3-303 C

ZAKŁAD OCHRONY PRZYRODY
POLSKIEJ AKADEMII NAUK

BIBLIOTEKA

MAŁGORZATA KOTAŃSKA

MORFOLOGIA I BIOMASA PODZIEMNYCH ORGANÓW ROŚLIN W ZBIOROWISKACH ŁĄKOWYCH OJCOWSKIEGO PARKU NARODOWEGO

MORPHOLOGY AND BIOMASS OF THE UNDERGROUND ORGANS OF PLANTS IN GRASSLAND COMMUNITIES OF THE OJCÓW NATIONAL PARK

Kraków 1970

MORFOLOGIA I BIOMASA PODZIEMNYCH ORGANÓW ROŚLIN

http://rcin.org.pl

http://rcin.org.pl

MAŁGORZATA KOTAŃSKA

BIBLIOTEKA
S-303

MORFOLOGIA I BIOMASA PODZIEMNYCH ORGANÓW ROŚLIN W ZBIOROWISKACH ŁĄKOWYCH OJCOWSKIEGO PARKU NARODOWEGO

POLSKA AKADEMIA NAUK
ZAKŁAD OCHRONY PRZYRODY
wpisano do inwentarza
Dział X Część C poz. S-303

http://rcin.org.pl

ZAKŁAD OCHRONY PRZYRODY
POLSKIEJ AKADEMII NAUK

STUDIA NATURAE
SERIA A — WYDAWNICTWA NAUKOWE

KOMITET REDAKCYJNY
Jerzy Fabijanowski, Jan Kornaś, Kazimierz Kowalski

Nr 4

http://rcin.org.pl

303 C

ZAKŁAD OCHRONY PRZYRODY
POLSKIEJ AKADEMII NAUK

PAN Kraków
Inst. Geogr. Górnictwa PAN BIBLIOTEKA w Krakowie

MAŁGORZATA KOTAŃSKA

MORFOLOGIA I BIOMASA PODZIEMNYCH ORGANÓW ROŚLIN W ZBIOROWISKACH ŁĄKOWYCH OJCOWSKIEGO PARKU NARODOWEGO

MORPHOLOGY AND BIOMASS OF THE UNDERGROUND ORGANS OF PLANTS IN GRASSLAND COMMUNITIES OF THE OJCÓW NATIONAL PARK

Kraków 1970

http://rcin.org.pl

Redaktor: *Anna Medwecka-Kornaś*

Zastępca Redaktora: *Adam Łomnicki*

Sekretarz Redakcji: *Alina Kwiatkowska*

S-303

Adres Redakcji: Kraków 2, ul. Ariańska 1

Redaktor techniczny

Wilhelmina Urzędowska

Korektor

Magdalena Krawczykowa

PAŃSTWOWE WYDAWNICTWO NAUKOWE — ODDZIAŁ W KRAKOWIE

Nakład 650 + 90 egzemplarzy	Oddano do składania 26. II. 1970 r.
Ark. wyd. 15,75. Ark. druk. $7^{14}/_{16}$ + 18 wkł.	Podpisano do druku 10. X. 1970 r.
Papier druk. sat. kl. III, 70 × 100, 80 g.	Druk ukończono w październiku 1970 r.
Zam. 186/70. D-6-1444	Cena zł 48,—

DRUKARNIA UNIWERSYTETU JAGIELLOŃSKIEGO W KRAKOWIE

http://rcin.org.pl

TREŚĆ

I. Wstęp 7
II. Opis terenu badań 8
III. Warunki mikroklimatyczne i glebowe badanych płatów 14
IV. Metody badań 20
V. Biomasa organów podziemnych roślin 23
VI. Morfologia organów podziemnych roślin 36
VII. Zależność dynamiki biomasy organów podziemnych roślin od zmian okresowych w ich rozwoju 94
VIII. Wyniki badań 96
IX. Dyskusja 101
Piśmiennictwo 104
Summary 106
Wykaz gatunków roślin opisanych w pracy 109

http://rcin.org.pl

http://rcin.org.pl

I. Wstęp

Ostatnio, w związku z Międzynarodowym Programem Biologicznym, którego głównym problemem jest poznanie produktywności ekosystemów Ziemi i zebranie danych o aktualnym stanie przyrody i potrzebach jej ochrony, przy badaniach nadziemnych części roślin wzrosło także zainteresowanie ich systemami korzeniowymi. Na podstawie zestawienia Braya (1963) wiadomo, że przeciętna roczna produkcja organów podziemnych u roślin zielnych tworzy znaczną część ich całkowitej produkcji i wzrasta od hydrofitów do mezofitów, a u kserofitów poważnie przekracza produkcję części nadziemnych. U gatunków drzewiastych natomiast przyrost roczny biomasy systemów korzeniowych jest znacznie niższy niż przyrost biomasy pni i koron.

Przy ocenie produktywności organów podziemnych nie można pominąć badań ich morfologii, wzrostu i rozwoju, a te zagadnienia wiążą się ściśle z warunkami siedliska.

Zgodnie z tymi założeniami niniejsza praca zawiera wyniki badań nad dynamiką biomasy (Kotańska 1967b) i nad morfologią oraz rozmieszczeniem w glebie podziemnych części roślin na tle badań mikroklimatycznych i glebowych. Wymienione zagadnienia opisano w pracy obszernie ze względu na małą liczbę w Polsce prac z zakresu ekologii i morfologii podziemnych organów roślin dziko rosnących. Badania zostały wykonane w parku narodowym, który w tym przypadku pełnił rolę laboratorium naukowego, z prawie wszech, stronnym ogólnym opracowaniem przyrodniczym i z dobrymi możliwościami wyboru powierzchni badań.

Składam serdeczne podziękowania prof. drowi J. Kornasiowi za opiekę naukową podczas wykonywania tej pracy oraz prof. dr A. Medweckiej-Kornaś za udostępnienie materiałów informacyjnych dotyczących Międzynarodowego Programu Biologicznego.

Gorąco dziękuję również koleżankom i kolegom z Zakładu Ochrony Przyrody PAN i Katedry Geografii Fizycznej UJ za pomoc przy prowadzeniu badań: drowi M. Karkanisowi za opisanie profilów glebowych, mgrowi J. Kleinowi za wskazówki podczas opracowywania materiałów mikroklimatycznych, mgrowi S. Michalikowi za pomoc przy wyborze powierzchni badań, mgr K. Jankowskiej i mgr R. Kaźmierczakowej za informacje, wskazówki i dyskusję dotyczącą metod i wyników badań, mgrowi T. Niedźwiedziowi, mgrowi Z. Oleckiemu i mgr D. Rauczyńskiej za pomoc przy wykonywaniu pomiarów mikroklimatycznych; dziękuję także tym wszystkim, którzy służyli mi radą i pomocą, a zwłaszcza memu mężowi, drowi A. Kotańskiemu.

Jestem także wdzięczna Dyrekcji Ojcowskiego Parku Narodowego za umożliwienie wykonania badań na terenie Parku.

http://rcin.org.pl

II. Opis terenu badań

Jako teren badań wybrano Ojcowski Park Narodowy (OPN), który leży w południowej części Wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej. Niewielki ten obszar o powierzchni 1570 ha, obejmujący dolinę Prądnika, posiada bardzo urozmaiconą rzeźbę terenu, głębokie doliny, strome zbocza i poziome partie wierzchowiny. W budowie geologicznej wielką rolę odgrywa tu wapień jurajski i utwory plejstoceńskie (Alexandrowicz, Wilk 1962).

Według podziału rolniczo-klimatycznego (Gumiński 1951, za Kleinem 1967) Ojców znajduje się w dzielnicy częstochowsko-kieleckiej, która odznacza się dużym rocznym opadem (550—800 mm), długim okresem zalegania pokrywy śnieżnej (80 dni) i 112—130-dniowym okresem przymrozkowym. Występują tutaj bardzo wczesne przymrozki jesienne, już w I połowie października (Molga 1966). Hess (1965, cytowany za Kleinem 1967), zalicza obszar województwa krakowskiego, na którego terenie leży OPN, do umiarkowanie ciepłego, ze średnią roczną temperaturą 8°C. Niektóre elementy klimatu lokalnego w roku 1966 i 1967, mierzone na wysokości 2 m w dolinie Sąspówki (Klein, nie publ.), zestawione są w tabeli I.

Rzeźba terenu i podłoże wpływają na wielkie zróżnicowanie siedlisk w Ojcowskim Parku Narodowym, a w związku z tym na występowanie aż 840 gatunków roślin naczyniowych o różnych wymaganiach ekologicznych i kilkudziesięciu zbiorowisk roślinnych (Medwecka-Kornaś, Kornaś 1963, 1964).

Badania zostały wykonane w zbiorowiskach łąkowych, na trzech powierzchniach, różniących się warunkami mikroklimatycznymi i glebowymi. Zamieszczona mapka (ryc. 1) przedstawia lokalizację powierzchni badań na tle rzeźby terenu. Dwie z powierzchni (po 300 m²) zostały wybrane w płatach zespołu *Arrhenatheretum elatioris*, a trzecia (200 m²) w zespole murawy kserotermicznej *Origano-Brachypodietum* (Medwecka-Kornaś, Kornaś 1963).

Płaty *Arrhenatheretum* są zbiorowiskami półnaturalnymi i utrzymują się dzięki działalności człowieka. Przeważnie co roku bywają nawożone. Są dwa razy w ciągu roku koszone, a płat w dolinie Sąspówki bywa jeszcze w jesieni wypasany. Płat murawy kserotermicznej natomiast nie jest nawożony ani koszony, ale użytkowany jako pastwisko przez cały okres wegetacji.

Płat, w którym znajdowała się pierwsza z powierzchni, należy do kompleksu świeżych łąk śródleśnych, rozciągających się na płaskim dnie doliny Sąspówki. Zlokalizowany jest w węższej części doliny, między ocieniającym go północnym zboczem Góry Chełmowej i opadającym do doliny południowym zboczem Złotej Góry. Od strony stromego zbocza Góry Chełmowej, zarośniętego w dolnej partii przez płat *Tilio-Carpinetum*, oddziela go sztuczna odnoga potoku Sąspówka, tzw. młynówka, z drugiej strony otacza go głębokie koryto tego strumienia, z brzegami porośniętymi zaroślami leszczynowymi i fragmentami łęgu z rzędu *Alno-Padion*.

Wybrana powierzchnia stanowiła część bujnej, zwartej łąki, o bogatym składzie florystycznym, który przedstawia następujące zdjęcie fitosocjologiczne: 11.06.1966, 100 m², C 100%, Ch. *Arrhenatheretum*: *Geranium pratense* +, *Bromus mollis* +, *Arrhenatherum elatius* +. Ch. *Arrhenatherion*: *Trisetum flavescens* 2.2., *Crepis biennis* +, *Knautia arvensis* +. Ch. *Arrhenatheretalia*: *Alchemilla crinita* 2.1, *Taraxacum officinale* 1.1, *Achillea millefolium* 1.1, *Trifolium repens* + 2, *Chrysanthemum leucanthemum* +, *Heracleum sphondylium* +, *Bellis perennis* +, *Phleum pratense* + 2, *Alchemilla*

http://rcin.org.pl

Tabela I

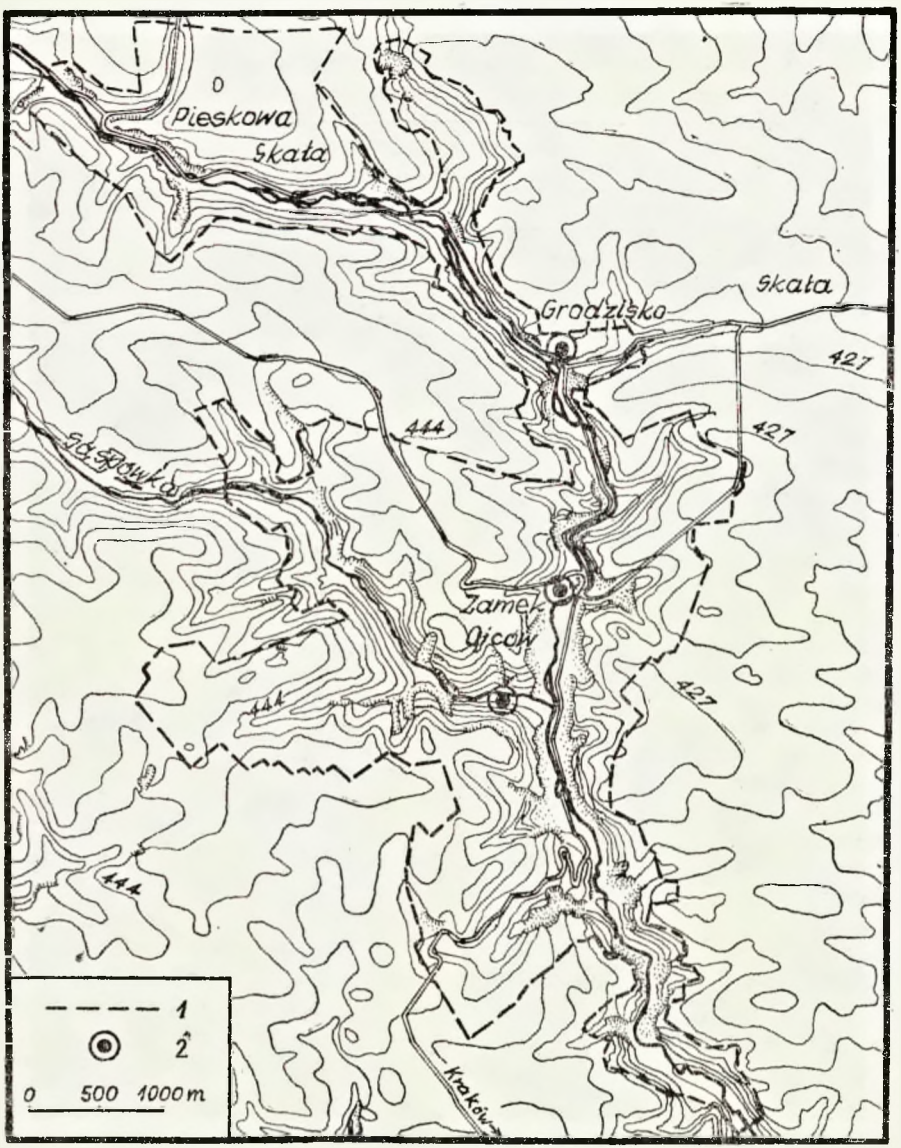
Średnie dekadowe i miesięczne wartości niektórych elementów klimatycznych w Ojcowie w r. 1966 i 1967 wg Kleina (dane nie publikowane)
Average decade and monthly values of some climatic elements for Ojców in 1966 and 1967 after Klein (unpublished)

Elementy / Elements	Miesiące / Months	Styczeń / January				Luty / February				Marzec / March				Kwiecień / April				Maj / May				Czerwiec / June			
		I	II	III	Mies. Monthly	I	II	III	Mies. Monthly	I	II	III	Mies. Monthly	I	II	III	Mies. Monthly	I	II	III	Mies. Monthly	I	II	III	Mies. Monthly
Temperatura powietrza Air temperature																									
°C	1966	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4,7	5,4	.	6,5	10,5	10,1	9,1	12,7	13,4	17,1	14,4
	1967	—5,0	—6,1	2,5	—4,5	0,2	0,4	2,7	—0,4	4,3	3,0	4,6	4,0	6,5	9,1	5,4	7,0	11,0	14,2	12,1	12,4	13,0	11,5	18,0	14,2
Wilgotność względna Relative humidity																									
%	1966	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	90	89	.	79	83	87	83	85	83	85	85
	1967	94	94	93	94	93	87	88	90	83	88	91	87	90	79	88	88	83	76	87	82	83	85	77	75
Opad Precipitation																									
mm	1966	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	35,3	.	.	.	102,4	.	.	.	160,1
	1967	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	45,5	.	.	.	85,2	.	.	.	125,0

Elementy / Elements	Miesiące / Months	Lipiec / July				Sierpień / August				Wrzesień / September				Październik / October				Listopad / November				Grudzień / December			
		I	II	III	Mies. Monthly	I	II	III	Mies. Monthly	I	II	III	Mies. Monthly	I	II	III	Mies. Monthly	I	II	III	Mies. Monthly	I	II	III	Mies. Monthly
Temperatura powietrza Air temperature																									
°C	1966	12,4	16,4	15,4	14,6	14,8	11,8	12,7	13,1	13,1	9,9	10,8	11,3	9,4	3,5	2,8	5,2	3,1	—5,5	—2,0	—1,5	4,5	—4,0	—1,4	—0,4
	1967	16,3	17,3	17,2	16,9	16,6	15,1	14,0	15,2	15,4	13,2	11,7	13,5	10,5	9,3	6,3	8,7	5,7	3,0	—1,6	2,4	—3,7	—5,1	—1,5	—2,2
Wilgotność względna Relative humidity																									
%	1966	90	91	91	90	89	89	92	90	92	89	90	90	89	83	86	86	87	94	92	91	90	86	93	89
	1967	81	82	79	81	83	85	81	83	82	89	82	84	88	88	86	87	83	88	92	88	97	97	94	96
Opad Precipitation																									
mm	1966	.	.	.	52,5	.	.	.	96,4	.	.	.	74,2	.	.	.	0,4	.	.	.	31,1	.	.	.	.
	1967	.	.	.	67,9	.	.	.	56,8	.	.	.	45,2	.	.	.	48,2	.	.	.	47,8	.	.	.	.

Morfologia i biomasa... (po str. 8)

http://rcin.org.pl



Ryc. 1. Lokalizacja powierzchni badań w Ojcowskim Parku Narodowym: 1 — granice parku, 2 — powierzchnia badań

Fig. 1. Localization of the sampling plots in the Ojców National Park: 1 — borders of the park, 2 — sampling plots

pastoralis +, *Cynosurus cristatus* +. Ch. *Molinio-Arrhenatheretea*: *Dactylis glomerata* 2.2, *Alopecurus pratensis* 2.2, *Plantago lanceolata* 2.1, *Festuca pratensis* 1.1, *Ranunculus acer* 1.1, *Rumex acetosa* 1.1, *Cerastium vulgatum* + 2, *Prunella vulgaris* +, *Trifolium pratense* + 2, *Leontodon hispidus* +, *Briza media* +, *Cirsium rivulare* +, *Stellaria graminea* +. Inne: *Festuca rubra* 2.2, *Veronica chamaedrys* 1.2, *Anthoxanthum odoratum* 1.1, *Agrostis vulgaris* 1.1, *Alchemilla glabra* 1.1, *Ranunculus*

http://rcin.org.pl

Tabela II

Zdjęcia fitosocjologiczne z płatu *Origano-Brachypodietum agrimonietosum*
Phytosociological record from the *Origano-Brachypodietum agrimonietosum* stand

Origano-Brachypodietum agrimonietosum Grodzisko, S, 30°, C 95%, 50 m²	13.06.1966	12.08.1966
Ch. loc. *Origano-Brachypodietum*:		
Agrimonia eupatoria	2.1	3.1
Coronilla varia	1.2	2.2
Hypericum perforatum	+	+
Poa pratensis subsp. *angustifolia*		+
Ch. *Festucetalia valesiacae*:		
Achillea millefolium subsp. *pannonica*	2.1	1.1
Scabiosa ochroleuca	+	1.1
Thymus austriacus	+	+
Potentilla arenaria	+	
Ch. *Festuco-Brometea*:		
Brachypodium pinnatum	2.2	2.2
Helianthemum ovatum	2.2	2.2
Centaurea scabiosa	+	2.1
Gallium mollugo var. *erectum*	1.1	1.1
Festuca sulcata	1.1	+2
Euphorbia cyparissias	+	+
Sanguisorba minor	+2	+2
Plantago media	+	+
Pimpinella saxifraga	+	+
Polygala comosa	+	+
Carex caryophyllea	+	
Ranunculus bulbosus	+	+
Prunella grandiflora	+	+
Trifolium montanum	+	
Phleum Boehmeri	+	+
Ch. *Molinio-Arrhenatheretea*:		
Plantago lanceolata	2.1	2.1
Leontodon hispidus	1.1	2.1
Briza media	1.1	+
Knautia arvensis	+	1.1
Taraxacum officinale	1.1	+
Trifolium repens	+	+
Trifolium pratense	+	+
Festuca pratensis	+	+
Lotus corniculatus	+	+
Ch. tg. *Quercetalia pubescentis*:		
Fragaria viridis	1.1	1.1
Viola hirta	+	+
Peucedanum cervaria	+	
Trifolium medium	+2	
Cytisus capitatus	+	

http://rcin.org.pl

Ciąg dalszy tabeli II

Origano-Brachypodietum agrimonietosum Grodzisko, S, 30°, C 95%, 50 m²		
	13.06.1966	12.08.1966
Inne (Others):		
Pinus silvestris	+	+
Juniperus communis	+	+
Festuca rubra	1.1	1.1
Galium vernum	+	+
Veronica chamaedrys	+	+
Potentilla argentea	+	+
Medicago lupulina	+	+
Hieracium pilosella	+	+
Linum catharticum	+	
Agrostis vulgaris	+2	+2
Convolvulus arvensis	+	+
Anthoxanthum odoratum	+	
Cychorium intybus		+
Genista germanica	+	+
Luzula campestris	+	+

Objaśnienie skrótów: Ch. — gatunki charakterystyczne; loc. — lokalnie;
Ch. tg. — gatunki charakterystyczne, przechodzące z innej jednostki systemu fitosocjologicznego
Explanation of abbreviations: Ch. characteristic species; loc. — local;
Ch. tg. — transgressive character species

repens 1.1, *Plantago media* +, *Carex hirta* +, *Lysimachia nummularia* +, *Medicago lupulina* + *Glechoma hederacea* +, *Luzula campestris* +, *Primula elatior* +, *Agropyron repens* +.

Na podstawie charakterystyki płatów *Arrhenatheretum* w Ojcowskim Parku Narodowym, podanej przez Medwecką-Kornaś i Kornasia (1963), zbiorowisko to z powodu dużej liczby gatunków rodzaju *Alchemilla*, obfitości *Agrostis vulgaris* i braku niektórych gatunków charakterystycznych dla *Arrhenatheretum*, takich jak *Daucus carota* lub *Pastinaca sativa*, można zaliczyć do wyodrębnionego przez autorów podzespołu *Arrhenatheretum elatioris alchemilletosum*, odchylającego się od typowych świeżych łąk niżowych w kierunku reglowego zespołu łąkowego *Gladiolo-Agrostietum*. Drugą cechą zbiorowiska było występowanie licznych gatunków higrofilnych: *Alopecurus pratensis*, *Ranunculus repens*, *Lysimachia nummularia*, *Glechoma hederacea*, które pojawiają się w najwilgotniejszej postaci zespołu *Arrhenatheretum*.

Opisany płat łąki wykształcony jest na glebie pochodzenia aluwialnego, na madzie brunatnej. W profilu gleby (ryc. 2, 1) wyróżniono:

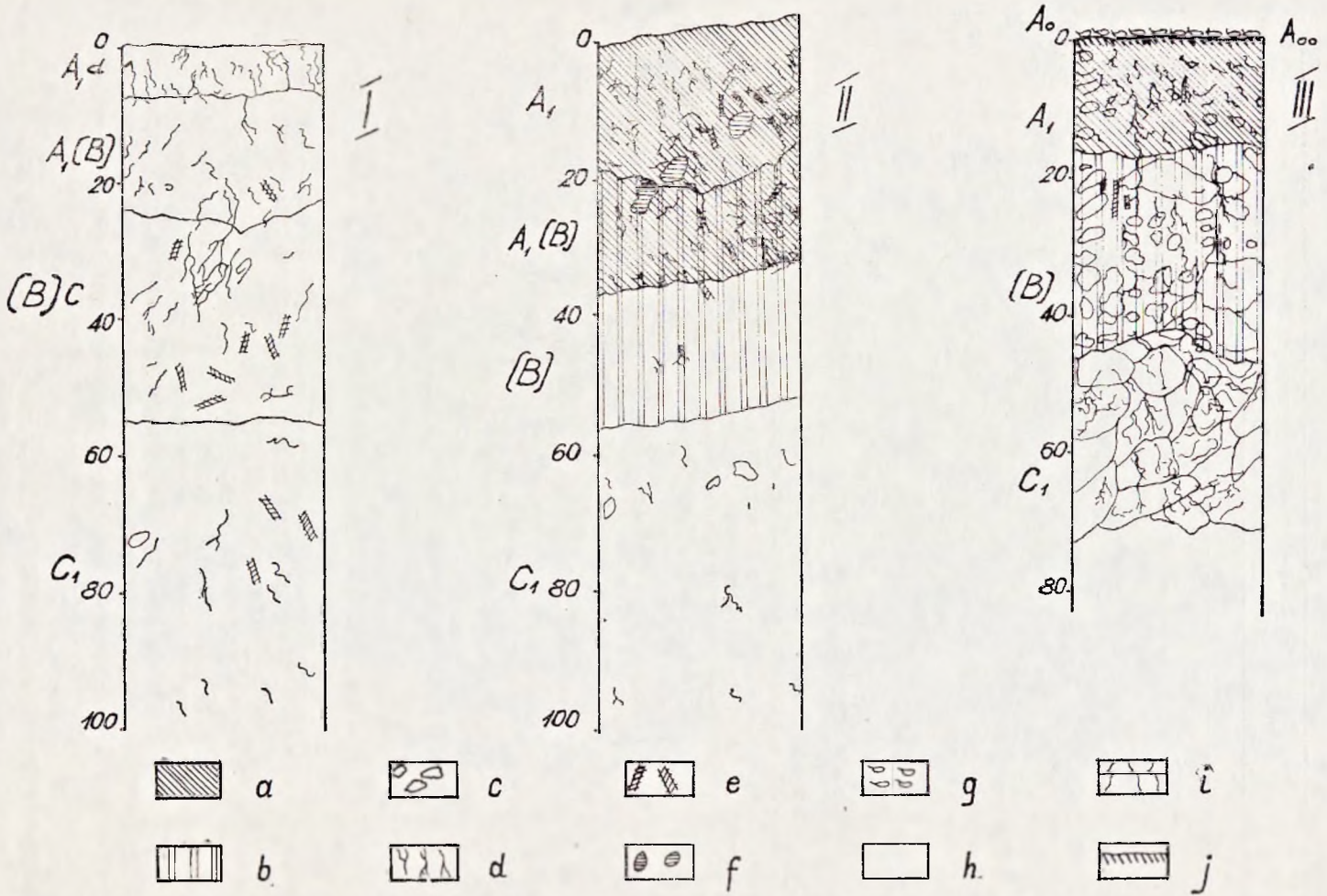
A_1d 0 — 6 cm — poziom darniowy, o barwie szaroczarnej, związany silnie systemami korzeniowymi, o składzie mechanicznym pyłu ilastego, strukturze gruzełkowatej, układzie porowatym.

$A_1(B)$ 6 — 23 cm — poziom przejściowy, o barwie szarobrunatnej, o składzie mechanicznym pyłu zwykłego, strukturze gruzełkowatej, układzie porowatym. Granica z następnym poziomem niewyraźna.

(B)C 23 — 52 cm — poziom przejściowy, o barwie szarobrunatnej, z jaśniejszymi brunatnymi plamami, o składzie mechanicznym również utworów pyłowych, strukturze średnio gruzełkowatej, układzie zwięzłym. Występują tutaj liczne korytarze dżdżownic oraz drobne nicienie. Przejście do następnego poziomu niewyraźne.

C_1 52—100 cm — skała macierzysta, o barwie niewyraźnej, zwięzła, bezstrukturalna, wilgotna, o składzie mechanicznym gliny ciężkiej pylastej.

http://rcin.org.pl



http://rcin.org.pl

Druga z badanych powierzchni znajdowała się poniżej ruin zamku w Ojcowie, w płacie *Arrhenatheretum elatioris typicum*, pokrywającym zbocze o ekspozycji SSE, nachylone pod kątem 20°. Łąka ta, o powierzchni 1500 m², była z trzech stron otoczona przez płat *Tilio-Carpinetum*, który porastał wyższe partie zbocza. Pokrycie na tej powierzchni było mniejsze niż w dolinie Sąspówki; występowało tu też więcej roślin motylkowych.

Skład florystyczny ilustruje następujące zdjęcie fitosocjologiczne: 11.06.1966, 100 m², C 95%, SSE, 25°. Ch. *Arrhenatheretum*: *Geranium pratense* 2.2, *Arrhenatherum elatius* 2.2, *Pastinaca sativa* +. Ch. *Arrhenatherion*: *Trisetum flavescens* 2.2, *Knautia arvensis* 1.1, *Crepis biennis* +. Ch. *Arrhenatheretalia*: *Chrysanthemum leucanthemum* 3.2, *Achillea millefolium* 1.2, *Bellis perennis* 1.1, *Galium mollugo* 2, *Trifolium repens* +, *Heracleum sphondylium* +, *Stellaria graminea* +. Ch. *Molinio-Arrhenathereteа*: *Plantago lanceolata* 2.1, *Ranunculus acer* 2.1, *Leontodon hispidus* 1.1, *Lathyrus pratensis* 1.1, *Dactylis glomerata* 1.1, *Festuca pratensis* 1.1, *Trifolium pratense* 1.1, *Geranium palustre* +, *Vicia cracca* +, *Rumex acetosa* +, *Prunella vulgaris* +. Ch. *Festuco-Brometea*: *Plantago media* +, *Pimpinella saxifraga* +, *Sedum sexangulare* +, *Calamintha acinos* +, *Potentilla arenaria* +, *Potentilla heptaphylla* +, *Ranunculus bulbosus* +, *Carex caryophyllea* +. Inne: *Anthoxanthum odoratum* 1.1, *Alchemilla* sp. +, *Briza media* 1.1, *Fragaria viridis* 1.1, *Medicago lupulina* 1.1, *Luzula campestris* 1.1, *Veronica chamaedrys* 1.1, *Dianthus deltoides* +, *Convolvulus arvensis* +, *Coronilla varia* +, *Gallium vernum* +, *Glechoma hederacea* +, *Lysimachia nummularia* +, *Primula elatior* +, *Thymus pulegioides* +, *Viola hirta* +, *Vicia sepium* +.

Omawiany płat występuje na glebie brunatnej właściwej, lessowej, o następującym profilu (ryc. 2, II):

A_1 0 – 18 cm — poziom próchniczno-mineralny, z licznymi korzeniami roślin, o barwie szarobrunatnej, o składzie mechanicznym pyłu ilastego, strukturze gruzełkowatej, układzie porowatym. W warstwie tej występują drobne odłamki skały wapiennej, są widoczne liczne drobne korytarze dżdżownic oraz większe kretów i gryzoni, które powodują przemieszczanie gleby do następnego poziomu.

A_1(B) 18 — 33 cm — poziom przejściowy o barwie jasnobrunatnej z zaciekami próchnicznymi, o składzie mechanicznym pyłu ilastego, strukturze słabo gruzełkowatej, układzie zwięzłym. Również w tej warstwie znajdowano ślady działalności dżdżownic i gryzoni oraz odłamki skały wapiennej. Poziom suchszy od poprzedniego. Przejście do następnego poziomu niewyraźne.

(B) 33 — 55 cm — poziom brunatnienia, o barwie żółtobrunatnej, o strukturze orzechowatej, układzie zwięzłym, wilgotniejszy od poprzedniego.

C_1 55—100 cm — skała macierzysta — less, o barwie żółtej, o składzie mechanicznym pyłu ilastego. Warstwa wilgotna, o strukturze orzechowatej, o układzie zwięzłym. Poniżej 60 cm liczne mniejsze i większe fragmenty skały wapiennej.

←

Ryc. 2. Profile gleb: I — mada brunatna w *Arrhenatheretum elatioris alchemilletosum*, II — gleba brunatna właściwa w *Arrhenatheretum elatioris typicum*, III — rędzina brunatna w *Origano-Brachypodietum*. Znaki przyjęto wg projektu PTG (por. Uggla 1965): a — poziom próchniczny, b — poziom brunatnienia, c — kamienie, d — korzenie, e — chodniki dżdżownic, f — kretowiny, g — ściółka liściasta, h — skała macierzysta, i — skała macierzysta częściowo zwietrzała, j — podpoziom próchniczny ściółki

Fig. 2. Soil profiles: I — brown soil of alluvial origin in *Arrhenatheretum elatioris alchemilletosum*, II — typical brown soil in *Arrhenatheretum elatioris typicum*, III — brown rendzina in *Origano-Brachypodietum*. Symbols are taken from the Polish Soil Science Project: a — the humus horizon, b — the browning horizon, c — stones, d — roots, e — corridors of earth-worms, f — corridors of moles, g — litter, h — parent bed rock, i — partially weathered parent bed rock, j — the humus sub-horizon of litter

http://rcin.org.pl

Ostatnia z badanych powierzchni znajdowała się pod Grodziskiem, na zboczu nachylonym pod kątem 30°, o ekspozycji S, w zespole wtórnej murawy kserotermicznej *Origano-Brachypodietum agrimonietosum* (Medwecka-Kornaś, Kornaś 1963). Zbiorowisko to przedstawia wynik regresywnej sukcesji po zniszczeniu roślinności naturalnej, prawdopodobnie zespołu ciepłych zarośli, *Peucedano cervariae-Coryletum*.

Bogaty skład florystyczny wybranego płatu przedstawiono w tabeli II. Wykształcony on był na płytkiej, nierównej warstwie rędziny brunatnej mieszanej, spod której miejscami wychodziła na powierzchnię skała wapienna.

W opisie profilu glebowego (ryc. 2, III) wyróżniono następujące poziomy:

A_0 0 — 1 cm — zeschnięte obumarłe pędy i liście,

A_{00} 1 — 1,5 cm — czarna warstwa ściółki zmineralizowanej,

A_1 1,5—16 cm — poziom próchniczno-mineralny, o barwie szarobrunatnej. Części szkieletowe stanowią 5—10%. Występują liczne korzenie.

A_1C 16 —35 cm — poziom przejściowy, suchszy od poprzedniego, o barwie żółtobrunatnej, z ciemniejszymi zaciekami z poprzedniego poziomu. Części szkieletowe stanowią 50%, między nimi, w szczelinach, występuje brunatnożółta zwietrzelina. Liczne korytarze dżdżownic.

C_1 35 —70 cm — skała macierzysta — wapień jurajski, częściowo zwietrzały, części szkieletowe stanowią 70—80%, między nimi występuje wilgotna, zbita i zlepiona zwietrzelina o barwie szarożółtej lub jasnożółtej. W szczelinach zakończenia korzeni.

Zgodnie z badaniami mikroklimatycznymi (Klein, Niedźwiedź, Sztyler 1966) pierwszą z badanych powierzchni należy zaliczyć do mikroklimatycznego regionu chłodnych den dolinnych, które odznaczają się dużymi amplitudami dobowych temperatur, małą ilością opadów i słabą insolacją, a dwie pozostałe do regionu mikroklimatycznego ciepłych zboczy o ekspozycji SW—E, które są w Ojcowskim Parku Narodowym obszarami o najwyższych temperaturach, stosunkowo niskiej wilgotności i korzystnych warunkach insolacyjnych. Podział ten potwierdziły przeprowadzone badania mikroklimatyczne.

III. Warunki mikroklimatyczne i glebowe badanych płatów

Metodyka pomiarów mikroklimatycznych

Równolegle z badaniami morfologii i rozmieszczenia w glebie podziemnych organów roślin prowadzono badania mikroklimatyczne i glebowe. Czterokrotnie w ciągu sezonu wegetacyjnego, w okresach oznaczania stanów biomasy, wykonywano równocześnie na trzech powierzchniach dobowe pomiary temperatur powietrza i gleby oraz wilgotności powietrza w celu porównania mikroklimatu poszczególnych płatów oraz pobieżnego poznania warunków termicznych i wilgotnościowych w różnych okresach sezonu wegetacyjnego. Obserwacje były przeprowadzane przy różnych typach pogody. Co 2 godziny w ciągu doby, w głównych terminach klimatologicznych, mierzono temperatury i wilgotność względną powietrza na wysokości 150, 20 i 1 cm za pomocą psychometru aspiracyjnego Assmana. Aby dokładniej uchwycić stosunki termiczne w obrębie powierzchni czynnej, którą stanowiła roślinność, mierzono również — w drugiej serii pomiarów — temperatury na wysokości

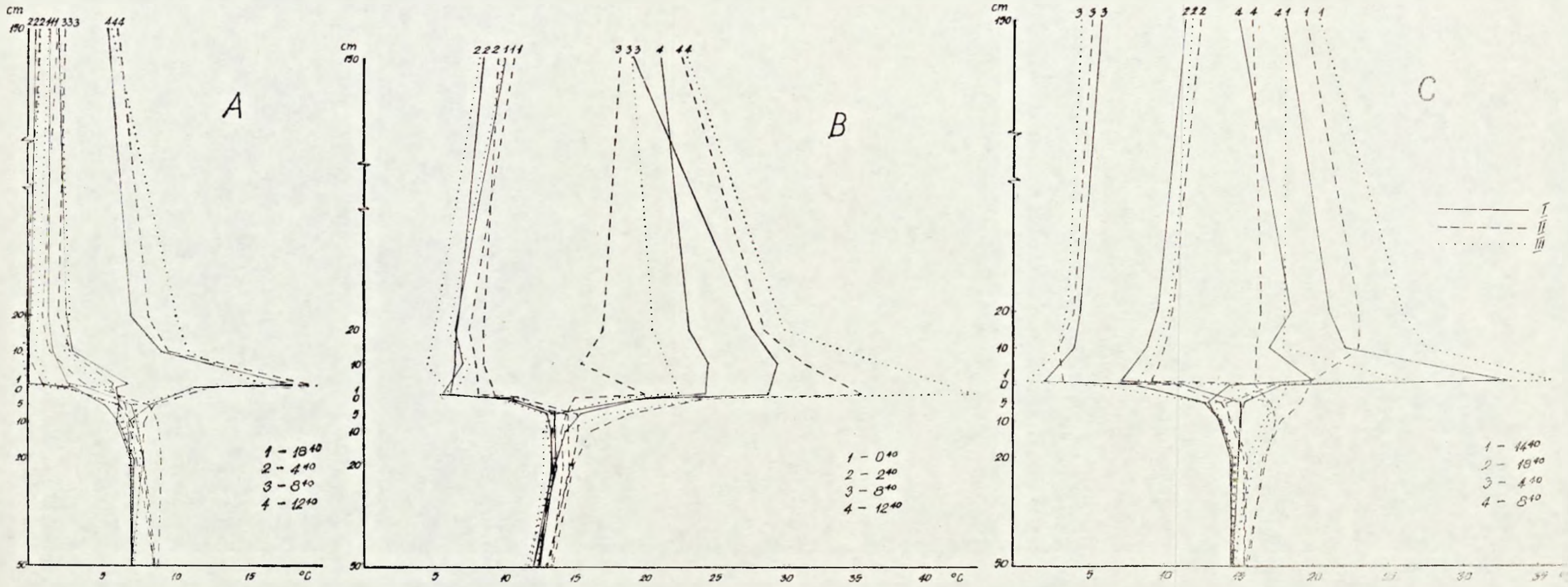
http://rcin.org.pl

Tabela III

Dobowe temperatury powietrza i gleby (°C), średnie dobowe wartości wilgotności względnej powietrza (w %) i niedosytu wilgotności (w mb) wg Kleina (dane nie publikowane)
Daily temperatures of air and soil (°C), average daily values of relative air humidity (%) and of the saturation deficit (in mb) after Klein (unpublished)

Data Date	Powierzchnia Area	Średnie dobowe temperatury powietrza Average daily air temperatures			Dobowe temperatury powietrza w warstwie roślin Daily air temperatures in the plant layer									Średnie dobowe temperatury gleby Average daily soil temperatures				Średnie dobowe wartości wilgotności względnej powietrza Average daily values of relative air humidity			Średnie dobowe wartości niedosytu wilgotności Average daily values of saturation deficit		
					20 cm		10 cm		1 cm			0 cm												
		150 cm	20 cm	1 cm	średnie average	minim. minim.	średnie average	minim. minim	średnie average	minim. minim.	maksym. maxim.	średnie average	minim. minim.	maksym. maxim.	5 cm	10 cm	20 cm	50 cm	150 cm	20 cm	1 cm	150 cm	20 cm	1 cm
22—23. 04. 1967	Dolina Sąspówki	2,2	2,5	3,2	2,4	0,1	2,7	0,0	5,2	—0,1	17,9	5,5	1,5	11,5	6,7	6,7	7,3	7,0	96,5	97,2	97,5	0,3	0,2	0,2
	Pod Zamkiem	2,9	3,0	3,8	2,0	—0,5	2,7	0,0	6,0	0,0	21,0	5,6	2,5	13,6	7,5	7,8	8,1	8,6	94,3	94,5	96,0	0,5	0,5	0,4
	Pod Grodziskiem	2,2	2,6	3,5	2,9	—0,1	2,6	—0,8	4,3	0,0	17,7	5,5	3,0	11,4	6,7	6,9	7,1	7,1	93,5	94,3	98,5	0,6	0,7	0,1
17—18. 06. 1967	Dolina Sąspówki	14,3	14,7	15,0	14,9	5,5	15,6	6,0	15,1	4,7	34,6	14,9	8,5	20,8	14,2	14,0	13,5	12,1	79,3	86,5	91,5	4,7	3,2	2,5
	Pod Zamkiem	15,6	15,3	15,3	15,5	7,0	14,8	7,5	17,3	6,5	39,5	15,6	8,0	28,2	16,6	15,5	14,7	13,0	84,1	89,5	93,1	3,7	2,9	1,9
	Pod Grodziskiem	14,0	16,1	16,6	15,3	4,7	16,8	4,5	18,9	6,3	49,0	15,6	8,0	27,5	14,7	13,9	13,4	11,8	88,1	92,0	94,3	2,9	2,2	2,0
29—30. 08. 1967	Dolina Sąspówki	11,4	11,5	11,6	11,8	3,8	11,8	3,5	12,5	1,7	34,1	12,4	6,4	18,5	14,1	14,6	14,8	14,6	92,0	93,0	95,0	1,5	1,4	1,0
	Pod Zamkiem	11,9	11,8	12,4	12,0	3,8	11,6	3,0	12,4	3,3	38,0	15,6	7,0	22,5	16,0	16,1	16,1	15,4	94,0	94,0	95,0	1,1	1,3	1,0
	Pod Grodziskiem	12,1	12,6	14,2	12,2	3,2	12,2	2,6	14,6	0,9	49,8	12,4	5,4	20,4	15,2	15,3	15,4	14,6	82,0	83,0	82,0	3,9	4,2	7,0
26—27. 10. 1967	Dolina Sąspówki	7,0	5,9	4,7	5,9	1,7	5,5	0,9	3,7	—1,4	11,7	4,9	2,1	8,5	6,8	7,1	7,6	8,6	97,0	98,0	100,0	0,4	0,2	0,0
	Pod Zamkiem	8,5	8,6	9,0	11,3	4,5	8,4	2,5	9,9	1,5	30,5	10,1	6,5	20,5	8,9	8,1	10,5	11,0	98,0	97,0	98,0	0,3	0,4	0,4
	Pod Grodziskiem	10,4	10,6	12,2	10,2	3,5	10,3	3,4	12,7	0,8	46,0	11,0	4,5	21,5	10,9	10,8	11,0	11,5	88,0	88,0	88,0	2,2	2,6	4,1

http://rcin.org.pl



Ryc. 3. Dobowa stratyfikacja temperatur powietrza i gleby: A — 22—23 kwietnia 1967, B — 17—18 czerwca 1967, C — 29—30 sierpnia 1967. I — *Arrhenatheretum elatioris alchemilletosum*, II — *Arrhenatheretum elatioris typicum*, III — *Origano-Brachypodietum*

Fig. 3. Daily air and soil temperatures: A — 22—23rd April 1967, B — 17—18th July 1967, C — 29—30th August 1967; I — *Arrhenatheretum elatioris alchemilletosum*, II — *Arrhenatheretum elatioris typicum*, III — *Origano-Brachypodietum*

http://rcin.org.pl

20, 10, 1 i 0 cm, używając termometrów zwykłych, minimalnych i maksymalnych.

Pomiary mikroklimatyczne przeprowadzono w następujących terminach:

1. 22 i 23 kwietnia przy pogodzie charakterystycznej dla początkowego okresu sezonu wegetacyjnego — pochmurnej, z opadami deszczu, śniegu i krupy, z pokrywą śnieżną 1—3 cm w nocy, i tylko okresowo przeświecającym słońcem w dzień. Na badanych powierzchniach pojawiły się już pierwsze młode różyczki liści ziół i pojedyncze liście traw. Wysokość części nadziemnych w płatach *Arrhenatheretum* wynosiła 5—6 cm, a w *Origano-Brachypodietum* około 15 cm.

2. 17 i 18 czerwca przy pogodzie o małym zachmurzeniu, ze słabym rozwojem chmur kłębiastych w ciągu dnia, w nocy z rosą. Był to okres maksymalnego rozwoju części nadziemnych roślin w płatach *Arrhenatheretum*. Wysokość głównej warstwy roślinności wynosiła 20—30 cm i zwarcie było silniejsze niż w kwietniu.

3. 29 i 30 sierpnia przy pogodzie w dzień początkowo o niewielkim zachmurzeniu przez chmury kłębiaste, potem bezchmurnej i słonecznej, a w nocy z rosą, w okresie maksymalnego rozwoju części nadziemnych u gatunków dominujących w *Origano-Brachypodietum*.

4. 26 i 27 października, w okresie obumierania części nadziemnych roślin, przy pogodzie słonecznej o niewielkim zachmurzeniu przez chmury średnie i wysokie. W dolinie Sąspówki występowała w nocy mgła, a słońce świeciło tylko rano.

Temperatury powietrza

Średnie dobowe temperatury w okresie pomiarów na wysokościach 150, 20, 1 i 0 cm były najniższe na powierzchni w dolinie Sąspówki, a wyższe pod Zamkiem i pod Grodziskiem (tab. III).

Na początku okresu wegetacji przy pogodzie pochmurnej zaznaczało się niewielkie tylko zróżnicowanie rozkładu temperatur powietrza (ryc. 3A). W nocy najniższe temperatury (ujemne) występowały pod Zamkiem i pod Grodziskiem nad warstwą roślinności na wysokości 20 i 10 cm, podczas gdy w dolinie Sąspówki zachodziła inwersja temperatury i na tych wysokościach było najcieplej, a w ciągu całej doby notowano temperatury dodatnie.

W okresach następnych pomiarów, w lecie a także i w jesieni w płatach pod Zamkiem i pod Grodziskiem zaznaczał się wpływ roślinności na przebieg dobowy temperatur powietrza (ryc. 3B, 3C i 6). Największe wahania dobowe temperatur zachodziły w obrębie powierzchni czynnej, którą stanowiła roślinność.

