poszerzają informacje o przyrodzie danego obiektu w stosunku do wiedzy, której źródłem jest podstawowa inwentaryzacja jego flory, fauny, roślinności, gleb, itd.

Warto przypomnieć, że tę podwójną lub potrójną rolę długoterminowych badań biologicznych i ekologicznych dostrzegł w Polsce już bardzo wcześnie S z a f e r

(1922), przedstawiając śmiałą wizję funkcjonowania Białowieskiego Parku Narodowego, jako obiektu i warsztatu badań, i to niemal natychmiast po powstaniu pierwszych jego zrębów w końcu grudnia 1921 r.

Związek długoterminowych badań ekologicznych z potrzebami ochrony przyrody stale pogłębia się. Znaczenie mają tu zwłaszcza:

1. Konieczność doskonalenia naukowych podstaw ochrony przyrody w związku ze zmianą strategii postępowania z czynnej na bierną w ochronie zagrożonych populacji, biocenoz i ekosystemów, oraz

2. Oferta ze strony ochrony przyrody udostępnienia do badań coraz to większej liczby odpowiednio zabezpieczonych i różnorodnych obiektów (parki narodowe i niektóre rezerваты; por. rozdz. 3 w części II).

Odpowiednio do tych potrzeb i możliwości, problematyka omawianych badań obejmuje zwłaszcza takie zagadnienia, jak:

1. Kształtowanie, funkcjonowanie i trwałość układów ekologicznych i ich odporność na zaburzenia, w tym także i na działanie czynników antropogenicznych, na inwazję obcych gatunków roślin i zwierząt;

2. Warunki inicjacji i przebiegu ważniejszych procesów ekologicznych (kolonizacja, sukcesja, regeneracja, fluktuacja), itp.;

3. Relacje i zależności między komponentami biocenoz;

4. Dynamika populacji, zbiorowisk i biocenoz;

5. Przyczyny, mechanizmy i skutki lokalnych migracji osobników roślin i zwierząt i ich propagul, a także migracje genów w wyniku kojarzenia się osobników wywodzących się z różnych populacji.

Oczywiście problemy te mogą być rozwiązywane niezależnie od potrzeb ochrony przyrody.

Dorobek badań w tych dziedzinach został już uznany za jedną z ważniejszych naukowych podstaw ochrony przyrody (por. np. Faliński 1991a, 1993, Hansson 1992, Peterken 1993, Primack 1993, Hunter 1996). Wszedł on do kanonów tzw. biologii konserwatorskiej (*conservation biology*) i kolejnego działu ekologii stosowanej zajmującej się odtwarzaniem zniszczonych ekosystemów (*restoration ecology*). Podstawy działań na tych polach doskonalili się także w Polsce na podstawie specjalnie podejmowanych wieloletnich badań ekologicznych (por. np. Michalik 1990).

5.2. Badania długoterminowe w różnych dziedzinach

Wykorzystanie badań długoterminowych jako podstawy trwałego gospodarowania zasobami żywej przyrody ma swoją odrębną historię, której rozdziały to: doświadczalnictwo leśne, łąkarskie, rybackie, łowieckie, zapoczątkowane już w XIX wieku przed oficjalnymi narodzinami ekologii.

Z długoterminowych badań korzystają także: geomorfologia, glaciologia, hydrologia, a najdłuższymi seriami obserwacyjnymi (od 1600 roku) poszczycić się może klimatologia. Wieloletnie monitorowanie tych samych połaci nieba w badaniach kosmologicznych jest w istocie zastosowaniem tej samej procedury badawczej, która z takim oporem wkracza do ekologii.

W ekologii najliczniejsze i najdawniejsze są badania długoterminowe nad rytmiką sezonową, czyli badania fenologiczne (por. S c h n e l l e 1955, F a l i Ń s k a 1973a, 1973b, 1975, K r ü s i 1981, D i e r s c h k e 1994) i oczywiście badania nad sukcesją (por. rozdz. 4).

Do badań długoterminowych o znanym dorobku należą niewątpliwie badania nad sezonowymi wędrówkami ptaków, ryb i innych zwierząt, zwłaszcza stosujące znakowanie osobników i wykonywane przez dłuższy czas w tych samych obiektach terenowych (w tych samych punktach obserwacyjnych). Współcześnie ciężar tych badań przesunął się na zagadnienie behawioru oraz funkcjonowania populacji i ugrupowań wielogatunkowych w różnych środowiskach (por. np. T o m i a ł o j ć i W e s o ł o w s k i 1990, 1996).

Dotąd rozproszone, choć nieliczne w Europie, Ameryce Północnej i krajach byłego ZSRR, badania zamierzone na wiele lat, najczęściej zamierały po upływie kilku–kilkunastu lat, a ich wyniki tylko w znikomej części zostały opracowane i opublikowane. Wyjątkiem pod tym względem były zespołowe studia wykonywane w ramach Międzynarodowego Programu Biologicznego, ale tylko w nielicznych obiektach przekroczyły one 10-letni okres trwania (por. np. E l l e n b e r g i in. 1986). Do najbardziej znanych należą nieprzerwane średnio- i długoterminowe badania nad wybranymi zjawiskami na Wyspach Brytyjskich, w Holandii, we Francji, w Szwecji, w Niemczech i w Polsce.

