

P O L S K A A K A D E M I A N A U K
ZAKŁAD OCHRONY PRZYRODY I ZASOBÓW NATURALNYCH

STEFAN MICHALIK

ROZMIESZCZENIE
ROŚLIN KSEROTERMICZNYCH I GÓRSKICH
W OJCOWSKIM PARKU NARODOWYM
W ZALEŻNOŚCI OD WARUNKÓW
MIKROKLIMATU

DISTRIBUTION OF XEROTHERMAL AND MONTANE PLANTS
IN THE OJCÓW NATIONAL PARK DEPENDING ON MICROCLIMATIC
CONDITIONS



PAŃSTWOWE WYDAWNICTWO NAUKOWE

Warszawa — Kraków 1983

STEFAN MICHALIK

ROZMIESZCZENIE ROŚLIN KSEROTERMICZNYCH
I GÓRSKICH
W OJCOWSKIM PARKU NARODOWYM
W ZALEŻNOŚCI OD WARUNKÓW MIKROKLIMATU

P O L S K A A K A D E M I A N A U K
ZAKŁAD OCHRONY PRZYRODY I ZASOBÓW NATURALNYCH

STUDIA NATURAE

SERIA A — WYDAWNICTWA NAUKOWE

NR 24

Praca wykonana w ramach problemu węzłowego 10.2.10

P O L S K A A K A D E M I A N A U K
ZAKŁAD OCHRONY PRZYRODY I ZASOBÓW NATURALNYCH

STEFAN MICHALIK

ROZMIESZCZENIE
ROŚLIN KSEROTERMICZNYCH I GÓRSKICH
W OJCOWSKIM PARKU NARODOWYM
W ZALEŻNOŚCI OD WARUNKÓW
MIKROKLIMATU

DISTRIBUTION OF XEROTHERMAL AND MONTANE PLANTS IN THE
OJCÓW NATIONAL PARK DEPENDING ON MICROCLIMATIC
CONDITIONS



PAŃSTWOWE WYDAWNICTWO NAUKOWE

Warszawa — Kraków 1983

Redaktor: Kazimierz Klimek

Rada Redakcyjna:

Stanisław Wróbel (przewodniczący), Róża Kaźmierczakowa (z-ca przewodniczącego),
Krystyna Borusiewicz, Zbigniew Głowaciński, Kazimierz Klimek, Anna Medwecka-Kor-
naś, Ryszard Kostuch, Marian Koziej, Stefan Michalik (członkowie), Alina Kwiatkow-
ska (sekretarz)

Adres Redakcji: 31-505 Kraków, ul. Ariańska 1

Redaktor PWN

Jerzy Hrycyk

Korektorka

Danuta Borzęcka

© Copyright by Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa—Kraków 1983

ISBN 83-01-05331-3

ISSN 0081-6760

TREŚĆ

Abstrakt	6
I. Zarys problemu i cel pracy	7
II. Teren badań	9
III. Zakres badań, materiał i metody	9
IV. Charakterystyka rozmieszczenia roślin kserotomicznych i ciepłolubnych oraz oligotermicznych gatunków górskich na tle zróżnicowania mikroklimatu i rzeźby terenu	12
1. Ogólna charakterystyka rozmieszczenia gatunków na całym terenie badań	14
2. Szczegółowa analiza rozmieszczenia gatunków w obrębie różnych form morfologicznych terenu	27
3. Zależności między kształtowaniem się wybranych elementów mikroklimatu a rozmieszczeniem gatunków	36
V. Przestrzenne i ekologiczne prawidłowości w rozmieszczeniu gatunków na tle zróżnicowanej rzeźby oraz mikroklimatu	38
1. Strefy jednorodne i mozaikowe	38
2. Zakres tolerancji i arealy zasięgowe różnych ekologicznych grup gatunków	39
3. Zjawisko „muru ekologicznego”	45
4. Schematyczne modele rozmieszczenia gatunków w obrębie wklęsłych i wypukłych form terenowych	47
VI. Uwagi końcowe	54
VII. Rozmieszczenie wybranych gatunków kserotermicznych i górskich w obrębie kompleksu skalnego „Czyżówki”	54
Piśmiennictwo	69
Summary	70

Abstrakt

Ojcowski Park Narodowy jest terenem o bardzo silnie rozwiniętej rzeźbie krasowej, z czym wiąże się wyjątkowe zróżnicowanie warunków mezo- i mikroklimatu, umożliwiające występowanie zarówno gatunków kserotermicznych, jak też oligotermicznych górskich.

Stwierdzono istotne zależności między rozmieszczeniem i koncentracją wymienionych ekologicznych grup gatunków a zróżnicowaniem wybranych elementów mikroklimatu, np.: nasłonecznienia względnego, dobowych temperatur maksymalnych i minimalnych, dobowych amplitud temperatur, niedosytu wilgotności i zanikania pokrywy śnieżnej. Zależności te przedstawiono w formie licznych map, diagramów oraz obliczonych statystycznie współczynników korelacji i równań regresji.

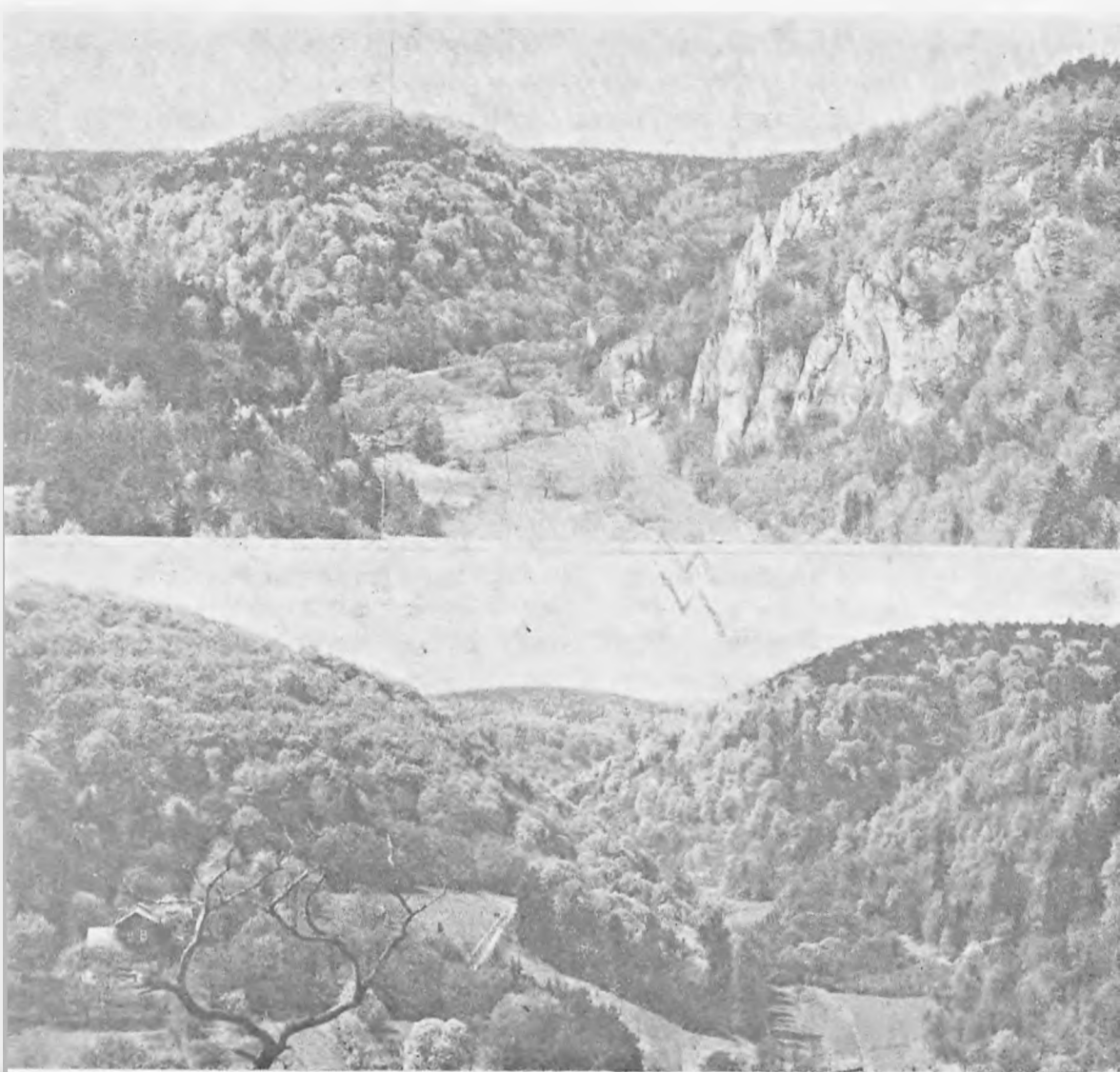
I. Zarys problemu i cel pracy

Skaliste, wąskie i głębokie doliny krasowe (ryc. 1) oraz wyniosłe, strome wzgórza wapienne stanowią najbardziej typowe środowiska dla Ojcowskiego Parku Narodowego (OPN). Rośliny rozmieszczone są w obrębie tych środowisk w sposób bardzo skomplikowany, a niekiedy nawet pozornie chaotyczny. Dokładna obserwacja pozwala jednak dostrzec wyraźną konsekwencję, z jaką tę same lub ekologicznie podobne gatunki pojawiają się zawsze na określonych typach siedlisk. Zróznicowanie przestrzenne flory nie jest więc przypadkowe, lecz uwarunkowane oddziaływaniem wielu czynników, wśród których do najważniejszych należą niewątpliwie warunki edaficzne i klimatyczne. W przypadku oligotermicznych gatunków górskich i roślin kserotermicznych oraz ciepłolubnych zróznicowanie mezo- i mikroklimatu jest podstawowym czynnikiem decydującym o ich występowaniu i rozmieszczeniu przestrzennym. Na zjawisko to, występujące w okolicach Ojcowa w szczególnie jaskrawej formie, już od dawna zwracali uwagę liczni przyrodnicy prowadzący tu badania botaniczne (Jelenkin 1901, Woycicki 1913, Medwecka-Kornaś 1952, Medwecka-Kornaś, Kornaś 1963, Michalik 1973, 1974a, 1974b, 1977, 1978a, 1978b, 1979) oraz mikroklimatyczne (Szymkiewicz 1923, Klein, Niedźwiedź, Sztylek 1966, Klein 1967, 1974).

Od 1965 r. prowadzone były przez autora badania nad kserotermiczną i górską florą roślin naczyniowych OPN. Pierwsza część wyników badań, obejmująca ekologiczną charakterystykę i klasyfikację omawianych grup roślin oraz mapy stanowisk dla 73 przykładowych gatunków, opublikowana została wcześniej (Michalik 1979).

Niniejsza praca poświęcona jest problemowi rozmieszczenia przestrzennego roślin kserotermicznych i ciepłolubnych oraz gatunków górskich w zależności od zróznicowania mikroklimatu czy też wybranych jego elementów. Zagadnienia te przedstawiono w ujęciu ogólnym, w skali całego badanego obszaru oraz w ujęciu szczegółowym dla przykładowych wycinków terenu reprezentujących dwie podstawowe formy morfologiczne — dolinę i masyw skalny.

Autor składa podziękowania doc. dr E. Pancer-Kotejowej za krytyczne przejrzenie tekstu i wiele cennych uwag oraz doktorowi J. Kleinowi za udostępnienie nie publikowanych danych mikroklimatycznych.



Ryc. 1. Ojcowski Park Narodowy. Krajobraz doliny Prądnika w Ojcowie (u góry)
i doliny Szępowskiej (u dołu)

Fig. 1. The Ojców National Park. Landscape of the Prądnik river valley in Ojców (above) and of the
Szępowska Valley (below)

Fot. S. Michalik

II. Teren badań

Badania prowadzono na obszarze o powierzchni około 25 km² obejmującym cały Ojcowski Park Narodowy i jego bezpośrednie otoczenie (por. ryc. 4). Obserwacje porównawcze, dotyczące wybranych zagadnień, wykonywano również na terenie całej Wyżyny Krakowskiej. Ogólne tło przyrodnicze oraz szczegółową charakterystykę szaty roślinnej terenu badań podali: Medwecka-Kornaś, Kornaś (1963), Medwecka-Kornaś (1977), Michalik (1974a, 1977, 1978a). Budowę geologiczną dokładnie omówili Alexandrowicz, Wilk (1962), Alexandrowicz Z., Alexandrowicz S. (1977), morfologię — Drzał (1954) i Małecki (1977), gleby — Greszta, Bitka (1977), natomiast mezo- i mikroklimat — Klein (1974, 1977).

III. Zakres badań, materiał i metody

Szczegółową analizę rozmieszczenia przestrzennego na tle warunków mikroklimatycznych przeprowadzono dla dwóch grup roślin. Pierwszą z nich stanowi 229 gatunków kserotermicznych lub ciepłolubnych, do których należy kilka taksonów górskich wykazujących charakter słabych kserotermofitów (por. Michalik 1979, tab. IV). Druga grupa, to w różnym stopniu oligotermiczne rośliny górskie reprezentowane przez 43 taksony. Nie uwzględniono w tej grupie gatunków ostatnio na badanym terenie nie odnalezionych (por. Michalik 1979, str. 41, tab. VI) oraz górskich gatunków drzew (*Abies alba*, *Acer pseudoplatanus*, *Picea excelsa*), których aktualne rozmieszczenie jest wynikiem przede wszystkim gospodarki leśnej (Michalik 1974a) i zupełnie nie odzwierciedla stosunków naturalnych.

Do grupy roślin kserotermicznych i ciepłolubnych zaliczono (Michalik 1979) gatunki (a — podawane w literaturze jako kserotermiczne i ciepłolubne, b — uważane za charakterystyczne dla ciepłolubnych zbiorowisk roślinnych, c — ograniczone w OPN do siedlisk słonecznych i ciepłych), u których stwierdzono zależność dodatnią między ich rozmieszczeniem na badanym terenie a nasłonecznieniem względnym. Natomiast do grupy oligotermicznych roślin górskich zaliczono gatunki podawane w literaturze jako górskie, których rozmieszczenie w OPN wykazuje zależność ujemną z nasłonecznieniem względnym. W przypadku poszczególnych gatunków zależności są różne — od bardzo słabych do bardzo silnych. Szczegółowe dane na ten temat, dla wyróżnionych ekologicznych grup gatunków oraz pojedynczych gatunków, opublikowano

w pierwszej części badań poświęconych florze kserotermicznej i górskiej OPN (Michalik 1979). W niniejszej pracy zajęto się innymi aspektami omawianej zależności, tj. korelacjami między wielkością nasłonecznienia względnego a liczbą gatunków występujących na określonej powierzchni oraz procentowym udziałem tych gatunków w warstwie roślinności zielnej.

Koncentrację, arealy zasięgowe oraz syntezę rozmieszczenia roślin kserotermicznych i ciepłolubnych oraz gatunków górskich dla całego terenu badań opracowano w oparciu o mapy punktowe stanowisk wszystkich omawianych gatunków wykonane w skali 1 : 25 000 (por. Michalik 1979, ryc. 13—43). Syntetyczne mapy koncentracji liczbowej gatunków poszczególnych grup (por. ryc. 6—14) wykonano metodą sumowania stanowisk w kwadratach o boku 5 mm na mapie, co odpowiada, w zależności od nachylenia terenu, rzeczywistej powierzchni od 1,63 ha do około 3 ha. Przeciętnie rzeczywista powierzchnia przyjętych kwadratów wynosi w terenie około 2 ha. Na podstawie uzyskanych wartości interpolowano przebieg linii rozgraniczających poszczególne jednostki na mapach. Przyjęta skala opracowań kartograficznych umożliwiała stosunkowo przejrzyste, ale tylko ogólne przedstawienie prawidłowości rozmieszczenia przestrzennego gatunków na tle bardzo zróżnicowanej rzeźby terenu i wynikającej stąd zmienności warunków mikroklimatycznych.

W celu dokładniejszego zobrazowania omawianych prawidłowości opracowano dla małego, ale bardzo reprezentatywnego wycinka terenu (silnie zróżnicowany kompleks skalny „Czyżówki” na E zboczu doliny Prądnika w Ojcowie) mapy rozmieszczenia gatunków górskich i kserotermicznych, których stanowiska skartowano na podkładzie warstwicznym w skali 1 : 1000. Przeprowadzono również szczegółowe kartowanie terenowe notując koncentrację liczbową i procent pokrycia (w warstwie roślinności zielnej) dla różnych grup gatunków na przekrojach przez Dolinę Sąpowską (profil S — N) oraz przez kompleks skalny „Czyżówki” (profil SW — NE). Procenty pokrycia i koncentrację gatunków rejestrowano wzdłuż profilów w pasie szerokości około 20 m, który podzielono na powierzchnie (rzeczywiste mierzone po stoku) po około 200 m². Na każdej powierzchni ustalono liczbę gatunków należących do poszczególnych grup oraz obliczono procent pokrycia przez oligotermiczne gatunki górskie oraz gatunki kserotermiczne i ciepłolubne, w optymalnym okresie rozwoju (gat. górskie — przełom wiosny i lata, gat. kserotermiczne — lato). Procenty pokrycia obliczano na 10 kwadratach o boku 1 m, rozmieszczonych na powierzchni w sposób losowy. Obliczenia wykonywano za pomocą siatki o oczkach 10 × 10 cm. Na podstawie uzyskanych wartości interpolowano przebieg krzywych przedstawionych na wykresach (por. ryc. 15 i 20). Krzywe obrazujące kształtowanie się temperatur i niedosytu wilgotności na przekrojach przez dolinę i masyw skalny wykreślono na podstawie danych Kleina (1974) oraz Kleina i Mi-

chali (rkps) z dwunastu punktów pomiarowych, uwzględniając zależności wyliczone przez Kleina (1974). Przebieg krzywej nasłonecznienia względnego wykreślono na podstawie tabel Strużki (1959), uwzględniając również (w oparciu o własne pomiary terenowe) wpływ ocienienia przez masywy skalne. Zanikanie pokrywy śnieżnej ustalono dla profilu przez Dolinę Sąpowską według danych Kleina (1967), a dla profilu przez maszyn skalny — na podstawie danych Michali i Partyki (rkps).

Korelację między kształtowaniem się nasłonecznienia względnego i zanikaniem pokrywy śnieżnej a koncentracją omawianych grup gatunków dla profilów przez dolinę i kompleks skalny (por. ryc. 21 a-b) obliczono na podstawie wartości z około 100 punktów rozłożonych równomiernie wzdłuż profilów. W przypadku pozostałych elementów mikroklimatu (por. ryc. 21 c-e) korelacje obliczono w oparciu o wartości pochodzące z 12 punktów pomiarowych zlokalizowanych w różnych miejscach profilów (por. ryc. 15 i 20). Nasłonecznienie względne i sumy opadów scharakteryzowano za pomocą wartości średnich rocznych. Opóźnienie w zaniku pokrywy śnieżnej przyjęto na przykładzie pojedynczych lat (1967 — dla Doliny Sąpowskiej i 1979 — dla masywu skalnego Czyżówki), w których wyjściowa pokrywa śnieżna była stosunkowo gruba i przeważał insolacyjny proces jej wytapiania. W konsekwencji przebieg tego zjawiska bardzo dobrze odzwierciedlał różnice mikroklimatyczne poszczególnych siedlisk. Dobowe minima, maksima i amplitudy temperatur oraz niedosyt wilgotności w godzinach południowych przedstawiono dla pełni sezonu wegetacyjnego na przykładzie jednego dnia bezchmurnego (17 VI 1966 — dla Doliny Sąpowskiej i 18 VI 1968 — dla masywu skalnego), kiedy obserwuje się największe zróżnicowanie w kształtowaniu się omawianych elementów mikroklimatu. Występujące w takie dni okresu letniego ekstremalne wartości temperatur i niedosytów wilgotności decydują w najwyższym stopniu o możliwości egzystencji, a tym samym o rozmieszczeniu gatunków górskich i kserotermicznych na poszczególnych siedliskach. Dni pochmurne, kiedy następuje niemal zupełne wyrównanie różnic mikroklimatycznych (Klein 1974), nie odgrywają w tym względzie prawie żadnej roli. Dlatego też operowanie średnimi wartościami dobowymi z dłuższego okresu czasu (obejmującego dni pogodne i pochmurne) prowadziłoby do zaniżania prawdziwego rozmiaru zależności. Należy wyraźnie zaznaczyć, że korelacje między występowaniem gatunków kserotermicznych i górskich a zróżnicowaniem niektórych elementów mikroklimatu przedstawione w oparciu o takie przykładowe serie pomiarów dają przede wszystkim przybliżony obraz zagadnienia.

Stopień skorelowania mapy nasłonecznienia względnego z mapami koncentracji liczbowej roślin kserotermicznych i ciepłolubnych oraz oligotermicznych gatunków górskich (por. ryc. 5 i 19) obliczono na podsta-

wie sieci punktów rozłożonych równomiernie wzdłuż szeregu profilów (por. ryc. 4 i 18) prowadzonych na mapach przez najbardziej reprezentatywne wycinki terenu, obejmujące cały zakres zmienności porównywalnych elementów. Dla map całego terenu badania korelacje liczone w oparciu o 200 punktów, dla map kompleksu skalnego — w oparciu o 100 punktów.

IV. Charakterystyka rozmieszczenia roślin kserotermicznych i ciepłolubnych oraz oligotermicznych gatunków górskich na tle zróżnicowania mikroklimatu i rzeźby terenu

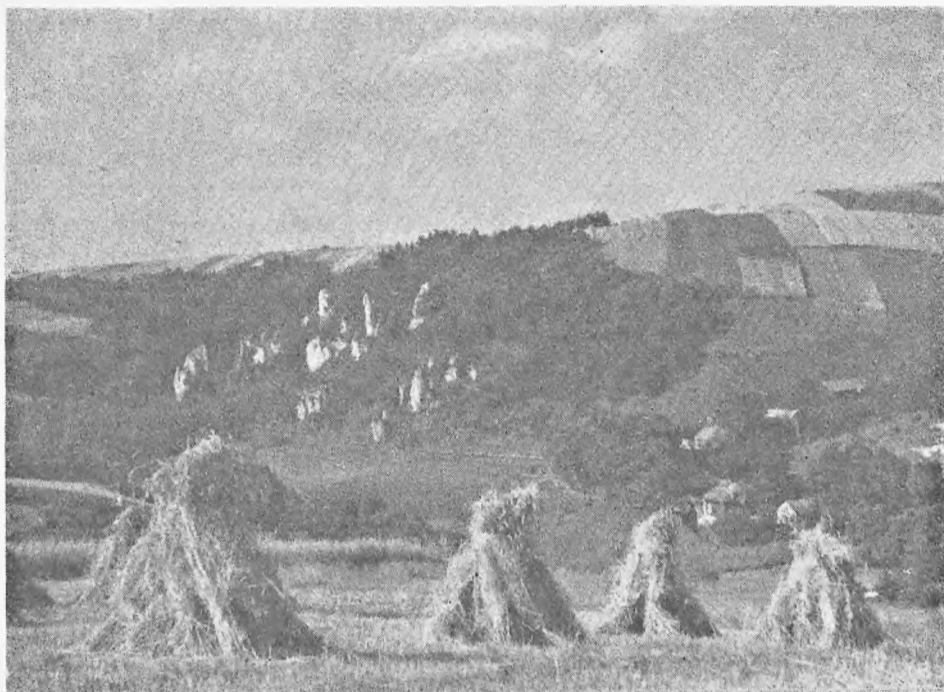
Podstawowym elementem decydującym o zróżnicowaniu mikroklimatu jest rzeźba terenu (Klein 1974). Różnorodne formy morfologiczne,



Ryc. 2. Rozwinięta rzeźba zboczy dolin i występowanie licznych masywów skalnych decydują o silnym zróżnicowaniu mikroklimatu

Fig. 2. Fully worked out relief of valley slopes and the occurrence of numerous rocky ridges decide upon an advanced differentiation of the microclimate

Fot. S. Michajk



Ryc. 3. Krajobraz doliny Prądnika w okolicy Grodziska. Widoczne zbocza o różnorodnej morfologii, szerokie dno doliny oraz słabo urzeźbiona, płaska wierzchowina

Fig. 3. Landscape of the Prądnik river valley in the environs of Grodzisko. The photograph shows the slopes manifold in their morphology. The broad valley bottom, and the hardly worked out flat top surface

Fot. S. Michalik

jak np. zbocza o różnych nachyleniach i ekspozycjach, dna głębokich dolin i wąwozów, ściany masywów skalnych (ryc. 2), płaskie i faliste powierzchnie wierzchowiny (ryc. 3), tworzą na terenie OPN skomplikowaną mozaikę siedlisk o odmiennych cechach mikroklimatu. Zmienność poszczególnych jego elementów oraz mikroklimatu traktowanego jako zespół czynników zwiększa się wyraźnie wraz ze wzrostem urzeźbienia terenu. O wyjątkowym zróżnicowaniu mikroklimatu w OPN świadczą badania Kleina (1974), który wyróżnił tu aż 20 odrębnych regionów mikroklimatycznych.

1. Ogólna charakterystyka rozmieszczenia gatunków na całym terenie badań

Rozmieszczenie roślin górskich i kserotermicznych w OPN uzależnione jest od bardzo wielu elementów mikroklimatu. Zależność ta najwyraźniej rysuje się w przypadku nasłonecznienia względnego (Michalik 1972, 1979, Klein 1974). Zróżnicowanie nasłonecznienia, wykazujące silne powiązanie z rzeźbą, warunkuje przebieg oraz kształtowanie się reżimu termicznego i wilgotnościowego oraz wywiera zasadniczy wpływ na długość zalegania pokrywy śnieżnej (Klein 1967, 1974). Nasłonecznienie względne ma więc charakter kompleksowego i bardzo obiektywnego wykładnika warunków mikroklimatycznych, jakie panują w poszczególnych siedliskach¹.

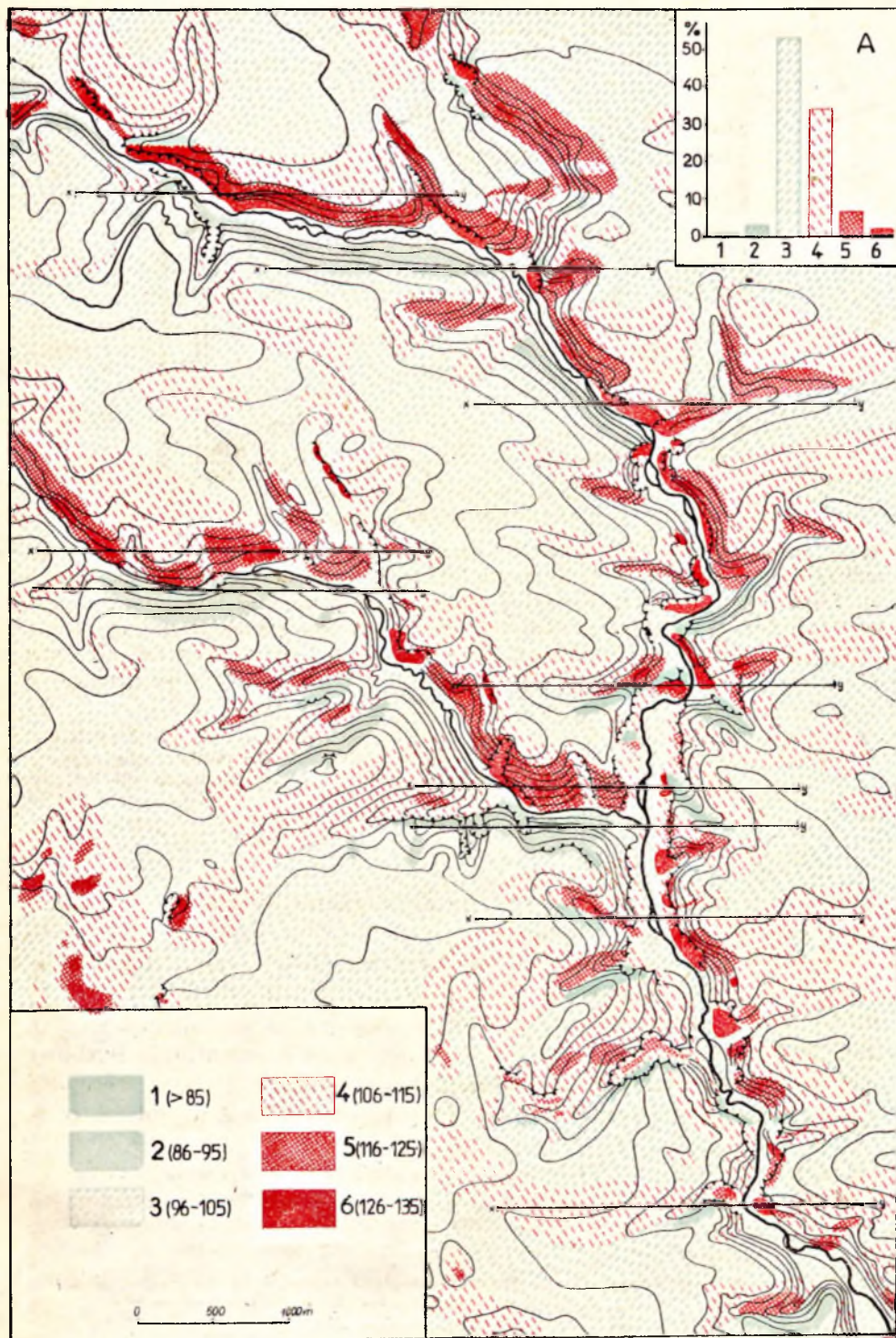
W celu przedstawienia zależności rozmieszczenia przestrzennego gatunków górskich i roślin kserotermicznych od zróżnicowania nasłonecznienia względnego (jako wykładnika mikroklimatu) wykorzystano mapę nasłonecznienia dla całego terenu badań (ryc. 4). Stopień skorelowania mapy nasłonecznienia względnego z mapami koncentracji omawianych grup gatunków jest bardzo wysoki (ryc. 5).

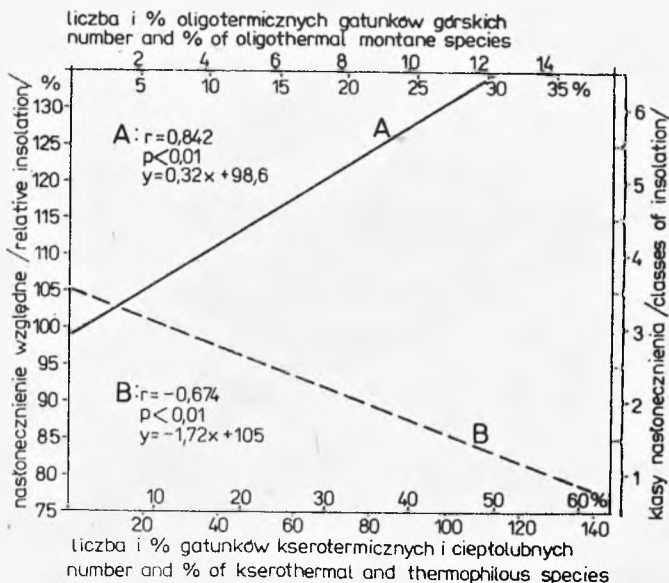
Koncentracja gatunków kserotermicznych oraz ciepłolubnych (ryc. 6) wykazuje wyraźną zależność dodatnią z nasłonecznieniem względnym. Współczynnik korelacji jest wysoki i wynosi 0,842. Największe nagromadzenie tych gatunków (ponad 120 gat./około 2 ha) występuje tylko na terenach o najwyższych wartościach nasłonecznienia, przekraczających 125⁰/₀. Są to silnie nachylone zbocza o ekspozycji S i SW. Na terenach o średnich wartościach nasłonecznienia (w zakresie 100—125⁰/₀) koncentracja gatunków kserotermicznych i ciepłolubnych wykazuje wyraźny

¹ Najbardziej kompleksową i wszechstronną metodą przedstawiania w formie kartograficznej zróżnicowania mikroklimatu jest mapa regionów mikroklimatycznych. Opracowana przez Kleina (1974) taka mapa dla terenu OPN została jednak w znacznym stopniu wykreślona w oparciu o rozmieszczenie różnorodnych pod względem ekologicznym elementów szaty roślinnej. Jej duża zgodność z mapami koncentracji oligotermicznych roślin górskich oraz gatunków kserotermicznych jest więc oczywista. Dlatego też nie przeprowadzono szczegółowej analizy rozmieszczenia przestrzennego omawianych grup gatunków na tle regionalizacji mikroklimatycznej.