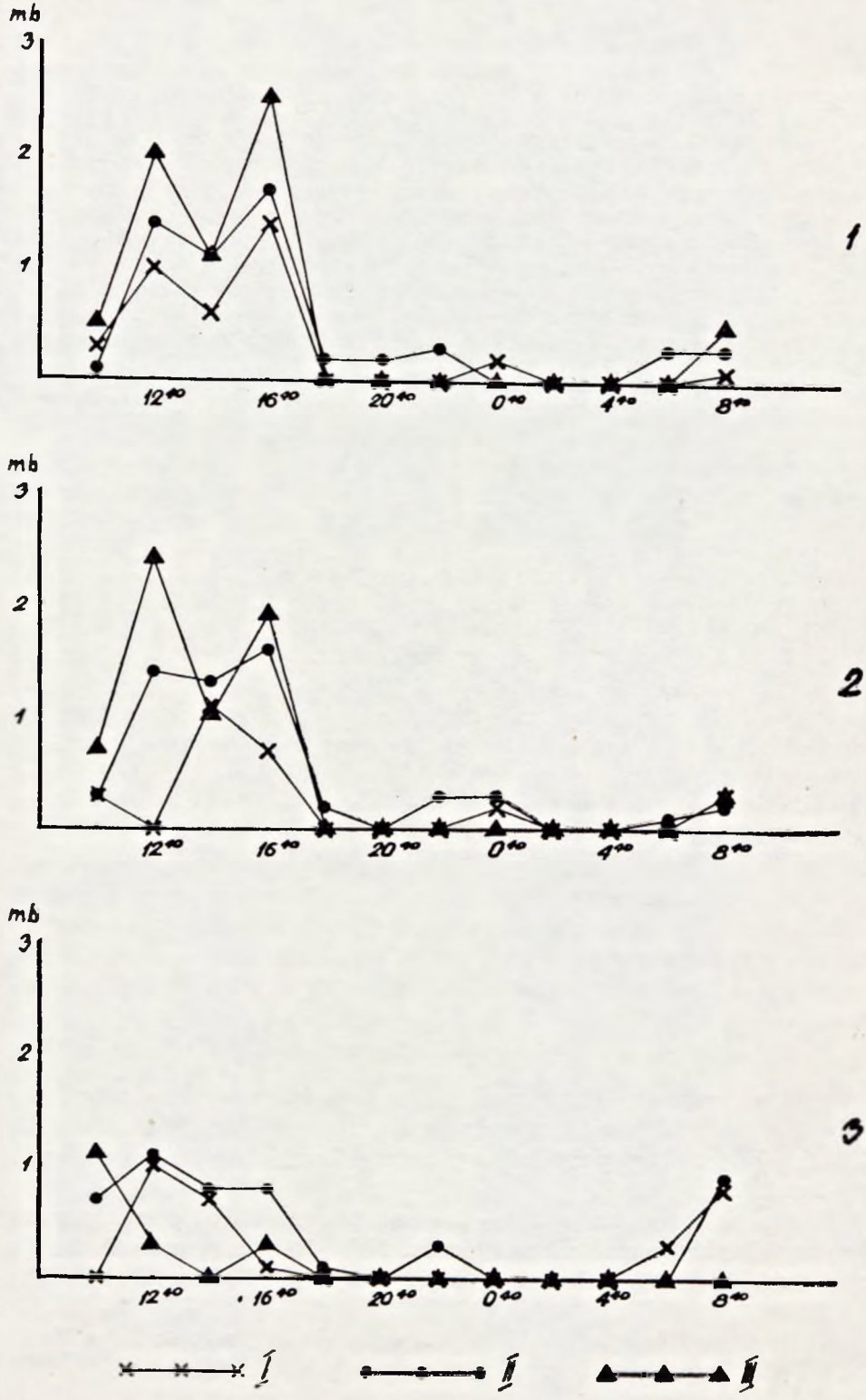
Temperatury gleby

Rozkład temperatur gleb w czasie wiosennych obserwacji charakteryzowały najwyższe wartości i najniższe wahania w ciągu doby na głębokościach 20 i 50 cm. Temperatury gleby były wyższe pod Zamkiem niż na pozostałych powierzchniach.

W okresie letnim temperatury gleby na poszczególnych powierzchniach były mniej zróżnicowane niż w kwietniu. Najwyższe temperatury o dużych amplitudach dobowych obserwowano przy powierzchni gleby na głębokości 5 i 10 cm.

W jesieni w dolinie Sąspówki temperatury gleby były niższe niż pod Zamkiem i pod Grodziskiem i wartości ich wzrastały wraz z głębokością (ryc. 6).

http://rcin.org.pl



http://rcin.org.pl

Wilgotność powietrza

Najwyższe średnie wartości wilgotności względnej powietrza, a najniższe niedosytu wilgotności występowały na badanych powierzchniach w przyziemnej warstwie roślinności na wysokości 1 cm. W czasie pomiarów w kwietniu, sierpniu i w październiku wyższe wartości wilgotności względnej, a niższe niedosytu obserwowano w płacie *A. e. alchemilletosum* w dolinie Sąspówki niż na pozostałych powierzchniach. W czerwcu natomiast wartości wilgotności względnej na tej powierzchni były nieco niższe.

W okresie wiosennych pomiarów przy pogodzie pochmurnej rozkład wilgotności względnej powietrza był słabo zróżnicowany i kształtował się podobnie na wszystkich trzech powierzchniach (ryc. 4). Przez noc wilgotność względna wynosiła 100%, w ciągu zaś dnia największa wilgotność występowała przy powierzchni gleby w obrębie roślinności (rozkład wilgotności typu mokrego).

Przy późniejszych pomiarach przy pogodzie słonecznej, w czerwcu, nie stwierdzono również większych różnic w rozkładzie wilgotności na badanych powierzchniach. W dzień albo występował rozkład wilgotności typu mokrego, albo też najwyższe wartości wilgotności względnej notowano nad główną warstwą roślinności na wysokości 20 cm.

W sierpniu i w październiku przebieg dobowy wilgotności względnej był bardziej urozmaicony. W dzień w płatach pod Zamkiem i pod Grodziskiem obserwowano typ suchy rozkładu wilgotności (wartość wilgotności wzrastała wraz z wysokością) lub rozkład z największą wilgotnością na wysokości 20 cm. Również w dzień kilkakrotnie wyższe wartości niedosytu wilgotności niż na pozostałych powierzchniach notowano pod Grodziskiem (ryc. 5).

Wilgotność gleby

W ciągu sezonu wegetacyjnego w odstępach miesięcznych wykonywano pomiary wilgotności aktualnej gleby na głębokościach 0—5 cm, 20—25 cm, 45—50 cm i 95—100 cm, stosując wagową metodę porównywania gleby świeżo pobranej z glebą wysuszoną w temperaturze 105° C. Wartości wilgotności gleby oparte na średniej z dwóch powtórzeń, obliczone w stosunku do gleby świeżej, przedstawione zostały na ryc. 7.

Zgodnie z przewidywaniami, najwyższe wartości wilgotności na wszystkich głębokościach w ciągu sezonu wegetacyjnego stwierdzono w dolinie Sąspówki.

Ryc. 4. Przebieg niedosytów wilgotności 22—23 kwietnia 1967 na różnych wysokościach: 1 — na wysokości 150 cm, 2 — na wysokości 20 cm, 3 — na wysokości 1 cm; I — *Arrhenatheretum elatioris alchemilletosum*, II — *Arrhenatheretum elatioris typicum*, III — *Origano-Brachypodietum*

Fig. 4. Saturation deficit at different heights; 22—23rd April 1967, 1 — at 150 cm, 2 — at 20 cm, 3 — at 1 cm. I — *Arrhenatheretum elatioris alchemilletosum*, II — *Arrhenatheretum elatioris typicum*, III — *Origano-Brachypodietum*

http://rcin.org.pl

W sierpniu i we wrześniu wyraźny spadek wilgotności gleby zaznaczył się w murawie kserotermicznej pod Grodziskiem, a na powierzchni pod Zamkiem najniższe wartości wilgotności wystąpiły na wiosnę i w jesieni.

Największe wahania w wilgotności występowały na badanych powierzchniach w warstwie gleby 0—5 cm. Niżej, na głębokości 20—25 cm, 45—50 cm i 45—100 cm w płatach *Arrhenatheretum* wilgotność gleby utrzymywała się na jednakowym poziomie przez prawie cały okres wegetacji. W *Origano-Brachypodietum* natomiast na wszystkich głębokościach wartości wilgotności gleby uległy większym wahaniom niż na pozostałych powierzchniach. Najwilgotniejszą warstwą w tym płacie (z wyjątkiem okresu letniego, w którym stwierdzono jednakowe wartości wilgotności gleby na głębokościach 0—5, 20—25, 45—50 cm) była górna warstwa gleby 0—5 i 20—25 cm.

Własności fizyczne i chemiczne gleb

Wyniki analizy mechanicznej i chemicznej gleby z badanych powierzchni zawarte są w tabeli IV.

Skład mechaniczny gleb obu płatów *Arrhenatheretum* i gleby płatu *Origano-Brachypodietum* niewiele różnił się do głębokości około 25—30 cm. Do tej głębokości przeważały utwory pyłowe o średnicy 0,05—0,02 mm i części spławialne o średnicy 0,025—0,005 mm. W płacie *A. e. alchemilletosum* na głębokości 52—100 cm wystąpiło stosunkowo więcej cząstek spławialnych o średnicy 0,005—0,002, a więc glebę w tym poziomie zaliczono do gatunku gliny ciężkiej pylastej. W płacie murawy kserotermicznej gleba jest płytka, już od głębokości 30 względnie 40 cm przeważają części szkieletowe. Występują tutaj duże fragmenty skały wapiennej z niewielką ilością zwietrzeliny gliniastej w szczelinach.

Wartości kwasowości czynnej różniły się nieco w poziomach poszczególnych powierzchni, na przykład w warstwie powierzchniowej 0—5 cm w obu płatach *Arrhenatheretum* pH było słabo alkaliczne, a w *Origano-Brachypodietum* słabo kwaśne. Natomiast według pH oznaczonego w roztworze 1n chlorku potasu poziomy badanych gleb z wyjątkiem dolnych poziomów rędziny brunatnej miały odczyn lekko kwaśny.

Procentowa zawartość węgla organicznego i materii organicznej oraz azotu ogólnego w powierzchniowych warstwach gleby obydwóch płatów *Arrhenatheretum* była podobna. W *Origano-Brachypodietum* w górnych poziomach rędziny występowało więcej materii organicznej i węgla organicznego niż w glebie brunatnej i madzie brunatnej, a stosunek C : N był wyższy. Wyraźne różnice w badanych glebach stwierdzono w zawartościach przyswajalnego K_2O i P_2O_5 (tabela IV).

Różnice mikroklimatyczne badanych płatów

Wśród czynników wpływających na zróżnicowanie mikroklimatów badanych powierzchni dominujące znaczenie ma orografia terenu. Najchłodniejszą

http://rcin.org.pl

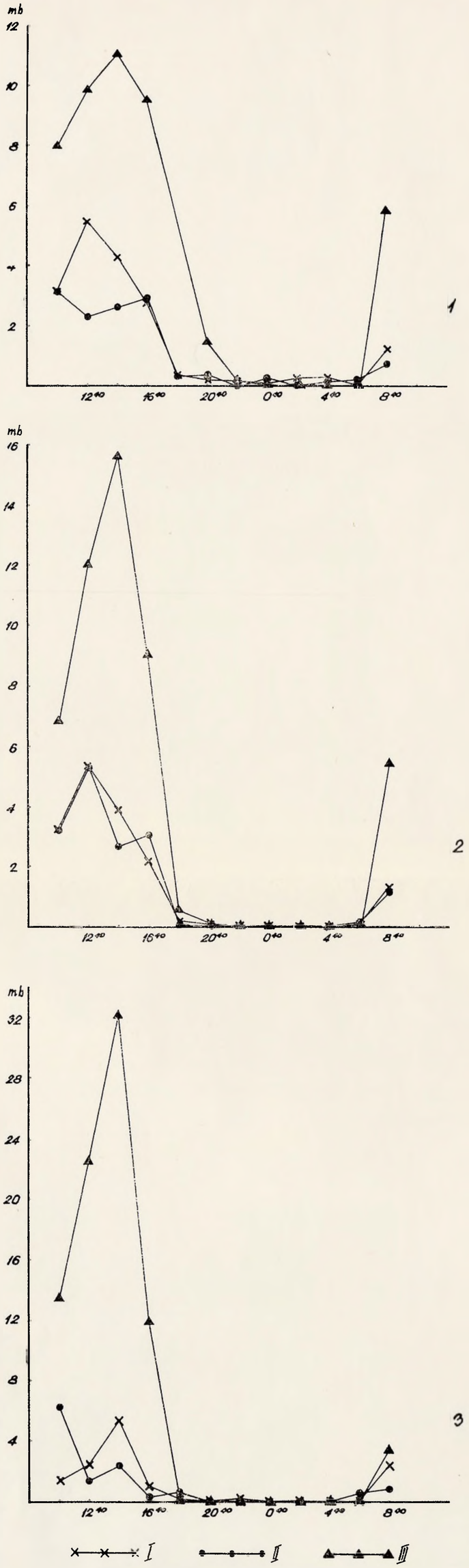
Tabela IV

Niektóre właściwości chemiczne i fizyczne gleb
Some chemical and physical features of soil

Zespół Association	Głębokość Depth cm	Skład chemiczny w % frakcji (wg metody Prószyńskiego). Mechanical composition per cent of fraction (after the method of Prószyński)							Gatunek gleby wg klasyfikacji PTG Mechanical classification of soil after Polish Soil Science Society	C organiczny Organic C	Substancja organiczna % Organic matter	N Ogólny (wg metody Kjeldahla) Total N (after the method of Kjeldahl) %	C/N	pH		K_2O P_2O_5 (wg metody Egnera) w mg na 100 g gleby (after the method of Egner) in mg per 100 g of soil		$CaCO_3$ %
		1 mm	1,0—0,1 mm	0,1—0,05 mm	0,05—0,02 mm	0,02—0,005 mm	0,005—0,002 mm	< 0,002 mm						H_2O	KCl			
Arrhenatheretum elatioris alchemilletosum	6— 6		13	9	39	25	7	7	pył ilasty	2,34	4,03	0,32	7,3	7,6	5,8	2,3	13,3	00,9
	6— 23		7	7	45	26	8	7	pył zwykły	1,20	2,10	0,21	5,8	6,6	5,7	0,9	17,2	ślad(trace)
	23— 52		11	5	38	29	7	10	pył ilasty	0,86	1,49	0,17	5,0	7,5	6,5	0,9	22,0	ślad(trace)
	52—100		9	6	34	28	11	12	glina ciężka, pylasta	0,78	1,37	0,16	4,9	7,6	6,4	0,9	31,1	0,13
Arrhenatheretum elatioris typicum	0— 5		15	9	47	18	4	7	pył zwykły	2,10	3,43	0,28	7,5	7,5	6,1	3,2	35,1	0,50
	10— 18		11	9	44	21	4	11	pył ilasty	1,29	2,23	0,21	6,1	7,2	6,1	2,8	35,1	1,07
	18— 33		13	6	41	24	5	11	pył ilasty	0,72	1,24	0,17	4,2	7,8	6,3	2,0	44.5	4,09
	33— 55		8	12	39	24	4	13	pył ilasty	0,40	0,69	0,13	3,1	6,8	6,3	1,6	45,0	7,68
	55—100		7	13	45	19	4	12	pył ilasty	0,08	0,14	0,09	1,0	7,6	6,2	2,3	31,3	1,82
Origano-Brachypodietum agrimonietosum	0— 10		18	8	38	17	6	13	pył ilasty	2,85	4,91	0,31	9,1	6,7	6,2	8,0	6,6	
	10— 25		17	10	31	19	7	16	pył ilasty	1,86	3,20	0,22	8,4	7,5	6,4	4,0	6,4	
Origano-Brachypodietum agrimonietosum	0— 10	8,7	15	8	41	21	3	12	pył zwykły spiaszczony	3,0	5,32	0,29	13,7	7,1	6,9	29,0	0,0	0,84
	20— 10	24,2	18	5	25	22	9	23	glina ciężka, pylasta	0,94	1,62	0,12	8,0	7,7	7,3	28,0	0,0	1,12
	50— 70	41,9	22	3	14	21	40	—	glina ciężka	0,60	1,03	0,084	7,1	7,6	7,2	38,0	0,0	4,64

Morfologia i biomasa... (po str. 18)

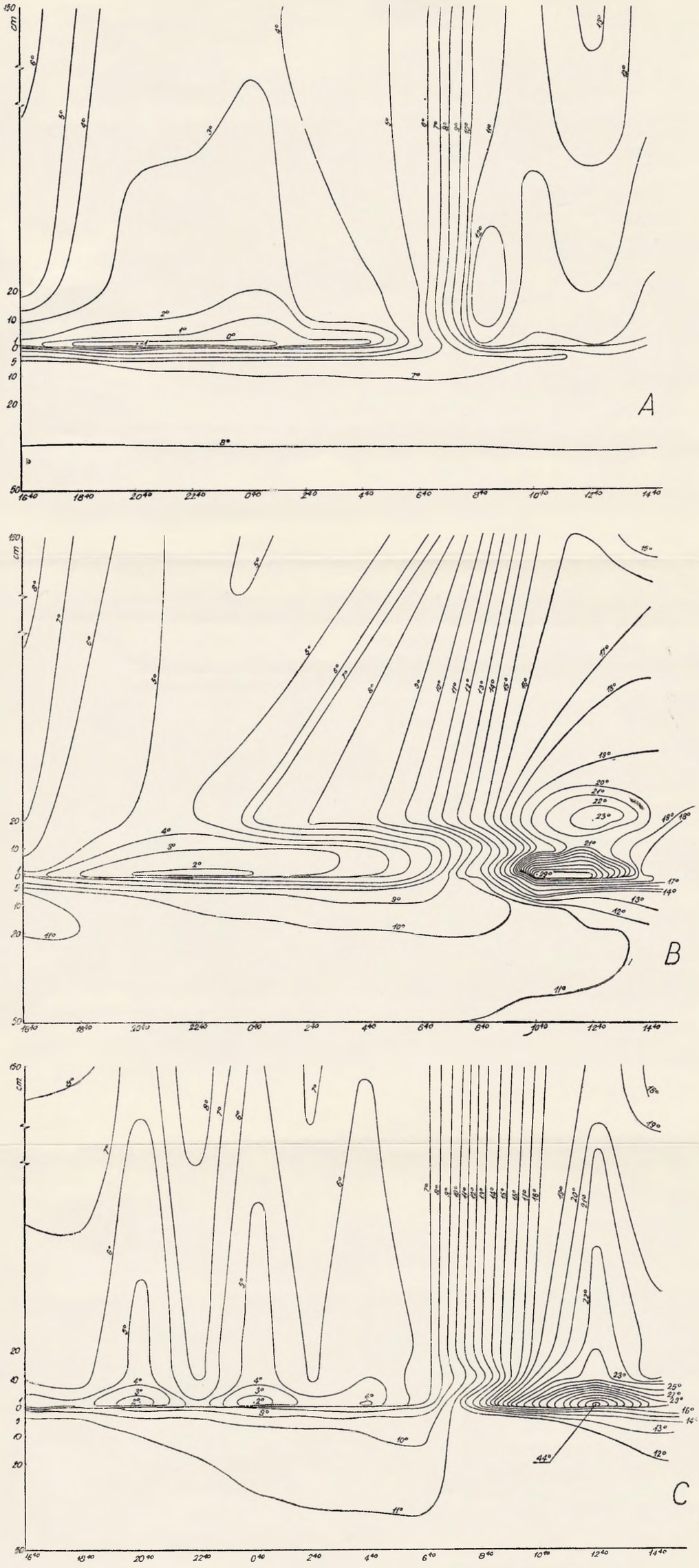
http://rcin.org.pl



Ryc. 5. Przebieg niedosytów wilgotności 29—30 sierpnia na różnych wysokościach: 1 — na wysokości 150 cm, 2 — na wysokości 20 cm, 3 — na wysokości 1 cm, I — *Arrhenatheretum elatioris alchemilletosum*, II — *Arrhenatheretum elatioris typicum*, III — *Origano-Brachypodietum*

Fig. 5. Saturation deficit at different heights: 29—30th August, 1 — at 150 cm, 2 — at 20 cm, 3 — at 1 cm. I — *Arrhenatheretum elatioris alchemilletosum*, II — *Arrhenatheretum elatioris typicum*, III — *Origano-Brachypodietum*

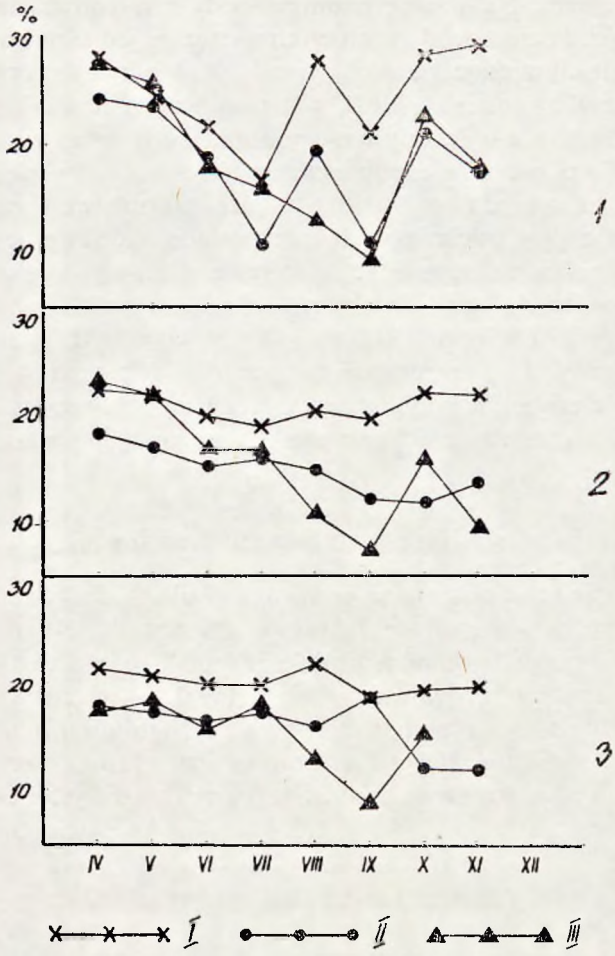
http://rcin.org.pl



Ryc. 6. Dobowy przebieg temperatur powietrza i gleby w jesieni (26—27 październik 1967). A — *Arrhenatheretum elatioris alchemilletosum*, B — *Arrhenatheretum elatioris typicum*, C — *Origano-Brachypodietum*

Fig. 6. Daily air and soil temperatures in autumn; 26—27th October 1967, A — *Arrhenatheretum elatioris alchemilletosum*, B — *Arrhenatheretum elatioris typicum*, C — *Origano-Brachypodietum*

http://rcin.org.pl



Ryc. 7. Dynamika wilgotności gleb w ciągu sezonu wegetacyjnego: 1 — na głębokości 0—5 cm, 2 — 20—25 cm, 3 — 45—50 cm. I — *Arrhenatheretum elatioris alchemilletosum*, II — *Arrhenatheretum elatioris typicum*, III — *Origano-Brachypodietum*

Fig. 7. Dynamics of the soil humidity during the growing season, 1 — at 0—5 cm, 2 — at 20—25 cm, 3 — at 45—50 cm, I — *Arrhenatheretum elatioris alchemilletosum*, II — *Arrhenatheretum elatioris typicum*, III — *Origano-Brachypodietum*

i najwilgotniejszą okazała się powierzchnia w płacie *A.e. alchemilletosum* w dolinie Sąspówki. Znaczne różnice między tą powierzchnią a pozostałymi występują zwłaszcza w jesieni, gdy w dzień słońce w tej wąskiej dolinie świeci tylko krótko rano, a w nocy ze stromych otaczających zboczy spływa do niej chłodne powietrze. Wiąże się to z występowaniem w jesieni częstych przymrozków przygruntowych i zimowego rozkładu temperatury gleby (ryc. 6). Lepsze warunki wilgotnościowe gleby wynikają też z położenia tej powierzchni w do-

http://rcin.org.pl

linie, nad potokiem. Na wiosnę nadmiar wody z młynówki rozlewa się po powierzchni łąki. Poziom wód gruntowych występuje jednak głęboko. Pomiary przeprowadzone co miesiąc, na wiosnę i w lecie, w przyległym płacie *Arrhenatheretum* przez Karkanisa (1967), w trzech studzienkach kontrolnych do głębokości 165 cm, nie wykazały występowania wody gruntowej na tej głębokości. Pozostałe powierzchnie położone na zboczach, odpowiednio o ekspozycji SSE i S, ze względu na znaczną różnicę w dopływie energii słonecznej w porównaniu z powierzchnią w dolinie posiadającą zbliżone warunki termiczne i wilgotnościowe, są suchsze i cieplejsze, z tym że na osłoniętej z trzech stron lasem powierzchni pod Zamkiem zachodzą wyraźnie mniejsze wahania temperatury i wilgotności powietrza i gleby w ciągu okresu wegetacyjnego. W płacie murawy kserotermicznej na przebieg dobowych temperatur powietrza (wielkie amplitudy dobowe) ma zapewne wpływ podłoże, które stanowi już od 30 cm słabo zwietrzała skała wapienna, miejscami wychodząca na powierzchnię.

Wpływ warunków siedliskowych na skład badanych zbiorowisk

Badane powierzchnie stanowią odmienne siedliska dla rozwoju roślin i to znajduje odbicie w składzie gatunkowym zbiorowisk. Na najchłodniejszej i najwilgotniejszej powierzchni w dolinie Sąspówki wiąże się to na przykład z występowaniem licznych gatunków higrofilnych. W składzie florystycznym suchszego płatu *Arrhenatheretum* zaznacza się natomiast udział gatunków charakterystycznych dla klasy *Festuco-Brometea*, które nie pojawiają się w *A.e. alchemilletosum*, a które obok gatunków charakterystycznych dla rzędu *Quercetalia pubescentis* są licznie reprezentowane w płacie *Origano-Brachypodietum*.

W murawie kserotermicznej skład florystyczny uzależniony jest od specyficznych, skrajnych warunków termicznych i wilgotnościowych w ciągu sezonu wegetacyjnego, a także jest związany z płytką, silnie szkieletową glebą.

IV. Metody badań

Jednym z zadań pracy było śledzenie zmian w biomasie organów podziemnych w ciągu sezonu wegetacyjnego i oznaczenie przybliżonej wartości produktywności pierwotnej netto. W tym celu w obu płatach *Arrhenatheretum*, nie koszonych przez okres 1 roku, pobierano czterokrotnie w ciągu sezonu wegetacyjnego, z powierzchni 100 m², po 5 rozmieszczonych losowo monolitów kolistych, o powierzchni podstawy 619 cm² i wysokości 30 cm. Produkcję oznaczano z różnicy między stanem minimalnym i maksymalnym biomasy.

Liczbę monolitów, głębokość pobierania próbek i wymiary powierzchni badań ustalono na podstawie wstępnych obserwacji. Liczbę próbek starano się tak dobrać, aby mogły być dokładnie opracowane i aby błąd oceny biomasy

http://rcin.org.pl

nie był zbyt wielki. Pobrano w tym celu w płacie *A.e. alchemilletosum* z powierzchni 100 m² 16 rozmieszczonych losowo monolitów o powierzchni podstawy 619 cm² każdy i wysokości 25 cm. Po wykonaniu obliczeń statystycznych okazało się, że należy pobrać około cztery monolity w tym płacie, aby błąd standardowy przy oznaczaniu biomasy nie przekraczał 10%.

Do badań dynamiki biomasy stosowano w płatach *Arrhenatheretum* próbki o kształcie kolistym, a nie kwadratowym, aby ograniczyć błąd brzeżny, jaki pojawia się przy wykrawaniu i rozcinaniu próbek. Wymiary powierzchni podstawy monolitów przyjęto za radą pracowników Zakładu Ochrony Przyrody PAN (por. Jankowska 1967). Okazało się też, że zmniejszenie średnicy próbki o połowę wymaga pobrania 4 razy większej liczby próbek, aby błąd standardowy mieścił się w tych samych granicach.

Do pobierania monolitów używano stalowej rury o średnicy 28 cm i wysokości 60 cm. Składała się ona z dwóch dopasowanych do siebie pionowych części, połączonych zawiasami i z masywnej pokrywy, miała podziałkę co 5 cm i na dole zaostrzony brzeg. Ze słupa gleby odcinano co 5 cm warstwy, które pakowano w worki igelitowe i przewożono do pracowni. Tutaj wypłukiwano pod silnym strumieniem wody glebę z próbek, a korzenie suszono następnie w suszarce w temperaturze 85°C przez około 24 godziny i po usunięciu drobnych zanieczyszczeń ważono na wadze technicznej.

W płacie *Origano-Brachypodietum* pobrano czterokrotnie po 5 monolitów tylko z powierzchni 36 m², gdyż trudno było dobrać większe poletko o jednolitej głębokości gleby. Wielkość wybranej powierzchni przewyższała jednak powierzchnię minimalną tego zespołu. Ze względu na wielką ilość części szkieletowych w glebie rozmieszczone losowo próbki, o kształcie kwadratowym i rozmiarach 25 cm × 25 cm, pobierano tutaj tylko do głębokości 20 cm, wycinając je ze ściany dołu przy użyciu łopaty.

Uzyskane po opracowaniu próbek wartości biomasy organów podziemnych dla płatów *Arrhenatheretum* i *Origano-Brachypodietum* porównywano po przeliczeniu ich na powierzchnię 1 m². Dla każdej wartości obliczono błąd standardowy.

Ponieważ zmiany w biomasie systemów korzeniowych przebiegają wolniej niż u części nadziemnych, próbki pobierano tylko 4 razy w ciągu sezonu wegetacyjnego. Terminy pobierania próbek ustalono na podstawie pojawów fenologicznych części nadziemnych i wstępnych obserwacji rozwoju systemów korzeniowych oraz na podstawie danych z literatury (Ralski 1965). Kierując się tym, pobierano próbki:

1. na wiosnę przy końcu marca, zaraz po stopnieniu śniegu, na początku sezonu wegetacyjnego i na początku wiosennego wzrostu korzeni;

2. w połowie czerwca, przed sianokosami, gdy występuje maksymalny rozwój części nadziemnych w zespole *Arrhenatheretum*;

3. przy końcu sierpnia, gdy po kwitnieniu występuje u wielu roślin następny okres wzrostu korzeni, a w zespole *Origano-Brachypodietum* wypada okres kwitnienia dominujących gatunków roślin i ich maksymalny rozwój;

http://rcin.org.pl

4. w listopadzie, przy końcu sezonu wegetacyjnego, przed opadami śniegu, w czasie obumierania nadziemnych i podziemnych części roślin.

W zimie głęboka pokrywa śnieżna i zamarznięta gleba uniemożliwiły pobranie monolitów. Po prześledzeniu wyników badań okazało się to jednak niekonieczne.

W końcowym etapie pracy wykonano również oznaczenia wartości kalorycznej materiału roślinnego, stosując metodę spalań w bombie kalorymetrycznej.

Oprócz opisanych badań dynamiki biomasy na wszystkich powierzchniach wykonano orientacyjne badania pionowego uwarstwienia biomasy organów podziemnych w glebie, stosując metodę monolitów (Šalyt 1960). Z każdej powierzchni pobierano po 2 monolity, o rozmiarach 25 cm × 25 cm do głębokości 1 m; jeden na początku okresu wegetacyjnego, na wiosnę, drugi przy jego końcu, w jesieni. W *Origano-Brachypodietum*, gdzie często już na 25—30 cm głębokości występują większe odłamki skały wapiennej, monolity pobierano tylko do 70 cm.

Przy badaniach morfologii i rozmieszczenia w glebie organów podziemnych poszczególnych gatunków posługiwano się metodą transektu i odkrywki poziomej (Šalyt 1960). Organy podziemne roślin badano wypreparowane na ścianie dołu glebowego do głębokości ponad 1,50 m. Sporządzano ich dokładny opis i rysunek. W celu ułatwienia rysowania używano drewnianych ramek o wymiarach 50 × 50 cm lub 40 × 20 cm, podzielonych na kwadraty o wymiarach odpowiednio 5 × 5 i 2 × 2 cm. Podobnie jak z pojedynczą rośliną, postępowano z wybranym wycinkiem zespołu. Rozmiary rysunków mających ilustrować zarówno morfologię i rozmieszczenie organów podziemnych poszczególnych gatunków roślin starano się dostosować do wielkości organów podziemnych badanych gatunków. Większość rysunków wykonano w skali 1 : 2, niektóre w naturalnej wielkości, a nieliczne w skali 1 : 5.

Do badań morfologicznych wybierano 3—5 dorosłych okazów tego samego gatunku o przeciętnych rozmiarach, u traw zaś po 3—4 kępy. Przy gatunkach występujących nielicznie ograniczano się do badania pojedynczych okazów, a przy gatunkach, które wykazywały różnice w morfologii, liczbę badanych okazów zwiększano. Przeważnie zajmowano się roślinami w okresie letnio-jesiennym, po ich kwitnieniu. Ponadto obserwowano kilkakrotnie w ciągu sezonu wegetacyjnego zmiany w morfologii podziemnych organów gatunków dominujących na badanych powierzchniach. Zwracano przy tym przede wszystkim uwagę na wytwarzanie i wzrost młodych korzeni i pędów podziemnych oraz ich obumieranie.

Przy opisie organów podziemnych gatunków uwzględniano:

1) rodzaj organów podziemnych,
2) typ systemu korzeniowego,
3) barwę korzeni,
4) kierunek wzrostu korzeni,
5) rozmiary korzeni,

http://rcin.org.pl

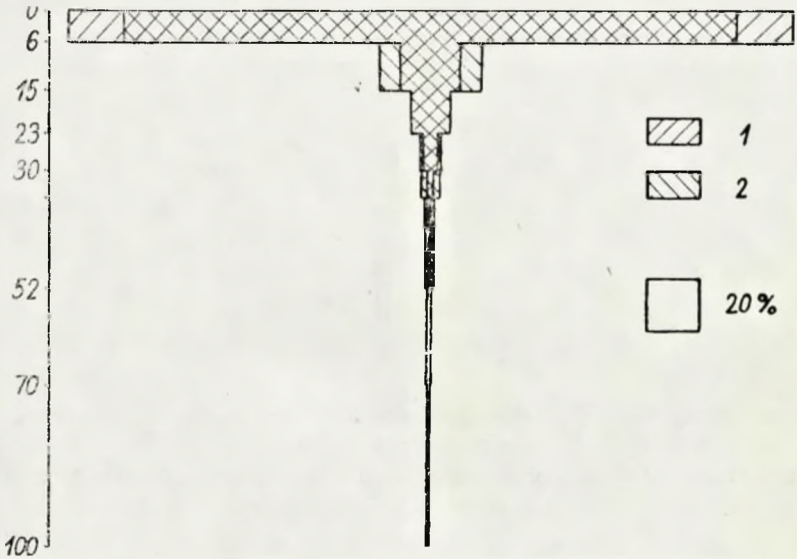
6) rozmieszczenie i liczbę bocznych odgałęzień,
7) maksymalną rozpiętość systemów korzeniowych w kierunku poziomym,
8) rozmieszczenie organów podziemnych w glebie w stosunku do poziomów glebowych,
9) głębokość przenikania systemów korzeniowych,
10) zmiany w rozwoju organów podziemnych w ciągu sezonu wegetacyjnego,
11) różnice w wykształceniu organów podziemnych na poszczególnych powierzchniach.

V. Biomasa organów podziemnych roślin

1. Warstwowe rozmieszczenie organów podziemnych i ich biomasy

Płaty zespołów *Arrhenatheretum* i *Origano-Brachypodietum* w okresie swego maksymalnego rozwoju odznaczały się dużym pokryciem roślinności. Wynosiło ono 100%. Wyjątkowo w *A.e. typicum* roślinność była mniej zwarta. Główna warstwa roślinności sięgała do wysokości 20 lub 30 cm, a wyżej ponad 1 m sterczały często liczne kwiatostany ziół i traw (do 1,70 m wysokości).

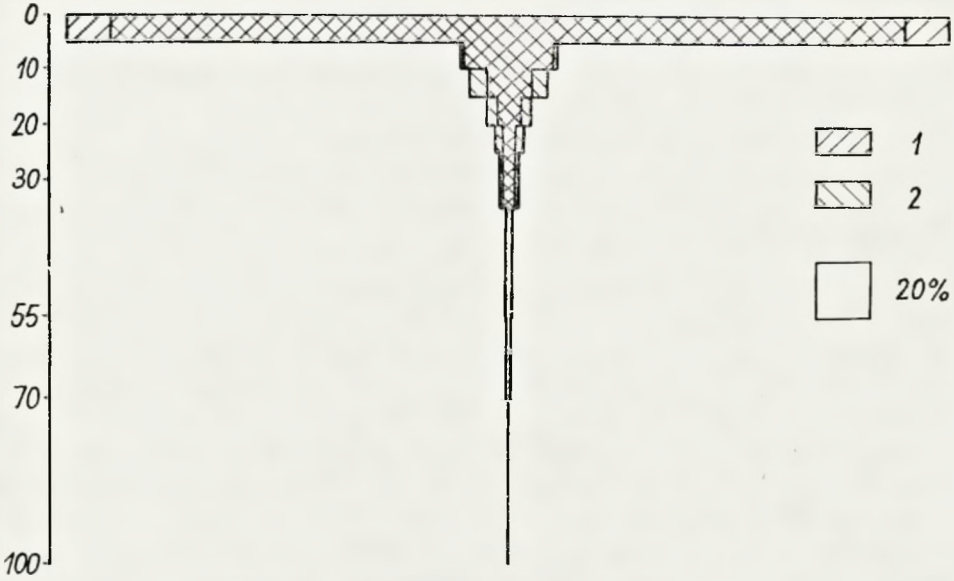
Również organy podziemne roślin były w tych zbiorowiskach dobrze wykształcone i we wszystkich masa części podziemnych znacznie przekraczała masę części nadziemnych. W obu płatach *Arrhenatheretum* części podziemne



Ryc. 8. Stratyfikacja biomasy organów podziemnych roślin w *Arrhenatheretum elatioris alchemilletosum*: 1 — na wiosnę, 2 — w jesieni

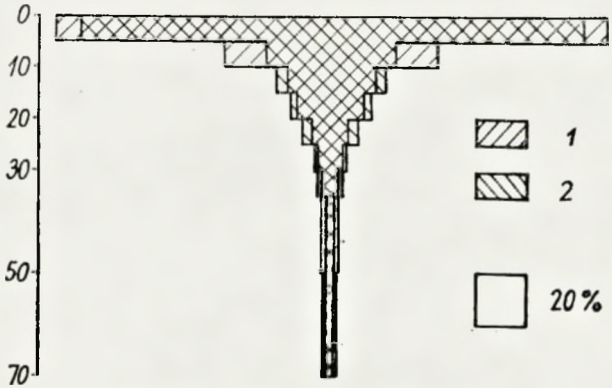
Fig. 8. Stratification of biomass of the underground parts of plants in *Arrhenatheretum elatioris alchemilletosum*: 1 — in spring, 2 — in autumn

http://rcin.org.pl



Ryc. 9. Stratyfikacja biomasy organów podziemnych roślin w *Arrhenatheretum elatioris typicum:* 1 — na wiosnę, 2 — w jesieni

Fig. 9. Stratification of biomass of the underground parts of plants in *Arrhenatheretum elatioris typicum*: 1 — in spring, 2 — in autumn



Ryc. 10. Stratyfikacja biomasy organów podziemnych roślin w *Origano-Brachypodietum*: 1 — na wiosnę, 2 — w jesieni

Fig. 10. Stratification of biomass of the underground parts of plants in *Origano-Brachypodietum:* 1 — in spring, 2 — in autumn

roślin stanowiły 68%, a w *Origano-Brachypodietum* aż 80% całkowitej suchej masy roślin w okresie maksymalnego rozwoju organów nadziemnych.

W płacie *A.e. alchemilletosum* rozmieszczenie systemów korzeniowych roślin wykazywało wyraźny układ warstwowy (por. ryc. 11). Najwięcej pod-

http://rcin.org.pl

ziemnych organów roślin w tym zbiorowisku występowało w poziomie darniowym, na głębokości 0—6 cm. Znajdowały się tutaj kłącza, rozłogi, podziemne nasady pędów, najgrubsze części głównych korzeni roślin i liczne, cienkie korzenie traw, zwłaszcza *Festuca rubra*, które tworzyły zbitą, gęstą, splątaną warstwę. Mieściło się tutaj około 74% biomasy organów podziemnych (80,8% na wiosnę i 67,2% w jesieni), z czego tylko 11% przypadało na kłącza i rozłogi. Również w następnym poziomie, na głębokości 6—23 cm, liczba korzeni była wielka. Masa korzeni stanowiła tutaj około 20% (14,86% na wiosnę i 26,74% w jesieni), a z tego 3% przypadało na kłącza i rozłogi. W górnych poziomach gleby, 0—6 i 6—23 cm, miała zlokalizowane korzenie prawie trzecia część gatunków (gatunki o systemie korzeni przybyszowych) (ryc. 18).

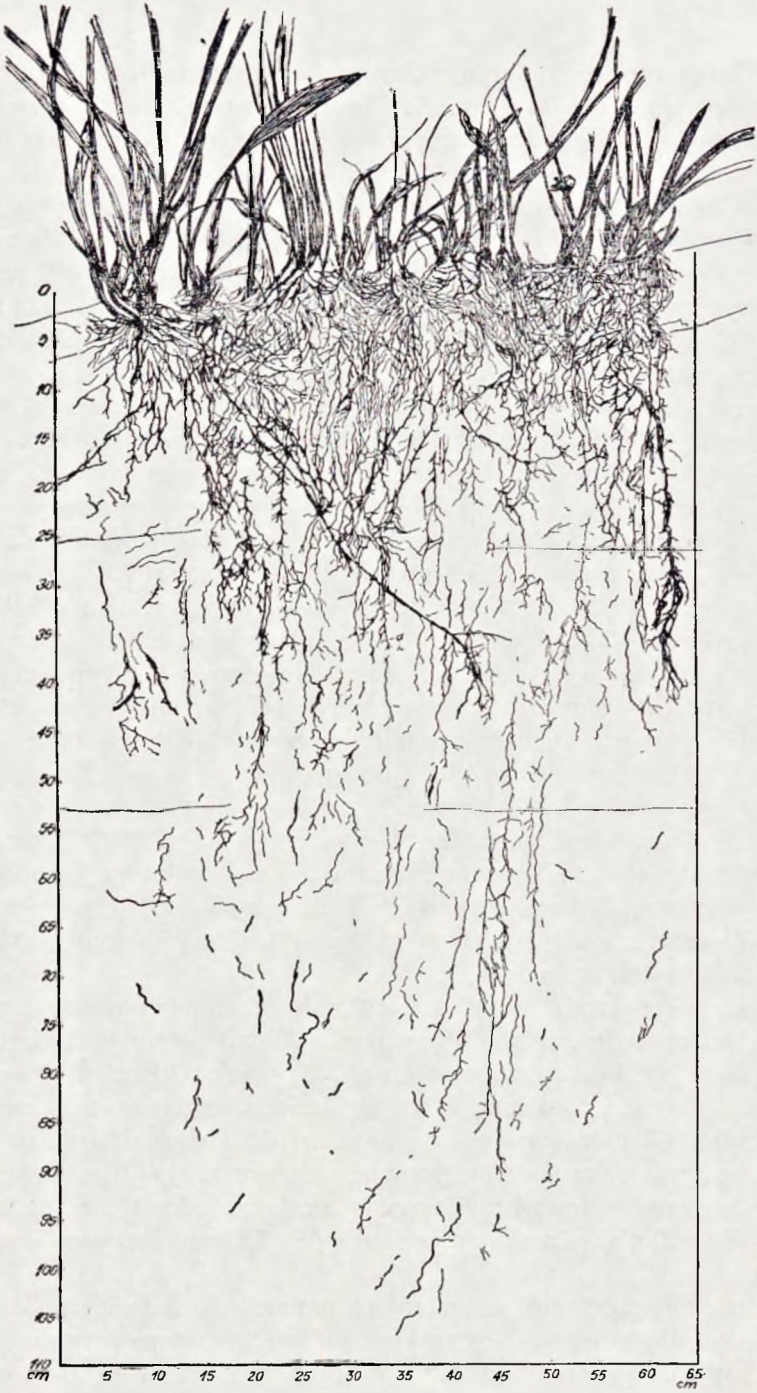
Większość korzeni, przeważnie traw, sięgała w tym zbiorowisku głębiej, do głębokości około 30 cm. W warstwie 0—30 cm stwierdzono 97,32% biomasy na wiosnę i 92% w jesieni. Następnie liczba korzeni stopniowo malała. Poniżej 52 cm oznaczono już tylko 0,57% biomasy organów podziemnych na wiosnę i 2,89% w jesieni, a jeszcze niżej, na głębokości 70—100 cm, odpowiednio zaledwie 0,21% i 0,80% (ryc. 8). W poziomie tym (52—100 cm) na głębokości 60—70 cm występowały zakończenia systemów korzeniowych większości ziół i traw (ryc. 18). Poniżej 1 m sięgały już tylko pojedyncze korzenie *Dactylis glomerata*, *Arrhenatherum elatius*, *Alopecurus pratensis*, a najgłębiej korzenie palowe *Knautia arvensis* (110 cm), *Rumex acetosa* (130 cm) i *Heracleum sphondylium* (150 cm).

Na drugiej powierzchni, w płacie *A.e. typicum*, brak było tak wyraźnego warstwowego rozmieszczenia organów podziemnych (ryc. 9). Korzenie roślin były tu delikatniejsze, a korzenie traw nie tworzyły tak zbitej, podobnej do wojłoku warstwy. Główna warstwa korzeni sięgała do głębokości 20 lub 25 cm. W warstwie gleby 0—25 cm występowało 95,11% biomasy na wiosnę i 93,78% w jesieni.

W *A.e. typicum* bardzo obficie występowały delikatne i bogato rozgałęzione korzenie *Trisetum flavescens* (do głębokości 70 cm), korzenie *Arrhenatherum elatius* (do 1 m), liczne, grube, czerwone korzenie *Geranium pratense* (do 60 cm), cylindryczne, delikatne, słabo rozgałęzione korzenie *Leontodon hispidus* (do 70 cm) i *Chrysanthemum leucanthemum* (do głębokości ponad 40 cm). Najgrubsze i najdłuższe korzenie posiadały rosnące tutaj dość nieliczne rośliny o typie korzenia palowego: *Pimpinella saxifraga* (do 145 cm), *Medicago lupulina* (do 120 cm), *Convolvulus arvensis* (do 130 cm) i *Coronilla varia* (do 150 cm).

W poziomie próchnicznym miały natomiast zakończenia, podobnie jak w *A.e. alchemilletosum*, delikatne korzenie roślin o typie systemu korzeni przybyszowych. W górnej warstwie poziomu próchnicznego, 0—5 cm, biomasa wynosiła podobnie jak w *A.e. alchemilletosum*, 74% (77,87% na wiosnę i 70,70% w jesieni), a na głębokości 5—15 cm około 18% (odpowiednio 15,31% i 19,96%). Poniżej głębokości 30 cm znajdowało się już tylko 4,77% biomasy, niżej zaś, w warstwie gleby od 55 do 100 cm — około 2%.