5.3. Znamienny przykład znaczenia obiektu: badania w Białowieskim Parku Narodowym

Badania zainspirowane zostały przez W. S z a f e r a (1922) i podjęte przez J. J. Karpińskiego, T. Włoczewskiego, W. Matuszkiewicza i A. Dehnela. Mają one długą tradycję i korzystają z oryginalnych koncepcji (Karpiński 1948, Matuszkiewicz 1951, Faliński 1967, 1972, 1977, 1986a, 1996a, Tomiałoć i Wesołowski 1990, 1994, 1996). Fenomenem w warunkach polskich są niewątpliwie 60-letnie badania nad dynamiką drzewostanów na stałych powierzchniach zainicjowane w 1936 r. przez Włoczewskiego (1954, 1972) i wykonywane w odstępach kilku–kilkunastu lat (por. K o w a l s k i 1975, 1982) i wreszcie podsumowane (B e r n a d z k i i in. 1998). Nie oznacza to jednak ich zakończenia.

Do najdłuższych należą badania Białowieskiej Stacji Geobotanicznej prowadzone nieprzerwanie od 1952 roku w BPN i w kilku innych obiektach Polski

Północno-Wschodniej. Nawiązywały one do wcześniejszych prób, ale powstały i rozwijały się samodzielnie (Matuszkiewicz 1959, 1977, Faliński 1967, 1977, 1986a, 1986b, 1998a, 1998c). Równocześnie, choć w krótszych seriach odbywały się studia Zakładu Badania Ssaków PAN nad zespołami i populacjami leśnych gatunków (por. Aulak 1970, Jędrzejewski i in. 1993). Badania białowieskie rozwinęły się w jedne z najdłuższych, nieprzerwanych serii obserwacyjnych na świecie w dziedzinie ekologii dynamicznej. Aktualnie ich przyszłość jest zagrożona ograniczeniami w zatrudnieniu pracowników inżynieryjno-technicznych i brakiem ciągłości w finansowaniu.

Prace białowieskie zaowocowały przede wszystkim pięcioma monografiami:

(1) z 25-letnich badań „*Vegetation dynamics in primeval lowland forests*” (Faliński 1986a),

(2) z 17-letnich badań „*Plant demography in vegetation succession*” (Falińska 1991),

(3) z 27-letnich badań „*Dioecious woody pioneer species (Juniperus communis, Populus tremula, Salix sp. div.) in the secondary succession and regeneration*” (Faliński 1998a),

(4) z kompilacji kilku serii średnio- i krótkoterminowych z wynikami długoterminowej inwentaryzacji zwierzyny „*Predation in vertebrate communities. The Białowieża Primeval Forest as a case study*” (Jędrzejewska i Jędrzejewski 1998);

(5) z 60-letnich badań „*Rozwój drzewostanów naturalnych Białowieskiego Parku Narodowego w okresie od 1936 do 1996 roku*” (Bernadzki i in. 1998).

Wyniki badań zawarte w dwu pierwszych dziełach są obszernie relacjonowane m. in. w monografiach Burrowsa (1990) i Peterkena (1996).

Efektom tych badań jest nie tylko ogromne wzbogacenie wiedzy o komponentach różnych układów ekologicznych, ich zmienności i różnorodności, na temat ich zachowania się w czasie i przestrzeni, ale i podważenie bądź potwierdzenie wielu poglądów na temat procesów, zjawisk, zależności ekologicznych i biologicznych, lub wreszcie sformułowanie nowych hipotez.

Godne uwagi wyniki badań w Białowieży zdają się być połączonym efektem działania kilku czynników (Szafer 1922, Karpiński 1948, Faliński 1972, 1996a), z których najważniejsze są trzy:

1) zastosowanie ochrony ścisłej wobec ocalałych fragmentów lasów niżowych pierwotnego pochodzenia i uznanie badań naukowych jako nadrzędnej funkcji Białowieskiego Parku Narodowego;

2) podjęcie długotrwałych badań ekologicznych, gleboznawczych i biologicznych z aspektami taksonomiczno-ewolucyjnymi w warunkach pozwalających na wyłączenie wpływu człowieka jako dodatkowego źródła zmienności;

3) skupienie grona wytrwałych badaczy i zapewnienie warunków do powstania i ukształtowania w Białowieży aktywnego ośrodka badawczego zdolnego do wykorzystania niezwykłych warunków i podjęcia współpracy z innymi ośrodkami w kraju i za granicą.

