

Janusz B. FALIŃSKI

## **Powtarzalna naziemna rejestracja fotograficzna w stacjonarnych badaniach ekologicznych**

*Repeated photographic record from the ground in long-term stationary ecological studies*

**R**ecognition of many ecological processes and phenomena such as colonisation, succession, regression, seasonal variations, time and spatial interrelations among components of ecological systems, requires conduction of long-term observations of the same area. In these studies the repeated photography plays special role. Success of the dynamic ecology studies is determined to the same degree by the concept of the study, correct formulation of the hypothesis, finding of a suitable object of study and the original procedure. The essential point of the procedure is establishment of a permanent reference system in which long-term study could be carried out following the same methodology. Such a permanent reference system is composed of permanent plots, fixed in the terrain area, whose sizes, inner division and system of marking are adjusted to the nature of the phenomenon and object studied. The plots should provide the possibility of short-time observations over long time periods. The subject and aim of the study determine its time period, and accordingly the following differentiation was made: short-term studies — over 3 to 10 years, mid-term studies — over 11 to 25 years, long-term studies — over 26 to 80 years and studies over unlimited time (Faliński, 1972, 1977a, 1977b, 1998, 1999 in print).

The use of repeated photographic record in many-year stationary ecological studies for data accumulation increases their reliability and objectivity at the same time facilitating the documentation work. It can eliminate the need for sketching, measurement of the sizes and areas of particular objects, counting of specimens, statement of changes etc., enabling the researcher to do it directly in the photograph or in the scanned picture.

The hitherto use of photography in ecological studies, although widespread, has been restricted for documentation purposes (documentation of the state of an object, the equipment, organisation of experiment, etc.).

The paper whose main objective is to introduce the reader to the problems related with the use of photography in ecological studies, also specifies the conditions which must be met by the photographs to function as carriers of scientific information, presents the principles of repeated photographic record and the necessary equipment.

The contents of the paper are based on the own experience

of the author gained from the use of photography in the studies conducted by the Białowieża Geobotanical Station in the Białowieża Forest and other objects in north-eastern Poland. In the studies aiming at the recognition of ecological processes and phenomena, of informative worth is a set or series of a sufficient number of photographs patterning a given fragment of the nature in the same way and repeated at constant time intervals, which enables their comparison. Accumulation of scientific information in photographs is a form of the study by sampling, so it demands the satisfaction of the same conditions as in other analytical methods using the same procedure of sampling. In particular the samples must be representative of the phenomena studied, which means the photographs must be taken of typical structures or phenomena and the photographer must resign from presentation of accidental singularities. The way of taking the photographs must ensure the possibility of comparisons of the contents and spatial range of each two of them. As in all methods based on repetitive sample collection, care must be taken to photograph in the same conditions and time take pictures of a great number of the same objects or their fragments at the same, so that to obtain a uniform set of photographs. Comparative analysis of the photographs reveals the changes which have occurred within a given period. The principles and techniques of taking photographs in the vertical projection: towards the earth and towards the sky (e.g. the photographs of psammophilous grassland, moss-lichen turf, forest herb layer and canopy) as well as in the horizontal projection (e.g. of regeneration of brushwood) are outlined. The equipment required to take photographs meeting the above conditions must be simple and reliable: a portable camera with changeable lenses, a portable stand (tripod or quadripod) with a special head and a projection frame with a photograph indicator. These four elements must be easy to assemble and control to ensure the possibility of taking photographs of a given object in the same borders, from the same distance and at the same angle. The equipment described in the paper enables taking pictures of distributed objects (individual squares, rectangulars) as well as objects blocked in transects, groups of squares etc., characterised by certain desired parameters. Photographing of blocked squares provides a possibility of acquiring material from a larger area, e.g. by taking a greater

number of photographs of larger forest patches. Taking photographs from a higher point is not only a technical problem, but is subjected to the limitations of the photo-record resolution (it may not be possible to discern fine objects such as individual plants of different species and different growth forms). Among the recommended cameras are 6 × 6 ones (Pentacon-Six, Exakta) and small-picture ones (Practica and others from subsequent generations) with normal- and wide-angle objectives, easily mountable in the same heads at any position. The author describes the construction of projection frames, square and rectangular, adjusted to the area recorded by a given camera. The frames are suspended at a constant distance from the grounds to ensure the control of the mapping (range, angle of inclination, sharpness, lighting) and equipped with iden-

tifiers of photographs (series symbol, number and symbol of the object, the area and the data). The identifiers are photographed together with the object studied, irrespective of the indicators taken at the beginning and end of the film. In repeated photographic record for ecological studies the films most often used are coloured diapositive ones. However, for some particular applications, e.g. photographs of the forest canopy, black and white negative films are more suitable. The paper describes many examples of the application of repeated record illustrated with photographs. The methods of analysis of air photographs will be the subject of a separate paper. Although in certain cases they are the same as for photographs taken from the ground e.g. combination of neighbouring photographs, partly overlapping, in stereopairs.

## Istota zastosowań fotografii naziemnej w badaniach naukowych

### Uwagi wstępne

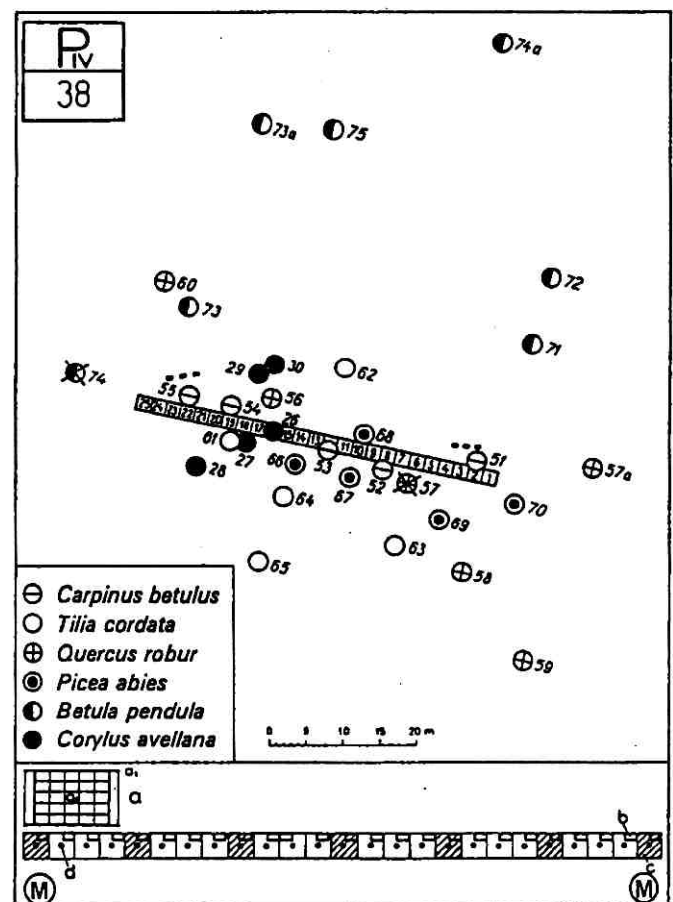
Poznanie wielu procesów i zjawisk ekologicznych, takich jak kolonizacja, sukcesja, regresja, rytmika sezonowa, zmienne w czasie i przestrzeni relacje między komponentami układów ekologicznych, wymaga prowadzenia wieloletnich badań w tych samych obiektach. W badaniach szczególną rolę przypada powtarzalnej fotografii (Faliński, 1977a, 1977b, 1998, 1999 w druku) Powodzenie badań w zakresie ekologii dynamicznej zależy więc w tym samym stopniu od koncepcji i postawienia właściwej hipotezy oraz od znalezienia właściwego obiektu badań, jak i od przygotowania oryginalnej procedury badań. Istotą tej procedury jest stworzenie trwałego układu odniesienia, w którym przez dłuższy czas będą mogły być prowadzone obserwacje i eksperymenty według jednolitej, niezmiennalnej w toku badań metodyki.

Ryc. 1. Organizacja jednej z czterech stałych powierzchni w kształcie transektu do badań fenologicznych w grądzie *Tilio-Carpinetum typicum* w Białowieskim Parku Narodowym. Na kolejnych kwadratach transektu zainstalowane są ramy projekcyjne (a, b), na których montuje się statyw z kamerą fotograficzną (Practica LLC z obiektywem Flektogon 2.8/35) do powtarzalnej rejestracji fotograficznej runa i sklepienia lasu, c — stanowiska aparatu do fotografowania sklepienia, d — śniegomierze. Obok transektu: wybrane drzewa i krzewy poddane obserwacjom oraz stacyjki mikroklimatyczne (M). Zdjęcia wykonuje się od r. 1972 w okresie bezśnieżnym w ciągu całego roku, w latach 1972–1988 co 5 dni, a od roku 1989 co 10 dni.

Źródło: Faliński, 1977b, 1986a

Fig. 1. Organisation of one of the four permanent plots in the shape of a transect, for phenological studies in the oak-linden-hornbeam forest in Białowieża National Park forest compartment 342. Note the projection frames (a, b) installed on subsequent squares of the transect, on which the tripod with a camera is mounted (Practica LLC with Flektogon 2.8/35 lens). The set is used for repeated photographic record of herb layer and forest canopy, c — camera positions for photographs of the forest canopy, d — snowmeters. Near the transect: selected trees and shrubs observed, (M) — microclimate stations. Photographs have been taken since 1972 in the period without snow, in the years 1972–1988 every 5 days and since 1989 every 10 days. Source: Faliński, 1977b, 1986a

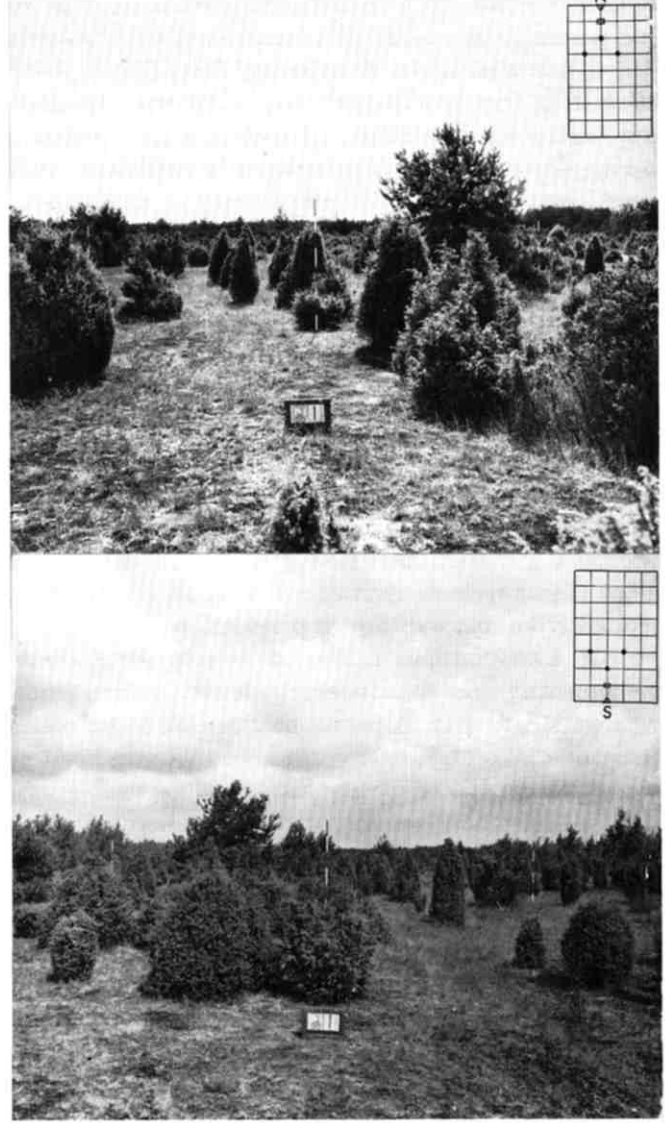
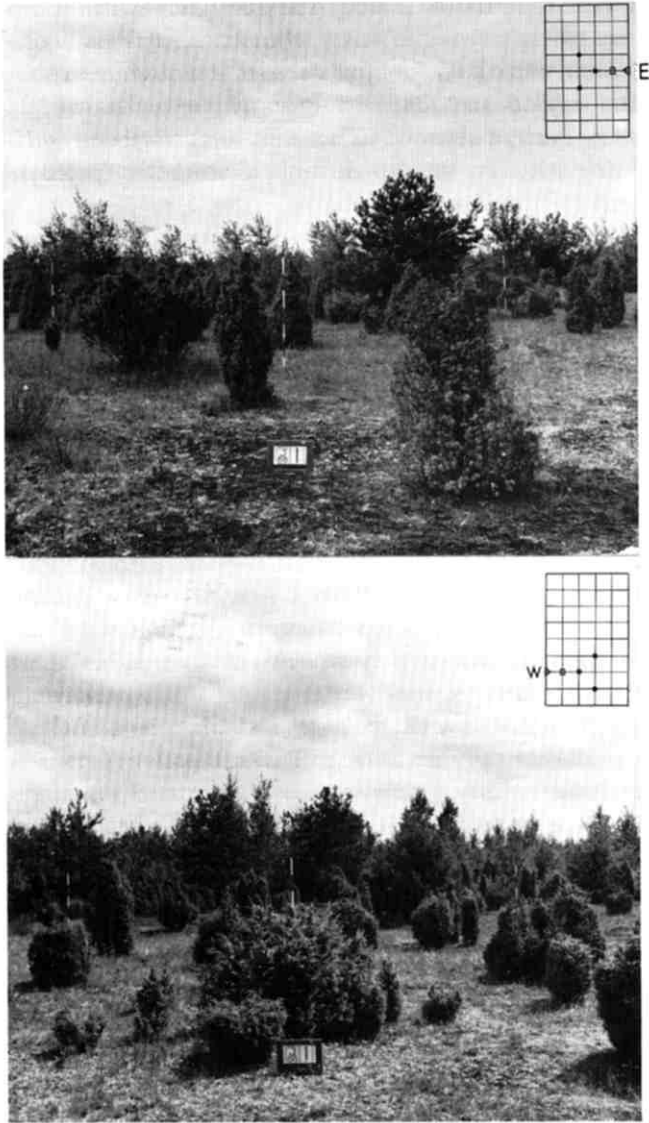
Układ odniesienia tworzą stałe powierzchnie badawcze, utrwalone w terenie, o wielkości i podziale wewnętrznym, sposobie oznakowania, dostosowanym do natury badanego obiektu i zjawiska, i możliwe do objęcia wieloletnimi badaniami, każdorazowo w krótkim okresie. Odpowiednio do przedmiotu i celu badań różny jest termin ich prowadzenia. Właściwe jest więc wyróżnienie badań krótkoterminowych (3–10 lat), średnioterminowych (11–25 lat), długoterminowych (26–80 lat) i badań o nieograniczonym czasie trwania (Faliński, 1972, 1977a, 1977b, 1998, 1999 w druku).



Aparat fotograficzny jest urządzeniem, którym bardzo chętnie posługuje się ekolog w trakcie badań polowych. Jednak z wyjątkiem bardzo nielicznych przypadków, zakres zastosowań aparatu fotograficznego w naszej dziedzinie jest dotąd niewspółmiernie ubogi w stosunku do możliwości, które zawiera w sobie technika fotograficzna.

rzut oraz wyposażenie i organizację powierzchni badawczych, obsługę przyrządów, zakładanie doświadczeń. Do ulubionych tematów zdjęć należą pewne przejawy grupowego życia w terenie pracowników naukowych wyzwolonych od monotonii codziennych obowiązków administracyjnych i dydaktycznych.

Zdjęcia przedstawiające takie tematy nie są materia-



VIII-1. Photographic documentation of permanent plot XW-66.1 in Jelonka (4 photos from 4 sides)

Ryc. 2. Dokumentacja fotograficzna stałej powierzchni badawczej ( $25 \times 40 \text{ m} = 1 \text{ ha}$ ) w badaniach nad sukcesją wtórną na porzuconych gruntach porolnych. Rezerwat Jelonka na pld.-zach. peryferiach Puszczy Białowieskiej. Fotografie ze stałych punktów na 4 granicach powierzchni (E, W, N, S) zorientowane na tyczki geodezyjne rozstawione co 5 m w więźbie podziału wewnętrznego na kwadraty  $25 \text{ m}^2$ . Zdjęcia horyzontalne kamerą Pentacon-Six z obiektywem 4/50 ze statywu z podwyższeniem (ryc. 12.1). Bliższe dane: Faliński, 1998. Fot. J.B. Faliński

Fig. 2. Photographic documentation of a permanent plot  $25 \times 40 \text{ m} = 1 \text{ ha}$ , in the studies on secondary succession on abandoned fields. The Jelonka Reserve near Białowieża Forest. Photographs come from 4 locations at each borders of the plot (E, W, N, S) and are oriented with respect to geodesic poles distributed at every 5 meters at the sites following from inner division into  $25 \text{ m}^2$  squares. The horizontal photographs taken with Pentacon-Six camera with 4/50 lens from elevated tripod (Fig. 12.1). More details: Faliński, 1998. Phot. J.B. Faliński

Dość łatwo wyliczyć, co fotografuje najczęściej ekolog w terenie: a więc obiekty badań, tj. fragmenty krajobrazów, fragmenty zbiorowisk roślinnych, wybrane nisze ekologiczne, poszczególne obiekty takie jak rośliny, zwierzęta, jaja, gniazda, drzewa, przejawy i skutki aktywności zwierząt, kolejne stany rozwojowe roślin i zwie-

łem naukowym w ścisłym tego słowa znaczeniu, bo nie mogą być i nie są przedmiotem opracowania naukowego i podstawą wnioskowań o charakterze poznawczym, chociaż mogą mieć wartość dowodową. W niektórych dziedzinach zdjęcia naziemne wykonywane według określonych zasad, np. w gleboznawstwie zdjęcia profilów

glebowych, są systematycznie gromadzone, opracowywane i z czasem składają się na specjalne archiwum fotograficzne. Zbiory te służą celom dydaktycznym oraz jako materiał dokumentacyjny i poglądowy do atlasów profilów glebowych.

Fotografie wykonane i przygotowane według jednolitych zasad mogą także spełniać rolę klucza–legandy do mapy roślinności, ilustrując wszystkie typy zbiorowisk (jako kartograficzne jednostki roślinności), np. przy mapie potencjalnej roślinności naturalnej USA (Küchler, 1964) lub Westwaldu (Burrichter, Pott, Furch, 1988). Wszystkie trzy środki przekazu w kolorze: fotografie, mapy i ryciny wzajemnie uzupełniają się i jednolicie opracowane znalazły zastosowanie w niedawno wydanym tomie Narodowego Atlasu Szwecji pt. *Geography of Plant and Animals* (Gustaffson, Ahlén, 1996). W popularnych atlasach flor regionalnych barwna fotografia o porównywalnych parametrach wyparła prawie całkowicie kolorowe i czarno-białe ryciny. Obrazowanie obiektu badań, wyposażenie obiektów badawczych w aparaturę, obsługa aparatury i inne czynności metodyczne — to jednak główne funkcje, które spełniają fotografie w dziele naukowym w dziedzinie ekologii. Najszerze jest zastosowanie zdjęć fotograficznych w toku czynnej prezentacji wyników badań ekologicznych, w upowszechnianiu wiedzy i w nauczaniu. Nawet w przypadku licznych zdjęć używanych do tych celów, z reguły spełniają one jednak tylko rolę wybranych przykładów.

Nie kwestionując celowości użycia fotografii we wspomniany sposób i do wymienionych celów, trudno zgodzić się, że jest to pełnia możliwości, które oferuje fotografia jako obiektywny, niezawodny, masowy i powtarzalny sposób rejestracji lub szerzej: sposób gromadzenia i przechowywania danych naukowych w ekologii. Dane zgromadzone technikami fotograficznymi, po specjalnym opracowaniu, mogą stać się źródłem bardzo bogatej informacji na temat struktury, dynamiki, genezy i uwarunkowań układów oraz przebiegu zjawisk i procesów ekologicznych (ryc. 1–10).

Zakres, ilość i jakość oraz zastosowanie tych danych ogromnie wzrasta jeśli pozyskuje się je wielokrotnie, a więc fotografując te same obiekty w identyczny sposób w ustalonych z góry, regularnych odstępach czasu (ryc. 1, 4, 5, 6, 7, 9).

Przy różnych ograniczeniach właściwych wszystkim technikom zbierania informacji, rejestracja fotograficzna pozytywnie wyróżnia się kilkoma ogólnie znanymi właściwościami. Często niedoceniana, a niezwykle ważna jest zdolność zapisywania na emulsji fotograficznej, oprócz informacji zaplanowanej do pozyskania, także informacji dodatkowej, „utajonej”, do której będzie można sięgnąć później, w miarę pojawiania się kolejnych pytań bądź koncepcji, a także w miarę postępu w technice analizy obrazu.