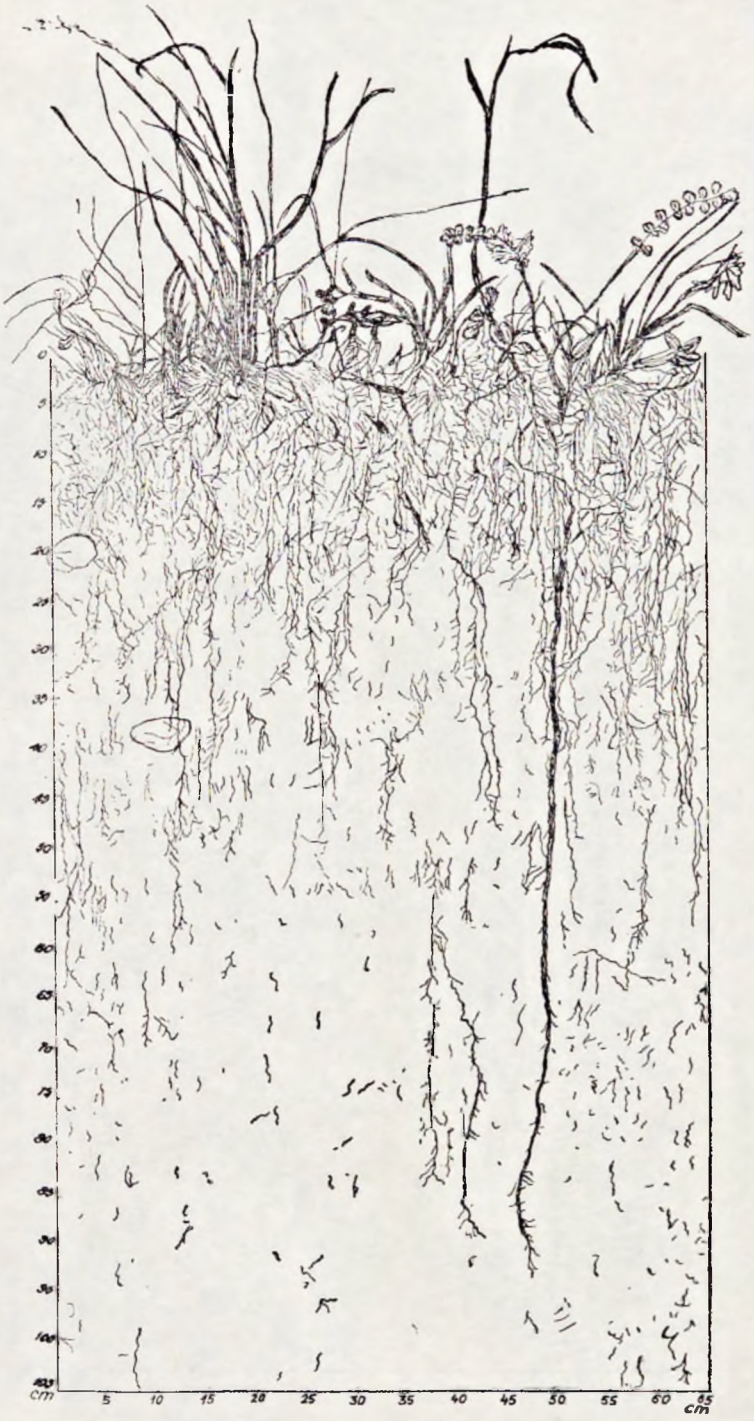
http://rcin.org.pl



Ryc. 11. Pionowe rozmieszczenie organów podziemnych roślin w *Arrhenatheretum elatioris alchemilletosum* w jesieni

Fig. 11. Vertical distribution of the underground plant organs in *Arrhenatheretum elatioris alchemilletosum* in autumn

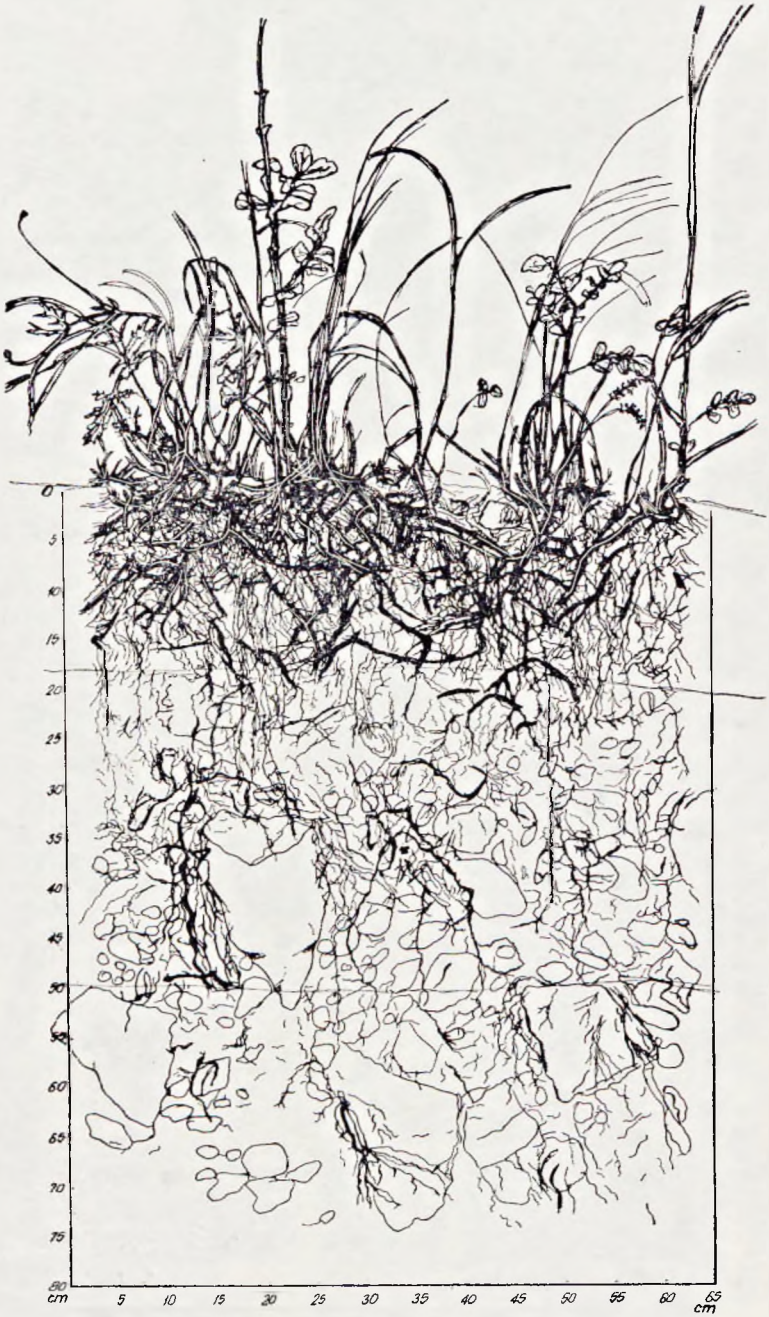
http://rcin.org.pl



Ryc. 12. Pionowe rozmieszczenie organów podziemnych roślin w *Arrhenatheretum elatioris typicum* w jesieni

Fig. 12. Vertical distribution of the underground plant organs in *Arrhenatheretum elatioris typicum* in autumn

http://rcin.org.pl



Ryc. 13. Pionowe rozmieszczenie organów podziemnych roślin w *Origano-Brachypodietum* w jesieni

Fig. 13. Vertical distribution of the underground plant organs in *Origano-Brachypodietum* in autumn

http://rcin.org.pl

W płacie *Origano-Brachypodietum* rozmieszczenie korzeni było inne (ryc. 13). Większość ich znajdowała się tutaj w poziomie próchnicznym i przejściowym do głębokości 30 lub 40 cm, a niżej liczba korzeni gwałtownie malała. Poniżej 30 cm korzenie wnikały w szczeliny między zwietrzałą skałą wapienną, rosły ukośnie lub poziomo po kamieniach i bardzo często zmieniały kierunek wzrostu.

W zbiorowisku tym występowały przeważnie grube, mocne, często zdrewniałe korzenie bylin kserotermicznych, których obecność wpływała na zwiększenie wartości biomasy. Zakończenia systemów korzeniowych najliczniejszej grupy roślin *(Coronilla varia, Helianthemum ovatum, Centaurea scabiosa, Sanguisorba minor, Knautia arvensis, Pimpinella saxifraga, Lotus corniculatus, Trifolium montanum, Trifolium medium, Brachypodium pinnatum)* znajdowały się poniżej 50 cm, na głębokości 60—70 cm (ryc. 18), w poziomie skały wapiennej, częściowo zwietrzałej, która stanowiła główny czynnik ograniczający głębokość ich przenikania. Kilka gatunków rosnących obficie w *Arrhenatheretum*, a tutaj nielicznie, takich jak *Taraxacum officinale, Leontodon hispidus, Plantago lanceolata, Festuca rubra* i *Briza media*, sięgało systemami korzeniowymi do głębokości około 30 cm, do warstwy, w której 50% stanowiły już części szkieletowe. Dość liczna grupa roślin, o niewielkich, delikatnych, słabo rozgałęzionych systemach korzeniowych, miała zakończenia korzeni już w poziomie próchnicznym, na głębokości 0—16 cm.

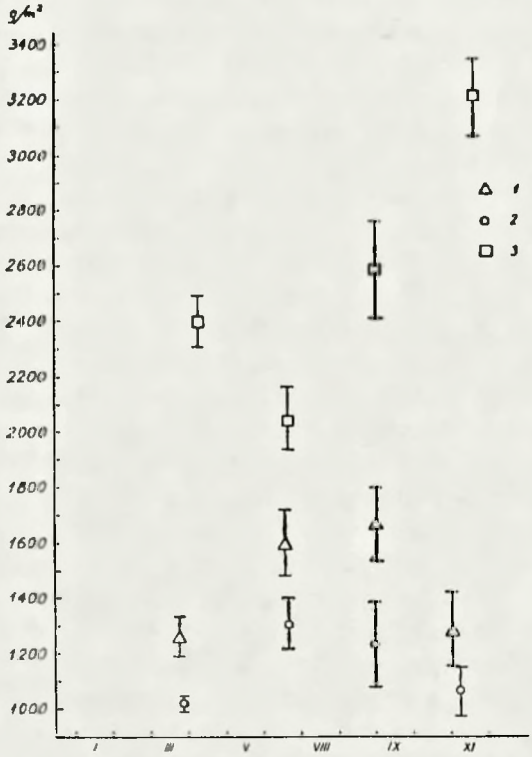
Zgodnie z rozmieszczeniem korzeni przedstawiał się układ biomasy (ryc. 10). Na głębokości od 0 do 5 cm znajdowało się około 50% biomasy, od 5 do 20 cm 33%, a poniżej 30 cm było jeszcze 7,75% na wiosnę i 11,77% w jesieni.

2. Dynamika biomasy organów podziemnych roślin

Wartości biomasy organów podziemnych w płacie *A.e. alchemilletosum* i w *A.e. typicum* wykazywały podobne zmiany w ciągu sezonu wegetacyjnego. Maksymalne stany biomasy w obu płatach, odpowiednio 1664 g/m² i 1313 g/m², stwierdzono w lecie, a minimalne na początku sezonu wegetacyjnego, odpowiednio 1263 g/m² i 1018 g/m² (ryc. 14). W *Origano-Brachypodietum* masa organów podziemnych w warstwie gleby 0—20 cm była około dwa razy wyższa niż w płatach *Arrhenatheretum*. Maksymalną wartość biomasy — 3212 g/m² — oznaczono w listopadzie, a minimalną — 2038 g/m² — w czerwcu.

Wyniki badań nad produktywnością organów podziemnych zestawiono w tabeli V. Przyrost biomasy organów podziemnych w poszczególnych warstwach gleby występował w różnych okresach sezonu wegetacyjnego. W płacie *A.e. alchemilletosum* (ryc. 15), podobnie jak w płacie *A.e. typicum* (ryc. 16) na głębokości 0—6 cm maksymalną wartość biomasy stwierdzono w czerwcu, a minimalną w listopadzie. Niżej, na głębokości 6—30 cm, maksymalny stan biomasy w *A.e. alchemilletosum* oznaczono w sierpniu, a minimalny w listopadzie. W *Origano-Brachypodietum* (ryc. 17) natomiast, na głębokości 0—

http://rcin.org.pl



Ryc. 14. Dynamika biomasy organów podziemnych roślin w ciągu sezonu wegetacyjnego: 1 — *Arrhenatheretum elatioris alchemilletosum*, 2 — *Arrhenatheretum elatioris typicum*, 3 — *Origano-Brachypodietum*

Fig. 14. Dynamics of the biomass of the underground plant organs during the growing season 1 — *Arrhenatheretum elatioris alchemilletosum*, 2 — *Arrhenatheretum elatioris typicum*, 3 — *Origano-Brachypodietum*

10 cm maksymalne wartości biomasy zauważono w listopadzie, a minimalne w czerwcu. Niżej, na głębokości 10—20 cm, maksymalną biomasę obserwowano w sierpniu, a minimalną w kwietniu, podobnie jak w *A.e. alchemilletosum*.

Ponieważ większość korzeni i innych organów podziemnych znajdowała się w górnej warstwie gleby (0—10 cm), więc maksymalny stan biomasy występował w okresie najwyższej wartości biomasy w tej warstwie. Aby dokładniej oznaczyć produkcję organów podziemnych, uwzględniając przyrosty biomasy w niższych warstwach gleby, dodawano przyrosty z każdej warstwy. Przyrost ten w *A.e. alchemilletosum* na głębokości 0—6 cm wynosił 360,9 g/m², tj. 28% maksymalnej biomasy w tym poziomie, niżej zaś, na głębokości 6—30 cm, 336,3 g/m², tj. około 62% maksymalnej biomasy. Stosunki podobne obliczono dla przyrostów w *A.e. typicum*. W *Origano-Brachypodietum* natomiast, na głębokości 0—10 cm przyrost biomasy w ciągu sezonu wegetacyjnego wynosił

http://rcin.org.pl

Tabela V

Produktywność organów podziemnych roślin
Productivity of underground plant organs

	I	II	III	IV	V
Arrhenatheretum elatioris alchemilletosum	0— 6	XI — VI	1252,3	360,9	0,29
	6—15	III — VIII	362,9	227,5	0,63
	15—23	III — VIII	109,9	60,7	0,63
	23—30	III — VIII	65,5	40,1	0,61
				697,2	
Arrhenatheretum elatioris typicum	0— 5	XI — VI	1033,9	303,2	0,29
	5—15	III — XI	241,5	145,7	0,60
	15—20	III — XI	51,5	27,3	0,53
	20—30	III — XI	47,6	31,7	0,67
				507,9	
Origano-Brachypodietum agrimonietosum	0— 5	VI — XI	1848,8	805,0	0,44
	5—10	VI — XI	875,3	241,2	0,36
	10—15	IV — VIII	459,1	192,8	0,42
	15—20	IV — VIII	314,5	128,2	0,41
				1367,2	

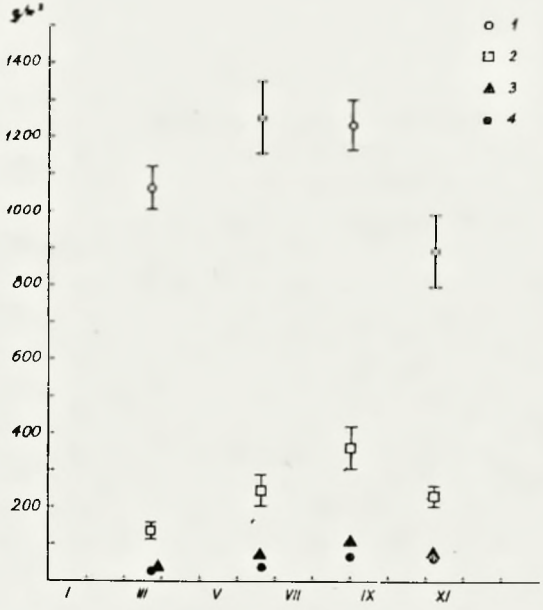
Objaśnienie (Explanation): I — Głębokość w cm,
— Depth in cm,
II — Okresy największych różnic w biomasie,
— Period of the greatest difference in biomass,
III — Maksymalna wartość biomasy w g/m²,
— Maximum value of biomass in g/m²,
IV — Roczny przyrost biomasy w g/m²,
— Annual biomass increase in g/m².
V — Stosunek rocznego przyrostu biomasy w danej warstwie do całkowitej biomasy w tej warstwie,
— Turnover value.

1046,0 g/m² i stanowił 40% maksymalnej biomasy w danej warstwie, a na głębokości 10—20 cm wynosił już tylko 321,05 g/m² i stanowił 41%. Po zsumowaniu przyrostów otrzymano produktywność 697,2 g/m² na rok w *A.e. alchemilletosum*, 507,9 g/m² w *A.e. typicum* i 1367,2 g/m² w *Origano-Brachypodietum*.

Można się spodziewać, że wartości produktywności obliczone tą metodą są zaniżone, gdyż nie uwzględniają biomasy organów podziemnych obumarłych w okresie dążenia biomasy do stanu maksymalnego i przyrostu korzeni w okresie obniżenia się stanu biomasy.

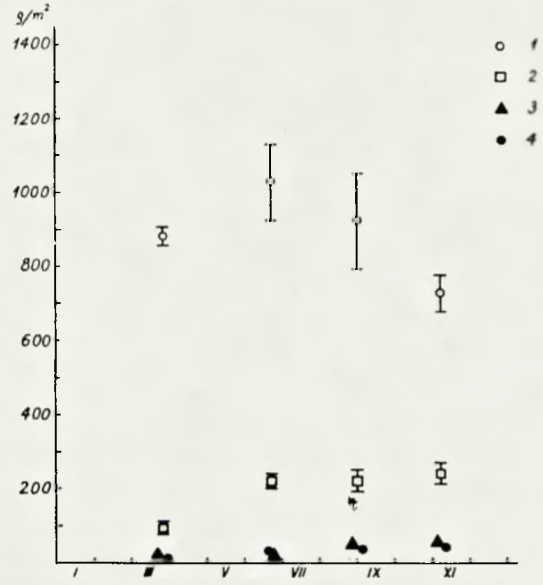
Podane wyniki obarczone są błędem dwojakiego rodzaju: systematycznym, wynikającym z niedokładności metody, np. wycinania próbek, ważenia itd., oraz błędem statystycznym, który spowodowany jest nierównomiernym rozmieszczeniem korzeni w glebie. Oszacowane błędy standardowe w oznaczaniu biomasy podane są na wykresach. Liczba próbek była tak dobrana, aby błędy te nie przekraczały 10% w górnych warstwach gleby.

http://rcin.org.pl



Ryc. 15. Dynamika biomasy organów podziemnych roślin w *Arrhenatheretum elatioris alchemilletosum* w warstwach gleby: 1. 0—6 cm, 2. 6—15 cm, 3. 15—23 cm, 4. 23—30 cm

Fig. 15. Dynamics of the biomass of the underground plant organs in *Arrhenatheretum elatioris alchemilletosum* in various soil layers: 1. 0—6 cm, 2. 6—15 cm, 3. 15—23 cm, 4. 23—30 cm



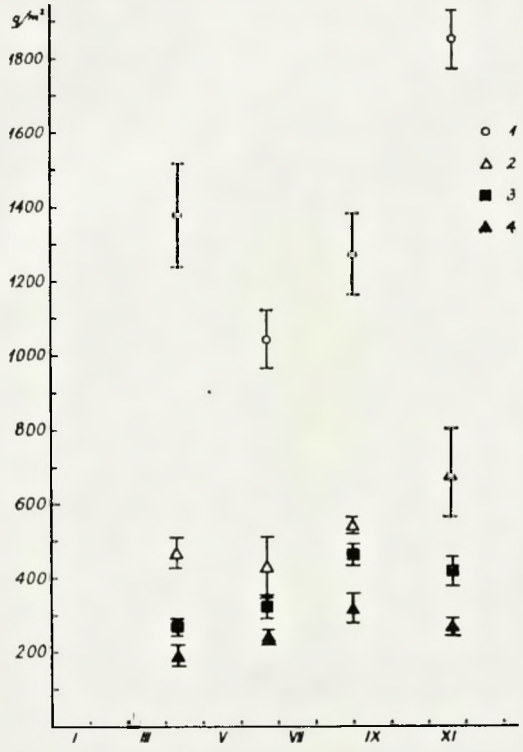
Ryc. 16. Dynamika biomasy organów podziemnych roślin w *Arrhenatheretum elatioris typicum* w warstwach gleby: 1. 0—5 cm, 2. 5—15 cm, 3. 15—20 cm, 4. 20—30 cm

Fig. 16. Dynamics of the biomass of the underground plant organs in *Arrhenatheretum elatioris typicum* in various soil layers: 1. 0—5 cm, 2. 5—15 cm, 3. 15—20 cm, 4. 20—30 cm

http://rcin.org.pl

Po uwzględnieniu danych z tabeli VI obliczono, że produkcja organów podziemnych w roku 1966 miała wartość w *A.e. alchemilletosum* 3458 kcal/m², w *A.e. typicum* 2316 kcal/m² i w *Origano-Brachypodietum* 7720 kcal/m².

Przez określenie stosunku przyrostu biomasy w danej warstwie do maksymalnej biomasy w tej warstwie (turnover value) starano się, podobnie jak w pracy Dahlmana i Kucery (1965), ustalić okres funkcjonowania korzeni



Ryc. 17. Dynamika biomasy organów podziemnych roślin w *Origano-Brachypodietum* w warstwach gleby: 1. 0—5 cm, 2. 5—10 cm, 3. 10—15 cm, 4. 15—20 cm

Fig. 17. Dynamics of the biomass of the underground plant organs in *Origano-Brachypodietum* in various soil layers: 1. 0—5 cm, 2. 5—10 cm, 3. 10—15 cm, 4. 15—20 cm

w danym zbiorowisku. Na tej podstawie — przyjmując, że obumieranie i przyrost korzeni odbywa się z taką samą szybkością u wszystkich gatunków w danym zbiorowisku — można sądzić, że w płatach *Arrhenatheretum* w warstwie gleby na głębokości 0—5 cm wymiana organów podziemnych następuje co 3 lub 4 lata, a na głębokości 5—30 cm co 2 lata, w zespole *Origano-Brachypodietum* natomiast na głębokości 0—20 cm co 2 lub 3 lata.

Ostatnio badania przy zastosowaniu ^{14}C (Dahlman 1968) potwierdziły okres funkcjonowania korzeni, otrzymany z tego stosunku, dla traw prerii.

http://rcin.org.pl

Tabela VI

Wartość kaloryczna organów podziemnych roślin (w cal na g suchej masy) oraz zawartość popiołu (w %)
The caloric value of underground plant organs (in calories per g of dry matter) and the ash content per cent

Arrhenatheretum elatioris alchemilletosum					*Arrhenatheretum elatioris typicum*					*Origano-Brachypodietum agrimonietosum*				
Głębokość Depth cm	Miesiąc Month	Z popiołem With ash	Bez popiołu Without ash	Zawartość popiołu Ash content	Głębokość Depth cm	Miesiąc Month	Z popiołem With ash	Bez popiołu Without ash	Zawartość popiołu Ash content	Głębokość Depth cm	Miesiąc Month	Z popiołem With ash	Bez popiołu Without ash	Zawartość popiołu Ash content
0—6	VI	3922	4841	19	0—5	VI	3907	4868	20	0—10	XI	3565	4809	26
	XI	3784	4737	20		XI	4135	5081	19		VI	3880	4768	19
6—30	VIII	3927	4850	19	5—30	XI	3656	4902	25	10—20	VIII	3032	5012	40
	III	4391	4914	11		III	4246	4962	14		IV	4096	4885	16

http://rcin.org.pl

Tabela VII

Głębokość przenikania systemów korzeniowych w zbiorowiskach łąkowych wg Ponjatovskiej (1956) 1—10, w zbiorowiskach stepowych wg Šalyta (1950) 11—15 i w zbiorowiskach łąkowych Ojcowskiego Parku Narodowego [1]

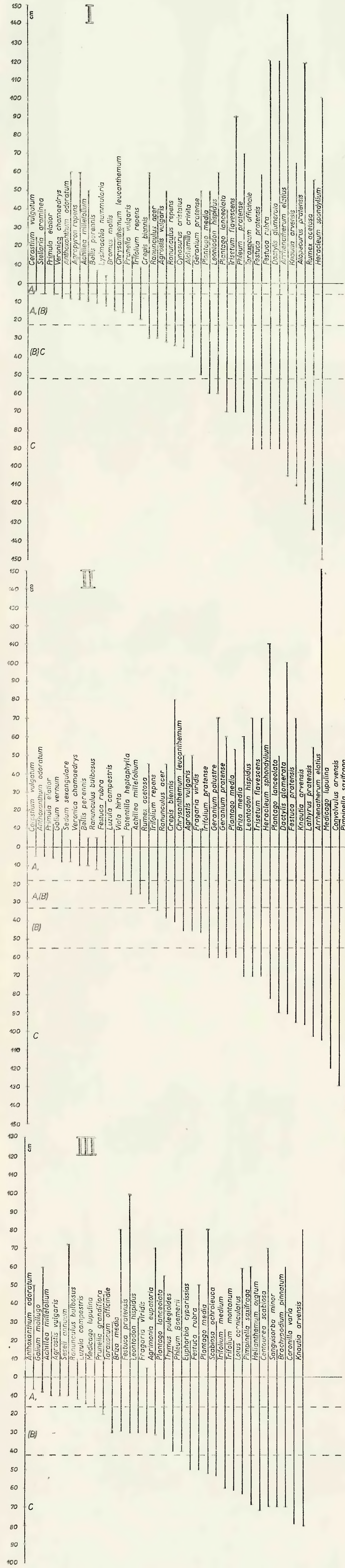
The penetration depth of the root systems in grassland communities after Ponjatovska (1956) 1—10, in steppe communities after Šalyt (1950) 11—15, and in grassland communities of the Ojców National Park [2]

L.p. No.	Gatunek Species	Zbiorowisko roślinne Community	Gleba Soil	Głębokość sięgania korzeni Penetration depth of roots		Głębokość sięgania korzeni w Ojcowskim Parku Narodowym Penetration depth of roots in the Ojców National Park		
				maksymalna maximum	głównej warstwy principal layer	*Arrhenatheretum elatioris alchemilletosum*	*Arrhenatheretum elatioris typicum*	*Origano--Brachypodietum*
1	*Alopecurus pratensis*	*Alopecurus pratensis* + *Deschampsia caespitosa* + *Carex gracilis*	glina piaszczysta, gleba torfiasta sandy clay, peat soil	110 cm	25 cm	120 cm	—	—
2	*Festuca rubra*	*Festuca rubra* + *Lotus corniculatus*	piasek gliniasty loamy sand	85 cm	28 cm	90 cm	18 cm	60 cm
3	*Festuca rubra*	*Festuca rubra* + *Phleum pratense* + *Taraxacum officinale*	piasek gliniasty loamy sand	100 cm	25 cm			
4	*Dactylis glomerata*	*Dactylis glomerata* + Herbae	piasek gliniasty loamy sand	100 cm	30 cm	90 cm	90 cm	—
5	*Festuca pratensis*	*Festuca pratensis* + Herbae	średnia glina medium clay	ponad 100 cm	20 cm	90 cm	90 cm	30 cm
6	*Festuca pratensis*	*Festuca pratensis* + *Medicago*	ciężka glina piaszczysta heavy sandy clay	70 cm	24 cm			
7	*Phleum pratense*	*Phleum pratense* + *Trifolium hybridum* + *Trifolium pratense*	ciężka glina piaszczysta, gleba słabo oglejona heavy sandy clay, soil with gley	100 cm	21 cm	70 cm	—	—
8	*Arrhenatherum elatius*	*Arrhenatherum elatius* + Herbae	lekka glina piaszczysta light sandy loam	100 cm	40 cm	ponad 100 cm	90 cm	—
9	*Arrhenatherum elatius*	*Arrhenatherum elatius* + Herbae	ciężka glina, gleba oglejona heavy clay, gley soil	75 cm	20 cm			
10	*Lotus corniculatus*	*Festuca rubra* + *Lotus corniculatus*	piasek gliniasty loamy sand	60 cm	—	—	—	60 cm
11	*Trifolium montanum*	*Bromus riparius* + *Carex praecox* + *Gramineae*	ciężka glina, czarnoziem heavy clay, chernozem	70 cm	—	—	—	70 cm
12	*Pimpinella saxifraga*	*Bromus riparius* + *Carex praecox* + *Gramineae*	ciężka glina, czarnoziem heavy clay, chernozem	160 cm	—		145 cm	60 cm
13	*Festuca sulcata*	*Festuca sulcata* + *Stipa ucrainica*	czarnoziem, gleba zasolona chernozem, salinised	120 cm	—	—	—	60 cm
14	*Festuca sulcata*	—„—	sołoniec saline soil	70—80 cm	—			
15	*Festuca sulcata*	*Kochia prostrata* + *Festuca sulcata*	sołoniec saline soil	120 cm	50 cm			

[1] Przy danych z Ojcowa pominięto opisy gleb.

[2] Soil types in plant communities of the Ojców National Park are not mentioned here.

http://rcin.org.pl



Ryc. 18. Głębokość przenikania systemów korzeniowych poszczególnych gatunków roślin i wysokość ich części nadziemnych: I — *Arrhenatheretum elatioris alchemilletosum*, II — *Arrhenatheretum elatioris typicum*, III — *Origano-Brachypodietum*

Fig. 18. Penetration depth of the root systems of various plant species and the height of their aboveground parts. I — *Arrhenatheretum elatioris alchemilletosum*, II — *Arrhenatheretum elatioris typicum*, III — *Origano-Brachypodietum*

http://rcin.org.pl

3. Porównanie dynamiki biomasy i produktywności organów podziemnych i nadziemnych

Biomasa części nadziemnych roślin ulega w ciągu sezonu wegetacyjnego znacznie szybszym i większym zmianom niż biomasa wieloletnich organów podziemnych. Uchwycenie wartości przyrostu i obumierania nadziemnych części roślin wymaga pobierania próbek co najmniej w odstępach miesięcznych. Dane o stanach biomasy organów nadziemnych, uzyskane czterokrotnie w ciągu okresu wegetacyjnego (przy pobieraniu monolitów gleby), nie wystarczają więc do oznaczenia ich produktywności.

Według Jankowskiej (1967) w płacie *A.e. alchemilletosum* od wiosny następuje przyrost części zielonych roślin, które osiągają maksymalny stan na początku lipca, a następnie widoczny jest spadek ich masy na korzyść przyrostu masy części obumarłych. Na podstawie danych zebranych przez autorkę żywe części nadziemne w *A.e. alchemilletosum* posiadały maksymalne wartości biomasy przed sianokosami, w połowie czerwca w czasie maksymalnego stanu biomasy organów podziemnych na głębokości 0—6 cm i wtedy masa części nadziemnych (żywych i obumarłych) stanowiła 0,83 masy organów podziemnych. Najniższą wartość biomasy części nadziemnych stwierdzono natomiast na wiosnę, przy końcu marca, gdy przedstawiały one 0,15 masy organów podziemnych. Podobną dynamikę biomasy obserwowano w zespole *A.e. typicum*. Płaty *Arrhenatheretum* nie zostały skoszone i obserwowano na nich od sierpnia przybytek części obumarłych. Stosunek biomasy części nadziemnych do podziemnych wynosił wtedy 1 : 2.

W płacie murawy kserotermicznej największą wartość biomasy organów nadziemnych oznaczono również w czerwcu, w okresie najmniejszej biomasy organów podziemnych na głębokości 0—10 cm; stanowiła ona wtedy 0,48 masy części podziemnych. Natomiast najmniejszą biomasę posiadały części nadziemne żywe w sierpniu i w listopadzie, gdy stan biomasy organów podziemnych zbliżał się do maksimum. Biomasa części nadziemnych wynosiła wtedy 0,20 biomasy części podziemnych.

Według Jankowskiej (nie opubl.) wartość produkcji części nadziemnych, oznaczona zmodyfikowaną metodą Wiegerta i Evansa, w zespole *A.e. alchemilletosum* w r. 1966 wynosiła 700 g/m², a w *Thalictro-Salvietum* w rezerwacie Skowronno koło Pińczowa, o podobnych gatunkach dominujących jak w zespole *Origano-Brachypodietum*, 500 g/m². Na podstawie tych danych oraz danych orientacyjnych autorki można wywnioskować, że stosunek przyrostów biomasy organów nadziemnych do podziemnych w ciągu sezonu wegetacyjnego w zespole *A.e. alchemilletosum* wynosi 1 : 1, a w murawie kserotermicznej jest niższy i wynosi 1 : 2,7.

http://rcin.org.pl

VI. Morfologia organów podziemnych roślin

1. Morfologia organów podziemnych poszczególnych gatunków roślin i ich rozmieszczenie w glebie

Opisy morfologii podziemnych organów gatunków roślin zamieszczono w kolejności zgodnej z głębokością sięgania ich korzeni (ryc. 18). Opisy nie odnoszą się do jednego tylko okazu, ale zostały sporządzone na podstawie kilku egzemplarzy tego samego gatunku. Nazwy gatunków podano na podstawie klucza „Rośliny polskie" (Szafer, Kulczyński, Pawłowski 1953). Terminologię dotyczącą morfologii organów podziemnych zaczerpnięto z pracy Łukasiewicza (1962), a częściowo także z „Roślin polskich" (Szafer, Kulczyński, Pawłowski 1953). Termin „nasada pędu" przyjęto w takim znaczeniu, w jakim jest używany w pracy Łukasiewicza (1962). Według tego autora podano też podział bylin na: 1. byliny łodygowe — kaulofity (Ka.), 2. korzeniowo-łodygowe — rhizokaulofity (Rhka.), 3. korzeniowe — rhizofity (Rh.). Podział ten opiera się na rodzaju organów trwałych, jakimi są organy podziemne u bylin, i na sposobie ich odnawiania i obumierania.

Przy opisach systemów korzeniowych poszczególnych gatunków użyto następujących skrótów: k. — korzenie, s.k. — system korzeniowy, k.g. — korzeń główny, k.b. — korzenie boczne, k.p. — korzenie przybyszowe, p. — pęd, n.p. — nasada pędu, dł. — długość, sz. — szerokość, śr. — średnica, gł. — głębokość, wys. — wysokość.

Organy podziemne gatunków rosnących w kilku badanych zbiorowiskach opisano tylko raz, uwzględniając różnice w ich morfologii i rozmieszczeniu oraz załączając — zależnie od potrzeby — rysunki wykonane w jednym z omawianych zbiorowisk, w dwóch lub też wszystkich trzech.

Ryciny ilustrujące zarówno morfologię jak i rozmieszczenie organów podziemnych wybrano z 260 wykonanych w terenie rysunków. Części nadziemne przedstawiono na nich tylko schematycznie.

4. Arrhenatheretum elatioris alchemilletosum

a. Gatunki o wtórnym s.k. zlokalizowanym w powierzchniowej warstwie gleby, na gł. 0—6 cm lub 0—23 cm, o k.p. wyrastających z p. ścielących się po powierzchni gleby, z p. podziemnych lub też z n.p. Ka.

Cerastium vulgatum (ryc. 19). — s.k. słabo wykształcony, występujący w warstwie gleby do gł. 3 cm, a bardzo często też w obumarłych szczątkach roślinnych przy powierzchni gleby. K.p. bardzo cienkie, włosowate, jasne, o białym odcieniu, z gęstymi odgałęzieniami I i II rzędu, zwłaszcza przy zakończeniach, wyrastają z pokładających się na powierzchni gleby p. nadziemnych w ich częściach przylegających do gleby, lub też z n. p. Kierunek wzrostu prawie poziomy. W połowie lipca, po wysypaniu nasion przez roślinę, poniżej p. nadziemnego o wys. 30 cm wyrastają młode k.p., grubsze od starszych, nie rozgałęzione, a z węzłów p. młode p.

W *A.e. typicum* okazy tego gatunku rosną w miejscach nie zajętych przez inne rośliny, w lukach między częściami nadziemnymi innych wyższych roślin. S.k. ich jest znacznie mocniej wykształcony, niż w *A.e. alchemilletosum*, a przede wszystkim lepiej rozgałęziony (ryc. 20) Liczne k.p. o dł. 6—7 cm,

http://rcin.org.pl

Ryc. 19. *Cerastium vulgatum*. Rzut poziomy systemu korzeniowego w zespole *Arrhenatheretum elatioris alchemilletosum*. Data obserwacji 15.07.1967.

Fig. 19. *Cerastium vulgatum*. The vertical projection of the root system, for July 15, 1967 [1]

[1] Objaśnienia następnych rycin (20—111) podano w skrócie (Explanations to figs 20—111 abbreviated).

http://rcin.org.pl

Ryc. (Fig.) 20. *Cerastium vulgatum — Arrhenatheretum elatioris typicum*, 04.06.67

obficie rozgałęzione na k.b. I i II rzędu o dł. około 1,5 cm, posiadają kierunek wzrostu ukośny, poziomy i pionowy, a zakończenia ich występują na gł. 4—6 cm.

Stellaria graminea (ryc. 21). — S.k. słabo wykształcony. K.p. bardzo cienkie, białe lub białoszare, o kierunku wzrostu poziomym lub ukośnym wyrastają z węzłów p. nadziemnych, ścielących się po powierzchni gleby. Zakończenia k. na gł. 5—6 cm.

Primula elatior (ryc. 22) — S.k. dobrze wykształcony w obu płatach *Arrhenatheretum*, zlokalizowany w warstwie gleby do gł. 6 cm. K.p. liczne, obłe, o śr. 2 mm, białe lub popielate, obficie rozgałęzione na cienkie, długie do 2 cm k. I rzędu, wyrastają ze skręconej, poziomej, popielatej n.p., długiej na 2—5 cm i na 0,3—0,5 cm szerokiej. Kierunek wzrostu k. początkowo poziomy, a na zakończeniach ukośny. Rozpiętość s.k. w płaszczyźnie poziomej około 20 cm.

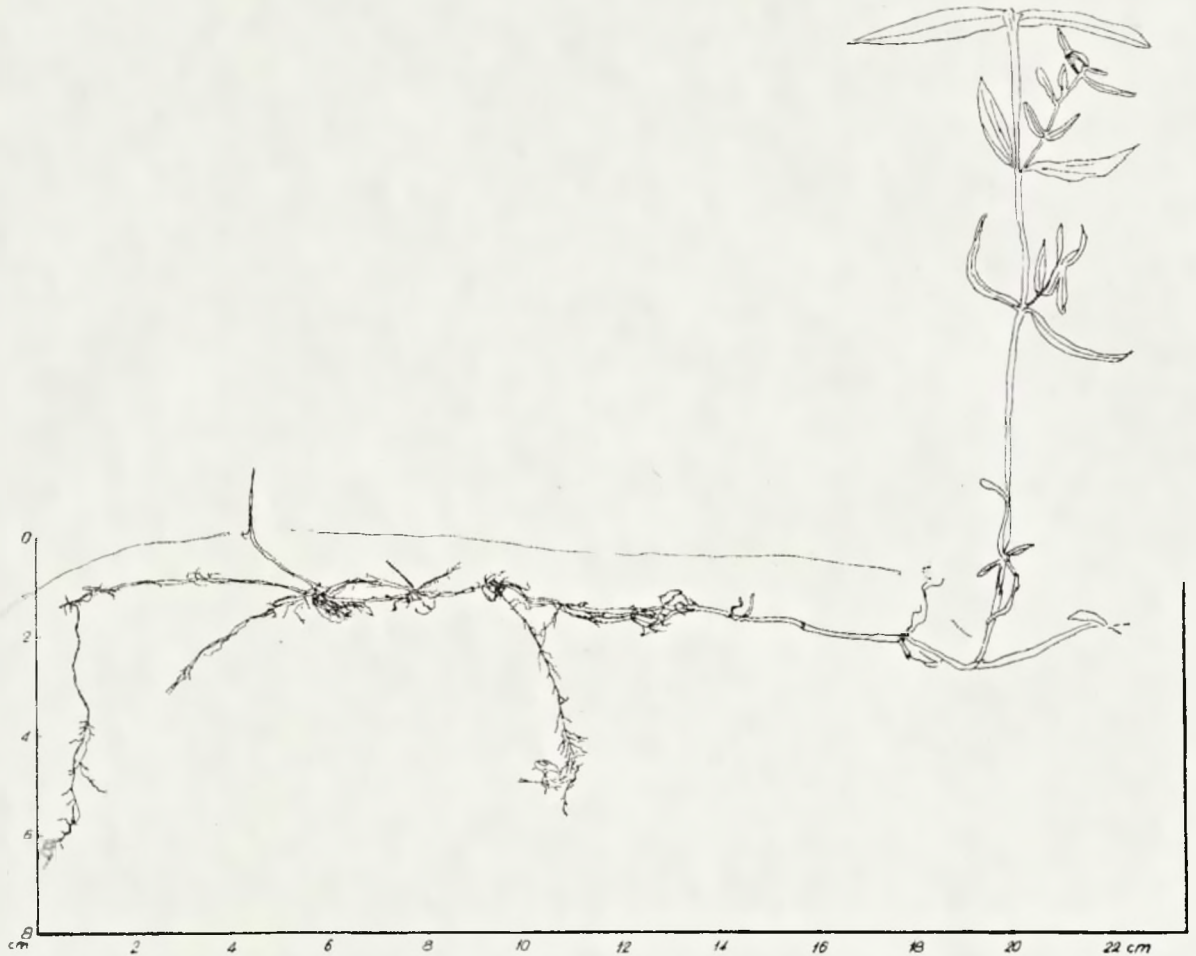
Przy końcu lipca występuje obumieranie końcowej części n.p. wraz ze znajdującym się w tej części k.

Veronica chamaedrys (ryc. 23). — S.k. dobrze wykształcony w obu płatach *Arrhenatheretum*. K.p. liczne, cienkie, różowe lub jasnokremowe, z licznymi i długimi k. I i II rzędu, wyrastają z węzłów podnoszących się na wys. 20—25 cm p. nadziemnych, o barwie ciemnoczerwonej, śr. 1,5—2 mm i dł. odcinków poziomych do 20 cm. Kierunek wzrostu k. poziomy i pionowy, a gł. ich przenikania 6—8 cm. W *A.e. typicum* k.p. przenikają głębiej, do gł. 10 cm.

Przy końcu lipca, po wysypaniu nasion wyrastają młode p., a z węzłów ich młode k.p., długie do kilku cm.

Anthoxanthum odoratum (ryc. 24). — S.k. podobnie wykształcony w płatach *Arrhenatheretum* i w płacie *Origano-Brachypodietum*. K.p. bardzo cienkie, jasnokremowe lub kremowobiałe, długie do 12 cm, rozgałęzione na k. I i II rzędu, wyrastają z n.p. nadziemnych. Kierunek wzrostu k. w *A.e. alchemilletosum* ukośny a w *A.e. typicum* i *Origano-Brachypodietum* poziomy lub ukośny. Rozpiętość s.k. w kierunku poziomym około 20 cm, gł. przenikania w *A.e. alchemilletosum* — 8 cm, a w *A.e. typicum* i w *Origano-Brachypodietum* — 5—6 cm. W murawie kserotermicznej gatunek ten rośnie mniej obficie niż w *Arrhenatheretum* i tworzy kępy z większą liczbą p. nadziemnych, o przeciętnej

http://rcin.org.pl



Ryc. (Fig.) 21. *Stellaria graminea — Arrhenatheretum elatioris typicum*, 15.07.67

http://rcin.org.pl

Ryc. (Fig.) 22. *Primula elatior — Arrhenatheretum elatioris alchemilletosum*, 07.67

wys. 50 cm. K.p. występują tutaj licznie przy powierzchni gleby, w luźnej warstwie ściółki i w górnej warstwie poziomu próchnicznego.

W maju i w lipcu, już po dojrzeniu nasion, występują poniżej n.p. białe, delikatne, młode k. o poziomym kierunku wzrostu.

Agropyron repens. — Organy podziemne — przenikające do 9 cm głębokości rozłogi i wyrastające z ich węzłów k.p. — zlokalizowane są w dwóch górnych poziomach gleby na 0—23 cm gł. Rozłogi rozgałęzione, białe lub kremowe, o śr. 2—4 mm, rosną poziomo, ukośnie lub pionowo. K.p. białe, mocne, dość grube, rozgałęzione są na k. I i II rzędu. W *A.e. alchemilletosum* gatunek ten rośnie tylko sporadycznie.

Achillea millefolium (ryc. 25*, 26*) [1]. — S.k. podobnie wykształcony w płatach *Arrhenatheretum* i w *Origano-Brachypodietum*. P. nadziemne i liczne, szare lub jasnokremowe, bardzo cienkie k.p. wyrastają z poziomych p. podziemnych obłych, rozgałęzionych, o średnicy 1,5—2 mm, różowo-fioletowych, fioletowych lub brunatnoczerwonych, umieszczonych w warstwie gleby 0—2 cm. Starsze odcinki p. brunatne, ze zgrubieniami po obumarłych p. nadziemnych. Kierunek wzrostu k. poziomy. Na zakończeniach k. rozgałęzione na długie 2—3 cm k. I rzędu i k. II rzędu. Rozpiętość s.k. w płaszczyźnie poziomej około 30 cm. W *A.e. alchemilletosum* i *Origano-Brachypodietum* k. tego gatunku przenikają do gł. 10 cm. W *A.e. typicum* kierunek wzrostu k. jest nie tylko poziomy ale i ukośny; przeciętnie przenikają one do gł. 25 cm, a nieliczne grubsze nawet do gł. około 50 cm.

Po kwitnieniu, w lecie i w jesieni, poniżej p. kwiatowego lub różyczki liści, wyrastają liczne młode, czerwonoróżowe p. odnawiające, niektóre rosnące poziomo poniżej powierzchni gleby, inne wznoszące się nad powierzchnią, ulistnione na zakończeniach.

Według Łukasiewicza (1962) *Achillea millefolium* jest gatunkiem pośrednim między Rhka. a Ka. z dobrze rozwiniętym, sięgającym do 100 cm k.g. W badanych zbiorowiskach okazy *Achillea millefolium* okazały się Ka.

[1] Ryciny oznaczone gwiazdką są zamieszczone w atlasiku na końcu pracy.

http://rcin.org.pl

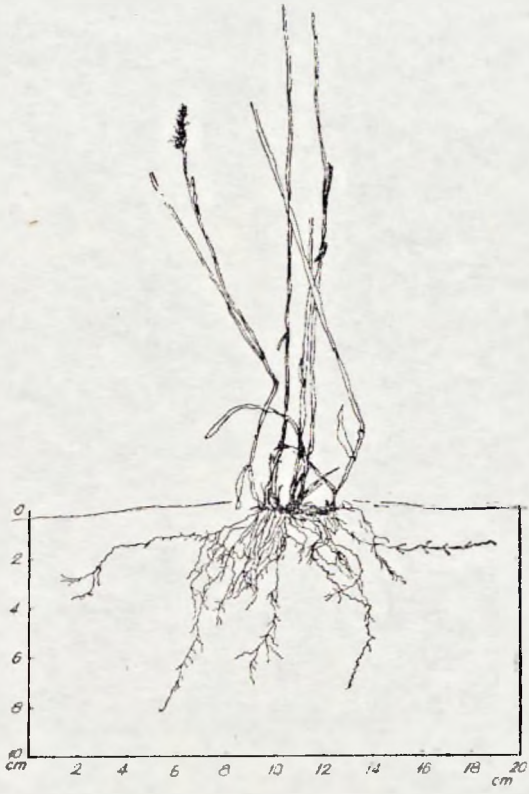
Рис. (Fig.) 23. *Veronica chamaedrys — Arrhenatheretum elatioris alchemilletosum*, 20.07.67

http://rcin.org.pl

Lysimachia nummularia. — Płożące się po powierzchni gleby lub lekko wzniesione ulistnione p., zakorzeniające się w węzłach, wyrastają z obłych, zielonobiałych, różowych lub czerwonych p. plagiotropowych. K.p. nieliczne, szare, obłe, o śr. 1 mm, obficie rozgałęzione na k. I i II rzędu, wyrastają poniżej części nasadowej ulistnionego p. K.b. rosną pionowo i tworzą gęstą sieć w warstwie gleby do kilkunastu cm gł.

Przy końcu lipca występują młode odgałęzienia na k. a na p. przylegających do powierzchni gleby — pączki. Niektóre odcinki p. poziomych obumierają.

Bromus mollis. — S.k. słabo wykształcony. Z n.p. wyrastają tylko nieliczne, cienkie k.p. rozgałęzione na k. I rzędu. Kierunek wzrostu k. ukośny lub poziomy. Zakończenia ich na gł. 15 cm.



Ryc. (Fig.) 24. *Anthoxanthum odoratum — Arrhenatheretum elatioris typicum*, 05.66

Okazy *Bromus mollis* występują bardzo nielicznie w *A.e. alchemilletosum*. Wys. ich kwiatostanów dochodziła do 30 cm, a w kłosach nasiona były zniszczone przez szkodniki.

Chrysanthemum leucanthemum (ryc. 27*). — N.p. liczne, rozgałęzione, poziomo umieszczone na powierzchni gleby lub nieco wgłębione w glebę (do gł. 1 cm), na powierzchni gleby zielone, nieraz też czerwonozielone, w glebie zaś brunatnokremowe, od góry ze śladami po p. nadziemnych. Wyrastające z nich k.p. są delikatne, obłe, kremowe, o śr. około 1 mm, w dolnej części z rozgałęzieniami I i II rzędu. Kierunek wzrostu k. poziomy, ukośny lub pionowy. W *A.e. alchemilletosum* większość k. sięga do gł. 13 cm, a niektóre nieco głębiej. W *A.e. typicum* gatunek ten jest jednym z dominujących. N.p. są tutaj bardziej rozgałęzione, rozpiętość s.k. w kierunku poziomym wynosi około 20 lub 30 cm, a gł. przenikania k. ponad 40 cm.

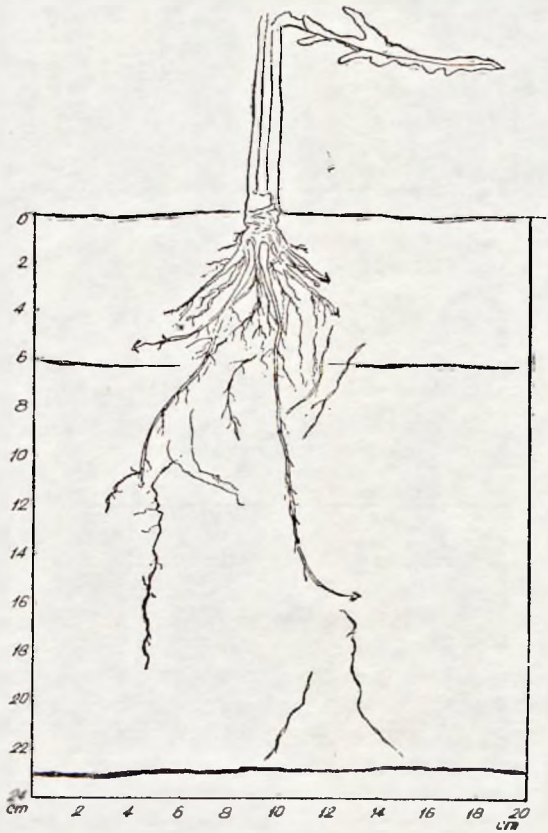
http://rcin.org.pl

Prunella vulgaris. — S.k. słabo wykształcony, przenikający do gł. 15 cm. K.p. beżowe, o śr. 1 mm, wyrastają w grupach po 2 lub 3 z rozgałęzionych, zielonych lub brązowożółtych, obumierających na zakończeniach p. poziomych. Kierunek wzrostu k. poziomy lub ukośny.