5.4. Inne obiekty badawcze w Polsce

Wspomnieć należy też, że dość wcześnie obserwacje w seriach krótko- lub średnioterminowych prowadzono także w innych parkach narodowych: Ojcowskim (Medwecka-Kornaś 1967), Kampinoskim, Tatrzańskim, Pienińskim, Bieszczadzkiem, Wielkopolskim (por. bibliografie parków). Od 1959 r. po dziś dzień nieprzerwanie trwają badania Białowieskiej Stacji Geobotanicznej UW w Rezerwacie Mokre w Krainie Wielkich Jezior Mazurskich, niewiele krócej (od 1967 r.) w Rezerwacie Źródła Rzeki Łyny, w Rezerwacie Jelonka (od 1970 r.) i w Rezerwacie Czarnia (od 1980 r.) i innych obiektach Polski Północno-Wschodniej. Badania ekologiczne w niektórych obiektach (np. Las Muszkowicki na Dolnym Śląsku – Macko 1954; Las Piwnicki pod Toruniem – Wilkoń-Michalska 1970, Wilkoń-Michalska i in. 1982; Wyspa Dzikiej Jabłoni – Bujalska 1992; Rezerwat Kwiatówka w Małopolsce – Kaźmierczakowa 1971; dolina Wierzbanówki na Pogórzu Karpackim – Kottańska 1993) odegrały ważną rolę w rozwoju polskiej ekologii.

Krótkotrwałe, ale interesujące były badania w Puszczy Niepołomickiej, zwłaszcza nad zachowaniem się komponentów ekosystemów leśnych wobec przemysłowych skażeń środowiska (Grodziński i in. 1984).

6. Geneza badań długoterminowych. Próby i zasady współpracy międzydyscyplinarnej i międzynarodowej

6.1. Geneza badań

Badania długoterminowe w ekologii roślin i fitosocjologii sięgają czasu narodzin tych dyscyplin. Postulat ich stosowania do rozwiązywania problemów dynamicznych, a zwłaszcza do poznania procesów zachodzących w dłuższym przedziale czasu (sukcesja, regresja), uchodził zawsze za bardzo ważny (Faliński 1967, 1972, 1977, Likens 1987, Burrows 1990, Dierschke 1994, Moravec 1994). Jednak opis i interpretacja dynamiki układów ekologicznych dokonywane były do niedawna głównie na podstawie wyników badań porównawczych. Bardzo widoczne jest to zwłaszcza w dziejach północnoamerykańskiej ekologii i środkowo-zachodniej europejskiej szkoły fitosocjologicznej. Pomimo jasnych koncepcji i propozycji proceduralnych i metodycznych oraz własnych przykładów twórców fitosocjologii: Rübela i Braun-Blanqueta (por. np. Rübela 1922, 1925, Braun-Blanquet 1928

i następne wydania)*, o tendencjach dynamicznych i rozwoju, czyli następstwie w czasie zbiorowisk wyrokowano przez pół wieku głównie na podstawie współwystępowania zbiorowisk roślinnych w przestrzeni w powtarzalnym porządku. Tak więc chronosekwencja zbiorowisk ustalana była głównie na podstawie informacji o toposekwencji. Dowodzą tego setki tzw. „schematów sukcesji” zamieszczonych w latach 1920–1970 w końcowych rozdziałach wszystkich niemal lokalnych i regionalnych studiów poświęconych roślinności i podręcznikach ekologii (por. np. Collier i in. 1973). Zresztą możliwość ta jest nadal rozpatrywana jako próba ucieczki przed długoterminowymi badaniami, na których dojrzałe owoce trzeba długo czekać (por. np. artykuł Picketta 1987 pt. „*Space-for-time substitution as an alternative to long-term studies*”). Jednak wiarygodność tego sposobu dowodzenia ogranicza się niemal wyłącznie do zbiorowisk współwystępujących w takich samych warunkach siedliskowych, a reprezentujących tylko różny stopień rozwoju z racji powstania w różnym czasie (np. układów zbiorowisk roślinnych powstałych na sąsiednich zagonach pól, których uprawę zarzucono w różnym czasie; układ zbiorowisk rozwijających się w małych jeziorach dystroficznych jako przejaw łądowacenia swobodnej powierzchni wodnej od brzegu zbiornika ku jego centrum).

Niemożliwość weryfikacji owych niezliczonych „schematów sukcesji” i wnioski wynikające z postępu badań paleofitosocjologicznych i paleoekologicznych zwróciły badania nad dynamiką zbiorowisk roślinnych ku najwcześniejszym koncepcjom. Nazwałem je na wstępie „badaniami towarzyszącymi zjawiskom zachodzącym w przyrodzie” i „badaniami stacjonarnymi”.