Poza wprowadzeniem w problematykę zastosowań fotografii do badań ekologicznych, celem niniejszego artykułu jest przede wszystkim ukazanie warunków, które muszą spełniać zdjęcia fotograficzne jako nośniki informacji naukowej oraz przedstawienie zasad powta-

rzalnej rejestracji fotograficznej i niezbędnego do tego sprzętu.

Przedstawione w artykule urządzenia umożliwiają wykonanie zdjęć o założonych parametrach, zarówno rozproszonych obiektów (pojedynczych kwadratów, prostokątów), jak i obiektów zblokowanych, np. w transekty, zespoły kwadratów. Wykonywanie zdjęć zblokowanych kwadratów pozwala przynajmniej w części uzyskać materiał do analizy z większej powierzchni, np. przez zwielokrotnienie liczby zdjęć runa leśnego. Wykonywanie zdjęć z większej wysokości jest problemem nie tylko czysto technicznym (por. Morawiecka, Walsh, 1993). Bariereą stanowi tu bowiem rozdzielczość zdjęcia w stosunku do bardzo drobnych obiektów (pojedynczych roślin różnych gatunków).

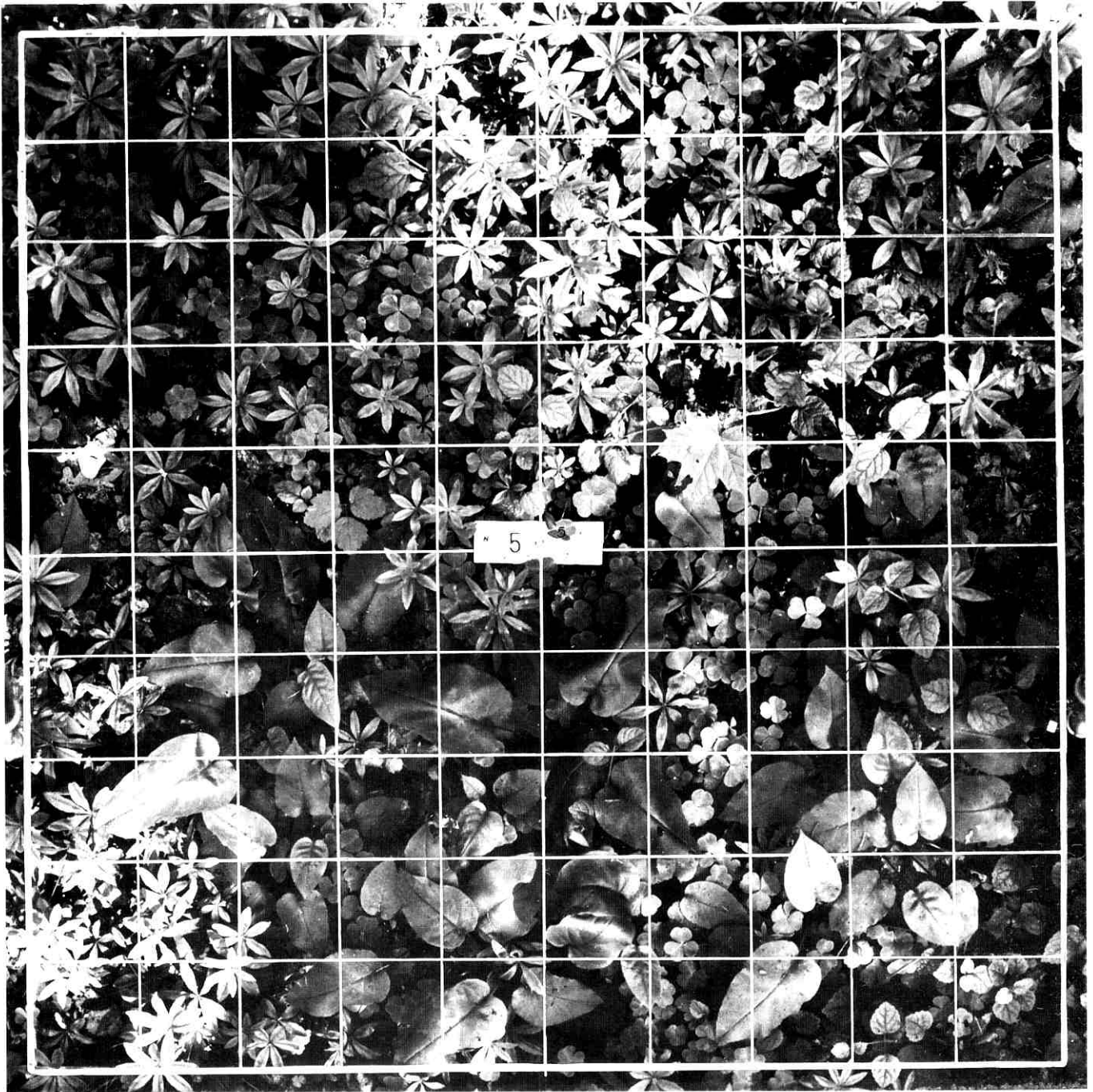
Omówione dalej zasady postępowania, doświadczenia i konstrukcje są głównie rezultatem pracy autora w badaniach prowadzonych przez Białowieską Stację Geobotaniczną w Puszczy Białowieskiej i innych obiektach w Polsce północno-wschodniej.

### **Przykłady zastosowań fotografii w badaniach ekologicznych**

Zakres zastosowań fotografii w badaniach naukowych wzrósł nie tylko w wyniku rozwoju techniki fotograficznej, a więc konstrukcji nowych typów kamer, obiektywów, zwiększenia asortymentu filmów, zmian w obróbce laboratoryjnej, wprowadzenia magnetycznego zapisu obrazu, możliwości ciągłej lub powtarzalnej rejestracji nawet w ekstremalnych warunkach, ale także w efekcie opracowania komputerowych programów i technik analizy i przetwarzania obrazów, i wreszcie wejścia w życie nowych systemów archiwizacji obrazu. Systemy te nie tylko umożliwiają utrzymanie porządku w powiększających się zbiorach obrazów i przyspieszają odnalezienie potrzebnego zdjęcia. Dzięki wykonaniu jego repliki na taśmie video lub dysku optycznym zabezpieczają obraz zapisany dotąd na nietrwałych nośnikach informacji (taśma filmowa) przed zniszczeniem i naturalnym rozkładem z upływem czasu.

Zastosowanie metod fotograficznych w badaniach ekologicznych ma już swoją historię i sięga początków tej dyscypliny (Clements, 1905). Wypada jednak stwierdzić, że ekologia w odróżnieniu od innych dziedzin biologii, np. anatomii, morfologii, nawet tak bardzo bliskich, jak biologia roślin (por. np. Ziegenspeck, 1955), mało w ogóle korzysta z tych nowoczesnych technik. Dość liczne są wprawdzie przykłady adaptacji sprzętu i metod fotograficznych do wyraźnej specyfiki polowych badań ekologicznych, ale ograniczają się one zwykle do doraźnych rozwiązań technicznych. Poza kilkoma przykładami, nie opracowane są jeszcze zasady dalszego postępowania z zespołem zdjęć fotograficznych, w celu uczynienia z nich wiarygodnego i łatwo dostępnego źródła informacji, a nie tylko formy jednostkowej dokumentacji bądź ilustracji.

Od dawna, choć sporadycznie, były stosowane metody fotograficzne w badaniach nad strukturą roślin-



Ryc. 3. Zdjęcia runa leśnego w ramie projekcyjnej (1 m<sup>2</sup>) kamerą Pentacon-Six z obiektywem 4/50 wykonywane w dziesiątkach powtórzeń według tych samych zasad, z identyfikatorem i w analogicznych terminach mogą być przedmiotem różnorodnej analizy. Białowiecki Park Narodowy oddz. 374. Stała powierzchnia Białowieckiej Stacji Geobotanicznej UW. N-61: 9 kwadratów. Fot. J.B. Faliński

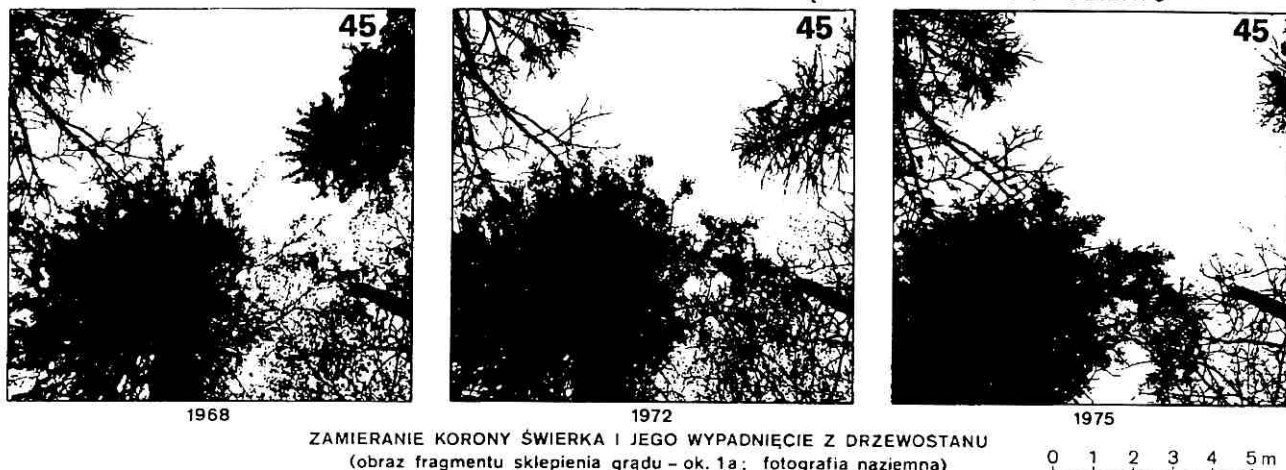
Fig. 3. Photographs of herbal layer in the projection frame (1 m<sup>2</sup>) taken with a Pentacon-Six camera with a 4/50 lens. When repeated dozens of times observing the same rules, with the use of an identifier and at the same time of the year (at the same phenological period) the photographs can be used for various analyses. Białowieża National Park, compartment 374, a permanent plot N-61 of the Białowieża Geobotanical Station.

Phot. J.B. Faliński

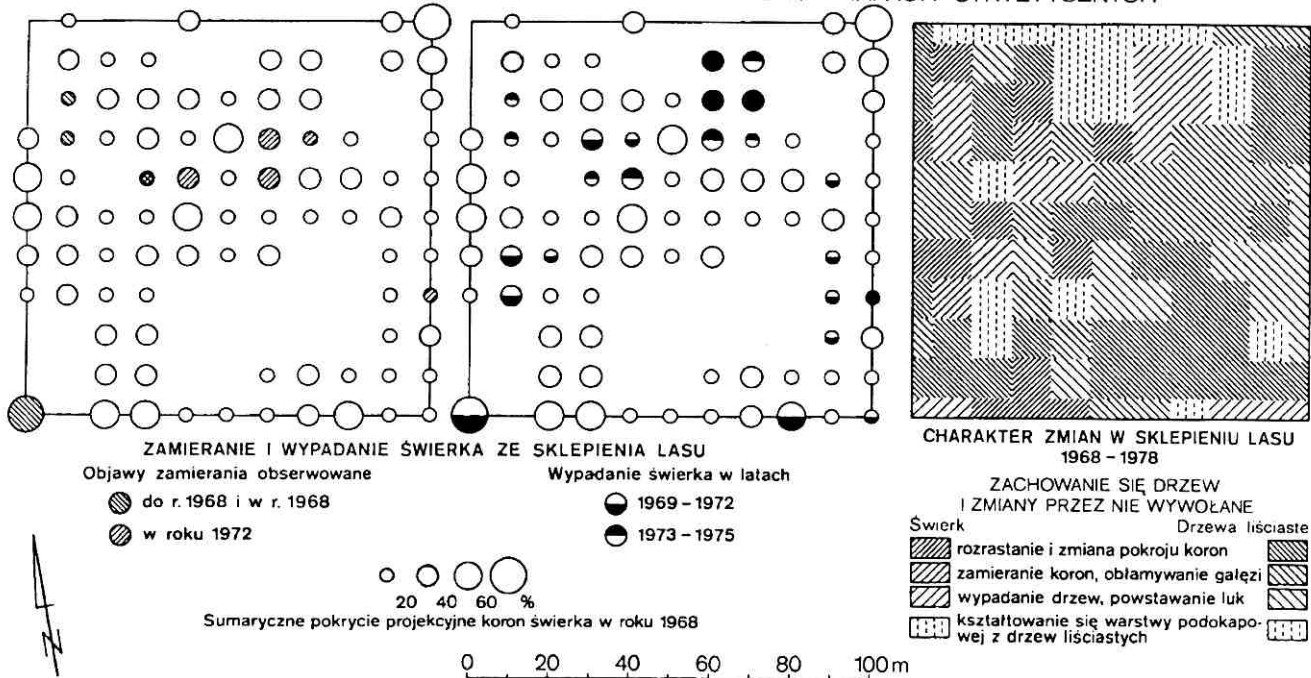
ności, a zwłaszcza dynamiką roślinności, a więc sukcesją, fluktuacją i dynamiką sezonową (fenologia) roślinności, a także fenologią gatunków roślin. Najdłuższą serię badań, w której nieoprzernawie stosowano zdjęcia fotograficzne jako pomocniczą metodę rejestracji, opublikował L.P. Smith (1968). Autor ten wykorzystał fotografie wybranych gatunków roślin, wykonywane w okresie od 1913 do 1942 roku przez obserwatora pogody

J.H. Willisa w miejscowości Norwich w Anglii. Obok wspomnianych prób z zakresu autofenologii roślin, a służących tradycyjnie klimatologii, stosunkowo często, ale jednostkowo, wykorzystywano zdjęcia fotograficzne obserwowanych obiektów w badaniach synfenologicznych (np. Kaźmierczakowa, 1967; Jankowska, 1967). Z tekstów wspomnianych i innych prac z tej dziedziny jednak nie wynika, by zdjęcia fotograficzne zna-

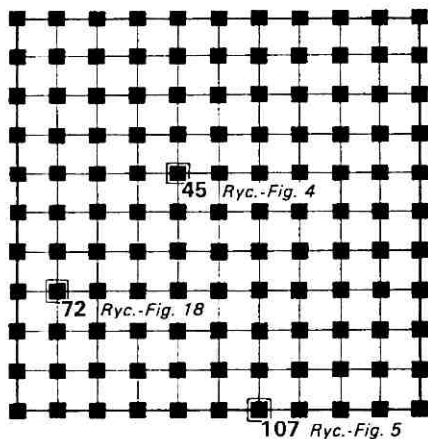
WIELOKROTNE FOTOGRAFOWANIE,  
PRZYGOTOWANIE DO INTERPRETACJI KOLEJNYCH ZDJĘĆ TEGO SAMEGO OBIEKTU



WIELOKROTNE FOTOGRAFOWANIE, INTERPRETACJA ZDJĘĆ,  
PRZETWORZENIE DANYCH I PRZEDSTAWIENIE NA MAPACH SYNTETYCZNYCH

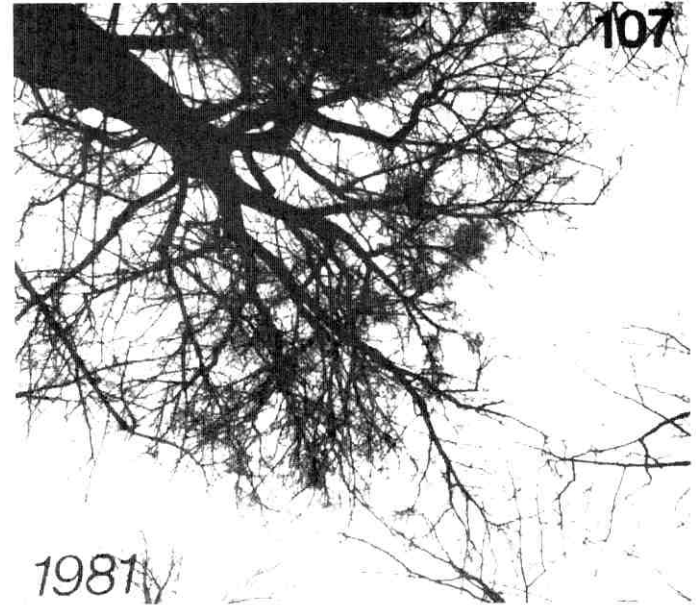
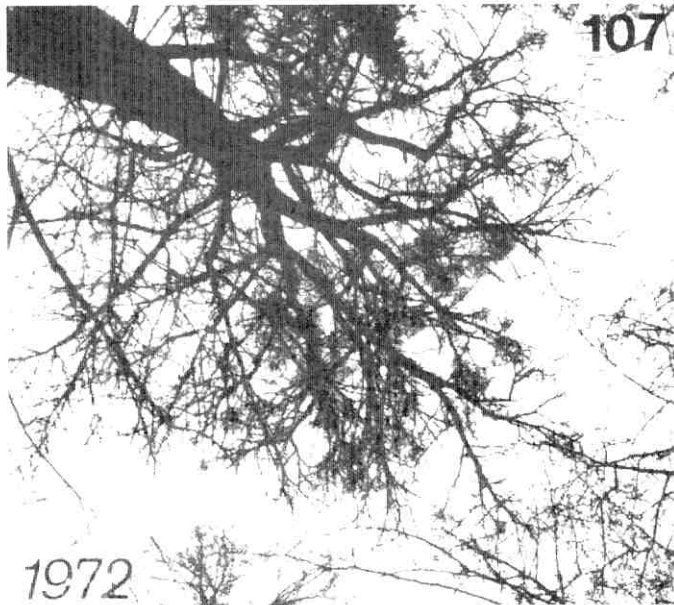


PODZIAŁ STAŁEJ POWIERZCHNI 1 ha  
NA DZIAŁKI 1 a



Ryc. 4. Rejestracja średnioterminowych zmian w sklepieniu lasu dębowo-lipowo-grabowego ze świerkami. Białowiecki Park Narodowy, oddz. 342. Stała powierzchnia BSG UW E-40 (1 ha). Zdjęcia wykonywane są kamerą Pentacon-Six z obiektywem 2.8/80 na filmie negatywowym 15 DIN (25 ASA) (z 121 stanowisk (■) w wieżbie co 10 m. Kamera umieszczona jest każdorazowo na wypoziomowanym stolyczku umieszczonym kolejno na wszystkich palikach utrwalających granicę i podział powierzchni 1 ha na działki jednoarowe. Zdjęcia wykonywane są co 3 lata w III dekadzie kwietnia (w fazie otwierania się pąków liściowych drzew). W terminie tym możliwe jest rozróżnienie żywych i martwych gałęzi poszczególnych drzew. Na zdjęciu ten sam fragment sklepienia lasu (z punktu nr 45, górny rząd). Analiza zespołu zdjęć pokrywających 1 ha umożliwia wykonanie kilku wielkoskalowych map (dolny rząd). Dalsze dane: Faliński, 1990-1991, cz. 3, 1996. Fot. J.B. Faliński

Fig. 4. Photographic record of mid-term changes in the canopy of oak-linden-hornbeam forest with spruces. The Białowieża National Park, compartment 342. A permanent plot E-40 (1ha) of BSG UW. Photographs taken with a Pentacon-Six camera with a 2.8/80 lens on a negative film 15 DIN (25 ASA) at 121 sites (■) at every 10 m. The camera was placed on a horizontally levelled table mounted on subsequent poles marking the division of the plot into 1 are sections. Photographs are taken at three-year intervals in the third decade of April (the phase of opening leaf-buds of trees) as at that time it is easy to distinguish between alive and dead tree branches. The photograph shows the same fragment of the forest canopy (from reper no 45, upper row). Analysis of the set of photographs covering the area of 1 ha allowed drawing a few large-scale maps (lower row). Further data Faliński, 1990-1991, part 3, 1996. Phot. J.B. Faliński



Ryc. 5. Seria 5 zdjęć korony tego samego drzewa (lipa) ze stałego punktu. Fotografia pochodzi z zespołu zdjęć z lat 1968–1998 sklepienia lasu na powierzchni 1 ha (por. ryc. 4). Zdjęcia umożliwiają śledzenie zmian pokroju korony drzewa wskutek rozrostu, zamierania i obłamywania się gałęzi. Możliwe jest też policzenie krzewów półpasożyta jemioli w koronie lipy. Fot. J.B. Faliński

Fig. 5. A series of 5 photographs of the crown of the same tree (linden) from the same point. This photograph is one from a series taken in the years 1968–1998 of the forest canopy over the area of 1 ha (see also Fig. 4). The photographs make it possible to follow the changes in the crown appearance ascribed to growth of the branches, their death and falling off. It is also possible to count the shrubs of the semiparasite mistletoe in the crown of the tree. Phot. J.B. Faliński

1979

1985



29



Ryc. 6. Zróznicowanie fenologiczne populacji jesionów na drzewa rozwijające się w różnych terminach, ulistniające się i tracące ulistnienie wcześniej lub później. Fotografowanie w kolejnych latach tych samych drzew (nr 13, 29 i 54) i ich sąsiadów umożliwia potwierdzenie powtarzalności tych zachowań. Białowiecki Park Narodowy — drzewa w łęgu olszowo-jesionowym oddz. 316, stała powierzchnia BSG U-117. Zdjęcia wykonano z ręki ze stałych punktów kamerą Practica LLC z obiektywem 1.8/50. Identyfikatory wprowadzono wtórnie na negatyw. Wybór zdjęć z dwu powierzchni obejmujących po 100 drzew o zbliżonej kondycji, fotografowanych w ciągu 7 kolejnych lat na wiosnę i jesienią w odstępnie 5 dni. Film negatywowy 15 DIN (25 ASA). Fot. J.B. Faliński

Fig. 6. Phenological differentiation of the ash-tree population into the trees developing in different times which is manifested by getting and losing leaves sooner or later. Photographic record of the same trees (no. 13, 29 and 54) and their neighbours allows a confirmation of repeatability of this behaviour. The Białowieża National Park, trees from alder-ash flood-plain forest, 316, permanent plot U-117 of BSG UW. The photographs taken from hand, at the same site by Practica LLC camera with 1.8/50 lens. Identifiers introduced later into negatives. A selection of photographs from two permanent plots embracing about 100 trees of similar morphologic-biological condition each. The photographs were taken for 7 subsequent years in spring and autumn at 5-day intervals. A negative film of 15 DIN (25 ASA). Phot. J.B. Faliński

lazły zastosowanie do odmiennych celów niż przykładowa ilustracja zmian sezonowych ograniczonego fragmentu runa leśnego lub runi łąkowej, stepowej, itp.