Trifolium repens. — K.p. delikatne, białe, obłe, na całej swej dł. z odgałęzieniami I i II rzędu, wyrastają w węzłach z zielonych, obłych, długich do 30 cm, grubych 2—3 mm p., płożących się po powierzchni gleby. Kierunek wzrostu k. pionowy lub ukośny. Na drobnych k. II rzędu w górnej części s.k. brodawki korzeniowe. W *A.e. alchemilletosum* k. — prawdopodobnie młode — przenikały do 18 cm gł. W *A.e. typicum* obok młodych k., sięgających do gł. 15 cm występowały starsze, obumierające na zakończeniach, przenikające do gł. 34 cm.

b. Gatunki o wtórnym s.k. przenikającym w glebie do poziomu przejściowego, do gł. ponad 30 cm, o k.p. wyrastających z n.p. nadziemnych lub z rozłogów (u traw). Ka.

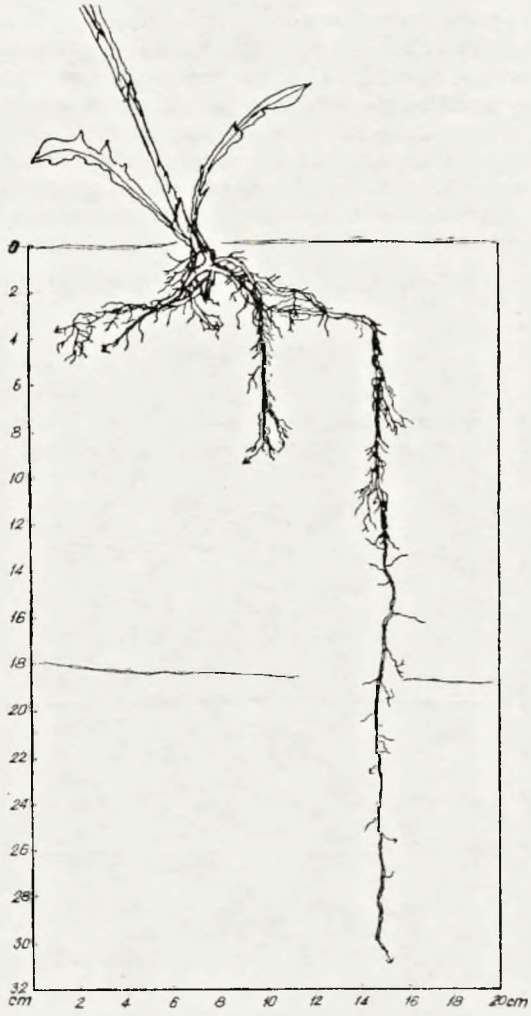
Crepis biennis (ryc. 28). — S.k., słabo rozwinięty. K.p. podobne do k. *Ranunculus acer* i *R. repens*, delikatne, białe, obłe, o różnej grubości (średnio 1—2 mm), rozgałęzione na długie k. I i II rzędu, wyrastają ze zgrubiałej n.p. nadziemnego. Kierunek wzrostu k. ukośny, gł. ich przenikania 30 cm.



Ryc. (Fig.) 28. *Crepis biennis* — *Arrhenatheretum elatioris alchemilletosum*, 16.07.65

W *A.e. typicum* (ryc. 29) s.k. jest silniej wykształcony. K.p. liczniejsze, bardziej obficie rozgałęzione na długie do kilku cm k. I rzędu i krótsze II rzędu, o kierunku wzrostu poziomym lub ukośnym, o gł. przenikania 30—40 cm.

http://rcin.org.pl



Ryc. (Fig.) 29. *Crepis biennis* — *Arrhenatheretum elatioris typicum*, 08.67

Ranunculus acer. — K.p. białe, delikatne, obłe, najgrubsze o śr. 2 mm, rozgałęzione na cienkie, długie do 2 cm k. I rzędu i krótsze II rzędu, wyrastają z niewielkiej, zgrubiałej, brunatnej n.p. Kierunek wzrostu k. ukośny, gł. przenikania 30 cm.

W *A.e. typicum* (ryc. 30) s.k. jest silniej wykształcony. K. na całej swej dł. obficie rozgałęzione, rosnące początkowo poziomo na odległość 15 cm od n.p., a następnie ukośnie. Gł. przenikania k. około 38 cm.

Agrostis vulgaris. — Organy podziemne — rozłogi i białe, delikatne, cienkie, k. rozgałęzione na długie do 3 cm k.b. I rzędu i krótsze II rzędu. Najwięcej k. przy n.p. do kilku cm gł.

W *A.e. alchemilletosum* u tego gatunku w warstwie gleby do 15 cm gł. występują w jesieni długie rozłogi o kierunku wzrostu pionowym, poziomym lub ukośnym, zakończone pączkami. Z węzłów rozłogów wyrasta po kilka k. o kierunku wzrostu pionowym lub ukośnym. K. *Agrostis* w tym zbiorowisku sięgają do gł. 30 cm.

W *A.e. typicum* zakończenia k. przenikają poniżej 40 cm gł. a rozpiętość s.k. w kierunku poziomym wynosi około 40 cm (ryc. 31). Gatunek ten wybiera miejsca nie zajęte przez inne rośliny,

http://rcin.org.pl

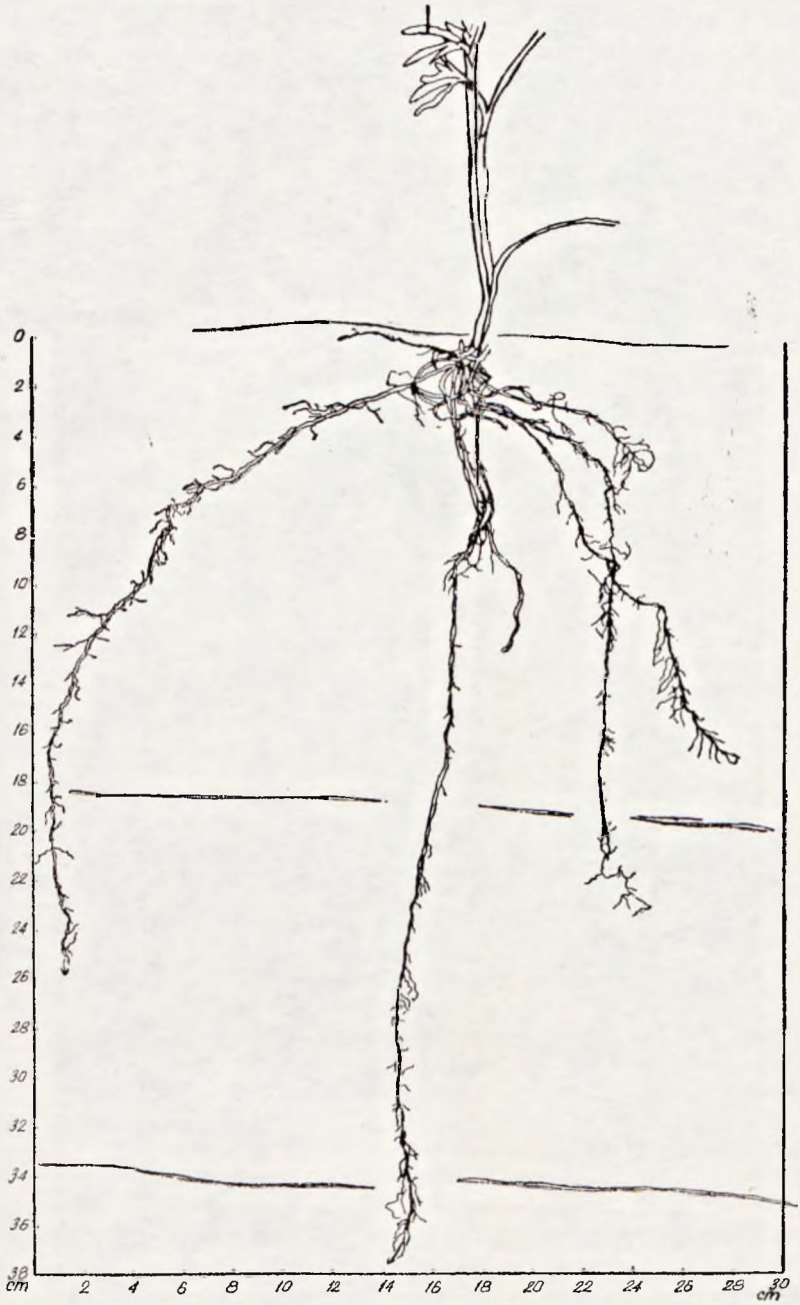
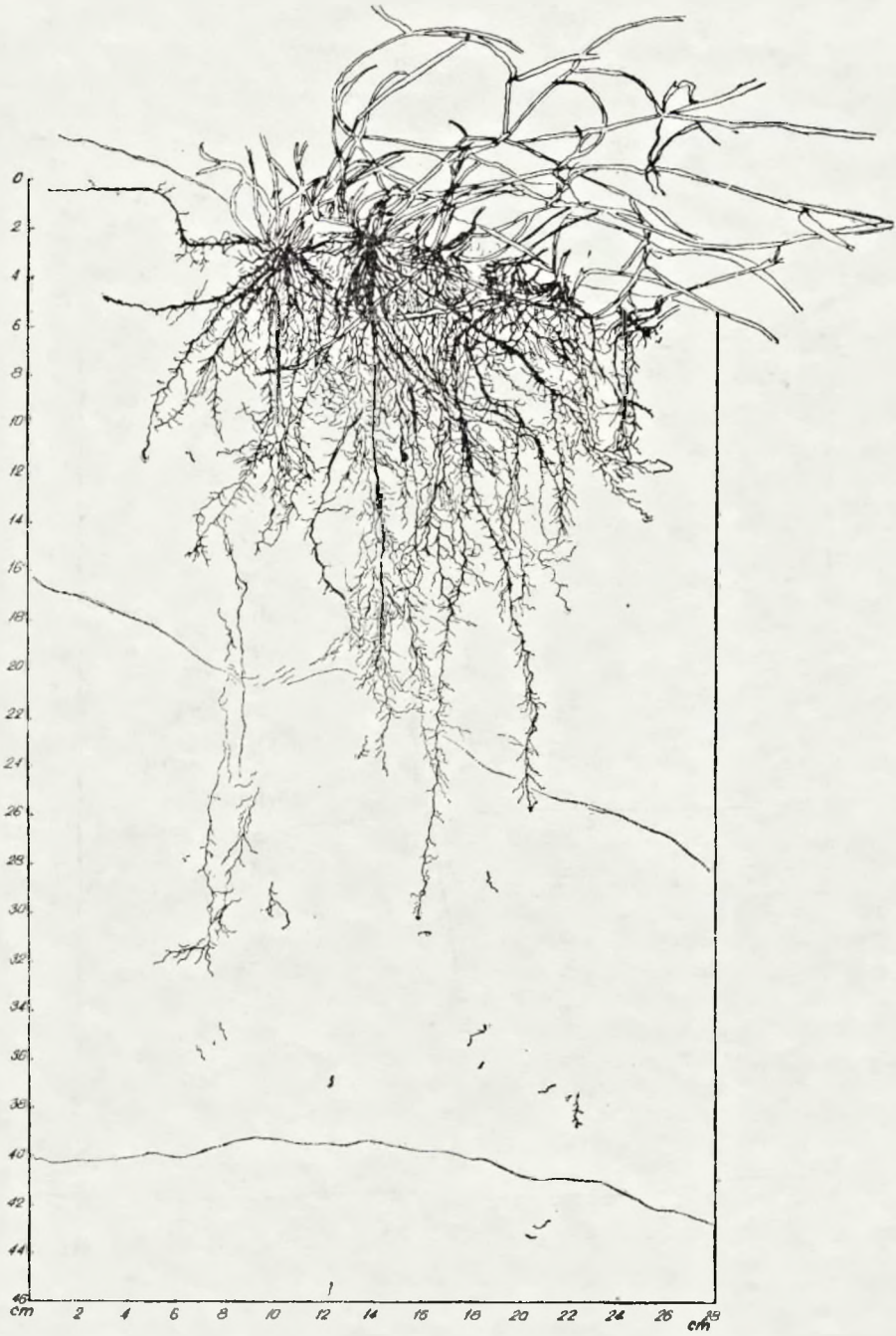


Рис. (Fig.) 30. *Ranunculus acer — Arrhenatheretum elatioris typicum*, 13.06.66

http://rcin.org.pl



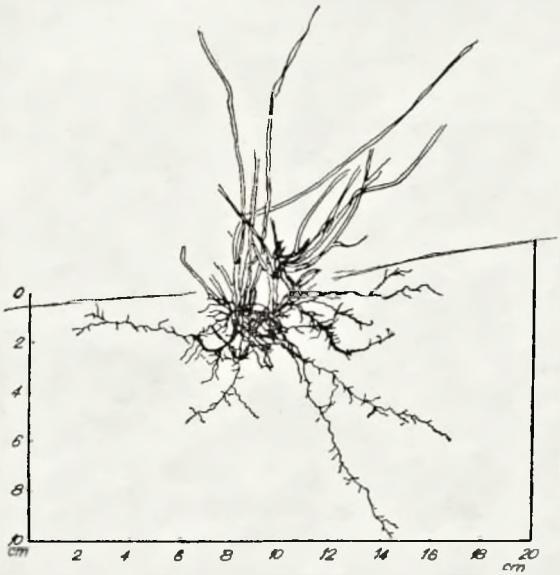
Ryc. (Fig.) 31. *Agrostis vulgaris — Arrhenatheretum elatioris typicum*, 24.06.67

http://rcin.org.pl

rośnie chętnie przy kretowiskach. Po dojrzeniu nasion, cienkie i długie do 80 cm p. nadziemne pokładają się i przy zetknięciu z glebą zakorzeniają się w węzłach.

W *Origano-Brachypodietum* okazy *Agrostis vulgaris* mają słabiej wykształcony i płycej sięgający s.k. (ryc. 32). Organy podziemne — krótkie, jasnobrązowe rozłogi i białe, delikatne k.p. — są zlokalizowane w warstwie gleby do gł. 10 cm. Kierunek wzrostu k. jest przeważnie ukośny lub poziomy, a rozpiętość s.k. w kierunku poziomym wynosi 20 cm. We wrześniu występują młode krótkie k.

Ranunculus repens (ryc. 33, 34). — S.k. podobnie wykształcony jak u *R. acer*. K.p. białe, obłe, o średnicy 1—1,5 mm, rozgałęzione na cienkie, białe, długie do 1,5 cm k. I rzędu, wyrastają ze zgrubiałej n.p. Kierunek wzrostu k. pionowy lub ukośny. Gł. ich przenikania — 34 cm. P. nadziemne po przekwitnięciu zakorzeniają się w węzłach, dając początek okazom o podobnym s.k.



Ryc. (Fig.) 32. *Agrostis vulgaris* — *Origano-Brachypodietum*, 06.09.67

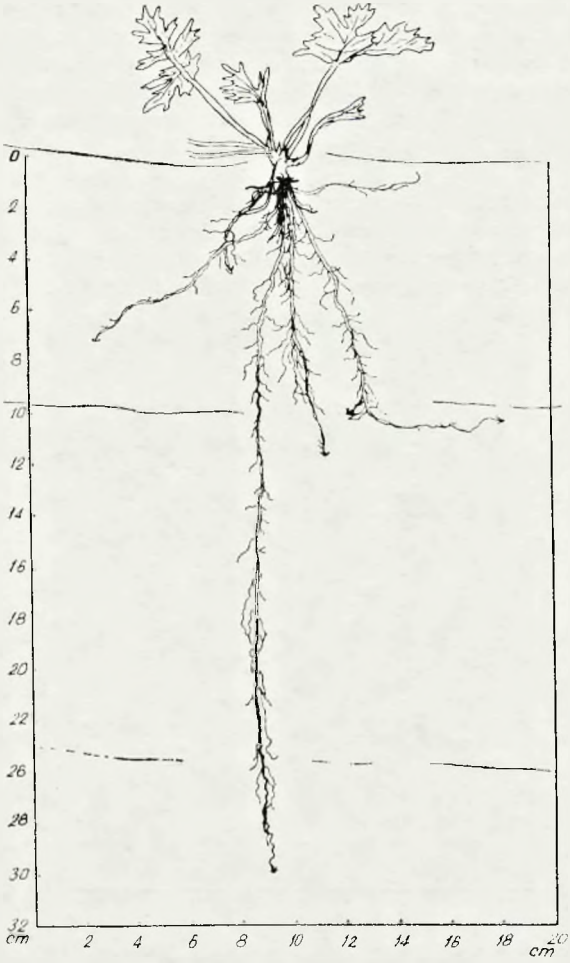
Cynosurus cristatus (ryc. 35). — K.p. liczne, bardzo cienkie, delikatne, jasnokremowe, z długimi k. I rzędu, wyrastają z n.p. Kierunek wzrostu k. pionowy lub ukośny. Większość k. przenika do gł. 15 cm, nieliczne do gł. 35 cm. W połowie sierpnia, po wysypaniu nasion, wyrastają z n.p. młode k.

Alchemilla crinita (ryc. 36*, 37*, 38*). — K.p. wyrastają z poziomego, ciemnobrunatnego kłącza o dł. do 20 cm. Najliczniejsze k. jasnobrunatne, grube na około 1 mm, obficie rozgałęzione na k. I i II rzędu, wyrastające ze środkowej części kłącza, mniej liczne — stare ciemnoczerwone lub brunatne, występujące na obumierającym zakończeniu kłącza; oraz młode, białe, wyrastające poniżej p. nadziemnego. Kierunek wzrostu k. początkowo poziomy, a następnie ukośny. Rozpiętość s.k. w kierunku poziomym około 30 cm, gł. sięgania — 40 cm.

A. crinita jest najliczniej reprezentowanym gatunkiem rodzaju *Alchemilla* w *A.e. alchemilletosum*. Inne gatunki z tego rodzaju mają podobne s.k.

Geranium pratense. — K.p. słabo rozgałęzione, najmłodsze o barwie białej lub żółtej, starsze czerwone a obumierające — ciemnobrunatne, o różnej grubości (1—4 mm), wyrastają z poziomej, ciemnobrunatnej, grubej na 1—5 cm, długiej do kilku cm, obumierającej na zakończeniu n.p. Kierunek wzrostu k. początkowo poziomy, a następnie ukośny. Od 30 cm k. cieńsze i rozgałęzione na długie, jaśniejsze k. I i II rzędu. Zakończenia k. na gł. 50 cm. Rozpiętość s.k. w kierunku poziomym — 30 cm.

http://rcin.org.pl



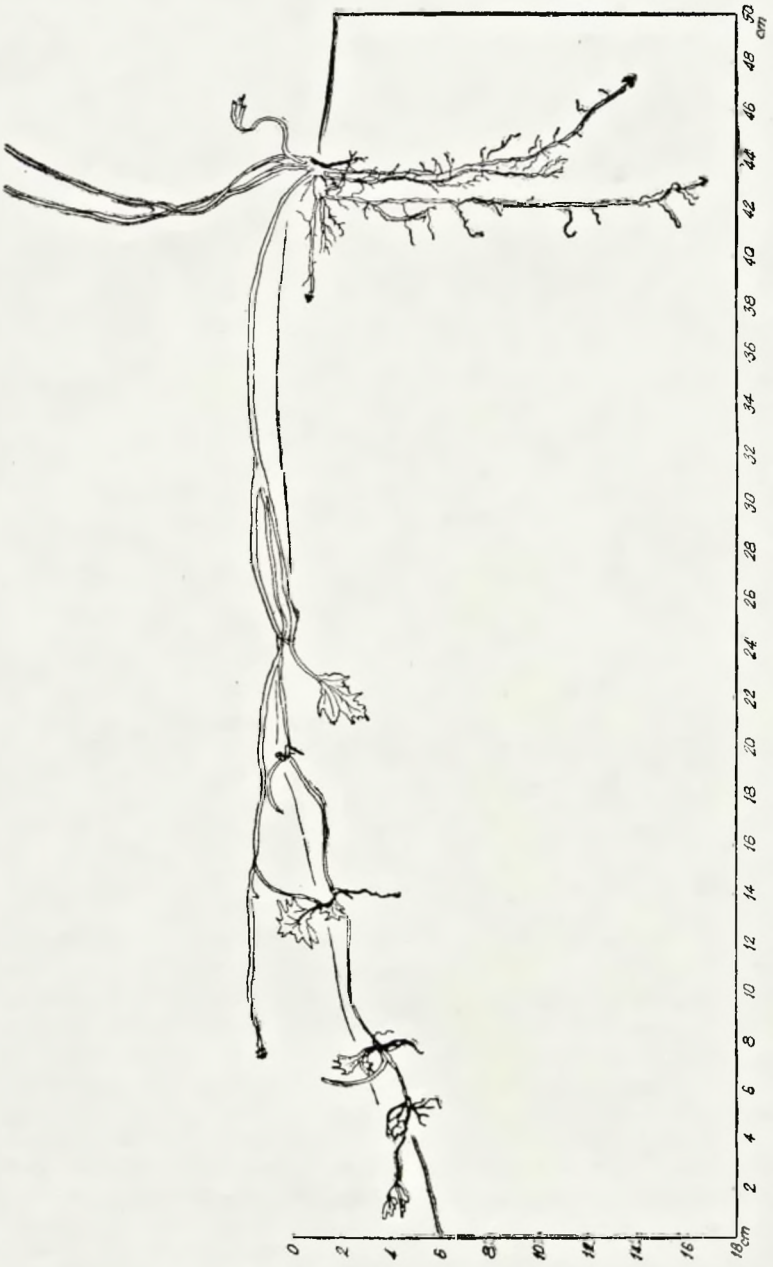
Ryc. (Fig.) 33. *Ranunculus repens — Arrhenatheretum elatioris alchemilletosum*, 04.05.67

W *A.e. typicum* (ryc. 39, 40) n.p. u okazów tego gatunku są dłuższe i rozgałęzione, a k. poniżej 30 cm posiadają kręty kierunek wzrostu, na przemian ukośny i poziomy, gwałtownie cienieją i rozgałęziają się często na kilka k. prostopadłych do siebie. Rozpiętość s.k. w kierunku poziomym około 40 cm, a zakończenia k. na gł. 60 cm.

c. Gatunki o zakończeniach systemu korzeniowego poniżej 52 cm, w poziomie skały macierzystej: trawy o mocnym i dobrze rozwiniętym systemie korzeni przybyszowych (Ka.) i zioła przeważnie o systemie korzenia pierwotnego, głównego (Rh. lub Rhka.).

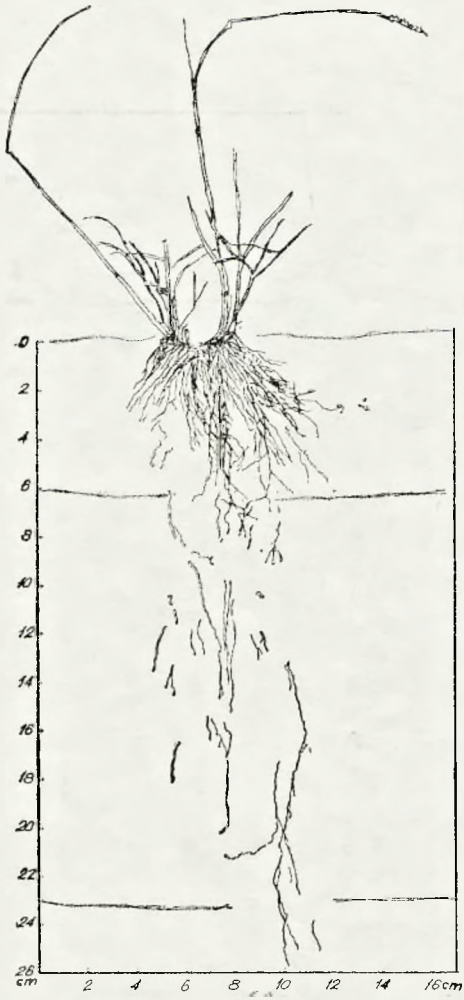
Plantago media. — S.k. pierwotny i równocześnie wtórny, podobnie wykształcony u okazów w obu płatach *Arrhenatheretum* (ryc. 41*, 42*, 43*). K.g. wyrasta na przedłużeniu n.p. W górnej części (przeważnie na odcinku 4 cm) jest zgrubiały, o grubości 10—13 mm, ciemnobrunatny, owalny lub okrągły, pokryty drobnymi białymi korzonkami i licznymi bliznami po k. Niżej często dzieli się na dwa jasnobrunatne odgałęzienia, cieńsze, o krętym kierunku wzrostu. K.g. na całej dł. jest po-

http://rcin.org.pl



Ryc. (Fig.) 34. *Ranunculus repens — Arrhenatheretum elatioris typicum*, 15.07.67

http://rcin.org.pl



Ryc. (Fig.) 35. *Cynosurus cristatus — Arrhenatheretum elatioris alchemilletosum*, 01.10.65

kryty długimi k. I rzędu i drobnymi II rzędu. Gł. sięgania zakończeń k. — 60 cm. K.p. cienkie zielonobiałe, o kierunku wzrostu równoległym do powierzchni gleby, wyrastają z wgłębionej nasadowej części p., poniżej różyczek liści. Rhka.

W *A.e. typicum* k.g. okazów posiadają bardziej urozmaicony kierunek wzrostu i przenikają głębiej, nieraz aż do 90 cm.

W *Origano-Brachypodietum* (ryc. 44*) s.k. wykazuje inne rozmieszczenie i gł. przenikania. Odgałęzienia k.g. od gł. 8 cm rosną do siebie prostopadle i odsunięte są na odległość około 20 cm, od 30 cm przeciskają się przez szczeliny między odłamkami zwietrzałej skały wapiennej, często zmieniając kierunek. Zakończenie k.g., cienkie, białe, na gł. 50 cm.

Leontodon hispidus. — K.p. liczne, delikatne, obłe, o barwie kremowej, o różnej grubości, najgrubsze o śr. 1 mm, rozgałęzione na k.b. I i II rzędu, wyrastają z krótkich, uciętych, czarnoróżowych, długich do 2 cm i grubych na 3—4 mm kłączy, poziomo lub ukośnie zagłębionych w glebę do 4 cm. Kierunek wzrostu k. pionowy lub ukośny, a przy powierzchni również poziomy. Zakończenia k. na głębokości 60 cm. Ka.

http://rcin.org.pl

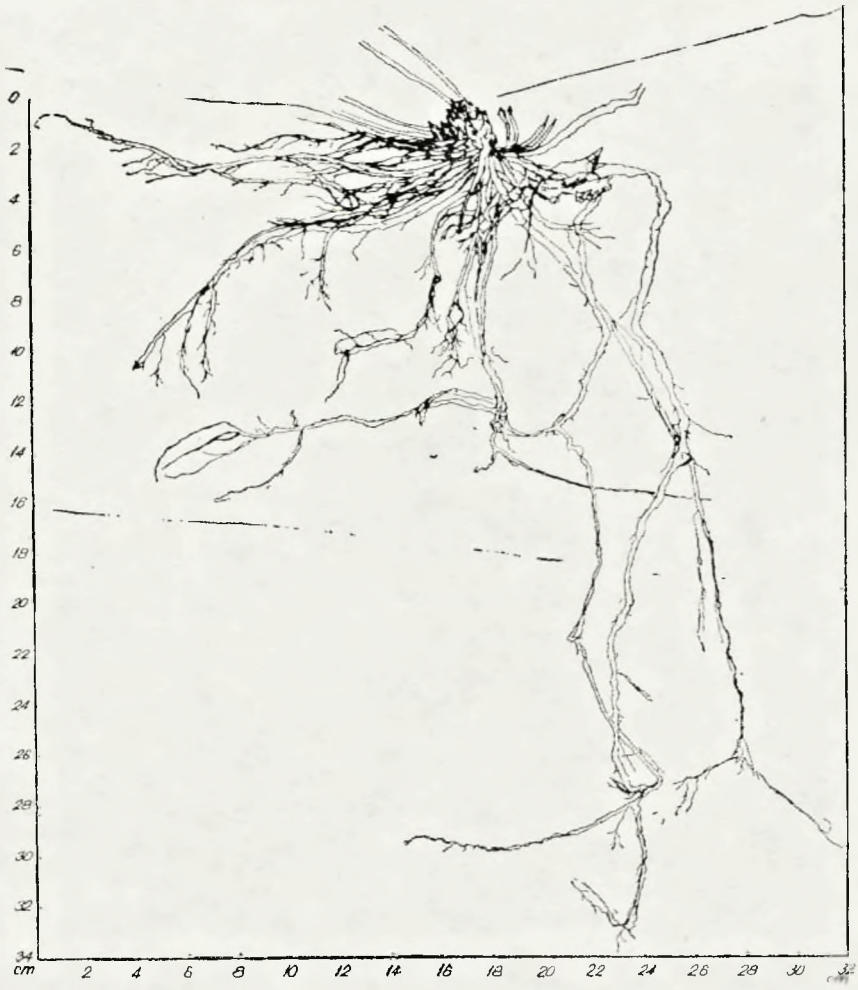
Ryc. (Fig.) 39. *Geranium pratense — Arrhenatheretum elatioris typicum*, 12.05.67

W *A.e. typicum* k. bardziej obficie rozgałęzione i przeciętnie przenikające głębiej, do 70 cm (ryc. 45* i 46*).

W *Origano-Brachypodietum* (ryc. 47*) s.k. słabiej wykształcony. Od 30 cm gł. nieliczne k. rosną poziomo po kamieniach lub w szczelinach między nimi. Zakończenia k. już poniżej 30 cm.

Plantago lanceolata. — S.k. pierwotny i równocześnie wtórny, we wszystkich trzech płatach występujący w trzech postaciach (1 — z k.g. silnie wykształconym, wyrastającym na przedłużeniu n.p., 2 — z kilku grubszymi k. wyrastającymi z pozostałej po obumarłym k.g. górnej jego części, 3 — z jednym grubszym k. wyrastającym z górnej części obumarłego k.g. poniżej innych k.) różniących się wykształceniem, rozmieszczeniem w glebie i gł. przenikania (ryc. 48*, 49*, 50*). Przy pierwszej z wymienionych postaci n.p. zgrubiała, okrągła, o śr. do 2 cm, a k.g. jasnobrunatny, w górnej części gruby do 4 mm, czasem zdrewniały, rozgałęziony na całej dł. na rosnące poziomo, długie do 20 cm odgałęzienia I rzędu i krótsze II rzędu, w dolnej części delikatny, o barwie kremowej lub beżowej, znacznie cieńszy, poniżej 50 cm o krętej linii wzrostu, wrastający w głąb gleby. Zakończenia k.g. w *A.e. alchemilletosum* na gł. 70 cm, a w *A.e. typicum* na gł. 90 cm. Oprócz k.g. liczne k.p., zielonokremowe lub kremowe, o kierunku wzrostu poziomym lub ukośnym, dł. kilkunastu cm i śr. 1 mm, rozgałęzione na k. I rzędu. U drugiej postaci występują liczne, jasnokremowe, wyrastające z k.g. k.b. i k.p., prawie jednakowej grubości, rosnące początkowo poziomo, szeroko na boki, a następnie ukośnie do gł. 60 cm. U ostatniej z obserwowanych postaci obok licznych,

http://rcin.org.pl



Ryc. (Fig.) 40. *Geranium pratense — Arrhenatheretum elatioris typicum*, 09.11.67

kremowych, sznurowatych, poskręcanych k. o śr. 1 mm, jeden grubszy k. (około 2 mm średnicy) o ukośnym kierunku wzrostu i barwie jasnobrunatnej, wyrastający najniżej. Gł. sięgania k. przy tej formie wynosi 45—50 cm, a rozpiętość s.k. w kierunku poziomym — 30 cm. Rhka.

W *Origano-Brachypodietum* k.g. słabiej wykształcony, cieńszy, z odgałęzieniami I rzędu długimi do 10 cm i z zakończeniami już na gł. 30 cm. K. u dwóch pozostałych postaci również delikatniejsze, o kierunku wzrostu poziomym lub ukośnym, rosnące szeroko poziomo na boki, z długimi do kilku cm odgałęzieniami I i II rzędu, z zakończeniami w szczelinach między kamieniami już na gł. 30 cm.

Trisetum flavescens (ryc. 51*). — K.p. delikatne, kremowe, żółte lub jasnobrunatne, bardzo cienkie i obficie rozgałęzione na długie do 2 cm k. I rzędu i krótsze II rzędu; wyrastają z n.p. nadziemnych lub krótkich żółtych rozłogów. Kierunek wzrostu k. pionowy lub ukośny, a przy powierzchni gleby również poziomy. Zbita, splątana warstwa k. do gł. 5 cm, niżej do gł. 15 cm jeszcze liczne k. Zakończenia k. na gł. 70 cm. Ka.

W *A.e. typicum* (ryc. 52*, 53*) k. liczniejsze. Główna warstwa k. do gł. 20 cm a rozpiętość s.k. w kierunku poziomym — 40 cm.

http://rcin.org.pl

Phleum pratense (ryc. 54*). — K.p. jasnobrunatne, obficie rozgałęzione na długie k. I i II rzędu, wyrastają z dolnej części cebulowato zgrubiałych n.p. umieszczonych na powierzchni gleby lub nieco wgłębionych. Kierunek wzrostu k. przeważnie ukośny. Główna masa k. do gł. 15 cm. Zakończenia k. poniżej 70 cm gł. Poniżej młodych p. w połowie lipca wyrastają z n.p. młode, białe nie rozgałęzione k., długie od kilku do 30 cm. Również starsze k. rosną w tym okresie na zakończeniach.

Taraxacum officinale (ryc. 55*, 56*, 57*). — K.g. wrzecionowaty, z naczyniami mlecznymi. W górnej, najgrubszej części (o śr. 9– 13 mm) zdrewniały, o grubej, ciemnobrunatnej skórce, z licznymi śladami po obumarłych k., niżej, na gł. 4—8 cm cieńszy, jasnobrunatny, rozdzielający się na dwa lub więcej odgałęzień, które rosną pionowo lub ukośnie, nieraz na zakończeniach są ucięte lub zaokrąglone i sięgają zaledwie do 15 cm gł. Na całej dł. k. i jego odgałęzień występują liczne, białe, cylindryczne k.b., długie do 10 cm. Poniżej 20 cm odgałęzienia k.g. cienkie, białe i kruche. Zakończenia k. znajdują się na gł. 90 cm, a rozpiętość s.k. w kierunku poziomym wynosi około 30 cm. Rh.

W *Origano-Brachypodietum* k. okazów tego gatunku są cieńsze, delikatniejsze, z długimi na 3—4 cm odgałęzieniami bocznymi, z zakończeniami już na gł. 30 cm.

Festuca rubra (ryc. 58*, 59*, 60*). — Organy podziemne: liczne, cienkie, brunatne, czerwone lub fioletowe rozłogi, rozgałęzione, długie do 15 cm, rosnące w kierunku poziomym, pionowym i ukośnym w warstwie gleby 0—15 cm i liczne bardzo cienkie, sztywne, brunatne, czerwone lub fioletowe k.p., obficie rozgałęzione na k. I i II rzędu. Młode k. delikatniejsze, grubsze, o barwie różowej. Do gł. 10 cm — gęsta, zbita, splątana warstwa k., niżej mniej k. a poniżej 50 cm już tylko pojedyncze k. przenikające do gł. 80 cm.

W *A.e. typicum* gatunek występuje uderzająco mniej licznie, nie tworzy gęstych, zbitych darni jak w *A.e. alchemilletosum*, wciskając się w miejsca nie zajęte przez inne rośliny; bardzo często rośnie przy kretowiskach. Okazy tego gatunku posiadały w tym podzespole dłuższe rozłogi, o długości 20—30 cm, zlokalizowane do głębokości 6 cm, k. znacznie mniej liczne, sięgające zaledwie do gł. 18 cm.

W *Origano-Brachypodietum* (ryc. 61*) przy powierzchni gleby występują dł. do 20 cm, grube do 1,5 mm, zakończone pączkami rozłogi, tworzące wraz z k. zbitą warstwę na gł. 0—2 cm. Większość k. sięga do kilkunastu cm. Młode k. najliczniejsze są przy powierzchni gleby w poziomie A_0 i A_1. Gł. przenikania starszych k. — 50 cm. Ka.

Festuca pratensis. — K.p. liczne, mocne, szare, beżowe lub jasnoróżowe, o śr. 1 mm, obficie rozgałęzione na k. I i II rzędu, wyrastają z n.p. i krótkich rozłogów (w *A.e. alchemilletosum* długich do 10 cm). K. I rzędu cienkie, dł. do 2 cm. Główna warstwa k. do 20 lub 30 cm gł. Zakończenia k. na gł. 90 cm. Rozpiętość s.k. w kierunku poziomym około 30 cm. Ka.

W podzespole *A.e. typicum* s.k. okazów tego gatunku podobnie wykształcony (ryc. 62*, 63*).

W *Origano-Brachypodietum* gatunek rosnący mniejszymi kępami o innym rozmieszczeniu i gł. przenikania s.k. (ryc. 64*). K.p. mniej liczne niż w płatach *Arrhenatheretum*, o poziomym lub ukośnym kierunku wzrostu. Rozpiętość systemu korzeniowego w kierunku poziomym około 40 cm. Zakończenia k. w szczelinach między kamieniami już na gł. 30 cm.

Dactylis glomerata (ryc. 65*, 66*, 67*). — K.p. liczne, żółte lub kremowe, sztywne, sznurowate, z długimi, cienkimi odgałęzieniami I i II rzędu, wyrastają z kremowych lub żółtych, krótkich, obumierających na zakończeniach n.p., umieszczonych na powierzchni gleby lub nieco wgłębionych w glebę. Kierunek wzrostu k. ukośny, pionowy lub też w górnej warstwie gleby poziomy. Rozpiętość s.k. w kierunku poziomym około 20 cm. Główna warstwa k. sięga do gł. 20 cm w maju, a we wrześniu do 30 cm. K. często korzystają w dolnej, zwięzłej warstwie gleby z korytarzy po grubych k. innych roślin. Zakończenia k. poniżej 1 m gł. Ka.

W *A.e. typicum* n.p. nadziemnych są dłuższe (8—9 cm) i rozgałęzione; k. przenikają tylko do 90 cm gł.

Arrhenatherum elatius. — K.p. niezbyt liczne, jasnożółte, grube do 2 mm, mocne, z długimi bocznymi rozgałęzieniami, wyrastają z krótkich, poziomych, jasnożółtych n.p. Młodsze k. o barwie białej lub kremowej. Najwięcej k. występuje w powierzchniowej warstwie gleby. Główna warstwa k. sięga do gł. 30 cm. Kierunek wzrostu k. ukośny. Zakończenia ich już od gł. 70 cm. Nieliczne k. przenikają ponad 1 m gł. Rozpiętość s.k. w kierunku poziomym wynosiła około 30 cm. Ka.

W *A.e. typicum* (ryc. 68*, 69*) k.p. liczniejsze, posiadające na całej długości odgałęzienia

http://rcin.org.pl

I i II rzędu i sięgające do gł. 90 cm. W *A.e. typicum Arrhenatherum elatius* jest jednym z gatunków dominujących, w *A.e. alchemilletosum* zaś rośnie w nielicznych, ale dużych kępach.

Knautia arvensis. — S.k. pierwotny i równocześnie wtórny. N.p. nadziemnych ciemnobrunatne lub czarne, grube 2,5—3 mm, zdrewniałe i rozgałęzione, z bliznami po zeszłorocznych pędach, umieszczone poziomo przy powierzchni gleby. K.g. rosnący pionowo lub ukośnie na przedłużeniu n.p. w górnej części jest brunatny, zdrewniały, gruby na 13—18 mm, niżej cieńszy, niezdrewniały, delikatny, o barwie jasnobrunatnej, a w dolnej części dzieli się kilkakrotnie widlasto na k. o jednakowej grubości, o kierunku wzrostu poziomym lub ukośnym. Na k.g. i jego odgałęzieniach widoczne krótkie, białe k., najgrubsze o śr. 1 mm, o kierunku wzrostu poziomym, najliczniejsze w górnej części k.g., do gł. 30 cm. Zakończenia k.g. w *A.e. alchemilletosum* na gł. 90 cm. (ryc. 70*). Rhka.

W *Origano-Brachypodietum* (ryc. 71*) system korzeniowy jest podobnie wykształcony jak w płatach *Arrhenatheretum*, ale o innym rozmieszczeniu w glebie. K.g., posiadający w górnej części poziomy kierunek wzrostu i kilka poziomych k.b., odznacza się krętym kierunkiem wzrostu. K.p. cieńsze od k.b. k.g., o kierunku wzrostu poziomym lub ukośnym, wyrastają z n.p. nadziemnych występując do gł. 2 cm.

Alopecurus pratensis (ryc. 72*). — S.k. silnie wykształcony, zwłaszcza w dwóch górnych poziomach gleby. Rozłogi podziemne liczne, jasnobrązowe lub czerwonobrązowe, rozgałęzione, łukowato wzniesione nad powierzchnię gleby, wyrastają z n.p. kwiatowych; na ich zakończeniach młode p. K.p. wyrastające z węzłów rozłogów, również liczne: jedne cienkie, jasne, krótkie, obficie rozgałęzione, o poziomym lub ukośnym kierunku wzrostu, tworzą gęstą, splątaną warstwę w poziomie darniowym, drugie zaś grube (przeciętnie o śr. 1 mm), o grubej skórce, o barwie od ciemnoczerwonej do różowej, z grubymi, długimi odgałęzieniami I rzędu i II rzędu i z długimi spłaszczonymi brodawkami korzeniowymi, rosną pionowo lub ukośnie. Zakończenia k. obficie rozgałęzione o pionowym kierunku wzrostu. Głębokość przenikania k. — 120 cm. K. w dolnych warstwach gleby korzystają z korytarzy po obumarłych grubszych k. Ka.

Rumex acetosa (ryc. 73*, 74*). — S.k. pierwotny i równocześnie wtórny lub tylko s.k. wtórny i w związku z tym okazy o dwóch postaciach s.k.: 1. z palowym k.g. i z systemem k.p., 2. wyłącznie z systemem k.p.

U obu form przy powierzchni gleby brązowa, zgrubiała, poskręcana, pozioma, szeroka do 2 cm n.p., ze śladami po obumarłych k., na górnej powierzchni z różyczkami młodych liści. U pierwszej z form na przedłużeniu n.p. k.g., rosnący pionowo, niezbyt gruby, o śr. 2—3 mm, słabo rozgałęziony, o barwie czerwonopomarańczowej. Zakończenia k. na gł. poniżej 70 cm, a u niektórych okazów nawet poniżej 1 m, nieraz aż do gł. 135 cm. Oprócz k.g. poniżej różyczek liści k.p. wyrastające z n.p. poziomo, promieniście na boki, o śr. 1 mm, o barwie od pomarańczowej do żółtej, poniżej 15 cm o zmiennym kierunku wzrostu, na przemian poziomym i ukośnym, znacznie cieńsze i bardziej rozgałęzione. Przy drugiej postaci s.k. zakończenie n.p. obumierające, brak k.g., a liczne k.p. sięgające do gł. 50 cm. Rhka.

W *A.e. typicum* rosną tylko nieliczne okazy tego gatunku i o niewielkich rozmiarach, wyłącznie z systemem k.p. K. są tutaj obficiej rozgałęzione niż w *A.e. alchemilletosum*, ale sięgają zaledwie do gł. 30 cm (ryc. 75*).

Heracleum sphondylium (ryc. 76*) — S.k. pierwotny, okazały, złożony z k.g. wyrastającego na przedłużeniu n.p. i bocznych jego odgałęzień nieraz o takich samych rozmiarach jak k.g. K. grube, jasnobrunatne, mięsiste, z bliznami po obumarłych odgałęzieniach. Górna najgrubsza część k.g. o obłym kształcie, dochodzi do 6 cm grubości, dolna część widlasto rozdziela się na coraz cieńsze odgałęzienia, rosnące ukośnie lub poziomo, z nitkowatymi zakończeniami poniżej 150 cm gł. K.b. początkowo o ukośnym lub poziomym kierunku wzrostu, a następnie pionowym. Rozpiętość s.k. w kierunku poziomym wynosi około 50 cm.

W *A.e. typicum* (ryc. 77*) k. okazów *Heracleum* są silnie rozgałęzione, od gł. 20 lub 30 cm rozgałęziają się widlasto na poziome, poskręcane, cieńsze odgałęzienia, rosnące szeroko na boki na odległość 50 cm od n.p., a nawet w górę zbocza, a potem poziomo w dół. W dolnej warstwie gleby k. korzystają z korytarzy po obumarłych k. Zakończenia k. w tym zbiorowisku znajdowały się już na gł. 60 lub 70 cm.

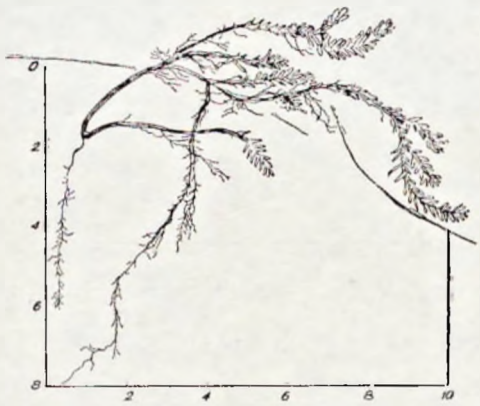
http://rcin.org.pl

B. Arrhenatheretum elatioris typicum

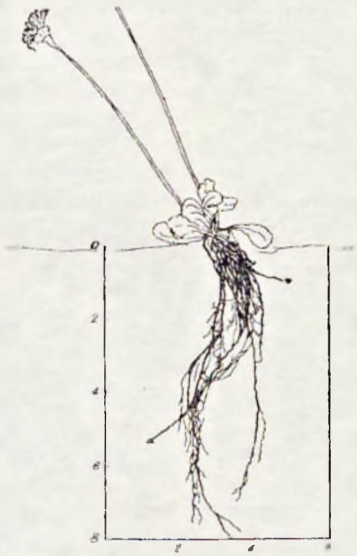
a. Gatunki o wtórnym s.k., zlokalizowanym w poziomie próchnicznym gleby, na gł. 0—18 cm, o k.p. wyrastających najczęściej z pokładających się p. nadziemnych, kłączy i rozłogów lub z n.p. nadziemnych. Ka.

Galium vernum. — K.p. jasnobrązowe, obficie na zakończeniach rozgałęzione, wyrastające z p. poziomych, występujących na powierzchni gleby. Kierunek wzrostu k. przeważnie poziomy. Ze starszych odcinków p. płożących wyrastają dłuższe i grubsze k., rozgałęzione na długie, cienkie k. I rzędu. Zakończenia k. przenikają do gł. 8 cm.

Sedum sexangulare (ryc. 78). — K.p. cienkie, szarobiałe, skąpo rozgałęzione na k. I rzędu, o pionowym kierunku wzrostu, wyrastające z obłych, poziomych, różowych p., zakończonych

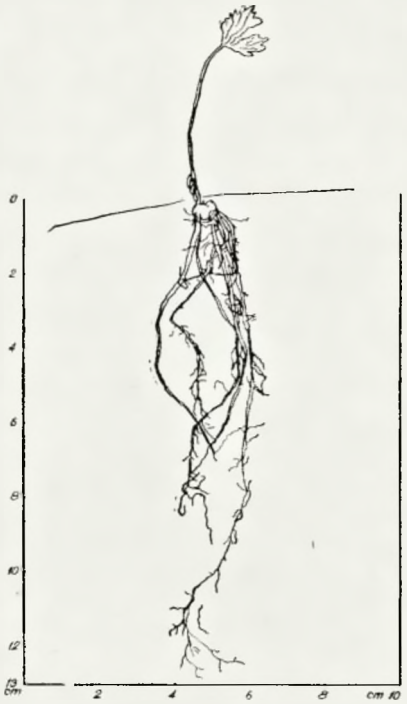


Ryc. (Fig.) 78. *Sedum sexangulare* — *Arrhenatheretum elatioris typicum*, 24.07.66



Ryc. (Fig.) 79. *Bellis perennis* — *Arrhenatheretum elatioris typicum*, 04.06.66

http://rcin.org.pl



Ryc. (Fig.) 80. *Ranunculus bulbosus — Arrhenatheretum elatioris typicum*, 07.06.66

Ryc. (Fig.) 81. *Luzula campestris — Arrhenatheretum elatioris typicum*, 21.10.66

http://rcin.org.pl

ulistnionymi gałązkami. Zakończenia k. na gł. 6 lub 8 cm. W *A.e. typicum* okazy *Sedum* są tylko nieliczne i nie tworzą gęstych darni.