6.2. Próby i zasady współpracy międzydyscyplinarnej i międzynarodowej

Programy długoterminowych badań, które łączyć miała zbliżona koncepcja i metodyka, zrodziły się w 1973 roku na sympozjum Międzynarodowego Stowarzyszenia Badań Roślinności (*Internationale Vereinigung für Vegetationskunde*, obecna nazwa: *International Association for Vegetation Science*). W celu ich koordynacji powołano specjalną grupę roboczą pod nazwą „Badania na stałych powierzchniach” („*Working Group on Succession Research on Permanent Plots*”; Schmidt 1974). Rezultaty pracy tej grupy opublikowane są w zbiorach referatów z kilku międzynarodowych sympozjów (Schmidt 1975, Faliński 1978,

*Na działce w ogrodzie przy siedzibie stworzonej przez siebie *Station de Géobotanique Méditerranée et Alpine* (SIGMA) w Montpellier, J. Braun-Blanquet – przeżywszy 96 lat – doczekał się uformowania w wyniku sukcesji wtórnej zimozielonego lasu dębowego. Wyniki regularnych obserwacji nie zostały opublikowane. Bardziej znane są rezultaty wielkoskalowego kartowania procesu zasiedlania mierzei piaszczysto-muszlowej powstałej przy francuskim wybrzeżu Morza Śródziemnego (Braun-Blanquet 1958).

Beefting 1980, van der Maarel 1980, Schreiber 1985, Miles i in. 1989, Krahulec i in. 1990, Podani i Fekete 1992 i inne).

Poza upowszechnieniem samej idei, zaowocowały one jednak głównie podjęciem nowych badań, niestety, zwykle wąsko pomyślanych, fragmentarycznych i w części zarzucanych po kilku latach. W setkach raportów publikowanych co roku dominują doniesienia z 3–5 lat badań (Faliński 1998b). Na tym tle wyróżniają się opracowania monograficzne, relacjonujące ponad 20–30-letnie studia nad sukcesją wykonane w tym samym obiekcie (por. np. Schreiber 1997a, 1997b, Faliński 1998a, por. także inne prace omawiane przez Burrowsa 1990 i Dierschkego 1994). Najczęstsze są jednak od początku po dziś dzień badania opisujące zachowanie się wybranych gatunków podczas sukcesji. Stosuje się w nich w szerokim zakresie metody eksperymentalne (koszenie, wypalanie, eliminację, transplantację, itp.).

W kręgu ekologii północnoamerykańskiej wystąpiły dążenia pod nazwą „*long-term studies*”. Krytyczny przegląd, doświadczenia i ograniczenia dotychczasowych badań w dziedzinie ekologii dynamicznej zostały dość gruntownie przedstawione w zbiorze materiałów ze specjalnego sympozjum opublikowanym pod redakcją Likensa (1987) – „*Long-term studies in ecology*”*. Dzieło to przygotowano w okresie krystalizowania się ogólnokrajowego programu długoterminowych badań ekologicznych, w tym także badań o nieograniczonym czasie trwania. Dla długoterminowych badań poszukuje się wsparcia odpowiednimi gwarancjami finansowymi ze strony państwa i instytucji publicznych. Organizuje się nowy program pod nazwą *International Long Term Ecological Research* (w skrócie: ILTER). Program ten miał zastąpić dominujące dotąd w Stanach Zjednoczonych badania krótkotrwałe (średnio: 2,5 roku). Od kilku lat inicjatorzy tego przedsięwzięcia próbują pozyskać do współdziałania instytucje naukowe i badaczy w innych krajach, także w Polsce. Kieruje się propozycje zwłaszcza w stronę tych ośrodków, które legitymują się już własnym, wieloletnim doświadczeniem i dorobkiem na tym polu lub mają możliwości podjęcia takich badań (por. np. Notrott i in. 1994, King Hebiau i in. 1997, Waide i in. 1998). W Europie czynione są kolejne próby koordynacji tych badań przez *Institute of Terrestrial Ecology* w Wielkiej Brytanii w ramach śledzenia tzw. zmian globalnych pod hasłem: „*Networking of Long-term Integrated Monitoring – NoLIMITS*”. Regionalnej koordynacji zamierza się podjąć Instytut Ekologii i Botaniki Węgierskiej Akademii Nauk w Vácrátót koło Budapesztu. Ukazują się kolejne wydawnictwa, program ILTER ma swoją stronę w Internecie.

*Gruntowną recenzję tej książki opublikowała w Polsce Hillbricht-Ilkowska (1990) na łamach „Wiadomości Ekologicznych”.

W Polsce roli przyszłego koordynatora długoterminowych badań podjął się Komitet Ekologii Polskiej Akademii Nauk, a ich stałe poparcie przyobiecał Wydział Nauk Biologicznych PAN.