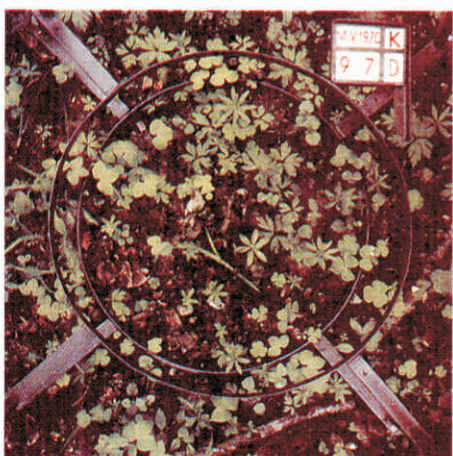
Stosunkowo wcześniej J.M. Rowland i J.M. Hector (1934) stosowali aparat fotograficzny w wieloletnich badaniach ekologicznych na stałych powierzchniach.

W badaniach nad przemianami roślinności puszczy w Pensylwanii (USA) w ciągu 12 lat A.F. Hough (1965) fotografował roślinność na stałych powierzchniach w projekcji ukośnej. Zmiany roślinności łąkowej pod wpływem wypasania rejestrowali fotograficznie w projekcji pionowej E. Rosén i E. Sjögren (1973) na wyspie

1992: 10 dni po pożarze – *in 10 days after fire*1993: 1 rok po pożarze – *in 1st year after fire*1994: 2 lata po pożarze – *in 2nd year after fire*1995: 3 lata po pożarze – *in 3rd year after fire*1996: 4 lata po pożarze – *in 4th year after fire*1998: 6 lat po pożarze – *in 6th year after fire*

Ryc. 7. Zapusty osikowo-sosnowo-jałowcowe powstałe na porzuconych polach w wyniku działania sukcesji wtórnej, zniszczone pożarem 2 lipca 1992 roku. Przebieg regeneracji popożarowej w następnych latach. Rezerwat Jelonka na pld.-zach. peryferiach Puszczy Białowiejskiej. Ziljęcia horyzontalne ze statywu ze stałego punktu zorientowane na pojedynczy reper i podstawy większych drzew kamera Pentacon-Six z obiektywem 2.8/80. Film Fuji-Chrom RDP 21 DIN (100 ASA). Źródło: Faliński, 1998. Fot. J.B. Faliński

*Fig. 7. Aspen-pine-juniper brushwood which appeared on abandoned fields as a result of secondary succession, destroyed by fire on July 2nd 1992. Illustration of the post-fire regeneration in subsequent years (1993, 1994, 1995, 1996, 1998). The Jelonka Reserve near Białowieża Forest. Horizontal photographs from a tripod on stabilised point oriented with respect to a single reper and bases of greater trees. Pentacon-Six camera with 2.8/80 lens. film Fuji Chrom RDP, 21 DIN (100 ASA). Source: Faliński, 1998. Phot. J.B. Faliński*



Öland w Szwecji. Także w projekcji pionowej ze specjalnego statywu były wykonywane zdjęcia przez V.G. Volkową (1965, 1970) do analizy struktury roślinności stepowej na Zabajkalu w b. ZSRR.

T. Wojterski (1964) zastosował serię zdjęć specjalnie wykonanych wzdłuż linii prostopadłe do brzegu Bałtyku jako pomoc przy sporządzaniu profili roślinności nadmorskiej. Bardziej znane jest wykorzystanie metod fotograficznych i filmowych w badaniach z zakresu biologii zwierząt i roślin. Ich produktem ubocznym są liczne znane filmy i książki popularno-naukowe (por. np. książkę i telewizyjny film pt. *Prywatne życie roślin* (Attenborough 1995, wyd. pol. 1996).

Metodą barwnego zdjęcia fotograficznego, także z użyciem różnych filtrów, próbował G. Wallentinus i Jonson (1972) w Szwecji wyróżnić (rozgraniczyć) płaty zbiorowisk solnikowych z kompleksu zbiorowisk użytków zielonych na wybrzeżu morskim. Eckardt i Méthy (1967) opisują urządzenie poruszające się na szynach, na którym zainstalowana kamera służy do analizy pionowej stratyfikacji biomasy w zbiorowisku roślinnym. Stałe stosowanie technik fotograficznych w badaniach ekologicznych ma miejsce w Stacji Uniwersytetu Uppsala na wyspie Öland. Instytut Ekologii i Fitosocjologii CNRS im. L. Embergera w Montpellier (Francja) w swojej praktyce badawczej i publikacjach w szerokim zakresie niegdyś gromadził dane naukowe sposobami fotograficznymi. Najbardziej znana jest dokumentacja eksperymentów nad rolą pożarów w dynamice śródziemnomorskich formacji zaroślowych. Bardzo efektywną techniką obrazowania struktury pionowej zbiorowisk roślinnych jest fotografowanie z poziomu gruntu sklepienia lasu lub łąki obiektywem szerokokątnym ( $<180^\circ$ ), tzw. „rybim okiem” (np. Evans, Coombe, 1959; Koop, 1989; Schreiber, 1997). Wykorzystanie tych zdjęć np. do opisu i interpretacji struktury zbiorowisk wymaga zastosowania dość złożonych programów komputerowych.

Metody fotograficzne są od roku 1962 na codzień stosowane w badaniach dynamiki roślinności prowadzonych przez Białowieską Stację Geobotaniczną UW w Białowieskim Parku Narodowym i innych obiektach Polski północno-wschodniej (ryc. 1–10; Faliński, 1967, 1972, 1977a, 1977b, 1990–1991, cz. 3, 1996, 1998; Olędzki, 1982). Rejestracja fotograficzna doskonale dopełnia bezpośrednio polowe badania fenologiczne nad

dynamiką sezonową zbiorowisk leśnych (ryc. 1), nad fluktuacją (ryc. 9), nad zróżnicowaniem fenologicznym wybranych gatunków drzew (ryc. 6 i 14), nad przemianami struktury drzewostanów (ryc. 4 i 5). Korzyści są z niej także w eksperymentalnych badaniach nad sukcesją (ryc. 10), nad regeneracją roślinności po pożarze (ryc. 7), nad reakcją roślinności na wydeptywanie, nad rolą ochronną pokrywy śnieżnej w stosunku do runa leśnego (ryc. 8), itd.

Rezygnując z głębszych dociekań na temat przyczyn ograniczonego wykorzystania metod fotograficznych w terenowych badaniach ekologicznych zastrzegam się tylko, że powyższy przegląd literatury nie rości sobie prawa do kompletności. Nic zaś nie da się powiedzieć o licznych zapewne próbach na tym polu, od których autorzy odstąpili na skutek trudności technicznych lub niepowodzeń w opracowaniu lub interpretacji zgromadzonych zdjęć fotograficznych. Jedną z przeszkód w szerszym zastosowaniu metod fotograficznych w badaniach ekologicznych jest niewątpliwie zaniechanie prób uogólniających wymianę doświadczeń i rozwiązań technicznych (Thalen, 1979), wskutek czego brak jest specjalnych podręczników metodycznych. Nawet w bardzo licznych ostatnio ogólnych podręcznikach metodyki badań ekologicznych, a także podręcznikach–poradnikach dla studiujących ekologię zaledwie wspomina się o korzyści z użycia technik fotograficznych. Jeden ze starszych, oryginalny podręcznik *Naukowej fotografii roślin* G. Olberga (1957) nie obejmuje właściwie tych zagadnień. Kilkanaście artykułów metodycznych i przeglądowych poświęconych zastosowaniu technik fotograficznych w polowych badaniach ekologicznych, nie zastąpi szerszego omówienia podstaw, możliwości i demonstracji wyników, jakie w naszej dziedzinie może przynieść szersze zastosowanie wspomnianych metod.

Odnotować warto, że dwie dziedziny praktyki sięgające na codzień do teorii i dorobku ekologii, a mianowicie rolnictwo i leśnictwo, często korzystają z metod fotograficznych i filmowych i wymieniają się nowymi doświadczeniami (por. np. w Polsce: *Zeszyty Problematyczne Postępów Nauk Rolniczych* 128/1971; 148/1973; 237/1981; 365/1989). Nie do końca jednak wykorzystane są wszystkie techniki i materiały specjalne, np. zdjęcie fototeodolitem, holografia, fotografia w podczerwieni, fotografia rentgenowska, itd. Zachęcając do sto-

Ryc. 8. Zahamowanie na wiosnę rozwoju runa lasu dębowo-lipowo-grabowego wskutek przemarzania gleby. Stosując specjalne ekrany w eksperymencie nie dopuszczono do pokrycia śniegiem dna lasu podczas zalegania trwałej pokrywy śnieżnej w ciągu 146 dni (zima 1969/1970). Po 28 dniach od zniknięcia pokrywy śnieżnej fragmenty runa na dnie lasu pozbawionym pokrywy śnieżnej (zdjęcia C) wykazują mniejsze zwarcie i brak kilku gatunków w stosunku do runa pozostającego w ziemi pod śniegiem (zdjęcia D). Dokumentacja eksperymentu wykonanego w 30 powtórzeniach (na zdjęciach 6 przykładów). Białowiecki Park Narodowy, oddz. 342, stała powierzchnia BSG UW G-40. Zdjęcia wertykalne runa w kolistej ramie projekcyjnej ( $0,25\text{ m}^2$ ), lustrzanką dwuobiektywową Flexaret  $6 \times 6$  na statywie 4-nożnym. Film ORWO-Chrom 18 DIN (50 ASA). Bliższe dane o eksperymencie: Faliński, 1977b, 1986a. Fot. J.B. Faliński.

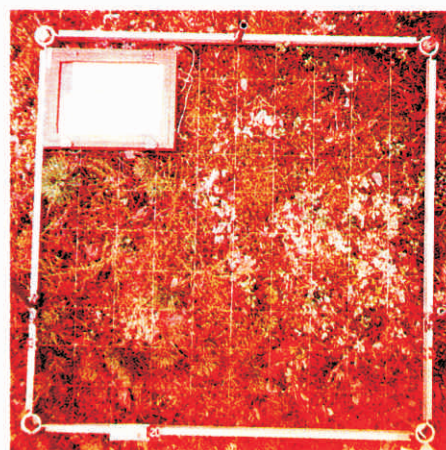
Fig. 8. The inhibition of development of the herb layer in an oak-linden-hornbeam forest as the result of soil freezing. By using special screens, the forest floor was prevented from being covered with snow during the permanent snow cover persistence — about 146 days (winter 1969/1970). 28 days after disappearance of the snow cover, the herbal layer fragments on the forest floor devoid of snow (photo C) are less compact and reveal a lack of a few species when compared to those on the floor covered with snow (photos D). Documentation of the experiment repeated 30 times (the photographs illustrate 6 examples). The Białowieża National Park, compartment 342, permanent plot G-40 of BSG UW. Vertical photographs of the herbal layer in a circular projection frame ( $0.25\text{ m}^2$ ), taken by two-lenses camera Flexaret  $6 \times 6$  on a four-legged stand, film ORWO-Chrom 18 DIN (50 ASA). Details: Faliński, 1977b, 1986a. Phot. J.B. Faliński



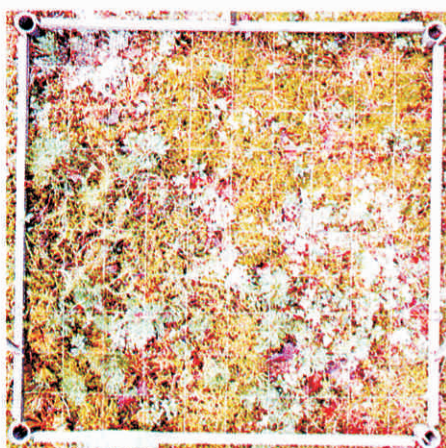
Główne przedmioty  
analizy

Mean study objects:

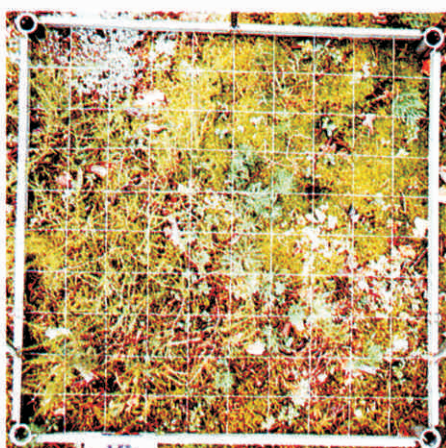
1. *Diphasiastrum tristachyum*
2. *Calluna vulgaris*
3. Lichen species
4. Moss species



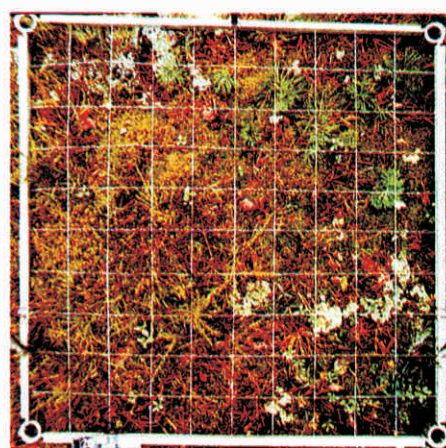
1980



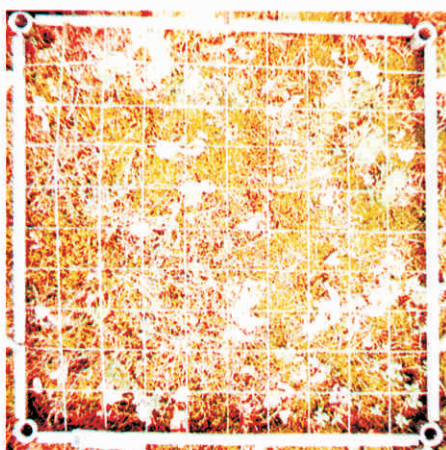
1982



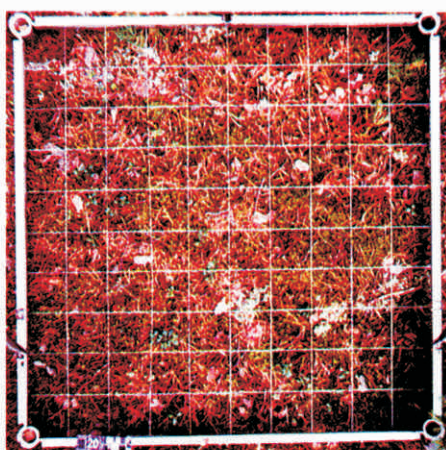
1984



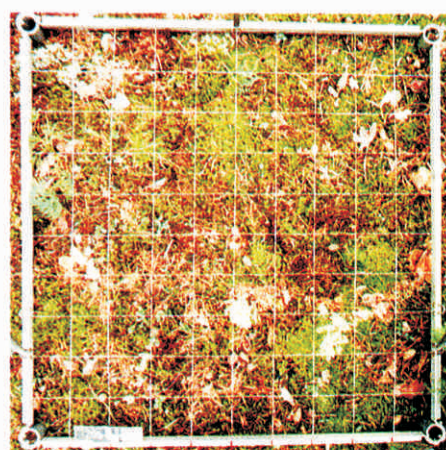
1987



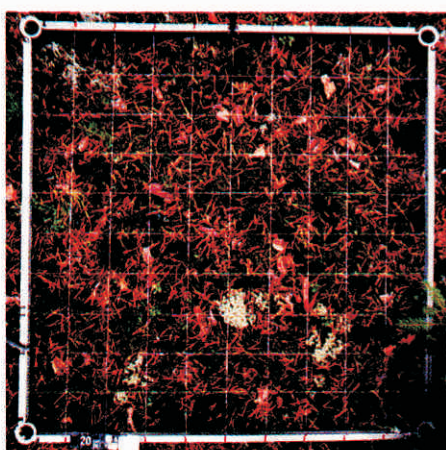
1988



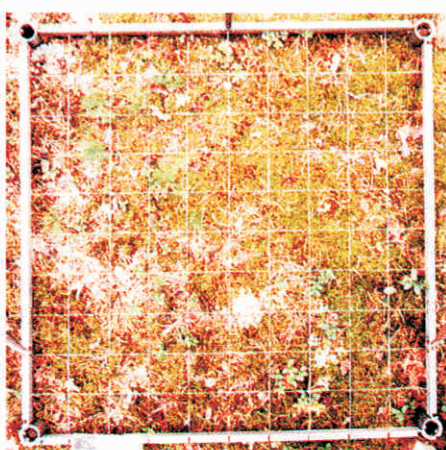
1990



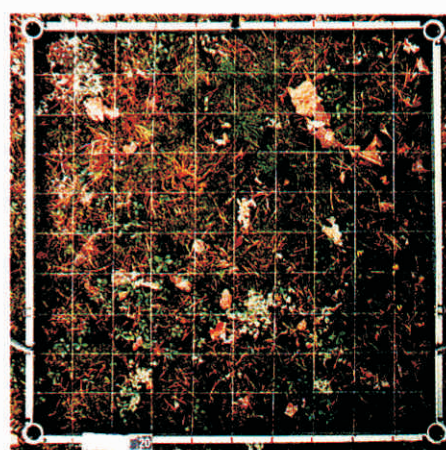
1993



1994



1996



1998

sowania fotografii muszą zwrócić uwagę na fakt, że zachowanie powtarzalnych warunków fotografowania w laboratorium, na plantacji, w ogrodzie doświadczalnym jest pod względem technicznym znacznie łatwiejsze niż w zmiennych i zróżnicowanych warunkach środowiska naturalnego (w lesie, na torfowisku).

### Teledetekcja geobotaniczna i ekologiczna

Chociaż technika fotograficzna jest niewiele starsza od historii badań ekologicznych, to o sukcesie w jej zastosowaniach łatwiej jest mówić w przypadku teledetekcji nadziemnej niż naziemnej. Zdalne pozyskiwanie informacji o strukturach i zjawiskach ekologicznych na podstawie zdjęć wykonywanych różnymi technikami z pokładu samolotu, balonu, statku kosmicznego, jest dziś powszechniejsze i sprawniejsze niż tego można było oczekiwać w chwili gdy pierwsze zdjęcia lotnicze znalazły przed 75 laty zastosowanie w badaniach roślinności (Braun-Blanquet, 1964; Faliński, 1990, cz. 2). Nadal jednak zakres i sposób wykorzystania tych źródeł teledetekcyjnych jest niewspółmiernie niski do możliwości.

Techniki te wprawdzie nie zastępują całkowicie badań polowych, a rezultaty nie zawsze są w pełni zadowalające, jak tego oczekiwali niektórzy badacze, ale wyraźnie je wspomagają, obiektywizują i przyspieszają, a w pewnych warunkach środowiskowych, np. w morzu i obszarach trudno dostępnych są od wielu lat nieodzowne (Faliński, 1990–1991, cz. 2).

O sukcesie technik zdalnego pozyskiwania informacji w ekologii i geobotanice, podobnie jak w innych dziedzinach, zadecydowała nie tylko wielkość zdejmowanego naraz obszaru, przekraczającego wielokrotnie wielkość obszaru zdejmowanego na zdjęciach naziemnych (np. na zdjęciu lotniczym w skali 1:17 000 ponad 11 milionów razy w stosunku do 1 m<sup>2</sup> fotografii naziemnej; ryc. 18). Znaczenie mają tu przede wszystkim jednolite, stale rozwijające się techniki rejestracji i algorytmy interpretacji tych obrazów oraz automatowe możliwości ich dalszego przetwarzania w mapę tematyczną i model matematyczny włącznie (Ciołkosz, Miszański, Ołędzki, 1978). Do tego należy dodać, że roślinność jako jeden z elementów pokrycia terenu i komponent środowiska jest nie tylko bezpośrednim przedmiotem zainteresowania do celów poznawczych i praktycznych. Na podstawie zróżnicowania i zmienności roślinności wnioskuje się także o właściwościach i zachowaniu się innych komponentów środowiska (Matuszkiewicz, 1974; Faliński, 1990–1991, cz. 2).