Bellis parennis (ryc. 79). — S.k. podobnie wykształcony w obu płatach *Arrhenatheretum*. K.p. liczne, białe, obłe, najgrubsze o śr. 1 mm, wyrastają z krótkiej, zgrubiałej n.p. Kierunek wzrostu k. pionowy a zakończenia ich na gł. około 10 cm.

Ranunculus bulbosus (ryc. 80). — S.k. podobnie wykształcony w płacie *A.e. typicum* i w *Origano-Brachypodietum*. K.p. nieliczne, obłe, białe, najgrubsze o śr. 3 mm, na całej długości z rozgałęzieniami I i II rzędu. Kierunek wzrostu k. pionowy. Gł. przenikania k. 12 cm.

Ryc. (Fig.) 82. *Viola hirta — Arrhenatheretum elatioris typicum*, 10.67

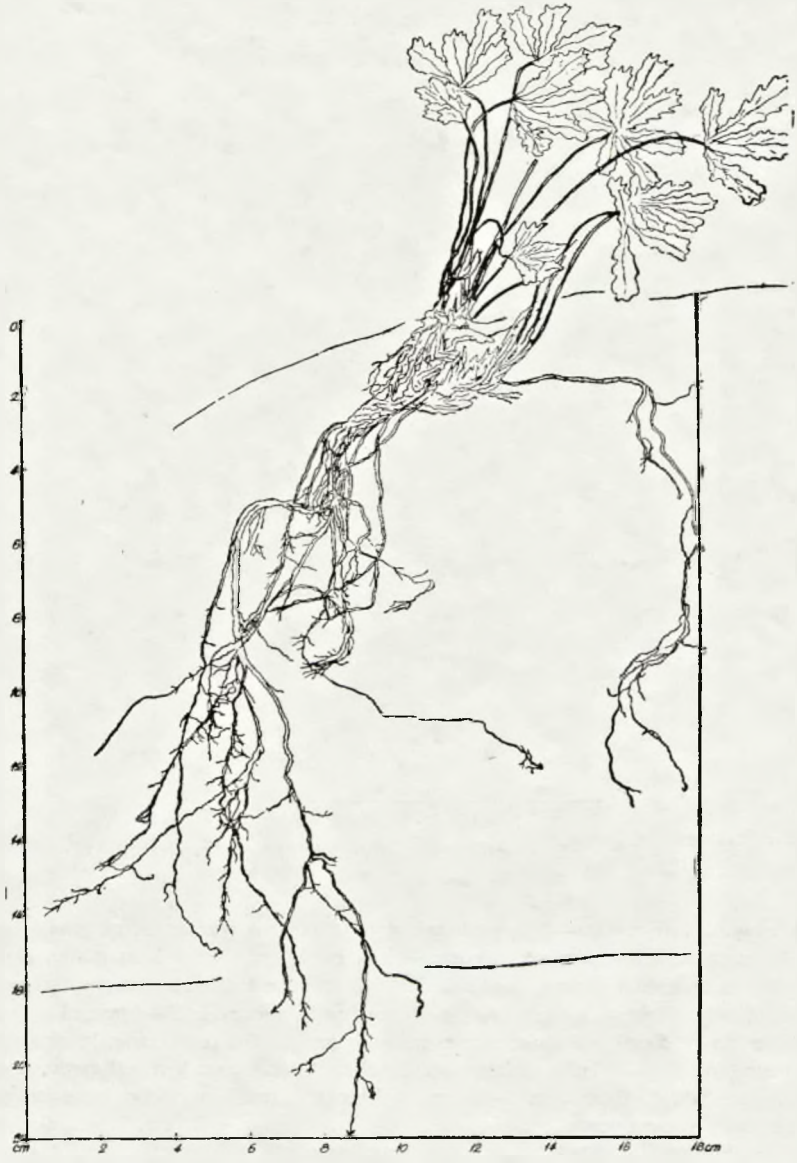
Luzula campestris (ryc. 81). — S.k. podobnie wykształcony w płacie *A.e. typicum* i *Origano-Brachypodietum*. K.p. liczne, cienkie, młodsze — jasnobrunatne, żółte lub kremowe, starsze — fioletowe lub brunatne, obficie rozgałęzione na k. I i II rzędu, o kierunku wzrostu ukośnym, pionowym lub poziomym, wyrastają z n.p. lub z jasnobrunatnego kłącza o śr. 3—4 mm, ukośnie rosnącego w glebie (do gł. 5 cm) i obumierającego na zakończeniu. Gł. przenikania k. około 15 cm.

Viola hirta (ryc. 82). — K.p. popielate, na całej dł. rozgałęzione na k. I i II rzędu, wyrastają z poziomej, szarej, dł. do 5 cm i sz. 2—4 mm, wgłębionej ukośnie w glebę, obumierającej na zakończeniu n.p. Kierunek wzrostu k. pionowy. Gł. przenikania k. — 18 cm. W jesieni wyrastają z n.p. poniżej różyczki liści młode, białe, słabo rozgałęzione k.

http://rcin.org.pl

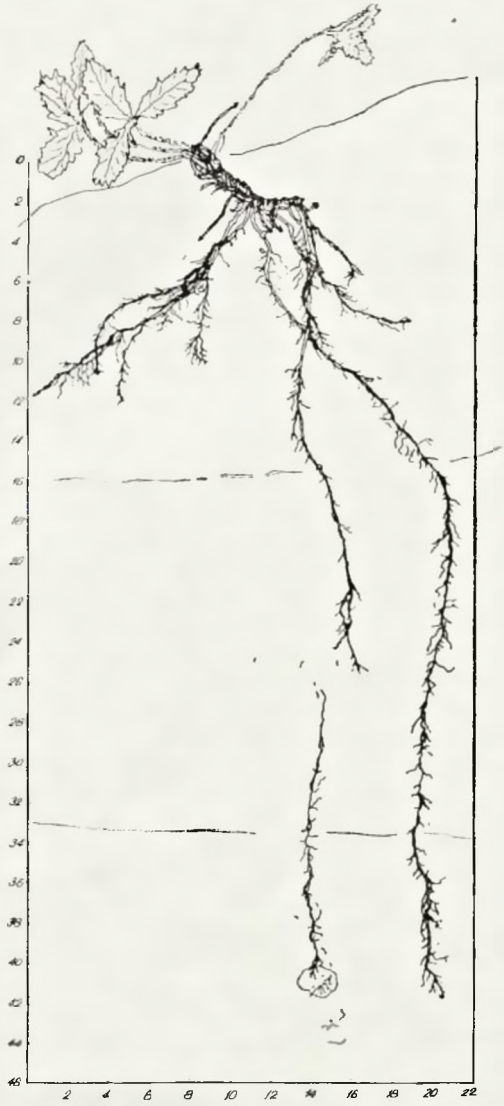
b. Gatunki przeważnie z wtórnym s.k. zlokalizowanym w warstwie gleby 0—55 cm gł. Ka. lub Rhka.

Potentilla heptaphylla (ryc. 83). — S.k. pierwotny i równocześnie wtórny. K.g. brunatny o pionowym kierunku wzrostu, dzielący się na cieńsze, przeważnie dwa k. o cienkich rozgałęzieniach bocznych, wyrasta na przedłużeniu zgiętej, poziomej, ciemnobrunatnej n.p. Zakończenia systemu k.g. na gł. 25 cm. K.p. wyrastające z n.p. nadziemnego, grube lub cienkie, dzielą się na drobniejsze k. jasnobrunatne lub brunatne o kierunku wzrostu ukośnym, poziomym lub pionowym. Rhka.



Ryc. (Fig.) 83. *Potentilla heptaphylla* — *Arrhenatheretum elatioris typicum*, 29.07.67

http://rcin.org.pl



Ryc. (Fig.) 84. *Fragaria viridis — Arrhenatheretum elatioris typicum*, 22.08.67

Fragaria viridis (ryc. 84). — S.k. podobnie wykształcony w *A.e. typicum* i w *Origano-Brachypodietum*. Przy powierzchni gleby ciemnobrązowe kłącza, obumierające na zakończeniach, długie na 4—5 cm, o grubości 3—4 mm. K.p. z nich wyrastające: młode — jasnobrunatne lub kremowe, o zakończeniach w powierzchniowej warstwie gleby, starsze — brunatne lub czerwonobrunatne, zdrewniałe, grube około 1 mm, z odgałęzieniami I i II rzędu. Kierunek wzrostu k. poziomy lub ukośny. Rozpiętość s.k. w kierunku poziomym w *A.e. typicum* — 30 cm, a w *Origano-Brachypodietum* — 20 cm. Gł. przenikania k. w *A.e. typicum* — 46 cm, w *Origano-Brachypodietum* — 30 cm. Ka.

W październiku poniżej różyczki liści na kłączu pojawiają się młode, białe k. Starsze k. znajdowano w tym okresie obumierające w dolnych warstwach gleby. Z n.p. wyrastają długie 30—130 cm rozłogi nadziemne z krótkimi kłączami i z dwoma lub trzema obłymi, białymi k.

http://rcin.org.pl

c. Gatunki z s.k. przenikającym poniżej 55 cm, do poziomu skały macierzystej: trawy o mocnym, głęboko sięgającym systemie k.p. (Ka.) i zioła o s.k. pierwotnym z silnie wykształconym palowym k.g. (Rh.)

Trifolium pratense (ryc. 85). — K.g. wyrastający na przedłużeniu krótkiej n.p., posiadający liczne boczne, poziomo rosnące k. I rzędu i drobne II i III rzędu. Najwięcej k.b. występuje w powierzchniowej warstwie gleby, do gł. 4 cm. Na cieńszych bocznych znajdują się popielate brodawki korzeniowe. Rozpiętość s.k. w kierunku poziomym — 20 cm. Kierunek wzrostu k.g. poziomy. Gł. przenikania w glebie — 60 cm. Rh.

Geranium palustre (ryc. 86). — S.k. podobnie wykształcony jak u *Geranium pratense*. K.p. słabo rozgałęzione, najliczniejsze przy powierzchni gleby, wyrastają z ciemnobrunatnej, poziomej n.p. umieszczonej poniżej powierzchni gleby, dł. do 5 cm i obumierającej na zakończeniu. Kierunek wzrostu k. początkowo poziomy, następnie k. stają się nagle cieńsze i rosną pionowo do gł. 60 cm. We wrześniu poniżej p. nadziemnych wyrastają ciemnobrunatne starsze k., a poniżej pączków na szczytowej części nasady różowe lub beżowe młode k. Na starszych k. występują młode, białe odgałęzienia. Ka.

Briza media (ryc. 87*). — K.p. delikatne, cienkie, białe z długimi odgałęzieniami I i II rzędu i rozłogi brązowe, poziome, dł. do 4 cm, grube 2—3 mm, na zakończeniach z młodymi szerokimi liśćmi i młodymi k., wyrastają z n.p. kwiatowych. K. rosną początkowo poziomo, na odległość kilku cm od n.p. a następnie ukośnie w głąb gleby. Główna warstwa k. sięga do gł. 15 cm, a zakończenia ich poniżej 70 cm.

W *Origano-Brachypodietum* okazy *Briza media* wykazują inne rozmieszczenie i gł. przenikania s.k. K.p. białoszare z licznymi długimi do 2 cm k. I rzędu i nielicznymi, krótszymi II rzędu, rosną w kierunku ukośnym i poziomym. Większość k. przenika do gł. 20 cm. Rozpiętość s.k. w płaszczyźnie poziomej 30—40 cm. Od gł. 25 cm k. cieńsze, pełzające poziomo po kamieniach, obrastające je lub rosnące w szczelinach. Zakończenia k. na gł. około 30 cm (ryc. 88*). Ka.

Lathyrus pratensis (ryc. 89*). — Liczne, poziome lub ukośne, rozgałęzione p. podziemne występują w warstwie gleby 0—20 cm. Starsze ich odcinki są zdrewniałe, o barwie czarnej lub czarnobrunatnej, młodsze zaś grubsze, delikatniejsze, białe, posiadają pod powierzchnią gleby pączki lub młode, ulistnione p. K.p. wyrastają po kilka z n.p. nadziemnych i z węzłów p. podziemnych; w górnej części są czarne, następnie stopniowo jaśniejsze z białymi rosnącymi zakończeniami. Na krótkich, grubych odgałęzieniach k. I rzędu znajdują się różowe brodawki korzeniowe. Kierunek wzrostu k. przy powierzchni gleby jest poziomy lub ukośny, a następnie pionowy, ponad zakończeniami zaś na przemian poziomy i ukośny. Zakończenia k. na gł. 50—90 cm lub nawet poniżej 1 m. Ka.

Medicago lupulina (ryc. 90*). — K.g. rosnący pionowo w dół, na całej długości dzieli się widlasto na odgałęzienia, które przenikają glebę początkowo ukośnie, a następnie pionowo. Barwa k. jasnożółta. Na drobnych k. wyrastających z górnej, grubej części k.g. znajdują się brodawki korzeniowe. Gł. przenikania k. około 120 cm. Rh.

W *Origano-Brachypodietum* s.k. o innym rozmieszczeniu i gł. przenikania (ryc. 91*). K.g. jasnobrunatny, w górnej części o grubości około 5 mm, poziomo skręcony, dzieli się na kilka cieńszych, poziomo rosnących w górę zbocza k., posiadających liczne krótkie odgałęzienia z brodawkami. Rozpiętość s.k. w kierunku poziomym około 50 cm. Zakończenia k. już na gł. 14—16 cm.

Convolvulus arvensis (ryc. 92*). — K.g. palowy, gruby, o śr. 3—4 mm, mocny, o barwie kremowej, szarej lub beżowej, z licznymi, długimi do kilkunastu cm, prostopadłymi do niego odgałęzieniami bocznymi. Od 110 cm k.g. jaśniejszy, obficie rozgałęziony. Zakończenia s.k. poniżej 130 cm. Na górnej części k.g. przy powierzchni gleby pączki przybyszowe. Rh.

Pimpinella saxifraga (ryc. 93*). — K.g. wrzecionowaty, pionowy, o grubości 8—10 mm, o barwie białopopielatej, z nitkowatymi, białymi, przeważnie długimi do 2 cm, rosnącymi poziomo k.b. Kilka odgałęzień k. grubszych. Od 40 cm k.g. cieńszy, jaśniejszy, poniżej 90 cm, o śr. 1 mm, rozgałęziony kilkakrotnie, o zmiennym kierunku wzrostu. Zakończenia k. poniżej 1 m gł., np.: na gł. 145 cm.

W *Origano-Brachypodietum* (ryc. 94*) k.g. na całej dł. poskręcany i pofałdowany, posiada-

http://rcin.org.pl

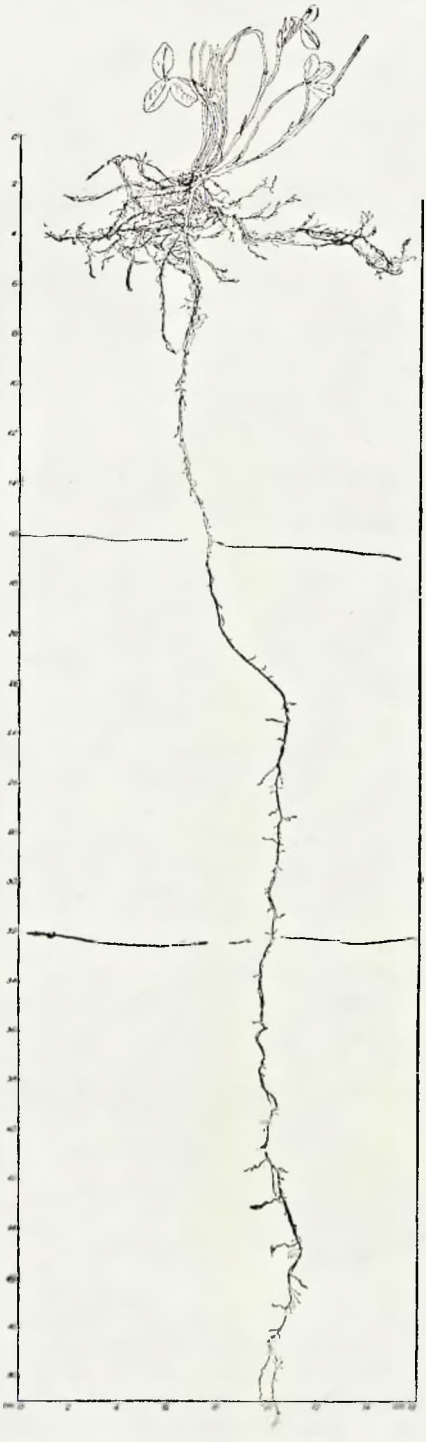


Рис. (Fig.) 85. *Trifolium pratense — Arrhenatheretum elatioris typicum*, 30.08.67

http://rcin.org.pl

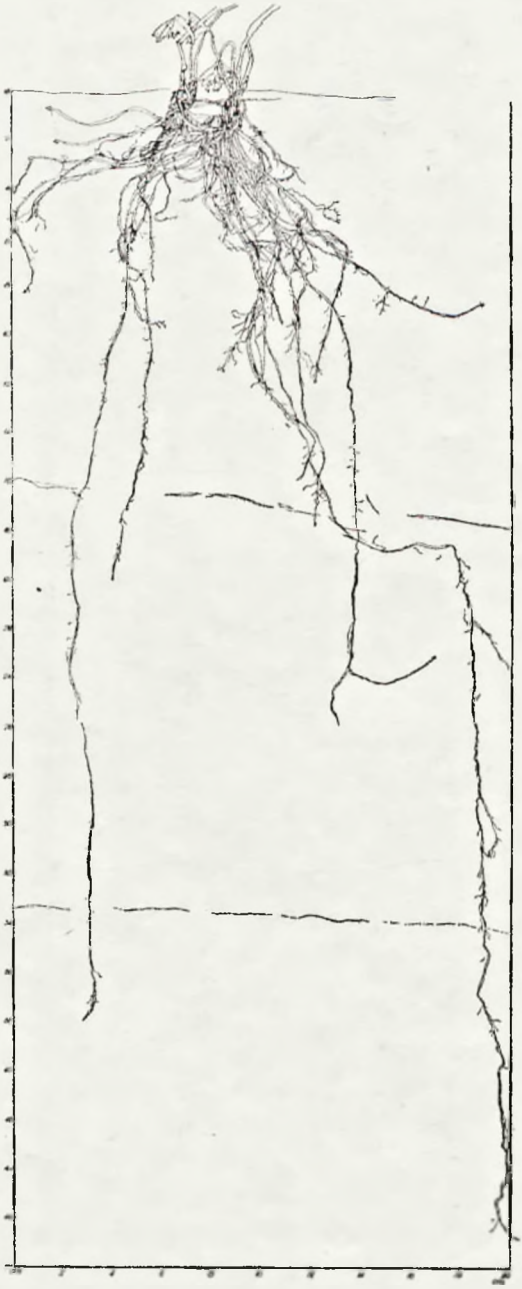


Рис. (Fig.) 86. *Geranium palustre — Arrhenatheretum elatioris typicum*, 31.08.67

http://rcin.org.pl

jący z powodu przeszkód w postaci kamieni kręty kierunek wzrostu. Zakończenia k.g. w poziomie skały macierzystej, już na gł. około 60 cm. Rh.

Coronilla varia (ryc. 95*). — K.g. pionowy, z licznymi, białymi, długimi do kilku cm, rosnącymi równolegle do powierzchni gleby k.b. W górnej części k.g. różowoczerwony, o grubości około 5 mm, poniżej 60 cm cieńszy (o śr. 2. mm), jaśniejszy, o barwie kremowej, dzielący się na pionowe odgałęzienia. Zakończenia k. poniżej 150 cm. Poniżej powierzchni gleby na k.g. pączki pędowe, a nawet ulistnione p.

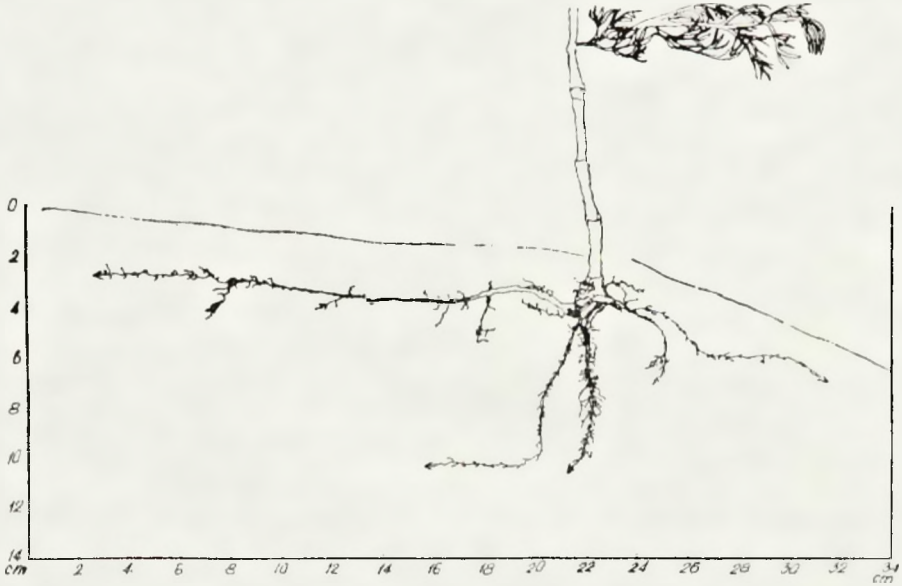
W *Origano-Brachypodietum* k.g. wraz z długimi, grubymi, czerwonymi (starymi) lub żółtopomarańczowymi (młodszymi) k.b. rośnie poziomo w powierzchniowej warstwie gleby, oplatając się wokół k. innych roślin i omijając kamienie. Od około 10 lub 15 cm k.g. i k.b. zmieniają kierunek wzrostu na pionowy. Zakończenia k. na gł. 70—80 cm, w szczelinach ze zwietrzeliną (ryc. 96*). Rh.

C. Origano-Brachypodietum agrimonietosum

a. Gatunki przeważnie o wtórnym s.k. zlokalizowanym w poziomie próchnicznym, 0—16 cm gł. Ka. lub Rhka.

Galium mollugo (ryc. 112) — S.k. pierwotny i zarazem wtórny. Liczne, poziome pełzające p., jasnobrunatne lub zielone, kanciaste, długie do 50 cm, umieszczone na powierzchni gleby lub wgłębione w ściółkę. K.p. wyrastające z ich węzłów, bardzo cienkie, nitkowate (niektóre też grubsze, o śr. 1 mm, ciemnobrunatne, z długimi do 1 cm bocznymi odgałęzieniami) K.g. zdrewniały, poskręcany, gruby do 2 mm, rosnący pod powierzchnią gleby, rozgałęziony na kilka k.b. S.k. zlokalizowany jest w powierzchniowej warstwie gleby, w ściółce i w poziomie próchnicznym do gł. 6—8 cm. Rozpiętość organów podziemnych w kierunku poziomym — 50 cm. Rhka.

Seseli annuum (ryc. 97) — K.g. pionowy, brunatny, cylindryczny, kruchy, z wielką liczbą drobnych, krótkich, jasnych k., w górnej części o grubości około 7 mm, z długimi do 20 cm, poziomymi, obficie rozgałęzionymi k.b. Gł. przenikania k.g. — 10 cm.



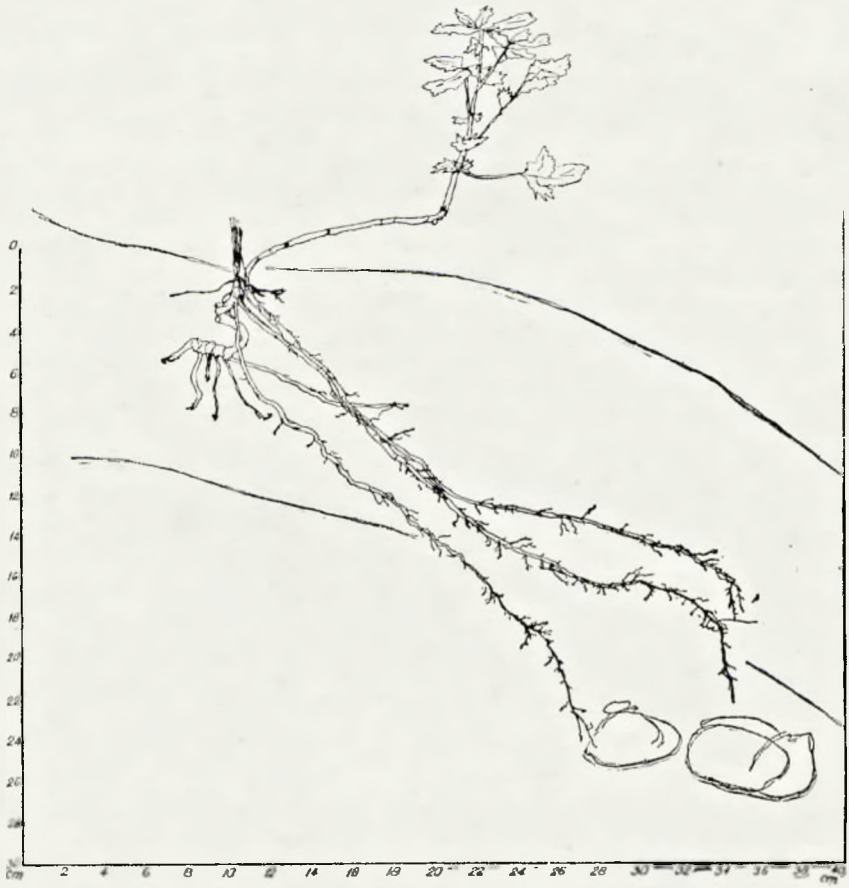
Ryc. (Fig.) 97. *Seseli annuum* — *Origano-Brachypodietum*, 29.09.67

http://rcin.org.pl

b. Gatunki przeważnie z wtórnym s.k., przenikającym do gł. około 30 cm. Ka. lub Rhka.

Prunella grandiflora — K.p.: starsze — brunatne lub czerwonobrunatne, o grubości 1 mm, z krótkimi bocznymi odgałęzieniami, młodsze — jasnobrunatne, występują poniżej pączków, wyrastając z poziomego, brązowoczarnego, grubego 2—3 mm, obumierającego na zakończeniu p., który znajduje się pod powierzchnią gleby. Kierunek wzrostu k. poziomy lub ukośny. Rozpiętość s.k. w kierunku poziomym — 30 cm. Zakończenia k. na gł. 20 cm. Ka.

Agrimonia eupatoria (ryc. 98). — N.p. umieszczone poziomo lub ukośnie poniżej powierzchni gleby; brunatne, obumierające na zakończeniach, z licznymi śladami po p. nadziemnych. K.p. wy-

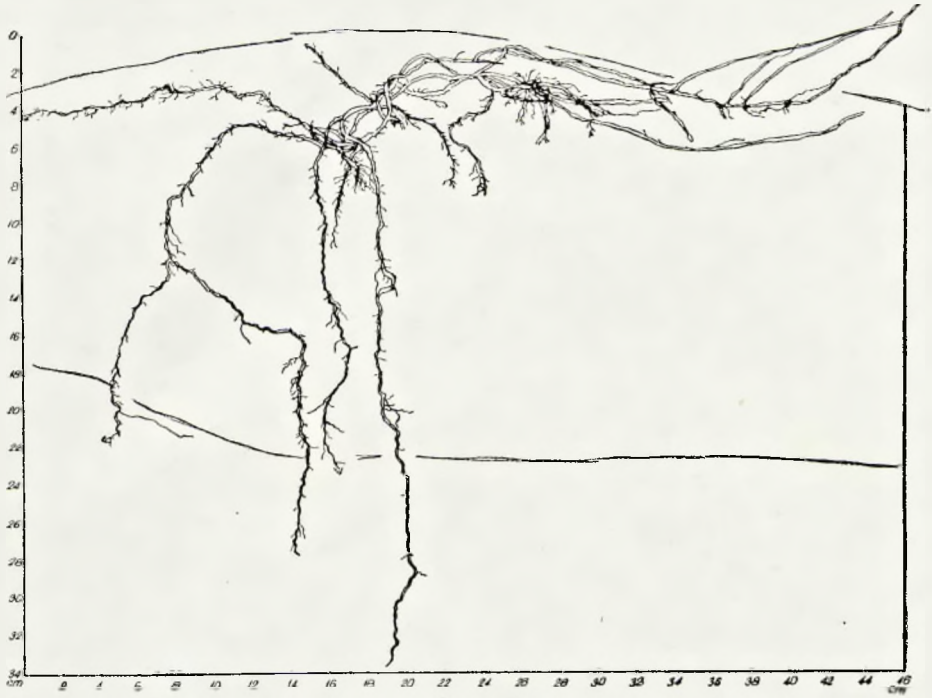


Ryc. (Fig.) 98. *Agrimonia eupatoria* — *Origano-Brachypodietum*, 23.10.67

rastające ze szczytowej części n.p., poniżej jednego lub dwóch p. nadziemnych — jasnobrunatne, zdrewniałe, obłe, o grubości 3—4 mm. Starsze k. rozpoczynające się niżej na nasadzie o barwie brunatnej lub czerwonobrunatnej, zdrewniałe, słabo rozgałęzione, obumierające na zakończeniach. Kierunek wzrostu k. ukośny. Rozpiętość s.k. w kierunku poziomym około 60 cm. W warstwie gleby poniżej 30 cm występują k. cieńsze, z zakończeniami w szczelinach między odłamkami skały wapiennej. Ka.

http://rcin.org.pl

Thymus pulegioides (ryc. 99). — P. nadziemne o dł. ponad 30 cm, ścielące się po powierzchni gleby i zakorzeniające się w węzłach. K.p. z nich wyrastające przerastają dużą objętość gleby w poziomie A_1 i B. Starsze k. zdrewniałe, niezbyt grube (1—2 mm), poskręcane i powyginane na całej



Ryc. (Fig.) 99. *Thymus pulegioides — Origano-Brachypodietum*, 26.09.67

swej dł., rozgałęzione na długie i cienkie k. I rzędu i nieliczne II rzędu, rosną poziomo lub ukośnie od n.p. na odległość 20 cm, a następnie w głąb gleby. Młode k. brunatnoczerwone lub beżowe. Zakończenia k. na gł. 35 lub 40 cm, między fragmentami zwietrzałej skały macierzystej. Ka.

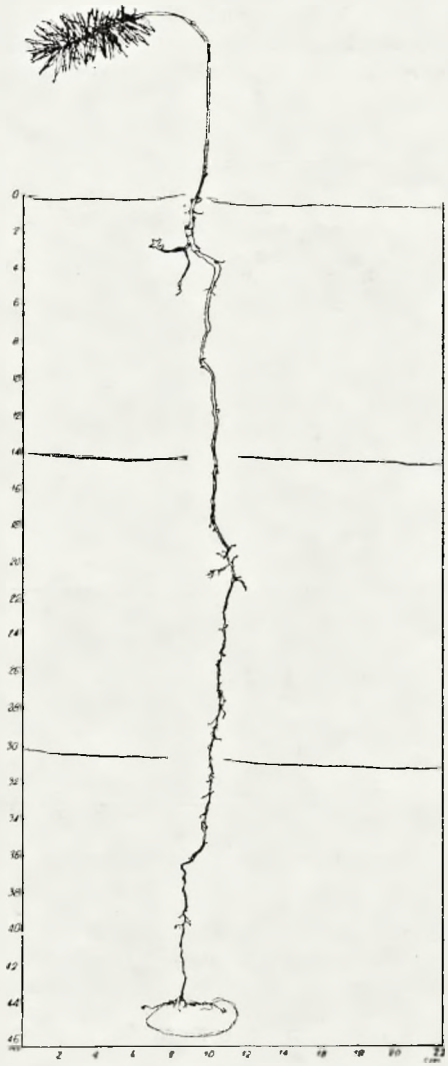
c. Gatunki przeważnie z mocnym, dobrze wykształconym systemem k. pierwotnego, często ze zdrewniałym k.g. oraz nieliczne gatunki o silnie wykształconym systemie k.p. (Ka.). Zakończenia k. w poziomie skały wapiennej.

Phleum Boehmeri (ryc. 100*). — K.p. cienkie, jasnobrunatne lub beżowe, z licznymi, gęstymi, drobnymi k. I i II rzędu, wyrastające z krótkich, kilku cm rozłogów. Główna warstwa k. przenikająca do gł. 16 cm. Zakończenia k. w szczelinach między kawałkami skały wapiennej, na gł. 40 cm. W jesieni poniżej młodych p. pojawiają się liczne młode k., długie do kilku cm. Ka.

Euphorbia cyparissias (ryc. 101). — K.g. pionowy, mocny, z rozgałęzieniami I i II rzędu, w górnej części ciemnobrunatny, o grubości 2—3 mm, posiadający pączki pędowe. W dolnej części k.g. jasnoróżowy, gruby tylko na 0,5 mm, dzieli się na odgałęzienia, rosnące poziomo po kamieniach. Zakończenia k. w szczelinach między kawałkami skały wapiennej, na gł. 45—50 cm. Rh.

Festuca sulcata (ryc. 102*). — Liczne, bardzo cienkie k.p. rozgałęzione na k. I i II rzędu, starsze — czarnofioletowe, młodsze — fioletowe, wyrastają z n.p. Kierunek wzrostu k. ukośny lub poziomy. Najwięcej k.p. do gł. 10 cm. Bardzo drobne i nieliczne zakończenia ich, pełzające i zwisające z kamieni na gł. 50 cm. Ka.

http://rcin.org.pl



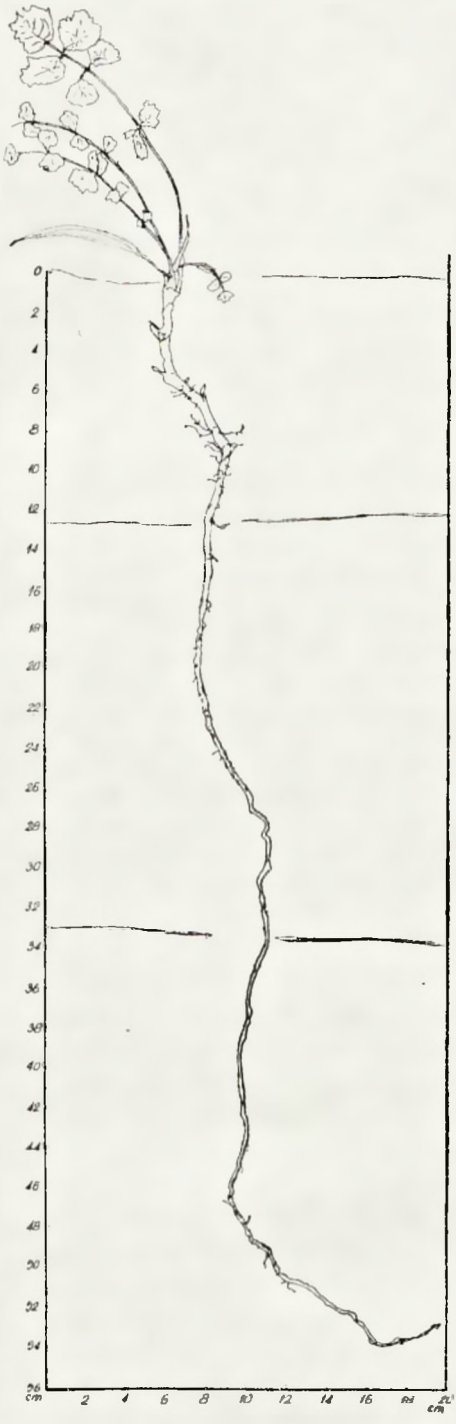
Ryc. (Fig.) 101. *Euphorbia cyparissias — Origano-Brachypodietum*, 23.09.66

Scabiosa ochroleuca (ryc. 103*). — N.p. ciemnobrunatne, umieszczone poniżej powierzchni gleby. K.g. wyrastający na przedłużeniu n.p., jasnobrunatny, z krótkimi odgałęzieniami I rzędu, w dolnej części jaśniejszy. Kierunek wzrostu k. kręty, początkowo poziomy, a następnie ukośny. Zakończenia k. między odłamkami skały wapiennej, na gł. 50 cm. Rh.

Trifolium medium (ryc. 104*). — P. podziemne obłe, jasnobrunatne, z łuskowatymi liśćmi, o grubości 3—4 mm, umieszczone są poziomo w glebie do gł. 10 cm, pozwijane i poskręcane między kamieniami. K.p. obficie rozgałęzione na k. I i II rzędu, wyrastają z n.p. nadziemnych lub też z węzłów p. podziemnych. Na drobnych odgałęzieniach k. nieliczne brodawki. Kierunek wzrostu k. pionowy, a w poziomie skały macierzystej kręty, na przemian poziomy i ukośny. Zakończenia k. w szczelinach ze zwietrzeliną, na gł. 50—60 cm. Ka.

Trifolium montanum (ryc. 105*). — K.g. jasnobrunatny, o grubości 1 cm, w górnej części z długimi poziomymi odgałęzieniami, poniżej kilkunastu cm dzieli się nieraz na dwa jaśniejsze

http://rcin.org.pl



Ryc. (Fig.) 109. *Sanguisorba minor — Origano-Brachypodietum*, 20.09.67

http://rcin.org.pl

odgałęzienia, rosnące ukośnie lub poziomo po kamieniach. Kierunek wzrostu k. kręty. Zakończenia k. z licznymi, drobnymi, delikatnymi odgałęzieniami, posiadającymi brodawki korzeniowe, znajdują się w szczelinach ze zwietrzeliną, na gł. 50—60 cm.

Lotus corniculatus (ryc. 106*). — K.g. wyrastający na przedłużeniu n.p., w górnej części gruby do 6 mm, rośnie przy powierzchni gleby kilkanaście cm w kierunku poziomym i rozgałęzia się często na k.b. liczne, jasnokremowe lub białozielone, obficie rozgałęzione na długie k. I rzędu i krótsze II rzędu z brodawkami korzeniowymi. Najgrubsze i najliczniejsze k. występują na gł. 2—4 cm. Część k. o różnej grubości rośnie w tej warstwie poziomo na boki na odległość 30 cm od n.p. i tutaj posiada zakończenia. Inne k. mają kierunek wzrostu pionowy, kręty ze względu na przeszkody w postaci odłamków skalnych. Zakończenia ich występują na gł. 60 cm. Rh.

Helianthemum ovatum (ryc. 107*). — S.k. pierwotny i zarazem wtórny. Zgrubiałe n.p. nadziemnych, z krótkimi i cienkimi, jasnobrunatnymi k.p. są umieszczone poziomo przy powierzchni gleby. K.g. wyrastający na przedłużeniu n.p., poskręcany, gruby do 4 mm, od góry dzieli się na liczne, ciemne, czerwonobrunatne lub brunatnoczarne, mocne, zdrewniałe, poskręcane k., rozgałęzione na cienkie i długie k.b., o krętym lub ukośnym kierunku wzrostu. Zakończenia k. na gł. 60—70 cm. Rhka.

Centaurea scabiosa (ryc. 108*). — N.p. podłużne, zgrubiałe, ciemnobrązowe lub czarne, umieszczone w glebie poziomo. K.p. wyrastające z n.p.: starsze — liczne, beżowe, około 2 mm grube, w górnej części zdrewniałe, mocne, z długimi do 2 cm odgałęzieniami I rzędu i krótszymi II rzędu, rosną pionowo lub ukośnie w dół, pomiędzy częściami szkieletowymi, omijając kamienie lub też nieraz przerastając przez występujące w nich szczeliny i otworki; młodsze — również liczne, delikatne, jasnokremowe, posiadają poziomy kierunek wzrostu. Zakończenia korzeni na gł. 60—70 cm. Ka.

Sanguisorba minor (ryc. 109). — K.g. czerwonobrunatny, mocny, gruby, słabo rozgałęziony, w górnej części o grubości 5—6 mm, ze śladami po p. Początkowo, do gł. 50 cm, rośnie pionowo a następnie poziomo w głąb profilu. W dolnej części k. jest jaśniejszy — jasnobrunatny. Zakończenia jego na gł. 70 cm. Rh.

Brachypodium pinnatum (ryc. 110*, 111*). — Organy podziemne: długie, grube do 5 mm, mocne, rozgałęzione kłącza, rosnące poziomo lub ukośnie w glebie do gł. 30 cm i wyrastające z nich k.p. Młodsze odcinki kłączy, białe, błyszczące, zakończone są obłymi, na końcu spiczastymi pączkami, starsze zaś szare, z łuskowatymi liśćmi. K.p. liczne, mocne, białe lub szare, obficie rozgałęzione na k. I i II rzędu. Większość k. sięga do gł. 40 cm, pojedyncze k. przenikają do gł. 70 cm.

2. Różnice w wykształceniu systemów korzeniowych niektórych gatunków w badanych zbiorowiskach

Skład gatunkowy w badanych płatach zbiorowisk zależy od warunków wilgotnościowych, termicznych i edaficznych siedliska. W zależności od wymagań i przystosowań gatunków stwierdzono pewne różnice w morfologii i w rozmieszczeniu w glebie, a zwłaszcza w głębokości przenikania organów podziemnych tych samych gatunków, rosnących w płatach *Arrhenatheretum* i *Origano-Brachypodietum*.

W płacie *A.e. typicum* trawy nie tworzą tak zbitego, wojłokowatego poziomu darniowego jak w *A.e. alchemilletosum*. Odnosi się to głównie do *Festuca rubra*, która na powierzchni pod Zamkiem występuje bardzo nielicznie, w pojedynczych okazach, często młodych, w pobliżu kretowin. Głębokość przenikania *F. rubra* wynosi tutaj zaledwie kilkanaście cm. Również *Dactylis glomerata* nie tworzy w tym płacie wielkich, zbitych kęp, ale wyraźnie można u jej okazów rozróżnić rozgałęzione nasady pędów. W *A.e. typicum* dominują trawy luźnokępkowe: *Arrhenatherum elatius* z dobrze rozwiniętym systemem

http://rcin.org.pl

korzeniowym, ale nie takim jak u *Alopecurus pratensis* w *A.e. alchemilletosum*, który posiada rozłogi z licznymi korzeniami w górnej warstwie gleby. Druga z dominujących traw — *Trisetum flavescens* — ma korzenie cienkie i delikatne.

Prawdopodobnie na powierzchni pod Zamkiem, w związku z luźniejszą dzięki działalności kretów i gryzoni glebą, mniejszym zwarciem organów podziemnych, a także warunkami wilgotnościowymi (gleba suchsza), niektóre gatunki o delikatnych systemach korzeniowych, takie jak *Chrysanthemum leucanthemum*, *Crepis biennis*, *Ranunculus acer*, *Leontodon hispidus*, *Achillea millefolium*, występują bardziej obficie niż w dolinie Sąspówki. Gatunki te posiadają tutaj silniej rozgałęzione i głębiej przenikające systemy korzeniowe (por. np. ryc. 28* i 29*).

Z innych roślin, licznie reprezentowanych w *A.e. alchemilletosum*, *Rumex acetosa* w płacie *A.e. typicum* pojawiał się tylko sporadycznie. Okazy jego miały niewielkie rozmiary i wyłącznie system korzeniowy o cienkich korzeniach przybyszowych, które choć lepiej rozgałęzione niż u okazów z *A.e. alchemilletosum*, przenikały tutaj zaledwie do głębokości 36 cm (por. ryc. 73* i 75*).

Heracleum sphondylium natomiast występował liczniej na powierzchni pod Zamkiem niż w dolinie Sąspówki, gdzie była to roślina o najgłębiej sięgającym systemie korzeniowym. W płacie *A.e. typicum* okazy *H. sphondylium* posiadały taką samą wysokość części nadziemnych jak w *A.e. alchemilletosum*, ale zakończenia korzeni miały już na głębokości 60—80 cm, widoczny był też wyraźnie większy rozrost korzeni bocznych w kierunku poziomym, a korzeń główny często zmieniał kierunek z pionowego na poziomy i posiadał dłuższe i liczniejsze odgałęzienia poziome (ryc. 76* i 77*).

Jeszcze większe różnice w głębokości przenikania systemów korzeniowych stwierdzono między płatami *Arrhenatheretum* i murawy kserotermicznej. Gatunki rosnące obficie w *Arrhenatheretum*, takie jak *Festuca pratensis*, *Plantago media*, *Taraxacum officinale*, występowały w *Origano-Brachypodietum* mniej licznie i miały znacznie płyciej przenikający system korzeniowy (por. ryc. 63* i 64*, 41*, 43* i 44*, 56* i 57*). Gatunki takie jak *Leontodon hispidus*, *Fragaria viridis*, *Plantago lanceolata*, licznie reprezentowane zarówno w płacie *A.e. typicum*, jak i w *Origano-Brachypodietum*, miały w murawie kserotermicznej zakończenia korzeni już na głębokości około 30 cm (ryc. 46* i 47*, 49* i 50*). Również systemy korzeniowe *Agrostis vulgaris* i *Briza media* były delikatniejsze i płyciej sięgały w *Origano-Brachypodietum* niż w *A.e. typicum* (por. ryc. 31* i 32*, 87* i 88*), a gatunki o mocnym, silnie wykształconym korzeniu głównym, *Pimpinella saxifraga* i *Knautia arvensis*, posiadały tutaj kręty kierunek wzrostu korzenia, który rósł na przemian poziomo i pionowo, omijając kamienie, i sięgał tylko do głębokości około 60 lub 70 cm, do twardej, częściowo zwietrzałej skały wapiennej (por. ryc. 93* i 94*, 70* i 71*).

Największe różnice w wykształceniu systemu korzeniowego wykazywały okazy *Coronilla varia* i *Medicago lupulina*. W *A.e. typicum* okazy *C. varia*

http://rcin.org.pl

były nieliczne i można było u nich z łatwością wyróżnić korzeń główny: pionowy, sięgający do głębokości 150 cm. W *Origano-Brachypodietum* natomiast *C. varia* występowała obficiej (ilościowość 2—3) i u okazów tego gatunku z trudnością można było w plątaninie korzeni, obrastających kamienie i korzenie innych roślin, rozpoznać system korzenia głównego. Liczne korzenie główne okazów rosły tutaj początkowo poziomo w górnej warstwie gleby i posiadały grube, długie, boczne korzenie, także na początku o poziomym kierunku wzrostu. Dodatkowo obraz systemu korzeniowego zaciemniały pędy nadziemne i ich pączki, powstające na korzeniach, pod powierzchnią gleby. Zakończenia korzeni występowały już na głębokości 70—80 cm (por. ryc. 95* i 96*). U *Medicago lupulina* system korzeniowy w murawie kserotermicznej posiadał odmienny kierunek wzrostu i inną głębokość przenikania (por. ryc. 90* i 91*).

Rozważając zależność wykształcenia systemów korzeniowych tych samych gatunków od siedliska, na pierwszy plan wysunąć należy wpływ wilgotności i głębokości gleby oraz zawartości w niej części szkieletowych. Inne właściwości gleby: kwasowość, zasobność w składniki mineralne i organiczne są zbliżone w glebach badanych płatów.