Piśmiennictwo

- Aulak W. 1970 – Small mammal communities of the Białowieża National Park – *Acta Theriol.* 15: 135–195.
- Beeftink W. G. (red.). 1980 – Vegetation dynamics. Proceedings of the Second Symposium of the Working Group on Succession Research on Permanent Plots, held at the Delta Institute for Hydrobiological Research, Yerseke, October 1–3, 1975 – Dr. W. Junk bv Publishers, The Hague, Boston, London.
- Bernadzki E., Bolibok L., Brzeziecki B., Zajączkowski J., Żybura H. 1998 – Rozwój drzewostanów naturalnych Białowieskiego Parku Narodowego w okresie od 1936 do 1996 roku – Fundacja „Rozwój SGGW”, Warszawa.
- Braun-Blanquet J. 1928 – Pflanzensociologie. Grundlege der Vegetationskunde – Springer-Verlag, Wien, New York.
- Braun-Blanquet J. 1958 – Lagunenverlandung und Vegetationsentwicklung an der französischen Mittelmeerküste bei Palavas, ein Sukzessionsexperiment – *Station Int. Géobot. Méditerran. Alpine, Montpellier*, 141: 9–32.
- Bujalska G. 1992 – 25-lecie badań nad nornicą rudą na Wyspie Dzikiej Jabłoni – *Wiad. Ekol.* 38: 173–180.
- Burrows C. J. 1990 – Processes of vegetation change – Unwin Hyman, London, Boston, Sydney.
- Clements F. E. 1916 – Plant succession. An analysis of the development of vegetation – Carnegie Inst. Wash. Publ. 242: 1–512.
- Collier B. D., Cox G. W., Johnson A. W., Miller P. C. 1973 – Dynamic ecology – California State University, San Diego.
- Dierschke H. 1994 – Pflanzensociologie. Grundlagen und Methoden – Ulmer, Stuttgart.
- Egler F. E. 1954 – Vegetation science concepts. Initial floristic composition – a factors in old-field vegetation development – *Vegetatio*, 4: 412–417.
- Ellenberg H., Mayer R., Schauer mann J. 1986 – Ökosystemforschung Ergebnisse des Solling-Projekts – Ulmer, Stuttgart.
- Falińska K. 1973a – Dynamika sezonowa runa zbiorowisk leśnych Białowieskiego Parku Narodowego – *Phytocoenosis*, 2(1): 1–120.
- Falińska K. 1973b – Flowering rhythms in forest communities in the Białowieża National Park in relation to seasonal changes – *Ecol. Pol.* 21: 828–867.
- Falińska K. 1975 – Badania fenologiczne jako metoda ekologicznej analizy ekosystemów – *Wiad. Bot.* 21: 213–232.
- Falińska K. 1991 – Plant demography in vegetation succession – Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Boston, London.
- Falińska K. 1996 – Ekologia roślin. Podstawy teoretyczne, populacja, zbiorowisko, procesy – Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Falińska K. 1998 – Pattern of a seed bank for secondary succession: from meadow to forest in Białowieża – *Acta Soc. Bot. Pol.* 67: 301–311.
- Faliński J. B. 1967 – Białowieska Stacja Geobotaniczna Zakładu Fitosocjologii Stosowanej Uniwersytetu Warszawskiego – *Mater. Zakł. Fitosoc. Stos. UW, Warszawa, Białowieża*, 18: 1–40.
- Faliński J. B. 1972 – Podstawy i formy eksploracji naukowej Białowieskiego Parku Narodowego – *Ochr. Przyr.* 37: 7–55.