Zasady i metody zdalnego pozyskiwania informacji

o szacie roślinnej i ekosystemach oraz o procesach zachodzących w biosferze wyodrębniają się w teledetekcji osobny dział, który nazwać można teledetekcją geobotaniczną lub nieco inaczej ujmując jej zakres: teledetekcją ekologiczną (Faliński, 1990–1991, cz. 2). W obrębie każdej z nich można mówić o teledetekcji nadziemnej i naziemnej. Jako dziedziny przyszłości zasługują jednak na oddzielne omówienie. Powróćmy więc tymczasem na ziemię.

### Podstawy zastosowań powtarzalnej rejestracji fotograficznej w badaniach ekologicznych

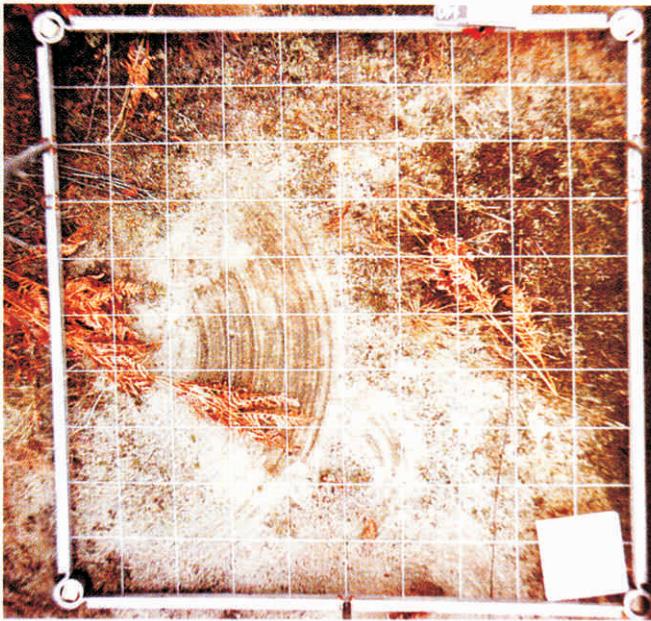
#### Istota wykorzystania zdjęcia fotograficznego jako nośnika informacji naukowej

U podstaw dalszych rozważań leży stwierdzenie, że pojedyncze zdjęcie fotograficzne jest praktycznie bezwartościowe jako materiał analityczny w badaniach ekologicznych (z wyjątkiem przypadkowego zdjęcia zjawiska bardzo rzadkiego itp.), podobnie jak nie ma znaczenia naukowego pojedynczy zapis temperatury powietrza, okolicznościowy pomiar grubości pokrywy śnieżnej, spostrzeżenie o kwitnieniu zawilca, poczynione przy okazji wiosennego spaceru czy pojedyncza obserwacja przylotu ptaków. Właściwą wartość informacyjną ma dopiero dostatecznie duży zbiór, zespół lub seria zdjęć wykonanych według tych samych zasad, a więc zdjęć, które w ten sam sposób odwzorowują fragment badanej rzeczywistości i jej zmienność. Niezbędne jest więc powtarzanie zdjęć w stałych odstępach czasu i spełnienie warunków porównywalności obrazów.

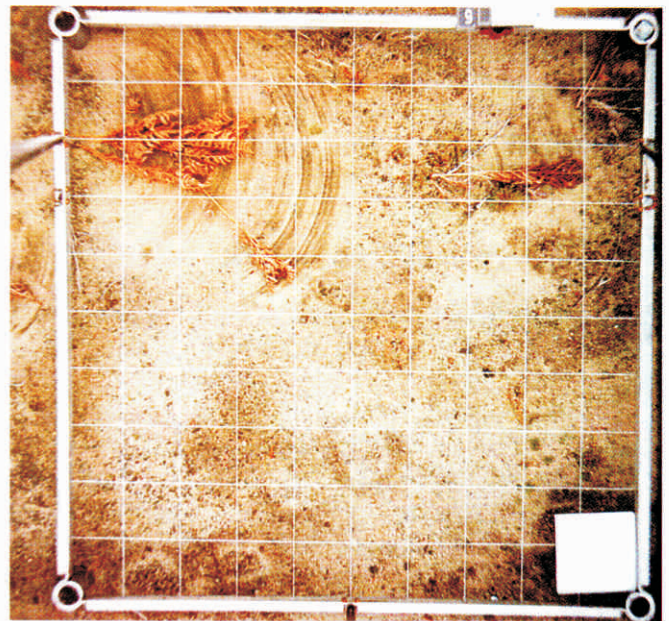
Mówiąc o zastosowaniu metod fotograficznych w ekologii polowej mam na myśli ich użycie w takim zakresie, w jakim stosuje się od bardzo dawna np. powtarzalną (a nawet ciągłą, automatową) rejestrację zmian czynników mikroklimatycznych w powietrzu i glebie, rejestrację stanu wód w zbiornikach, od kilkunastu lat także ciągłą rejestrację (monitoring) zanieczyszczeń w środowisku. Użyteczne jest zwłaszcza gromadzenie elementarnych danych potrzebnych do badań naukowych sposobami fotograficznymi według określonej metodyki, wszędzie tam gdzie bezpośrednia obserwacja i pomiar przez człowieka są mało dokładne, nisko wydajne, nie są w stanie wyrazić pewnych relacji w sposób jednoznaczny lub wynik tych czynności jest zbyt obciążony indywidualnymi predyspozycjami obserwatora. W każdym jednak przypadku należy zachować świadomość, że zdjęcie fotograficzne wykonane w naj-

Ryc. 9. Zmiany w kompozycji gatunkowej boru sosnowego podlegającego fluktuacji, rejestrowane raz do roku w latach 1980–1998 na 6 transektach złożonych z 20 kwadratów po 1 m<sup>2</sup> (blok 10 × 2). Rezerwat Czarnia w Puszczy Kurpiowskiej. Stała powierzchnia BSG UW Ø 502. Zdjęcia wertykalne kamerą Pentacon-Six (od r. 1996 Exakta II) z obiektywem 4/50 w ramie projekcyjnej 1 m<sup>2</sup> podwieszoną do statywu trójnożnego ATD, film Orwo-Chrom, później Fuji-Chrom 21 DIN (100 ASA). Fot. J.B. Faliński

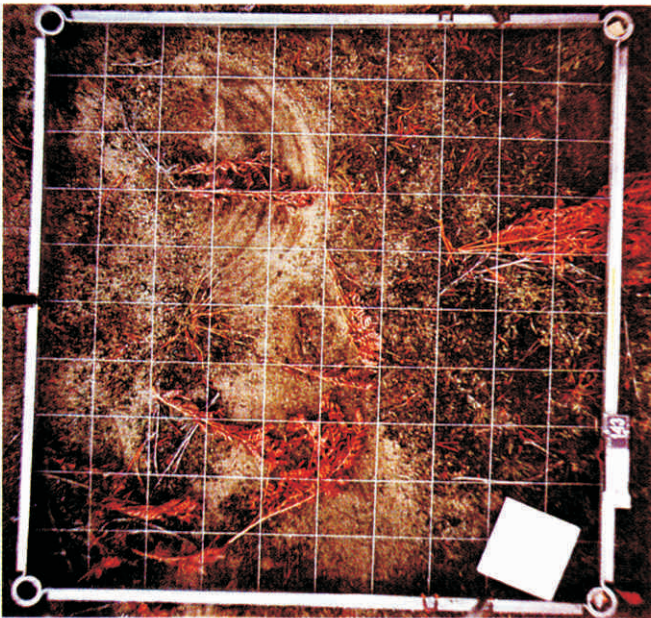
Fig. 9. Changes in the species composition of pine forest undergoing fluctuation, recorded once a year in the years 1980–1998 on 6 transects composed of 20 squares of 1m<sup>2</sup> each (block 10 × 2). The Czarnia Reserve in the Kurpie Forest. Permanent plot Ø 502 of BSG UW. Vertical photographs by Pentacon-Six (since 1996 — Exakta II) with 4/50 lens, in a projection frame of 1 m<sup>2</sup> suspended on an ATD tripod, film Orwo-Chrom, later Fuji-Chrom 21 DIN (100 ASA). Phot. J.B. Faliński



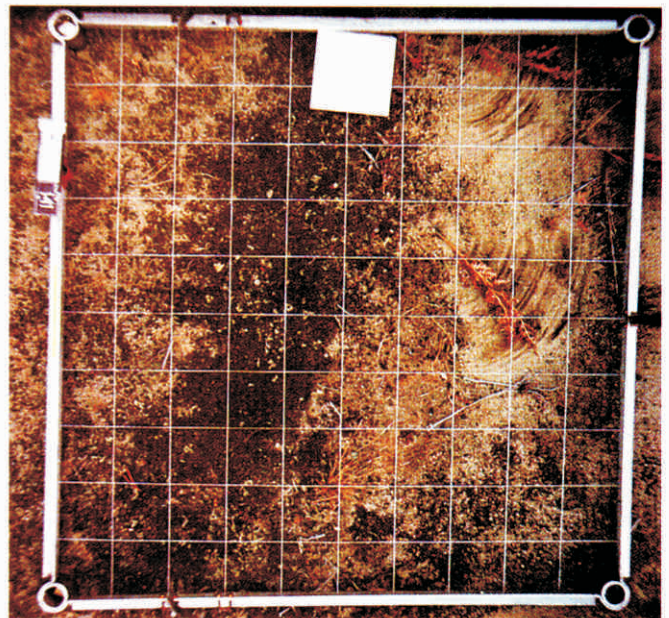
XIV-1. Permanent square no 140.  $P = 21.9 \text{ dm}^2$



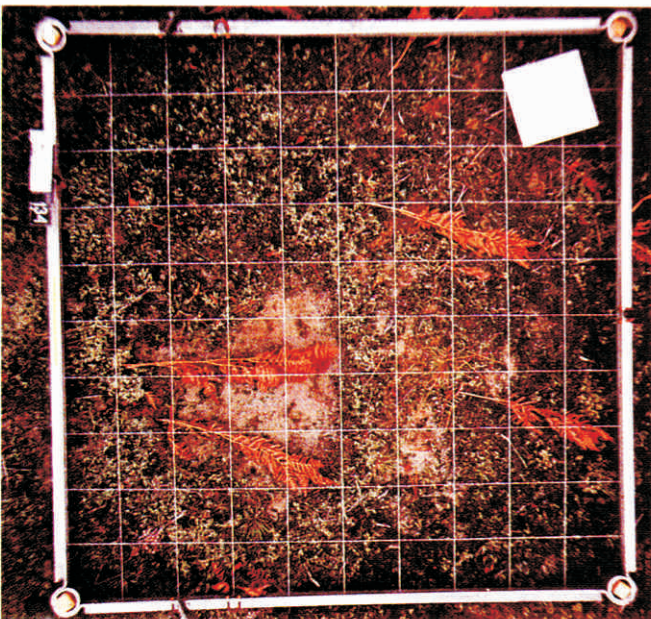
XIV-2. Permanent square no 5.  $P = 17.4 + 3.4 \text{ dm}^2$



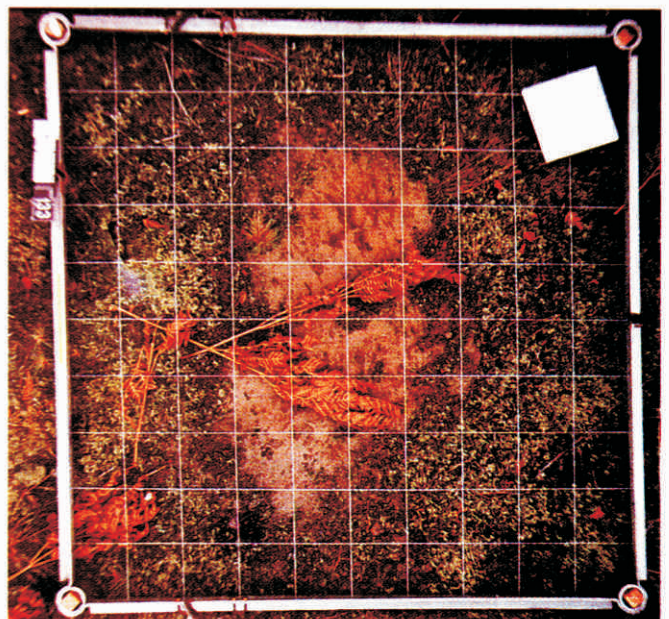
XIV-3. Permanent square no 143.  $P = 11.7 + 2.5 + 5.8 \text{ dm}^2$



XIV-4. Permanent square no 141.  $P = 3.4 + 10.4 \text{ dm}^2$



XIV-5. Permanent square no 134.  $P = 2.9 + 3.4 \text{ dm}^2$



XIV-6. Permanent square no 133.  $P = 5.7 + 7.8 \text{ dm}^2$



Ryc. 11. Zdjęcie lotnicze z niskiego pułapu (skala 1:5150) obrazujące skutki pożaru w dniu 2 lipca 1992 roku zapustów leśnych powstałych spontanicznie na gruntach porolnych w wyniku działania sukcesji wtórnej. (Obszar długoterminowych badań — Rezerwat Jelonka, Faliński 1986a, 1986b, 1998). Na zdjęciu wykonanym w miesiąc po pożarze zaznaczono jeden z 37 reperów (nr 31), z których wykonywane są co roku zdjęcia naziemne. R — obszar rejestracji fotograficznej zjawiska „efektu wycieraczki samochodowej” (ryc. 10) i zachowania się dwupiennego mchu *Polytrichum piliferum*. Źródło: PPG-K, Warszawa.

Fig. 11. Air-photograph taken at a low altitude (scale 1:5150) showing the consequences of the fire (July 2nd, 1992) of brushwood which appeared spontaneously on abandoned fields as a result of secondary succession. (Study area of long-term studies — Jelonka Reserve, Faliński 1986a, 1986b, 1998). In the photograph taken one month after the fire one (no 31) from 37 stable points used for each photographs is marked (see photographs in Fig. 7). R — area of repeated photography of the phenomenon „car wiper effect” (Fig. 10) and behaviour of the dioecious moss *Polytrichum piliferum*. Source: PPG-K, Warsaw

Ryc. 10. „Efekt wycieraczki samochodowej” (*Car wiper effect*) wywołany w murawach psammofilnych przez suche pędy paproci orlicy poruszanej przez zachodni wiatr podczas mroźnej, bezśnieżnej zimy. Odnawianie się pędów paproci umożliwia wystąpienie efektu w tych samych miejscach przez wiele lat. Niszczenie murawy do nagiego piasku hamuje lokalnie na znacznej powierzchni postęp sukcesji. Stałe powierzchnie badawcze umożliwiają śledzenie zjawiska i pomiar jego efektów (P w  $\text{dm}^2$ ). Rezerwat Jelonka. Fragment murawy w rzucie projekcyjnym  $1 \text{ m}^2$ . Zdjęcie wertykalne wykonane kamerą Pentacon-Six z obiektywem 4/50, podwieszoną do statywu trójnożnego. Film Fuji-Chrom, 21 DIN (100 ASA). Bliższe dane na temat badań: Faliński, 1998. Fot. J.B. Faliński

Fig. 10. The carwiper effect induced in psammophilous grasslands by dried stems of fern bracken moved by west wind during snowless winter with very low temperatures. Renewal of the fern sprouts permits the occurrence of the effect in the same places for many years. Destruction of grassland to bare sand locally inhibits the process of succession over a considerable area. The phenomenon was followed on permanent plots and many-year observations allowed measurement of its effect (P in  $\text{dm}^2$ ). The Jelonka Reserve. Fragment of psammophilous grassland in the projection over  $1 \text{ m}^2$ . Vertical photograph Pentacon-Six camera with 4/50 lens on a tripod, film Fuji-Chrom 21DIN (100 ASA). Details: Faliński, 1998. Phot. J.B. Faliński

lepszych warunkach zewnętrznych i najlepszym sprzętem nie jest w stanie całkowicie zastąpić bezpośrednich, powtarzalnych obserwacji terenowych.

### **Fotografowanie jako metoda pobierania próby**

Gromadzenie informacji naukowej metodą zdjęcia fotograficznego jest w istocie metodą próbkowania (metodą pobierania próby). Wymagane jest więc spełnienie tych samych warunków, które stawiamy innym metodom analitycznym w naukach przyrodniczych. Przede wszystkim zaś musi być spełniony warunek reprezentatywności próby w stosunku do zespołu badanych zjawisk. Rozumieć to należy jako zasadę obiektywnego ukazania na zdjęciu typowych struktur lub zjawisk, przy świadomej rezygnacji z obrazowania przypadkowych osobliwości. Powinno to odbywać się w taki sposób, by było możliwe porównanie pod względem treści i zasięgu przestrzennego każdego zdjęcia z każdym innym wykonanym do tego samego celu. Jak we wszystkich metodach wielokrotnego pobierania prób, konieczne jest i tym razem próbkowanie w tych samych warunkach i w tym samym czasie, a więc fotografowanie wielokrotne większej liczby takich samych obiektów lub ich fragmentów, tak aby uzyskać jednorodny zbiór zdjęć jako materiałów do badań. Analiza i porównanie ma bowiem służyć konstatacji zmian zachodzących z upływem czasu. Doświadczenia z wszelkich długotrwałych badań polowych wskazują także na konieczność brania pod uwagę ewentualnego zniszczenia lub uszkodzenia z czasem niektórych fotografowanych obiektów, a więc w konsekwencji niemożliwość wykonania powtórzeń, a nawet spożytkowania wcześniejszych zdjęć pewnej liczby obiektów (Faliński, 1999 w druku). Jest to równoważne z koniecznością tworzenia pewnej rezerwy zdjęć.

W tym miejscu wypada jednak zauważyć, że na przeszkodzie do jednoczesnego wykonywania większej liczby zdjęć stoi czasochłonność i koszty oraz konieczność zapewnienia tych samych warunków zewnętrznych (założenie i utrzymanie niezbędnych instalacji, termin, pogoda, oświetlenie, itp.). Zdjęcia do badań nad dynamiką układów ekologicznych i zmiennością zjawisk biologicznych muszą być wykonane w krótkim przedziale czasu, aby zagwarantować sobie niezmiennność stanu obiektów między pierwszym i ostatnim zdjęciem w serii. O liczbie naraz fotografowanych obiektów decyduje w końcu pewien kompromis: zachowanie minimum reprezentatywności i każdorazowa wykonalność zadania w oznaczonym z góry czasie (np. 1–2 dni).

### **Jednorodny zbiór zdjęć jako źródło informacji naukowej**

W stosunku do zbioru zdjęć może mieć zastosowanie podział zaproponowany do zbioru map tematycznych (Faliński, 1990, cz. 1, p. 36). Zbiór zdjęć to ogólne określenie. Zespołem zdjęć nazywam zbiór zdjęć, ściśle zlokalizowanych, który łączy ten sam obiekt lub ten sam temat, bez względu na metodę i formę rejestracji. Poję-

ciem grupy zdjęć określam zbiór ściśle zlokalizowanych, odnoszących się do tego samego obiektu i pokrewnego przedmiotu, np. zbiór fotografii kolejnych fragmentów runa lub sklepienia tego samego lasu wykonanych w tym samym terminie tą samą metodą. Seria zdjęć to zbiór zdjęć wykonanych dla tego samego obiektu, tą samą metodą w określonych, stałych odstępach czasu.

### **Podstawowe umiejętności i wyposażenie**

Zakładam, że czytelnikowi nie obce są podstawowe wiadomości z teorii i techniki zdjęcia fotograficznego, że umie on sprawnie fotografować w przeciętnych warunkach terenowych, że dysponuje podstawowym sprzętem i aparatem fotograficznym średniej klasy, że obróbkę materiałów fotograficznych wykonuje we własnej pracowni fotograficznej lub zleca wyspecjalizowanemu laboratorium, a w razie potrzeby wie gdzie znaleźć potrzebne informacje (poleca się zwłaszcza podręcznik pod redakcją G. Teichera, wyd. polskie 1982). Założenie to pozwala mi na skupieniu się na zagadnieniach specjalnych i wymaganiach technicznych, których spełnienie jest nieodzowne w procesie pozyskiwania zdjęć fotograficznych będących nośnikiem określonej informacji naukowej.

Wbrew częstemu przekonaniu, gromadzenie danych ekologicznych metodą powtarzalnej rejestracji fotograficznej, nie wymaga bardzo precyzyjnego i kosztownego sprzętu (zob. niżej), natomiast konieczne są pewne urządzenia dodatkowe i jednolity sposób postępowania.