Ryc. 4. Mapa nasłonecznienia względnego dla terenu badań (wg Kleina 1974, nieznacznie zmieniona): 1—6 — wyróżnione klasy nasłonecznienia o wzrastających wartościach (podanych w ‰). Na diagramie A przedstawiono procent powierzchni terenu zajęty przez poszczególne klasy nasłonecznienia. x—y — ciągi punktów, na podstawie których obliczano korelacje (por. ryc. 5)

Fig. 4. Map of relative insolation in the territory investigated (according to J. Klein 1974, slightly altered). 1—6 — classes of insolation distinguished according to increasing values (in ‰). Diagram A shows the percentage of the area with the particular classes of insolation. x—y — sequences of points, on the basis of which the correlations were calculated (cf. fig. 5)





Ryc. 5. Zależności między wielkością nasłonecznienia względnego a koncentracją gatunków kserotermicznych i ciepłolubnych (A) oraz oligotermicznych gatunków górskich (B). Zależności wyliczono na podstawie stopnia korelacji mapy nasłonecznienia względnego (por. ryc. 4) z mapami koncentracji omawianych grup gatunków (por. ryc. 6, 13). Uwaga: 100% stanowią wszystkie gatunki danej grupy stwierdzone na badanym terenie, tj. 225 gatunków kserotermicznych i ciepłolubnych oraz 43 gatunki oligotermiczne górskie

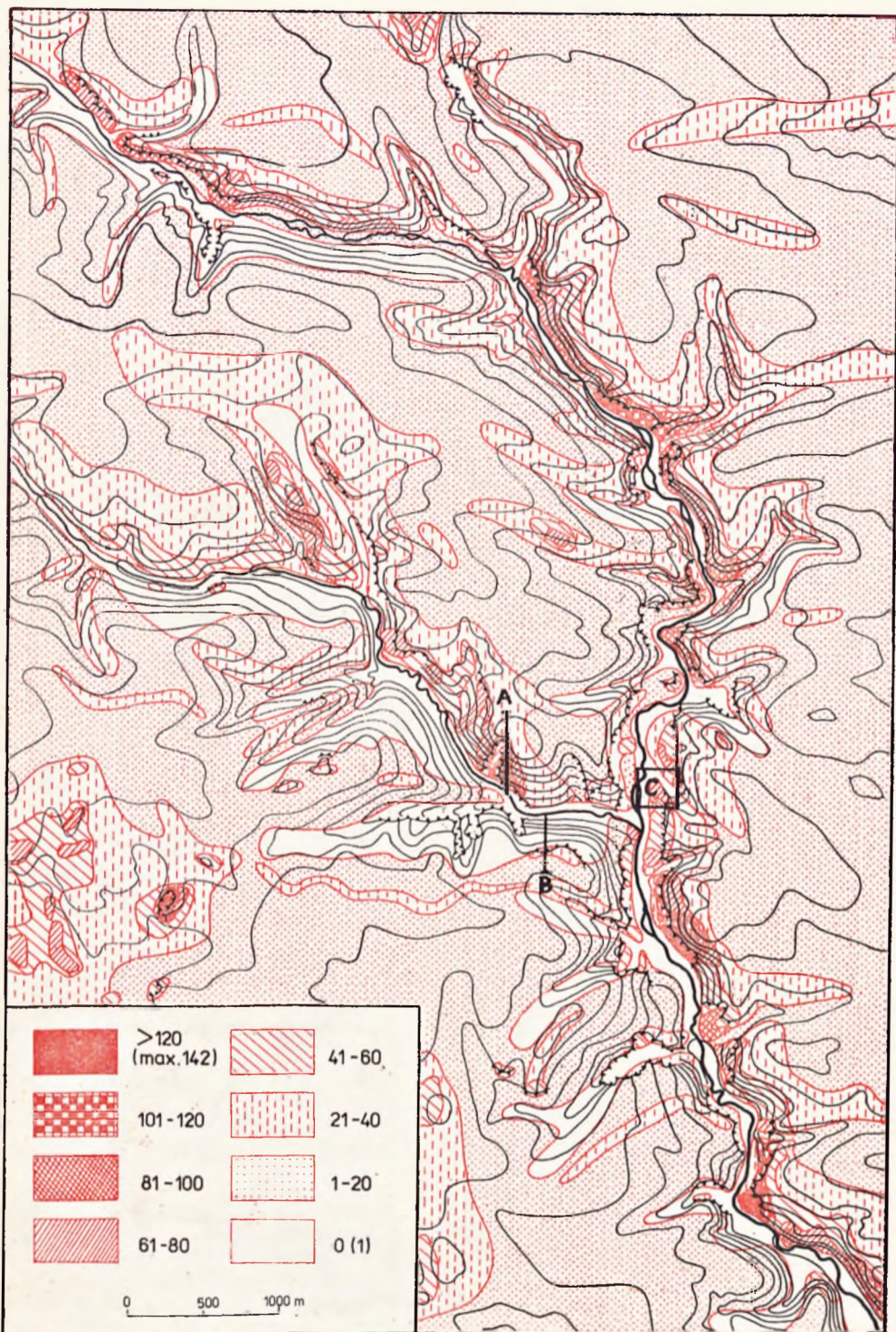
Fig. 5. Relationships between the magnitude of relative insolation and the concentration of xerothermic and thermophilous species (A), and oligothermal mountain species (B). The relations were calculated on the basis of the degree of correlation of the map of relative insolation (cf. fig. 4) with the maps of concentration of the groups of species discussed (cf. figs. 6 and 13). Note: 100% is composed of all the species of the given group established in the territory investigated, i.e. 225 xerothermic and thermophilous species, and 43 oligothermal mountain species

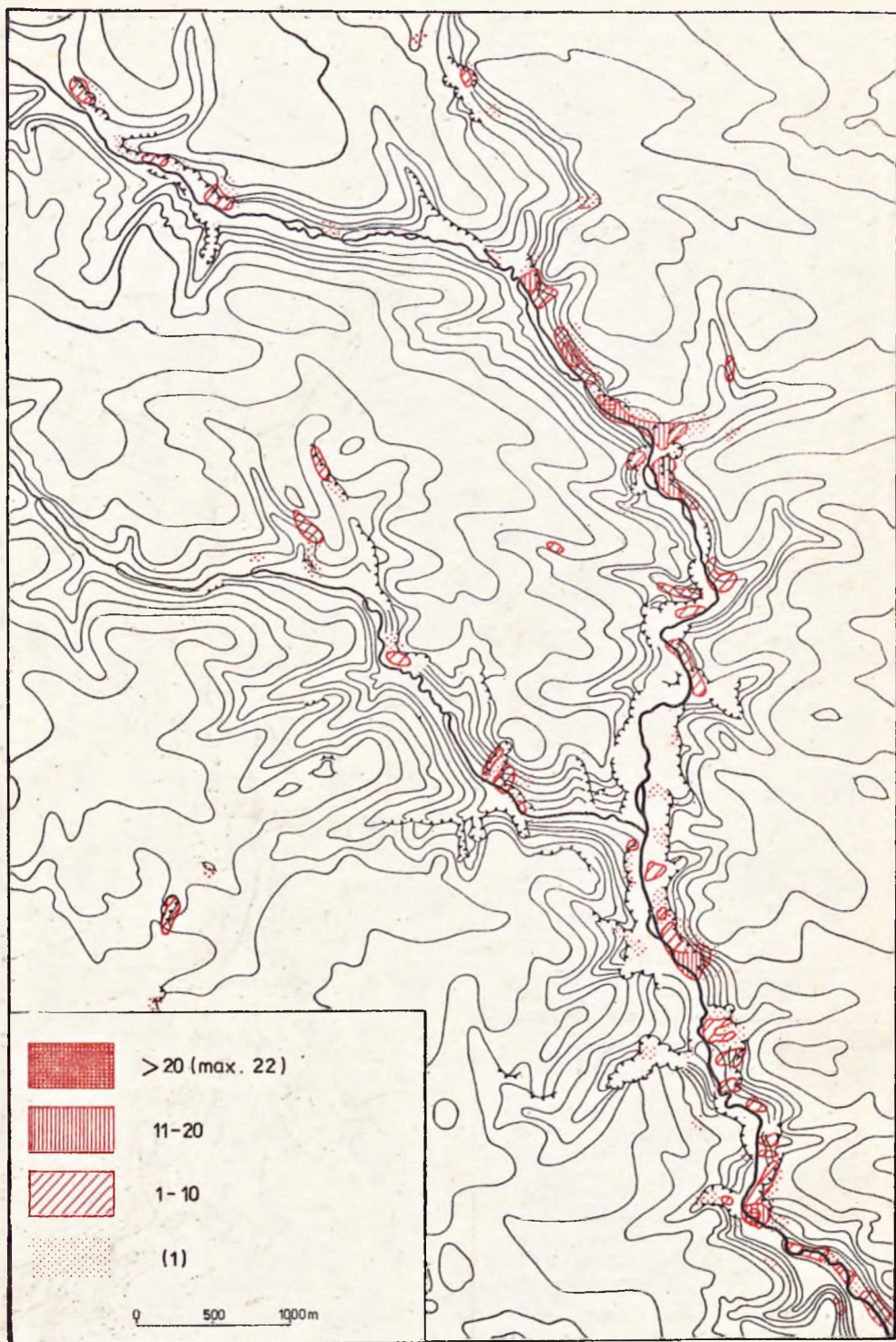
spadek, a w miejscach o niewielkim nasłonecznieniu gatunki te są bardzo rzadkie lub w ogóle nie rosną.

Bardzo interesująco przedstawia się koncentracja gatunków należących do różnych grup o malejącym stopniu kserotermiczności. Rośliny silnie kserotermiczne (ryc. 7) spotykamy wyłącznie w zasięgu dwu najwyższych klas nasłonecznienia, a średnie i duże koncentracje liczbowe tych gatunków (ponad 20 gat./około 2 ha) trafiają się tylko na terenach o nasłonecznieniu względnym przekraczającym 125%. Z uwagi na to, że

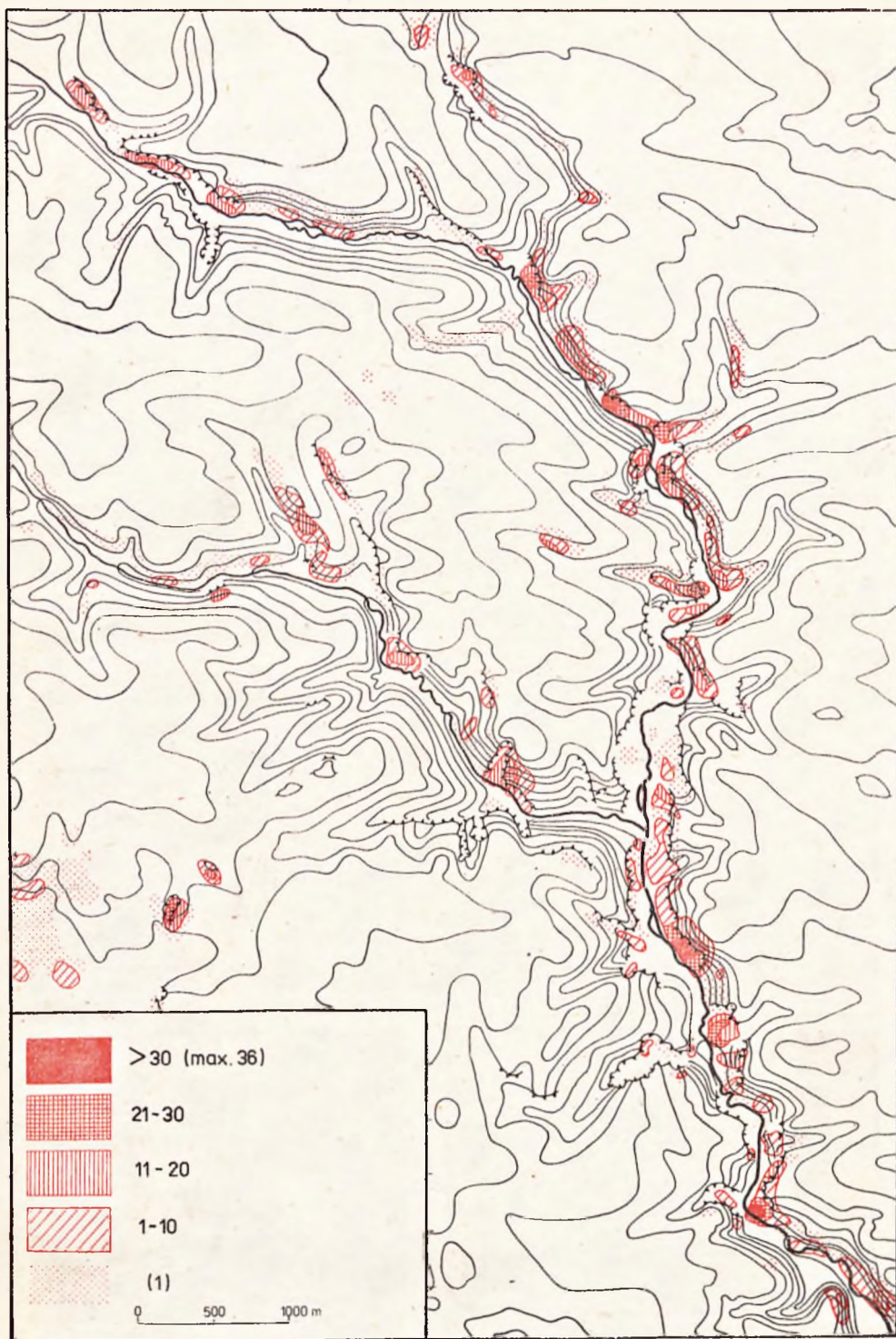
Ryc. 6. Koncentracja roślin kserotermicznych i ciepłolubnych wyrażona liczbą gatunków występujących na powierzchni około 2 ha. (1) — sporadyczne występowanie jednego gatunku. A—B — lokalizacja profilu przez Dolinę Sąpsowską przedstawionego na ryc. 15. C — masyw skalny „Czyżówki” (por. ryc. 16)

Fig. 6. Concentration of xerothermic and thermophilous plants expressed by the number of species occurring in the area of about 2 ha. (1) — sporadic occurrence of one species. A—B — location of the profile of the Sąpsowska Valley represented in fig. 15. C — „Czyżówki” rocky ridge (cf. fig. 16)

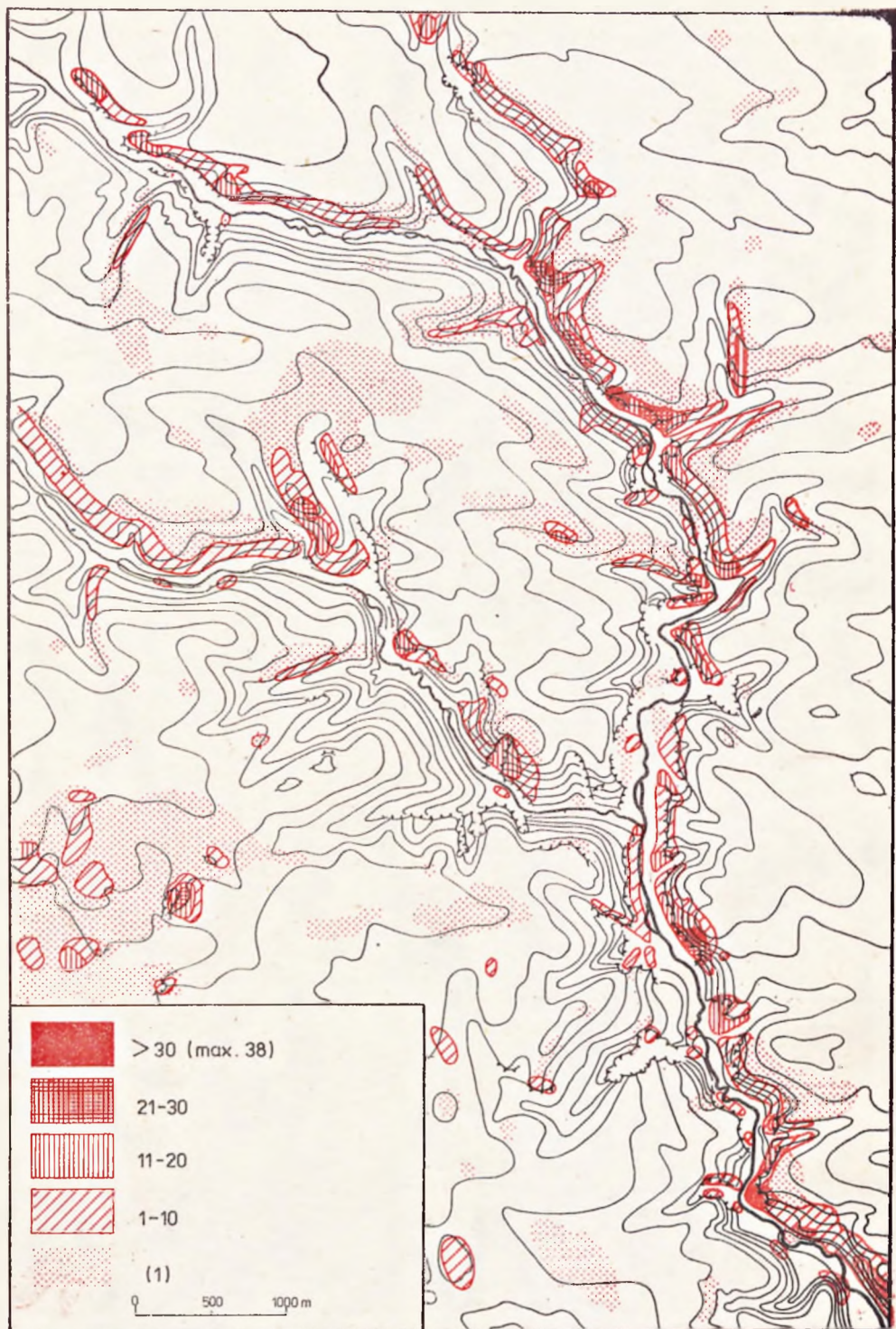




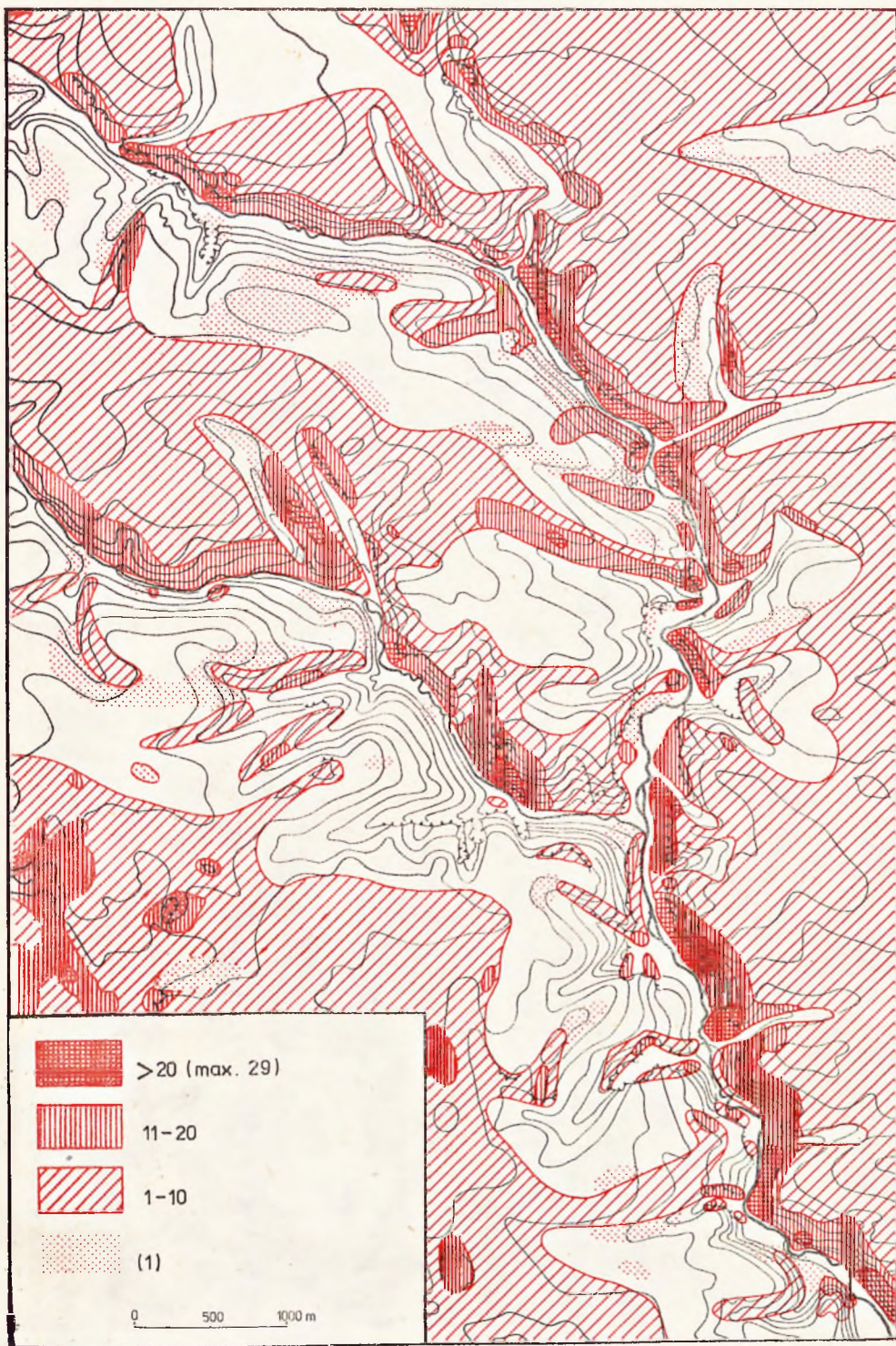
Ryc. (Fig.) 7 — podpisy do ryc. 7—14 na s. 26.