- Faliński J. B. 1977 – Research on vegetation and plant population dynamics conducted by Białowieża Geobotanical Station of the Warsaw University in the Białowieża Forest and in the environ (1952–1977) – *Phytocoenosis*, 6(1/2): 1–148.
- Faliński J. B. 1986a – Vegetation dynamics in temperate lowland primeval forests. Ecological studies in Białowieża forest – *Geobotany* 8, Dr. W. Junk Publishers, Dordrecht, Boston, Lancaster.
- Faliński J. B. 1986b – Sukcesja roślinności na nieużytkach porolnych jako przejaw dynamiki ekosystemu wyzwolonego spod długotrwałej presji antropogenicznej – *Wiad. Bot.* 30: 12–50; 115–126.
- Faliński J. B. 1991a – Fondamenti scientifici della protezione della natura – *S.IT.E. Atti*, 12: 337–352.
- Faliński J. B. 1991b – Procesy ekologiczne w zbiorowiskach leśnych – *Phytocoenosis*, 3 N. S. Semin. Geobot. 1: 17–42.
- Faliński J. B. 1993 – Naukowe podstawy działań na rzecz ochrony przyrody i ochrony środowiska (W: Nauka i ruchy społeczne w ochronie środowiska naturalnego. Red. A. Kalinowska) – Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne, Warszawa, 18–43.
- Faliński J. B. 1996a – Badania fenologiczne w Białowieskim Parku Narodowym w latach 1952–1996 w programach badawczych Białowieskiej Stacji Geobotanicznej UW – *Phytocoenosis*, 6 N. S. Semin. Geobot. 4: 31–42.
- Faliński J. B. 1996b – Przeżywalność pionierskich gatunków drzewiastych po pożarze na torfowisku – *Phytocoenosis*, 6 N. S. Semin. Geobot. 4: 111–122.
- Faliński J. B. 1997 – Geobotanika u progu XXI wieku – *Phytocoenosis*, 9 N. S. Semin. Geobot. 5: 1–64.
- Faliński J. B. 1998a – Dioecious woody pioneer species (*Juniperus communis*, *Populus tremula*, *Salix* sp. div.) in the secondary succession and regeneration – *Phytocoenosis*, 10 N. S. Suppl. Cartogr. Geobot. 8: 1–256.
- Faliński J. B. 1998b – Uczeń niedouczony w peregrynacji po naukę – *Wiad. Ekol.* 44: 131–137.
- Faliński J. B. 1998c – Powtarzalna naziemna rejestracja fotograficzna w stacjonarnych badaniach ekologicznych – *Fotointerpretacja w Geografii*, 27: 3–33.
- Faliński J. B. (red). 1978 – Vegetation dynamics. Proceedings of the Third Symposium of the Working Group on Succession Research on Permanent Plots, Białowieża 30.08.–02.09.1977 – *Phytocoenosis*, 7: 1–401.
- Fischer A. 1987 – Untersuchungen zur Populationsdynamik am Beginn von Sekundär-sukzessionen – *Diss. Bot.* 110: 1–234.
- Fridriksson S. 1978 – Vascular plants on Surtsey 1971–1976 – *Surtsey Res. Progr. Rep.* 8: 9–24.
- Grodziński W., Weiner J., Maycock P. F. (red.) 1984 – Forest ecosystems in industrial regions – *Ecological Studies* 49, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York.
- Hansson L. (red.) 1992 – Ecological principles of nature conservation – Elsevier Applied Science, London, New York.
- Hillbricht-Ilkowska A. 1990 – [Recenzja] Likens G. E. (red.) 1989 – Long-term studies in ecology. Approaches and alternatives – *Wiad. Ekol.* 36: 131–135.
- Hunter M. L. Jr. 1996 – Fundamentals of conservation biology – Blackwell Science, Oxford.
- Inghé O., Tamm C. O. 1985 – Survival and flowering of some perennial herbs. IV. The behaviour of *Hepatica nobilis* and *Sanicula europaea* on permanent plot during 1943–1981 – *Oikos*, 45: 400–420.
- Jędrzejewska B., Jędrzejewski W. 1998 – Predation in vertebrate communities. The Białowieża Primeval Forest as a case study – Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York.

- Jędrzejewski W., Schmidt K., Miłkowski L., Jędrzejewska B., Okarma H. 1993 – Foraging by lynx and its role in ungulate mortality: the local (Białowieża Forest) and the Palaearctic viewpoints – *Acta Theriol.* 38: 385–403.
- Karpiński J. J. 1948 – Badania bioekologiczne w Białowieskim Parku Narodowym – Pamiętnik XXI Zjazdu Państwowej Rady Ochrony Przyrody, Kraków, 81–90.
- Każmierczakowa R. 1971 – Ekologia i produkcja runa świetlistej dąbrowy i grądu w rezerwatach Kwiatkówka i Lipiny Dół na Wyżynie Małopolskiej – *Stud. Nat.* 5: 1–104.
- King He-biau, Hamburg S. P., Yue-joe Hsia (red.) 1997 – Long-term ecological research in east-Asia-Pacific region – Taiwan Forestry Research Institute, Taipei.
- Knapp R. (red.) 1974 – Vegetation dynamics – Dr. W. Junk b.v. Publishers, The Hague.
- Kornaś J., Medwecka-Kornaś A. 1986 – Geografia roślin – PWN, Warszawa.
- Kotańska M. 1993 – Response of wet meadows of the *Calthion alliance* to variations of weather and management practices – a thirteen-year study of permanent plots – *Stud. Nat.* 40: 1–47.
- Kowalski M. 1975 – Kształtowanie się struktury odnowień w kilku zespołach lasu naturalnego – *Zesz. Nauk. AR Leśn.* 21: 43–55.
- Kowalski M. 1982 – Rozwój drzewostanów naturalnych na powierzchni badawczej w Białowieskim Parku Narodowym – *Rozpr. Nauk. Monogr.*, Wyd. SGGW-AR, Warszawa.
- Krahulec F., Agnew A. D. Q., Agnew S., Willems H. J. (red.) 1990 – Spatial processes in plant communities – SPB Academic Publishing bv, The Hague.
- Krüsi B. 1981 – Phenological methods in permanent plot research – *Veröff. Geobot. Inst. Eidg. Tech. Hochsch. Rübel, Zürich*, 75: 1–115.
- Likens G. E. (red.) 1987 – Long-term studies in ecology. Approaches and alternatives – Springer-Verlag, New York, Berlin, Heidelberg.
- Macko S. 1954 – Las bukowy w Muszkowicach na Dolnym Śląsku i jego warunki ekologiczne – *Acta Soc. Bot. Pol.* 23: 519–543.
- Majer J. D. (red.) 1989 – Animals in primary succession – the role of fauna in reclaimed lands – Cambridge Univ. Press.
- Matuszkiewicz W. 1951 – Organizacja badań bioekologicznych w Białowieskim Parku Narodowym – *Ochr. Przyr. Ojcz.* 7: 43–48.
- Matuszkiewicz W. 1959 – Potrzeba zorganizowania w Białowieży Stacji Botanicznej – *Kosmos A*, 8: 241–245.
- Matuszkiewicz W. 1977 – Spät- und Frühfrost als standortsökologischer Faktor in den Waldgesellschaften des Białowieża-Nationalparkes (Polen) – *Ber. Int. Symp. Rinteln 1975, Vegetation und Klima*, 195–231.
- Medwecka-Kornaś A. (red.) 1967 – Studia ekosystemów lasu bukowego i łąki w Ojcowskim Parku Narodowym – Zakład Ochrony Przyrody PAN, Kraków.
- Michalik S. (red.) 1990 – Problemy utrzymania biocenoz nieklimaksowych w parkach narodowych i rezerwatach przyrody. Tom 2. Materiały kolokwium naukowego Ojców – Pieskowa Skała, 6–7 czerwca 1988 r. – *Prądnik, Pr. Mater. Muzeum im. W. Szafera*, 2: 1–198.
- Miles J. 1979 – Vegetation dynamics – Chapman and Hall, London, New York.
- Miles J., Schmidt W., van der Maarel E. (red.) 1989 – Temporal and spatial patterns of vegetation dynamics – Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Boston, London.
- Moravec J. a kolektiv 1994 – Fytocenologie (nauka o vegetaci) – Academia, Praha.
- Nottrott R. W., Franklin J. F., Van de Castle J. R. 1994 – International networking in long-term ecological research – U.S. LTER Network Office, University of Washington, Washington.
- Peterken G. F. 1993 – Long-term studies in forest nature reserves (W: European forest reserves. Red. M. E. A. Broekmeyer, W. Vos, H. Koop) – Pudoc Scientific Publishers, Wageningen, 35–48.