Wystarczą aparaty średniej klasy, ale o mocnej konstrukcji, odporne na uderzenia, wykonujące zdjęcia na taśmie filmowej w dwu podstawowych formatach: średnioformatowe 55,6 × 55,6 mm (umownie: 6 × 6 cm) oraz małoformatowe (36 × 24 mm), pozwalające na wymianę obiektywów i dokładną obserwację pola widzenia. Najlepsze są więc lustrzanki. Wewnętrzny pomiar światła jest pożądanym, ale niekoniecznym. Coraz powszechniejsze aparaty z obiektywem typu Zoom nie znajdują jeszcze większego zastosowania w powtarzalnych zdjęciach fotograficznych. Występują trudności z zapewnieniem powtarzalnych parametrów zdjęcia w położeniu pionowym („ku ziemi”, „ku niebu”).

Z dostępnych od dawna w Polsce aparatów w zasadzie dobrze sprawdziły się w warunkach terenowych kamery 6 × 6 cm Pentacon-Six i Exakta oraz Practica 24 × 36 mm kolejnych generacji (np. LLC, PCL<sub>3</sub>) i spokrewnione z nimi kamery Nikon. Do niektórych celów nadają się także lustrzanki dwuobiektywowe 6 × 6, np. Retroflex, Rolleiflex, Yashica. Lustrzanki jednoobiektywowe 6 × 6 (Hasselblad, Mamiya, Zenza-Bronica), z wymiennymi kasetami mogą być bardzo przydatne w okolicznościach wymagających doraźnej wymiany filmu.

Pożyteczne bywają kamery zapisujące na zdjęciu datę, numer zdjęcia, itp. Doraźnie mogą znaleźć zastosowanie aparaty typu Compact, Polaroid itp., zwłaszcza gdy konieczne jest natychmiastowe lub pilne uzyskanie gotowego zdjęcia, np. do dokumentacji określonych warunków, specjalnych danych albo zarejestrowania

większej liczby podobnych obiektów i późniejszej ich identyfikacji. Do tego celu można też użyć bardzo poręczną i lekką kamerą magnetyczną Casio pozwalającą na zarejestrowanie 90 obrazów, natychmiastowe porównanie 9 kolejno zapisanych obrazów lub fragmentów każdego z 90 obrazów. Po wykorzystaniu informacji zapis można skasować w całości lub stopniowo. W przyszłości ich miejsce w badaniach terenowych zajmą zapewne kamery z zapisem magnetycznym na twardym dysku. Upowszechniane obecnie kamery magnetyczne typu DCS zbudowane na bazie aparatu fotograficznego Nikon, współpracujące z oryginalnym systemem archiwizacji obrazów, są nie tylko bardzo drogie (cena równoważna cenie luksusowego samochodu), ale podobnie jak lustrzanki jednoobiektywowe 6 × 6, bardzo ciężkie, delikatne i wymagają kwalifikowanej obsługi. Gwarantują za to dostęp do komputera, a zarejestrowane obrazy mogą być archiwizowane na dyskach optycznych (Karcki, 1995).

### **Zdjęcia naziemne i warunki zapewniające ich porównywalność**

#### **Ograniczenia i korzyści**

Zdjęcie naziemne obejmuje zwykle bardzo niewielką powierzchnię, co wynika ze sposobu umieszczenia i obsługi kamery oraz rozdzielczości obrazu. Czyniono wprawdzie próby fotografowania większych powierzchni kamerą umieszczoną na wyższych, specjalnie skonstruowanych statywach lub podnośnikach. Urządzeniu takiemu trzeba jednak zapewnić dużą stabilność, a uruchomienie migawki musi odbywać się zdalnie (kabel lub sygnał). Wykonanie kolejnych zdjęć wymaga każdorazowo rozkładania i składania ciężkiej konstrukcji, więc nadaje się ona do sporządzania niewielkiej liczby zdjęć, ale o wysokiej jakości (rozdzielczości). Przegląd dawniejszych poszukiwań i nowsze, także własne, próby na tym polu przedstawili I. Morawiecka i P. Walsh (1993).

Do celów badań ekologicznych mają zastosowanie zdjęcia wykonane we wszystkich położeniach: wertykalnym (ku górze i ku dołowi), horyzontalnym (przed siebie) i skośnym (pod stałym kątem ustalonym dla danej serii zdjęć).

#### **Warunki zapewniające porównywalność zdjęć naziemnych**

Porównywalność zdjęć rejestrujących każdorazowo te same obiekty lub takie same zjawiska w takich samych granicach i ich kolejne stany czasowe uzyskuje się przez równoczesne spełnienie następujących warunków:

- 1) sporządzenie planu rozmieszczenia miejsc fotografowanych z ewentualnym oznaczeniem kolejności fotografowania (ryc. 1, 2, 14, 16);
- 2) ściśle oznaczenie w terenie granic fotografowanego obiektu (stałe powierzchnie, linie lub rzadziej punkty utrwalone przez repery; paliki umieszczone na stałe w podłożu, umożliwiające położenie ramy projekcyjnej

każdorazowo w tym samym miejscu; najwygodniejsze, choć nie zawsze możliwe jest umocowanie ramy na stałe na powierzchni; niezbędne mogą być repery zapewniające ten sam kierunek i kąt zdjęcia);

- 3) ten sam sposób odwzorowania (zdjęcie pionowe ku dołowi lub ku górze, zdjęcie horyzontalne lub skośne pod tym samym kątem);

- 4) ta sama skala odwzorowania, a więc wykonywanie zdjęcia z tego samego punktu i z tej samej wysokości (lub odległości), ewentualnie z uwzględnieniem sezonowej zmienności wysokości pędów roślinnych dominujących gatunków;

- 5) ten sam sprzęt (rama projekcyjna, kamera, statyw, głowica, obiektyw);

- 6) taki sam materiał fotograficzny;

- 7) jednolite i przejrzyste oznakowanie wszystkich kolejno fotografowanych obiektów (data i identyfikatory zdjęcia i filmu);

- 8) częstotliwość zdjęć, czyli optymalne terminy z góry ustalone i przestrzegane w praktyce;

- 9) zbliżone warunki atmosferyczne, pora dnia i oświetlenie, ewentualne złagodzenie kontrastów świetlnych przy użyciu zasłon, parasola, ekranu;

- 10) identyczna, staranna obsługa (pomiar światła, przysłona);

- 11) terminowa i właściwa obróbka laboratoryjna;

- 12) odpowiednie oznakowanie i przechowywanie filmów.

Warunki te nie ograniczają wykonania dodatkowych zdjęć, np. z użyciem innych obiektywów, specjalnych filtrów lub materiałów, w celu uzyskania dodatkowej lub bardziej szczegółowej informacji na żądany temat. To ostatnie uzyskuje się fotografując np. tylko fragment oznaczonego pola z mniejszej odległości lub stosując standardowy obiektyw, a nie tylko obiektyw szerokokątny.

#### **Niezbędny sprzęt i wyposażenie**

Spełnienie trzech pierwszych, a więc najtrudniejszych warunków technicznych, uzyskuje się przez zastosowanie specjalnej konstrukcji, na którą składają się łatwo i jednoznacznie łączące się elementy (ryc. 12):

- 1) rama projekcyjna z identyfikatorem obiektu fotografowanego,

- 2) statyw o stałej wysokości i stałych rozstępach nóg,

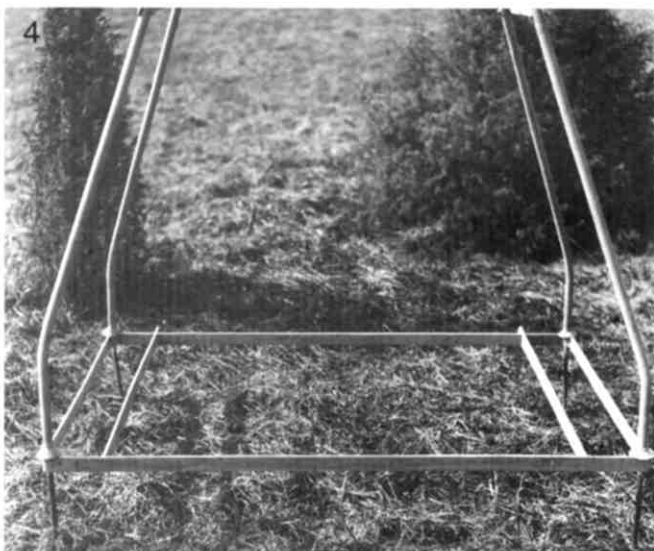
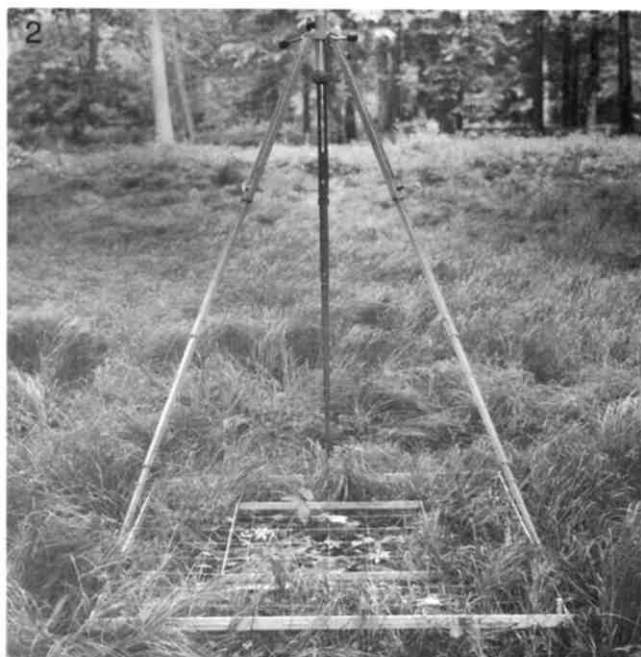
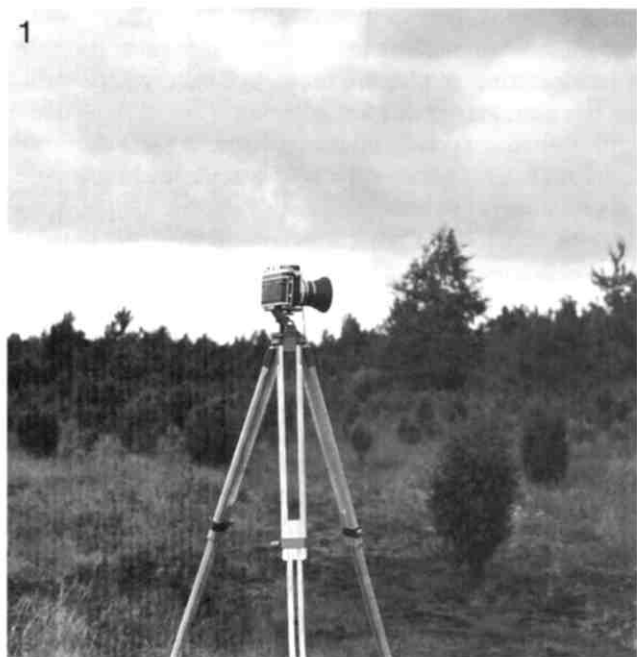
- 3) głowica łącząca statyw w sposób jednoznaczny i nieruchomy z kamerą i zapewniająca do niej dostęp w czasie regulacji ostrości, pomiaru naświetlenia oraz wymiany filmu,

- 4) kamera wyposażona w odpowiedni obiektyw, celownik, wewnętrzny pomiar światła, w razie potrzeby filtry,

- 5) osłony, dodatkowe źródło światła i zasilania, światłomierz, itp.

#### **Rama projekcyjna**

Odpowiednio do potrzeb i warunków może być przenośna, dostosowana do połączenia z reperami lub na





11



12



Ryc. 12. Powtarzalne fotografowanie w wieloletnich badaniach ekologicznych różnymi kamerami przy zastosowaniu ram projekcyjnych, statywów i głowic skonstruowanych przez autora (z wyjątkiem statywów na fot. 1 i 2). Wstępna analiza i archiwizacja zdjęć.  
Fot. J.B. Faliński

Fig. 12. Repeated photographs in long-term ecological studies taken by different cameras and with different projection frames, stands and heads (designed and constructed by the author with the exception of the stands on the photos 1 and 2). Introduction analysts and archivisation.  
Phot. J.B. Faliński

trwale zakotwiczona w podłożu. Rama jest absolutnie niezbędna do czterech celów:

- zachowania identyczności fotografowanego obiektu;
- tożsamości zasięgu zdjęcia;
- zapewnienia jednoznacznego połączenia ze statywem i kamerą;
- właściwej analizy zdjęcia.

Ramy projekcyjne stosowane w powtarzalnej rejestracji fotograficznej powinny mieć kształt kwadratu lub prostokąta w zależności od rodzaju kamery. W przypadku ramy prostokątnej należy zadbać, aby stosunek długości obu boków był zgodny ze stosunkiem boków klatki zdjęć ( $36 \text{ mm} : 24 \text{ mm} = 3:2$ ). Wielkość powierzchni objętej ramą projekcyjną powinna odpowiadać przyjętemu w badaniach ekologicznych podstawowemu polu (np.  $1 \text{ m}^2$ ;  $0,5 \text{ m}^2$ ;  $0,25 \text{ m}^2$ ) i jednocześnie powinna być możliwa do objęcia kamerą umieszczoną na statywie na wysokości oczu człowieka średniego wzrostu przy pochylonej głowie ( $h = \text{około } 1,5 \text{ do } 1,7 \text{ m}$ ).

Przy tej wysokości kamery rama kwadratowa o boku  $1 \text{ m}$  wymaga użycia kamery Pentacon-Six lub Exakta z obiektywem szerokokątnym  $4/50$ .

Rama prostokątna o bokach  $866 \times 577 \text{ mm}$  (pow.  $0,5 \text{ m}^2$ ) dobrze zdaje egzamin przy kamerze małoobrazkowej typu Practica i podobnych z obiektywem szeroko-

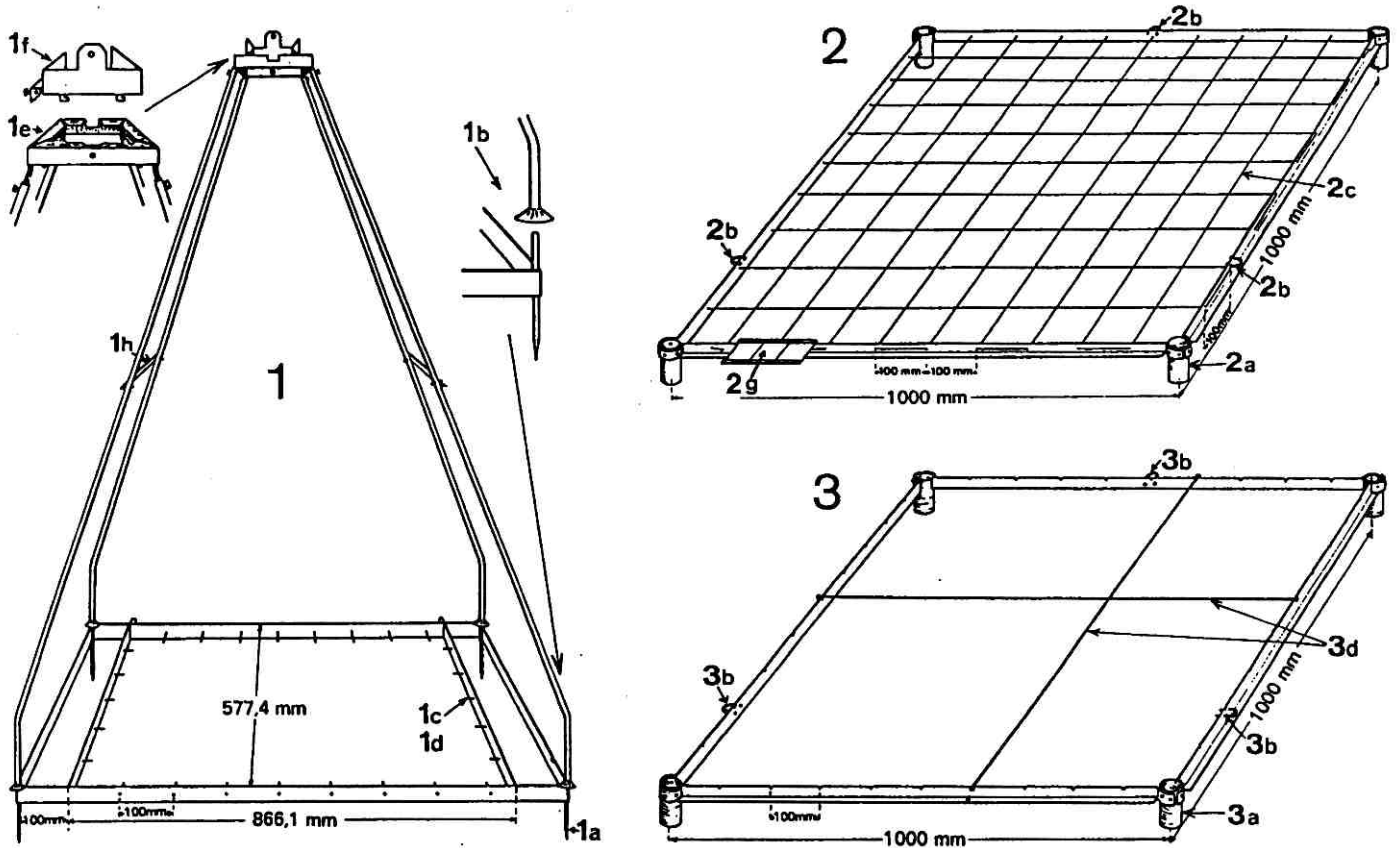
kątnym  $2.8/35$ . Przy tej wielkości i kształcie ram uzyskuje się na zdjęciu także odwzorowanie roślinności z marginesem (poza ramą) i identyfikatorem zdjęcia.

Rama projekcyjna przenośna powinna być portatywna i sprężysta. Najlepsza jest aluminiowa, dająca się łatwo wpasować w układ stałych punktów (paliki-repery).

Łatwe i dostatecznie dokładne łączenie przenośnej ramy z palikami-reperami uzyskuje się dzięki następującej konstrukcji: cztery boki z kształtownika aluminiowego (L) połączone są za pośrednictwem 4 pierścieni z rury aluminiowej. Pierścienie te nakłada się na paliki o przekroju kwadratowym ( $2 \times 2 \text{ cm}$ ) pionowo wystające z gleby (ryc. 13.2a i 13.3a). Rama stała musi być stalowa, silniejszej konstrukcji.

Utrzymanie w niezmiennym położeniu ram instalowanych na ziemi na dłuższy przedział czasu wymaga ich wyposażenia w specjalne zakotwiczenie (długie pręty — nóżki wbite w ziemię; ryc. 13.1a). Ewentualnie łączenie drutem pod powierzchnią ziemi kilku ram sąsiednich nie jest wskazane, ponieważ naruszenie jednej ramy, np. przez zwierzęta, powoduje naruszenie pozostałych.

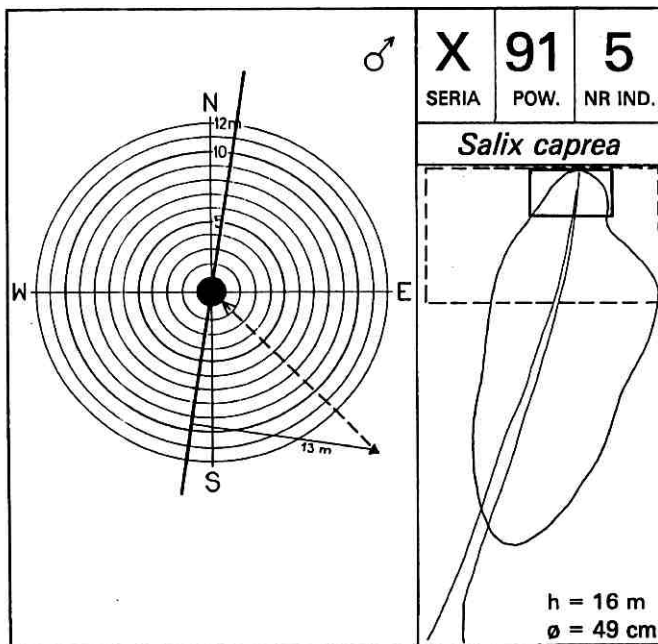
Połączenie ramy ze statywem musi być jednoznaczne. Uzyskuje się to przez umocowanie na stałe na ramie specjalnych gniazd, lejków, pierścieni lub kołców, do



Ryc. 13. Konstrukcje ram projekcyjnych, głowicy i statywu wykonanych według projektu autora: 1 — głowica i statyw czteroноżny połączone z prostokątną ramą ( $0,5 \text{ m}^2$ ), 1a — głowica, 1b — połączenie statywu z ustabilizowaną ramą, 2 — rama projekcyjna  $1 \text{ m}^2$  z siatką nylonową (2c), 3 — z przenośnymi prętami (3d), 2a, 3a — pierścienie na repery, 2g — identyfikator

Fig. 13. Different projection frames, heads and stand designed by the author: 1 — head, stand and rectangular frame ( $0,5 \text{ m}^2$ ) for photography four-legged with Practica camera. 1a — head, 1b — coupling of stand with projection frame, 2 — projection frame  $1 \text{ m}^2$  with nylon net (2c), 3 — with portable rods (3d), 2a, 3a — rings for repers, 2g — identifier

których trafiają nóżki statywu (ryc. 13.1b, 13.2b, 13.3b). Ramy stałe i przenośne powinny mieć śruby, gniazda, uszka lub wysięgniki pozwalające na dołączenie na czas zdjęcia specjalnego identyfikatora (ryc. 13.2g). Analiza zdjęć wymaga, aby obiekt w polu ramy był podzielony na czas zdjęcia na mniejsze pola, np.  $1 \text{ dm}^2$ . Podział ten uzyskuje się przez wprowadzenie na stałe siatki nylonowej przewlekaną przez otwory w ramie (ryc. 13.2c) lub doraźnie przez nakładanie sztywnych prętów na górne krawędzie ramy w specjalne wycięcia (ryc. 13.3d). Za pomocą większej liczby prętów o długości 1 m, zabezpieczonych specjalnymi końcówkami, podzielić można podstawowe pole na ćwiartki, pasy, a także 100 kwadratów o wielkości  $1 \text{ dm}^2$ . Podział wewnętrzny pola zdjęcia ułatwi także kontrolę odwzorowania zdjęcia na matówce (prostokątność, zasięg, ostrość, itp.). W przypadku fotografii koron drzew celowe jest wykonanie szkicu obrazującego pokrój drzewa i zasięgi zdjęć (ryc. 14) oraz stanowisko fotografa.