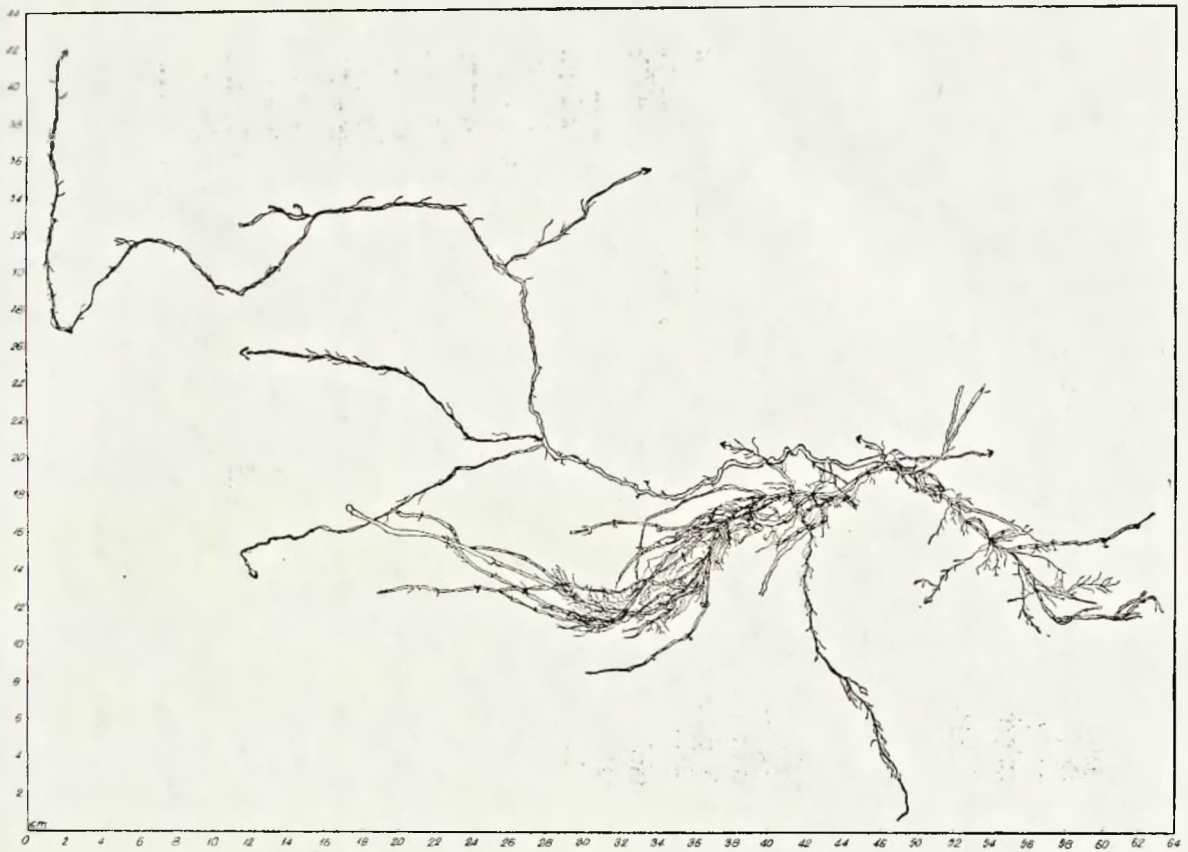
Na ogół w suchszych siedliskach rośliny posiadają lepiej rozgałęziony, szerzej rozpostarty na boki i głębiej przenikający system korzeniowy. Prawidłowość ta została również stwierdzona dla niektórych gatunków w suchszym płacie *Arrhenatheretum*, pod Zamkiem, w porównaniu z wilgotniejszym płatem w dolinie Sąspówki.

Jednak mimo że systemy korzeniowe u niektórych gatunków w *A.e. typicum* były silniej rozgałęzione, przenikały one tutaj płycej niż w *A.e. alchemilletosum*. Można przypuszczać, że odpowiedzialny w tym przypadku za głębokość przenikania był drugi z wymienionych czynników — liczne, duże, nieraz ściśle do siebie przylegające odłamki skały wapiennej, występujące poniżej 50 cm, które czasem powodowały obumieranie stykających się z nimi korzeni *Knautia* i *Heracleum*.

W *Origano-Brachypodietum* działanie właściwości gleby zaznacza się jeszcze wyraźniej w występowaniu na tej powierzchni obok roślin o grubych, mocnych, często zdrewniałych systemach korzeniowych, gatunków o korzeniach delikatniejszych i płyciej przenikających niż w *Arrhenatheretum*, oraz w wytworzeniu swoistego układu warstwowego organów podziemnych w tym zbiorowisku. Największa wilgotność gleby w warstwie powierzchniowej, w poziomach A_0 i A_1, płytkość gleby i wielka zawartość części szkieletowych już od około 30 cm powodują, że wiele gatunków roślin, przeważnie gatunki rosnące obficie w *Arrhenatheretum*, ma korzenie zlokalizowane w górnej warstwie gleby, do głębokości 30 cm. Niżej słabo zwietrzała skała wapienna stanowi przeszkodę w przenikaniu mocnych i grubych korzeni bylin kserotermicznych. Przenikanie korzeni tych gatunków zatrzymuje się na głębokości 70—80 cm.

Obserwowane różnice w wykształceniu organów podziemnych u okazów tych samych gatunków są zapewne modyfikacjami morfologicznymi; możliwe

http://rcin.org.pl



Ryc. 112. Rzut pionowy systemu korzeniowego *Galium mollugo — Origano-Brachypodietum*, 09.08.67
Fig. 112. Vertical projection of the root system of *Galium mollugo* (*Origano-Brachypodietum*, 09.08.67)

http://rcin.org.pl

jest wszakże, że przynajmniej w niektórych przypadkach chodzi tu o różne ekotypy w obrębie tych samych gatunków. Sprawdzenie tego wymagałoby osobnych badań florystycznych i ekologicznych.

3. Porównanie morfologii i głębokości przenikania badanych systemów korzeniowych roślin z danymi z literatury

Czynniki siedliska — według Weavera (1919) i Cannona (1949) właściwości gleby — wpływają przeważnie na głębokość przenikania, rozmieszczenie i stopień rozgałęzienia systemów korzeniowych, ale nie zmieniają ich głównych cech, jak typ systemu korzeniowego oraz barwa korzeni.

Opisy morfologiczne organów podziemnych gatunków rosnących na badanych powierzchniach w Ojcowie zgadzają się z opisami podanymi przez Ponjatovską (1956), Šalyta (1950), Łukasiewicza (1962) i z opisami zebranymi przez Kutscherę (1960). Największe różnice między danymi z literatury a uzyskanymi wynikami badań zaznaczyły się w głębokości przenikania systemów korzeniowych w zależności od różnych typów gleb (tab. VII). Przy porównywaniu należy zwrócić uwagę na to, że badania Łukasiewicza (1962) zostały przeprowadzone na roślinach rosnących w ogrodzie botanicznym, a więc nie w naturalnych warunkach i nie we właściwych zbiorowiskach roślinnych. Najprawdopodobniej dlatego autor ten u niektórych roślin, jak *Geranium pratense* czy *Achillea millefolium*, opisuje obok systemu korzeni przybyszowych, zachowany również u dorosłych okazów, korzeń główny. W zbiorowiskach badanych w Ojcowie, u dorosłych okazów tych gatunków występował tylko wtórny typ systemu korzeniowego. Podobnie Kutschera (1960) opisuje u *Cerastium vulgatum* i *Trifolium repens* system korzeniowy pierwotny i wtórny, natomiast podczas badań w Ojcowskim Parku Narodowym u tych gatunków znajdowano tylko korzenie przybyszowe.

W atlasie chwastów (Kutschera 1960) można odnaleźć opisy systemów korzeniowych odpowiadające opisom z *Arrhenatheretum elatioris* z Ojcowa, a także inne, odpowiadające opisom z *Origano-Brachypodietum*, ale autorka nie podaje przy przykładach charakterystyki siedliska, lecz tylko często ogranicza się do nazwy kraju. W danych Kutschery (1960) uderza wielka głębokość sięgania korzeni przybyszowych u *Achillea millefolium*, wynosząca 100 cm. System korzeniowy *Coronilla varia* opisany przez nią nie różnił się od systemu tego gatunku obserwowanego w *A.e. typicum*. W *Origano-Brachypodietum* natomiast korzeń główny *Coronilla* odznaczał się poziomym kierunkiem wzrostu w górnej warstwie gleby. U *Medicago lupulina* autorka podaje opis odpowiadający systemowi korzeniowemu w płacie *A.e. typicum* oraz wspomina również, że w przypadku występowania trudności w przenikaniu przez glebę korzeń główny zgina się na głębokości 7 cm na bok, rośnie poziomo i tylko jego boczne odgałęzienia wnikają ukośnie nieco głębiej. Przytoczony opis zgadza się z opisem systemu korzeniowego *Medicago lupulina* z *Origano-Brachypodietum* z Ojcowa oraz sugeruje możliwości podobnego

http://rcin.org.pl

wykształcenia systemu korzeniowego na tej powierzchni u innych gatunków, np. u *Lotus corniculatus*.

Na ogół głębokości sięgania korzeni w płatach *Arrhenatheretum* mało różnią się od głębokości podanych w pracy Ponjatovskiej (1958). Według jej badań przy zmianie składu mechanicznego gleby z piaszczystego na gliniasty, głębokość przenikania systemu korzeniowego u *Festuca pratensis* zmniejszała się ze 100 cm do 70 cm. System korzeniowy *Lotus corniculatus* sięgał do tej samej głębokości jak w *Origano-Brachypodietum* w Ojcowie, ale nie rozgałęział się na poziome i pionowe korzenie już od nasady pędów i miał wyraźnie pionowy kierunek wzrostu. W zbiorowiskach stepowych, na glebach znacznie głębszych niż rędziny, na czarnoziemie, *Pimpinella saxifraga* i *Festuca sulcata* posiadały systemy korzeniowe przenikające głębiej niż w płacie *Origano-Brachypodietum*, odpowiednio do 120 i 160 cm. W płacie murawy kserotermicznej w Ojcowie korzeń *Pimpinella saxifraga* posiadał kręty kierunek wzrostu, na przemian poziomy i pionowy i sięgał zaledwie do głębokości 60—70 cm, u *Festuca sulcata* korzenie przenikały w *Origano-Brachypodietum* zaledwie do 50, względnie 60 cm głębokości.

4. Zmiany w rozwoju organów podziemnych w ciągu sezonu wegetacyjnego

Organy podziemne roślin — podziemne nasady pędów, kłącza, rozłogi i korzenie — są organami wegetatywnymi i w ich rozwoju nie zachodzą tak wyraźne zmiany jak pojawy fenologiczne u części nadziemnych. Niemniej organy te spełniają ważną rolę w odnawianiu wegetatywnym roślin wieloletnich. W niniejszej pracy zmiany w rozwoju organów podziemnych rozpatrywane były głównie pod kątem przyrostu biomasy, zwracano więc przede wszystkim uwagę na pojawianie się pączków na nasadach pędu, młodych kłączy, rozłogów i młodych korzeni oraz na ich obumieranie. Do obserwacji wybrano gatunki dominujące na badanych powierzchniach. Opisy wyglądu organów podziemnych tych gatunków na wiosnę, w lecie i w jesieni zestawiono w tabelach VIII i IX.

Przy odróżnianiu korzeni młodych od starszych opierano się na ich ogólnym wyglądzie, barwie, konsystencji i długości. Korzenie młode są białe, delikatne, grubsze od starszych i przeważnie krótsze, z rosnącymi zakończeniami.

Gatunki dominujące w płacie murawy kserotermicznej odznaczały się innym rytmem rozwojowym niż gatunki w płatach *Arrhenatheretum*. Były to przeważnie gatunki później kwitnące. Liczne różyczki ich liści pojawiają się na powierzchni gleby lub zaczynają wzrost dopiero w maju i w czerwcu, podczas gdy w płatach *Arrhenatheretum* większość gatunków zbliża się już do kulminacyjnego stadium rozwoju generatywnego.

W literaturze znaleziono jedynie nieliczne dane o zmianach sezonowych organów podziemnych badanych gatunków. Smielov i Ljubska (1940)

http://rcin.org.pl

Tabela VIII

Zmiany w rozwoju organów podziemnych roślin w podzespołach *Arrhenatheretum elatioris alchemilletosum* i *Arrhenatheretum elatioris typicum*
Changes in the development of underground plant organs in the sub-associations *Arrhenatheretum elatioris alchemilletosum* and *Arrhenatheretum elatioris typicum*

Gatunek Species	Miesiące — Months							
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
Dactylis glomerata	Niel. mł. białe i krótkie k. (Ryc. 65). Sev. y. white and short r. (Fig. 65).	Mł. li. o wys. 40 cm. Mł. delikatne k. o dł. 10 cm. Y. lea., 40 cm. h. Y. fine r., 10 cm l.		Maksymalny rozwój części nadziemnych. Mł. k. bardzo l. wyrastające z nasad p. poniżej mł. li. Dł. k. 1—50 cm. (Ryc. 66). Maximal growth of the aboveground parts. Very num. y. r., 1—50 cm l. growing from the st. bases below they. lea. Length of y. r. 1—50 cm. (Fig. 66).		Żółknienie i obumieranie p. nadziemnych. Grubienie dolnych części li. i p. Mł. li. o dł. 3—15 cm, wyrastające z mł. części nasad. Mł. k. białe, grube, z zakończeniami na gł. 50—60 cm. Yellowing and withering of the aboveground st. Thickening of the lower parts of lea. and st. Y. lea. 3—15 cm l., growing from the y. parts of st. bases. Y. thick, white r. with tips at the d. of 50—60 cm.	Obumieranie końcowych części nasad p. i st. k. Mł. li. Niel. krótkie mł. k. Białe, rosnące zakończenia na gł. 60 cm. (Ryc. 67). Perishing of lower parts of st. bases and ol. r. Y. lea. Sev. short y. r. White and growing tips of r. at the d. of 60 cm. (Fig. 60).	

http://rcin.org.pl

Festuca rubra	Niel. mł. k. w powierzchniowej warstwie gleby. (Ryc. 58). Sev. y. r. in the superficial layer of soil. (Fig. 58).	Przy końcu miesiąca, przed kwitnieniem — intensywny wzrost części nadziemnych. L. mł. białe lub jasnoróżowe k. sięgające do gł. 20 cm. (Ryc. 59). At the end of the month, before the florescence — intensive growth of aboveground parts. Y. r., white or pale rose, reaching the d. of 20 cm. (Fig. 59).				Usychanie li. Mł. cienkie rozłogi i mł. krótkie k. przy powierzchni gleby. (Ryc. 60). Withering of lea. Y., thin stolons and short y. r. below the surface of soil. (Fig. 60).		
Alopecurus pratensis		Li. o wys. 20—30 cm. Mł. k. liczne, grube, wyrastające z rozłogów. Obumieranie zakończeń k. na gł. 70 cm. Lea. 25—30 cm h. Num. y., thick r. growing from stolons. Ol. r. perishing at the d. of 70 cm.			Okres po wysypaniu nasion. Mł. rozłogi z mł.li. Mł. k. l., cienkie, o dł. kilku cm. Period after dispersing of seeds. Y. stolons with y. lea. Num. thin y. r. a few cm l.		Żółknienie li. Obumieranie części nadziemnych i końcowych części rozłogów. Na rozłogach pączki ostro zakończone, o dł. 2 cm. Niel. krótkie mł. k. Rosnące zakończenia k. na gł. 60—120 cm. (Ryc. 72). Yellowing of lea. Withering of shoots. Perishing of lower parts of stolons. Sharp buds, 2 cm l. on the terminal parts of stolons. Sev. y. r. Growing tips of r. at the d. of 60—120 cm. (Fig. 72).	

http://rcin.org.pl

Ciąg dalszy tabeli VIII

Gatunek Species	Miesiące — Month							
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
Taraxacum officinale	Różyczki li. o wys. 5 cm z mł. pączkami kwiatostanowymi. Na dolnej części mł. białe k. o dł. 2—3 cm. (Ryc. 55). The rosettes of lea. (5 cm h.) with inflorescence buds. Y. white r., 2—3 cm l. on the lower part of the tap r. (Fig. 55).		Po kwitnieniu obumieranie li. Wyrastanie mł. krótkich k. przy powierzchni gleby. Rosnące zakończenia k. głównego. (Ryc. 56). After the florescence withering of lea. Growing of short, y. r. below the surface of soil. Growing tips of tap r. (Fig. 56).			Żółknienie li. Wyrastanie mł. różyczek li. K. główny w dolnej części z mł. odgałęzieniami i rosnącym zakończeniem. Yellowing of lea. Growing of y. rosettes of lea. Y. r. and growing tip in the lower part of the tap r.		
Plantago lanceolata	Różyczki li. o wys. 5 cm. L. k. z mł. rosnącymi zakończeniami. The rosettes of lea, 5 cm h. Num. r. with growing tips.		Okres dojrzewania nasion. Obumieranie końcowej części nasady p. Mł. k. wyrastające z górnej części nasady p. Rosnące zakończenia k. na gł. 70 cm.				Usychanie li. Wyrastanie mł. różyczek li. Grubienie nasad p. Przy powierzchni gleby niel. k. przybyszowe, długie do 2 cm. K. główny z ros-	

http://rcin.org.pl

Plantago lanceolata			Stage of seed maturation. Perishing of lower part of base. Y. r. growing from the upper part of st. base. Tips of r. growing at the d. of 70 cm.				nącym zakończeniem. Withering of lea. Growing of y. rosettes of lea. Thickening of st. bases. Sev.y., short adventitious r., l. up to 2 cm below surface of soil. The tap r. with growing tip.	
Alchemilla crinita	Mł. różyczki li. o wys. 2—3 cm. Nicl. mł. białe k. o dł. do 3 cm. (Ryc. 36). Y. rosettes of lea., 2—3 cm h. Sev. y. r. l. up to 3 cm. (Fig. 36).	Okres kwitnienia. Niel. mł. k. Stage of florescence. Sev. y. r.		Usychanie kwiatostanów. Wzrost mł. li. Obumieranie kłączy na zakończeniach. L. mł. k. przy nasadzie p. Niel. mł. odgałęzienia na st. k. Rosnące zakończenia k. na gł. 30 cm. (Ryc. 37). Withering of inflorescence. The growth of y. lea. Rhizomes perishing at the tips.			Żółknienie. Usychanie. Obumieranie końcowych części kłączy. Obumieranie st. k. Mł. k. przy nasadzie p. Mł. odgałęzienia na st. k. Zakończenia st. k. rosnące (Ryc. 74). Yellowing and withering of lea. Perishing of lower part of rhizomes. Y. r. by the st. base. Y. branches grow-	

http://rcin.org.pl

Ciąg dalszy tabeli VIII

Gatunek Species	Miesiące — Months							
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
Alchemilla crinita				Num. y. r. by the st. base. Sev. y. branches on the ol. r. Lower parts of r. growing at the d. of 30 cm. (Fig. 37).			ing from ol. r. Growing tips of r. (Fig. 74).	
Rumex acetosa	Różyczki li. o wys. do 4 cm. Niel. mł. k. (jeden lub dwa). Nasada p. obumierająca na zakończeniu wraz z st. k. Pączki na górnej mł. części nasady. The rosettes of lea. high up to 4 cm. Sev. y. r. (one or two). Perishing of the lower part of st. base together	Na początku miesiąca stan organów podziemnych podobny jak w kwietniu. Przy końcu miesiąca po kwitnieniu l. różyczki li. i pączki oraz mł. k. wyrastające z nasady. (Ryc. 73). At the beginning of the month similarly as in April. At the end of the month, after the florescence, num. leaf rosettes					Obumieranie końcowej części nasady p. wraz z st. k. Mł. różyczki li. i mł. k. (Ryc. 74). Perishing of the lower part of the st. base with ol. r. Y. leaf rosettes and y. white r. (Fig. 74).	

http://rcin.org.pl

	with ol. r. The buds on upper younger part of the st. base.	and buds growing from the st. base together with y. r. (Fig. 73).						
Ranunculus repens		Różyczki li. o wys. 5 cm. Mł. k. niel. Zakończenia k. rosnące. (Ryc. 33). The rosettes of lea., 5 cm h. Sev. y. r. Growing tips of r. (Fig. 33).		Po wysypaniu nasion. Pęd nadziemny z ostatnimi owocami na szczycie, płożący się po powierzchni gleby, i zakorzeniający się w węzłach. Mł. k. przy nasadzie (Ryc. 34). Seeds already dispersed. The shoot with last fruits on the top, trailing at the surface of soil, taking in nodes. Y. r. growing from the st. base. (Fig. 34).			Usychanie li. Mł. pączki li. Obumieranie nasady p. na zakończeniu i st. k. Dwa mł. krótkie k. Withering of lea. Y. buds of lea. Perishing of the lower part of the st. base and of ol. r. Two short y. r.	
Trisetum flavescens		Okres intensywnego wzrostu li. i p. L. mł. k., stanowiące połowę k. do gł. 20		Po kwitnieniu. Mł. li. i pączki Niel. mł. krótkie k. (Ryc. 53). After the flore-			Obumieranie li. i p. Obumieranie zakończeń nasad p. i rozłogów wraz z st k.	

http://rcin.org.pl

Ciąg dalszy tabeli VIII

Gatunek Species	Miesiące — Months							
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
Trisetum flavescens		cm. (Ryc. 51). Stage of growth of lea. and st. Num. y. r., constituting a half of all r. above 20 cm of d. (Fig. 51).		scence. Y. lea. and buds. Sev. y. short. r. (Fig. 53).			Niel. mł. li o wys. 4 cm. Niel. mł. k. o dł. kilku cm. (Ryc. 52). Withering of lea. and shoots. Perishing of the lower parts of st. bases, of stolons and of ol. r. Sev. lea. up to 4 cm h. Sev. y. r., of the l. of a few cm. (Fig. 52).	
Arrhenatherum elatius	Mł. p. i li. o wys. 8 cm. Obumieranie nasad p. na zakończeniach. L. mł. białe k. słabo rozgałęzione. (Ryc. 68). Y. shoots and lea., 8 cm h. Perishing of the lower parts of st. bases. Num. y., weakly branched r. (Fig. 68).			Okres wysypywania nasion. Mł. li. Mł. k. o dł. do 20 cm, nierozgałęzione. Rosnące zakończenia st. k. The stage of dispersal of seeds. Y. lea. Y. r. l. up to 20 cm unbranched or weakly branched. Growing tips of ol. r.			Usychanie p. i li. Mł. li. o wys. 4—40 cm. Niel. mł. k. Obumieranie starszych części nasad p. (Ryc. 69). Withering of shoots and lea. Y. lea. 4—40 cm h. Sev. y. r. Perishing of older parts of st. bases. (Fig. 69).	Większość li. zeschnięta. Mł. li. o wys. kilku cm. Niel. mł. k. Niel. st. k. rosnące na zakończeniach. Majority of lea. withering. Y. lea., sev y. r. Sev. ol. r. with growing tips.

http://rcin.org.pl

Festuca pratensis			Mł. pączki kwiatowe. Mł. li. o wys. 5—15 cm. Niel. mł. k. o dł. 1—3 cm. (Ryc. 62). Y. flower buds Y. lea., 5—15 cm h. Sev. y. r. 1—3 cm. l. (Fig. 62).	Okres dojrzewania i rozsiewania nasion. Mł. ulistnione p. o wys. do 30 cm. L. mł. k. o dł. 2—20 cm. (Ryc. 63). Maturation and dispersal of seeds. Y. leaved shoot, h. up to 30 cm. Num. y. r. up 20 cm l. (Fig. 63).			Pędy nadziemne całkowicie zeschnięte. Mł. li. Mł. k. Rosnące zakończenia k. na gł. 90 cm. Completely withering shoots. Y. lea. Growing r. tips at the d. of 90 cm.	
Leontodon hispidus			Przed kwitnieniem. Obumieranie kłącza na zakończeniu. Mł. k. (Ryc. 45). Before florescence. Perishing of lower part of rhizome. Y. r. (Fig. 45).		W okresie kwitnienia lub po kwitnieniu. Brak mł. k. In stage of florescence or after florescences. No. y. r.		Żółknienie li. Obumieranie kłącza na zakończeniu i st. k. (Ryc. 46). Yellowing of lea. Perishing of the end of rhizome and of ol. r. (Fig. 46).	
Geranium pratense	Mł. pączki. Mł. różyczki li. o wys. do kilku cm. Obumieranie nasady p. na zakończeniu. Y. buds. Y. leaf	Obumieranie st. k. Niel. mł. k. (przeważnie dwa) wyrastające ze szczytowej części nasady. (Ryc. 39). Perishing ol. .r		Okres kwitnienia. Obumieranie nasady p. Stage of florescence. Perishing of the st. base.		Ostatnie kwiaty. Dojrzewanie owoców. Niel. mł. k. przeważnie o barwie jasnopomarańczowej. Niel. st. k.		Mł. pączki w kątach zeschniętych li. Mł. k. o barwie od jasnożółtej do pomarańczowej. Obumieranie st. k.

http://rcin.org.pl

Ciąg dalszy tabeli VIII

Gatunek Species	Miesiące — Months							
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
Geranium pratense	rosettes up to sev. cm h. Perishing of the end of the stem base.	Sev. y. r. (usually two) growing from the terminal part of the st. base. (Fig. 39).				Last flowers. Maturation of fruits. Sev. y. r. usually of light orange colour. Perishing of ol. r.		wraz z końcową częścią nasady p. Y. buds at the bases of withering lea. Y. r. of the colour from light yellow to orange. Perishing of ol. r. together with the end part of the stem base.
Chrysanthemum laucanthemum	Mł. pączki kwiatostanowe. Mł. różyczki li. Mł. k. The inflorescence buds. Y. leaf rosettes. Y. r.	Mł. różyczki li. Niel. mł. k. Y. leaf rosettes Sev. y. r.	W okresie kwitnienia. Mł. różyczki li. Mł. k. In the stage of florescence. Y. leaf rosettes. Y. r.	Drobne różyczki li. Small rosettes of lea.				Obumieranie nasad p. na zakończeniach. Mł. nasady z mł. li. i mł. k. Perishing of the lower part of st. bases. Y. st. bases with y. r. and y. lea.
Lathyrus pratensis	Na wiosnę i w lecie, do okresu kwitnienia, b. l. mł. białe p. podziemne z pączkami i mł. k. Very num. y. white underground st. with buds and y. r. in spring and summer until the stage of florescence.				Ostatnie kwiaty i owoce. Zeschnięte p. nadziemne.			P. nadziemne, niel. Większość p. zeschnięta. Niel. pączki na p. podziemnych.

http://rcin.org.pl

					Białe mł. odcinki p. podziemnych z mł. li. i pączkami mniej l. niż w czerwcu. (Ryc. 89). Last flowers and fruits. Withering shoots. White parts of underground st. with buds and y. r. less num. than in June. (Fig. 89).			Sev. buds on the underground st.

Skróty: dł. — długość. gł. — głębokość; k. — korzeń, korzenie; l. — liczne; li. — liście; mł. — młody; niel. — nieliczne; p. — pęd, pędy; st. — starszy; wys. — wysokość.
Abbreviations: d. — deep, depth; h. — high, height; l. — long, length; lea. — leaves; num. — numerous; ol. — older; r. — root, roots; sev. — several; st. — stem, stems; y. — young.

http://rcin.org.pl

Tabela IX

Zmiany w rozwoju organów podziemnych roślin w zespole *Origano-Brachypodietum*
Changes in the development of underground plant organs in the association *Origano-Brachypodietum*

Gatunek Species	Miesiące — Months						
	IV	V	VI	VII VIII	IX	X	XI
Brachypodium pinnatum			Mł. li. Niel. pączki liściowe. Mł. k. grube, słabo rozgałęzione, mniej l. niż w jesieni. Mł. odcinki kłączy. Y. lea. Sev. leaf buds. Y., thick r., weakly branched, less num. than in autumn. Y. parts of rhizomes.			Żółknienie li. Usychanie p. L. pączki li. i pierwsze mł. li. Mł. jasne odcinki kłączy. Mł. k. (Ryc. 110). Yellowing of lea. Withering of shoots Num. leaf buds and first y. lea. Y. light parts of rhizomes. Y. r. (Fig. 110).	
Festuca rubra			Intensywny wzrost organów nadziemnych Niel. mł. rozłogi i k. Intensive growth of aboveground organs. Sev. y. stolons and r.		Mł. pączki na zakończeniach rozłogów. Y. buds on tips of stolons.		Żółknienie li. L. mł. rozłogi z pączkami na zakończeniach i mł. k. w powierzchniowej warstwie gleby. Obumieranie st. k. w dolnych warstwach gleby (Ryc. 61). Yellowing of lea. Num. y. stolons with y. buds and y. r. in superficial layer of soil. Perishing of ol. r. in the lower layers of soil. (Fig. 61).

http://rcin.org.pl

Coronilla varia		Mł. pączki kwiatostanowe przy końcu miesiąca. Niel. mł. k. poniżej 50 cm gł. Y. inflorescence buds at the end of the month. Sev. y. r. 50 cm under the surface.			Żółknienie li. i p. Pączki i mł. k. na k. w powierzchniowej warstwie gleby. Yellowing of lea. and st. Buds and y. r. on r. in the superficial layer of soil.		Całkowite obumieranie p. nadziemnych. Pączki i mł. ulistnione p. pod powierzchnią gleby do gł. 10 cm. Obumieranie st. k. w dolnych warstwach gleby. (Ryc. 96). Completely withering of shoots. Buds and y. leaved shoots below the surface of soil, down to 10 cm. Perishing of ol. r. in the lower layers of soil. (Fig. 96).
Agrimonia eupatoria		Na początku miesiąca pączki na szczytowej części nasady p. Obumieranie końcowej części nasady p. i l. st. k. Młodsze k. z mł. jaśniejszymi odgałęzieniami. At the beginning of the month — buds on the upper part of st. base. Perishing of the lower part of stem base and of num. ol. r. Younger r. with y. light branches.	Pączki na nasadzie p. Pojedyncze mł. k. wyrastające poniżej pączków. Obumieranie końcowej części nasady i st. k. Buds on st. bases. Single y. r. below buds. Perishing of the lower part of st. base and ol. roots.			Faza owocowania. Pod powierzchnią gleby pączki na szczytowej części nasady p. i przeważnie po dwa mł. k. Mł. odgałęzienia na k. Poniżej 30 cm gł. obumieranie st. k. (Ryc. 98). Phase of fructification. Buds on the upper part of st. base below the surface of soil. and two y. r. (usually). Y. branches on the r. Perishing ol. r. below 30 cm. (Fig. 98).	

http://rcin.org.pl

Ciąg dalszy tabeli IX

Gatunek Species	Miesiące — Months						
	IV	V	VI	VII VIII	IX	X	XI
Helianthemum ovatum			Faza pączków i kwiatów przy końcu miesiąca. Obumieranie nasad p. Obumieranie st. k. w dolnych warstwach gleby. Phase of buds and flowers at the end of the month. Perishing of st. bases. Perishing of ol. r. in lower layers of soil.			Przy końcu miesiąca l. mł. ulistnione p. o wys. kilku cm. L. krótkie, mł. k. w powierzchniowej warstwie gleby. (Ryc. 107). At the end of the month — num. y. leaved shoots a few cm. h. Short, num. y. r. in the superficial layer of soil. (Fig. 107).	
Scabiosa ochroleuca			Przy końcu miesiąca różyczki li. o wys. kilku cm. Niel. mł. k. na k. głównym. At the end of the month rosettes of lea. a few cm h. Sev. y. r. on the top.				Po kwitnieniu. Na nasadzie p. pączki i mł. krótkie k. Na k. głównym mł. odgałęzienia. (Ryc. 103). After the florescence. Buds and y. short r. on st. base. Y. branches on tap r. (Fig. 103).

http://rcin.org.pl

Centaurea scabiosa		Na początku miesiąca wzrost części nadziemnych. Niel. krótkie mł. k. wyrastające z nasady p. At the beginning of the month — growth of above - ground parts. Sev. short y. r. growing from the st. base.	Niel. k. dłuższe niż w maju. Y. r. longer than in May.		Usychanie p. nadziemnych. Pączki, mł. różyczki li. i mł. k. wyrastające z nasady p. Withering of shoots. Buds, y. rosettes of lea and y. r. growing from base.		Podobny stan organów jak we wrześniu (Ryc. 108). Similarly as in September. (Fig. 108).

Skróty — por. tab. VIII.
Abbreviations — see Tab. VIII.

http://rcin.org.pl

(Ponjatovska 1956) stwierdzili u *Dactylis glomerata* najbardziej intensywny wzrost korzeni w fazie krzewienia: w fazie kłoszenia był on mniejszy, a następnie w fazie dojrzewania nasion zatrzymywał się, aby potem po zakończeniu tej fazy wystąpić ponownie. U *Festuca pratensis*, według tych autorów, w fazie kwitnienia i owocowania zachodził przyrost masy części podziemnych i wzrost objętości systemu korzeniowego. Weinmann (1948) i Troughton (1951) donoszą o badaniach Stuckey (1941) nad wzrostem korzeni u kilku gatunków traw. Według tej ostatniej autorki cały system korzeniowy u *Festuca pratensis* i *Phleum pratense* regenerował się co sezon wegetacyjny, wzrost nowych korzeni rozpoczynał się w październiku, ciągnął się w wolnym tempie w zimie, a następnie był intensywny w marcu i maksymalny w kwietniu. W czerwcu przybywały już tylko nieliczne korzenie. U *Dactylis glomerata* występowały nieliczne młode korzenie każdej wiosny. Według Remy (Troughton 1951), który prowadził badania nad *Dactylis glomerata* w szklarni w Niemczech, masa korzeni tego gatunku wzrastała od środka lata do późnej jesieni.

Throwbridge i inni (Weinmann 1948) stwierdzili, że masa podziemnych, cebulkowato zgrubiałych nasad pędów u *Phleum pratense* jest najniższa na wiosnę i wzrasta od tego okresu szybko do fazy kwitnienia, a następnie rośnie znacznie wolniej do fazy dojrzewania nasion. Również Roberts i Hunt (Troughton 1951) badali sezonowy rozwój korzeni u *Phleum pratense* i *Lolium perenne*. U obu traw masa korzeni wzrastała na wiosnę i w lecie. U *Lolium perenne* masa korzeni spadała podczas fazy kwitnienia. Zdaniem autorów było to związane z rozwojem pędów nadziemnych.

Te krótkie, fragmentaryczne uwagi we wszystkich prawie przypadkach zgadzałyby się z opisami zmian w rozwoju organów podziemnych w zespołach łąkowych w Ojcowie.

5. Sposoby odnawiania się wegetatywnego, trwałość organów podziemnych i wiek okazów

Mimo że prawie wszystkie gatunki na badanych powierzchniach wykazywały zdolność kwitnienia i owocowania, wszystkie odnawiały się i rozprzestrzeniały w drodze wegetatywnej i ten sposób rozmnażania przeważał nad generatywnym. W płatach *Arrhenatheretum* przewaga rozmnażania wegetatywnego wiązała się z użytkowaniem łąk — koszeniem ich przed kwitnieniem lub owocowaniem roślin. W związku z tym brak było prawie zupełnie młodych siewek. Występowały tylko młode okazy gatunków, które rozsypują nasiona przed sianokosami lub później po sianokosach. Do nich należały *Rumex acetosa*, *Plantago lanceolata*, *Ranunculus repens*, *Taraxacum officinale*, *Anthoxanthum odoratum*. Siewki były widoczne w płacie o mniejszym zwarciu roślinności, w *A.e. typicum*. W płacie murawy kserotermicznej niewielka liczba siewek była prawdopodobnie wynikiem konkurencji między częściami nadziemnymi roślin w tej zwartej murawie.

Na rolę organów podziemnych w wegetatywnym odnawianiu i reprodukcji gatunków zwrócił ostatnio uwagę Łukasiewicz (1962).

http://rcin.org.pl

Praca Łukasiewicza obejmuje około 500 gatunków roślin, ale nie uwzględnia wszystkich gatunków występujących na badanych powierzchniach w Ojcowie. Przy badaniach morfologii organów podziemnych w zespołach łąkowych w Ojcowie zebrano trochę danych o sposobach odnawiania się gatunków, które potwierdzają lub uzupełniają opisy Łukasiewicza.

Zauważono następujące sposoby odnawiania się:

1. U traw odnawiające pędy wyrastały z nasad pędów, rozłogów i kłączy. Niektóre pędy nadziemne traw zakorzeniały się w węzłach i powyżej nich wyrastały liście, np. u *Arrhenatherum elatius*, *Agrostis vulgaris*.
2. U wielu gatunków pączki odnawiające występowały na podziemnych nasadach pędu, np. u *Agrimonia eupatoria*, *Knautia arvensis*, *Scabiosa ochroleuca*, *Rumex acetosa*.
3. U nielicznych gatunków zauważono pączki odnawiające na korzeniach, a mianowicie u *Euphorbia cyparissias*, *Coronilla varia*, *Convolvulus arvensis*.
4. U *Ranunculus repens* zauważono po owocowaniu pokładanie się i zakorzenianie się pędu nadziemnego w węzłach, z których następnie wyrastały młode różyczki liści.
5. U *Alchemilla crinita* i *Leontodon hispidus* pączki odnawiające powstają na zakończeniu kłączy, a u *Lathyrus pratensis* na pędach podziemnych.
6. Pączki odnawiające powstawały też na bulwkach pochodzenia pędowego u *Ranunculus bulbosus*.
7. U *Lysimachia nummularia* i *Prunella vulgaris* obserwowano pączki na pędach płożących się po powierzchni gleby.
8. U *Plantago lanceolata* następował podział na różyczki liści nowych osobników, w wyniku odśrodkowego obumierania korzenia głównego.

Drugim zagadnieniem, które łączy się z odnawianiem wegetatywnym i trwałością organów podziemnych, jest długość życia gatunków. Organy nadziemne odnawiają się przeważnie co roku, ale podziemne — nasady, pędy i korzenie — żyją dłużej, nieraz kilka lat. Na badanych powierzchniach przeważnie wszystkie gatunki były wieloletnie. Do dwuletnich należały *Crepis biennis*, do terofitów *Seseli annum*.

W zrozumieniu przyrostu i ubytku biomasy organów podziemnych (turnover value, por. rozdz. V) może być pomocna zasada Łukasiewicza (1966) określania wieku bylin na podstawie długości życia ich rocznych przyrostów. U bylin łodygowych, według autora, po dwóch, kilku, kilkunastu lub kilkudziesięciu latach zamierają i ulegają rozkładowi najstarsze końcowe części ich organów trwałych. U bylin o systemach korzenia głównego, u których istnieje odśrodkowy proces obumierania najstarszych części, poszczególne warstwy organów trwałych różnią się wiekiem.

Na podstawie badań Łukasiewicza (1962) wiadomo, że podziemne nasady pędów u *Phleum pratense* zachowują trwałość przez około 3 lata, a u *Geranium pratense* poszczególne odcinki nasad obumierają po okresie 3 lat. Obserwacje z Ojcowa wskazują, że również u *Dactylis glomerata* występuje obumieranie starych części nasad po okresie 3 lat, zaś u *Agrimonia*

http://rcin.org.pl

eupatoria stosunek liczby korzeni młodych do starszych i ślady po obumarłych pędach nadziemnych na nasadzie wskazują na obumieranie poszczególnych odcinków nasad po okresie 3 lub 4 lat.

Te skąpe informacje dla nielicznych gatunków potwierdzałyby dane o okresie funkcjonowania części podziemnych roślin, uzyskane na podstawie stosunku przyrostu biomasy do całkowitej maksymalnej biomasy w górnych warstwach gleby badanych zbiorowisk. Śledzenie długości życia organów podziemnych poszczególnych gatunków wymaga jednak osobnych obserwacji.

6. Klasyfikacja systemów korzeniowych

Często stosuje się podział systemów korzeniowych pierwotnych na dwie grupy: na ekstensywny system korzeniowy — rozległy, obszerny, przerastający dużą objętość gleby i na intensywny — bogato rozgałęziony, ale zajmujący niewielką objętość gleby.

Na podstawie cech morfologicznych organów podziemnych można jednak przeprowadzić dokładniejszą klasyfikację. Cannon (1949) wyróżnił system korzeniowy pierwotny lub wtórny, a u niektórych gatunków oba te systemy jednocześnie. W obrębie systemu korzeniowego pierwotnego wyszczególnia sześć typów (ryc. 113), które charakteryzuje w następujący sposób:

Typ I — zarówno korzeń główny, jak i boczne są dobrze rozwinięte (charakterystyczny dla mezofitów);

Typ II — główny korzeń jest względnie krótki, natomiast bardzo dobrze wykształcone są w powierzchniowej warstwie gleby korzenie boczne (występuje u hygrofitów i niektórych kserofitów);

Typ III — korzeń główny jest przeważnie długi, z krótkimi bocznymi korzeniami (występuje u kserofitów);

Typ IV — korzeń główny jest długi, z najliczniejszymi poziomymi korzeniami bocznymi przy powierzchni (u mezofitów i kserofitów);

Typ V — korzeń główny dzieli się na dwie lub więcej części; korzenie boczne powyżej miejsca podziału nie są dobrze rozwinięte (u kserofitów);

Typ VI — korzeń główny rozgałęzia się w dolnej części jak w typie V, ale korzenie boczne są bardzo dobrze rozwinięte przy powierzchni gleby, jak w typie IV (u kserofitów);

Systemy korzeniowe wtórne zalicza autor do następnych typów:

Typ VII — korzenie przybyszowe są jednego rodzaju — jednolity system korzeniowy;

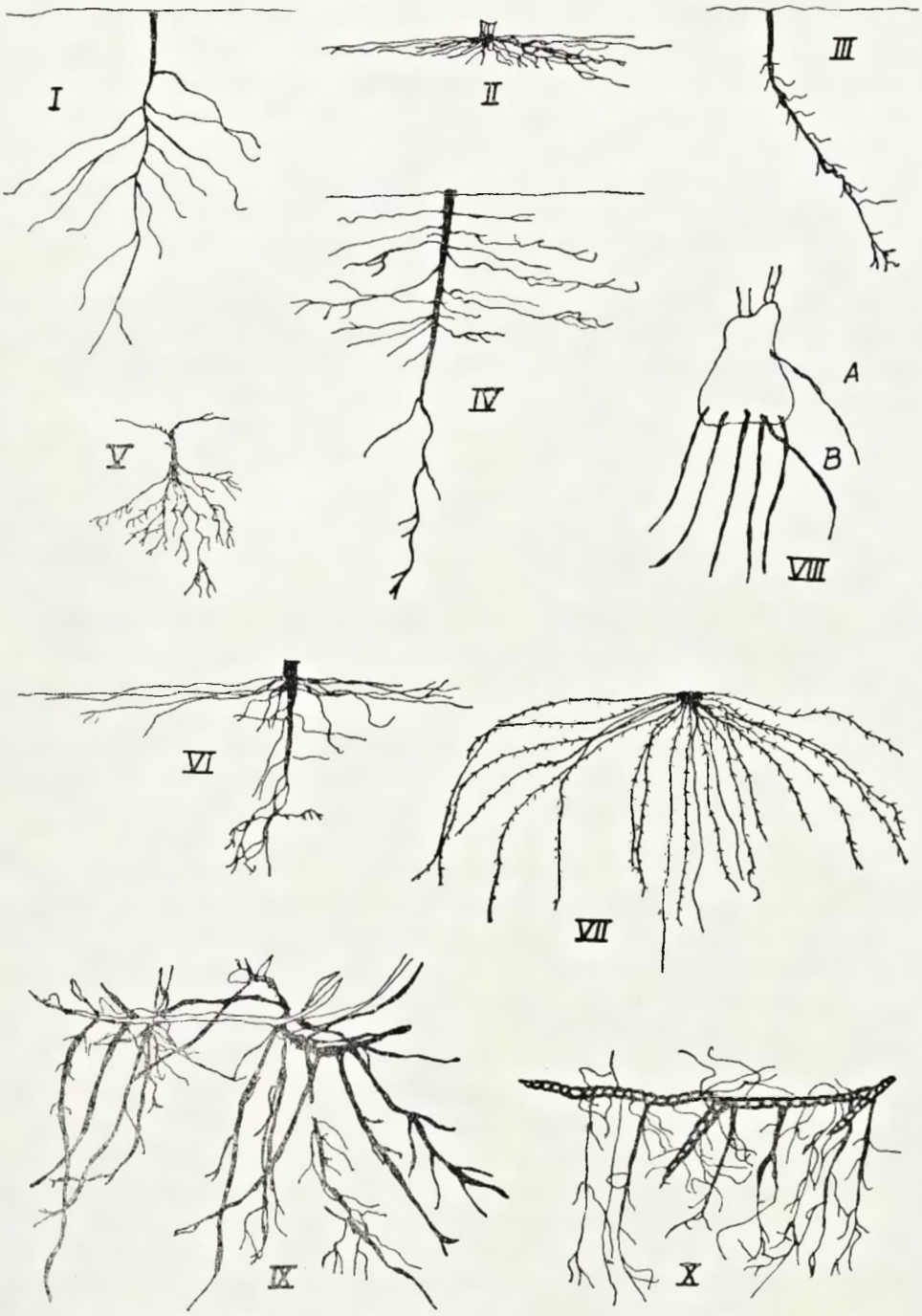
Typ VIII — występuje kilka rodzajów korzeni przybyszowych;

Typ IX — korzenie przybyszowe są jednego rodzaju, ale nie występują w jednej grupie — niejednolity system korzeniowy;

Typ X — korzenie przybyszowe są więcej niż jednego rodzaju i nie występują w jednej grupie.

Podział ten, mimo że opiera się na przeważnie nie znanych u nas gatunkach roślin, wydaje się konsekwentny i słuszny.

http://rcin.org.pl



Ryc. 113. Typy systemów korzeniowych według Cannona (1949) — por. str. 90

Fig. 113. Types of root systems after Cannon (1949) — see p. 90

http://rcin.org.pl

Z nowszych prac nad klasyfikacją systemów korzeniowych na uwagę zasługuje praca Yano (1962), który grupuje systemy korzeniowe roślin wydmowych na podstawie ich morfologii, głębokości przenikania i obszaru zajmowanego przez systemy korzeniowe. Przy morfologii systemów korzeniowych za główną cechę autor ten przyjmuje typ rozgałęzienia korzeni. Cały jednak jego system nie jest tak przejrzysty i konsekwentny jak Cannona i trudno go dostosować do naszych warunków.

Na podstawie danych morfologicznych, dotyczących organów podziemnych roślin występujących na powierzchniach badawczych w Ojcowie, wyróżniono grupy gatunków o odmiennych typach korzeniowych, które łatwo można odnaleźć w klasyfikacji Cannona (1949):

I. Z pierwotnym systemem korzeniowym:
   1. z korzeniem głównym i z korzeniami bocznymi prawie takich samych rozmiarów jak korzeń główny (u *Heracleum sphondylium*, typ I wg klasyfikacji Cannona),
   2. z korzeniem głównym pionowym, posiadającym na całej długości krótkie, boczne korzenie (u *Pimpinella saxifraga*, *Euphorbia cyparissias*, *Scabiosa ochroleuca*, *Sanguisorba minor*, *Rumex acetosa*, *Trifolium montanum*, typ III wg klasyfikacji Cannona),
   3. z korzeniem głównym w górnej części obficie rozgałęzionym, a w dolnej dzielącym się na dwa lub więcej korzeni (u *Coronilla varia*, *Plantago media*, *Taraxacum officinale*, *Lotus corniculatus*, typ VI wg klasyfikacji Cannona),
   4. z korzeniem głównym o kierunku wzrostu poziomym lub ukośnym, rozgałęziającym się lub dzielącym się już w górnej części na boczne *(Galium mollugo*, *Medicago lupulina*, *Coronilla varia*, *Helianthemum ovatum)* — ta forma systemu korzeniowego przedstawia modyfikację systemów korzeniowych w związku ze skrajnymi warunkami glebowymi w płacie *Origano-Brachypodietum* (por. rozdz. VII, 2); u *Galium mollugo*, jest to prawdopodobnie modyfikacja typu I lub V klasyfikacji Cannona, u *Coronilla varia* typu VI, a u *Helianthemum ovatum* typu V,
   5. z korzeniem głównym pionowym, w warstwie powierzchniowej gleby obficie rozgałęzionym (u *Trifolium pratense*, typ IV);

II. Z wtórnym systemem korzeniowym:
   1. z korzeniami przybyszowymi wyrastającymi z krótkich nasad pędów nadziemnych (*Crepis biennis*, *Ranunculus acer*, *R. repens*, *Bellis perennis*, *Arrhenatherum elatius*, *Anthoxanthum odoratum*, *Phleum Boehmeri*, *Phleum pratense*, *Festuca sulcata* — typ VII wg klasyfikacji Cannona),
   2. z korzeniami przybyszowymi wyrastającymi z długich, poziomych lub ukośnych nasad pędów (*Agrimonia eupatoria*, *Centaurea scabiosa*, *Chrysanthemum leucanthemum*, *Primula elatior*, *Viola hirta* — typ VII wg klasyfikacji Cannona),
   3. z korzeniami przybyszowymi wyrastającymi z rozłogów (*Briza media*,

http://rcin.org.pl

Festuca pratensis, *Trisetum flavescens* — typ VII i IX; *Agrostis vulgaris*, *Alopecurus pratensis*, *Festuca rubra* — typ X),

4. z korzeniami przybyszowymi wyrastającymi z kłączy (*Agropyron repens*, *Brachypodium pinnatum*, *Fragaria viridis*, *Luzula campestris* — typ IX; *Alchemilla crinita* — typ VII),
5. z korzeniami przybyszowymi wyrastającymi z pędów ścielących się po powierzchni gleby (*Cerastium vulgatum*, *Stellaria graminea*, *Veronica chamaedrys*, *Prunella vulgaris*, *P. grandiflora*, *Lysimachia nummularia*, *Trifolium repens*, *Galium mollugo*, *G. vernum* — typ IX),
6. z korzeniami przybyszowymi wyrastającymi z innego rodzaju pędów podziemnych (*Lathyrus pratensis*, *Achillea millefolium* — typ IX, *Ranunculus bulbosus* — typ VII);

III. Z systemem korzeniowym pierwotnym i wtórnym (*Knautia arvensis*, *Plantago lanceolata*, *P. media*, *Rumex acetosa*).