- Peterken G. F. 1996 – Natural woodland. Ecology and conservation in northern temperate regions – University Press, Cambridge.
- Pickett S. T. A. 1987 – Space-for-time substitution as an alternative to long-term studies (W: Long-term studies in ecology. Approaches and alternatives. Red. G. E. Likens) – Springer-Verlag, New York, Berlin, Heidelberg, 110–135.
- Podani J., Fekete K. (red.) 1992 – Time and space: scale dependence of vegetation dynamics. Papers presented at the 34th IAVS Symposium on Mechanism in Vegetation Dynamics – Abstr. Bot. 16(1): 1–70.
- Primack R. B. 1993 – Essentials of conservation biology – Sinauer Associated Inc. Publishers, Sunderland, Massachusetts.
- Rübel E. 1922 – Geobotanische Untersuchungsmethoden – Berlin.
- Rübel E. 1925 – Alpenmatten-Überwinterungsstadien – Veröff. Geobot. Inst. Rübel.
- Schmidt W. 1974 – Bericht über die Arbeitsgruppe für Sukzessionsforschung auf Dauerflächen der Internationale Vereinigung für Vegetationskunde – Vegetatio, 29: 69–73.
- Schmidt W. 1981 – Ungestörte und gelenkte Sukzession auf Brachäckern – Scr. Geobot. 15: 1–199.
- Schmidt W. 1984 – Der Einfluss des Mulchens auf die Entwicklung von Ackerbrachen – Ergebnisse aus 15-jährigen Dauerflächenbeobachtungen – Nat. Landschaft, 59(2): 47–55.
- Schmidt W. (red.) 1975 – Sukzessionsforschung – Ber. Int. Symp. Int. Ver. Vegetationskunde, Rinteln 1973, Vaduz (Cramer).
- Schnelle F. 1955 – Pflanzen-Phänologie – Akademische Verlagsgesellschaft Geest und Portig K.G. Leipzig.
- Schreiber K.-F. 1997a – Sukzessionen – Eine Bilanz der Grünlandbracheversuche in Baden-Württemberg – Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg Projekt „Angewandte Ökologie“ 23, Karlsruhe.
- Schreiber K.-F. 1997b – Grundzüge der Sukzession in 20-jährigen Grünland-Bracheversuchen im Baden-Württemberg. Characteristics of succession in 20 years' abandoned grassland studies in Baden-Württemberg – Forstwiss. Centralbl. (Hamb.), 116: 243–258.
- Schreiber K.-F. (red.) 1985 – Sukzession auf Grünlandbrachen Vorträge eines Symposiums der Arbeitsgruppe „Sukzessionsforschung auf Dauerflächen“ in der Internationalen Vereinigung für Vegetationskunde Stuttgart – Hohenheim 1984 – Ferdinand Schöningh, Paderborn.
- Symonides E. 1979 – The structure and population dynamics of psammophytes on inland dunes. IV. Population phenomena as a phytocoenose-forming factor (a summing-up discussion) – Ekol. Pol. 27: 259–281.
- Szafer W. 1922 – Uwagi o celach i organizacji badań naukowych w polskich parkach natury – Ochr. Przyr. 3: 10–15.
- Tomiałojć L., Wesółowski T. 1990 – Bird communities of the primaeval temperate forest of Białowieża, Poland (W: Biogeography and ecology of forest bird communities. Red. A. Keast) – SPB Academic Publ., The Hague, 141–165.
- Tomiałojć L., Wesółowski T. 1994 – Die Stabilität der Vogelgemeinschaft in einem Urwald der gemässigten Zone. Ergebnisse einer 15-jährigen Studie aus dem Nationalpark von Białowieża (Polen) – Ornithol. Beob. 91: 73–110.
- Tomiałojć L., Wesółowski T. 1996 – Structure of a primaeval forest bird community during 1970s and 1990s (Białowieża National Park, Poland) – Acta Ornithol. 31: 133–154.
- Van der Maarel E. (red.) 1980 – Succession. Symposium on advances in vegetation sciences, Nijmegen. The Netherlands, May 1979 – Dr W. Junk Publishers, The Hague, Boston, London.