Ryc. 14. Identyfikacja pojedynczego drzewa (pokrój) i zasięgi zdjęć korony fotografowanej dwiema kamerami: Zenith-Foto-Sniper z teleobiektywem 4.5/300 i Practica LLC z obiektywem 1.8/50 (c, d).  
Źródło: Faliński, 1977a, 1998

Fig. 14. Identification of a single tree (appearance) and the range of photographs of the crown taken by two cameras: Zenith-Foto-Sniper with a 4.5/300 lenses and Practica LLC with 1.8/50 lens (c, d).  
Source: Faliński, 1977a, 1998

## Identyfikator

Identyfikator to pojedyncza tabliczka lub zespół tabliczek łączących tzw. moletką, przytwierdzoną do ramy projekcyjnej na stałe lub na czas zdjęcia, a zawierającą niezbędne informacje o fotografowanym obiekcie i terminie zdjęcia (ryc. 15). Na informację tę składają się dane stałe: symbol lub skrót nazwy instytucji prowa-

dzącej badania, literowy symbol zadania badawczego oraz dane zmienne: numer powierzchni badawczych, numer fotografowanego obiektu (kwadrat, prostokąt, drzewo, fragment sklepienia lasu, itd.), data zdjęcia, ewentualnie nazwisko fotografującego. W badaniach eksperymentalnych pożyteczne jest wprowadzenie do identyfikatora na oznaczenie różnych kombinacji doświadczenia prostych symboli graficznych (piktogramów, ikon). Na każdym materiale fotograficznym lepiej odwzorowują się informacje z identyfikatora jeśli są wykonane w negatywie (białe litery i ikony na czarnym tle). Tabliczki identyfikatorów powinny być trwałe, wykonane w kilku egzemplarzach (do uzupełniania brakujących, zniszczonych); najlepsze są metalowe z blachy aluminiowej lub cynkowej, wykonane metodą chemigraficzną. Ewentualne uzupełnienia treści można wykonać ze składu komputerowego i wydrukować na etykietach samoprzylepnych.

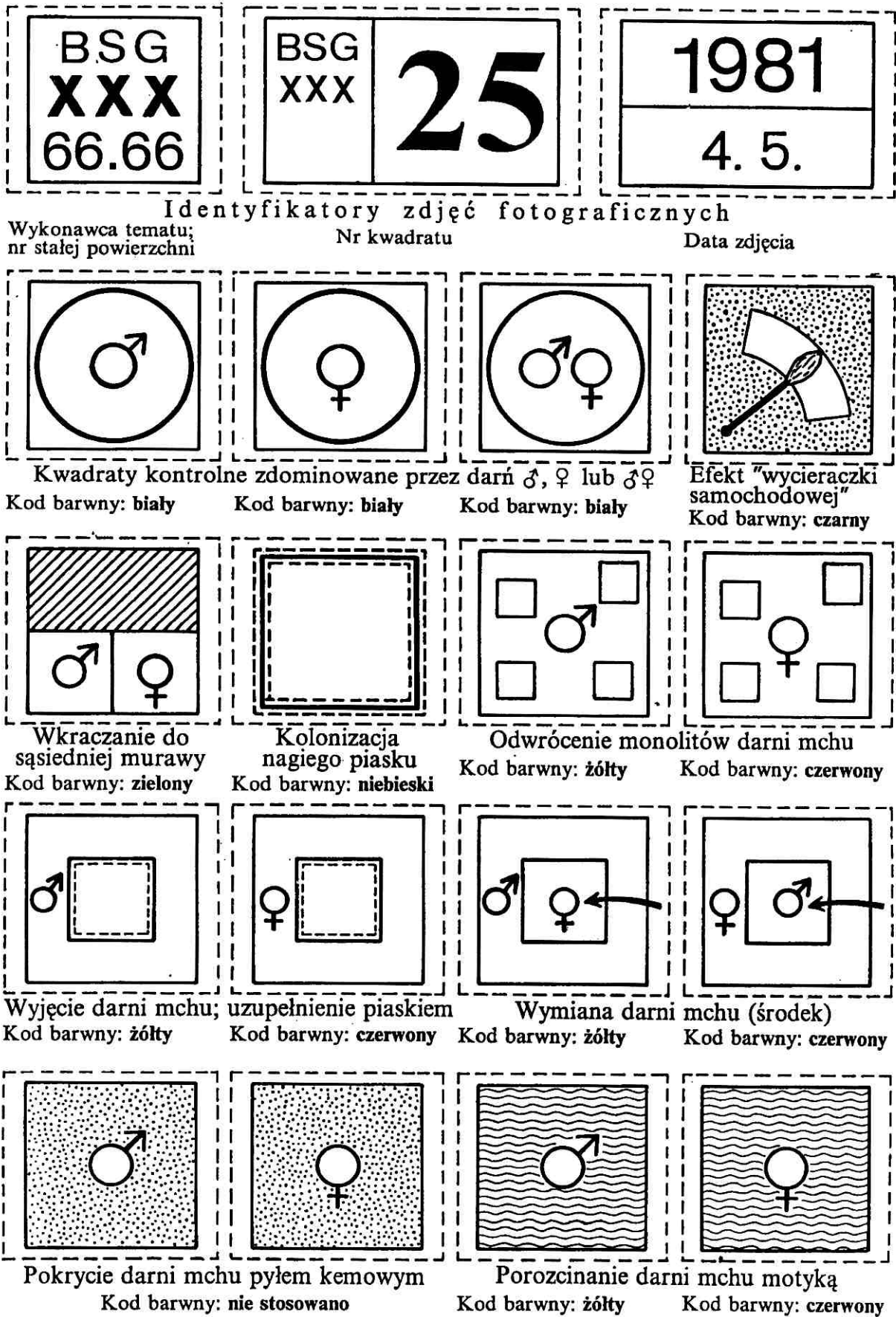
Zastąpienie identyfikatora zdjęć przez numer zdjęcia i/lub datę odwzorowywaną automatycznie z kamery na filmie, jest mało praktyczne i niewystarczające. Systemy te często zawodzą, a odfotografowanie numeru i daty niekiedy uszczupla fragment treści zdjęcia. Niezależnie od identyfikatora kolejnych zdjęć, niezbędne są identyfikatory całego filmu. Uzyskuje się je przez sfotografowanie odpowiednich tabliczek na początkowych i końcowych klatkach filmu (ryc. 9, 16, 17).

## Statyw

Statyw powinien być prostej konstrukcji, 3- lub 4-nożny, ale bez zbędnych śrub i przegubów, które stanowią wygodną właściwość powszechnie stosowanych do zdjęć jednokrotnych podpór kamer fotograficznych.

Z gotowych statywów, będących w handlu przed laty, do naszych celów nadaje się jedynie prosty, niewielki statyw ATD. Jego nóżki wykonane są z aluminiowych kształtek typu L. Trzy segmenty nóżki połączone są zawiasami i sprężynami ułatwiającymi jej składanie do środka. Główna tego statywu ma pionową kolumnę, do której trzeba dodać śrubę ze specjalną tuleją umożliwiającą zainstalowanie kamery w projekcji pionowej ku ziemi. Statyw typu ATD (ryc. 12.2) i jego pochodne rozwiązania naszej konstrukcji z nóżkami nieskładanymi, wykonanymi z rurek aluminiowych, nadają się do kamery  $6 \times 6$  i fotografowania obiektów objętych ramą kwadratową o boku 1m. Połączenie z ramą projekcyjną odbywa się za pomocą specjalnych trzech „uszu” umocowanych na stałe po zewnętrznej ścianie ramy: z przodu i po jednym z lewej i prawej strony (ryc. 13.2b i 13.3b). Niezbędne jest znalezienie takiego położenia na ramie punktów oparcia dla statywu, które gwarantuje pionową projekcję zdjęcia.

Do wykonywania zdjęć o kształcie prostokątnym kamerą małoobrazkową najwygodniejszy jest statyw 4-nożny. Wszystkie 4 nogi wykonane z rurek aluminiowych lub stalowych, połączone są od góry śrubami z prostokątną ramką stalową (głowicą; ryc. 13.1e), a wzdłuż krótszych boków po dwie tzw. płaskownikami.



Ryc. 15. Identyfikatory obiektu, powierzchni badawczej, daty, rodzaju przeprowadzonego eksperymentu. Na każdym zdjęciu rejestrującym przebieg badanego zjawiska umieszcza się jako identyfikator 4 różne tabliczki, połączone moletką. Źródło: Faliński, 1998

Fig. 15. Identifiers of an object, permanent plot, kind of experiment and date. Each photograph is equipped with four plates.

Source: Faliński, 1998

Od dołu nogi opatrzone są lejkami metalowymi (ryc. 1b), które ułatwiają nałożenie statywu na pręty sterujące z ramy projekcyjnej. Do zdjęć „ku ziemi” wystarczy wprowadzenie kamery do wspomnianej ramki i połączenie ich typową śrubą stosowaną przy łączeniu ze statywem.

Przy zdjęciach „ku górze” potrzebne jest nałożenie na ową ramkę specjalnej nadstawki (ryc. 13.1f), która zapewnia dostęp do mechanizmów kamery. Wymiana filmu możliwa jest tylko po położeniu kamery na statywie w pozycji „ku ziemi”.

Przenoszenie statywu z kamery na kolejne stanowiska (ramy projekcyjne; ryc. 1 i 17)) jest bardzo łatwe. Chwyta się w tym celu za boczne wzmocnienie konstrukcji wykonanej z płaskownika (ryc. 13.1h).

## Kamera

Jak już wspomniano, do masowych zdjęć najlepsze okazały się: kamera 6 × 6 typu Pentacon-Six i kamery o zbliżonej konstrukcji i parametrach (np. Exakta, Exakta II). Fotografowany obiekt obserwuje się z boku na matówce (ok. 1,5 m od gruntu). Przy wygodnej odległości od gruntu możliwe jest sfotografowanie obiektywem normalnokątnym tylko kwadratu o boku 0,5 do 0,7 m. Przy fotografowaniu kwadratu o boku 1 m konieczne jest stosowanie obiektywu szerokokątnego, najlepiej 4/50. Kamerę tę łączy się ze statywem śrubą centralną. W przypadku statywu czteronożnego możliwe jest rozłożenie ciężaru kamery dodatkowo na ramkę głowicy.

Do zdjęć małoobrazkowych dobrze nadaje się seria kamer Practica (LLC, PL<sub>3</sub>) i kamery o zbliżonej konstrukcji. Połączenie ze statywem 4-nożnym opisano wcześniej.

Do zdjęć obejmujących minimum 0,5 m<sup>2</sup> (przy stosunku boków 3:2) i ramie projekcyjnej o bokach 866 mm × 577 mm konieczne jest stosowanie obiektywu szerokokątnego, najlepiej 2.8/35. Wyśrodkowanie kamery w stosunku do zdejmowanej powierzchni i jej usytuowanie na wysokości oczu wymaga przy fotografowaniu zarówno „ku ziemi”, jak i „ku niebu” użycie wizjera — lunetki.

Zastąpienie wspomnianych kamer Pentacon-Six i Practica nowszymi typami kamer celowe jest po ich długotrwałym wypróbowaniu w warunkach terenowych i przy dużej liczbie zdjęć na wydłużonym czasie naświetlania. Naciąg i praca migawek w kamerach silnie eksploatowanych w pozycji „ku ziemi” lub „ku niebu” powoduje ich częste blokady i uszkodzenia, bądź szybkie zużycie oraz nadwyżenie gniazda śruby centralnej. Przy starannym obchodzeniu się z kamerą można przedłużyć jej żywot, ale konieczna jest okresowa konserwacja.

## Filtry

Filtry mają małe zastosowanie w naszej dziedzinie fotografii naukowej, ale mogą być w określonych celach użyte (do rozjaśnienia obrazu i zróżnicowania przedmiotów o barwach: niebieskiej, żółtej, czerwonej i zielonej —

zielono-żółty; do rozjaśnienia zamglonej dali i wzmocnienia kontrastu — pomarańczowy). Trzeba jednak pamiętać, że użycie filtra wymaga odpowiedniego wydłużenia czasu naświetlania (Teicher red., 1982).

## Światłomierze

Z powodu konstrukcji różnych typów kamery lub obiektywów szerokokątnych zwykle nie jest możliwe stosowanie wewnętrznego pomiaru światła. Trzeba więc używać prostych światłomierzy mierzących światło odbite. Z najprostszych w użyciu polecany jest rosyjski światłomierz typu Sverdlovsk-4 (z sygnałem świetlnym).

## Dodatkowe oświetlenie

Dodatkowe oświetlenie światłem z lampy błyskowej jest możliwe, ale z reguły pozbawia głębi obraz fotografowany, ponadto ze względu na źródło zasilania jest kłopotliwe, a przy dużej liczbie zdjęć — kosztowne.

## Ekran i zasłony

Ekran i zasłony są niezbędne przy omawianych zdjęciach, ponieważ silne kontrasty świetlne i cienie są prawdziwą udręką w fotografii polowej. Ekran i zasłony powinny być wykonywane z białej, półprzezroczystej tkaniny (fizelina), stosowanej w atelier filmowym. Tkaninę tę najlepiej jest przykleić do dwu drążków (jak transparent do pochodu ulicznego) lub naciągnąć na lekką konstrukcję dużego parasola.

## Materiały fotograficzne i ich obróbka laboratoryjna

W okresie znacznej dostępności materiałów fotograficznych zastosowanie mają filmy negatywowe czarno-białe oraz kolorowe, głównie diapozytywowe. Zdjęcia kolorowe diapozytywowe są czytelniejsze i łatwiejsze do oceny i analizy treści ze względu na wierność odwzorowania rozkładu barw. Optymalna jest czułość 21 DIN (100 ASA)<sup>1</sup> lub niższa. Stosowanie filmów o wyższej czułości niż 21 DIN, nawet w warunkach słabego oświetlenia, jest niewskazane ze względu na obniżenie jakości obrazu. Z filmów kolorowych u nas dostępnych najlepszy efekt dają filmy firmy Kodak, Agfa i Fuji. Te ostatnie zdają egzamin zwłaszcza przy dużym zróżnicowaniu tonalnym zieleni. Firma Kodak proponuje ponadto filmy 6 × 6 o podwójnej długości, pozwalającej na wykonanie 24, a nawet 25–26 zdjęć. W przypadku skanowania i archiwizacji zdjęć jest bez znaczenia czy mamy do czynienia z negatywem czy diapozytywem.

<sup>1</sup> Ze względu na przyjęte wcześniej w archiwizacji zbiorów fotograficznych oznaczenie czułości filmów w systemie międzynarodowym DIN, autor stosuje je także w tym artykule (w nawiasie czułość w systemie ASA).

## Wywoływanie filmów

Wywołanie filmów (poza negatywem czarno-białym) powinno nastąpić w profesjonalnym laboratorium możliwie szybko po wykonaniu zdjęć, nie tylko ze względu na obniżającą się z czasem trwałość naświetlanej emulsji, ale także w celu sprawdzenia rezultatów pracy i ewentualnego powtórzenia nieudanych zdjęć.

## Przechowywanie i korzystanie ze zgromadzonych zdjęć

Oczekiwania i nadzieje związane z gromadzonym materiałem fotograficznym wymagają, aby go należyście przechowywać i zapewnić do niego łatwy dostęp. Filmy, po usunięciu zbędnych końcówek i sprawdzeniu (także ewentualnym uzupełnieniu) identyfikatorów, powinny być posegregowane i opisane na etui.

Filmy małoobrazkowe można z powodzeniem przechowywać w oryginalnych pudełkach plastikowych, a większe ich zbiory w szczelnie zamykających się szufladach i szafach.

Filmy szerokie, obrazujące ciąg obiektów, np. kwadratów w transekcie, nie powinny być rozcinane na klatki, lecz przechowywane w całości, każdy oddzielnie, w ciemnych, zamykanych wieczkami pudełkach plastikowych o wysokości 6,5 cm, średnicy minimum 4,5–5 cm. Znacznie wygodniejsze jest przechowywanie takich filmów po 5–10 w wydłużonych klaserach wykonanych z arkusza kartonu w formacie A1 (84 × 60 cm) przez złożenie go w harmonijkę (szerokość 6,5 cm). Po złożeniu wzdłuż w harmonijkę powstają po każdej stronie 4 kieszenie. Bezpieczniej jest wykorzystać tylko 1 stronę. Możliwe jest zszycie w grzbiecie podłużnie rozciętych pasków i wykonanie klaserów książkowych.

Filmy szerokie ze zdjęciami obiektów luźno rozmieszczonych w przestrzeni i fotografowanych w naturalnej kolejności, np. bez uwzględnienia przynależności do odpowiednich grup lub rodzaju eksperymentu, najlepiej jest pociąć na pojedyncze klatki, połączyć w serie i umieścić w wiszących, przezroczystych klaserach, wykonanych z elastycznej, nie elektryzującej się folii, a te przechowywać w pozycji wiszącej w kartotekach szufladowych lub segregatorach. Najodpowiedniejsze do tego celu są klasery firmy Herma.

Zbiory filmów należy chronić, jak wszystkie inne dokumenty, przed zapyleniem, wilgocią, wysoką temperaturą i wahaniami temperatury, odbitki na papierze dodatkowo przed uszkodzaniem od gryzoni i owadów. Optimum to  $\pm 16^{\circ}\text{C}$  przy wilgotności powietrza  $\pm 30\%$ .

Łatwy dostęp do zbiorów jest zapewniony przez: zewnętrzne oznakowanie każdego opakowania (klaseru, pudełka, szuflady, kartoteki), ułożenie zbiorów według obiektów i serii badawczych, a wewnątrz serii według numerów powierzchni i terminów wykonania zdjęć.

W miarę zdobywania środków materialnych i postępów w systemach archiwizacji warto zabiegać o zabezpieczenie zbiorów w wybranym, przyszłościowym systemie archiwizacji, możliwie współpracującym z systema-

mi wyszukiwania i przetwarzania obrazów. Wymagań tych odnośnie do przetworzenia obrazów nie spełnia jeszcze dostępny u nas i stale doskonalony system archiwizacji zdjęć na dyskach optycznych Kodak Writable CD (ryc. 12.12).

## Ogólne warunki wykonywania powtarzalnych zdjęć w badaniach roślinności

Ze względu na kosztowność i uzależnienie efektywności powtarzalnej rejestracji fotograficznej: z jednej strony od wyboru i zabezpieczenia właściwego obiektu badań, a z drugiej od doboru sprzętu, materiałów i systemu pracy, konieczne jest rozważenie wszystkich aspektów wprowadzenia fotografii do badań ekologicznych. Przede wszystkim mało celowe jest jej stosowanie jednorazowe ze względu na wysokie koszty instalacji i konstrukcji urządzeń, i nikłą wartość zebranych tą drogą materiałów naukowych. Zastrzeżenie to nie dotyczy jednak jednorazowego zgromadzenia dużej liczby zdjęć obrazujących w sposób reprezentatywny przestrzenne zróżnicowanie struktury lub stan jakiegoś zjawiska w tym samym czasie, np. uszkodzenie runa lub drzewostanu wskutek pożaru, powodzi, zmiany powstanie w wyniku skażenia określoną substancją chemiczną.

Poza takimi przypadkami, pierwszeństwo należy dać zastosowaniu fotografii w badaniach, w których dokładna rejestracja kolejnych stanów czasowych jest niezbędna do prześledzenia całego cyklu danego procesu lub zjawiska (np. sukcesji, regeneracji, kolonizacji, konkurencji, oddziaływań zwierząt na roślinność, itp.) lub przynajmniej do wnioskowania o uwarunkowaniach danego zjawiska (ryc. 10).