U *Plantago lanceolata* występowanie trzech postaci systemu korzeniowego wiąże się prawdopodobnie z częstym u tego gatunku podziałem na okazy potomne, przy którym korzeń główny obumiera. Wczesne obumieranie ko-

Tabela X

Udział procentowy gatunków z pierwotnym i wtórnym systemem korzeniowym na badanych powierzchniach

Percentage of species with primary and adventitious root system in plots investigated

Typ systemu korzeniowego Type of root system		*Arrhenatheretum elatioris alchemilletosum*	*Arrhenatheretum elatioris typicum*	*Origano--Brachypodietum*
Pierwotny system korzeniowy Primary root system		11,4%	26,3%	42,4%
Wtórny system korzeniowy Adventitous root system	1. Korzenie wyrastają z nasady pędu Roots grow from the stem base	54,3%	44,7%	24,2%
	2. Korzenie wyrastają z pędów podziemnych (kłącza, rozłogi) Roots grow from subterranean stems (rhizomes, stolons)	17,1%	15,7%	26,9%
	3. Korzenie wyrastają ze ścielących się pędów nadziemnych Roots grow from the creeping above ground stems	17,1%	13,1%	6,6%
Liczba gatunków Number of species		35	38	33

http://rcin.org.pl

rzenia głównego i występowanie tylko systemu korzeni przybyszowych może się też łączyć z warunkami siedliska, jak najprawdopodobniej jest u *Rumex acetosa*.

W murawie kserotermicznej korzeń główny u niektórych gatunków wykazuje często — w porównaniu z korzeniem tych samych gatunków w *Arrhenatheretum* — pewne modyfikacje, np. przy powierzchni posiada poziomy kierunek wzrostu lub rośnie w górę zbocza, gdzie warstwa gleby jest grubsza lub, jak już wspomniano, rozgałęzia się już od góry i rośnie wraz z odgałęzieniami poziomo lub ukośnie. Jednak w tym zbiorowisku na powierzchni wybranej do badań morfologicznych największy procent gatunków posiadało system korzeniowy pierwotny z korzeniem głównym mocnym, często zdrewniałym. Na podstawie klasyfikacji Cannona (1949) systemy korzeniowe zaliczane do typów III, V, VI, które występowały u tych gatunków, można uważać za charakterystyczne dla kserofitów. Natomiast najniższy procentowy udział w *Origano-Brachypodietum* posiadały gatunki o delikatnych korzeniach przybyszowych, wyrastających z pędów nadziemnych, ścielących się po powierzchni gleby, lub z nasad pędów. Przeciwnie układały się stosunki procentowe na najwilgotniejszej z badanych powierzchni w dolinie Sąspówki. Wskazywałoby to na zgodność obliczonego spektrum (tab. X) z warunkami siedliska.

VII. Zależność dynamiki biomasy organów podziemnych roślin od zmian okresowych w ich rozwoju

Wyniki obserwacji nad pojawami młodych korzeni i pędów podziemnych oraz ich obumierania zostały zestawione w tabelach VIII i IX. Odnoszą się one jednak tylko do niewielkiej liczby dominujących gatunków i brak w nich dokładnych danych ilościowych. Nie uwzględniono przy tym również przyrostów na grubość korzeni głównych.

Na podstawie tych obserwacji można wyróżnić dwa okresy wzrostu organów podziemnych w górnych warstwach gleby płatów *Arrhenatheretum* — wiosenny i jesienny. Najintensywniejszy przyrost młodych korzeni w tych warstwach obserwowano w maju i na początku czerwca. W lecie i w jesieni korzenie rosły na długość w niższych warstwach gleby. W jesieni w górnych warstwach gleby młode korzenie pojawiały się znacznie mniej licznie niż na wiosnę i towarzyszyło im przeważnie obumieranie nasad pędu i starszych korzeni. U nielicznych traw rozłogowych obserwowano liczniejsze niż na wiosnę rozłogi. Pojawienie się młodych korzeni wiązało się z występowaniem młodych liści, pędów lub pączków.

W płacie *Origano-Brachypodietum* zauważono również dwa okresy wzrostu w górnych warstwach gleby, ale przyrost młodych pędów, rozłogów i korzeni był większy w jesieni niż na wiosnę. Podczas wiosny i na początku lata (okres o najniższej wilgotności gleby) występowało też obumieranie starych organów podziemnych. W jesieni na nasadach pędów u *Agrimonia*, na kłączach u *Bra-*

http://rcin.org.pl

chypodium pinnatum, na rozłogach u *Festuca rubra*, na korzeniach u *Coronilla varia* obok młodych korzeni obserwowano pod powierzchnią gleby pączki.

Na tle obserwacji sezonowych zmian w rozwoju organów podziemnych można wyjaśnić różny czasowo przebieg zmian w biomasie tych organów w górnych warstwach gleby w płatach *Arrhenatheretum* na głębokości 0—5 cm, od przebiegu w dolnych warstwach na głębokości 5—30 cm oraz w płacie *Origano-Brachypodietum* na głębokości 0—10 cm i 10—20 cm.

Skład organów podziemnych w górnych warstwach gleby, w których występują nasady pędów, kłącza, rozłogi, górne grube części korzeni, często z pączkami pędowymi, sugeruje, że dynamika biomasy w tych warstwach wiąże się z rytmem rozwojowym występujących w nich organów, z ich główną funkcją odnawiania i gromadzenia substancji pokarmowych. Zgodnie z tym w niższych warstwach gleby korzenie spełniałyby inne funkcje, głównie pobierania wody i substancji pokarmowych oraz utrzymywania rośliny w glebie.

W płatach *Arrhenatheretum*, w których przeważają trawy, przyrost biomasy organów podziemnych od wiosny do lata wiąże się na pewno z pojawieniem się i wzrostem młodych korzeni, które wyrastają poniżej tegorocznych pędów, oraz z gromadzeniem substancji zapasowych. Drugi z tych procesów potwierdzałby dane, zebrane przez Weinmanna (1948), według których u wielu gatunków traw wzrasta po kwitnieniu ilość glukozy i skrobi w organach podziemnych. Spadek wartości biomasy w górnych warstwach gleby w jesieni można tłumaczyć przewagą obumierania starych korzeni i pędów podziemnych nad wzrostem młodych, a także — w świetle danych zebranych przez Weinmanna (1948) i Troughtona (1951) — wykorzystaniem substancji zapasowych, zlokalizowanych w tych organach, przy wytwarzaniu młodych liści i korzeni, które pojawiają się w jesieni. Jest też prawdopodobne, że — podobnie jak to wykazał Harrison (Troughton 1951) dla *Poa pratensis* — również i inne gatunki traw w krótkie, pochmurne dni jesienne zużywają na oddychanie substancje pokarmowe, nagromadzone w kłączach i innych organach. Wysoka temperatura gleby, która może powodować zanik wzrostu korzeni, według Browna (Troughton 1951) na pewno w naszych warunkach nie odgrywa roli.

Przebieg zmian biomasy w płatach *Arrhenatheretum* potwierdza wyniki badań Troughtona (1951), który co miesiąc oznaczał stan biomasy organów podziemnych w dwóch zbiorowiskach łąkowych. Podobnie jak w górnych warstwach *Arrhenatheretum* Troughton (autor ten nie dzielił monolitów na warstwy), stwierdził najniższą wartość biomasy w listopadzie, a następnie przyrost biomasy stopniowy i powolny przez zimę, a najbardziej intensywny na wiosnę do czerwca. Analizując dynamikę biomasy, autor ten oparł się na pracach licznych uczonych, którzy badali zmiany w rozwoju lub w biomasie organów podziemnych u poszczególnych gatunków traw. Obniżenie biomasy organów podziemnych tłumaczy na podstawie zebranych danych obumieraniem organów podziemnych i ściąganiem substancji zapasowych z organów podziemnych w celu odnawiania części nadziemnych po skoszeniu, przed

http://rcin.org.pl

kwitnieniem zaś wykorzystaniem substancji pokarmowych do wytworzenia pędów generatywnych, a w jesieni obniżeniem ilości tych substancji w związku z procesem oddychania.

Dynamika biomasy w płacie murawy kserotermicznej, w warstwie gleby 0—10 cm, jest odmienna niż w płatach łąk świeżych. Najniższa wartość biomasy w tej warstwie w czerwcu jest spowodowana przewagą obumierania organów podziemnych nad ich przyrostem, a prawdopodobnie też zużyciem substancji zapasowych przy wzroście organów nadziemnych. Można także przypuszczać, że intensywny wzrost części nadziemnych powoduje zahamowanie wzrostu korzeni. Po kwitnieniu dominujących gatunków w drugiej połowie lata i w jesieni występuje intensywny przyrost kłączy i korzeni; na tych organach pojawiają się też liczne pączki. Na pewno jest to także okres gromadzenia substancji zapasowych, ściąganych z obumierających części nadziemnych.

Umieszczenie pod powierzchnią gleby organów wegetatywnego odnawiania z pączkami jak i organów o funkcjach gromadzenia zapasów wpływa w okresie jesiennym na maksymalny stan biomasy organów podziemnych w warstwie gleby od 0—10 cm, podczas gdy niżej, na głębokości 10—20 cm, następuje obniżenie biomasy korzeni, spowodowane widocznym wyraźnie ich obumieraniem.

Osiąganie w tym zbiorowisku maksymalnego stanu biomasy przez organy podziemne w listopadzie nie jest zjawiskiem odosobnionym. Przyrosty biomasy pędów podziemnych w tym okresie zostały stwierdzone również dla prerii, sawanny i lasu dębowego (Ovington, Heitkamp, Lawrence 1963).

VIII. Wyniki badań

1. Wybrane do badań powierzchnie przedstawiały różne siedliska dla rozwoju roślin ze względu na odmienne warunki mikroklimatyczne i glebowe.

Z porównawczych badań mikroklimatycznych wynika, że najchłodniejszą i najwilgotniejszą, o stosunkowo niskich temperaturach powietrza i gleby (najniższych średnich dobowych), najwyższych wartościach wilgotności względnej powietrza a najniższych niedosytu wilgotności, była powierzchnia w dolinie Sąspówki, w płacie *Arrhenatheretum elatioris alchemilletosum*. Stosunkowo najcieplejszą i najsuchszą, o najbardziej stabilnych warunkach termicznych i wilgotnościowych w ciągu sezonu wegetacyjnego okazała się powierzchnia na zboczu pod Zamkiem w Ojcowie, w płacie *A.e. typicum*. Na zboczu pod Grodziskiem, w płacie murawy kserotermicznej *Origano-Brachypodietum*, występowały w okresach badań najniższe minimalne i najwyższe maksymalne temperatury powietrza oraz najwyższe wartości niedosytów wilgotności w ciągu dobowych pomiarów.

Czynnikiem, który wpływał na zróżnicowanie mikroklimatów badanych powierzchni w sposób dominujący, była orografia terenu. Skrajne temperatury

http://rcin.org.pl

powietrza w ciągu doby w murawie kserotermicznej były spowodowane właściwościami podłoża — wychodzącą miejscami na powierzchnię skałą wapienną.

Gleby badanych zbiorowisk różniły się przede wszystkim głębokością, zawartością części szkieletowych i wilgotnością. Wartości pH gleb oraz udziały procentowe węgla organicznego, azotu ogólnego i substancji organicznych były podobne, z tym że mniejsza zawartość tych składników znajdowała się w glebie murawy kserotermicznej poniżej 25 cm głębokości. Większe różnice występowały w zawartości przyswajalnego K_2O, P_2O_5 i $CaCO_3$ w glebach badanych płatów.

Płat *A.e. alchemilletosum* występował na madzie brunatnej, najwilgotniejszej z badanych gleb, bezstrukturalnej i wilgotnej w poziomie skały macierzystej. *A.e. typicum* rosło na glebie brunatnej właściwej, suchszej od poprzedniej, luźniejszej w górnych warstwach z powodu działalności kretów i gryzoni, ale posiadającej jednak w poziomie skały macierzystej, od 55 cm, liczne odłamki skały wapiennej. Płat murawy kserotermicznej wykształcony był na rędzinie brunatnej, o najmniejszej miąższości profilu, w której poniżej poziomu próchnicznego przeważały części szkieletowe, przechodzące od około 35 cm w częściowo zwietrzałą skałę wapienną.

2. W płatach *Arrhenatheretum* części podziemne stanowiły 68%, a w *Origano-Brachypodietum* aż 80% całkowitej suchej masy roślin.

3. Podobnie jak u części nadziemnych roślin, również w glebie występowała stratyfikacja organów podziemnych i ich biomasy, bardziej wyraźna w *A.e. alchemilletosum* niż w *A.e. typicum* i *Origano-Brachypodietum.*

Najwięcej korzeni w badanych zbiorowiskach występowało w warstwie gleby 0—5 cm. Główna masa korzeni sięgała w *A.e. alchemilletosum* do 30 cm, w *A.e. typicum* do 20 lub 25 cm, a w *Origano-Brachypodietum* do 35 lub 40 cm, w zależności od głębokości gleby i ilości części szkieletowych. Zgodnie z liczbą korzeni układała się warstwowo ich biomasa w poszczególnych zbiorowiskach. W płatach *Arrhenatheretum* w warstwie gleby 0—5 cm znajdowało się około 74% biomasy organów podziemnych; niżej, na głębokości 6—30 cm, w *A.e. alchemilletosum* występowało jeszcze około 18% biomasy, a w *A.e. typicum* na głębokości 5—35 cm około 24%. W *Origano-Brachypodietum* w warstwie gleby 0—5 cm występowało tylko 50% biomasy, 5—20 cm — 33%, a poniżej 20—70 cm około 20% (poniżej 30 cm występowało jeszcze około 12%).

4. Zmiany biomasy w ciągu sezonu wegetacyjnego przebiegały podobnie w obu płatach *Arrhenatheretum.* Maksymalne wartości biomasy — odpowiednio 1664 g/m² i 1313 g/m² — występowały w lecie, a minimalne — odpowiednio 1263 g/m² i 1018 g/m² — na początku okresu wegetacyjnego.

W *Origano-Brachypodietum* biomasa organów podziemnych była około dwukrotnie wyższa niż w płatach *Arrhenatheretum* i osiągała maksymalną w tym zbiorowisku wartość 3212 g/m² w listopadzie, a minimalną 2038 g/m² w czerwcu.

Zmiany w wartościach biomasy w badanych zbiorowiskach w poszczegól-

http://rcin.org.pl

nych warstwach gleby zachodziły w różnych okresach sezonu wegetacyjnego. W *A.e. alchemilletosum* w warstwie 0—6 cm maksymalną wartość równą 1252 g/m² oznaczono w czerwcu, a minimalną, równą 891,4 g/m², w listopadzie, niżej, w warstwie 6—30 cm, minimalny stan biomasy występował w marcu, a maksymalny w sierpniu.

W *A.e. typicum* na głębokości 0—5 cm maksymalny stan biomasy — 1034 g/m² — zanotowano w czerwcu, a minimalny, równy 730,6 g/m², w listopadzie. Na głębokości 5—30 cm minimalna wartość biomasy występowała w marcu, a maksymalna przy końcu sezonu wegetacyjnego w listopadzie.

W *Origano-Brachypodietum* w warstwie 0—5 cm i 5—10 cm maksymalny stan biomasy oznaczono w listopadzie, odpowiednio 1848,8 g/m² i 675,3 g/m², a minimalny w czerwcu, 1043,8 g/m² i 434,0 g/m². Poniżej, w warstwie gleby 10—20 cm, maksymalne i minimalne wartości biomasy występowały w tym samym okresie sezonu wegetacyjnego co w *A.e. alchemilletosum.*

5. Przybliżone wartości produktywności pierwotnej organów podziemnych w ciągu sezonu wegetacyjnego, uzyskane po zsumowaniu przyrostów biomasy w poszczególnych warstwach gleby, wynosiły: około 697 g/m² w *A.e. alchemilletosum*, około 507 g/m² w *A.e. typicum* i około 1367 g/m² w *Origano-Brachypodietum*, przy błędach standardowych wynoszących około 10%.

6. Na podstawie stosunku przyrostu biomasy w danej warstwie do jej stanu maksymalnego w tej warstwie (turnover value) oceniono okres funkcjonowania organów podziemnych w *Arrhenatheretum* na okres 3—4 lat w warstwie 0—5 cm, a w warstwie 5—30 cm na około 2 lata, zaś w *Origano-Brachypodietum* w warstwie gleby 0—30 cm na około 2—3 lat.

7. Stosunek produktywności biomasy części nadziemnych do podziemnych wynosił w *A.e. alchemilletosum* 1 : 1, a w murawie kserotermicznej 1 : 2,7.

8. Zbadano morfologię i rozmieszczenie w glebie organów podziemnych 65 gatunków roślin. W badanych zbiorowiskach około 1/3 gatunków posiadało korzenie zlokalizowane w powierzchniowej warstwie gleby, do głębokości około 20 cm. Były to gatunki o wtórnym typie systemu korzeniowego, u których korzenie przybyszowe wyrastają z pędów ścielących się po powierzchni gleby, z różnego rodzaju pędów podziemnych i z nasad pędów nadziemnych. W *A.e. alchemilletosum* poniżej 52 cm posiadały zakończenia korzenie traw o silnych systemach korzeniowych i zioła o systemie korzenia głównego palowego. Najdłuższy system korzeniowy, sięgający do 150 cm, zauważono u *Heracleum sphondylium.* W *A.e. typicum* prawie połowa gatunków roślin posiadała zakończenia poniżej 50 cm, w poziomie skały macierzystej. Najgłębiej sięgały tutaj *Pimpinella saxifraga* (do 145 cm) i *Coronilla varia* (150 cm).

Zgodnie z warunkami siedliska w *Origano-Brachypodietum*, w porównaniu z pozostałymi powierzchniami, najwięcej gatunków (40%) posiadało mocny, często zdrewniały system korzenia głównego, a najmniej — delikatny system korzeni przybyszowych, wyrastających z płożących się po powierzchni gleby pędów lub z nasad pędów podziemnych. Przeszkodę w przenikaniu korzeni w murawie kserotermicznej stanowiła słabo zwietrzała skała wapienna.

http://rcin.org.pl

W związku z tym większość gatunków miała zakończenia korzeni już na głębokości 60—80 cm.

9. W związku z różnymi właściwościami gleb stwierdzono w badanych zbiorowiskach różnice u tych samych gatunków w wykształceniu systemów korzeniowych oraz w głębokości ich przenikania. Czynnikami, które miały dominujące znaczenie dla zróżnicowania systemów korzeniowych, była wilgotność i głębokość gleby oraz zawartość w niej części szkieletowych.

Te same gatunki roślin w suchszych siedliskach, w *A.e. typicum* i *Origano-Brachypodietum*, miały silniej rozgałęziony i na ogół głębiej przenikający system korzeniowy. Korzenie niektórych z nich sięgały jednak bardziej płytko w *A.e. typicum* niż w *A.e. alchemilletosum*, z powodu licznych odłamków skały wapiennej w poziomie skały macierzystej, które utrudniały im przenikanie.

Wpływ właściwości gleby jeszcze wyraźniej zaznaczył się w *Origano-Brachypodietum* i powodował swoistą warstwowość organów podziemnych w tym zbiorowisku. Systemy korzeniowe większości gatunków *Arrhenatheretum* były delikatniejsze i zlokalizowane przeważnie w poziomie próchnicznym, który był najwilgotniejszy, lub miały zakończenia już na głębokości 30—35 cm, gdyż od tej głębokości odłamki częściowo zwietrzałej skały wapiennej stanowiły przeszkodę w przenikaniu korzeni. Kierunek wzrostu korzeni roślin o mocniejszych systemach korzeniowych był w górnej części przeważnie poziomy, a następnie kręty, na przemian poziomy i ukośny, ponieważ korzenie te rosły omijając kamienie, wciskając się w szczeliny między nimi, pełzając poziomo po powierzchni większych odłamków, a nawet przerastając przez drobne otworki w nich. Zauważono następujące różnice w wykształceniu systemów korzeniowych u poszczególnych gatunków:

1) *Chrysanthemum leucanthemum*, *Crepis biennis*, *Ranunculus acer*, *Leontodon hispidus*, *Achillea millefolium*, a także *Veronica chamaedrys* i *Cerastium vulgatum* miały silniej rozgałęziony i głębiej sięgający system korzeniowy w *A.e. typicum* niż w *Origano-Brachypodietum*.
2) Okazy *Rumex acetosa* posiadały w *A.e. typicum* wyłącznie system korzeniowy wtórny, sięgający zaledwie do 36 cm, podczas gdy w *A.e. alchemilletosum* okazy z systemem korzeni przybyszowych sięgały do 50 cm, a z systemem korzenia głównego do około 130 cm.
3) *Heracleum sphondylium* występujący znacznie liczniej w *A.e. typicum* niż w *A.e. alchemilletosum*, posiadał w tym drugim podzespole zakończenie korzeni już na głębokości 60—80 cm.
4) W *Origano-Brachypodietum Briza media*, *Festuca pratensis*, *Plantago lanceolata* i *Taraxacum officinale* miały — przy podobnej wysokości części nadziemnych — bardziej płytko sięgające korzenie niż w *Arrhenatheretum* (do głębokości około 30 cm).
5) Korzenie *Agrostis vulgaris* sięgały w *Origano-Brachypodietum* tylko do 10 cm, a w *A.e. typicum* do 40 cm.
6) U *Medicago lupulina* i *Plantago media* w *Origano-Brachypodietum* korzeń

http://rcin.org.pl

główny dzielił się już od góry na boczne, poziome korzenie i sięgał nie tak głęboko jak w *Arrhenatheretum* (u *Medicago lupulina* zaledwie do kilkunastu cm w *Origano-Brachypodietum*, a do 120 cm w *A.e. typicum*).

7) Korzenie *Knautia arvensis* i *Pimpinella saxifraga* charakteryzowała kręta linia wzrostu w murawie kserotermicznej.
8) Korzeń główny *Coronilla varia* w murawie kserotermicznej rósł wraz z długimi bocznymi odgałęzieniami poziomo w powierzchniowej warstwie gleby, a następnie prawie pionowo do głębokości zaledwie 70—80 cm, podczas gdy w *A.e. typicum* palowy korzeń główny tego gatunku sięgał do 150 cm.

Przytoczone różnice w wykształceniu systemów korzeniowych wiążą się zapewne z modyfikacjami morfologicznymi lub może też z występowaniem różnych ekotypów tych samych gatunków, lecz stwierdzenie tego wymagałoby osobnych badań florystycznych i ekologicznych.

10. Na podstawie zmian w rozwoju organów podziemnych wyróżniono dwa okresy ich wzrostu w górnej warstwie gleby w *Arrhenatheretum* na wiosnę i w jesieni. W lecie korzenie rosły w dolnych warstwach gleby. W jesieni w górnych warstwach gleby korzenie pojawiały się mniej liczne i występowało obumieranie starszych części nasad, kłączy i starszych korzeni.

W *Origano-Brachypodietum* występowały również dwa okresy wzrostu organów podziemnych w górnych warstwach gleby, ale przyrost młodych korzeni i rozłogów był większy w jesieni niż na wiosnę i w lecie, gdy zachodziło też obumieranie organów podziemnych. Od głębokości 10, 20 cm obumieranie korzeni w murawie kserotermicznej występowało w tym samym okresie co w *A.e. alchemilletosum* na głębokości 5—30 cm.

11. Odmienna dynamika biomasy organów podziemnych w ciągu sezonu wegetacyjnego w warstwach gleby 0—5 cm w *Arrhenatheretum* i 0—10 cm w *Origano-Brachypodietum* niż w warstwach głębszych, odpowiednio 5—30 i 10—20 cm, była zgodna ze zmianami sezonowymi w rozwoju organów podziemnych w górnych warstwach gleby, z ich funkcją odnawiania i gromadzenia substancji zapasowych. Przyrost biomasy organów podziemnych można na ogół tłumaczyć wytworzeniem młodych korzeni i rozłogów, przyrostem na grubość u korzeni głównych oraz gromadzeniem substancji zapasowych.

Odmienna dynamika biomasy w warstwie 0—10 cm w *Origano-Brachypodietum* niż w warstwie 0—5 cm w *Arrhenatheretum* wynika z innego rytmu rozwojowego organów o charakterze odnawiania i gromadzenia substancji zapasowych w tych zbiorowiskach. W murawie kserotermicznej większy udział posiadają gatunki o intensywniejszym jesiennym przyroście korzeni i rozłogów oraz gatunki o organach gromadzenia zapasów i odnawiania umieszczonych pod powierzchnią gleby (np. *Coronilla, Agrimonia*), i to zapewne wpływa na maksymalny stan biomasy w jesieni w tym zbiorowisku.

http://rcin.org.pl

IX. Dyskusja

Części nadziemne licznych gatunków roślin są już dzisiaj dość dobrze zbadane i na ich podstawie opracowano liczne flory. Przy opisie morfologii gatunków mało zwraca się uwagi na wygląd organów podziemnych, a zwłaszcza korzeni, ze względu na ich niedostępność. Ponadto korzenie niektórych gatunków w obrębie rodzaju są nieraz tak do siebie podobne, że trudno odróżnić gatunki bez oglądania ich części nadziemnych (np. *Ranunculus acer* i *R. repens*, *Geranium pratense* i *G. palustre*), a więc znaczenie samych korzeni w taksonomii może być niewielkie.

Z drugiej strony jednak interesujące wydaje się zagadnienie, czy zróżnicowanie wyglądu systemów korzeniowych u tych samych gatunków na różnych siedliskach jest związane tylko z modyfikacjami morfologicznymi, czy też z występowaniem różnych ekotypów. Opisanie morfologii organów podziemnych i poznanie ich rytmu rozwojowego u wielu gatunków roślin, przede wszystkim dziko rosnących, wymaga jeszcze licznych badań.

W ostatnich latach wciąż poszerza się wiedza o systemach korzeniowych roślin. Obok prac z zakresu morfologii powstają prace o dynamice biomasy i produktywności części podziemnych. Badania z zakresu ekologii i produkcji systemów korzeniowych są jednak jeszcze ciągle na etapie poszukiwań dogodnych metod (por. Kotańska 1967a).

Przy analizie wyników badań, będących przedmiotem niniejszej pracy, nasuwają się pewne wątpliwości. Badania nad produktywnością były prowadzone tylko przez jeden okres wegetacyjny, a można się spodziewać, że produktywność wykazuje zmiany z roku na rok. Kilkuletnie badania Kucery, Dalhmanna i Koellinga (1967) potwierdzają takie wahania w produktywności pierwotnej organów podziemnych. Przez cały rok badań autorki powierzchnie w płatach łąki świeżej nie były koszone, a więc można się spodziewać zmian biomasy organów podziemnych i nadziemnych w porównaniu z normalnym użytkowaniem. Według Weavera (1958) koszenie lub intensywne wypasanie wpływa często na obniżenie masy korzeni. Również Crider, cytowany przez Weavera (1958), jest zdania, że odnawianie połowy lub więcej liści w ciągu sezonu wegetacyjnego powoduje zatrzymanie wzrostu korzeni na czas odnawiania. Inni autorzy także zgadzają się z faktem obniżania się biomasy korzeni po ścięciu części nadziemnych. Baker (1957) stwierdził w badaniach terenowych i szklarniowych, że jednorazowe ścinanie pędów nadziemnych u *Lolium perenne* redukuje masę korzeni u okazów ze ściętymi liśćmi, ale potem wpływ tego czynnika zanika. Przy większej liczbie ścinań części nadziemnych masa korzeni progresywnie się obniża. Podobnie Cook, Stoddart, Kinsinger (1958) w eksperymentach na poletku z *Agropyron cristatum* wykazali, że wzrost częstości koszenia i opóźnienie terminu koszenia redukuje zarówno liczbę korzeni, jak i głębokości przenikania systemu korzeniowego. Na podstawie tych badań można przypuszczać, że niekoszenie łąki mogło wpływać na zmianę biomasy organów podziemnych. Na pewno

http://rcin.org.pl

jednak wpłynęło na zmianę składu gatunkowego roślinności, gdyż nasiona licznych roślin mogły się rozsiać. Warto byłoby więc w przyszłości porównać produktywność na powierzchni koszonej i nie koszonej lub prowadzić badania na łące normalnie użytkowanej.

Biorąc pod uwagę fakt, że u większości badanych gatunków obok pojawiania się młodych korzeni lub pędów podziemnych obserwowano też równocześnie obumieranie starych, można się zastanawiać, jak dokładna jest ocena produktywności pierwotnej, obliczonej z różnicy stanu maksymalnego i minimalnego łącznej biomasy wszystkich gatunków w zbiorowisku. Maksymalny stan biomasy występuje w tym przypadku w okresie przewagi przyrostu nad obumieraniem. Dokładniejszą metodą oznaczania produktywności byłoby stosowanie dodawania biomasy poszczególnych gatunków lub określanie produkcji na podstawie oddzielania młodych korzeni lub przyrostów pędów podziemnych w każdej serii próbek, ale zarówno jedna, jak i druga metoda jest niesłychanie trudna do wykonania w zbiorowiskach łąkowych.

Dyskutując wyniki badań można się spodziewać, że wartości biomasy organów podziemnych w płatach *Arrhenatheretum* i w *Origano-Brachypodietum* zależą bezpośrednio od składu florystycznego na badanych powierzchniach, a pośrednio od warunków siedliska. Około dwukrotnie większą wartość biomasy w *Origano-Brachypodietum* można tłumaczyć występowaniem na tej powierzchni licznych gatunków o mocnych, grubych, często zdrewniałych systemach korzeniowych. Podobne, również wysokie wartości biomasy, od 2611 g/m² do 5526 g/m², podaje Gorškova (1966) dla zbiorowisk roślinności stepowej z południowo-wschodnich stepów Zabajkala. Na podstawie badań siedliska należy przypuszczać, że przede wszystkim stosunki wilgotnościowe i struktura gleby wpływają w murawie kserotermicznej na występowanie roślin o takich systemach korzeniowych. Według Cannona (1949) systemy korzeniowe tego typu są charakterystyczne dla warunków kserotermicznych.

Warunki siedlisk wpływały też na zróżnicowanie wykształcenia systemów korzeniowych tych samych gatunków rosnących w różnych zbiorowiskach w Ojcowie. Badania zostały wykonane tylko w trzech zbiorowiskach, ale na podobne zależności między wykształceniem systemu korzeniowego a warunkami siedliska zwracał już uwagę Cannon (1911), który zajmował się badaniem roślin obszarów półpustynnych, oraz Weaver (1919), który badał morfologię systemów korzeniowych na wielkim obszarze w różnych zbiorowiskach roślinnych na prerii, w zbiorowiskach zaroślowych, na wzgórzach lessowych, w zbiorowiskach górskich, na żwirowiskach, w lasach; wskazał on na związki między wilgotnością gleby, głębokością przenikania wody opadowej w okresie wzrostu i strukturą gleby a morfologią systemów korzeniowych, głębokością ich przenikania i typem bocznego rozgałęzienia. Rośliny występujące na głębszej glebie, z większą ilością opadów w okresie wzrostu, z głębiej przenikającą wodą opadową miały głębiej sięgające korzenie. Kilka gatunków traw, np. *Panicum virgatum*, *Andropogon furcatus*, *A. scoparius*, korzeniło się o około 60—90 cm głębiej na głębokiej, piaszczystej glebie niż w glebie piaszczystej

http://rcin.org.pl

z twardym gliniastym podłożem. W glebach silnie szkieletowych korzenie większości roślin występowały w powierzchniowej warstwie gleby i były rozmieszczone równolegle do powierzchni. Rośliny z systemem korzenia głównego miały tutaj korzeń często spłaszczony, skręcony, który rósł przeciskając się przez szczeliny. Gdy podłoże było twarde, nieprzepuszczalne, zakończenia korzeni występowały na dnie poprzedniej warstwy lub w górnej części warstwy nieprzepuszczalnej. Na glebach ciężkich stopień rozgałęzienia i długość bocznych korzeni była zawsze mniejsza. W późniejszej pracy Weaver i Darland (1949) badali dokładniej systemy korzeniowe 12 gatunków traw na 16 typach gleb. Okazało się, że właściwości gleby takie jak skład mechaniczny, struktura, stosunki powietrzno-wodne w glebie, wpływały na głębokość zasięgu korzeni, stopień ich rozgałęzienia, wielkość biomasy i jej rozmieszczenie u tych samych gatunków w poszczególnych typach gleb.

Różnice w dynamice biomasy w płatach *Arrhenatheretum* i *Origano-Brachypodietum*, wynikające z innego rytmu rozwojowego organów o funkcji odnawiania i gromadzenia substancji zapasowych, zostały już wcześniej przedyskutowane. Stwierdzone w tej pracy dwa okresy wzrostu organów podziemnych w górnych warstwach gleby w płatach *Arrhenatheretum* są zgodne z badaniami Troughtona (Ralski 1965), który wykazał, że intensywniejszy wzrost korzeni występuje w chłodnych okresach wiosny i jesieni, a znacznie mniejszy w lecie.

Różnice w wartościach biomasy w zespole *Arrhenatheretum* w warstwie gleby 0—5 cm między listopadem a marcem mogły pochodzić z przyrostu korzeni wczesną wiosną, przed pobieraniem próbek, lub też ze wzrostu organów w ciągu zimy (Troughton 1951). Za zimowym wzrostem korzeni przemawiają badania Rubina i Ilčenki (1966), którzy stwierdzili wzrost korzeni u pszenicy w zimie przy temperaturze 1°C, pod zamarzniętą wierzchnią warstwą gleby.

Z braku odpowiednich danych można w tej pracy przeprowadzić porównanie produktywności organów podziemnych tylko nielicznych zbiorowisk łąkowych. Iwaki, Modorikawa i Hogetsu (1965) badali dynamikę biomasy organów podziemnych w dwóch zbiorowiskach łąk górskich z *Miscanthus sinensis* i *Arundinella hirta* na Mt. Kirigamize w centralnej Japonii, na wysokości 1600—1800 m npm., ale nie uzyskali kierunkowych, wyraźnych zmian w biomasie. Dalhmann i Kucera (1965) obliczali przyrost biomasy organów podziemnych na prerii w stanie Missouri. Produktywność tego zbiorowiska, którą obliczono na podstawie ich pracy, wynosiła około 500 g/m² przy maksymalnym stanie biomasy 1900 g/m². Autorzy ci oznaczyli, że przyrost biomasy we wszystkich poziomach gleby wynosił w ciągu roku około 28% maksymalnej biomasy w tych poziomach.

W zespole łąk wilgotnych *Stellario-Deschampsietum* na glebie torfowej, produktywność organów podziemnych oznaczona przez Traczyka (1968) była niższa niż w *Arrhenatheretum* i wynosiła w ciągu roku 302,8 g/m². Stosunek przyrostu części podziemnych do nadziemnych wynosił 1 : 1. Autor

http://rcin.org.pl

ten nie rozdzielał monolitów gleby na warstwy, jak zrobiono w niniejszej pracy. Korzenie były zgrupowane w górnej warstwie gleby i sięgały jedynie 15 lub 20 cm.

Również z braku danych nie można przeprowadzić porównania między produktywnością organów podziemnych w różnych innych niż łąki typach zbiorowisk roślinnych. Wyniki badań nad produktywnością organów podziemnych w *Fagetum carpaticum* i *Origano-Carpinetum* (Rajchel 1965, Kaźmierczakowa 1967) odnoszą się tylko do roślin runa i nie uwzględniają korzeni drzew i krzewów.

Zakład Taksonomii Roślin i Fitogeografii Instytutu Botaniki UJ w Krakowie.

PIŚMIENNICTWO

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.

Baker H. K. 1967. Studies on the root development of herbage plants. II. The effect of cutting on the root and stubble development and herbage production of spaced perennial ryegrass plants. *J. Brit. Grassl. Soc.* **12,** 2: 116—126.

Bray J. R. 1963. Root production and estimation of net productivity. *Can. J. Bot.* **41,** 1: 65—72.

Cannon W. A. 1911. The root habits of desert plants. *The Carnegie Inst. of Washington Publ.* **131:** 1—96.

Cannon W. A. 1949. A tentative classification of root systems. *Ecology* **30:** 542—548.

Cook C. W., Stoddart L. A., Kinsinger F. E. 1958. Responses of crested wheat grass to various clipping treatments. *Ecol. Monogr.* **28,** 3: 237—272.

Dahlman R. 1968. Root production and turnover of carbon in the root-soil matrix of a grassland ecosystem. In: Methods of productivity studies in root systems and rhizosphere organisms. (Red. L. E. Rodin). Int. Symp. USSR, Aug. 28 — Sept. 12, 1968. Acad. of Sc. Nauka. Leningrad.

Dahlman R. C., Kucera C. L. 1965. Root productivity and turnover in native prairie. *Ecology* **46,** 1/2: 84—89.

Gorškova A. A. 1966. Biologija stepnych pastbiščnych rastenij Zabajkalja. AN SSSR. Izd. Nauka. Moskva.

Iwaki H., Modorikawa B., Hogetsu K. 1964. Studies on the productivity and nutrient element circulation in Kirigamaze Grassland, Central Japan. II. Seasonal change in standing crop. *Bot. Mag. Tokyo.* **77** (**918**): 447—457.

Jankowska K. 1967. Sezonowe zmiany roślinności i produkcja pierwotna netto w płacie *Arrhenatheretum elatioris* (Seasonal changes of vegetation and net primary production on the fresh meadow *Arrhenatheretum elatioris*). *Studia Naturae* A, **1:** 153—175.

Jankowska K. Ekologia i produkcja pierwotna netto łąki w Ojcowskim Parku Narodowym i murawy kserotermicznej w rezerwacie Skowronno koło Pińczowa. (Nie publ.).

Karkanis M. 1967. Warunki glebowe lasu bukowego *Fagetum carpaticum* i łąki *Arrhenatheretum elatioris* (Soil conditions of the beech stand *Fagetum carpaticum* and meadow *Arrhenatheretum elatioris*). *Studia Naturae* A, **1:** 49—61.

Kaźmierczakowa R. 1967. Runo lasu bukowego *Fagetum carpaticum*, jego fenologia i ekologia produkcji pierwotnej (Ecology of primary production and phenology of the beech stand *Fagetum carpaticum* ground flora). *Studia Naturae* A, **1:** 95—115.

Klein J. 1967. Charakterystyka fitoklimatu badanych powierzchni na tle warunków mezo-

http://rcin.org.pl

klimatycznych Ojcowa (The phytoclimatic character of the investigated plots in relation to mesoclimatic conditions of Ojców). *Studia Naturae* A, **1**: 25—49.

Klein J. Mikroklimat i mezoklimat Ojcowskiego Parku Narodowego. (Nie publ.).

Klein J., Niedźwiedź T., Sztyler A. 1966. Badania mikroklimatyczne na terenie Ojcowskiego Parku Narodowego (Microclimatologic investigations in the Ojców National Park). *Ochr. Przyr.* **31**: 189—201.

Kotańska M. 1967a. Terenowe metody badania organów podziemnych roślin. *Ekol. pol.* B. **13**, 3: 249—264.

Kotańska M. 1967b. Biomass dynamics of underground plant organs in some grassland communities of the Ojców National Park. *Bull. Acad. Polon. Sci.* Cl. II. **15**, 10: 625—631.

Kucera C. L., Dahlman R., Koelling M. R. 1967. Total net productivity and turnover on an energy basis for tallgrass prairie. *Ecology* **48**, 4: 536—541.

Kutschera L. 1960. Wurzelatlas mitteleuropäischer Ackerunkräuter und Kulturpflanzen. DLG-Verlag — GMBH, Frankfurt.

Łukasiewicz A. 1962. Morfologiczno-rozwojowe typy bylin (Morphologic development types of perennials). *Prace Komis. Biol. Wydz. Mat.-przyr. PTPN.* **27**, 1: 1—399.

Łukasiewicz A. 1967. Rytmika rozwojowa bylin, ze szczególnym uwzględnieniem fenologii organów roślinnych (The development rhythm of perennials, with particular reference to the phenology of aerial organs). *Prace Komis. Biol. Wydz. Mat.-przyr. PTPN.* **31**, 6: 1—155.

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

Medwecka-Kornaś A., Kornaś J. 1964. Mapa zbiorowisk roślinnych Ojcowskiego Parku Narodowego z objaśnieniami (The vegetation map of the Ojców National Park with descriptions). Wydawn. popularnonauk. **23**. Zakład Ochrony Przyrody PAN, Kraków.

Molga M. 1966. Meteorologia rolnicza. Państw. Wydawn. Roln. i Leśne. Warszawa.

Ovington J., Heitkamp D., Lawrence D. B. 1963. Plant biomass and productivity of prairie, sawanna, oakwood and maize field ekosystems in central Minnesota. *Ecology* **44**, 1: 52—63.

Ponjatovska V. M. 1956. Kornevye sistemy važnejših kormovych zlakov i bobovych kaliningradskoj oblasti. *Geobotanika* **10**: 154—199.

Rajchel R. 1965. Produktywność pierwotna netto runa w dwóch zespołach leśnych Ojcowskiego Parku Narodowego (Net primary productivity of the herb layer in two forest associations of the Ojców National Park, Southern Poland). *Fragm. flor. et geobot.* **11**, 1: 121—150.

Ralski E. 1965. Biologia rozwoju i wzrostu roślin łąkowych. Rozdział w pracy: Łąkarstwo. T. 1. Łąkoznawstwo: 123—161. Państw. Wydawn. Roln. i Leśne. Warszawa.

Rubin S. S., Ilčenko V. A. 1966. Some problems of the biology of root system in wheat. *Selskochoz. Biol.* **1**, 2: 310—315.

Šalyt M. S. 1950. Podzemnaja čast' nekotorych lugowych, stepnych i pustynnych rastenij i fitocenozov. *Geobotanika* **6**: 205—442.

Šalyt M. S. 1960. Metodika izučenija morfologii i ekologii podzemnych častej otdel'nych rastenij i rastitel'nych soobščestv. *Polev. Geobot.* **1**, 2: 369—447.

Szafer W., Kulczyński S., Pawłowski B. 1953. Rośliny polskie. Państw. Wydawn. Nauk. Warszawa.

Traczyk T. 1968. Studies on the primary production in meadow community. *Ekol. pol.* A. **16**, 2: 55—100.

Troughton A. 1951. Studies on the roots and storage organs of herbage plants. *J. Brit. Grassl. Soc.* **6**: 197—206.

Uggla H. 1965. Gleboznawstwo leśne szczegółowe. Państw. Wyd. Roln. i Leśne. Warszawa.

Weinmann H. 1948. Underground development and reserves of grasses. *J. Brit. Grassl. Soc.* **3**: 115—140.

Weaver J. E. 1919. The ecological relations of roots. *The Carnegie Inst. of Washington. Publ.* **286**: 1—128.

Weaver J. E. 1958. Summary and interpretation of underground development in natural grassland communities. *Ecol. Monogr.* **28**: 55—78.

http://rcin.org.pl

Weaver J. E., Darland R. W. 1949. Soil-root relationships of certain native grasses in various soil types. *Ecol. Monogr.* **19:** 303—338.

Yano N. 1962. The subterranean organs of sand dune plants. *J. Sc. of Hiroshima University* **9,** 3: 139—185.

SUMMARY

In this paper a description of the vertical stratification of the underground parts of plants and of their biomass is presented. The approximate value of the primary productivity of the underground organs has been estimated from the seasonal changes in the biomass. A correlation between the seasonal changes in the development of the underground parts and the changes in their biomass was also found. Further, the morphology and the distribution in the soil of the underground organs of 65 species of plants have been described (cf. Figs 19—112). The results of studies on the microclimate and on the soil are also presented.

The biomass was evaluated by the monolith method and the morphology was studied by the transection and the horizontal section methods. These studies were performed in three grassland communities in the Ojców National Park (Fig. 1): in two communities of fresh meadow (sub-associations *Arrhenatheretum elatioris alchemilletosum* = *A.e.a.* and *Arrhenatheretum elatioris typicum* = *A.e.t.*) and in a secondary xerothermic grassland sub-association of *Origano-Brachypodietum agrimonietosum* (= *O.B.a.*).

Three plots chosen in these three communities represented different climate and soil conditions (cf. Tables III and IV). The coolest and the most humid was the plot in *A.e.a.*, situated on the bottom of the narrow valley of the Sąspówka stream, surrounded by the steep slopes of Chełmowa Góra and Złota Góra hills. The two other plots in *A.e.t.* and *O.B.a.*, faced SSE and S, were drier and warmer. The area in *A.e.t.* was bordered by a mixed deciduous forest stand of *Tilio-Carpinetum* and showed the most stable temperature and humidity conditions. The area in *O.B.a.* was characterized by the greatest amplitudes of air temperature during the day and night. The maximum and minimum temperatures and the highest values of the deficit of humidity were registered here (cf. Figs 3—6).

The sub-association *A.e.a.* is situated on brown soil of alluvial origin, the most humid soil of all studied here. The stand of *O.B.a.* was developed on a shallow layer of brown rendzina soil of varying depth and showed a decrease of humidity in summer. The amount of stones and gravel was here significant. The plot in *A.e.t.* grew on typical brown soil on loess, drier than the others. The principal differences between these soils appeared in profile depth, humidity and content of gravel and stones (cf. Figs 2 and 7).

In all three communities the biomass of underground parts of plants was greater than the biomass of above-ground parts. In both plots of *Arrhenatheretum* the top value of the underground biomas reached 68 per cent of the total dry mass and it reached 80 per cent in the *O.B.a.* association.

The vertical stratification of the underground organs and their biomass was more distinct in *A.e.a.* than in the two other communities discussed (cf. Fig. 11). The main part of underground organs was found in the upper soil layer of 0 to 5 cm. In the *Arrhenatheretum* plots about 74 per cent of biomass was situated there. The main layer of roots in *A.e.a.* reached down to 30 cm and to 25 cm in *A.e.t.* About a third of all species (the species of the adventitious root type) had their whole root systems in this layer (cf. Fig. 18). The biomass fluctuated there from 97 per cent in spring to 92 per cent in autumn in *A.e.a.* and from 95 per cent in spring to 93 per cent in autumn in *A.e.t.* In deeper layers, the amount of root mass decreased. Below 50 cm only the principal roots of herbs and the strongest adventitious roots of grasses had their tips. And so, between 52 and 100 cm in *A.e.a.* only about 0·6 per cent of the biomass was found in spring, and 2·9 per cent in autumn (cf. Fig. 8). In *A.e.t.*, between 55 and 100 cm, the corresponding values were 1·9 per cent in spring and 2·0 per cent in autumn (cf. Fig. 9). Below 1 m in *A.e.a.* there appeared still the root tips of *Knautia arvensis* (down to 110 cm), *Alopecurus pratensis* (120 cm) and *Heracleum sphondylium* (150 cm). In *A.e.t.*, *Pimpinella saxifraga* reached down to 145 cm and *Coronilla varia* to 150 cm (Fig. 18).

In *O.B.a.* the biomass of underground organs was about twice as large as the biomass in *Arrhenatheretum*, because of the appearance of xerothermic forbs with thick, often lignified roots. In

http://rcin.org.pl

xerothermic grassland, the main layer of roots reached 35 cm and even 40 cm, i.e. down to the level of partly weathered stone (cf. Fig. 13). Only the roots of *Coronilla varia*, *Helianthemum ovatum*, *Centaurea scabiosa* penetrated below this level and reached 70 cm. Between 0 and 5 cm only 50 per cent of roots were situated, while below 35 cm the corresponding value wasf rom 3·5 per cent in spring to 10·3 per cent in autumn, including the small fractions of 0.85 to 4·62 per cent between 50 and 70 cm (cf. Fig. 10).

The dynamics of root biomass were similar in both stands of *Arrhenatheretum*. The maximum values of 1664 g/m² in *A.e.a.* and of 1313 g/m² in *A.e.t.* were found in summer (cf. Fig. 14), simultaneously with the appearance of the maximum value of biomass of the aboveground parts. The minimum values were, respectively, of 1263 g/m² and 1018 g/m² at the beginning of the growing season.

In the *O.B.a.* stand the maximum value of root biomass of 3212 g/m² was observed at the end of the growing season, in November, and the minimum value of 2038 g/m² in summer, at the beginning of the period of decrease in the soil humidity (cf. Fig. 14).