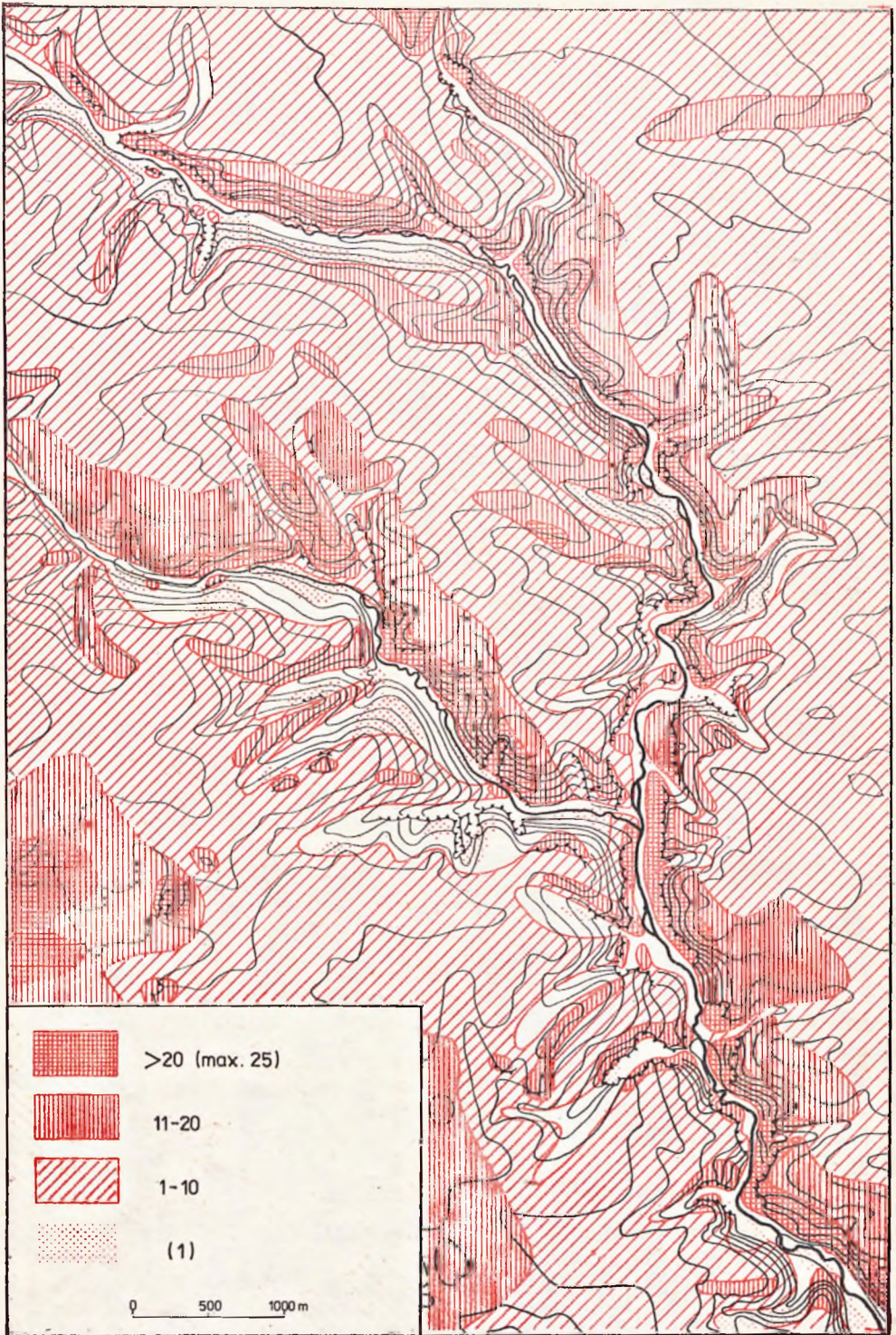
Ryc. (Fig.) 8



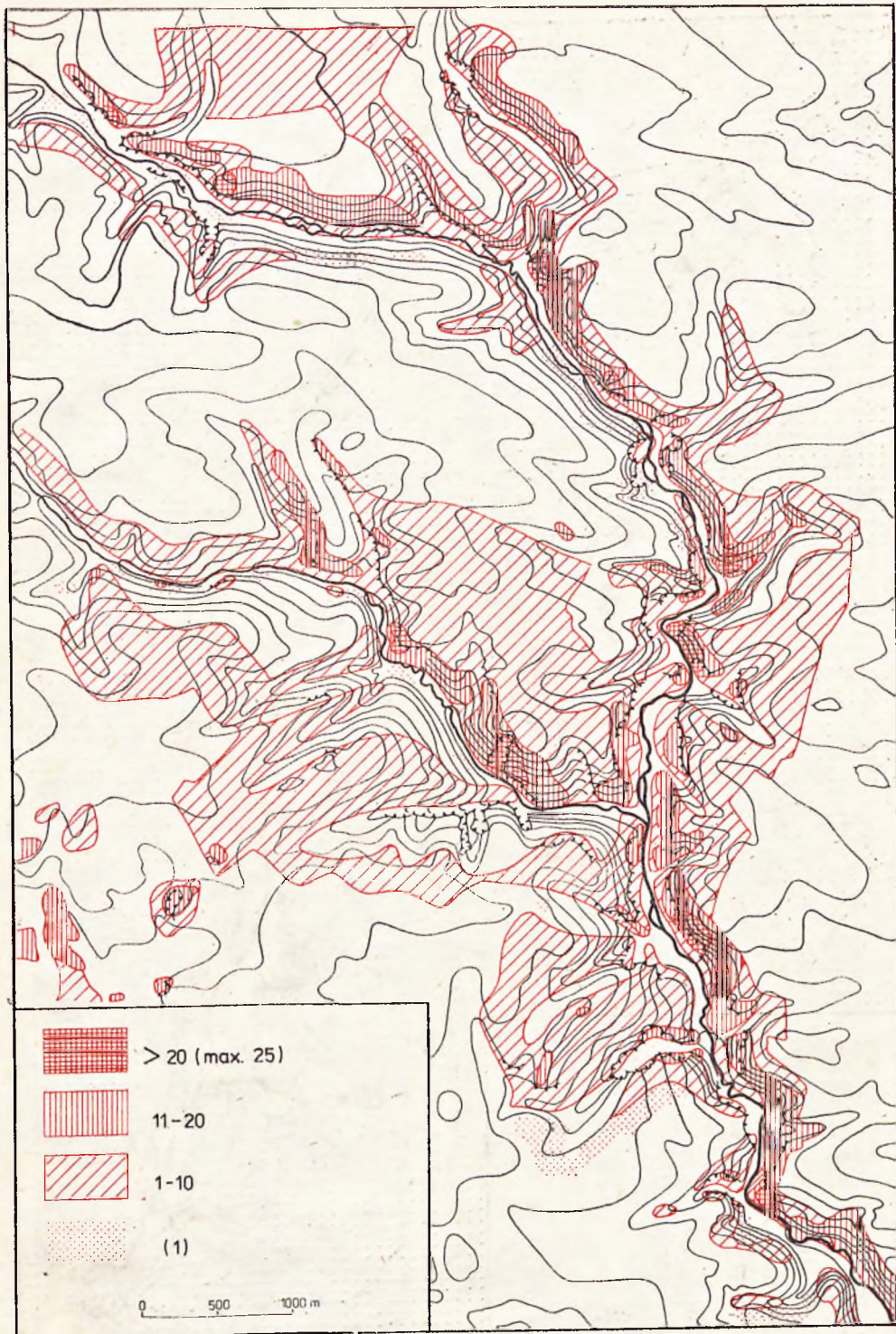
Ryc. (Fig.) 9



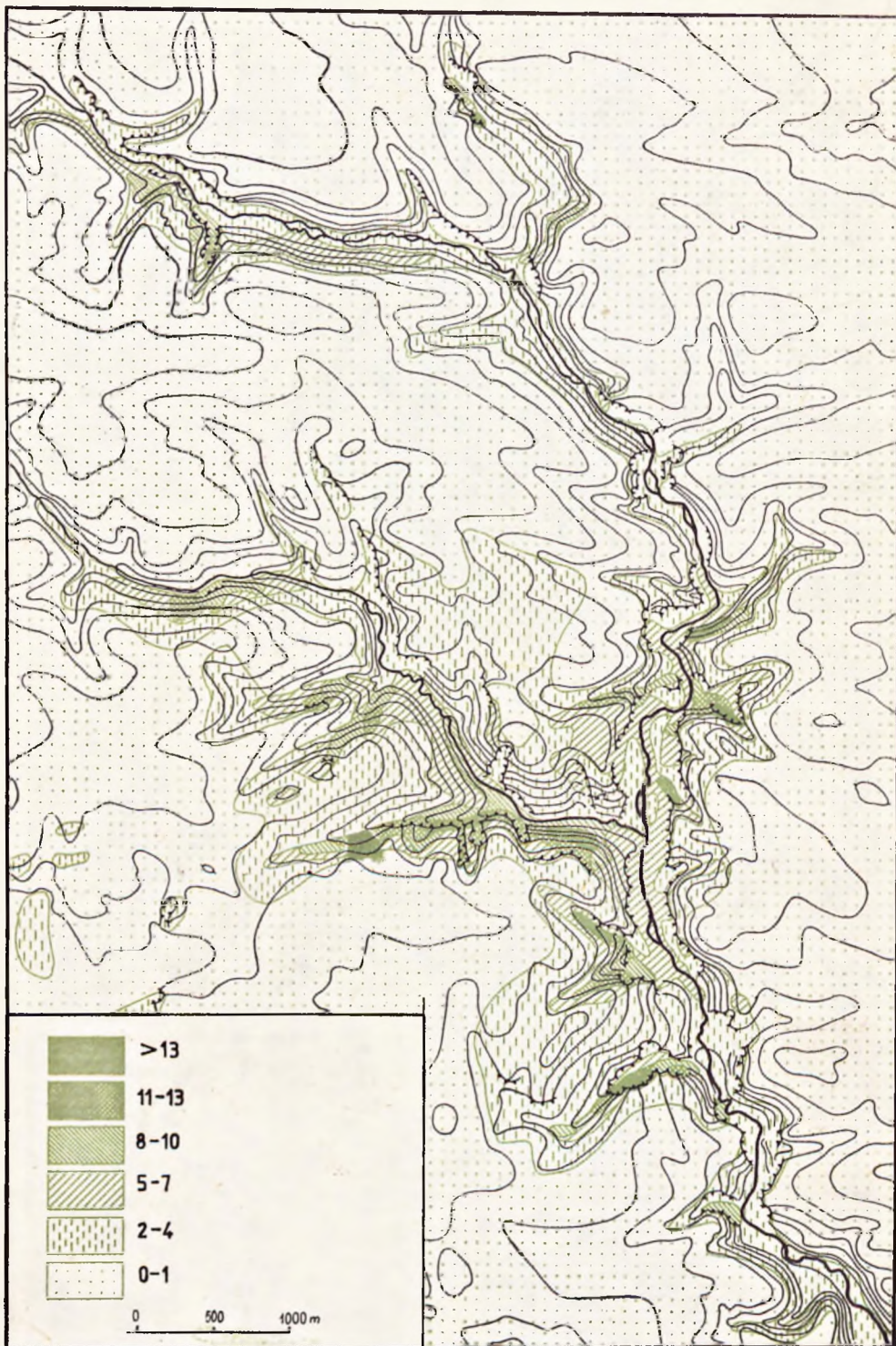
Ryc. (Fig.) 10



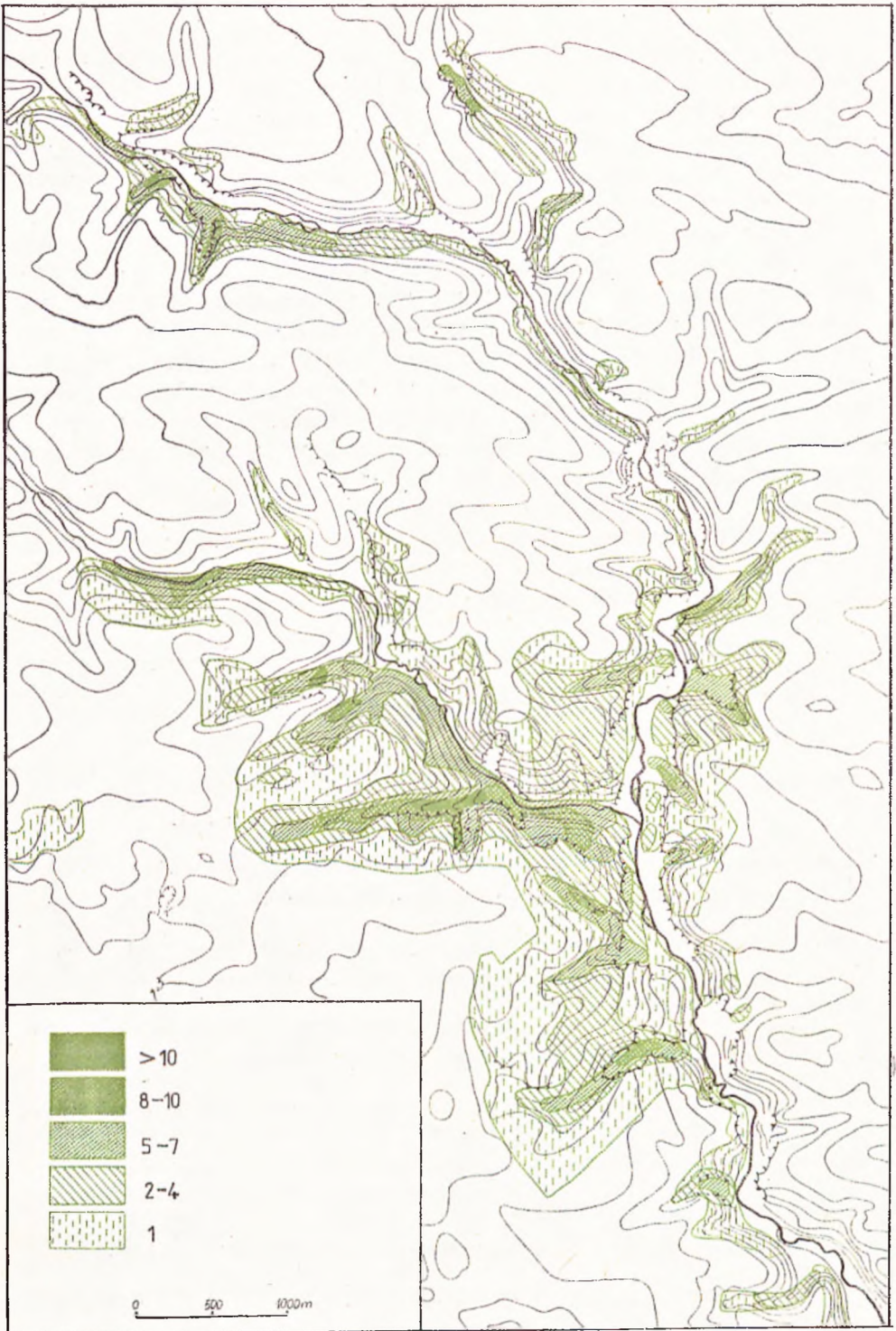
Ryc. (Fig.) 11



Ryc. (Fig.) 12



Ryc. (Fig.) 13



Ryc. (Fig.) 14

silnie kserotermiczne gatunki występują w miejscach najbardziej nasłonecznionych i uprzywilejowanych pod względem termicznym (Michalik 1979), ich rozmieszczenie przestrzenne na terenie OPN ma charakter małych, izolowanych płatów. Podobnie przedstawia się sytuacja w grupach roślin kserotermicznych (ryc. 8) i umiarkowanie kserotermicznych (ryc. 9). Ich arealy zasięgowe są również porożrywane na odrębne płyty, ale już o coraz większej powierzchni. Trzy następne grupy: rośliny słabo kserotermiczne (ryc. 10), bardzo słabo kserotermiczne (ryc. 11) oraz ciepłolubne gatunki leśne (ryc. 12), reprezentują zupełnie odmienny typ rozmieszczenia przestrzennego. Pokrywają one przeważną część terenu (ciepłolubne gatunki leśne — w zakresie powierzchni lasów i zarośli), omijając jedynie miejsca najbardziej chłodne i cieniste. W przypadku roślin słabo kserotermicznych i ciepłolubnych roślin leśnych zależność między nagromadzeniem liczbowym gatunków a nasłonecznieniem względnym zaznacza się jeszcze dość wyraźnie, natomiast w grupie bardzo słabych kserotermofitów jest już niewielka.

Odmiennie kształtuje się omawiana zależność w grupie oligotermicznych roślin górskich (ryc. 13), których koncentracja jest skorelowana ujemnie z nasłonecznieniem względnym (por. ryc. 5). Maksymalne na-

Ryc. 7. Koncentracja gatunków silnie kserotermicznych (liczba gat./około 2 ha)

Fig. 7. Concentration of highly xerothermal species (number of species per 2 ha)

Ryc. 8. Koncentracja gatunków kserotermicznych (liczba gat./około 2 ha)

Fig. 8. Concentration of xerothermal species (number of species per 2 ha)

Ryc. 9. Koncentracja gatunków umiarkowanie kserotermicznych (liczba gat./około 2 ha)

Fig. 9. Concentration of moderately xerothermal species (number of species per 2 ha)

Ryc. 10. Koncentracja gatunków słabo kserotermicznych (liczba gat./około 2 ha)

Fig. 10. Concentration of weakly xerothermal species (number of species per 2 ha)

Ryc. 11. Koncentracja gatunków bardzo słabo kserotermicznych (liczba gat./około 2 ha)

Fig. 11. Concentration of very weakly xerothermal species (number of species per 2 ha)

Ryc. 12. Koncentracja ciepłolubnych gatunków leśnych i zaroślowych (liczba gat./około 2 ha)

Fig. 12. Concentration of forests and thickets thermophilous species (number of species per 2 ha)

Ryc. 13. Koncentracja oligotermicznych gatunków górskich (liczba gat./około 2 ha)

Fig. 13. Concentration of oligothermal mountain species (number of species per 2 ha)

Ryc. 14. Koncentracja górskich oligotermicznych gatunków leśnych (liczba gat./około 2 ha)

Fig. 14. Concentration of montane oligothermal silvan species (number of species per 2 ha)

gromadzenie oligotermicznych roślin górskich, przekraczające często 13 gatunków na powierzchni około 2 ha, obserwujemy wyłącznie na terenach o bardzo niskich wartościach nasłonecznienia względnego. Są to przydenne partie zboczy dolin o ekspozycji północnej, zwykle ocienione jeszcze dodatkowo przez wysokie masywy i ściany skalne, oraz dna głęboko wciętych wąwozów. W miejscach silnie nasłonecznionych nie spotykamy na ogół stanowisk wyraźnie oligotermicznych gatunków, trafiają się tu natomiast słabo oligotermiczne rośliny górskie o wyraźnie heliofilnym charakterze. Bardziej przejrzysty obraz zależności między nasłonecznieniem względnym a koncentracją roślin omawianej grupy obserwujemy w przypadku górskich oligotermicznych gatunków leśnych (ryc. 14), które zasadniczo omijają rejonny o wysokich wartościach nasłonecznienia. Pojawianie się ich pojedynczych stanowisk na zboczach o ekspozycji południowej jest związane z mozaikowym występowaniem chłodniejszych mikrosiedlisk w cieniu masywów skalnych i w głębokich wcięciach terenowych. W ogólnych ujęciach kartograficznych, w skali całego terenu badań, zjawiska te nie mogły być odpowiednio wyeksponowane z uwagi na ograniczony stopień szczegółowości map. Przedstawiono je natomiast na przykładowych wycinkach terenu (por. podrozdział 2).

Czynnikiem mikroklimatycznym (łatwym do przedstawienia w formie kartograficznej), który wykazuje bardzo dużą zgodność z rozmieszczeniem przestrzennym omawianych grup gatunków, jest zanikanie pokrywy śnieżnej. Porównując mapy rozmieszczenia i koncentracji gatunków górskich (ryc. 13, 14) z mapami zanikania pokrywy śnieżnej, opracowanymi przez Kleina (1967, ryc. 4 a-e i 1974, ryc. 33), stwierdzono silną zależność. Miejsca największej koncentracji oligotermicznych gatunków górskich pokrywają się z rejonami najdłuższego zalegania pokrywy śnieżnej. Odmienne kształtuje się omawiana zależność w przypadku roślin kserotermicznych, których największe zgrupowania spotykamy w tych partiach terenu, gdzie pokrywa śnieżna zanika najwcześniej.

2. Szczegółowa analiza rozmieszczenia gatunków w obrębie różnych form morfologicznych terenu

Na terenie OPN występuje szereg form morfologicznych, w obrębie których — z uwagi na duże zróżnicowanie warunków mikroklimatu — odmiennie kształtuje się rozmieszczenie omawianych grup gatunków. Podstawowymi formami rzeźby terenu są formy wklęsłe (doliny, wąwozy) oraz wypukłe (wzgórza, masywy i grzbiety skalne). W obrębie tych form występują duże kontrasty mikroklimatyczne decydujące o wyraźnych różnicach w rozmieszczeniu gatunków. Trzeci, rozpowszechniony na badanym obszarze typ formy terenowej stanowią stosunkowo rozległe, płaskie lub nieznacznie faliste, powierzchnie wierzchołków. Z punktu

widzenia zróżnicowania mikroklimatu i rozmieszczenia gatunków roślin wierzchowiny są stosunkowo jednorodne i mało interesujące. Z tych też względów nie analizowano ich szczegółowo.

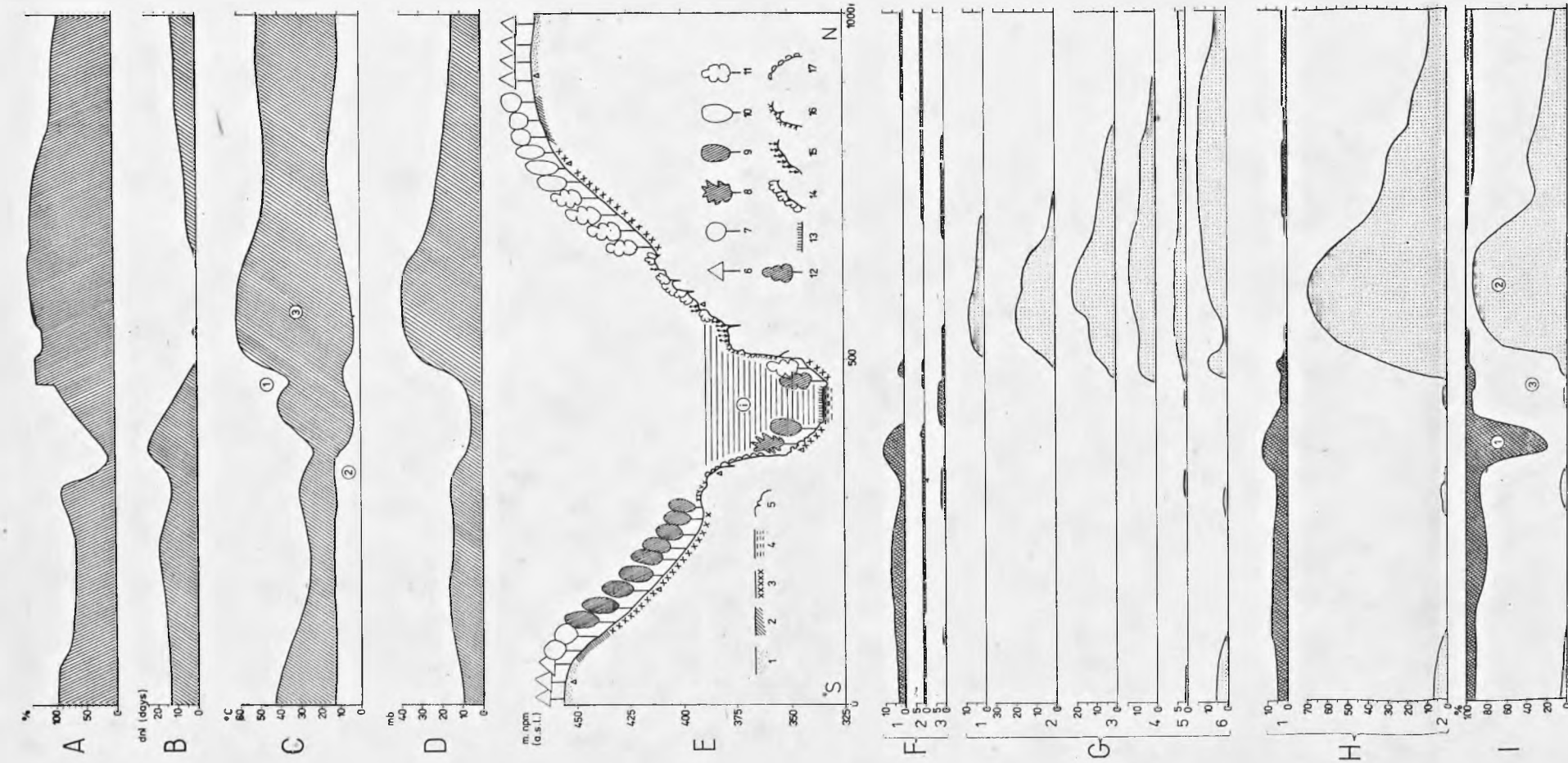
a. Rozmieszczenie gatunków w dolinie

Zagadnienie to przedstawiono na przykładzie Doliny Śląskiej, która najlepiej reprezentuje typową dla OPN wklęsłą formę terenu. Profil do szczegółowych badań zlokalizowano w dolnym odcinku doliny, o przebiegu W—E (por. ryc. 6). Na występujących tu stromych zboczach doliny o ekspozycji S i N, osiagających względną wysokość około 100 m, występują silne różnice mikroklimatyczne, które potęgują się jeszcze wskutek inwersji termicznych i zalegania mgieł w wąskim dnie (Klein 1974). Czynniki te decydują o klasycznie wykształconych i bardzo wyraźnych różnicach w rozmieszczeniu gatunków górskich i kserotermicznych. Natomiast dobrze zachowana szata roślinna i naturalny układ zbiorowisk gwarantują, że uzyskane wyniki dają niezaburzony przez człowieka obraz omawianego zjawiska. Warunki podłoża na obu zboczach doliny (ryc. 15) są bardzo podobne¹, nie mają więc dużego wpływu na zróżnicowanie w rozmieszczeniu gatunków oligotermicznych i kserotermicznych, które kształtuje się głównie pod wpływem czynników mikroklimatycznych.

Zróżnicowanie mikroklimatu na przekroju przez Dolinę Śląską osiąga bardzo duże rozmiary (Klein 1974). Szczególnie wyraźnie zaznacza się to w przypadku takich elementów jak nasłonecznienie względne oraz temperatura i wilgotność w przygruntowej warstwie powietrza. Rozmieszczenie oligotermicznych gatunków górskich oraz roślin kserotermicznych i ciepłolubnych ściśle odpowiada zróżnicowaniu warunków mikroklimatycznych.

Oligotermiczne rośliny górskie występują głównie na zboczu o ekspozycji północnej i w dnie doliny. Najliczniej reprezentowane są cieniulubne gatunki leśne, których koncentracja wzrasta ku dołowi zbocza. Największą ich liczbę spotykamy w przydennej części zbocza u podnóża wielkiego masywu skalnego. Miejsce to odznacza się najmniejszymi wartościami nasłonecznienia względnego, które w cieniu skalnego masywu osiąga jedynie około 20%. Występujące tu w czasie letniej słonecznej pogody bardzo niskie maksima termiczne (około 25°C) i mała amplituda dobową temperatur (około 7—10°C) przy bardzo wysokiej wil-

¹ Skala macierzysta i wykształcone z niej typy gleb są identyczne na południowych i północnych zboczach doliny. Jednakże gleba pozostaje pod wpływem czynników klimatu lokalnego i mikroklimatu. Wynikiem tego są wyraźne różnice w wilgotności gleb i innych związanych z tym właściwości, które decydują w pewnym stopniu o rozmieszczeniu omawianych grup gatunków.



Ryc. 15. Zróźnicowanie wybranych elementów mikroklimatu i rozmieszczenie roślin górskich oraz kserotermicznych na profilu przez Dolinę Sępowską. A — nasłonecznienie względne (z uwzględnieniem oświetlenia przez zbocze i masyw skalny); B — opóźnienie w zanikaniu pokrywy śnieżnej w stosunku do miejsca, gdzie śnieg stopniał najwcześniej; C — dobowa temperatura maksymalna (1), dobowa temperatura minimalna (2) i dobowa amplituda temperatur (3) w przyziemnej warstwie roślinności (5 cm), dla typowego bezchmurnego dnia letniego (17. 06. 1966); D — niedosyt wilgotności w przyziemnej warstwie roślinności (5 cm), o godzinie 13 w południe w typowy, bezchmurny dzień letni (17. 06. 1966); E — schemat zróźnicowania gleb i zbiorowisk roślinnych. Gleby: 1 — zbielcowana, 2 — brunatna słabo kwaśna, 3 — rędzina wapienna, 4 — mada, 5 — skała wapienna lub inicjalne stadia rędziny. Zbiorowiska roślinne: 6 — bór mieszany *Pino-Quercetum*, 7 — kwaśna buczyna *Luzulo pilosae-Fagetum*, 8 — las jaworowy *Phyllitido-Aceretum*, 9 — buczyna karpacka *Dentario glandulosae-Fagetum*, 10 — ciepłolubna buczyna *Carici-Fagetum*, 11 — grąd ciepły *Tilio-Carpinetum mellittetosum*, 12 — grąd wilgotny *Tilio-Carpinetum stachytetosum*, 13 — łąki świeże i wilgotne *Arrhenatheretum elatioris*, *Cirsietum rivularis*, 14 — ciepłolubne zarośla *Peucedano cervariae-Coryletum*, 15 — murawa kserotermiczna *Origano-Brachypodietum*, 16 — murawa naskalna *Festucetum pallentis*, 17 — zbiorowiska cienioblubnych mszaków *Ctenidietalia*. I — strefa inwersji termicznych. Trójkątami wzdłuż profilu zaznaczono punkty pomiarów mikroklimatycznych prowadzonych przez Kleina (1974); F — koncentracja liczbowo różnych grup oligotermicznych gatunków górskich: 1 — cienioblubne gatunki leśne, 2 — umiarkowanie cienioblubne gatunki lasów i zarośli, 3 — światłolubne gatunki zbiorowisk łąkowych i murawowych; G — koncentracja liczbowo różnych grup gatunków kserotermicznych i ciepłolubnych: 1 — silnie kserotermiczne, 2 — kserotermiczne, 3 — umiarkowanie kserotermiczne, 4 — słabo kserotermiczne, 5 — bardzo słabo kserotermiczne bądź ciepłolubne, 6 — ciepłolubne gatunki leśne i zaroślowe; H — łączna liczba wszystkich oligotermicznych gatunków górskich (1) i gatunków kserotermicznych oraz ciepłolubnych (2); I — procent pokrycia w warstwie roślinności zielonej przez oligotermiczne gatunki górskie (1), gatunki kserotermiczne i ciepłolubne (2) oraz inne gatunki lub grunt bez pokrywy roślinnej (3).

Uwaga: C i D opracowano na podstawie danych Kleina (1974)

Fig. 15. Differentiation of some chosen elements of the microclimate and the distribution of montane and xerothermal plants in the profile of Sępolska Valley. A — relative insolation (with consideration of the shading by slopes and rocky ridges); B — delay in snow-cover disappearance in relation to the place where the snow melted earliest; C — day-and-night maximum temperature (1), day-and-night minimum temperature (2), and day-and-night amplitude of temperatures (3) in the above-ground layer of vegetation (5 cm) for a typical, clear summer day (June 17, 1966); D — humidity deficit in the above-ground plant layer (5 cm) at 1 p.m. on a typical clear, summer day (June 17, 1966); E — pattern of soil and plant communities differentiation. Soils: 1 — bleached soil, 2 — slightly acid brown soil, 3 — calcareous humic soil, 4 — warp soil, 5 — limestone rock or initial stages of humic soil. Plant communities: 6 — mixed coniferous forest *Pino-Quercetum*, 7 — acid beechwood *Luzulo pilosae-Fagetum*, 8 — sycamore wood *Phyllitido-Aceretum*, 9 — Carpathian beechwood *Dentario glandulosae-Fagetum*, 10 — thermophilous beechwood *Carici-Fagetum*, 11 — warm lime-hornbeam forest *Tilio-Carpinetum mellittetosum*, 12 — humid lime-hornbeam forest *Tilio-Carpinetum stachytetosum*, 13 — moist and wet meadows *Arrhenatheretum elatioris*, *Cirsietum rivularis*, 14 — thermophilous thickets *Peucedano cervariae-Coryletum*, 15 — xerothermal grassland *Origano-Brachypodietum*, 16 — saxicolous grassland *Festucetum pallentis*, 17 — communities of shade-loving bryophytes *Ctenidietalia*. I — zone thermal inversions. Along the profile, the points of microclimatic measurements performed by Klein (1974) are marked with triangles; F — numerical concentration if various groups of oligothermal mountain species: 1 — shade-loving silvan species, 2 — moderately shade-loving species of forests and thickets, 3 — light-loving species of meadow and grassland communities; G — numerical concentration of various groups of xerothermal and thermophilous species: 1 — highly xerothermal, 2 — moderately xerothermal, 3 — moderately thermophilous, 4 — slightly xerothermal, 5 — very slightly xerothermal or thermophilous, 6 — thermophilous species of forests and thickets; H — joint number of all oligothermal mountain species (1), and of xerothermal and thermophilous species (2); I — percent of cover in the layer of herbs with oligothermal mountain species (1), xerothermal and thermophilous species (2), and other species or ground without plant cover (3). Note: C and D were elaborated on the basis of the data provided by Klein (1974)

gotności powietrza stwarzają korzystne warunki dla rozwoju oligotermicznych, cieniolutnych gatunków górskich. Omawiane gatunki pojawiają się także dość licznie w przydennej części zbocza w wystawie południowej, gdzie silniejsze nasłonecznienie i wyższe temperatury łagodzone są przez częste inwersje termiczne i długo utrzymujące się mgły. Niektóre cieniolutne, oligotermiczne gatunki leśne (np. *Senecio fuchsii* i *S. nemorensis*) spotykane są także w górnej części zbocza o ekspozycji południowej i w przyległych partiach wierzchołkowej, gdzie mikroklimat nie jest już tak skrajnie ciepły i suchy jak w środkowych częściach tego zbocza. Natomiast słabiej cieniolutne i oligotermiczne gatunki lasów oraz zarośli, reprezentowane na badanym terenie głównie przez *Sambucus racemosa*, występują na całym zboczu północnym i w znacznej części zbocza południowego, omijając jedynie partie o skrajnie suchym i ciepłym mikroklimacie.

Inny typ rozmieszczenia reprezentują oligotermiczne gatunki górskie przywiązane głównie do zbiorowisk murawowych i zaroślowych. Mają one charakter wyraźnych heliofilów i najkorzystniejsze warunki do swego rozwoju znajdują w niezalesionym dnie doliny o bardzo chłodnym mikroklimacie oraz na wznoszących się ponad korony drzew masywach skalnych w obrębie zboczy eksponowanych na północ. Na zboczach o wystawie południowej występują nielicznie, tylko w obrębie chłodnych mikrosiedlisk (jak np. słabiej nasłonecznione załomy i ścianki skalne, wąwozy itp.).

Ogółem na omawianym profilu stwierdzono występowanie 18 oligotermicznych gatunków górskich. Największą ich koncentrację liczbową, wynoszącą 12 gatunków, zanotowano w dolnej części zbocza o ekspozycji północnej u stóp wysokiego masywu skalnego. Zasięg tej grupy gatunków jest w dolinie stosunkowo duży. Tylko w obrębie $\frac{1}{8}$ części profilu nie notowano ich stanowisk.

Grupę roślin kserotermicznych i ciepłolubnych na analizowanym profilu reprezentuje 88 gatunków. Największą koncentrację osiągają one w dolnej i środkowej części zbocza o ekspozycji południowej. Na tym odcinku profilu notuje się najwyższe wartości nasłonecznienia, sięgające 135%, najwyższe temperatury maksymalne (dochodzące w przyziemnej warstwie powietrza do 60°C), największe dobowe amplitudy temperatur (do 55°C) i najmniejszą wilgotność powietrza (niedosyt osiąga często 35 mb).

Zasięg różnych grup gatunków kserotermicznych na profilu przez dolinę nie jest jednolity i rozszerza się w miarę zmniejszania się stopnia kserotermiczności gatunków. Rośliny silnie kserotermiczne i kserotermiczne rosną tylko w niższej części zbocza eksponowanego na południe, w warunkach najbardziej ciepłego i suchego mikroklimatu. Stanowiska roślin słabo kserotermicznych spotykamy w obrębie całego zbocza o wystawie południowej, natomiast gatunki bardzo słabo kseroter-

miczne i ciepłolubne rośliny leśne częste są także na wierzchowinie, a sporadycznie pojawiają się nawet w dnie doliny i na zboczu o ekspozycji północnej.

Porównując koncentrację liczbową roślin odmiennych pod względem wymogów ekologicznych w poszczególnych punktach profilu doliny, zauważymy absolutną przewagę gatunków kserotermicznych, które na badanym terenie są dużo liczniejsze od górskich gatunków oligotermicznych. Zjawisko to może sugerować istnienie znacznych dysproporcji między siedliskami chłodnymi i ciepłymi w dolinie. Jest to jednak wynikiem różnej liczebności gatunków reprezentujących wymienione grupy ekologiczne. Bardziej obiektywny obraz daje procentowy udział omawianych grup gatunków w warstwie roślinności zielnej (ryc. 15). W miejscu o najchłodniejszym mikroklimacie oligotermiczne gatunki górskie osiągają w okresie swego optymalnego rozwoju (wiosna, początek lata), około 90% pokrycia w warstwie zielnej. Udział roślin kserotermicznych i ciepłolubnych na najcieplejszych siedliskach wynosi w pełni rozwoju (lato) około 93%. Różnice są więc niewielkie. Znaczniejsze rozbieżności obserwujemy natomiast w szerokości strefy absolutnych dominacji omawianych grup gatunków w obrębie doliny.

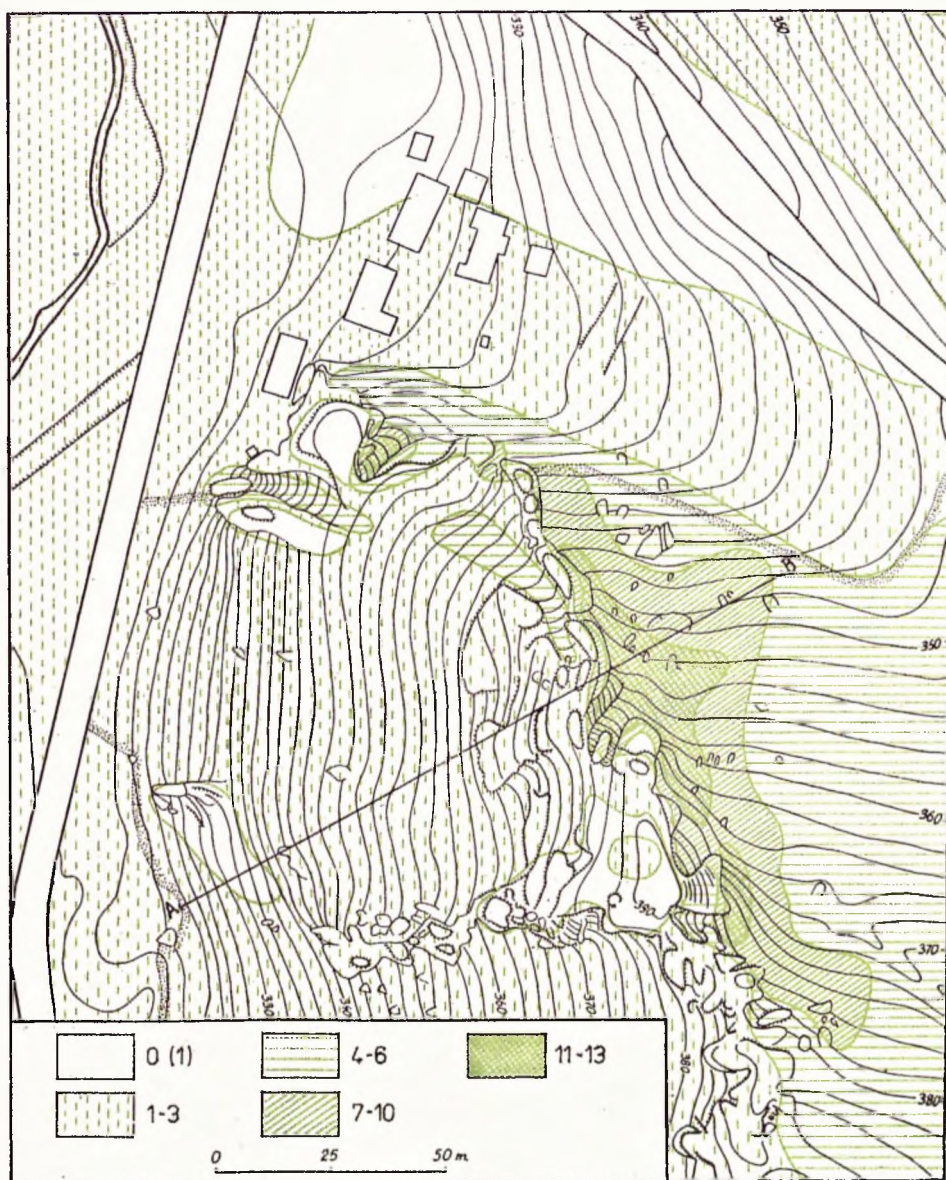
b. Rozmieszczenie gatunków na masywie skalnym

Do badań wybrano masyw skalny „Czyżówki”. Jest to bardzo reprezentatywny dla OPN wysoki grzbiet skalny, położony na zboczu doliny Prądnika w Ojcowie. Stoki grzbietu są asymetryczne. Od północnego wschodu ogranicza go stroma ściana skalna, dochodząca do 40 m wysokości. Ku południowemu zachodowi stok opada łagodnie, zaznaczają się tylko niewysokie progi skalne.