Wszędzie, gdzie to jest możliwe, zaleca się instalację na stałe ram projekcyjnych lub przynajmniej reperów do instalacji ram. Nie ma innych pewnych sposobów zapewniających identyczność fotografowanych obiektów. Utrzymanie takich instalacji jest wszak możliwe tylko w wydzielonych partiach rezerwatów ściślych i parków narodowych, w większych kompleksach porzuconych gruntów oraz w eksperymentalnych ogrodach ekologicznych.

Wybór właściwego typu ramy projekcyjnej oraz wielkość i kształt zdejmowanej powierzchni zależą od właściwości dna lasu, jego runa lub sklepienia i odpowiednio od struktury zbiorowisk nieleśnych.

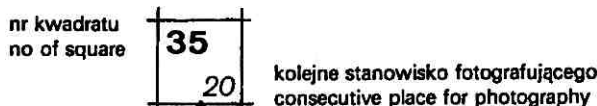
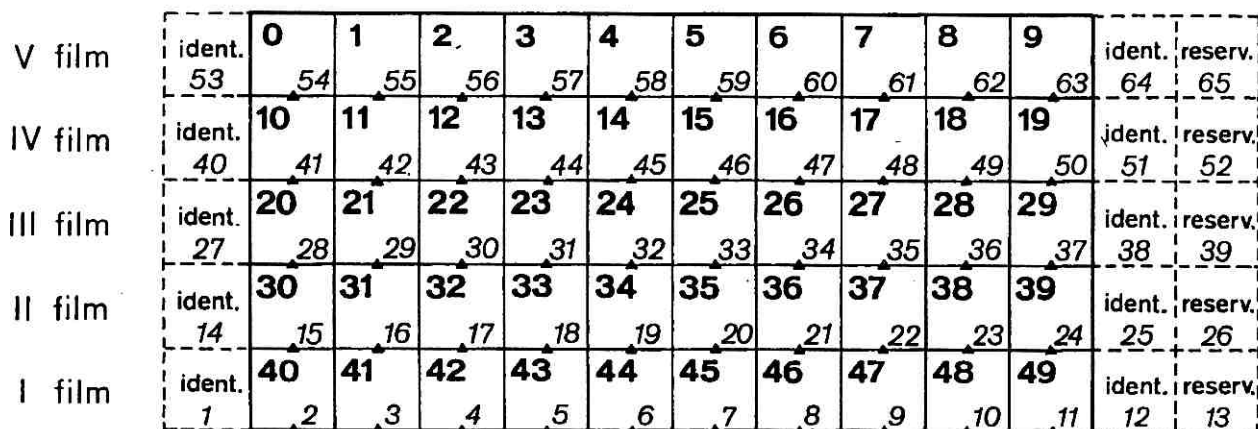
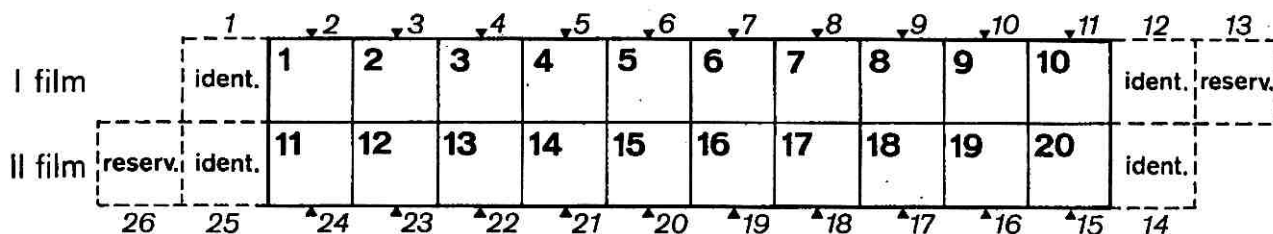
Biorąc pod uwagę czytelność i wartość zarejestrowanej informacji, pierwszeństwo należy do zdjęcia z powierzchni  $1\text{ m}^2$  na filmie średnioformatowym, przed obrazem z kamery małoobrazkowej. Należy jednak uwzględnić, że eksploatacja kamery  $6 \times 6$  jest kosztowniejsza (film ma tylko 12, 13 lub 25 klatek), wolniejsza i trudniejsza pod względem technicznym (stabilność kamery i dostęp do niej w czasie zdjęć).

Pamiętać także należy w każdym przypadku o zapasowej kamerze i sprzęcie uzupełniającym (obiektywy, światłomierze, ekrany).

Zaprezentowana wcześniej konstrukcja ramy statywów i głowicy jest niezwykle prosta, ponieważ jest wy-

nikiem różnych wieloletnich doświadczeń. Nasze rozwiązania nie gwarantują jednak zdjęć najwyższej jakości w każdych warunkach. W tych lub innych przypadkach może być potrzebne kolejne ulepszenie jej konstrukcji. Zawsze wszak należy pamiętać, by każde zdjęcie i każdy film miały swój identyfikator.

stosowanie filmów o różnych właściwościach technicznych utrudnia później analizę i opracowanie zebranych obrazów fotograficznych. W fotografii jako „sztuce światła” podstawowe znaczenie ma pora roku, pora dnia i warunki atmosferyczne, w której wypadnie wykonywać zdjęcia. Zastosowanie powtarzalnej rejestracji



Ryc. 16. Kolejność fotografowania kamerą 6 × 6 kwadratów zblokowanych w stałą powierzchnię i sposób wykorzystania filmu 6 × 6 (13 klatek). U góry: kolejne stanowiska fotografującego na zewnątrz obu rzędów. U dołu: kolejność stanowiska fotografującego na powierzchni złożonej z większej liczby rzędów. Wstępująca kolejność chroni roślinność przed zadeptywaniem na kwadratach jeszcze niesfotografowanych. Zachowanie wskazanej kolejności fotografowania w rzędach w obu sytuacjach umożliwi dopasowanie do siebie obrazów kwadratów w sąsiednich rzędach bez konieczności rozcinania filmów

Fig. 16. Sequence of taking photographs of squares blocked into a permanent plot by a 6 × 6 camera and the way of the film use (13 exposures). At the top: subsequent positions of the photographer, on the outside of the two rows. At the bottom: subsequent positions of the photographer on the plot made of a larger number of rows established not to destroy the vegetation in the squares not photographed yet. The recommended sequence of taking photographs ensures the possibility of matching pictures of neighbouring squares without the need of cutting the films

Dla jakości zdjęcia i sprawnego fotografowania duże znaczenie ma położenie względem fotografowanych obiektów stanowisk, z których wykonuje się zdjęcia. Przy ustalaniu tego stanowiska względem obiektu (statywu z kamerą na ramie projekcyjnej) należy uwzględnić nie tylko łatwość dostępu, ale także porę dnia, w której fotografuje się. Mam tu na myśli konieczność ograniczenia do minimum sytuacji, w której na zdjęciu na skutek wadliwego wyboru stanowiska odfotografują się np. cień lub stopy osoby obsługującej kamerę.

Niezwykle ważny jest dobór materiałów fotograficznych odpowiednio do celu i warunków zdjęcia. Konieczne są tu wiarygodne próby, a po podjęciu decyzji zgromadzenie większego zapasu filmów tej samej marki, typu, serii o dostatecznie wydłużonej ważności i przechowywanie ich w chłodniarce. Dowolne lub zamierzone

w badaniach fenologicznych wymaga niekiedy używania fotografii w ciągu całego roku, często przy niekorzystnych warunkach atmosferycznych i oświetleniu, także w porze zalegania śniegu, a przynajmniej w porze jej okresowego zanikania. Na pokrywie śnieżnej można np. zarejestrować przebieg zimowego opadania nasion z drzew, terminy wymiany igliwia na świerkach, itp. Zaleca się w tego rodzaju badaniach fotografowanie w stałych odstępach czasu, np. co 5 dni (a więc 73 razy w roku), co 7 dni, co 10 dni. Zdjęcia do wspomnianych celów wykonywane tylko przy sprzyjających warunkach pogodowych, ale w przypadkowych terminach, będą mniej użyteczne niż zdjęcia wykonywane w stałych terminach i mniej korzystnych warunkach. Fotografowanie runa powinno się przy tym połączyć z fotografowaniem sklepienia lasu nad tym runem. Odpowiednio do

innych celów optymalne mogą być terminy wiosenne, późne lato, powtarzanie zdjęć jeden raz lub kilka razy w roku, co roku przez wiele lat itd. Wybór terminów zdjęć nie powinien być przypadkowy.

Ze względu na różnicowanie pionowe roślinności i na ogół słabe oświetlenie lub rozproszenie światła zaleca się zawsze jak największą przysłonę (nigdy nie mniej niż 8 lub 11, a najlepiej 16 lub 22) i odpowiednio wydłużony czas ekspozycji. Fotografowanie runa leśnego pod całkowicie zwartym okapem wymaga niekiedy ekspozycji 1/4" do 4" (przy użyciu filmu 21 DIN (100 ASA). Najlepsza pora dnia do zdjęć, jak w każdym przypadku w plenerze, to rano i późne popołudnie, najlepiej przy lekko zachmurzonym niebie. Unika się wówczas „walki z cieniami”.

W trakcie każdej rejestracji fotograficznej należy na specjalnym formularzu prowadzić protokół zdjęcia. Zapisuje się w nim termin i kolejność prac, czas naświetlania i przysłonę, użyte materiały, ewentualnie pomyłki w kolejności zdjęć lub w ich identyfikacji, uwagi o niesprawności sprzętu (tab. 1).

Tabela 1.

Przykład dziennika obserwatora stosowanego w długoletnich badaniach fenologicznych. Osoba fotografująca zapisuje w nim każdorazowo warunki i porę wykonywania zdjęcia, czas ekspozycji, wielkość przysłony i rodzaj użytego sprzętu *An observer diary used in long-term phenological studies. The photographer records the conditions and time of taking picture, time of exposure, diaphragm and equipment*

BIALOWIEŻSKA STACJA GEOBOTANICZNA UM		P IV 36 37 38 39			
DZIENNIK OBSERWATORA					Kw. i d. do: 16
Środki lokomocji: rower, furmanka, sanie, narty, pieszo					6. 105. 1998
Pogoda: pogodna					Wzrost: obserwacji
Godz. rozp. obserw. 8:30					Wzrost: obserwacji
Godz. rozp. obserw. 14:30					Wzrost: obserwacji
Nr pow.	Zakres Term. / Poz. / Wzrost	Charakter Fenologia runa / drzew / śniegu	Uwagi Zmiany w czasie	Szkody na pow. od ludzi lub zwierząt	Uszkodzenie i wy- plany przegrado- we / konserw. urządzeń
36	+ / -	+ / +	-	-	-
37	+ / -	+ / +	-	-	-
38	+ / -	+ / +	-	-	zabliźnienie miejscem
39	+ / -	+ / +	-	-	H 8.16 dół
SUCHOTKOWANE POWIERZCHNIE FENOLOGICZNYCH PRZED SIEM					
36	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25				
37	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25				
38	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25				
39	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25				
Zakres obszaru: fotografowanie runa i skłapienia lasu					Wzrost: 6. / 105. 1998
Środki lokomocji: rower, furmanka, sanie, narty, pieszo					Wzrost: obserwacji
Sprzęt fotograficzny: kamera: LLC nr ... PIG 3 ar. .... obiektyw: Flitkon 2.8/35, światłociemla: Leningrad 4, Welmar LUX ods, statyw: BSO					
Nr pow.	Godzina od ... do ...	Pogoda	Nadświetlenie zdjęcia Runo / Skłapienie	Uwagi techniczne	
36	8:30 - 9:30	☀	1/8 / 11-22	1/30 / 11-22	
37	13:30 - 14:30	☀	1/8 / 11-22	1/30-60 / 11-22	
38	11:45 - 12:45	☀	1/8 / 11-22	1/30 / 11-22	
39	10:15 - 11:15	☀	1/8 / 11-22	1/30 / 11-22	

Wypróbowane i raz przyjęte zasady rejestracji fotograficznej powinny być dla danego zadania badawczego

stosowane konsekwentnie. Respektowanie tych zasad będzie też zależało od znalezienia i przygotowania do tego celu odpowiedniego pracownika. Najlepsze są jednak wyniki, gdy zainteresowany badacz wykonuje lub nadzoruje osobiście te prace. Zdjęcia obiektów opatrzonych stałymi ramami wymagają w zasadzie jednej osoby, przy zdjęciach w ramach przenośnych konieczne są przynajmniej dwie osoby. Użyteczna może być jeszcze trzecia osoba do pomiaru światła i operowania ekranem. W ciągu 6-8 godzin pracy wykonać można 150-200 zdjęć, po uprzednim sprawdzeniu instalacji (ram i reperów).

## Zdjęcia typowych obiektów w badaniach roślinności

### Roślinność dna lasu w projekcji pionowej

Roślinność dna lasu w projekcji pionowej jest wdzięcznym obiektem fotografii naukowej w każdej porze roku ze względu na bogactwo form i różnorodność kolorów (ryc. 1 i 3). Trudność sprawia jedynie bujne runo olsów i łęgów. Najlepiej odfotografowuje się runo porostowo-mszyste i krzewinkowe w borach (ryc. 9) oraz wiosenne runo grądów i buczyn. W projekcji pionowej „ku ziemi” najlepsze efekty uzyskuje się fotografując runo w ramach projekcyjnych umieszczonych na stałe. Umożliwia to utrzymanie wewnętrznego podziału powierzchni siatką nylonową i nie powoduje uszkodzenia runa i zbędnego jego wydeptywania. Uwaga ta dotyczy fotografowania zarówno kamerą małoobrazkową, jak i kamerą 6 × 6. Liczne kontrasty świetlne w porze wiosennej wymagają stosowania ekranu. Bujność runa i wzrost roślin w ciągu całego sezonu wegetacyjnego powoduje, że w lecie fotografujemy tylko jego górną warstwę i zwykle na mniejszej powierzchni i bardziej z bliska niż na wiosnę. Identyfikatory zdjęć powinny być wówczas odpowiednio wyżej umieszczone.

### Roślinność muraw piaszkowych i solnisk w projekcji pionowej

Te typy roślinności są najłatwiejsze do fotografowania, zwłaszcza na filmie kolorowym diapozytywowym. Najłatwiej też zapisać na zdjęciach ślady aktywności zwierząt w tych zbiorowiskach (buchtowanie dzika, nory zwierząt, trasy ich przemieszczania się, kał, „efekt wycieraczki samochodowej” (ryc. 10). Utrzymanie reperów (palików wystających 1-2 cm z ziemi) nie wymaga pozostawiania na stałe ram projekcyjnych.

### Roślinność bujnych ziółorośli, łąk i szuwarów w projekcji pionowej, horyzontalnej i skośnej

Są to najtrudniejsze do fotografowania typy roślinności ze względu na „wielowartowość”, a w przypadku łąk i szuwarów także z powodu dominacji wąskolistnych roślin, czyli traw i turzyc. Dla długotrwałych badań może być przydatne położenie na gruncie specjalnego

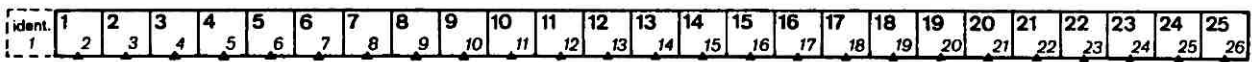
toru, po którym przesuwana na specjalnym wózku kamera będzie wykonywała zdjęcia w projekcji horyzontalnej.

### Roślinność runa i torfowisk w projekcji horyzontalnej

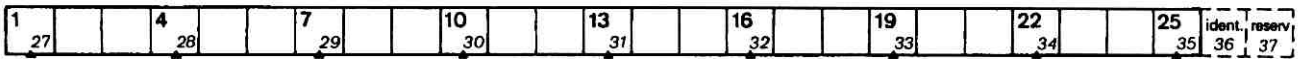
To samo urządzenie na szynach może znaleźć zastosowanie w fotografowaniu ściany lub wnętrza lasu, a także wnętrza torfowiska. Instalacja i utrzymanie tego urządzenia jest bardzo drogie i kłopotliwe. Możliwe jest zastępcze posłużenie się linią reperów (ustabilizowanych i oznakowanych punktów), z których po wypoziomowaniu kamery na statywie i pod stałym kątem fotografuje się określone odcinki ściany lasu, wybrane kępy drzew lub wszystkie obiekty znajdujące się wzdłuż linii.

umieszczonego np. na co 3. ramie zainstalowanej w jednym rzędzie, byle zawsze z tej samej strony i przy zachowaniu tych samych warunków (ryc. 1 i 17).

Niezależnie od tego sposobu postępowania możliwe jest wykorzystanie do fotografii sklepienia lasu palików wbitych na stałe w ziemię do przeprowadzenia wewnętrznego podziału powierzchni badawczej, np. powierzchni o wielkości 1 ha na 100 działek kwadratowych o boku 10 m. Wykorzystuje się do tego celu wszystkie 121 punktów, a więc także paliki z linii granicznych (ryc. 4 i 12.7–12.9). Przed pracą należy sprawdzić czy wyznaczają one właściwą linię i wbić je dostatecznie głęboko, by były nieruchome. Na płaskim wierzchołku palika instaluje się kolejno specjalnie skonstruowane stoliki, przymocowując je śrubą i wypoziomuje. Dla usprawnie-



zdjęcia runa leśnego w ustabilizowanych ramach projekcyjnych w kolejnych kwadratach transektu (1...25)  
photos of forest herb layer in the permanent projection frames in the consecutive squares of transect (1...25)



zdjęcia sklepienia lasu nad co trzecim kwadratem (1, 4, 7...) transektu  
photos of forest canopy over each three square (1, 4, 7...) of transect



Ryc. 17. Przykład optymalnego wykorzystania filmu małoobrazkowego do powtarzalnej rejestracji na stałym transekcje 50 × 2 m. W badaniach fenologicznych, poza identyfikatorem na początku i końcu filmu, 25 klatek wykorzystywanych jest do fotografowania 25 kolejnych fragmentów runa w ustabilizowanych ramach projekcyjnych, a 9 klatek do sfotografowania tą samą kamerą sklepienia lasu ze statywu umieszczonego na tych samych ramach projekcyjnych w co 3 kwadracie całego transektu. Odstęp 6 m między stanowiskami gwarantuje pokrycie całego transektu zdjęciami sklepienia lasu

Fig. 17. An example of the optimum use of a small-picture film for repeated record of a permanent transect 50 × 2 m. In phenological studies 25 exposures are used to photograph 25 subsequent fragments of the herbal layer in stable projection frames and 9 exposures are used to take pictures of the forest vault with the same camera on the stand on the same frames which were used to photograph every third square of the whole transect. The distance of 6 metres between the subsequent photographer positions guarantees that the photographs of the forest canopy cover the entire transect

Także w tym przypadku wszystkie fotografowane odcinki lub obiekty muszą być na czas zdjęcia opatrzone identyfikatorem (por. Faliński 1998a — fot. VII–2).

Położenie reperów, odległości między nimi, kąty fotografowania itp. muszą być przedstawione na planie. Korzystać z tych planów należy posługując się dodatkowo najwcześniejszymi i ostatnimi fotografiami zdjętych obiektów.