Waide R., French Ch., Sprott P., Williams L. (red.) 1998 – The International Long Term Ecological Research Network – US LTER Network, Department of Biology, University of New Mexico.

Wilkoń-Michalska J. 1970 – Zmiany sukcesyjne w rezerwacie halofitów Ciechocinek w latach 1954–1965 – *Ochr. Przyr.* 35: 25–51.

Wilkoń-Michalska J., Nienartowicz A., Barcikowski A. 1982 – Horizontale Struktur, Phänologie und produktivität der Wald-Krautschicht im Reservat Las Piwnicki (W: Struktur und Dynamik von Wäldern, Rinteln 13–16.4.1981. Red. H. Dierschke) – *Ber. Int. Symp. Int. Ver. Veget.*, 541–556.

Włoczewski T. 1954 – Materiały do poznania zależności między drzewostanem a glebą w czasie i przestrzeni – *Roczn. Nauk. Leśn.* 5: 161–241.

Włoczewski T. 1972 – Dynamika rozwoju drzewostanów w oddziale 319 Białowieskiego Parku Narodowego – *Folia For. A*, 20: 5–37.

Yarranton G. A., Morrison R. G. 1974 – Spatial dynamics of a primary succession: Nucleation – *J. Ecol.* 62: 417–428.

Zaugol'nova L. B., Žukova A. A., Komarova A. S., Smirnova O. V. 1988 – *Cenopopuljacji rastenij (očerki populjacionnoj biologii)* – „Nauka”, Moskva.

Summary

The essence of long-term scientific studies are based on the following assumptions:

1. Recognition of most of ecological and biological processes, because of their long-term nature and complexity, requires a longer period of time, a permanent reference system, and special research procedures.

2. Long-term studies comprise studies accompanying natural processes and phenomena at all phases of their development: beginning, development, and termination. Whenever possible, the studies should also focus on the most important factors responsible for the course of these processes and phenomena, and the ensuing results concerning the environment component (also habitats or biocenosis).

3. Long-term studies are undertaken for the following purposes:

1) identification of the essence of ecological processes and phenomena (e.g. succession, regression, colonisation, competition, co-evolution);

2) identification of the general and particular rules in time and space that govern the ecological systems and evoke changes in the environment and landscape;

3) completion of the knowledge about the nature of a certain physiographic object (e.g. an island, forest, volcano, national park, reserve, town, etc.), including the data about the functioning of its most important ecological systems and phenomena and processes taking place in the object;

4) development of scientific bases for active protection of ecological systems and sustaining in them the desirable processes or counteracting the undesirable ones;

5) development and improvement of the scientific bases of permanent management of natural resources;

6) determination of general changes in the environment for the sake of regional and national monitoring.

The long-term studies are based on the conviction that due to the long-term and high complexity of the majority of ecological processes, they cannot be recognised otherwise but through direct observations, and that the observations cannot take less than the period of the duration of the process, and consequently, that such studies have to be carried out from beginning to end in the same reference system. The length of the term of the prospective studies should depend primarily on the nature of the examined processes and the characteristics of particular ecological systems.

Most of the latest reports on the studies performed according to one's needs or whims in the last few to dozen years have been inappropriately called long-term studies. It is therefore necessary to classify them, in accordance with their duration and the objectives set (Table I) into the following groups: short-term studies (3–10 years); mid-term studies (11–25 years); long-term studies (26–80 years) and unlimited-term studies.

In the present article, long-term studies in different fields of ecology and vegetation science have been reviewed, and a number of the most interesting results have been discussed. The article illustrates also practical applications of the long-term ecological studies, e.g. in the nature and environment protection, forestry, etc.

The best objects to carry out long-term studies are national parks, reserves of nature, and abandonment farmlands. Another prerequisite for long-term studies is provision for continuity and controlled conditions. It is also desirable to assure international co-operation.

(wpłynęło: 21 VIII 1998 r.)