Rozmieszczenie przestrzenne głównych typów zbiorowisk (lasy, zarośla, murawy) w obrębie masywu ma prawie całkowicie naturalny charakter, natomiast skład gatunkowy i struktura drzewostanów jest nieco zmieniona przez gospodarkę człowieka. Zmiany te spowodowały niewielkie modyfikacje stosunków mikroklimatycznych, pociągające za sobą częściowe zwiększenie się areалу i koncentracji roślin kserotermicznych oraz zmniejszenie udziału gatunków górskich. Aktualne rozmieszczenie tych grup odbiega więc nieco od stosunków naturalnych.

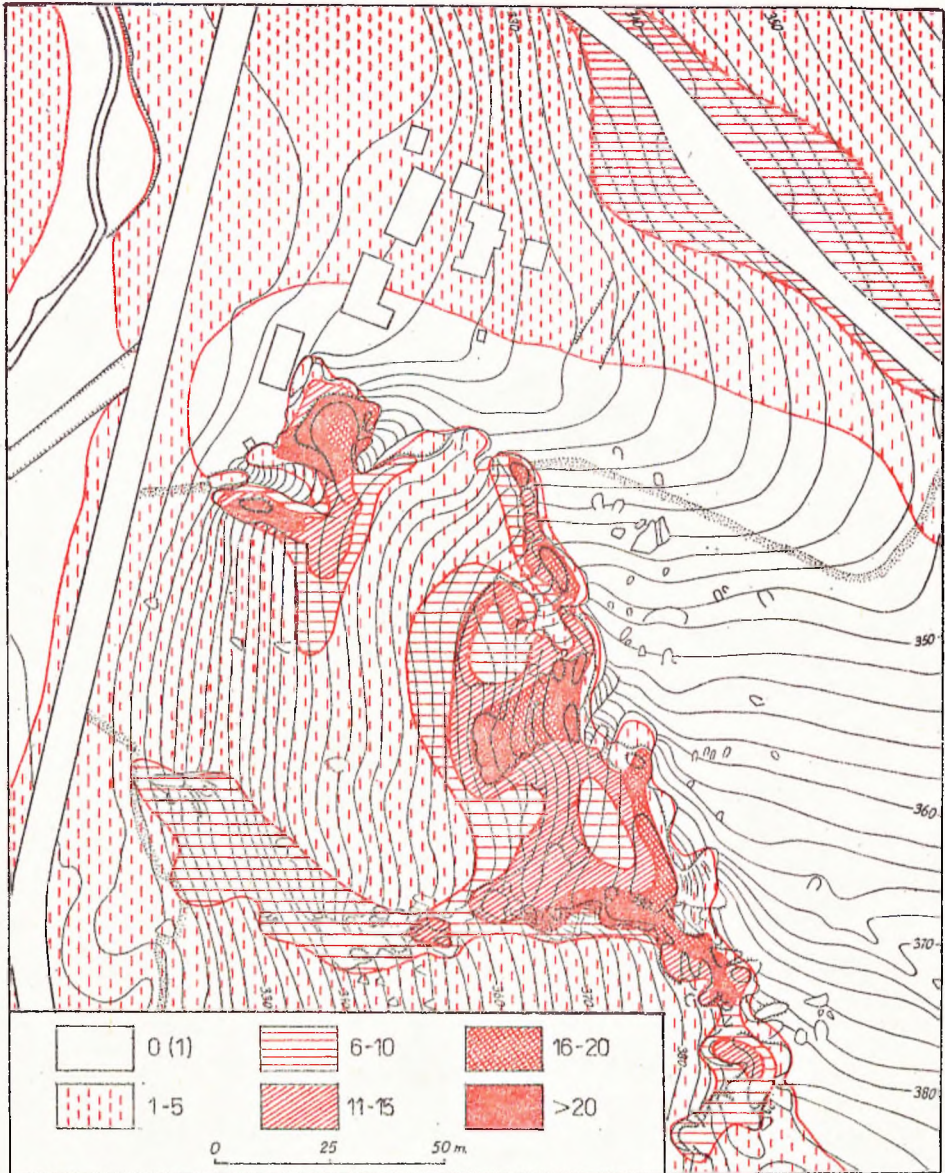
Rozmieszczenie i koncentracja liczbowa obu omawianych grup gatunków w obrębie całego masywu skalnego¹ wykazuje ścisły związek z wa-

¹ Syntetyczne mapy koncentracji poszczególnych grup gatunków opracowano na podstawie map stanowisk dla wszystkich gatunków należących do omawianych grup, stwierdzonych w obrębie masywu skalnego. Mapy stanowisk przykładowych gatunków zamieszczono na końcu pracy (por. ryc. 30—43).



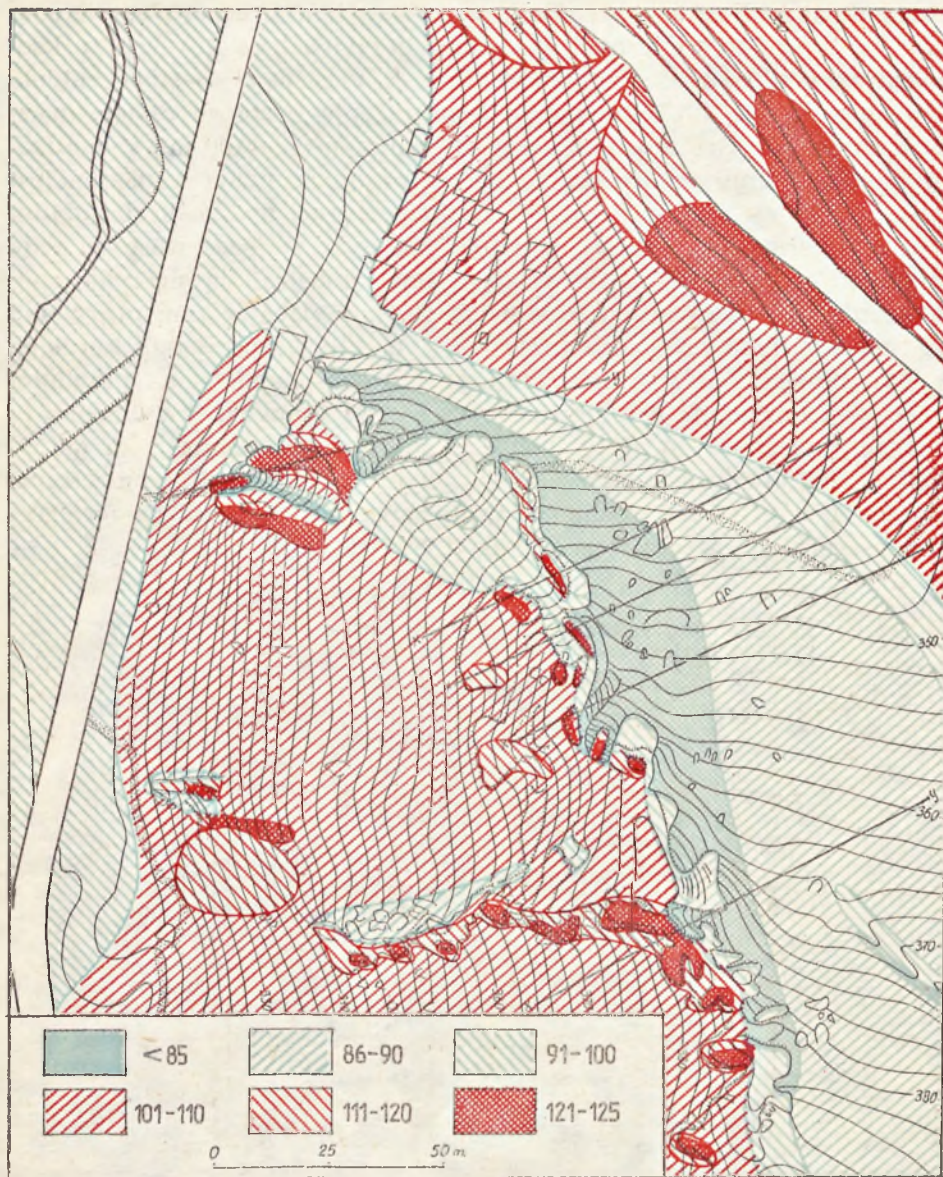
Ryc. 16. Koncentracja oligotermicznych gatunków górskich na masywie skalnym „Czyżówki” (liczba gat./około 100 m²). A—B — linia profilu przedstawionego na ryc. 20.

Fig. 16. Concentration of oligothermal montane plant species on the „Czyżówki” rocky ridge (number of species per about 100 square metres). A—B — line of profile represented in fig. 20



Ryc. 17. Koncentracja gatunków kserotermicznych i ciepłolubnych na masywie skalnym „Czyżówki” (liczba gat./około 100 m²)

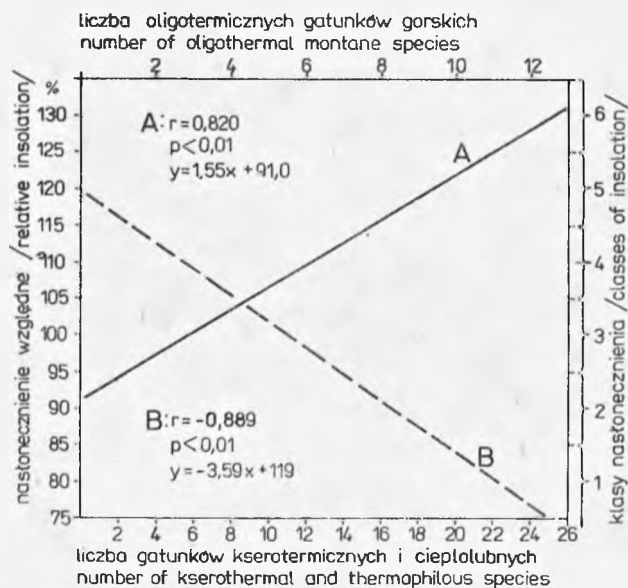
Fig. 17. Concentration of xerothermic and thermophilous plant species on the „Czyżówki” rocky ridge (number of species per about 100 square metres)



Ryc. 18. Zróżnicowanie nasłonecznienia względnego (wyrażone w %) w obrębie masywu skalnego „Czyżówki” (wg Kleina i Michalika (rkps). x-y — ciągi punktów, na podstawie których obliczano korelacje (por. ryc. 19)

Fig. 18. Differentiation of relative insolation (expressed in %) in the „Czyżówki” rocky ridge (according to Klein and Michalik, msc.). x-y — series of points on the basis of which the correlations were calculated (cf. fig. 19)

runkami mikroklimatu. Szczególnie wyraźnie widać to z porównania map koncentracji oligotermicznych gatunków górskich (ryc. 16) i roślin kserotermicznych oraz ciepłolubnych (ryc. 17) z mapą nasłonecznienia względnego (ryc. 18). Największe koncentracje liczbowe oligotermicznych roślin górskich, dochodzące do 13 gatunków na 100 m², stwierdzono tylko w cieniu ściany skalnej, gdzie nasłonecznienie względne jest niższe od 85%. Wraz ze wzrostem nasłonecznienia maleje liczba gatunków oligotermicznych, które w miejscach o najwyższej wartości tego czynnika (powyżej 120%) nie rosną w ogóle lub trafiają się tylko sporadycznie na pojedynczych stanowiskach. Istniejąca w tym przypadku zależność ujemna jest bardzo wysoka (ryc. 19), współczynnik korelacji wynosi bowiem $-0,889$. Odwrotnie kształtuje się omawiana prawidłowość w grupie roślin kserotermicznych i ciepłolubnych. Stwierdzono tu wyraźną zależność dodatnią ($r=0,820$) między nagromadzeniem gatunków a wielkością nasłonecznienia względnego. Wysokie koncentracje (ponad 20 gat./100 m²) roślin tej grupy spotyka się tylko na terenach o nasłonecznieniu względnym od 120—135%.



Ryc. 19. Zależności między wielkością nasłonecznienia względnego a koncentracją gatunków kserotermicznych i ciepłolubnych (linia A) oraz oligotermicznych gatunków górskich (linia B) w obrębie masywu skalnego „Czyżówka”. Zależności wyliczono na podstawie stopnia korelacji mapy nasłonecznienia względnego (por. ryc. 18) z mapami koncentracji omawianych grup gatunków (por. ryc. 16 i 17)

Fig. 19. Relationships between relative insolation and the concentration of xerothermal and thermophilous species (line A) and oligothermal montane species (line B) in the „Czyżówka” rocky ridge. The relationships were calculated on the basis of the degree of correlation of the map of relative insolation (cf. fig. 18) with the maps of concentration of the plant species discussed (cf. figs. 16 and 17)

Obraz zależności rozmieszczenia omawianych grup gatunków od różnych elementów mikroklimatu przedstawiono bardziej szczegółowo na profilu przez masyw skalny (ryc. 20). Profil o przebiegu SW—NE poprowadzono przez centralną część masywu, w miejscu gdzie ściana skalna osiąga największą wysokość (por. ryc. 16). Maksymalna deniwelacja w obrębie profilu wynosi tylko 55 m, tym niemniej różnice mikroklimatyczne są bardzo duże.

Oligotermiczne rośliny górskie osiągają największą koncentrację u stóp masywu skalnego od strony północno-wschodniej, gdzie panuje szczególnie chłodny i cieniasty mikroklimat. W efekcie osłonięcia przez wysoką ścianę skalną nasłonecznienie względne osiąga tu jedynie kilka do kilkunastu procent. Maksymalne temperatury letnie w przyziemnej warstwie roślinności nie przekraczają 25°C, a największe dobowe amplitudy osiągają około 12°C. Powietrze jest silnie nawilgocone, gdyż niedosyt wilgotności nie przekracza 8—10 milibarów. Najbardziej typowy obraz rozmieszczenia wykazują cieniolutne, oligotermiczne gatunki leśne (ryc. 20), których u podnóża ściany skalnej stwierdzono aż 10. W miarę oddalania się od masywu skalnego ich liczba i koncentracja stopniowo maleją. Przedstawiciele pozostałych grup oligotermicznych roślin górskich, należących przeważnie do umiarkowanych lub silnych heliofitów, spotyka się prawie na całym profilu, jednak ich największa koncentracja znajduje się w szczytowych partiach grzbietu skalnego od strony północno-wschodniej.

Rośliny kserotermiczne i ciepłolubne koncentrują się przede wszystkim w górnej części południowo-zachodnich stoków masywu skalnego, które są najsilniej nasłonecznione (nasłonecznienie względne dochodzi do 135%). Tutaj, w przyziemnej warstwie roślinności, notowane są najwyższe letnie maksima temperatury (do 50°C) i najwyższe amplitudy dobowe temperatur (około 37°C) oraz najwyższe niedosyty wilgotności (około 30 mb). Na badanym profilu nie stwierdzono występowania gatunków silnie kserotermicznych. Gatunki kserotermiczne i umiarkowanie kserotermiczne (ryc. 17) są również niezbyt liczne i występują prawie wyłącznie w najbardziej uprzywilejowanej pod względem termicznym części stoku. Znacznie liczniejsze i rozprzestrzenione na całym południowo-zachodnim stoku masywu skalnego są dopiero gatunki słabiej kserotermiczne i ciepłolubne.

Maksymalna koncentracja roślin kserotermicznych i ciepłolubnych (30 gat./100 m²) jest w obrębie profilu prawie trzykrotnie wyższa niż w przypadku oligotermicznych gatunków górskich (12 gat./100 m²). Maksymalne procenty pokrycia w warstwie roślinności zielonej są natomiast prawie identyczne (około 70%) dla obu omawianych grup, jednak strefa dominacji gatunków kserotermicznych i ciepłolubnych w obrębie profilu jest większa (ryc. 20).

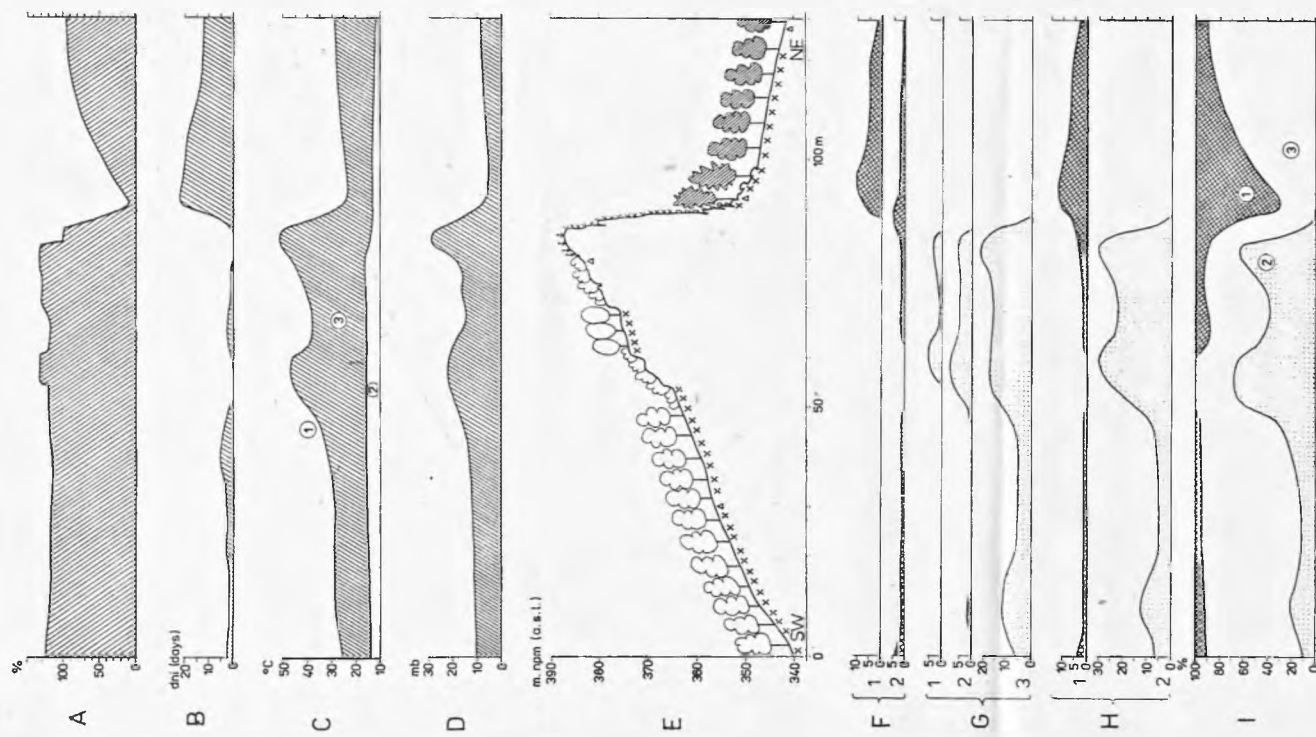
3. Zależności między kształtowaniem się wybranych elementów mikroklimatu a rozmieszczeniem gatunków

Ocenę wpływu zróżnicowania mikroklimatu na rozmieszczenie flory kserotermicznej i górskiej przedstawiono za pomocą wyliczonych korelacji między kształtowaniem się niektórych elementów mikroklimatu i procentów pokrycia terenu w warstwie roślinności zielonej przez omawiane grupy gatunków. Sumaryczne procenty pokrycia dla całych grup roślin kserotermicznych i ciepłolubnych oraz oligotermicznych gatunków górskich dają najbardziej obiektywny obraz zagadnienia, ponieważ niwelują znaczne różnice w liczebności gatunków reprezentujących obie grupy.

Korelacje obliczono dla pięciu elementów najlepiej charakteryzujących warunki mikroklimatyczne: nasłonecznienia względnego (ryc. 21a), zanikania pokrywy śnieżnej (ryc. 21b), maksymalnych temperatur dobowych (ryc. 21c), dobowych amplitud temperatur (ryc. 21d) i niedosytu wilgotności (ryc. 21e). Przy wszystkich analizowanych elementach rozrzut wartości pomiarów w polu wykresów wskazuje na istnienie korelacji mniej więcej prostoliniowej.

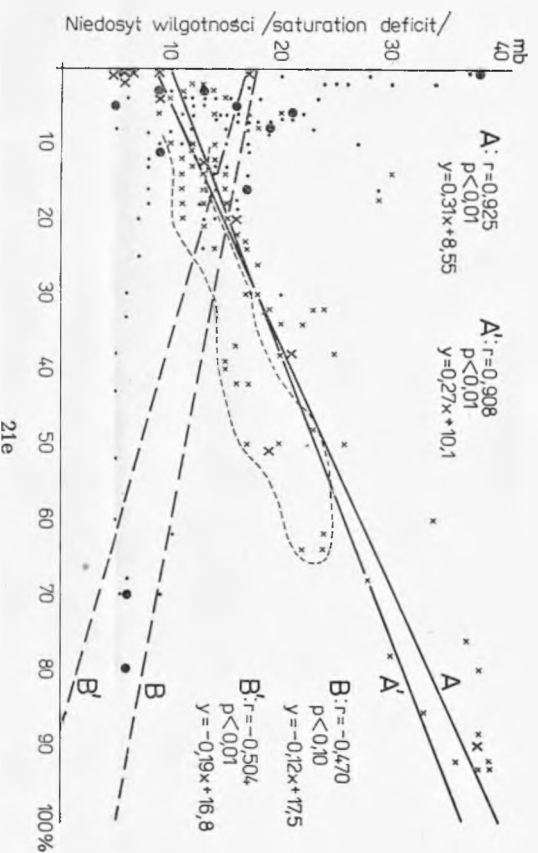
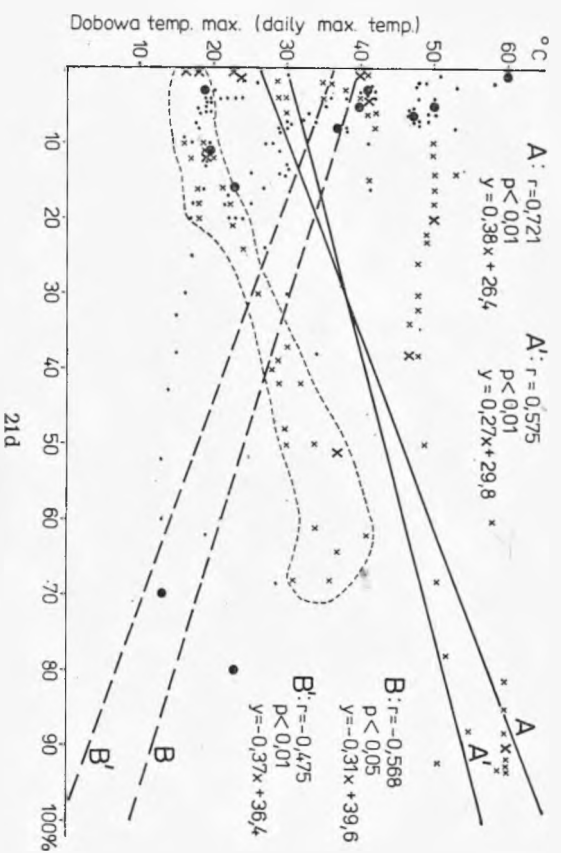
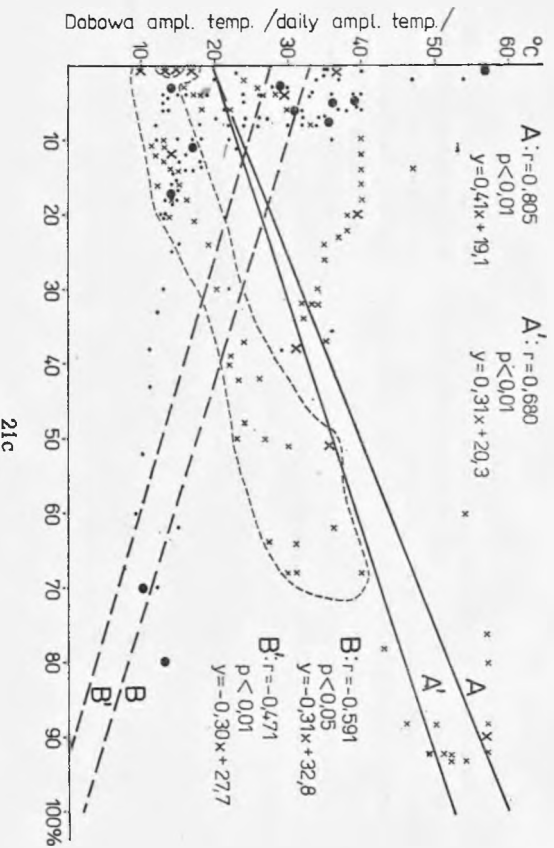
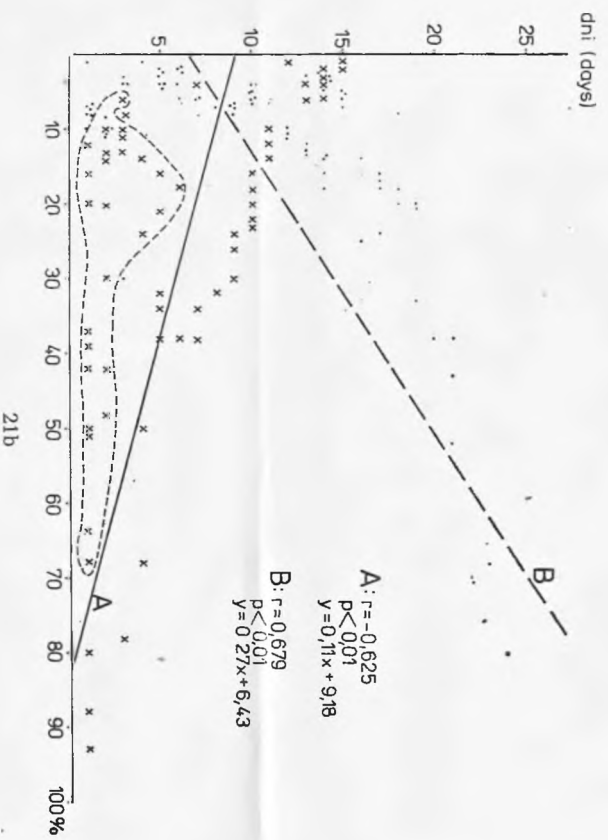
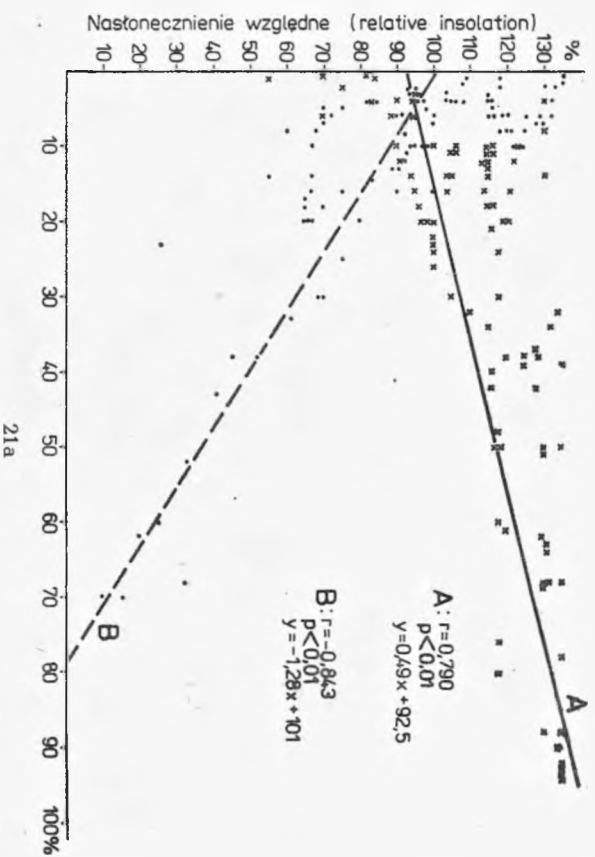
Zarówno w przypadku roślin oligotermicznych, jak i kserotermicznych zauważa się większy rozrzut wartości pomiarów odnoszących się do niskich procentów pokrycia, co jest niewątpliwie związane z występowaniem gatunków o szerszej amplitudzie ekologicznej. W przypadku wysokich procentów pokrycia, odpowiadających ekstremalnym wartościom różnych elementów mikroklimatycznych, rozrzut pomiarów jest coraz mniejszy.

Bardzo interesujący jest fakt, że na profilu przez masyw skalny rośliny kserotermiczne i ciepłolubne osiągają identyczne procenty pokrycia przy niższych wartościach czynników mikroklimatycznych niż w Dolinie Sąpowskiej. Szczególnie wyraźnie zaznacza się to w przypadku dobowych temperatur maksymalnych, dobowych amplitud temperatur i zanikania pokrywy śnieżnej. Wartości pomiarów dotyczące masywu skalnego układają się w polu wykresów (ryc. 21 b—e) poniżej linii równania regresji, natomiast odnoszące się do Doliny Sąpowskiej — przeważnie powyżej tej linii. Zjawisko to jest wynikiem występowania niższych maksymalnych wartości niektórych elementów mikroklimatycznych (a tym samym nieco mniejszych różnic mikroklimatu) w obrębie masywu skalnego niż w Dolinie Sąpowskiej. Znajduje to wyraźne odzwierciedlenie w składzie flory. Na przykład na profilu przez masyw skalny nie stwierdzono w ogóle gatunków silnie kserotermicznych, a rośliny kserotermiczne są reprezentowane tylko przez kilka gatunków (por. ryc. 20). Powyższa prawidłowość bardzo słabo zaznacza się w przypadku niedosytu wilgotności, a w ogóle nie stwierdzono jej w odniesieniu do nasłonecznienia względnego. Analizując rozkład wartości pomiarów do-



Ryc. 20. Zróznicowanie wybranych elementów mikroklimatu i rozmieszczenie roślin górskich oraz kserotermicznych na profilu przez masyw skalny „Czyżówki”. A—E — jak na ryc. 15; F — koncentracja liczbowo oligotermicznych gatunków górskich: 1 — cieniobne gatunki lesne, 2 — pozostałe grupy oligotermicznych gatunków górskich; G — koncentracja liczbowo gatunków kserotermicznych i ciepłolubnych: 1 — kserotermiczne, 2 — umiarkowanie kserotermiczne, 3 — słabo i bardzo słabo kserotermiczne oraz ciepłolubne gatunki lesne i zaroślowe; H—I — jak na ryc. 15. Uwaga: B — opracowano wg danych Michalika i Partyki (rkps), C i D — opracowano wg danych Kleina i Michalika (rkps)

Fig. 20. Differentiation of some chosen elements of the microclimate and the distribution of the montane and xerothermic plants in the profile of the „Czyżówki” rocky ridge A—E — as in fig. 15; F — numerical concentration of oligothermic montane species; 1 — shade-loving silvan species, 2 — other groups of oligothermic montane species; G — numerical concentration of xerothermic and thermophilous species; 1 — xerothermic species, 2 — moderately xerothermic species, 3 — slightly and very slightly xerothermic and thermophilous species of forests and thickets; H—I — as in fig. 15. Note: B was elaborated according to the data obtained by Michalik and Partyka (msc.), C and D were elaborated according to the data provided by Klein and Michalik (msc.)