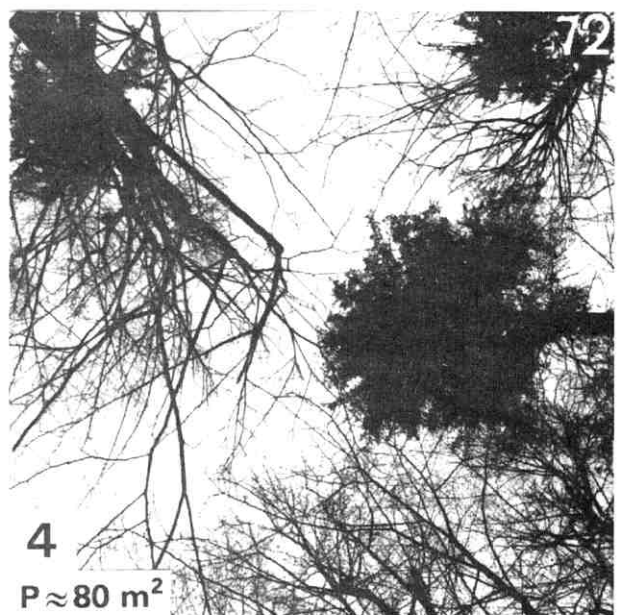
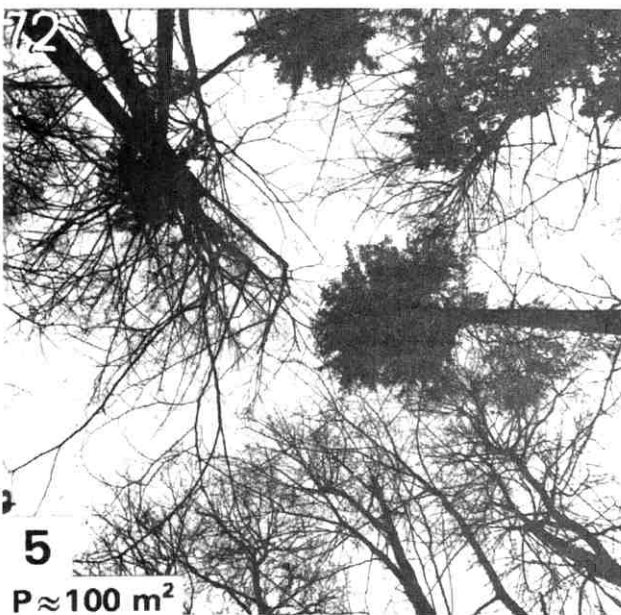
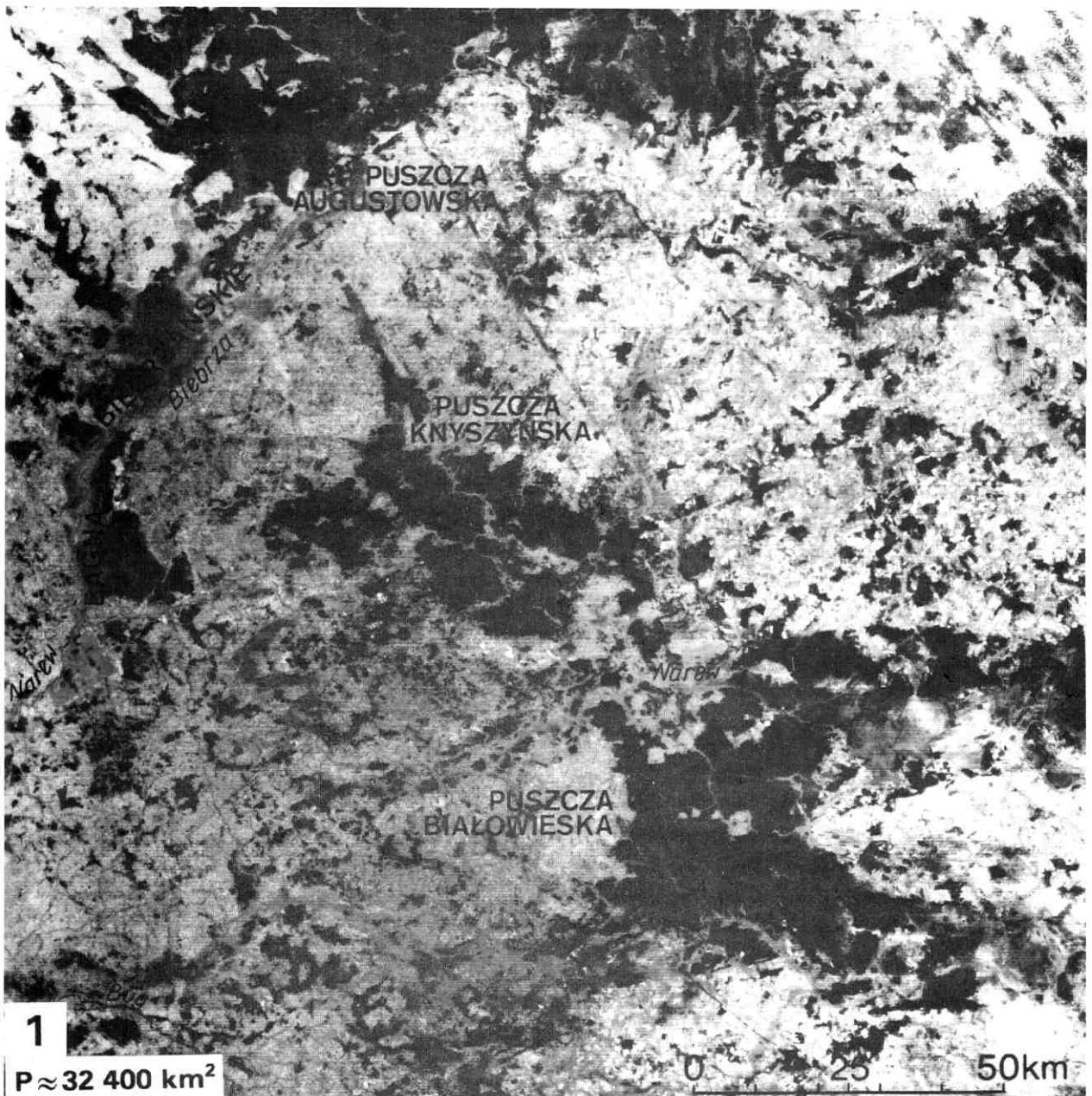
### Sklepienie lasu w projekcji pionowej („ku niebu”)

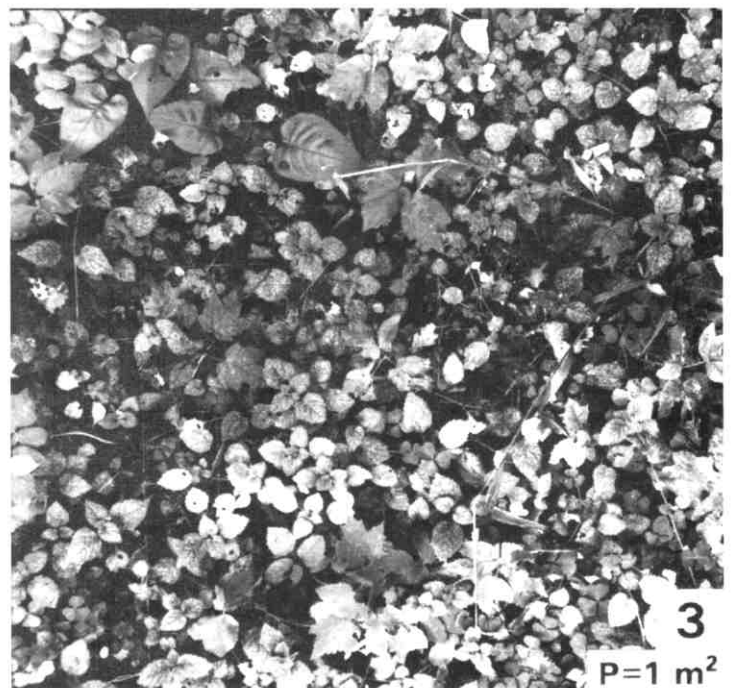
Fotografowanie sklepienia lasu służyć może gromadzeniu danych do interpretacji zjawisk występujących w runie, a więc przy wykorzystaniu tej samej powierzchni badawczej i tych samych instalacji. Pozwalają na to: kamera umieszczona na czteronożnym statywie, wyposażonym w głowicę i zainstalowanym na tej samej ramie projekcyjnej, na której fotografuje się runo. Odpowiednio do wysokości drzew i zróżnicowania sklepienia lasu, zdjęcia mogą być wykonywane np. ze statywu

nia pracy należy przygotować przynajmniej trzy stoliki, które kolejno będą instalowane przed fotografującym, a zdejmowane po jego przejściu przez pomocników. Położenie na tak przygotowanym stoliku kamery fotograficznej obiektywem ku górze i zorientowanie jej osi z linią palików, na której pracujemy, zapewnia wystarczające warunki do uzyskania porównywalnych zdjęć nawet po upływie wielu lat (ryc. 4 i 5). Zdjęcia wykonuje się po każdorazowej kontroli na matówce, z przykłąku (ryc. 12.9).

Użyteczna jest do tego celu kamera typu Pentacon-Six lub Exakta, ale mogą znaleźć zastosowanie także proste lustrzanki dwuobiektywowe 6 × 6 typu Retroflex lub Yashica i jednoobiektywowe kamery z wymiennymi kasetami.

Stosując do kamery obiektyw szerokokątny (4/50) możemy uzyskać pary zdjęć dające się przynajmniej w części użyć do sporządzenia stereogramu. Ten zaś można analizować na takich samych zasadach i przy użyciu tych samych urządzeń co stereoparę złożoną





Ryc. 18. Zmiany pokrycia, treści i zasięgu informacji obrazów teledetekcyjnych przy przejściu z pułapu satelitarne-  
nego (1), przez lotniczy (2) na pułap naziemny (3, 4, 5). Zdjęcia  
sklepienia lasu standardowym obiektywem 2.8/80 (4)  
i szerokokątnym 4/50 (5)

Źródło: Landsat MSS 457, PPG-K i Faliński

Fig. 18. Change-over in the covering, content and range of the  
remote sensing information from satellite service (1) across the air  
(2) to over-ground service (3, 4, 5). Photos of forest canopy with  
standard 2.8/80 (4) and broad-angled 4/50 (5) lens.  
Source: Landsat MSS 457, PPG-K and Faliński

ze zdjęć lotniczych (por. np. Pierce, Eddleman, 1970, 1973; Ratliff, Westfall, 1973; Wells, 1971; Wimbusch, Barrow, Costin, 1967; Thalen, 1979).

## Zakończenie

Zresztą wiele z doświadczeń teledetekcji i interpretacji zdalnie pozyskanych obrazów może znaleźć zastosowanie w gromadzeniu, a zwłaszcza w interpretacji zdjęć naziemnych. Dotyczy to także doboru materiałów, na których wykonuje się i przechowuje obraz, w mniejszym stopniu aparatury.

Zaznaczyć wyraźnie należy, że naziemne i naziemne techniki pozyskania informacji o przyrodzie nie są względem siebie konkurencyjne, a komplementarne (ryc. 18). Tylko cel i zakres badań może decydować o wyborze takiej czy innej techniki obrazowania lub równoczesnego ich stosowania.

## Literatura

- Attenborough D., 1995: *The private life of plants. A Natural History of Plant Behaviour*. BBC Books, Filmset by Pre-Press, London.
- Attenborough D., 1996: *Prywatne życie roślin*. Muza SA, Warszawa.
- Braun-Blanquet J., 1964: *Pflanzensoziologie*. Wien–New York.
- Burricher E., Pott R., Furch H., 1988: *Die potentielle natürliche Vegetation*. Geographischen Kommission für Westfalen Landschaftsverband Westfalen-Lippe, Aschendorff Münster.
- Ciołkosz A., Miszański J., Olędzki J.R., 1978: *Interpretacja zdjęć lotniczych*. PWN, Warszawa.
- Clements F.E., 1905: *Research methods in ecology*. Lincoln, Nebraska, The University Publishing Company.
- Eckardt F.E., Méthy M., 1967: Dispositif optique pour l'étude de la répartition spatiale des organes aériens des Végétaux. *Oecol. Plant.*, vol. 2, 163–174.
- Evans S.G., Coombe D.E., 1959: Hemispherical and woodland canopy photography and the light climate. *Journal of Ecology*, vol. 47, 103–113.
- Faliński J.B., 1967: Białowieża Stacja Geobotaniczna Zakładu Fitosocjologii Stosowanej Uniwersytetu Warszawskiego 1952–1967, *Materiały Zakładu Fitosocjologii Stosowanej UW*, Warszawa–Białowieża, 18, 1–40.
- Faliński J.B., 1972: Podstawy i formy eksploracji naukowej Białowieżskiego Parku Narodowego. *Ochrona Przyrody*, r. 37, 7–55.
- Faliński J.B., 1977a: 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, 1–132.
- Faliński J.B., 1977b: Experimentelle untersuchungen über Schutzrolle der Schneedecke für die Bodenvegetation im Hainbuchen-Eichen-Linden-Mischwald, Vorläufige Mitteilung [w:] H. Dierschke, red., *Vegetation und Klima (Rinteln, 24–27.3.1975)*, 183–193. *Ber. d. Intern. Symp. d. Inter. Verein. f. Veget. Heraus. v. R. Tüxen.*, J. Cramer, Vaduz.
- Faliński J.B., 1986a: Vegetation dynamics in temperate lowland primeval forests. Ecological studies in Białowieża Forest. *Geobotany*, 8, 1–537.
- Faliński J.B., 1986b: Sukcesja roślinności na nieużytkach porolnych jako przejaw dynamiki ekosystemu wyzwolonego spod długotrwałej presji antropogenicznej. *Wiadomości Botaniczne*, 30.1, 12–50; 30.2, 115–126.
- Faliński J.B., 1990–1991: *Kartografia geobotaniczna*. Cz. 1. *Zagadnienia ogólne. Kartografia florystyczna i fitogeograficzna*. Cz. 2: *Kartografia fitosocjologiczna*. Cz. 3: *Kartografia geobotaniczna ogólna i stosowana*. PPWK, Warszawa–Wrocław, 284, 283, 355.
- Faliński J.B., 1996: Badania fenologiczne w Białowieżskim Parku Narodowym w latach 1952–1996 w programach badawczych Białowieżskiej Stacji Geobotanicznej UW. *Phytocoenosis*, 8 (N.S.) *Seminarium Geobotanicum*, 4, 31–42.
- Faliński J.B., 1998: Dioecious woody pioneer species (*Juniperus communis*, *Populus tremula*, *Salix sp. div.*) in the secondary succession and regeneration. *Phytocoenosis* 10 (N.S.) *Supplementum Cartographiae Geobotanicae*, 8, 1–256.
- Faliński J.B., 1999: Długoterminowe badania ekologiczne na stałych powierzchniach — koncepcja, cele, zastosowanie i warunki realizacji. *Wiadomości Ekologiczne* (w druku)
- Film jako metoda badawcza w naukach rolniczych i leśnych, 1971, *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*, z. 128.
- Film i fotografia w badaniach rolniczych i leśnych, 1981, *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*, z. 237, PWN, Warszawa.
- Gustafsson L., Ahlén I., 1996: *Geography of Plants and Animals*. National Atlas of Sweden.
- Hough A.F., 1965: A twenty-year record of understory vegetational change in a virgin Pennsylvania forest. *Ecology*, vol. 46.3, 370–373.
- Jankowska K., 1967: Sezonowe zmiany roślinności i produkcja pierwotna netto w płacie łąki *Arrhenatheretum elatioris*. *Studia Naturae*, ser. A, vol. 1, 153–173.
- Karski R., 1995: Kodak. Photo-CD — odsłona druga. *Wiedza i Życie*.
- Każmierczakowa R., 1967: Runo lasu bukowego *Fagetum carpaticum*, jego fenologia i ekologia produkcji pierwotnej. *Studia Naturae*, ser. A, vol. 1, 95–114.
- Koop H., 1989: *Forest Dynamics*. SILVI-STAR: A Comprehensive Monitoring System. Springer-Verlag, Berlin–Heidelberg.
- Kullenberg B., Stenhagen E., 1973: The Ecological Station of Uppsala University on Öland 1963–1973. A brief presentation. *Zoon. A Journal of Zoology*, Suppl. vol. 1, 5–7.
- Küchler A.W., 1964: Potential natural vegetation of the conterminous United States. *American Geographical Society*, no. 36, 116 + zał.
- Matuszkiewicz W., 1974: Teoretyczno-metodyczne podstawy badań roślinności jako elementu krajobrazu i obiektu użytkowania rekreacyjnego. *Wiadomości Ekologiczne*, 20.1, 3–13.
- Morawiecka I., Walsh P., 1993: Proste metody wykonywania niskopoziomowych zdjęć dla studiów geomorfologicznych na przykładzie badań paleokrasu. *Fotointerpretacja w Geografii*, Nr 23, 69–92.
- Olberg G., 1957: *Wissenschaftliche Pflanzenphotographie*. VEB Deutscher Verlag der Wissenschaften, Berlin.
- Olędzki J.R., 1982: Konferencja na temat: „Zastosowanie teledetekcji w badaniach ekologicznych”. *Fotointerpretacja w Geografii*, t. 5(15), 94–97.
- Pierce W.R., Eddleman L.E. 1970: A field stereophotographic technique for range vegetation analysis. *J. Range Manage.*, vol. 23, 218–220.
- Pierce W.R., Eddleman L.E., 1973: A test of stereophotographic sampling in grassland. *J. Range Manage.*, vol. 26, 148–150.
- Ratliff R.D., Westfall S.E., 1973: A simple stereophotographic technique for analyzing small plots. *J. Range Manage.*, vol. 26, 147–148.
- Rosén E., Sjögren E., 1973: Sheep grazing and changes of vegetation on the limestone heath of Öland. The Ecological Station of Uppsala University on Öland 1963–1973. *Zoon. A. Journal of Zoology*, Suppl., vol. 1, 137–151.
- Rowland J.M., Hector J.M., 1934: A camera method for charting Quadrats. *Naturae*, vol. 133.
- Schreiber K.-F., 1997: *Sukzessionen — Eine Bilanz der Grünlandbracheversuche in Baden-Württemberg*. Landesanstalt für

- Umweltschutz Baden-Württemberg, Projekt „Angewandte Ökologie” 23, 1–188.
- Smith L.P., 1968: *Seasonable Weather*. George Allen and Unwin Ltd., London, 146.
- Teicher G. (red.), 1982: *Fototechnika*. Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa.
- Thalen D.C.P., 1979: On photographic techniques in permanent plot studies. *Vegetatio*, vol. 39.3, 185–190.
- Wallentinus H.-G., Jonson L., 1972: Mapping Vegetation of a Baltic Sea-shore Meadow by Colour Infrared Photography. *Svensk Botanisk Tidskrift*, vol. 66, 314–325.
- Wells K.F., 1971: Measuring vegetation changes on fixed quadrats by vertical ground stereophotography. *J. Range Management*, vol. 24, 233–236.
- Wdrażanie metody filmowej do badań rolniczych i leśnych, 1973, *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*, z. 148, PWN, Warszawa.
- Wimbush D.J., Barrow M.D., Costin A.B., 1967: Color stereo-photography for the measurement of vegetation. *Ecology*, vol. 8, 150–152.
- Wojterski T., 1964: Schematy strefowego układu roślinności nadmorskiej na południowym wybrzeżu Bałtyku. *Badania Fizjograficzne nad Polską Zachodnią*, vol. 14, 87–105.
- Volkova V.G., 1965: Metodika botaničeskich issledovanij. *Botaničeskij Žurnal*, vol. 12, 1711–1714.
- Volkova V.G., 1970: Opyt gradieitnogo analiza rastitel'nosti stepej jugo-vostočnogo Zabajkal'ja [w:] V.B. Sočava, A.V. Kuminova (red.), *Krupnomasštabnoe kartografirovanie rastitel'nosti*, Izdatel'stvo Nauka, Novosibirsk, 17–25.
- Zastosowanie filmu w badaniach rolniczych i leśnych, 1989, *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*, z. 365, PWN, Warszawa.
- Ziegenspeck H., 1955: Die Farben- und UV-Photographie und ihre Bedeutung für die Blütenbiologie. *Mikroskopie*, vol. 10.9/10, 323–328.



Janusz B. Faliński (ur. 1934 r.) — geobotanik, ekolog, profesor zwyczajny; pracuje w Uniwersytecie Warszawskim, kierownik Białowieskiej Stacji Geobotanicznej UW w Białowieży. Członek zagraniczny Włoskiej Akademii Nauk Leśnych od 1990 r.; *doctor honoris causa* Uniwersytetu w Camerino (Włochy 1995); członek 3 Komitetów PAN. Założyciel i redaktor czasopisma *Phytocoenosis* (wyd. od 1972 r.). Specjalizuje się w wieloletnich studiach nad dynamiką roślinności i synantropizacją szaty roślinnej i w pracach z zakresu kartografii geobotanicznej w Polsce, we Włoszech, na Syberii. W badaniach tych od początku stosuje powtarzalną rejestrację fotograficzną i wykorzystuje zdjęcia lotnicze.

Główne prace: *Antropogeniczna roślinność Puszczy Białowieskiej jako wynik synantropizacji naturalnego kompleksu leśnego* (1966); *Anthropogenic changes of the vegetation of Poland (map in 2 000 000 scale and a comment to map)* (1975); współautor i współredaktor mapy *Potencjalna roślinność naturalna Polski*, 1:300 000 (gł. redaktor W. Matuszkiewicz); *Vegetation dynamics in temperate lowland primeval forests* (1986);

*Kartografia Geobotaniczna* (1990–1991: 3-tomowy podręcznik akademicki z 14 planszami fotointerpretacyjnymi); *The vegetation and dynamical tendencies in the vegetation of Bosco Quarto, Promontorio del Gargano, Italy* (1990, wspólnie z F. Pedrottim); *Cryptogamous plants in the forest communities of Białowieża National Park* (1992, 1995, 1996, 1997; 4 tomy redagowane wspólnie z W. Mułenką); *Deciduous woody pioneer species (Juniperus communis, Populus tremula, Salix sp. div.) in the secondary succession and regeneration* (1998); autor 8 plansz w atlasie *Polska na zdjęciach lotniczych i satelitarnych* pod redakcją J.R. Olędzkiego (1988).

Uniwersytet Warszawski, Białowieska Stacja Geobotaniczna, 17-230 Białowieża tel. (085) 68-125-48; fax (085) 68-124-79; e-mail: falinski@tilia.bsg.bialowieza.pl