Ryc. 21 a-e. Korelacje między koncentracją gatunków kserotermicznych i ciepłolubnych (linia A) oraz oligotermicznych gatunków górskich (linia B) a zróżnicowaniem wybranych elementów mikroklimatu, na profilach przez Dolinę Saspowską (por. ryc. 15) i przez masyw skalny „Cyzówki” (por. ryc. 20). Na osi poziomej przedstawiono procent pokrycia w warstwie zleńnej przez omawiane grupy gatunków, na osi pionowej przedstawiono wartości wybranych elementów mikroklimatu (ryc. 21b przedstawia opóźnienie w zanikaniu pokrywy śnieżnej wyrażone liczbą dni, przy czym wartość zerową przyjęto dla miejsca, gdzie śnieg stopniał najwcześniej). Na ryc. 21 b-e zakreślono w polu wykresów, cienką linią przerywaną, wartości pomiarów odnoszące się do gatunków kserotermicznych i ciepłolubnych na profilu przez masyw skalny. Uwaga: na ryc. 18 c-e przedstawiono podwójne linie zależności. A i B wyliczone w oparciu o 11 wartości (wyraźniej zaznaczone na rycinie) pochodzących z pomiarów terenowych wykonanych w różnych punktach profili. A' i B' wyliczone na podstawie około 100 wartości odczytanych z interpolowanych krzywych zamieszczonych na ryc. 15 i 20, uwzględniając również wszystkie wartości z pomiarów terenowych

Fig. 21 a-e. Correlation between the concentration of xerothermal and thermophilous species (line A) and oligothermal montane species (line B), and the differentiation of some chosen microclimatic elements in the profiles of the Saspowska Valley (cf. fig. 15) and of the „Cyzówki” rocky ridge (cf. fig. 20). On the horizontal axis there is represented the percent of the area covered by the groups of plants discussed in the herb layer, and on the vertical axis there are the values of some chosen microclimatic elements (fig. 21b represents the prolonged snow-cover disappearance expressed by the number of days, while the 0 value was accepted for the place in which the earliest snow melt occurred). In figures 21 b-e, in the area of diagrams there were marked with a broken line the values obtained from measurements concerning the xerothermal and thermophilous species in the profile of the rocky ridge. Note: In fig. 18 c-e double lines of relationships are represented. A and B were calculated on the basis of only eleven values (marked more pronouncedly in figure) obtained by way of field measurements executed at various points of the profiles. A' and B' were calculated on the basis of about 100 values read in the interpolated curves represented in figs. 15 and 20, taking under consideration all values from field measurements.

tyczących oligotermicznych gatunków górskich nie stwierdzono podobnej prawidłowości przy żadnym z uwzględnionych elementów mikroklimatu.

Wszystkie obliczone współczynniki korelacji wskazują na istnienie wyraźnych zależności między koncentracją oligotermicznych gatunków górskich oraz roślin kserotermicznych i ciepłolubnych a analizowanymi czynnikami mikroklimatu. Współczynniki korelacji mają jednak dość dużą rozpiętość (od 0,470 do 0,925).

Gatunki kserotermiczne i ciepłolubne wykazują najwyższą zależność dodatnią ($r=0,925$) z niedosytem wilgotności, który jest jednym z najważniejszych elementów mikroklimatycznych decydujących o życiu roślin. Wysokie niedosyty wilgotności skutecznie eliminują szereg ekologicznych grup roślin konkurencyjnych w stosunku do flory kserotermicznej i ciepłolubnej, posiadającej odpowiednie przystosowania anatomiczne i fizjologiczne umożliwiające bytowanie oraz rozwój w warunkach bardzo niskiej wilgotności powietrza. Wysoka zależność dodatnia ($r=0,790$) występuje także w przypadku nasłonecznienia względnego. Jest to zrozumiałe, gdyż nasłonecznienie względne jest elementem w najwyższym stopniu decydującym o kształtowaniu się niedosytu wilgotności. Bardzo wysokie zależności dodatnie stwierdzono także między nagromadzeniem roślin kserotermicznych i ciepłolubnych a dobową amplitudą termiczną ($r=0,805$) i dobowymi temperaturami maksymalnymi ($r=0,721$). Wyraźna zależność ujemna ($r=-0,625$) występuje natomiast między koncentracją gatunków kserotermicznych i ciepłolubnych a opóźnieniem w zanikaniu pokrywy śnieżnej. Wysokie procenty pokrycia przez rośliny omawianej grupy stwierdzono tylko w miejscach, gdzie pokrywa śnieżna schodzi najwcześniej. Tam natomiast, gdzie opóźnienie w zanikaniu śniegu osiąga średnie i duże wartości, rośliny kserotermiczne i ciepłolubne przeważnie w ogóle już nie rosną.

Oligotermiczne gatunki górskie wykazują najsilniejszą zależność ujemną od nasłonecznienia względnego ($r=-0,843$) oraz bardzo silną zależność dodatnią z opóźnieniem w zanikaniu pokrywy śnieżnej ($r=0,679$). Jest to zrozumiałe, gdyż oba te elementy mikroklimatu są ze sobą silnie powiązane. Nasłonecznienie decyduje bowiem w najwyższym stopniu o szybkości topnienia pokrywy śnieżnej. Największe nagromadzenie oligotermicznych gatunków górskich (80—90% pokrycia w warstwie roślinności zielonej) występuje tylko w tych miejscach, gdzie nasłonecznienie jest najmniejsze, a pokrywa śnieżna zalega najdłużej. Zależność między koncentracją omawianej grupy gatunków a kształtowaniem się pozostałych analizowanych elementów mikroklimatu jest nieco słabsza (ryc. 18 c—e).

Oprócz omówionych wyżej czynników mikroklimatycznych dość istotny wpływ na rozmieszczenie przestrzenne roślin oligotermicznych

i kserotermicznych mają opady atmosferyczne. Badania Kleina (1974) wykazały, że najwyższe sumy opadów (około 830 mm rocznie) otrzymują zbocza o wystawie północnej, na których koncentrują się, wymagające przeważnie dużej wilgotności (zarówno w glebie jak i w powietrzu), oligotermiczne gatunki górskie. Położone w strefie cienia opadowego dna dolin otrzymują znacznie mniej opadów. W stosunkowo wąskim dnie Doliny Sąspowskiej roczna suma opadów wynosi około 749 mm. Nie stanowi to jednak przeszkody w rozwoju oligotermicznych gatunków górskich, gleby bowiem w dnach dolin są dobrze uwodnione, a wysoką wilgotność w przyziemnej warstwie powietrza zapewniają zalegające tu często mgły pochodzenia inwersyjnego. Znacznie mniej opadów (około 663 mm rocznie) otrzymują zbocza o wystawie południowej, co — przy występujących tu najwyższych wartościach nasłonecznienia i bardzo wysokich temperaturach — powoduje silne obniżenie wilgotności gleby i najwyższe niedosyty wilgotności w przyziemnej warstwie powietrza. Takie warunki ograniczają możliwość występowania oligotermicznych roślin górskich, a sprzyjają rozwojowi gatunków kserotermicznych i ciepłolubnych.

V. Przestrzenne i ekologiczne prawidłowości w rozmieszczeniu gatunków na tle zróżnicowanej rzeźby oraz mikroklimatu

1. Strefy jednorodne i mozaikowe

Analiza rozmieszczenia przestrzennego przeciwstawnych grup gatunków (górskich i kserotermicznych) pozwala wyróżnić dwa typy stref terenu: strefy jednorodne i strefy mozaikowe, czyli niejednorodne.

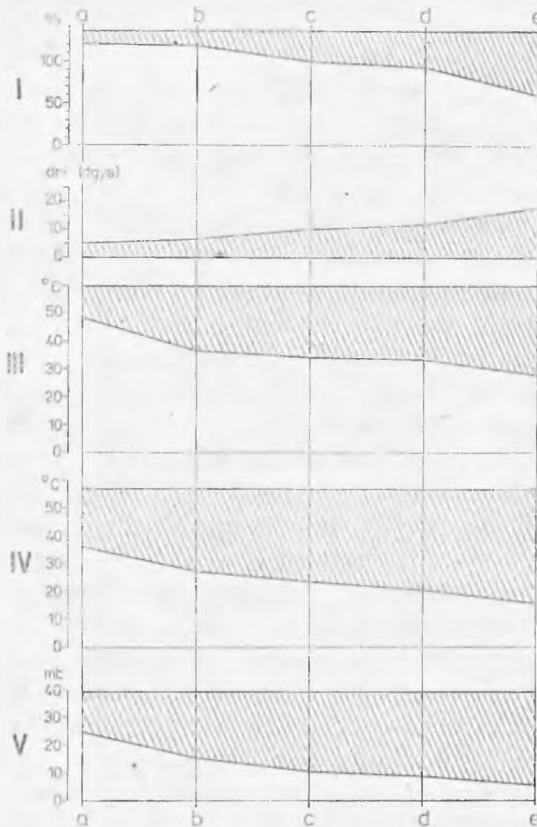
Strefy jednorodne pod względem mikroklimatu i rozmieszczenia gatunków obejmują odcinki zboczy o ekspozycji typowo południowej i północnej, zwłaszcza o słabo rozwiniętych systemach drugo- i trzeciorzędnych form morfologicznych. Nawet w przypadku występowania na zboczu grzbietów skalnych, wąwozów, czy wciósów, powstające na ich lokalnych ekspozycjach (przeważnie W i E) różnice mikroklimatyczne są niewielkie. Do stref jednorodnych należy również wierzchovina nie pościęta wąwozami i skalistymi wzgórzami oraz dna dolin. W strefach jednorodnych zróżnicowanie mikroklimatu (Klein 1974) oraz rozmieszczenie gatunków jest w zasadzie przejrzyste nawet na ogólnych ujęciach kartograficznych. W dnach dolin i na płaskich wierzchowinach jest ono najbardziej jednorodne. Na zboczach dolin zaznacza się pasmowa zmienność wysokościowa, związana z większym ocienieniem ich przydennych

części oraz z inwersją temperatur. Obserwowane w strefach jednorodnych stosunkowo niewielkie różnice w występowaniu i koncentracji odmiennych pod względem ekologicznym grup gatunków są także wynikiem modyfikującego wpływu szaty roślinnej. Występowanie roślinności o zróżnicowanej strukturze warstwowej (murawy, zarośla, lasy) powoduje wzrost mozaikowości mikroklimatu (Klein 1974) i pociąga za sobą pewne przemieszanie stanowisk gatunków oligotermicznych i kserotermicznych. Zjawisko to ma miejsce w przypadku roślin o szerszym zakresie tolerancji ekologicznej, nie było natomiast obserwowane w odniesieniu do zdecydowanych oligotermofitów i kserotermofitów. W strefach jednorodnych różnice warunków mikroklimatycznych w obrębie lokalnych, sąsiadujących ze sobą mikrosiedlisk są nieznaczne w porównaniu z różnicami w skali całego terenu badań.

Strefy mozaikowe, czyli niejednorodne, obejmują odcinki zboczy o ekspozycjach typowo wschodnich i zachodnich oraz zbliżonych, z silnie rozwiniętymi systemami drugo- i trzeciorzędnych form morfologicznych. Zaliczono tu również silnie urzeźbione partie wierzchowiny. Należy podkreślić, że nawet niewielkie urzeźbienie w obrębie zboczy o ekspozycji E i W powoduje bardzo silne różnice mikroklimatyczne. Powstawanie tych różnic (zbliżonych do zróżnicowania w skali całego terenu badań) jest uwarunkowane występowaniem lokalnych, najbardziej skrajnych pod względem mikroklimatycznym ekspozycji północnych i południowych na ścianach grzbietów skalnych i zboczach wąwozów. Wskutek modyfikującego wpływu szaty roślinnej różnice mikroklimatyczne są w niektórych przypadkach jeszcze nieco zwiększane. Odzwierciedleniem tak silnego zróżnicowania mikroklimatycznego sąsiadujących ze sobą mikrosiedlisk jest rozmieszczenie przestrzenne omawianych grup roślin. Gatunki zdecydowanie oligotermiczne i zdecydowanie kserotermiczne rosną bardzo blisko siebie, często w odległości kilku metrów w rzucie pionowym. W ogólnych ujęciach kartograficznych uzyskujemy wówczas niesłychanie skomplikowaną i zaskakującą mozaikę stanowisk gatunków reprezentujących zupełnie przeciwstawne grupy ekologiczne.

2. Zakres tolerancji i arealy zasięgowe różnych ekologicznych grup gatunków

Ocena tolerancji poszczególnych gatunków, czy ich grup, w odniesieniu do warunków siedliskowych (tzw. tolerancja ekologiczna) jest zagadnieniem skomplikowanym, wymagającym specjalistycznych badań, które wykraczają poza temat niniejszego opracowania. Analizując występowanie badanych grup gatunków kserotermicznych i górskich na tle zróżnicowania mikroklimatycznego stwierdzono jednak interesujące zależności, na podstawie których można wnioskować w pewnym stopniu



Ryc. 22. Zakres tolerancji różnych grup gatunków kserotermicznych w stosunku do wybranych elementów mikroklimatu (stwierdzony na profilu przez Dolinę Sądrowską — por. ryc. 15). Gatunki: a — silnie kserotermiczne, b — kserotermiczne, c — umiarkowanie kserotermiczne, d — słabo kserotermiczne, e — bardzo słabo kserotermiczne. I — nasłonecznienie względne (uwzględniono ocienienie przez zbocza i masywy skalne), II — opóźnienie w zanikaniu pokrywy śnieżnej (wartość zerową przyjęto dla miejsca, gdzie śnieg stopniał najwcześniej), III — dobowa temperatura maksymalna w przyziemnej warstwie roślinności (5 cm) w bezchmurny dzień letni (17. 06. 1966), IV — wielkość dobowej amplitudy temperatury w przyziemnej warstwie roślinności (5 cm) w bezchmurny dzień letni (17. 06. 1966), V — niedosyt wilgotności w przyziemnej warstwie roślinności (5 cm) o godzinie 13 w południe w bezchmurny dzień letni (17. 06. 1966). Linie ograniczające pola zakreskowane odpowiadają najwyższym i najniższym wartościom elementów mikroklimatycznych, przy których stwierdzono występowanie gatunków reprezentujących omawiane grupy, szerokość zaś zakreskowanego pola odzwierciedla zakres tolerancji poszczególnych grup gatunków

Fig. 22. Scope of tolerance of various groups of xerothermal plant species in relation to some chosen microclimatic elements (stated in the profile of the Sądrowska Valley — cf. fig. 15). Species: a — pronouncedly xerothermal, b — xerothermal, c — moderately xerothermal, d — slightly xerothermal, e — very slightly xerothermal. I — relative insolation (shading by slopes and rocky ridges has been taken into account), II — delay in the disappearance of the snow-cover (for the place in which the snow melted earliest the 0 value has been accepted), III — day-and-night maximum temperature in the above-ground plant layer (5 cm) on a typical cloudless summer day (June 17, 1966), IV — day-and-night amplitude of temperature in the above-ground plant layer (5 cm) on a typical cloudless summer day (June 17, 1966), V — humidity deficit in the above-ground plant layer (5 cm) at 1 p.m. on a cloudless summer day (June 17, 1966). The lines bordering the hatched areas correspond with the highest and lowest values of microclimatic elements, at which the occurrence of the species representing the groups discussed was established, while the width of the hatched area illustrates the scope of tolerance of the particular groups of species

o ich tolerancji ekologicznej. Skłoniło to autora do zamieszczenia poniżej szeregu dyskusyjnych uwag i hipotez na ten temat.

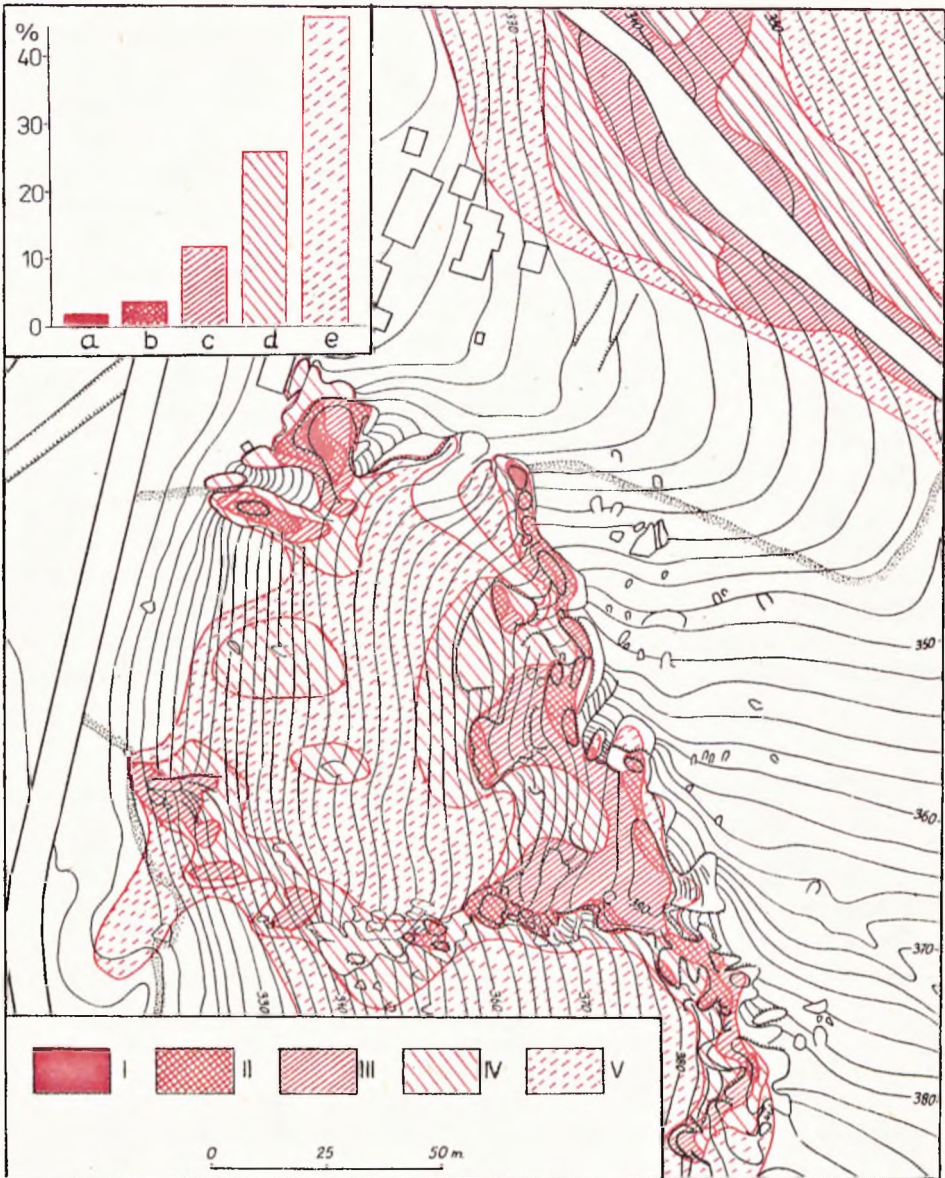
W obrębie analizowanej flory kserotermicznej i oligotermicznej poszczególne gatunki i ich grupy charakteryzuje różny zakres tolerancji w stosunku do warunków mikroklimatu. Zjawisko to można prześledzić na przykładzie rozmieszczenia w Dolinie Sąspowskiej wyróżnionych grup roślin kserotermicznych o malejącym stopniu kserotermiczności (ryc. 22, por. także ryc. 15). Najbardziej wyspecjalizowany (steno-topowy) charakter wykazują gatunki silnie kserotermiczne, których stanowiska spotykane są tylko w bardzo wąskim zakresie zmienności wszystkich czynników klimatycznych. W kolejnych grupach roślin zakres zmienności stopniowo wzrasta, prawdopodobnie proporcjonalnie do rozszerzania się tolerancji ekologicznej gatunków.

Można sądzić, że z zakresem tolerancji poszczególnych grup gatunków związana jest wielkość ich areałów zasięgowych. Na badanym terenie stwierdzono wyraźną zależność dodatnią między tymi właściwościami. Rośliny silnie kserotermiczne i silnie oligotermiczne występują tylko na bardzo małej powierzchni terenu. W kolejnych grupach o wzrastającej tolerancji ekologicznej areały zasięgowe zwiększają się. Zjawisko to szczególnie dobrze można prześledzić na przykładzie flory kserotermicznej, zarówno w ujęciach szczegółowych jak i w skali całego terenu badań. Zwiększanie się zasięgu kolejnych grup gatunków kserotermicz-

TABELA I

Rozprzestrzenienie różnych grup gatunków kserotermicznych w obrębie profilu przez Dolinę Sąspowską
Distribution of various groups of xerothermal plants in the profile of the Sąspowska Valley

Grupa gatunków Groups of species	Przypuszczalny zakres tolerancji w stosunku do mikroklimatu Probable scope of tolerance to microclimate	Procent długości profilu zajęty przez zasięg poszczególnych grup gatunków Length of the profile including the ranges of the particular groups of species (per cent)
a. Silnie kserotermiczne Pronouncedly xerothermal	bardzo mały very small	21
b. Kserotermiczne Xerothermal	mały small	26
c. Umiarkowanie kserotermiczne Moderately xerothermal	niewielki moderate	37
d. Słabo kserotermiczne Slightly xerothermal	duży great	45
e. Bardzo słabo kserotermiczne Very slightly xerothermal	bardzo duży very great	68



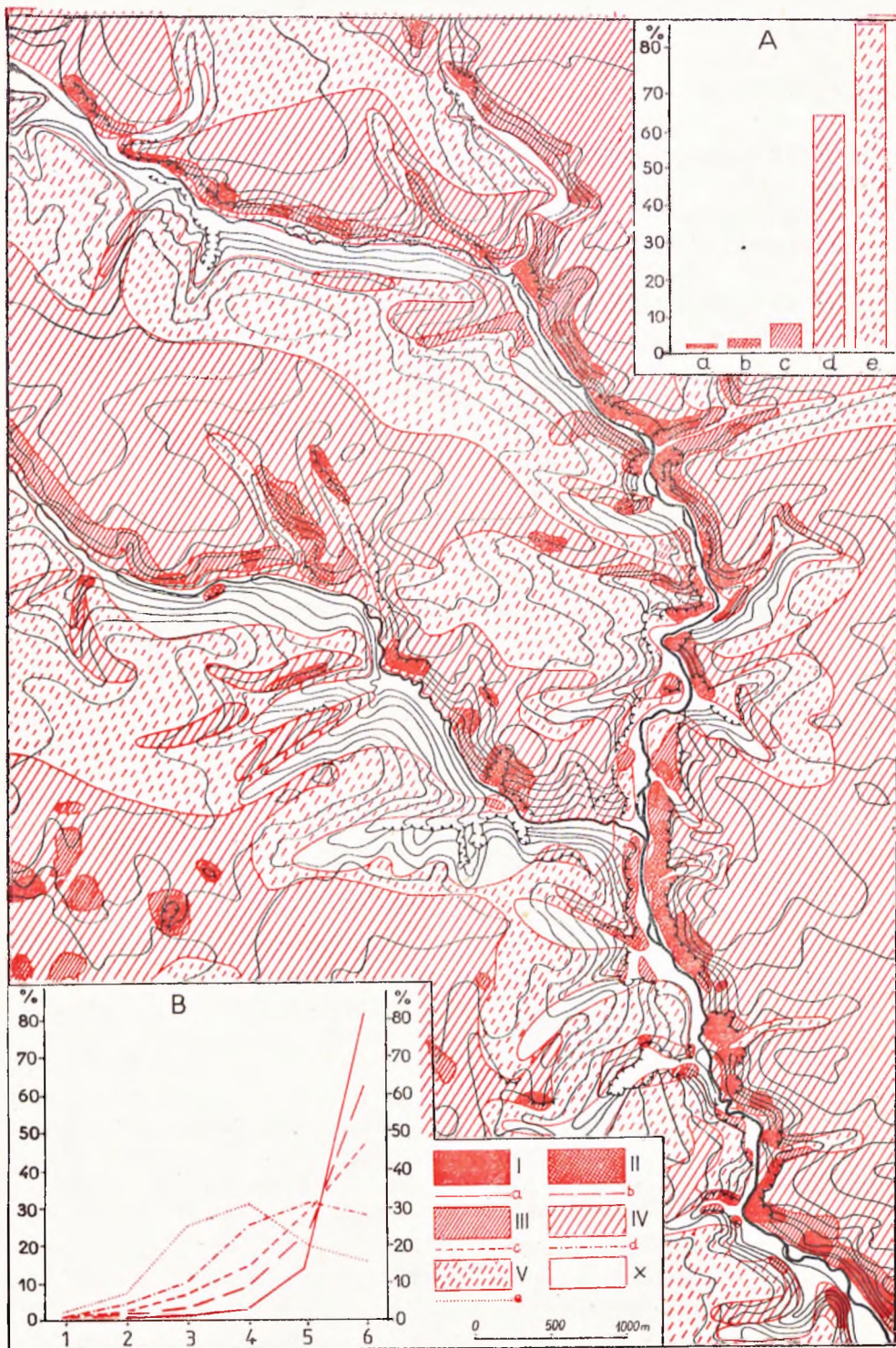
Ryc. 23. Arealy występowania grup gatunków o malejącym stopniu kserotermiczności w obrębie masywu skalnego „Czyżówki”. Na diagramie w lewym górnym rogu przedstawiono procent powierzchni zajętej przez areale poszczególnych grup gatunków. Grupy gatunków: a — silnie kserotermiczne (I), b — kserotermiczne (I—II), c — umiarkowanie kserotermiczne (I—III), d — słabo kserotermiczne (I—IV), e — bardzo słabo kserotermiczne (I—V)

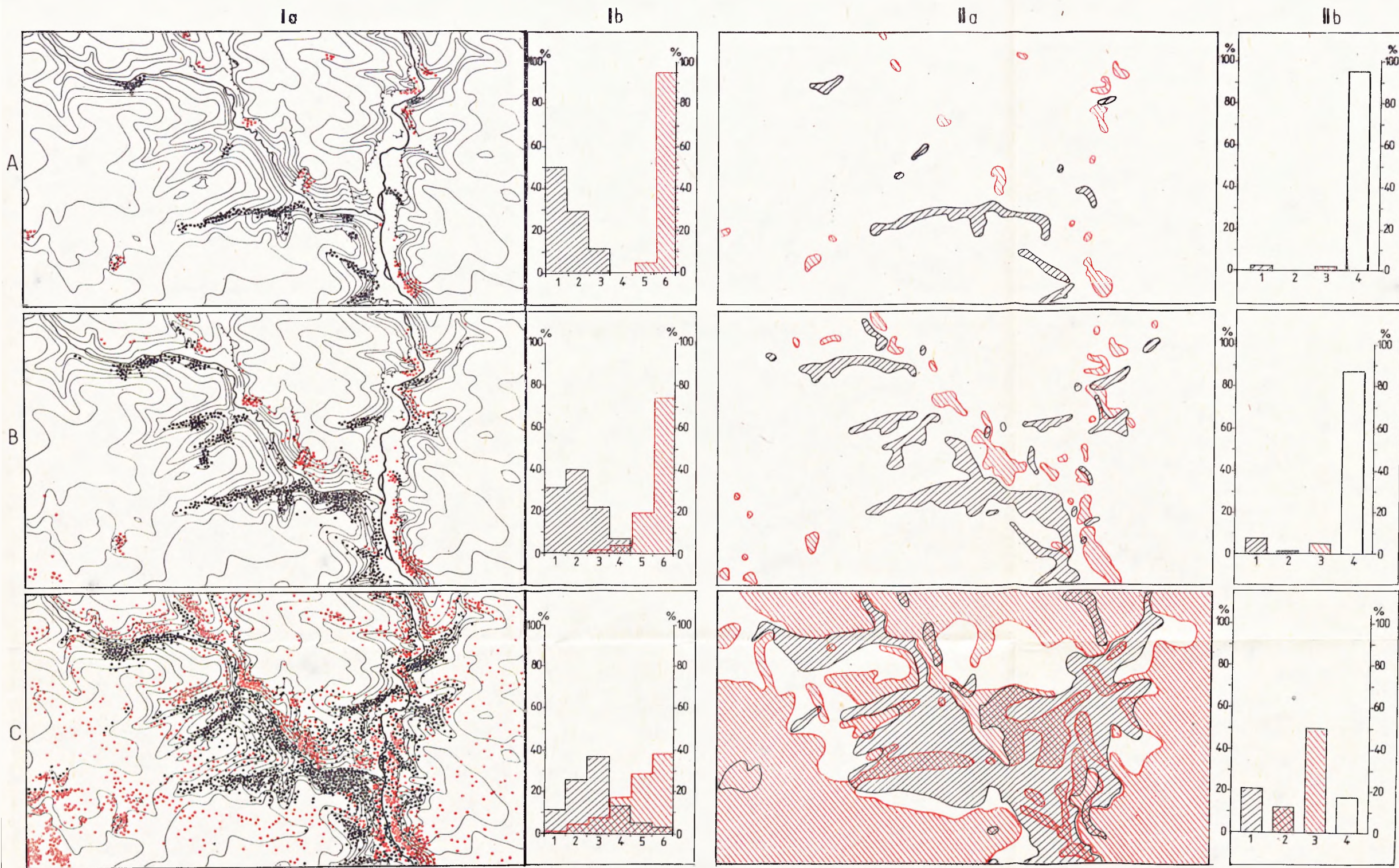
Fig. 23. Sites of the groups of species with a decreasing degree to which they are xerothermal occurring in the „Czyżówki” rocky ridge. The diagram in the upper left-hand-side corner represents the percent of area occupied by the sites of the particular groups of species: a — pronouncedly xerothermal (I), b — xerothermal (I—II), c — moderately xerothermal (I—III), d — slightly xerothermal (I—IV), e — very slightly xerothermal (I—V) species

nych, stwierdzone na profilu przez Dolinę Sąspowską, przedstawiono w tabeli I. Podobnie kształtuje się ta prawidłowość w ujęciach kartograficznych. Na małym, szczegółowo opracowanym wycinku terenu, obejmującym masyw skalny (ryc. 23), zwiększanie się arealów zasięgowych kolejnych grup gatunków ma przebieg bardzo podobny jak w Dolinie Sąspowskiej. Nieco odmiennie zjawisko to kształtuje się w odniesieniu do całego terenu badań (ryc. 24). Arealy zasięgowe trzech pierwszych grup (gatunki silnie kserotermiczne, kserotermiczne i umiarkowanie kserotermiczne), jakkolwiek wyraźnie zwiększają się, zajmują bardzo niewielką powierzchnię terenu. Te trzy grupy gatunków charakteryzują się bowiem małymi zakresami tolerancji w stosunku do mikroklimatu (Michalik 1979) i zajmują tylko silnie uprzywilejowane pod względem termicznym części zboczy dolin i masywów skalnych. Arealy zasięgowe dwu pozostałych grup gatunków (słabo i bardzo słabo kserotermiczne), o szerokim zakresie tolerancji, są wielokrotnie większe. Znajdują one bowiem odpowiednie warunki mikroklimatyczne nie tylko na nasłonecznionych zboczach dolin i stokach skalistych wzgórz, ale również na całej rozległej wierzchołynie.

Z zagadnieniem rozszerzania się zakresu tolerancji i zwiększania arealów zasięgowych wiąże się interesująca prawidłowość podziału i wypełniania terenu przez różne grupy gatunków. Zjawisko to inspirowane jest zmiennością warunków mikroklimatu. Przechodząc od mikroklimatów skrajnych (bardzo ciepłych i bardzo zimnych) do coraz łagodniejszych, zbliżających się do warunków przeciętnych, zajmowana przez nie powierzchnia badanego terenu zwiększa się systematycznie (Klein 1974). Podobnie przedstawia się sytuacja w przypadku rozmieszczenia różnych ekologicznych grup gatunków. Zagadnienie to przeanalizowano na przykładzie trzech par grup gatunków kserotermicznych i oligotermicznych (ryc. 25). W przypadku gatunków wybitnie stenotopowych, o bardzo wąskim zakresie tolerancji w stosunku do warunków mikroklimatu, stanowiska skoncentrowane są na niewielkich powierzchniach o skrajnie ciepłych lub skrajnie zimnych mikroklimatach. Arealy występowania tych przeciwstawnych grup gatunków pokrywają zaledwie kilka procent powierzchni terenu, nie stykają się ze sobą i najczęściej są od siebie wyraźnie odsunięte. To rozgraniczenie zaznacza się nie tylko w sensie przestrzennym, ale i ekologicznym — np. w podziale zakresu nasłonecznienia. Stanowiska gatunków silnie kserotermicznych stwierdzono tylko w dwu najwyższych klasach nasłonecznienia, a gatunków silnie oligotermicznych — tylko w trzech najniższych klasach. Bardzo charakterystyczny jest zupełny brak stanowisk gatunków obu omawianych grup w czwartej klasie nasłonecznienia, o średnich wartościach tego czynnika, która stanowi jak gdyby strefę rozgraniczającą.

Gatunki w mniejszym stopniu stenotopowe, o umiarkowanym zakresie tolerancji w stosunku do warunków mikroklimatycznych, mają już





Ryc. 25. Rozmieszczenie przestrzenne, na przykładowym wycinku badanego terenu, wybranych grup oligotermicznych gatunków górskich (kolor czarny) i gatunków kserotermicznych (kolor czerwony) charakteryzujących się różnym zakresem tolerancji w stosunku do warunków mikroklimatu. A — gatunki górskie (*Lunaria rediviva*, *Asplenium viride* i *Veronica montana*) oraz kserotermiczne (*Stipa joannis*, *Veronica austriaca*, *Inula ensifolia* i *Festuca sulcata*) o małym zakresie tolerancji; B — gatunki górskie (*Dentaria glandulosa*, *Polystichum lobatum* i *Petasites albus*) oraz kserotermiczne (*Carex montana*, *Peucedanum cervaria* i *Geranium sanguineum*) o umiarkowanym zakresie tolerancji; C — gatunki górskie (*Alchemilla crinita*, *Aruncus silvester*, *Polygonatum verticillatum*, *Senecio nemorensis* i *S. fuchsii*) oraz kserotermiczne (*Calamintha vulgaris*, *Euphorbia cyparissias*, *Scabiosa ochroleuca* i in.) o szerokim lub bardzo szerokim zakresie tolerancji. Ia — rozmieszczenie i koncentracja stanowisk gatunków górskich (punkty czarne) oraz kserotermicznych (punkty czerwone). Ib — procentowy udział stanowisk w klasach (1—6) o wzrastającym nasłonecznieniu względnym (por. ryc. 4). II a — arealy zasięgowo gatunków górskich i kserotermicznych. II b — procent powierzchni terenu zajętej przez arealy występowania: 1 — gatunków górskich, 2 — gatunków górskich i kserotermicznych, 3 — gatunków kserotermicznych, 4 — teren, na którym nie stwierdzono stanowisk gatunków górskich i kserotermicznych należących do analizowanych grup

Fig. 25. Spatial distribution over an exemplary section of the investigated area, of some chosen oligothermal montane plant species (in black) and of xerothermal species (in red) distinguished by a different scope of tolerance in relation to microclimatic elements. A — montane species (*Lunaria rediviva*, *Asplenium viride*, and *Veronica montana*) and xerothermal species (*Stipa joannis*, *Veronica austriaca*, *Inula ensifolia*, and *Festuca sulcata*) with a small scope of tolerance; B — montane species (*Dentaria glandulosa*, *Polystichum lobatum*, and *Petasites albus*) and xerothermal species (*Carex montana*, *Peucedanum cervaria*, and *Geranium sanguineum*) with a moderate scope of tolerance; C — montane species (*Alchemilla crinita*, *Aruncus silvester*, *Polygonatum verticillatum*, *Senecio nemorensis*, and *S. fuchsii*) and xerothermal species (*Calamintha vulgaris*, *Euphorbia cyparissias*, *Scabiosa ochroleuca*, and others) with a broad or very broad scope of tolerance. Ia — distribution and concentration of the localities of montane species (black points) and of xerothermal ones (red points). Ib — percentage of localities in the classes (1—6 with an increasing relative insolation (cf. fig. 4)). II a — ranges of montane and xerothermal species. II b — percentage of the area including the ranges of: 1 — montane species, 2 — montane and xerothermal species, 3 — xerothermal species, 4 — territory in which no localities of montane and xerothermal species belonging to the groups discussed were established

znacznie większe arealy zasięgowe (obejmują łącznie około 20% powierzchni terenu), które często stykają się ze sobą, a w nielicznych przypadkach nawet nakładają się na siebie. Równie wyraźnie można to zjawisko obserwować analizując zależność między procentowym udziałem stanowisk tych grup gatunków i wielkością nasłonecznienia względnego. Nakładanie się stanowisk widoczne jest tu w dwu środkowych klasach nasłonecznienia.

Areale zasięgowe roślin kserotermicznych i oligotermicznych o szerokim zakresie tolerancji w stosunku do mikroklimatu są bardzo duże. Te dwie przeciwstawne grupy gatunków dzielą między siebie prawie cały teren, gdyż zajmują około 80% powierzchni, a ich zasięgi w znacznej części zachodzą na siebie. Rośliny należące do obu tych grup występują w całym zakresie zmienności nasłonecznienia względnego, z tym że stanowiska gatunków kserotermicznych osiągają największą koncentrację w klasach o najwyższym nasłonecznieniu, a gatunków oligotermicznych — w klasach o niskim nasłonecznieniu.

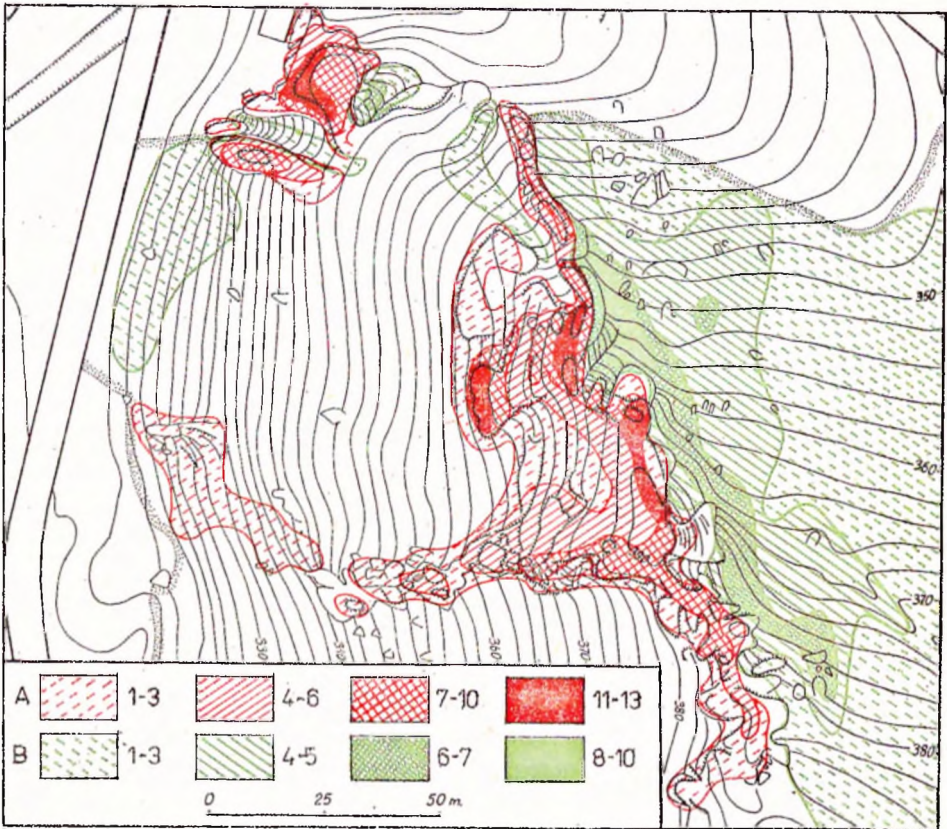
3. Zjawisko „muru ekologicznego”

Analizując rozmieszczenie roślin oligotermicznych i kserotermicznych na przekroju przez wklęsłą i wypukłą formę terenu zauważa się w pewnej strefie mniej lub bardziej gwałtowne załamanie przebiegu krzywych przedstawiających zarówno koncentrację omawianych grup gatunków, jak też wartości różnych czynników mikroklimatycznych. Miejsce występowania tej strefy, określanej często nazwą „muru” lub „uskoku ekologicznego”, jest ściśle uzależnione od formy morfologicznej terenu.

W dolinach (forma wklęsła) strefa „muru ekologicznego” wykształca się w sąsiedztwie dna doliny. Od wierzchołiny i górnej części zboczy w kierunku dna doliny następuje bowiem stopniowe narastanie różnic mikroklimatycznych, co wiąże się w znacznym stopniu z inwersją temperatur (Klein 1974). Szczególnie wyraźnie widać to na profilu prowadzonym z południa na północ przez wąskodenną i głęboką Dolinę Sąspowską (por. ryc. 15). Najwyższe i najniższe wartości wszystkich elementów mikroklimatu oraz maksymalne i minimalne koncentracje odmien-

Ryc. 24. Areale występowania grup gatunków kserotermicznych o malejącym stopniu kserotermiczności na całym terenie badań. Diagram A przedstawia procent powierzchni terenu zajęty przez areale poszczególnych grup. Diagram B przedstawia procentowy rozkład stanowisk w klasach (1—6, por. ryc. 4) o wzrastającym nasłonecznieniu względnym. Grupy gatunków: a—e — jak na ryc. 23

Fig. 24. Sites of occurrence of the groups of xerothermal species with a decreasing degree to which they are xerothermal occurring all over the area of investigations. Diagram A represents the percentage of the area occupied by the particular groups. Diagram B shows the percentage of the distribution of sites in the classes (1—6, cf. fig. 4) with increasing relative insolation. Groups of species: a—e as in fig. 23



Ryc. 26. Narastanie różnic ekologicznych we florze w miarę zbliżania się do ściany skalnej o kierunku przebiegu SSE-NNW w masywie „Czyżówek”, wyrażone koncentracją liczbową gatunków o przeciwstawnym charakterze ekologicznym, na powierzchni około 100 m². A — gatunki zdecydowanie kserotermiczne (grupy a—c, por. ryc. 23), B — górskie oligotermiczne gatunki leśne

Fig. 26. Growing ecological differences in the flora as the rocky wall is approached which runs SSE — NNW in the „Czyżówki” ridge. They are expressed by the numerical concentration of species with a contrasting ecological character over an area of about 100 square metres. A — decidedly xerothermal species (groups a—c cf. fig. 23), B — montane oligothermal silvan species

nych pod względem ekologicznym grup gatunków występują bardzo blisko siebie w przydennych częściach zboczy i w sąsiedztwie dna doliny. W środkowych partiach zboczy różnice te ulegają złagodzeniu, a w pobliżu wierzchowiny większość elementów mikroklimatycznych oraz koncentracje omawianych grup gatunków osiągają prawie identyczne wartości niezależnie od ekspozycji zbocza.

Na masywach (forma wypukła) strefa „muru ekologicznego” wykształca się w szczytowych partiach, szczególnie wyraźnie w przypadku występowania zerw czy ścian skalnych. Zróznicowanie mikroklimatu uwarunkowane jest tu przede wszystkim różnicami w nasłonecznieniu

i narasta od podnóży ku szczytowi masywu. Analizowany szczegółowo profil, prowadzony z południowego zachodu na północny wschód przez masyw skalny „Czyżówki”, charakteryzuje się asymetrycznymi stokami (por. ryc. 20). Skrajne wartości czynników mikroklimatycznych oraz maksymalne i minimalne koncentracje przeciwstawnych grup gatunków występują w szczytowych partiach masywu od strony SW i u podnóża ściany skalnej od strony NE. Na ścianie skalnej i w bezpośrednim sąsiedztwie obserwujemy bardzo gwałtowne załamania się krzywych obrazujących kształtowanie się różnych elementów. Tutaj wykształca się strefa „muru ekologicznego”, która jest znacznie węższa niż w Dolinie Sąspowskiej. Zjawisko to bardzo jasno i wyraźnie uwidacznia się również w ujęciu kartograficznym. Na rycinie 26 przedstawiono je za pomocą koncentracji liczbowej gatunków zdecydowanie kserotermicznych oraz cieniolutnych oligotermicznych roślin leśnych. Najwyższe koncentracje liczbowe tych przeciwstawnych gatunków obserwujemy w sąsiedztwie ściany skalnej. Warto zwrócić uwagę, że sąsiadują one ze sobą w miejscu, gdzie ściana skalna jest najwyższa i najbardziej stroma, a oddalają się i zmniejszają w miarę obniżania się masywu skalnego.

4. Schematyczne modele rozmieszczenia gatunków w obrębie wklęsłych i wypukłych form terenowych

Zależności stwierdzone podczas szczegółowych badań na profilach przez Dolinę Sąspowską i przykładowy masyw skalny „Czyżówki” oraz liczne obserwacje i wyniki badań kartograficznych, prowadzonych zarówno na terenie OPN, jak i całej południowej części Wyżyny Krakowskiej, umożliwiają przedstawienie schematycznych modeli rozmieszczenia i koncentracji gatunków kserotermicznych oraz oligotermicznych roślin górskich w obrębie różnych form morfologicznych. Prawidłowości rozmieszczenia omawianych grup gatunków przedstawiono na schematach dolin, grzbietów i masywów skalnych, przeważnie o zboczach symetrycznych, niezależnie od tego że przypadki takie są rzadkie w naturze. Pozwala to bowiem przyjąć założenie prawie całkowitej symetrii zmienności głównych czynników edaficznych (z wyjątkiem wilgotności gleby, o której decyduje wielkość opadów i nasłonecznienia), a tym samym ograniczyć do minimum ich wpływ na różnice florystyczne w obrębie przeciwstawnych zboczy.

Na schematach uwzględniono przede wszystkim trzy elementy: nachylenie i morfologię zboczy, ekspozycję zboczy, zróżnicowanie zbiorowisk roślinnych. Od dwu pierwszych elementów uzależniona jest wielkość nasłonecznienia względnego, które stanowi bardzo dobry wskaźnik warunków mikroklimatycznych. Natomiast zróżnicowanie warstwowe zbiorowisk roślinnych wyraźnie modyfikuje mikroklimat w przyziemnej

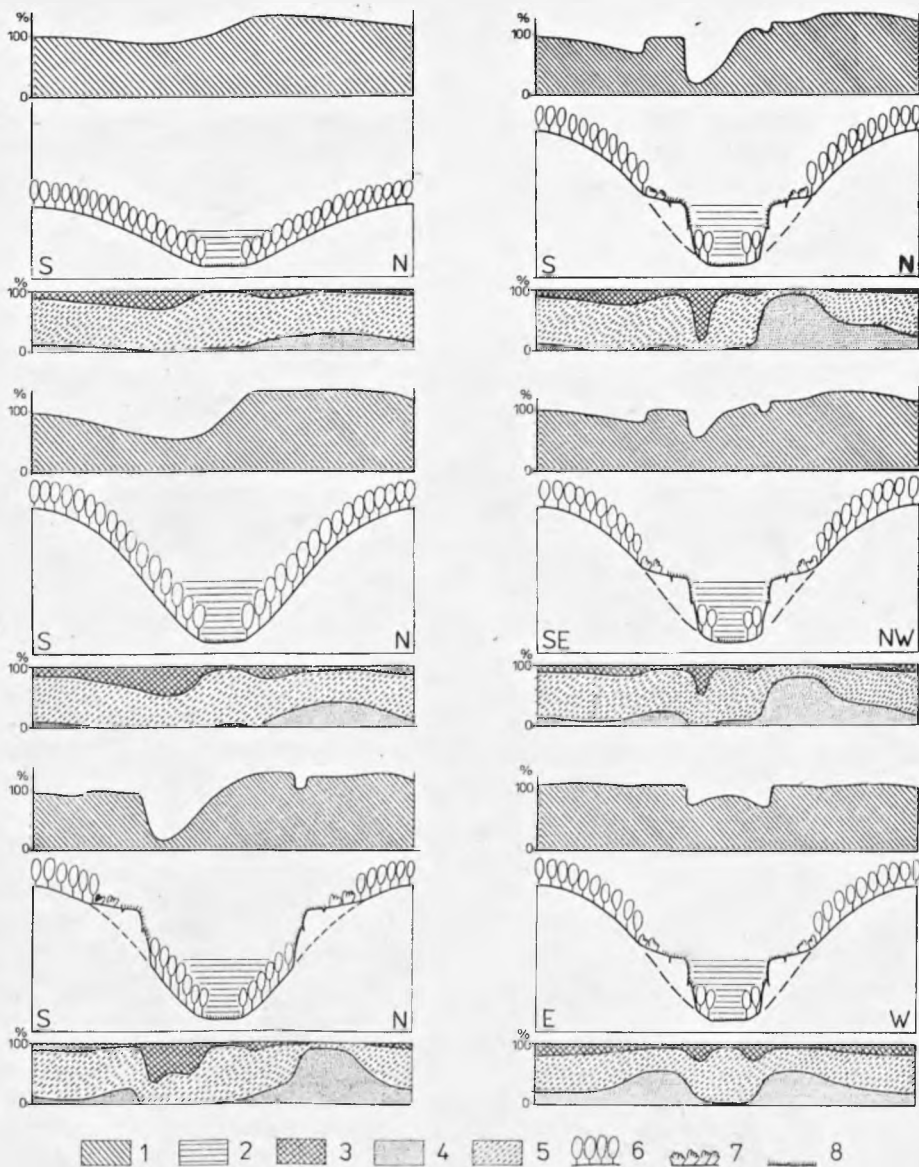
warstwie roślinności, w której koncentrują się gatunki obu analizowanych grup ekologicznych.

a. Nachylenie i morfologia zboczy

Omawiane prawidłowości rozpatrzmy na przykładzie najbardziej zróżnicowanych pod względem mikroklimatu profilów, prowadzonych z południa na północ przez symetryczne, wklęsłe i wypukłe formy rzeźby o różnym nachyleniu oraz morfologii zboczy, z przeciętnie zachowaną, naturalną szatą roślinną.

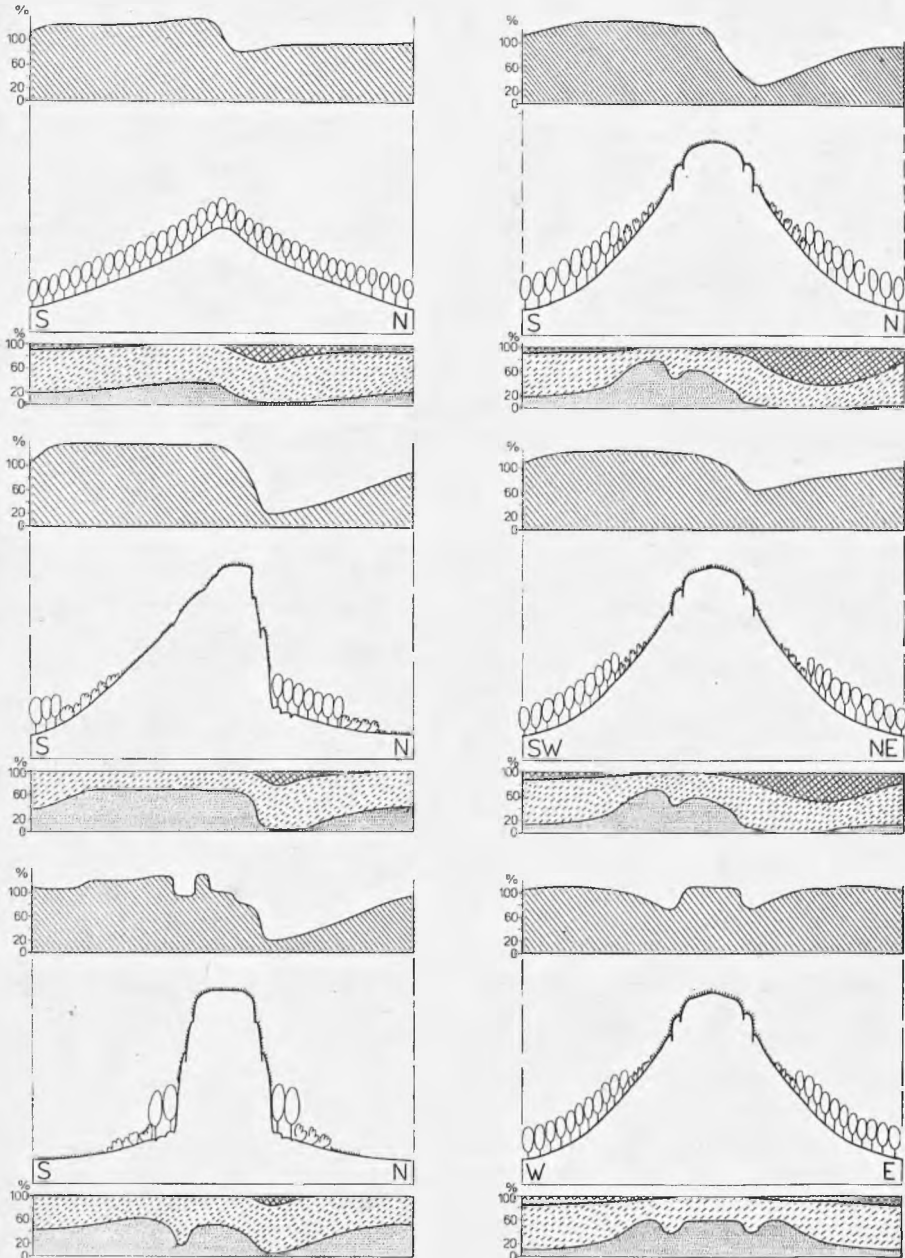
W dolinach o zboczach jednorodnych, bez skał, górskie gatunki oligotermiczne koncentrują się na zboczu eksponowanym ku północy. Ich udział wzrasta w kierunku dna doliny osiągając maksymalne procenty pokrycia w przydennej części zbocza w strefie silnych inwersji termicznych (ryc. 27). Gatunki kserotermiczne i ciepłolubne najliczniej zasiedlają zbocze o wystawie południowej, przy czym najwyższą ich koncentrację obserwuje się w wyższej, ponadninwersyjnej części zbocza. W zalesionej dolinie osiągają one znacznie mniejsze procenty pokrycia w porównaniu z górkami gatunkami oligotermicznymi, w grupie których dominują ceniolubne rośliny leśne. Rozmiary różnic mikroklimatycznych, i związane z tym nagromadzenie gatunków uzależnione są od nachylenia zboczy. W dolinach o zboczach stromych (około 45°) udział górskich gatunków oligotermicznych dochodzi w warstwie runa do 60% , a kserotermicznych i ciepłolubnych do 40% . W przypadku dolin o zboczach łagodnie nachylonych (ok. 15°) wartości te są znacznie niższe (ryc. 27). Zmiany w koncentracji i zastępowanie się przeciwstawnych grup gatunków zachodzą w omawianych typach dolin łagodnie, a zjawisko „muru ekologicznego” nie zaznacza się wyraźnie.

Pojawienie się na zboczach dolin masywów skalnych powoduje zwiększenie różnic mikroklimatycznych i florystycznych oraz wyraźnie zaburza łagodny przebieg krzywych obrazujących koncentrację gatunków. W przypadku występowania masywów w górnych częściach zboczy, gatunki kserotermiczne koncentrują się w obrębie masywu skalnego w przywierzchowinowej części zbocza o ekspozycji południowej i zmniejszają wyraźnie swój udział zarówno w kierunku wierzchowiny, jak i dna doliny. W obrębie zbocza o ekspozycji północnej licznie rosną na stosunkowo dobrze oświetlonym szczycie masywu skalnego. Oligotermiczne gatunki górskie najwyższy procent pokrycia osiągają w ekspozycji północnej w miejscu najbardziej ocienionym, u stóp masywu skalnego, oraz w przydennej części zbocza, w strefie silnych inwersji termicznych. W przypadku występowania masywów skalnych przy dnie doliny (ryc. 27) obraz jest nieco inny. Oligotermiczne gatunki górskie, ogólnie biorąc, zwiększają swój procent pokrycia idąc w dół zbocza o ekspozycji



Ryc. 27. Schematy rozmieszczenia oligotermicznych gatunków górskich oraz roślin kserotermicznych i ciepłolubnych na profilach przez dolinę w zależności od stopnia nachylenia, morfologii i ekspozycji zboczy. 1 — wielkość nasłonecznienia względnego, 2 — strefa inwersji termicznych, 3—5 — procent pokrycia w warstwie roślinności zielonej przez gatunki: 3 — oligotermiczne górskie, 4 — kserotermiczne i ciepłolubne, 5 — inne lub brak pokrywy roślinnej, 6—8 — typy zbiorowisk roślinnych: 6 — lasy, 7 — zarośla, 8 — murawy i łąki

Fig. 27. Patterns of distribution of oligothermal montane species and of xerothermal and thermophilous plants in the profile of the valley depending on the degree of inclination, morphology and exposure of slopes. 1 — amount of relative insolation, 2 — zone of thermal inversions, 3—5 — percentage of the cover in the layer of herbs by: 3 — oligothermal montane species, 4 — xerothermal and thermophilous plants, 5 — other plants, or lack of vegetative layer, 6—8 — types of plant communities: 6 — forests, 7 — thickets, 8 — grasslands and meadows



Ryc. 28. Schematy rozmieszczenia oligotermicznych gatunków górskich oraz roślin kserotermicznych i ciepłolubnych na profilach przez wzgórza i masywy skalne w zależności od stopnia nachylenia, morfologii i ekspozycji stoków. Oznaczenia jak na ryc. 27

Fig. 28. Patterns of distribution of oligothermic montane species and xerothermic and thermophilous plants in the profiles of hills and rocky ridges depending on the degree of inclination, morphology and exposure of slopes. Symbols as in fig. 27

północnej, jednak przebieg krzywej jest wtedy zaburzony. Nie pokryty lasem i stosunkowo dobrze oświetlony szczyt masywu skalnego obniża ich koncentrację, która gwałtownie wzrasta u jego podnóży, w sąsiedztwie dna doliny, gdzie panuje najbardziej cienisty i wilgotny mikroklimat oraz zaznacza się silny wpływ inwersji temperatur. Z kolei gatunki kserotermiczne i ciepłolubne występują masowo (osiągając często ponad 90% pokrycia) na przeciwległym, silnie nasłonecznionym masywie skalnym eksponowanym na południe, którego szczyt wznosi się ponad strefę inwersyjną. Licznie pojawiają się także w świetlistych lasach wyższej części zbocza eksponowanego na południe. W takim typie doliny, w sąsiedztwie jej dna, występują bardzo blisko siebie maksymalne różnice mikroklimatyczne oraz florystyczne, wskutek czego wykształca się tu wyraźnie zjawisko „muru ekologicznego”.

W przypadku wszystkich przedstawionych typów dolin gatunki oligotermiczne wykorzystują zimną i wilgotną strefę inwersyjną do przenikania na zbocza o ekspozycji południowej, natomiast rośliny kserotermiczne pojawiają się licznie w ekspozycjach północnych przede wszystkim w ponadinwersyjnych częściach zboczy, gdzie mikroklimat jest nieco cieplejszy i suchszy.

Rozmieszczenie i koncentracja gatunków kserotermicznych i oligotermicznych w obrębie wypukłych form terenowych (ryc. 28) kształtują się nieco odmiennie niż w dolinach. Różnice mikroklimatyczne są tu wyraźniej mniejsze, gdyż nie zaznacza się wpływ inwersji temperatur i zalegania mgieł. Nagromadzenie gatunków przeciwstawnych grup i różnice florystyczne wzrastają w miarę zwiększania się nachylenia stoków. Grzbiety w obrębie zboczy dolin, zarówno łagodne jak i strome, skaliste, charakteryzują się znacznym udziałem oligotermicznych gatunków górskich, których maksymalne procenty pokrycia niewiele ustępują roślinom kserotermicznym i ciepłolubnym. Jest to związane z lokalnym, dość chłodnym i wilgotnym klimatem dolin, który proteguje gatunki oligotermiczne, zwłaszcza w miejscach zajętych przez zbiorowiska leśne. Zupełnie inaczej zagadnienie to kształtuje się w obrębie ostańców na wierzchowinie. Klimat lokalny odlesionej wierzchowiny jest ciepły i suchy (Klein 1974), stąd też w obrębie rozproszonych, przeważnie samotnych ostańców absolutną dominację uzyskują kserotermiczne i ciepłolubne gatunki. Oligotermiczne rośliny górskie spotykamy wyłącznie u północnych podnóży wysokich skał i — mimo że są to miejsca bardzo silnie ocienione — koncentracja tych gatunków jest znikoma. Rośliny kserotermiczne panują natomiast prawie na całym profilu ostańców, z wyjątkiem ich północnych podnóży i ścian, wyraźnie obniżając swe procentowe pokrycie na stromych ścianach skalnych także w ekspozycji południowej, gdzie ustępują miejsca typowym kserofitom. Na wypukłych formach rzeźby terenu zjawisko „muru ekologicznego” najwyraźniej wykształca się na grzbietach i ostańcach o stromych ścianach skalnych, w innych przy-

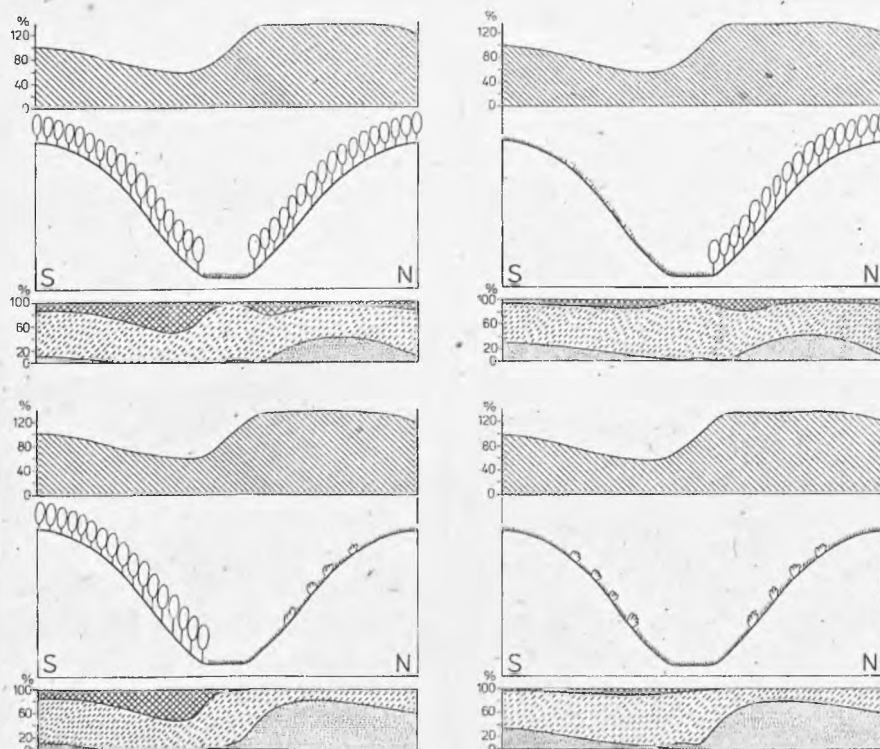
padkach, mimo stosunkowo gwałtownej zmiany warunków nasłonecznienia, jest ono mniej czytelne w porównaniu z dolinami.

b. Ekspozycja zboczy

Obok rzeźby i nachylenia bardzo istotna jest również ekspozycja zboczy. Jeśli przebieg doliny, czy grzbietu skalnego, jest prostopadły (W—E) do głównego kierunku padania promieni słonecznych, a profil równoległy (S—N), występują największe różnice mikroklimatyczne i florystyczne (por. ryc. 27, 28). Rozmieszczenie grup gatunków kserotermicznych i oligotermicznych jest najbardziej asymetryczne. W miarę jak dolina czy grzbiet odchylają się coraz bardziej od kierunku przebiegu W—E, różnice mikroklimatyczne i florystyczne stopniowo zmniejszają się. W sytuacji, gdy przebieg omawianych form morfologicznych jest całkowicie zgodny z kierunkiem S—N, a tym samym równoległy do głównego kierunku padania promieni słonecznych (słońce w południe świeci wzdłuż doliny czy grzbietu i jednakowo oświetla oba zbocza), różnice mikroklimatyczne i florystyczne są najślabsze. Rozmieszczenie i koncentracje przeciwstawnych grup ekologicznych gatunków są na profilach prawie zupełnie symetryczne. Należy zaznaczyć, że zróżnicowanie mikroklimatu jest w tym ostatnim przypadku w mniejszym stopniu uwarunkowane przez nasłonecznienie. Uwzględniając nawet niewielkie symetryczne ocienienie przez skały, wartości nasłonecznienia względnego są bardzo wyrównane wzdłuż całego profilu, zwłaszcza w okresie wegetacyjnym, kiedy słońce wędruje wysoko nad horyzontem. Większą rolę odgrywa zróżnicowanie zbiorowisk roślinnych, a w dolinach — także inwersje temperatury.

c. Zróżnicowanie zbiorowisk roślinnych

Występowanie zbiorowisk o różnej strukturze jest istotnym czynnikiem modyfikującym mikroklimat w przyziemnej warstwie roślinności. Na analizowanych schematach, przedstawionych na rycinach 27 i 28, przyjęto (z wyjątkiem jednego przypadku) całkowicie symetryczne rozmieszczenie głównych typów zbiorowisk roślinnych: lasów zarośli i muraw. Asymetryczny układ zbiorowisk pociąga za sobą istotne zmiany w koncentracji omawianych grup gatunków (ryc. 29). Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że (przy tych samych ekspozycjach i nachyleniach zboczy) w obrębie lasów i zwartych zarośli znacznie zwiększa się procentowy udział oligotermicznych gatunków górskich, natomiast w obrębie muraw i rzadkich zarośli silnie wzrasta koncentracja roślin kserotermicznych i ciepłolubnych. Prawdliwość ta odnosi się przede wszystkim do terenu badań, w okolicach bowiem Ojcowa i na



Ryc. 29. Schematy rozmieszczenia oligotermicznych gatunków górskich oraz roślin kserotermicznych i ciepłolubnych na profilach przez dolinę w zależności od zróżnicowania struktury zbiorowisk roślinnych. Oznaczenia jak na ryc. 27

Fig. 29. Patterns of distribution of oligothermal montane species and xerothermal and thermophilous plants in the profiles of the valley depending on the differentiation of the structure of plant communities. Symbols as in fig. 27

Wyżynie Krakowskiej główny trzon flory kserotermicznej stanowią gatunki muraw i ciepłych zarosli, oligotermicznej zaś flory górskiej — lesne rośliny regla. Asymetryczne występowanie zbiorowisk roślinnych może spowodować wyraźny wzrost różnic florystycznych lub ich znaczne złagodzenie. Jeśli na profilu o kierunku S—N przez dolinę lub masyw skalny zbocza eksponowane na północ są porośnięte lasami, a zbocza o wystawie południowej — odlesione, obserwujemy największe możliwe różnice w koncentracji gatunków kserotermicznych i oligotermicznych. Odwrotne rozmieszczenie zbiorowisk prowadzi do znacznego złagodzenia tych różnic.

VI. Uwagi końcowe

Przedstawione w niniejszej pracy wyniki badań przeprowadzonych w OPN są zasadniczo zgodne z dotychczasowymi poglądami na temat zależności między występowaniem roślin górskich oraz kserotermicznych a zróżnicowaniem mikroklimatu na omawianym terenie (Jelenkin 1901, Szymkiewicz 1923, Medwecka-Kornaś 1952, Gotkiewicz, Szafer i in. 1956, Medwecka-Kornaś, Kornaś 1963, Klein, Niedźwiedź, Szt Tyler 1966, Klein 1967, 1974, 1977, Michalik 1973, 1974b, 1977, 1978b, 1979). Wnoszą one równocześnie wiele nowych informacji, zwłaszcza ujęć ilościowych opartych na obiektywnych metodach obserwacji i obliczeń, oraz przedstawiają zagadnienie w sposób bardziej całościowy.

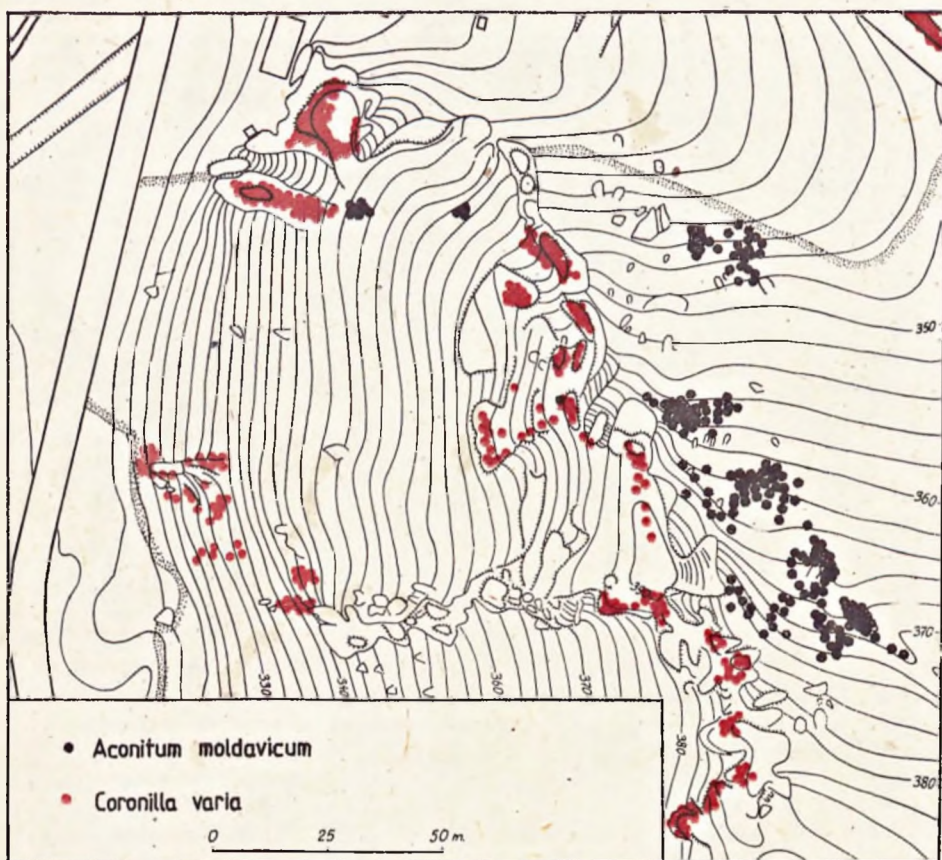
Podobne jak w OPN zależności między występowaniem oligotermicznych gatunków górskich a kształtowaniem się wybranych elementów mikroklimatu stwierdzili Markowski i Chojnacki (1978) w dolinie rzeki Raduni.

Rozmieszczenie flory kserotermicznej oraz górskiej w krasowym krajobrazie OPN jest wynikiem niezwykle skomplikowanego układu różnorodnych czynników siedliskowych. Prezentowane w niniejszej pracy zależności i prawidłowości sformułowane zostały w oparciu o analizę wybranych tylko czynników i dostępnych materiałów. Nie upoważniają więc do wyciągania zbyt ścisłych wniosków. Tym niemniej nawet przybliżone wartości i oceny opisanych zjawisk stwarzają dobre podstawy dla czynnej ochrony omawianych grup gatunków.

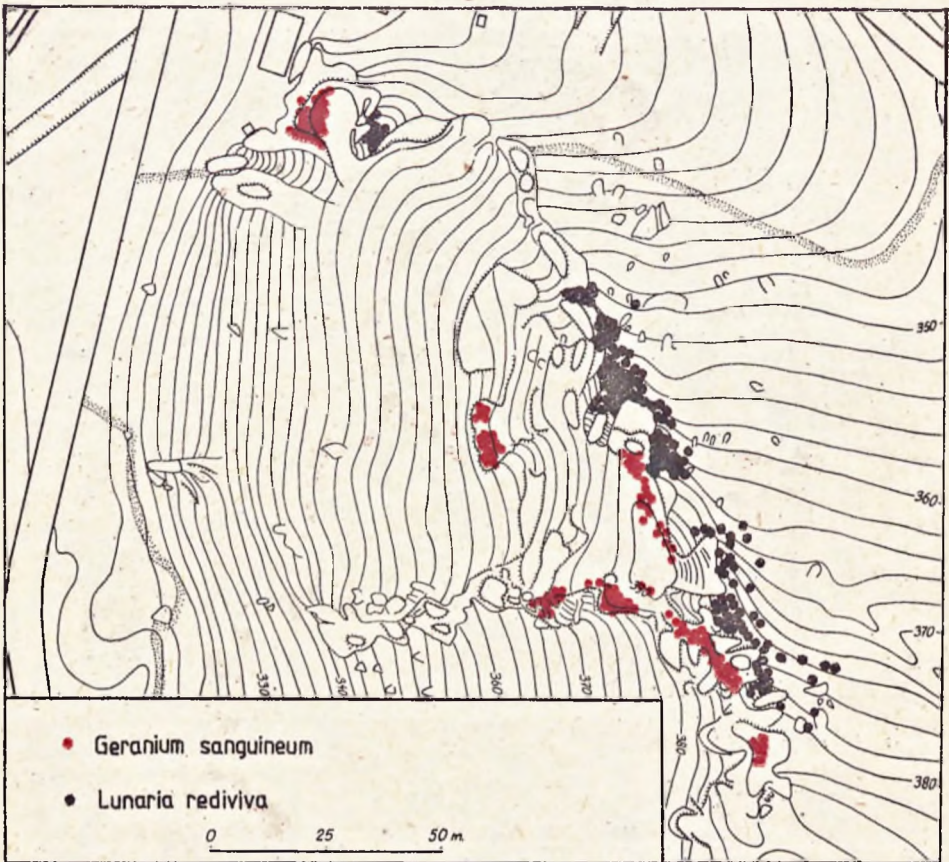
VII. Rozmieszczenie wybranych gatunków kserotermicznych i górskich w obrębie kompleksu skalnego „Czyżówki”

Na mapkach (ryc. 30—43) przedstawiono, metodą punktową, stanowiska 24 gatunków (8 górskich, 16 kserotermicznych i ciepłolubnych), które bardzo dobrze odzwierciedlają różnice w rozmieszczeniu przestrzennym obu omawianych grup:

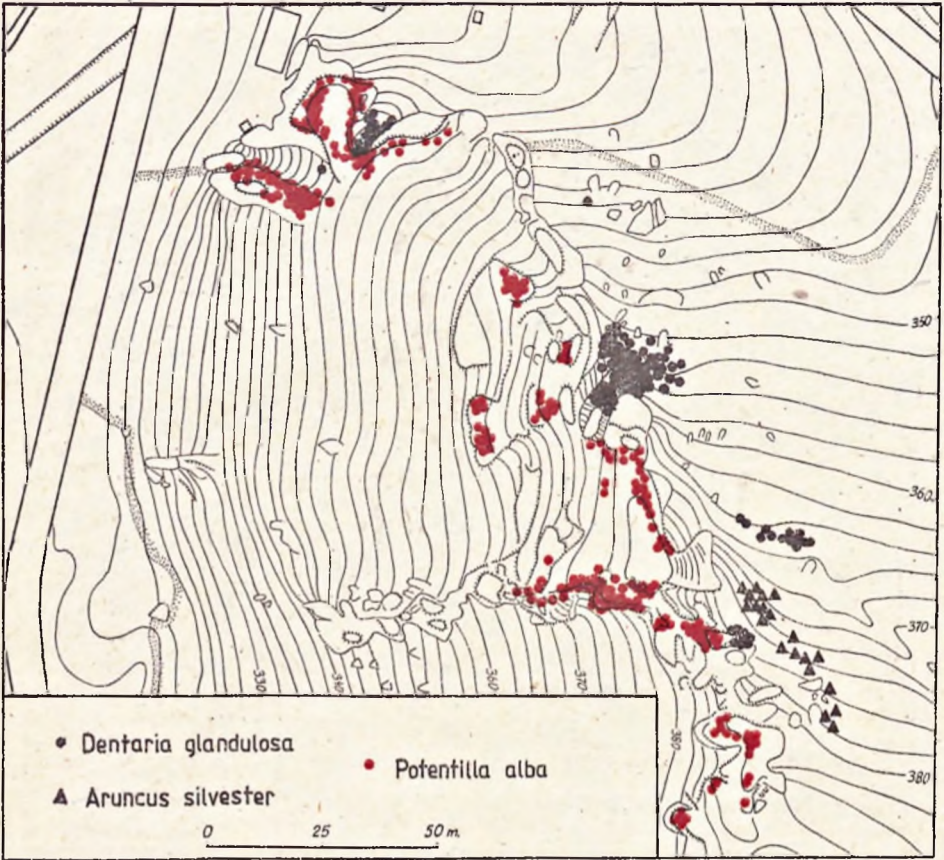
<i>Aconitum moldavicum</i>	ryc. 30	<i>Inula salicina</i>	ryc. 34
<i>Aruncus silvester</i>	32	<i>Laserpitium latifolium</i>	39
<i>Asperula tinctoria</i>	40	<i>Lunaria rediviva</i>	31
<i>Asplenium viride</i>	33	<i>Melittis melissophyllum</i>	33
<i>Betonica officinalis</i>	43	<i>Peucedanum cervaria</i>	36
<i>Brachypodium pinnatum</i>	41	<i>Potentilla alba</i>	32
<i>Bupleurum longifolium</i>	33	<i>Pulmonaria mollissima</i>	41
<i>Coronilla varia</i>	30	<i>Scabiosa ochroleuca</i>	42
<i>Dentaria glandulosa</i>	32	<i>Thymus praecox</i>	38
<i>Dryopteris robertiana</i>	34	<i>Trifolium rubens</i>	42
<i>Euphorbia angulata</i>	40	<i>Valeriana tripteris</i>	35
<i>Geranium sanguineum</i>	31	<i>Vincetoxicum officinale</i>	37



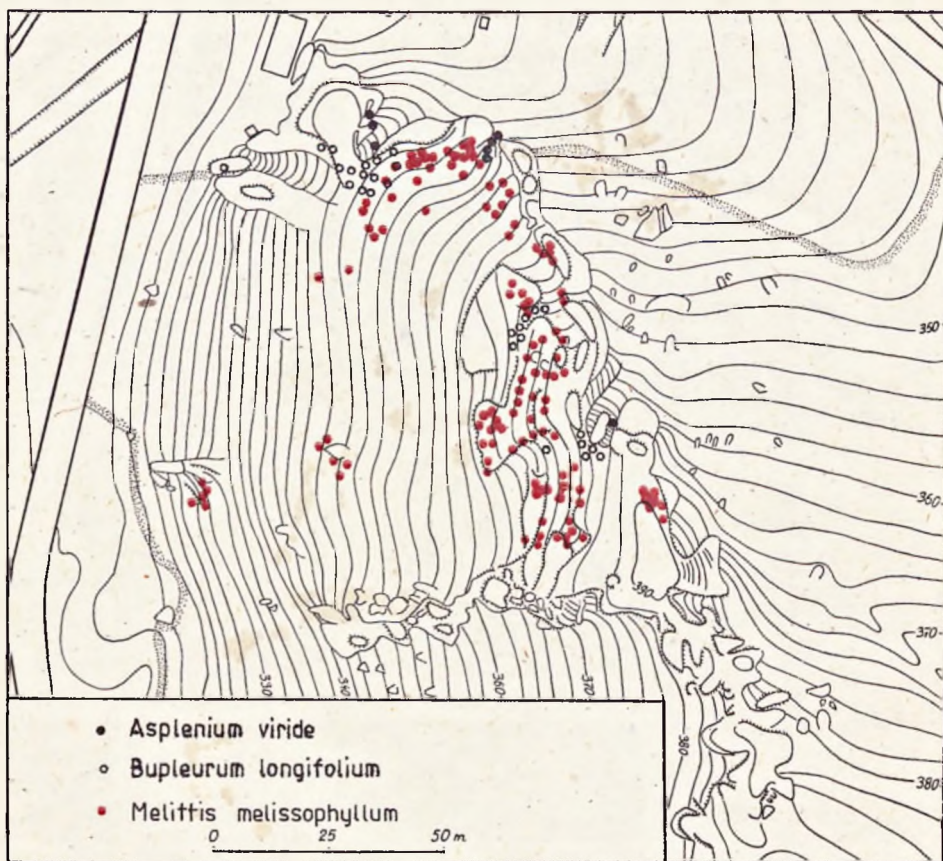
Ryc. (Fig.) 30



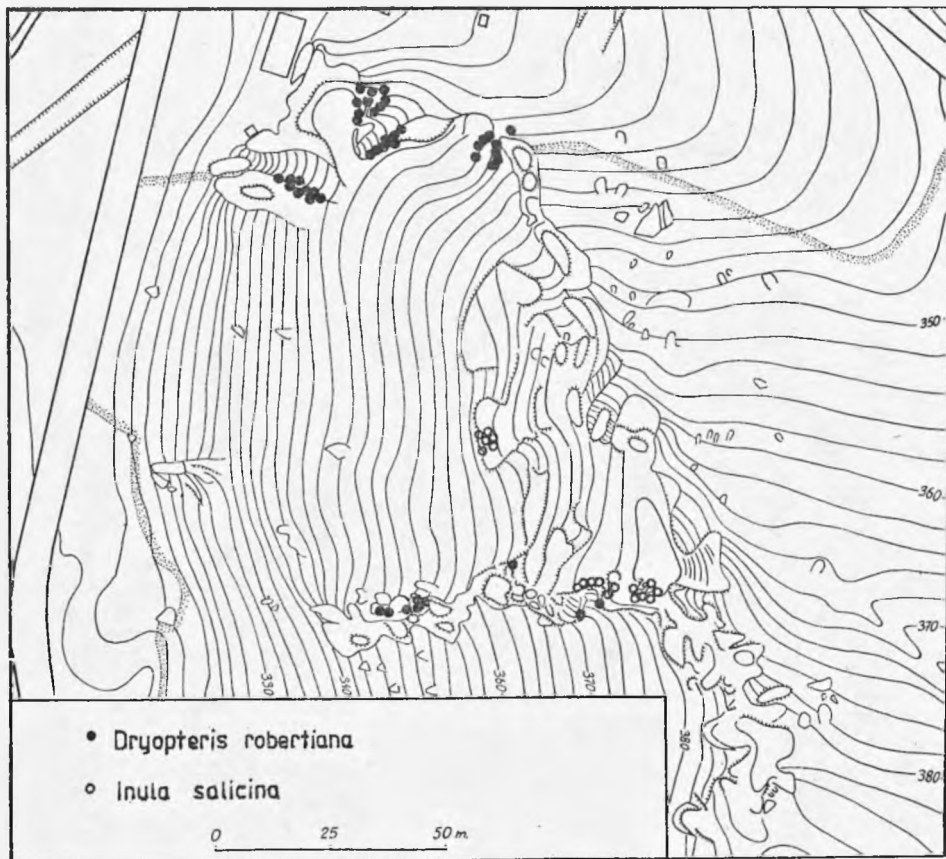
Ryc. (Fig.) 31



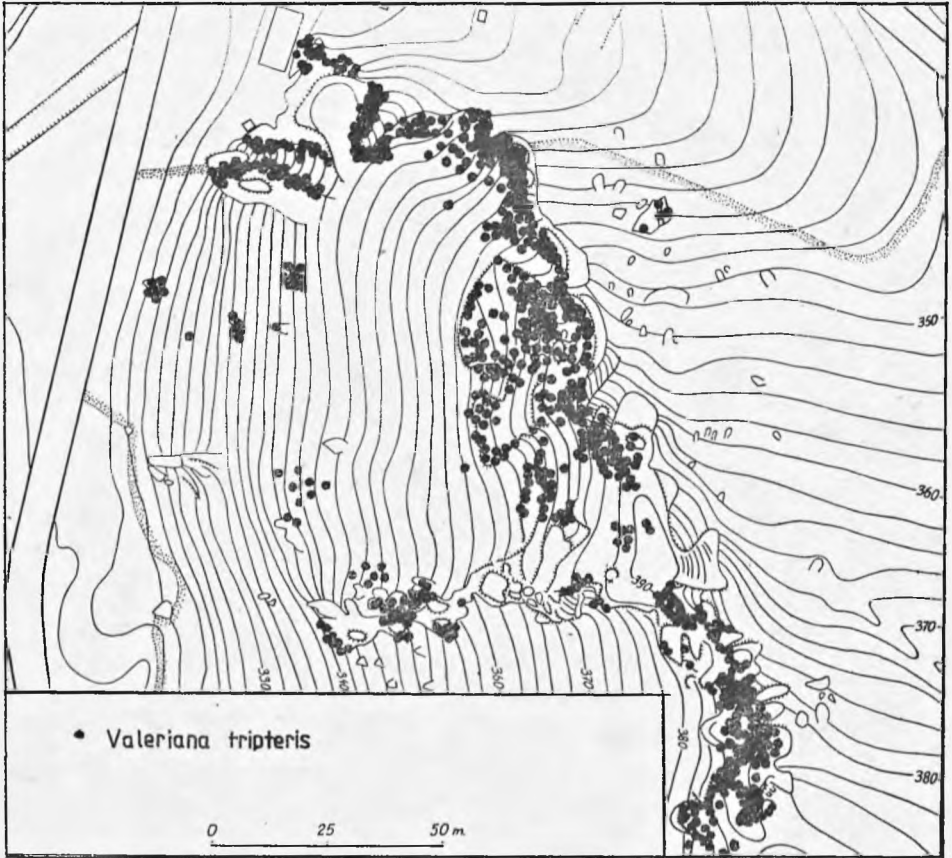
Ryc. (Fig.) 32



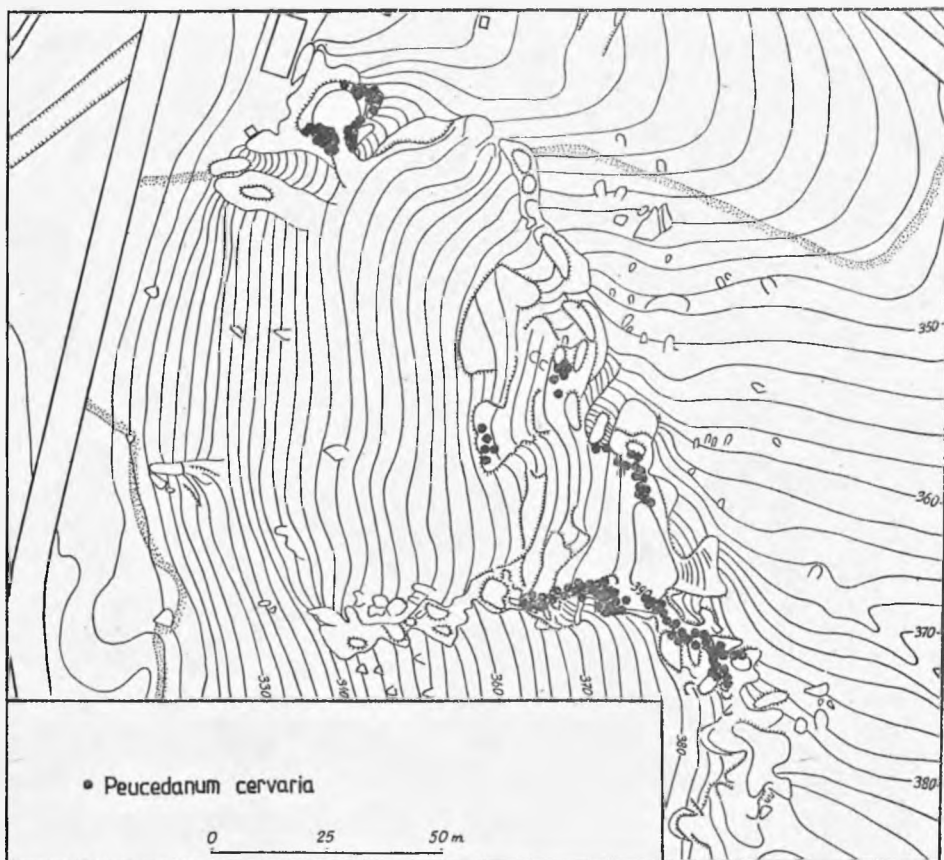
Ryc. (Fig.) 33



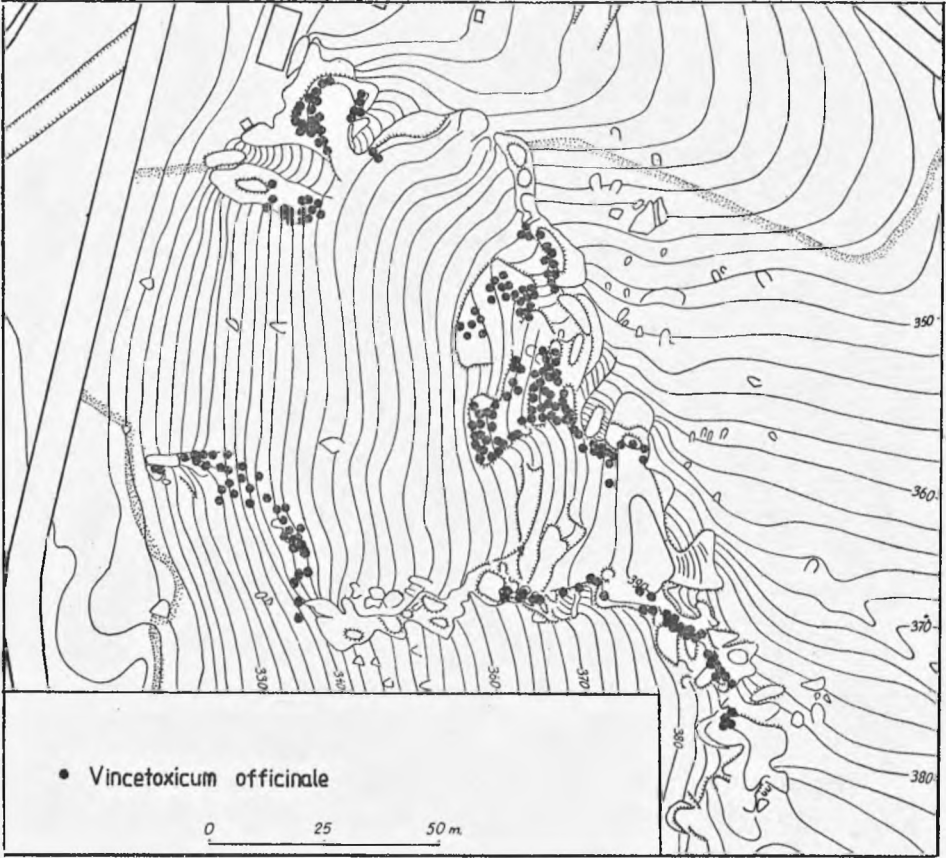
Ryc. (Fig.) 34



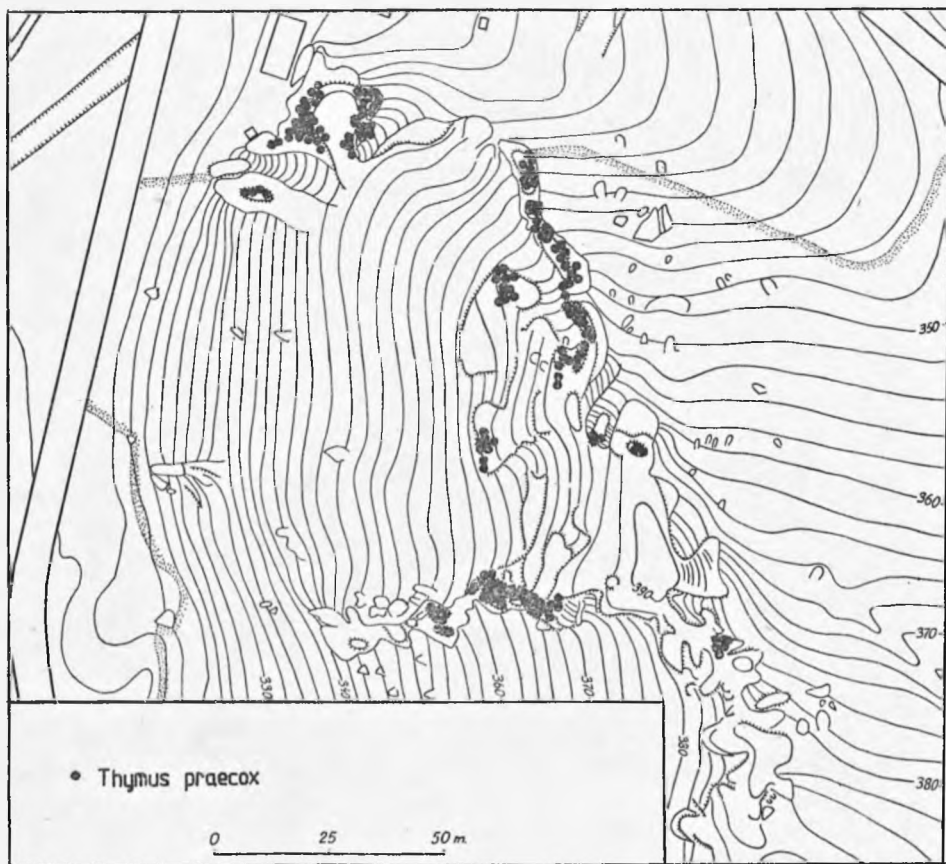
Ryc. (Fig.) 35



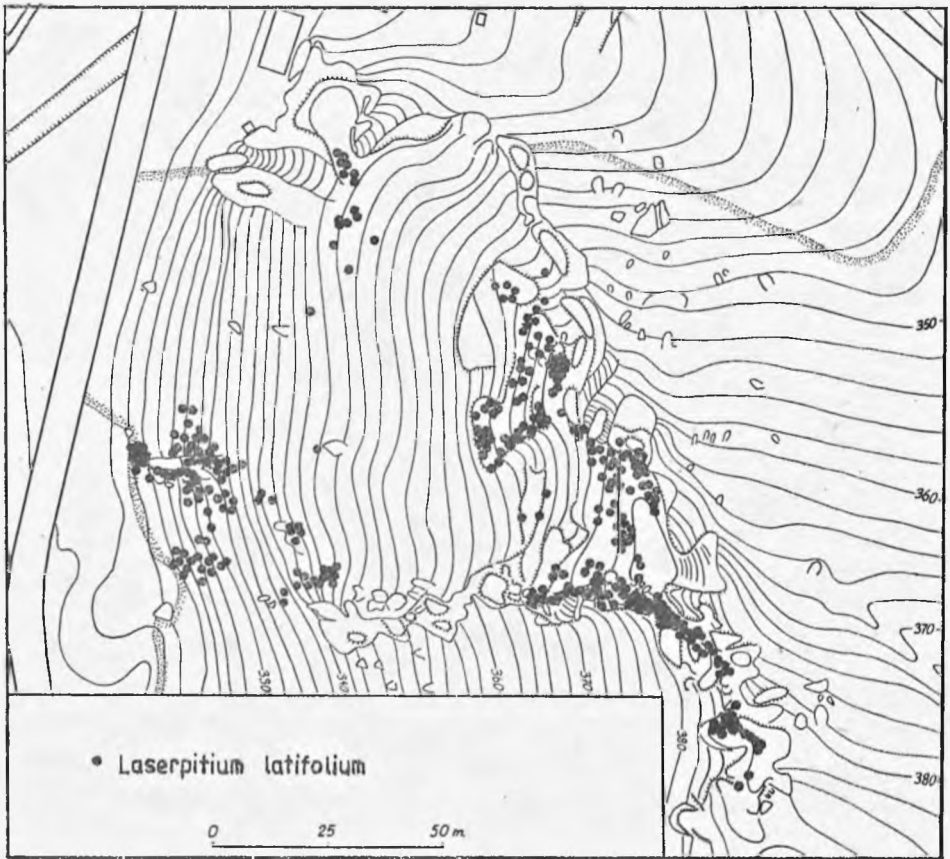
Ryc. (Fig.) 36



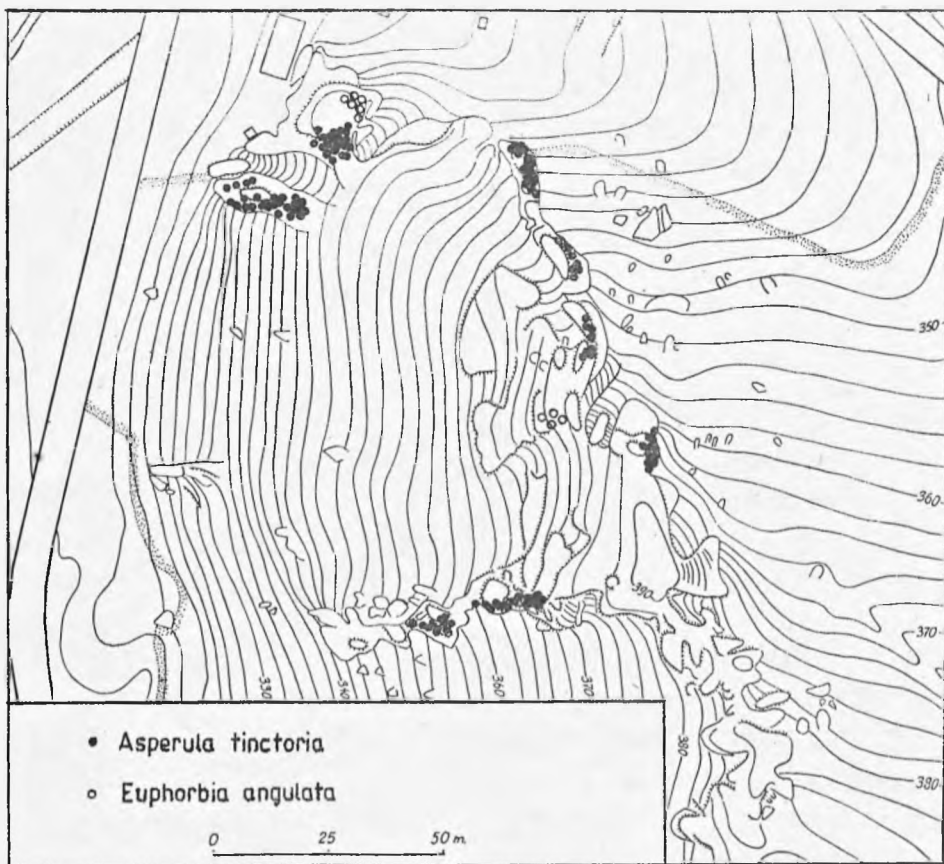
Ryc. (Fig.) 37



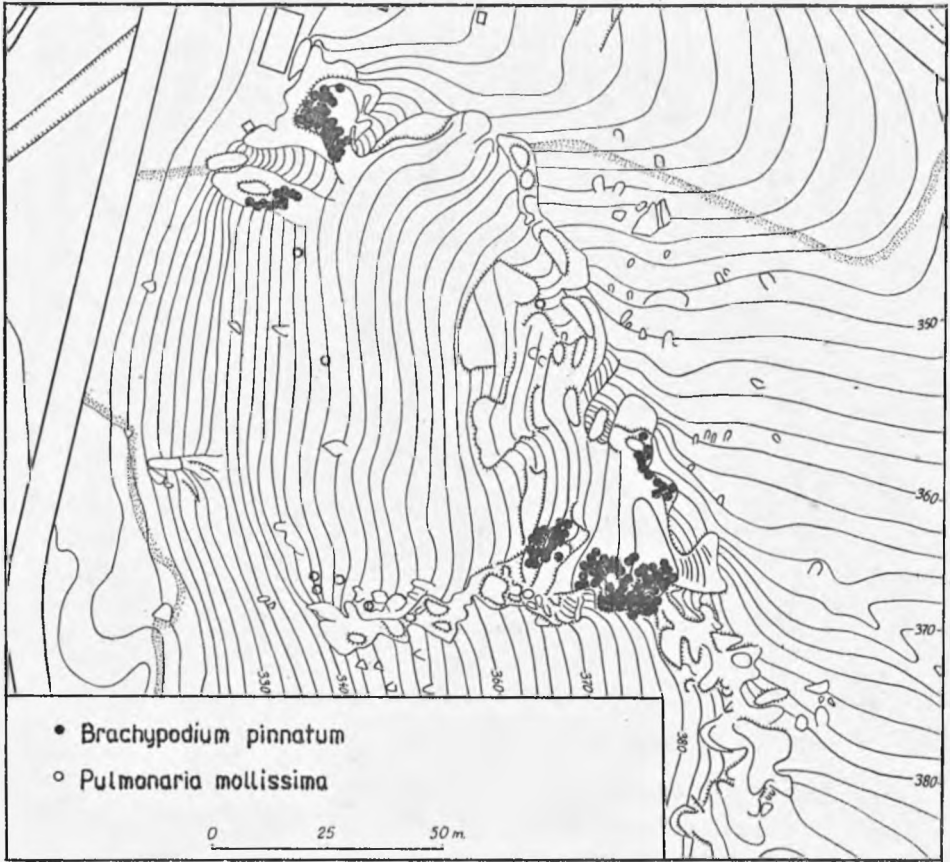
Ryc. (Fig.) 38



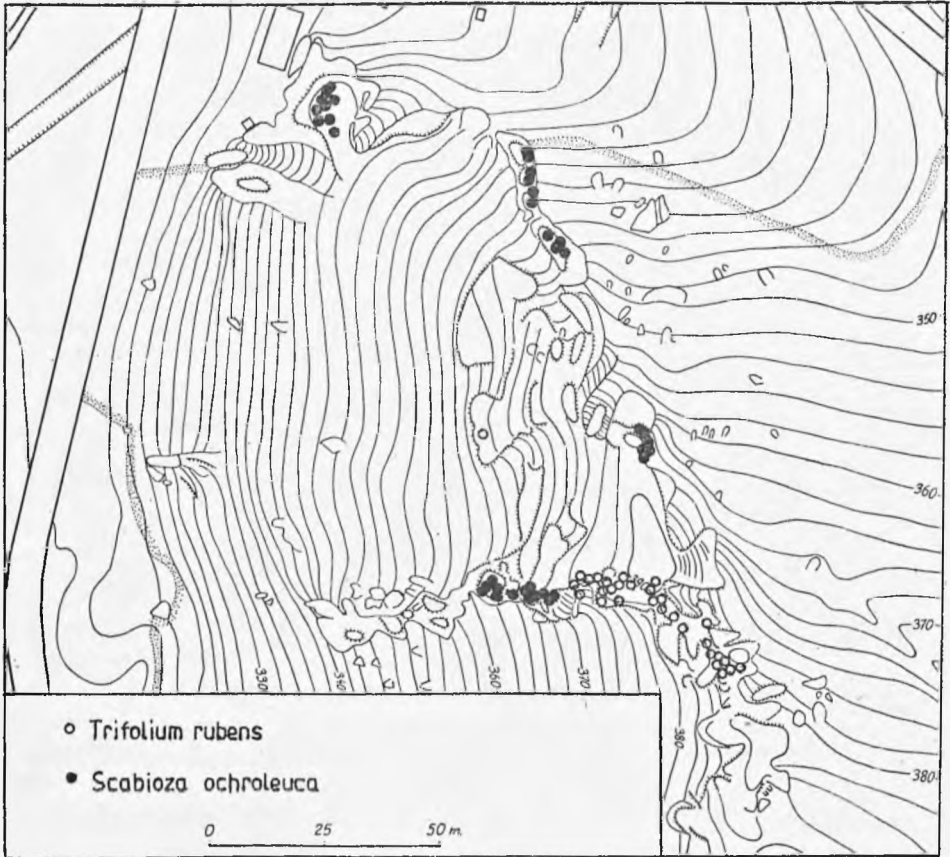
Ryc. (Fig.) 39



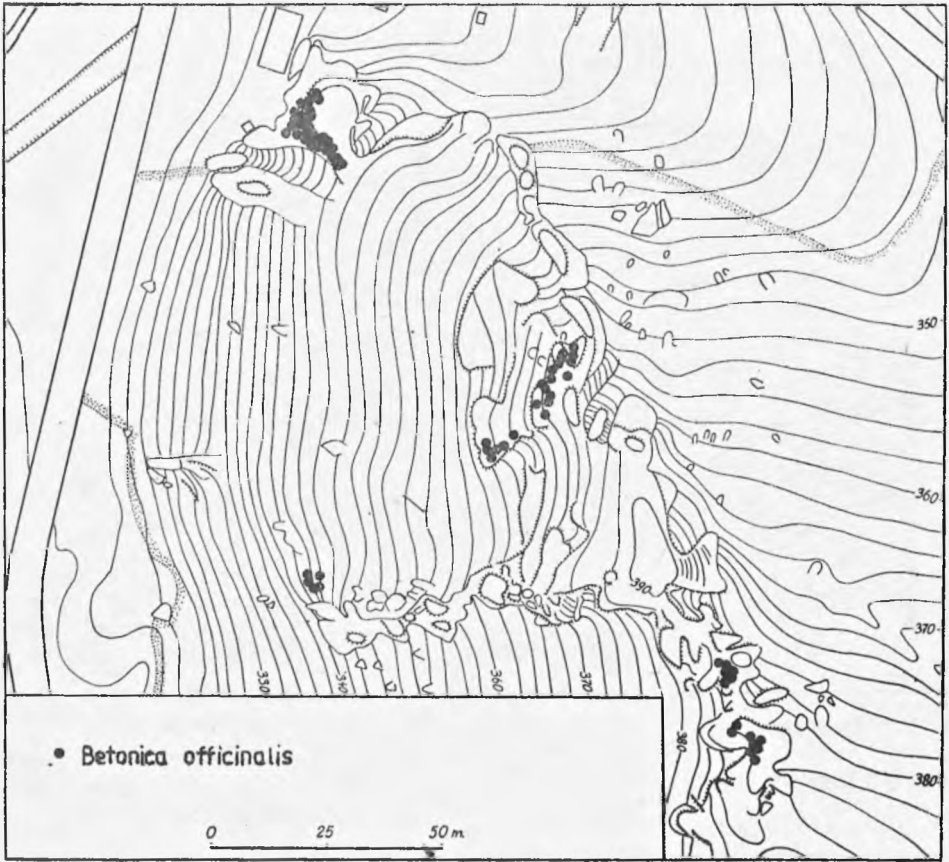
Ryc. (Fig.) 40



Ryc. (Fig.) 41



Ryc. (Fig.) 42



Ryc. (Fig.) 43

Piśmiennictwo

Alexandrowicz Z., Alexandrowicz S. 1977. Zarys budowy geologicznej. W: Przyroda Ojcowskiego Parku Narodowego. *Studia Naturae B*, **28**: 33—49.

Alexandrowicz S. W., Wilk Z. 1962. Budowa geologiczna i źródła doliny Prądnika w Ojcowskim Parku Narodowym (Geologic structure and springs of the Prądnik River Valley in the Ojców National Park). *Ochr. Przyr.* **28**: 187—210

Drzał M. 1954. Morfologia dorzecza Prądnika (materiały do dokumentacji form przyrody nieożywionej) (Morphology of the Prądnik River Basin — materials for the documentation of the form of inanimate nature). *Ochr. Przyr.* **22**: 42—66.

Gotkiewicz M., Szafer W. i in. 1956. Ojcowski Park Narodowy. Zakład Ochrony Przyrody PAN. Wydawn. popularnonauk. **12**.

Greszta J., Bitka R. 1977. Gleby. W: Przyroda Ojcowskiego Parku Narodowego. *Studia Naturae B*, **28**: 81—89.

Jelenkin A. 1901. Flora Ojcovskoj Doliny (Tipis Varšavskogo Učebnogo Okruga). Warszawa.

Klein J. 1967. Powiązanie między pokrywą śnieżną a zbiorowiskami roślinnymi w Ojcowskim Parku Narodowym (Correlation between the snow cover and plant communities in the Ojców National Park). *Fragm. flor. et geobot.* **13**, 1: 77—100.

Klein J. 1974. Mezo- i mikroklimat Ojcowskiego Parku Narodowego (Meso- and microclimate of the Ojców National Park). *Studia Naturae A*, **8**: 1—105.

Klein J. 1977. Klimat. W: Przyroda Ojcowskiego Parku Narodowego. *Studia Naturae B*, **28**: 91—119.

Klein J., Michalik S. Rkps. Zależność między mikroklimatem a szatą roślinną kompleksu skalnego „Czyżówki” w Ojcowskim Parku Narodowym.

Klein J., Niedźwiedz T., Sztylek A. 1966. Badania mikroklimatu w Ojcowskim Parku Narodowym (Microclimatic investigations in the Ojców National Park). *Ochr. Przyr.* **31**: 189—201.

Małecki J. 1977. Morfologia i hydrografia. W: Przyroda Ojcowskiego Parku Narodowego. *Studia Naturae B*, **28**: 63—80.

Markowski R., Chojnacki W. 1978. Some selected features of the microclimate in places where the montane species occur. Wydawn. Uniw. im. A. Mickiewicza w Poznaniu. Ser. *Biologia*, **11**: 139—140.

Medwecka-Kornaś A. 1952. Zespoły leśne Jury Krakowskiej (Les associations forestières du Jura Cracovien). *Ochr. Przyr.* **20**: 133—236.

Medwecka-Kornaś A. 1977. Zespoły roślinne. W: Przyroda Ojcowskiego Parku Narodowego. *Studia Naturae B*, **28**: 199—235.

Medwecka-Kornaś A., Kornaś J. 1963. Mapa zbiorowisk roślinnych Ojcowskiego Parku Narodowego (Vegetation map of the Ojców National Park). *Ochr. Przyr.* **29**: 17—87.

Michalik S. 1972. Ciepłolubne lasy bukowe na Wyżynie Krakowsko-Częstochowskiej (Thermophilous beech forest *Carici-Fagetum* Moor 1952 emend. Hartmann, Jahn 1967, in the Cracow—Częstochowa Upland). *Fragm. flor. et geobot.* **18**, 2: 215—224.

Michalik S. 1973. Wycieczka do Ojcowskiego Parku Narodowego. W: Przewodnik wycieczkowy XLI zjazdu PTB. 23—30. Kraków.

Michalik S. 1974a. Antropogeniczne przemiany szaty roślinnej Ojcowskiego Parku Narodowego od początków XIX wieku do 1960 roku (The changes induced by man in the vegetation of the Ojców National Park since the beginning of XIX-th century to 1960). *Ochr. Przyr.* **39**: 65—154.

Michalik S. 1974b. Wyżyna Krakowsko-Wieluńska. Wiedza Powsz. Warszawa.

Michalik S. 1977. Rośliny naczyniowe. W: Przyroda Ojcowskiego Parku Narodowego. *Studia Naturae B*, 28: 121—150.

Michalik S. 1978a. Rośliny naczyniowe Ojcowskiego Parku Narodowego (Vascular plants of the Ojców National Park). *Studia Naturae A*, 16: 1—171.

Michalik S. 1978b. Spatial distribution of plant cover in the Ojców National Park according to habitat conditions. Wydawn. Uniw. im. A. Mickiewicza w Poznaniu, Ser. *Biologia*, 11: 324—326.

Michalik S. 1979. Charakterystyka ekologiczna kserotermicznej i górskiej flory naczyniowej Ojcowskiego Parku Narodowego (Ecological characterization of xerothermal and montane vascular flora of the Ojców National Park). *Studia Naturae A*, 19: 1—95.

Michalik S., Partyka J. Rkps. Zależność między zanikaniem pokrywy śnieżnej a zakwitaniem przylaszczki (*Hepatica nobilis*) w obrębie kompleksu skalnego „Czyżówki” w Ojcowskim Parku Narodowym.

Strużka V. 1959. Metody badań bioklimatycznych (Metody bioklimatycznych pruzkumu). *Przeł. zagr. lit. geogr.*, Zagadnienia klimatologii, 3: 170—195.

Szafer W. 1928. Guide for the excursion to the Valley of the River Prądnik (Biały Kościół — Ojców — Pieskowa Skała — Olkusz). V IPE 1928. Guide des Excursions en Pologne, 10: 1—25.

Szymkiewicz D. 1923. Etudes climatologiques. III Sur le climat local de la Vallée d'Ojców. *Acta Soc. Bot. Pol.* 1, 4: 244—262.

Woycicki Z. 1913. Obrazy roślinności Królestwa Polskiego. Vegetationsbilder aus dem Koenigreichen Polen. IV, V, Roślinność Ojcowa. Warszawa.

SUMMARY

I. Aim of investigations

Since 1965 the author has carried on investigations on the xerothermal and montane flora of vascular plants growing in the Ojców National Park. The first part of the results obtained, including an ecological characterization of these groups of plants, and the maps of the localities of 73 chosen species, was published earlier (Michalik 1979). The present paper is concerned with the spatial distribution of xerothermal and thermophilous plants, as well as of the oligothermal montane plant species, depending on the differentiation of some chosen elements of the microclimate.

II. Area investigated

The investigations were carried out in an area covering about 25 square kilometres including the whole Ojców National Park and its close vicinity (cf. fig. 4). That territory built of Upper Jurassic limestones (Alexandrowicz and Wilk 1962) is distinguished by a greatly developed karst relief (figs. 1—3), a highly variegated plant cover (Medwecka-Kornaś and Kornaś 1963, Michalik 1974a, 1978a), and an exceptionally varied microclimate (Klein 1974).

III. Scope and method of investigations

The author carried out a detailed analysis of 229 xerothermal and thermophilous, and 43 oligothermal montane plant species (Michalik 1979, tables IV and VI), which occur in the area investigated. The maps of concentration and area of occurrence of

the xerothermal and montane plants in the whole territory studied were elaborated on the basis of detailed maps of distribution of all the species discussed; they were performed in the 1:25 000 scale (cf. Michalik 1979, figs. 13—43).

To get a more precise picture of the problem discussed, the author elaborated maps of distribution of the plant species growing in a small but representative section of the territory; they were scaled 1:1000 (cf. figs. 30—43). He also carried out detailed mapping of numerical concentration and percentage of coverage (in the layer of herbs) of the two groups of species discussed in the profiles of the valley and of the rocky ridge (cf. figs. 15 and 20).

IV. General characterization of the distribution of species in the whole territory investigated

The distribution of montane and xerothermal plants in the Ojców National Park depends on very many elements of the microclimate. This dependence appears most clearly in the case of relative insolation (Michalik 1972, 1979). The differentiation of insolation, which shows a close connection with the relief, conditions the regime of temperature and humidity, and exercises an essential influence on the duration of the snow cover persistence (Klein 1967, 1974). Thus, relative insolation has the character of a complex and very objective exponent of the microclimatic relations prevailing in the particular habitats.

The concentration of xerothermal and thermophilous species shows a pronounced positive correlation with relative insolation (cf. figs. 4—6). The greatest concentration of these species occurs only in the territories showing the highest values of insolation. Among the xerothermal plants, a number of subgroups have been distinguished, which differ in the degree to which they are xerothermal (Michalik 1979); their areal distribution and concentration vary (figs. 7—12).

In the case of oligothermal montane species a pronounced negative correlation was established between their concentration and relative insolation (cf. figs. 5, 13 and 14).

V. Detailed analysis of the distribution of species in various morphological forms of the territory

In the territory investigated the main relief forms are those of valleys and gorges, hills, massives and rocky ridges. Among these forms there occur considerable microclimatic contrasts deciding upon pronounced differences in the distribution of the groups of species discussed. The third type of relief prevalent in the Ojców National Park is that of flat top surface. As regards the differentiation of the microclimate and flora, they are homogenous and not too interesting; for that reason they have not been subjected to a detailed analysis.

1. Distribution of the species growing in the valley. This problem is represented on a S—N profile of the Saspowska Valley (fig. 15). The great differentiation of the microclimate decides here upon the classic distribution of the groups of species discussed. On the other hand, the plant cover, which has been preserved in its natural state, warrants that the results obtained provide a picture of that phenomenon not disturbed by man. The edaphic relationships being very similar on the two slopes of the valley, they have no greater bearing for the differentiation of plant distribution, which mainly is under the influence of microclimatic factors.

Oligothermal montane species occur above all on the north-facing slope, and attain the greatest concentration in the lower part of the slope, at the foot of the rocky ridge, where the microclimate is particularly cool and humid. They also are encountered fairly frequently at the shaded bottom of the valley, and in the bottom part of

the south-facing slope, where a stronger insolation and higher temperatures are mitigated by frequent thermal inversions and persistent fogs.

Xerothermal and thermophilous plants occur mainly on the south-facing slope and attain the greatest concentration in its central and lower part, where the microclimate is the warmest and driest. On the north-facing slope they appear in few specimens in its upper part.

If the groups of plants discussed are compared with respect to their numerical concentrations, we notice an absolute prevalence of xerothermal species, which are much more numerous in the area investigated than the oligothermal montane species. A still more convincing picture is obtained from the percentage of these two groups of species occurring in the layer of herbs. In places where the microclimate is the coolest, the oligothermal montane species form about 90% of the cover. The share of xerothermal and thermophilous plants growing in the warmest places attains about 93%. Thus, the differences are small. Instead, greater disparities are observed in the width of the zone of an absolute dominance of the discussed groups of species in the profile of the valley (fig. 15).

2. Distribution of the species in the rocky ridge. That problem was studied on the "Czyżówki" rocky ridge, which is very representative for the territory of the Ojców National Park and distinguished by a high differentiation of its microclimate and flora. The spatial distribution of the main types of the habitat (forests, thickets, grasslands) is of wholly natural character on that ridge.

The distribution and numerical concentration of the two groups of species discussed (figs. 16 and 17) show a great dependence on relative insolation (figs. 18 and 19) and other microclimatic elements. That problem was subjected to a detailed analysis of the profile of the rocky ridge (fig. 20). The oligothermal montane plants attain their greatest concentration at the foot of the rocky ridge on its north-eastern side, where there prevails a particularly cool and shady microclimate. Xerothermal plants are concentrated above all in the upper part of the south-western slopes of the ridge, which are most strongly insolated and distinguished by the highest temperatures and greatest humidity deficit.

3. Interrelationships between the regime of some selected elements of climate and the distribution of plant species. The assessment of the influence of the microclimate upon the distribution of the montane and xerothermal flora was represented by means of the correlation between the regime of some microclimatic elements and the percentage of the groups discussed in the layer of herbs. The correlation was calculated for the relative insolation (fig. 21a), disappearance of the snow cover (fig. 21b), maximum day-and-night temperatures (fig. 21c), day-and-night amplitudes of temperature (fig. 21d), and humidity deficit (fig. 21e).

In the cases of both the montane and the xerothermal plants there may be noticed a greater dispersion of the values obtained by measurements and concerning the low percentages of cover. This is probably connected with the occurrence of the species distinguished by a wider ecological scale. In the case of a high percentage of cover corresponding to extreme values of various microclimatic elements, the dispersion of measurements becomes lesser and lesser.

In the profile of the rocky ridge, xerothermal plants attain similar percentages of cover at lower values of the microclimatic factor than those in the valley. The values obtained from measurements concerning the rocky ridge lie in the diagrams below the line of the equation of regression (cf. fig. 21 b—e), while those concerning the profile of the valley most often lie above that line. This phenomenon results from the occurrence of maximum values of some microclimatic elements, which are lower in the rocky ridge than in the valley. This finds a pronounced reflection in the composition

of the flora. For example, no highly xerothermal species were established in the profile of the rocky ridge.

The xerothermal and thermophilous species show the greatest positive dependence on humidity deficiency ($r = 0,925$), day-and-night amplitude of temperature ($r = 0,805$) and relative insolation ($r = 0,790$), and a pronounced negative dependence ($r = 0,625$) on the duration of the snow-cover persistence.

In the case of the oligothermal montane species, there was established a close negative dependence ($r = 0,843$) on relative insolation, and a pronounced positive dependence ($r = 0,679$) on the length of the snow-cover persistence.

VI. Spatial and ecological regularities in the distribution of plant species on the background of a differentiated relief and microclimate

In the xerothermal and montane flora here discussed, the particular species or their groups show different scope of tolerance to microclimate. This phenomenon may be studied most conveniently on the example of the distribution of the groups of species with decreasing xerothermal properties represented in the profile of the valley (fig. 22, cf. also fig. 15). The most specialized (stenotypic) character is shown by the highly xerothermal species, the localities of which are encountered only in the very narrow scope of variability of the microclimatic factors here discussed.

We may suppose that the size of the area of occurrence is connected with the scale of ecological tolerance of species. A pronounced positive dependence between these peculiarities was established in the area investigated. Highly xerothermal and highly oligothermal plants occur on a very small part of the territory. The areas of occurrence become more extensive as regards the particular groups with a growing ecological tolerance (Table 1, figs. 23 and 24).

The problem of the extension of the scale of tolerance and of the area of occurrence is connected with the interesting regularity of the division of the territory and its impletion with various groups of species. This phenomenon is induced by the variability of microclimatic conditions. In the case of pronouncedly stenotypic species with a very narrow scale of tolerance in relation to microclimatic conditions, the localities are concentrated on rather small sites. The areas of distribution of these opposing groups of species form only several percent of the territory under investigation, and are pronouncedly divided (fig. 25). The areas of distribution of weakly xerothermal and weakly oligothermal plants with a wide scale of tolerance are very extensive, occupy about 80% of the territory studied, and overlap one another in a considerable part.

In the profiles of the valley and of the mountain ridge (figs. 15 and 20), there are noticed in certain zones more or less violent bends of the curves representing both the concentration of the plant groups discussed, and of the values for various microclimatic factors. The place of that zone, which often is called "the ecological wall" is strictly connected with the morphological form of the territory. In the valleys (concave form) the zone of the "ecological wall" is formed near the valley bottom. Namely, from the upper part of the slope towards the valley bottom there occurs a gradual increase of microclimatic differences, which in a considerable degree is linked up with the inversion of temperatures (Klein 1974). This is seen particularly clearly in the profile of the narrow and deep Sąspowska Valley (fig. 15). On mountain ridges (convex form), the zone of the "ecological wall" is formed in the top part, and is pronounced especially if slumps and rocky walls occur. Here, the differentiation of the microclimate is conditioned above all by the differences in insolation, and it increases from the foot to the top of the range. The profile of the "Czyżówki" ridge, which was subjected to a detailed analysis, is distinguished by asymmetric slopes (fig. 20). Extreme values of microclimatic factors, as well as the maximal and minimal

concentrations of opposing groups of plants species, occur in the top parts of the range facing SW and at the foot of the rocky wall facing NE. On the rocky wall and in its vicinity we observe a violent bend of the curves which illustrate the regimes of different elements. It is here that the zone of the "ecological wall" is formed; it is much narrower than in the Sąspowska Valley. This phenomenon can also be represented very clearly in a cartographic form (fig. 26).

The interdependencies established in the profiles of the valley and of the mountain range, as well as the numerous observations and results of cartographic investigations in the Ojców National Park and adjacent territories, enable a representation of the schematic models of the distribution and concentration of xerothermal and oligothermal montane plants occurring in various morphological forms. These regularities are represented in the schematic profiles of valleys, ridges and rocky ridges, most of which have symmetric slopes (figs. 27—29). This allows us to assume an almost total symmetry of the variability of the main edaphic conditions (except soil humidity), and to reduce to a minimum their influence on the floristic differences occurring on the opposing slopes. In his schematic profiles the author considered above all three elements: 1) inclination and morphology of slopes, 2) exposure of slopes, and 3) differentiation of plant communities. On the two former elements there depends the amount of relative insolation, which forms a very good index of microclimatic relationships. On the other hand, the differentiation of plant communities pronouncedly modifies the microclimate in the above-ground plant layer, in which the species of the two groups under consideration concentrate.

The concentration of montane and xerothermal species grows as the inclination of slopes increases (fig. 27). The occurrence of rocks on slope makes that floristic and microclimatological differences become greater.

Besides the relief and inclination it is the exposure of the slopes which is essential. When the course of the valley or of the rocky ridge is perpendicular (W-E) to the main direction of the incidence of solar rays, and the profile is parallel (S-N) there occur the greatest microclimatic and floristic differences (figs. 27 and 28).

The differentiation of the distribution of the main types of plant communities (forests, thickets, grasslands) influences in an essential way the concentration of the groups of species discussed. It was established that in forests and dense thickets the exposure and inclination being the same, the percentage of oligothermal montane species increases considerably, while on grasslands and in thin thickets the concentration of xerothermal plants grows. This regularity concerns — above all — the territory investigated. The montane plants encountered there are mostly sylvan species, while the xerothermal plants are mostly typical of grasslands and thickets. An asymmetrical occurrence of plant communities may cause a great increase of floristic differences or their considerable mildening (fig. 29). If in the profile the slopes exposed northwards are overgrown with forests, and the slopes exposed to the south have been deforested, we observe the greatest differences in the concentration of xerothermal and oligothermal montane species. A reverse distribution of plant communities leads to a great mildening of these differences.

PAŃSTWOWE WYDAWNICTWO NAUKOWE
Oddział w Krakowie

Wyd. I. Nakład 300÷90 egz. Ark. wyd. 7,75. Ark.
druk. 4^{1/2}/₁₆ + 3 wkl. Papier druk. sat. kl. III 71 g.
Oddano do składania w październiku 1982 r. Pod-
pisano do druku we wrześniu 1983 r. Druk ukoń-
czono w październiku 1983 r.

Zam. nr 569-K-83. T-8-1084 Cena zł 100,—

CIESZYŃSKA DRUKARNIA WYDAWNICZA

II 334/02

Cena zł 100,—



ISBN 83-01-05331-3
ISSN 0081-6760