The changes of biomass were different in different soil layers. E.g. in *A.e.a.* in the layer extending from 0 to 6 cm, the maximum value appeared in July, and the minimum value in November, while in the layer from 6 to 30 cm, the maximum and minimum values appeared respectively in August and March (Fig. 15). On the other hand, in *O.B.a.*, in the layers from 0 to 5 cm and from 5 to 10 cm, the maximum value was observed in November, and the minimum value in June, whereas at the depth of 10 to 20 cm the ectremal values were found in the same periods as in *A.e.a.* (Fig. 17).

The increase in biomass value is correlated with appearance and development of young roots and stems, with increase of the principal root layer, and with the storage of reserve substances by the underground stem bases and thick upper parts of roots. In the *Arrhenatheretum* stands, the increase of young roots and shoots was more pronounced in spring than in autumn, because in autumn it was accompanied by the increase of the older parts of stem bases and roots (cf. Table VIII).

The difference in dynamics of root biomas in the upper soil layers of stands of *O.B.a.* and *A.e.* follows from the different rhythm of development of the organs responsible for the vegetative regeneration and storage of reserve substances. The buds and regenerating stems arising under the soil surface at the stem bases or at the roots together accompanying young roots strongly influence the increase in the biomass in autumn (cf. Table IX). In spring, the growing of young roots is smaller in this community, and in summer the roots begin already to perish.

The primary productivity of the underground organs of plants was estimated by summing up the biomass increases in all soil layers studied. In *A.e.a.*, it was 697.2 g/m²/year (3458 kcal/m²/year), in *A.e.t.* it was 507·9 g/m²/year (2316 kcal/m²/year), and in *O.B.a.* 1367·2 g/m²/year (7720 kcal/m²/year).

The turnover value of roots was estimated using the ratio of the biomass increment in a soil layer to the maximum value of the biomass. In *A.e.a.*, the turnover was 3—4 years in the layer of 0 to 5 cm, and about 2 years in the layer of 5—30 cm. In *O.B.a.* it was 2—3 years from 0 to 20 cm depth (cf. Table V). The annual production of the underground organs in *A.e.a.* is about the same as the annual production of the above-ground parts, while in *O.B.a.* the underground production is greater by a factor of 2·7.

The root systems of the same species showed marked differences in ramification, position and depth in the stands of *A.e.* and *O.B.a.* because of different physical and chemical properties of the soil.

In the stand of a fresh meadow, *A.e.t.*, which was less humid compared to *A.e.a.*, the root systems were more ramified, wider in the horizontal direction and, in general, penetrated deeper. In *O.B.a.*, the soil conditions lead to the appearance of a specific stratification of the root systems. The roots are there more delicate, not lignified, penetrate not so deep and are localized in the most humid surface layer of soil, compared to the roots of the same species in both *A.e.* plots. Below 35 cm in *O.B.a.* are mostly the thick, lignified roots of xerothermic forbs.

The differences in root systems of the same species in different communities mentioned above may be related to the appearance of morphologic modifications or to the appearance of different ecotypes of these species.

Department of Plant Taxonomy and Phytogeography, Institute of Botany, Jagellonian University, Kraków.

POLSKA AKADEMIA NAUK
ZAKŁAD OCHRONY PRZYRODY
wpisano do inwentarza
Dział ... Część ... poz. 3-303

http://rcin.org.pl

http://rcin.org.pl

WYKAZ GATUNKÓW ROŚLIN OPISANYCH W PRACY

Achillea millefolium 40
Agrimonia eupatoria 64
Agropyron repens 40
Agrostis vulgaris 44
Alchemilla crinita 47
Alopecurus pratensis 54
Anthoxanthum odoratum 38
Arrhenatherum elatius 53

Bellis perennis 57
Brachypodium pinnatum 68
Briza media 60
Bromus mollis 42

Centaurea scabiosa 68
Cerastium vulgatum 36
Chrysanthemum leucanthemum 42
Convolvulus arvensis 60
Coronilla varia 63
Crepis biennis 43
Cynosurus cristatus 47

Dactylis glomerata 53

Euphorbia cyparissias 65

Festuca pratensis 53
Festuca rubra 53
Festuca sulcata 65
Fragaria viridis 59

Galium mollugo 63
Galium vernum 55
Geranium palustre 60
Geranium pratense 47

Helianthemum ovatum 68
Heracleum sphondylium 54

Knautia arvensis 54

Lathyrus pratensis 60
Leontodon hispidus 50
Lotus corniculatus 68
Lysimachia nummularia 42
Luzula campestris 57

Medicago lupulina 60

Phleum Boehmeri 65
Phleum pratense 53
Pimpinella saxifraga 60
Plantago lanceolata 51
Plantago media 48
Potentilla heptaphylla 58
Primula elatior 38
Prunella grandiflora 64
Prunella vulgaris 43

Ranunculus acer 44
Ranunculus bulbosus 57
Ranunculus repens 47
Rumex acetosa 54

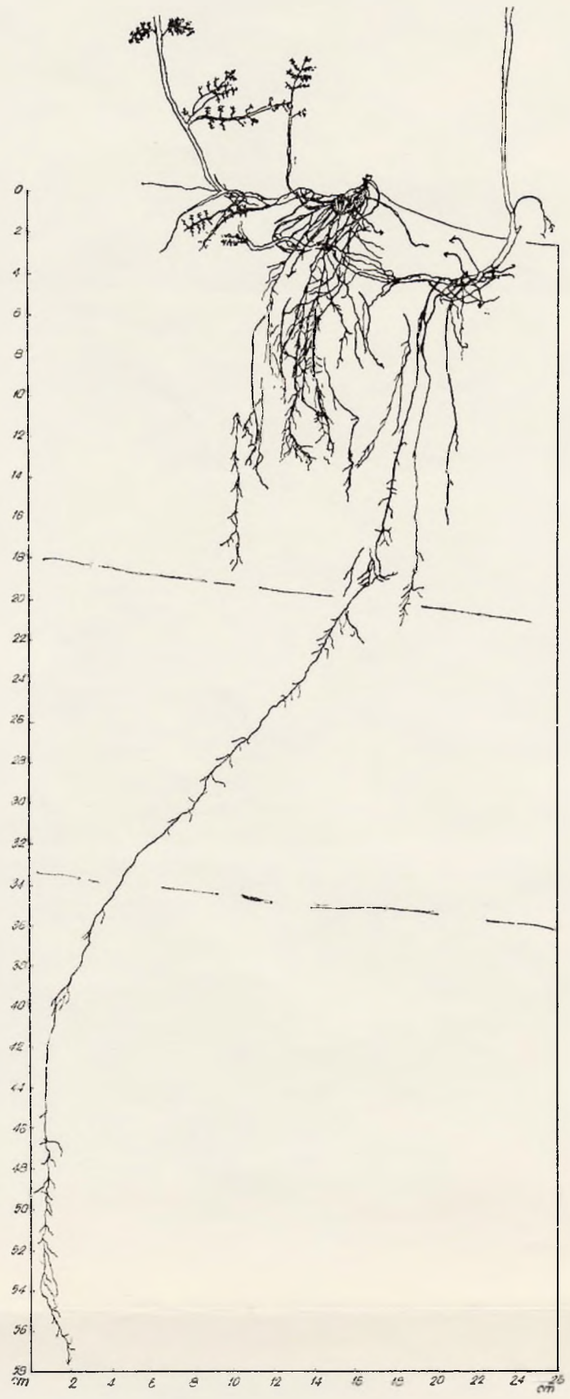
Sanguisorba minor 68
Scabiosa ochroleuca 66
Sedum sexangulare 55
Seseli annuum 63
Stellaria graminea 38

Taraxacum officinale 53
Thymus pulegioides 65
Trifolium medium 66
Trifolium montanum 66
Trifolium pratense 60
Trifolium repens 43
Trisetum flavescens 52

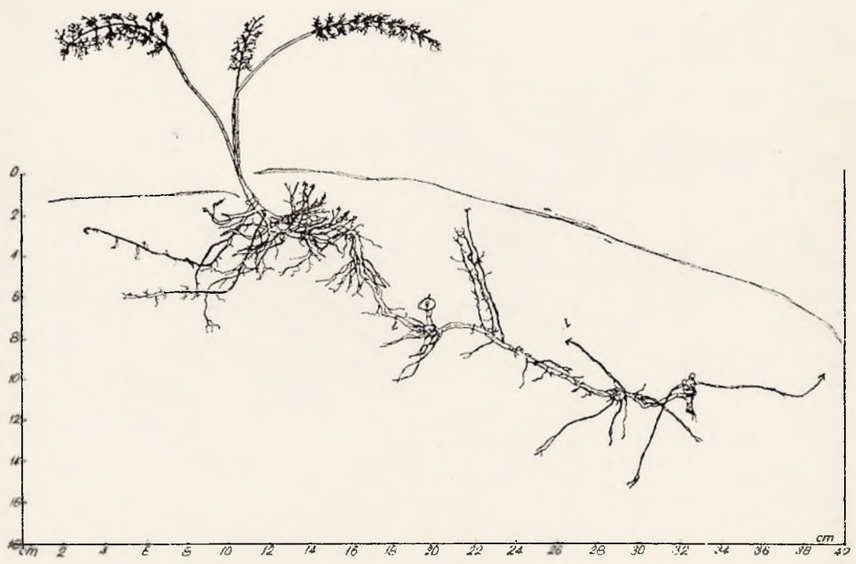
Veronica chamaedrys 38
Viola hirta 57

http://rcin.org.pl

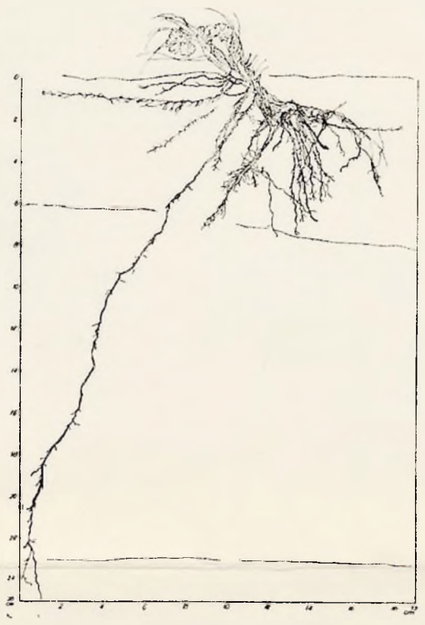
http://rcin.org.pl



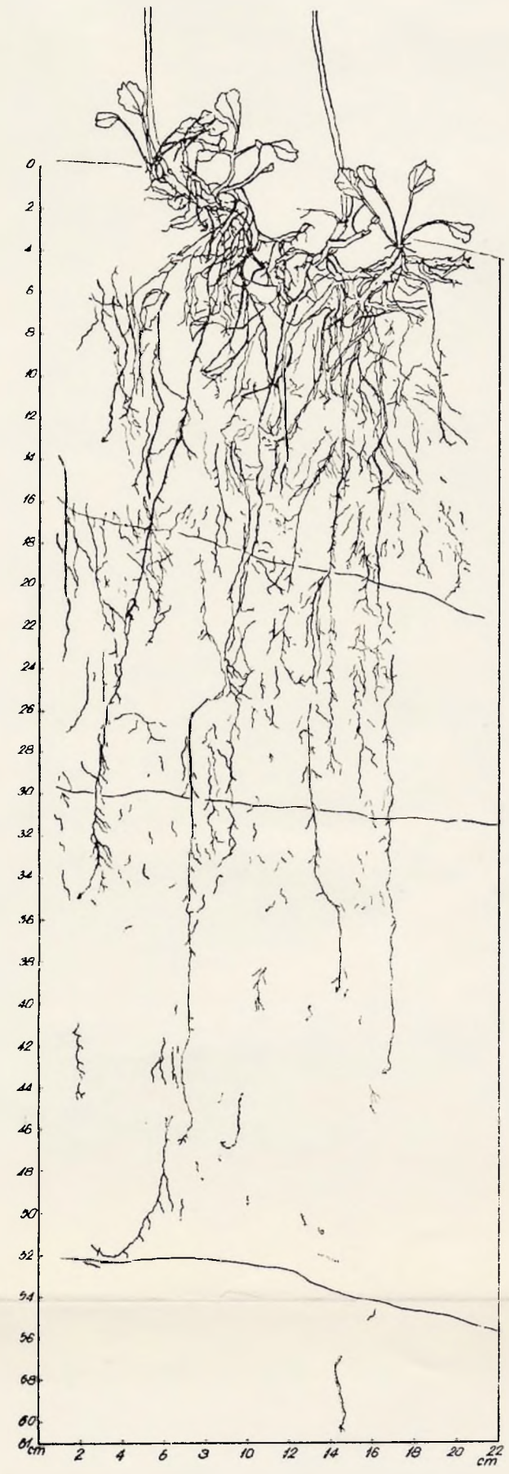
Ryc. (Fig.) 25. *Achillea millefolium — Arrhenatheretum elatioris typicum*, 26.07.66



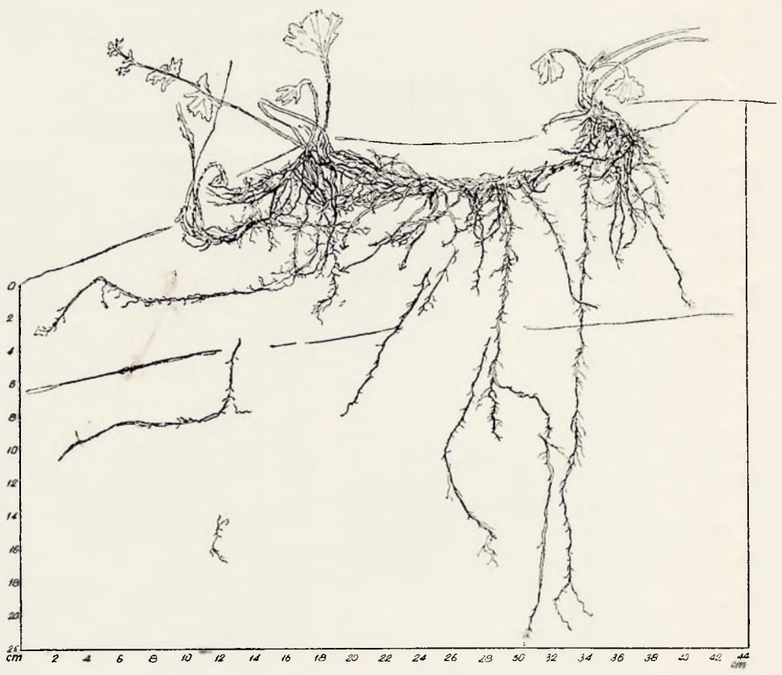
Ryc. (Fig.) 26. *Achillea millefolium — Origano-Brachypodietum*, 13.09.67



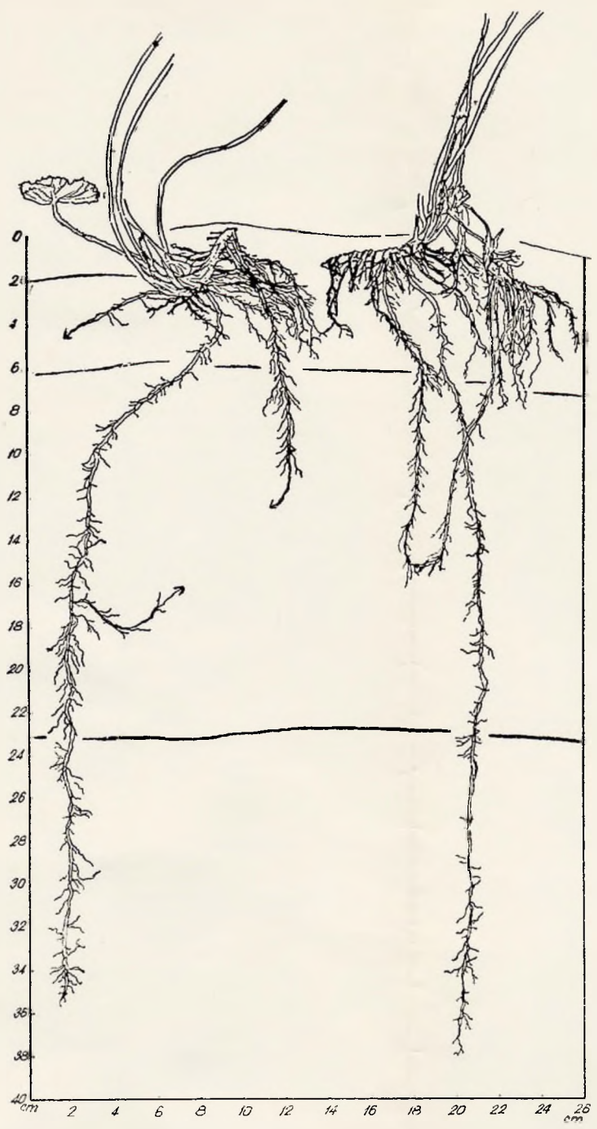
Ryc. (Fig.) 36. *Alchemilla crinita — Arrhenatheretum elatioris alchemilletosum*, 10.04.67



Ryc. (Fig.) 27. *Chrysanthemum leucanthemum — Arrhenatheretum elatioris typicum*, 22.07.66

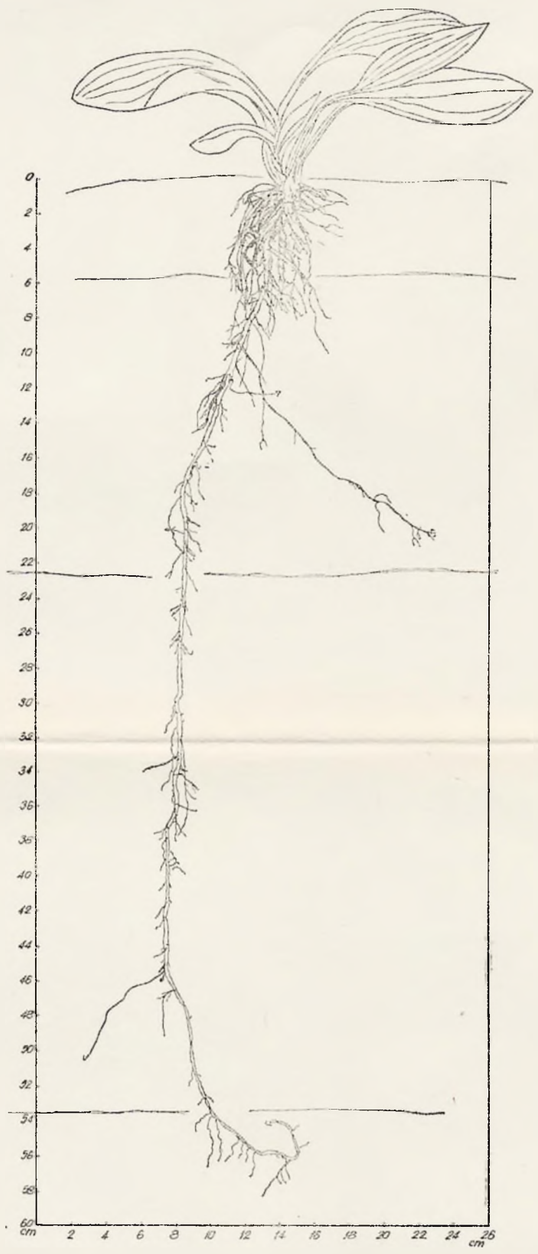


Ryc. (Fig.) 37. *Alchemilla crinita — Arrhenatheretum elatioris alchemilletosum*, 12.07.67

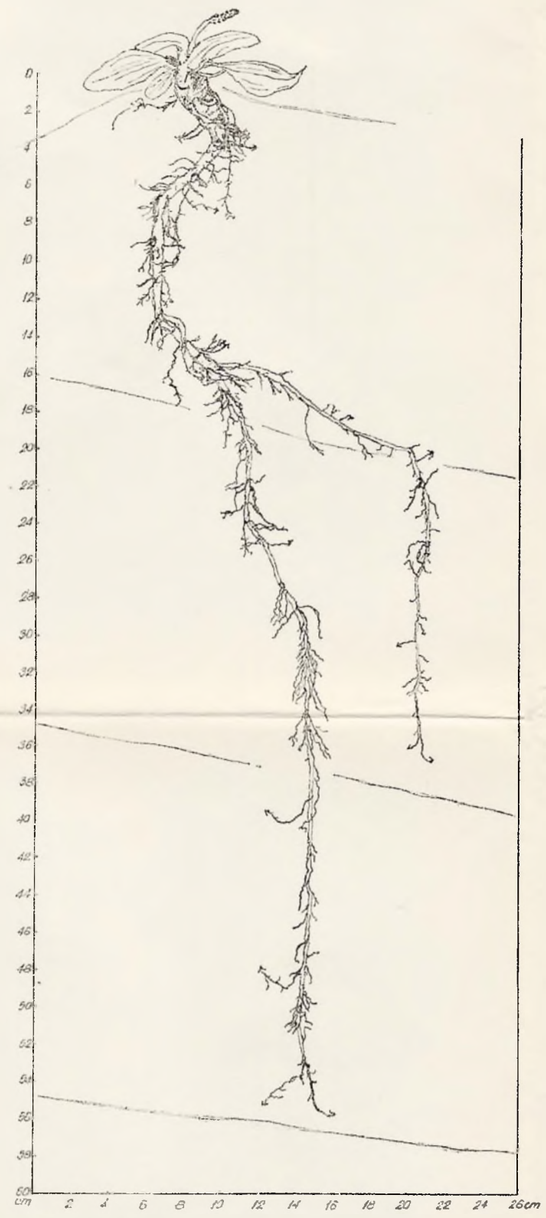


Ryc. (Fig.) 38. *Alchemilla crinita — Arrhenatheretum elatioris alchemilletosum*, 10.67

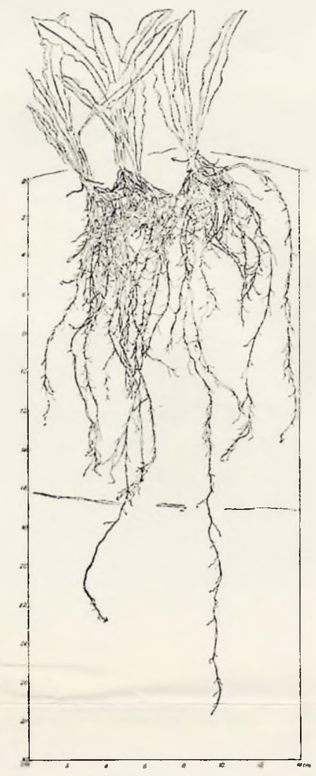
http://rcin.org.pl



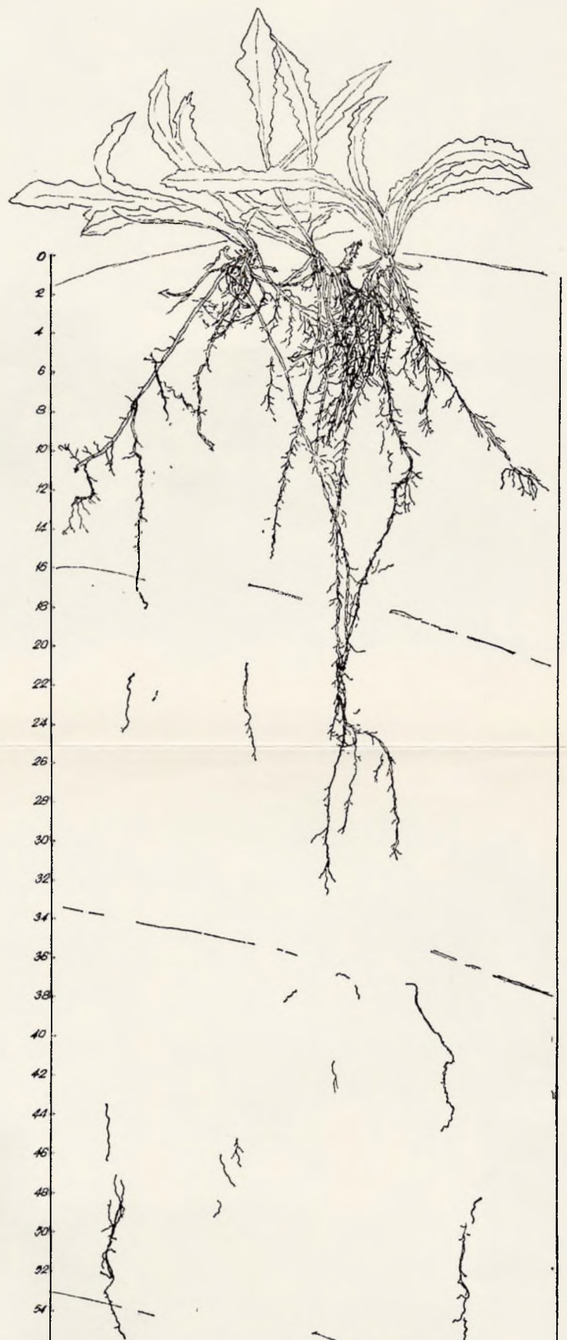
Ryc. (Fig.) 41. *Plantago media — Arrhenatheretum elatioris alchemilletosum*, 30.08.66



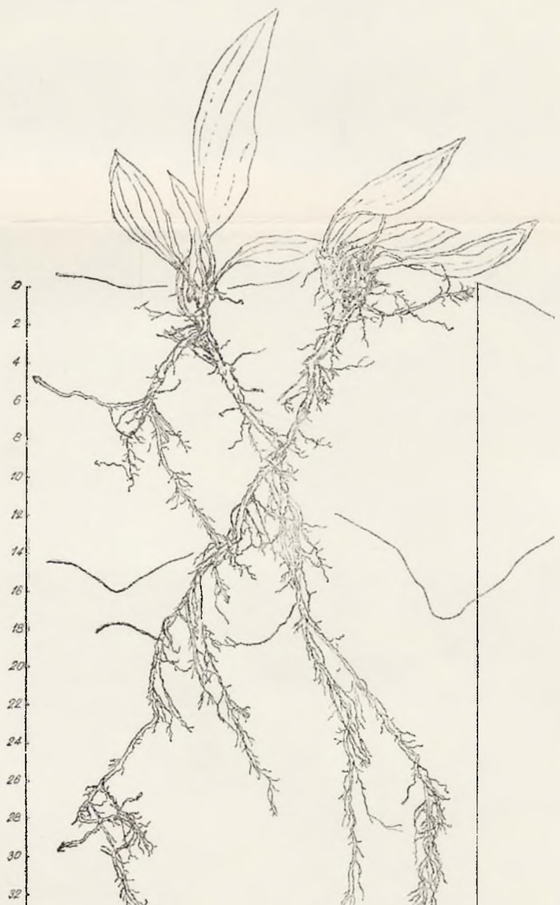
Ryc. (Fig.) 42. *Plantago media — Arrhenatheretum elatioris typicum*, 12.05.67



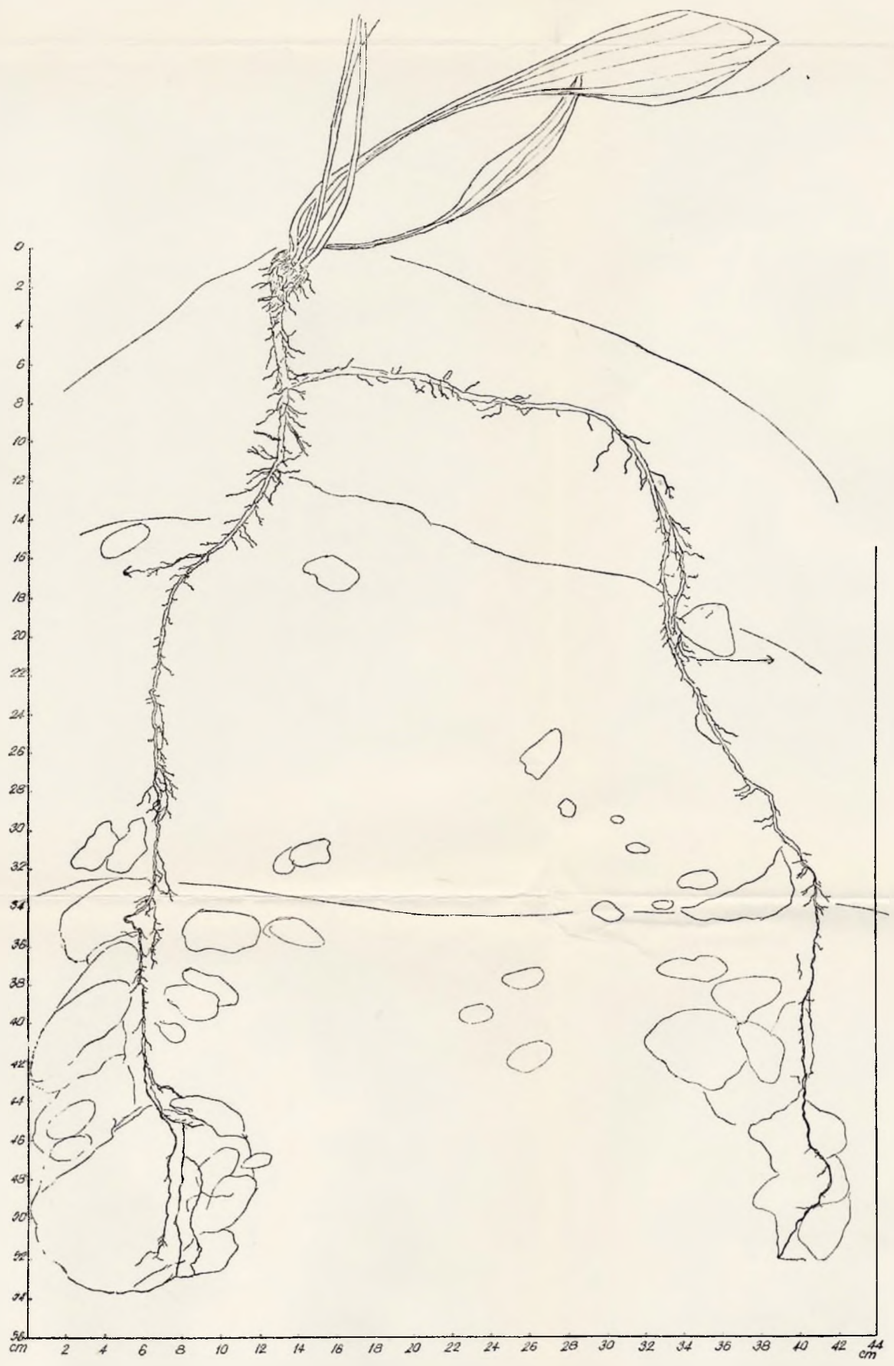
Ryc. (Fig.) 45. *Leontodon hispidus — Arrhenatheretum elatioris typicum*, 15.06.67



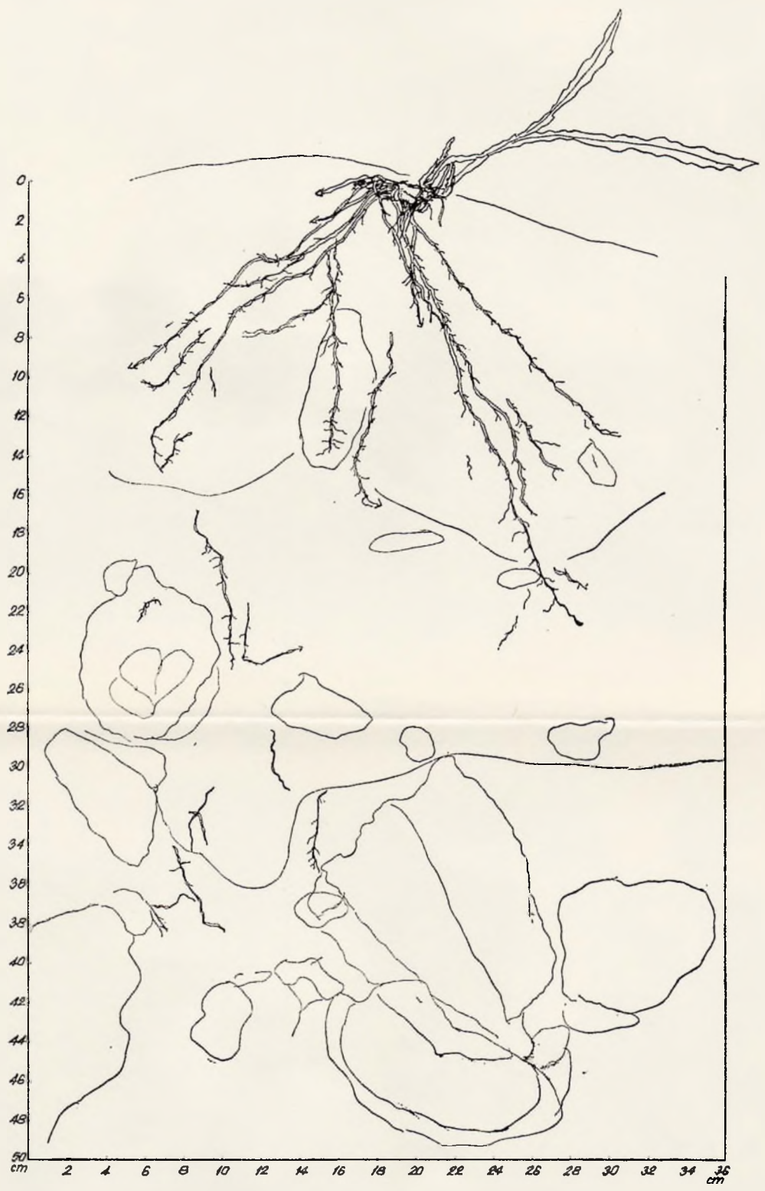
Ryc. (Fig.) 46. *Leontodon hispidus — Arrhenatheretum elatioris typicum*, 10.67



Ryc. (Fig.) 43. *Plantago media — Arrhenatheretum elatioris typicum*, 29.07.67

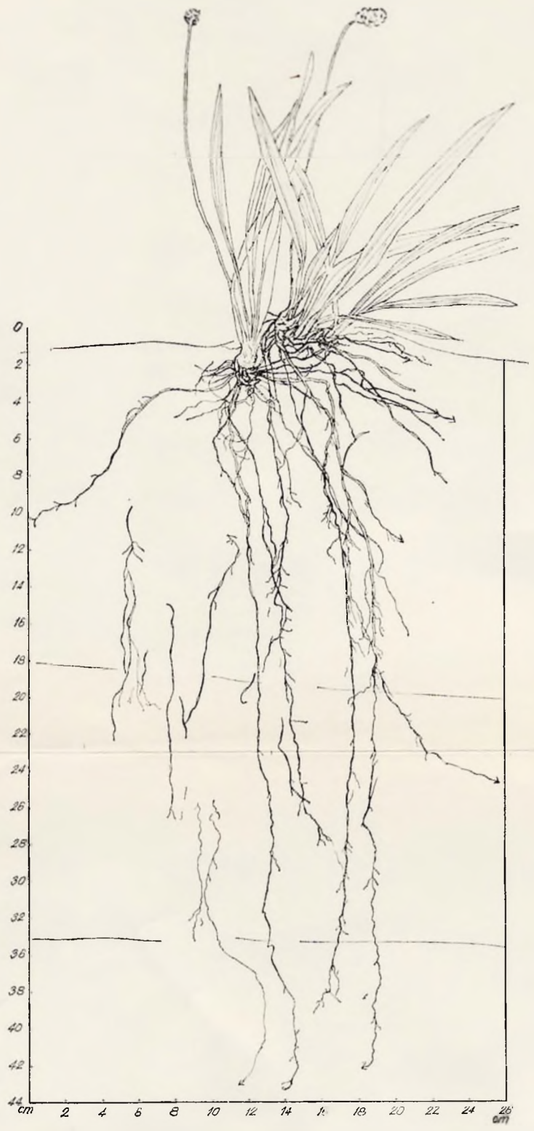


Ryc. (Fig.) 44. *Plantago media — Origano-Brachypodietum*, 16.09.67

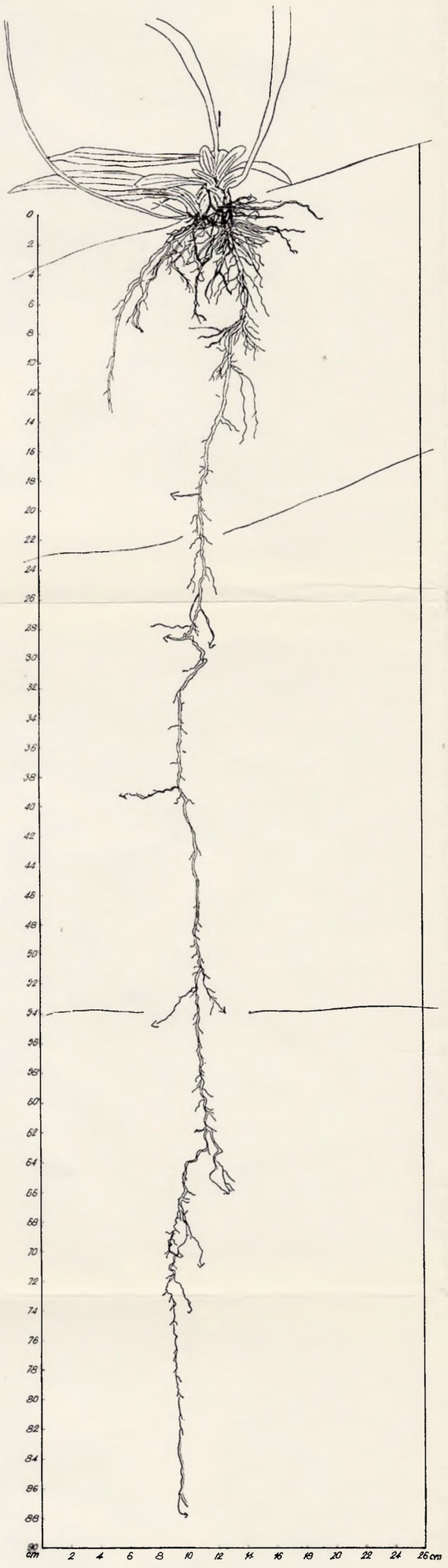


Ryc. (Fig.) 47. *Leontodon hispidus — Origano-Brachypodietum*, 10.67

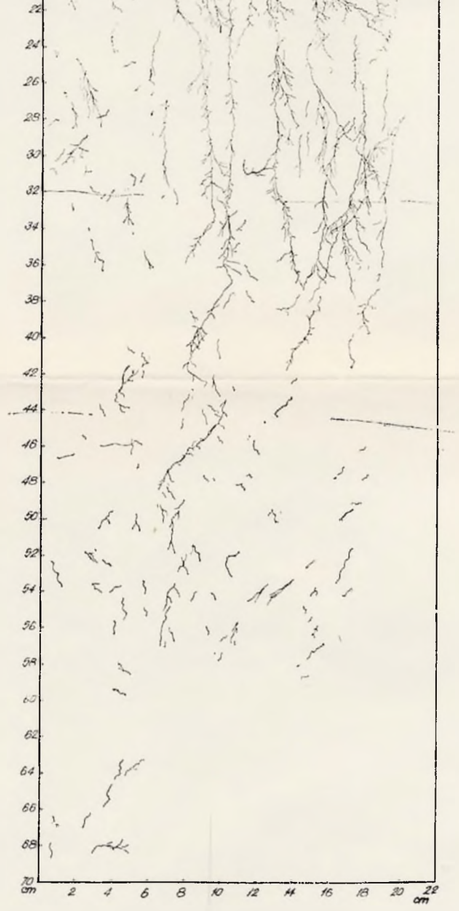
http://rcin.org.pl



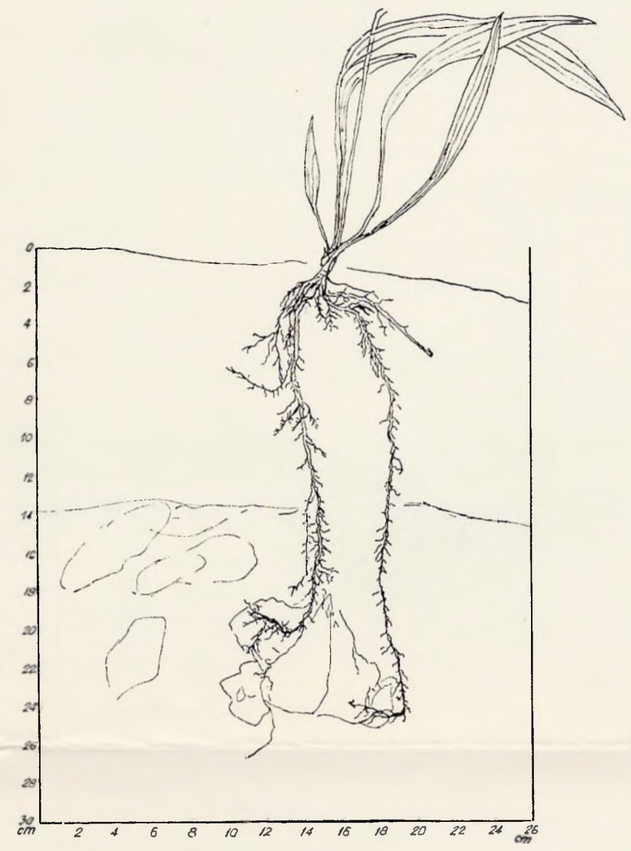
Ryc. (Fig.) 48. *Plantago lanceolata — Arrhenatheretum elatioris typicum*, 06.66



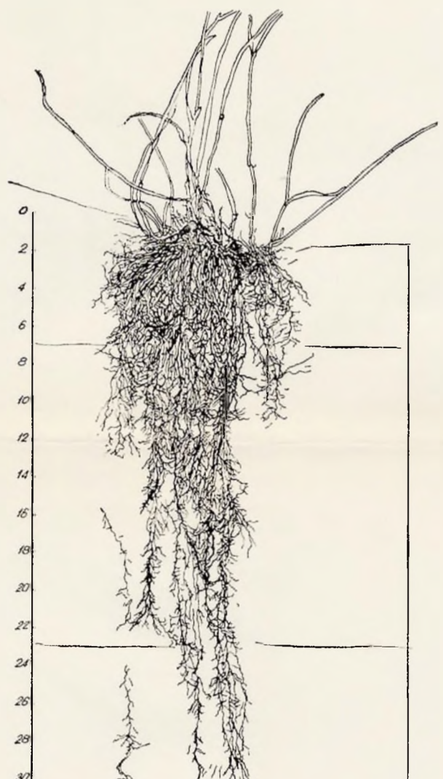
Ryc. (Fig.) 49. *Plantago lanceolata — Arrhenatheretum elatioris typicum*, 20.10.66



Ryc. (Fig.) 52. *Trisetum flavescens — Arrhenatheretum elatioris typicum*, 08.05.67

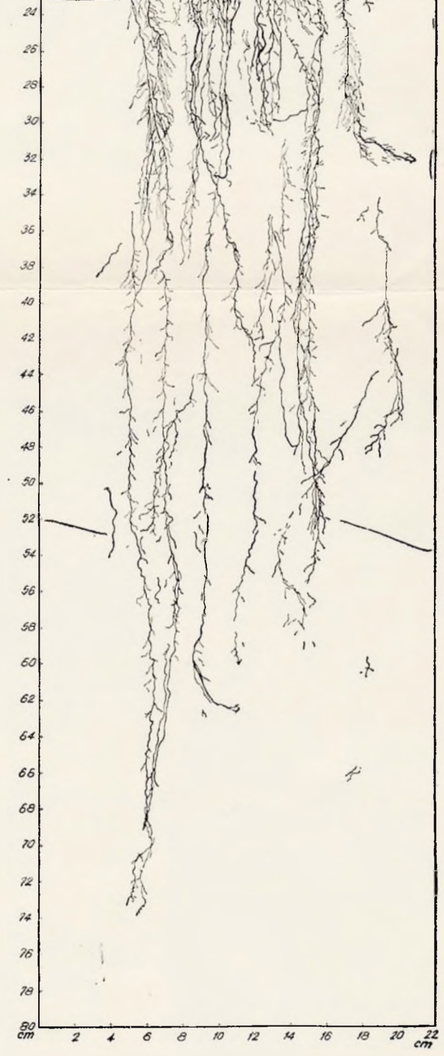


Ryc. (Fig.) 50. *Plantago lanceolata — Origano-Brachypodietum*, 09.67



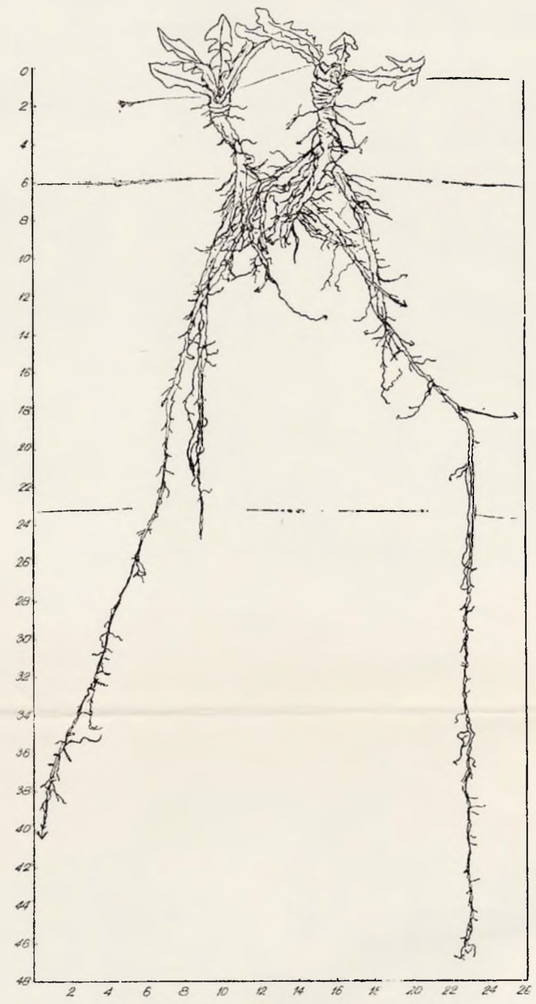
Ryc. (Fig.) 53. *Trisetum flavescens — Arrhenatheretum elatioris typicum*, 18.10.67

Ryc. (Fig.) 51. *Trisetum flavescens — Arrhenatheretum elatioris alchemilletosum*, 08.07.67

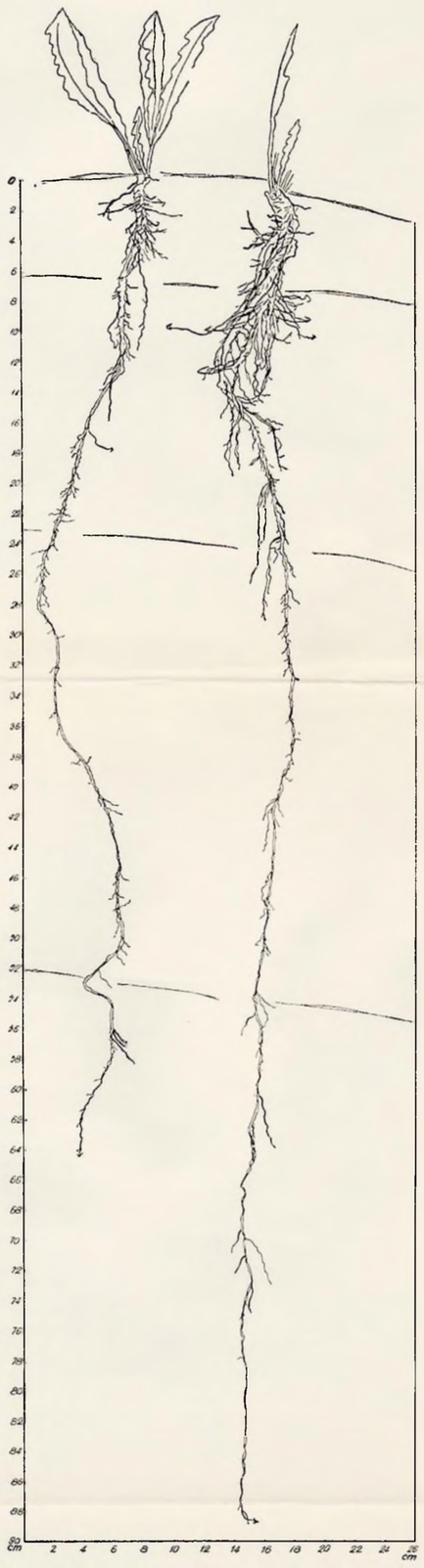


Ryc. (Fig.) 54. *Phleum pratense — Arrhenatheretum elatioris alchemilletosum*, 19.07.67

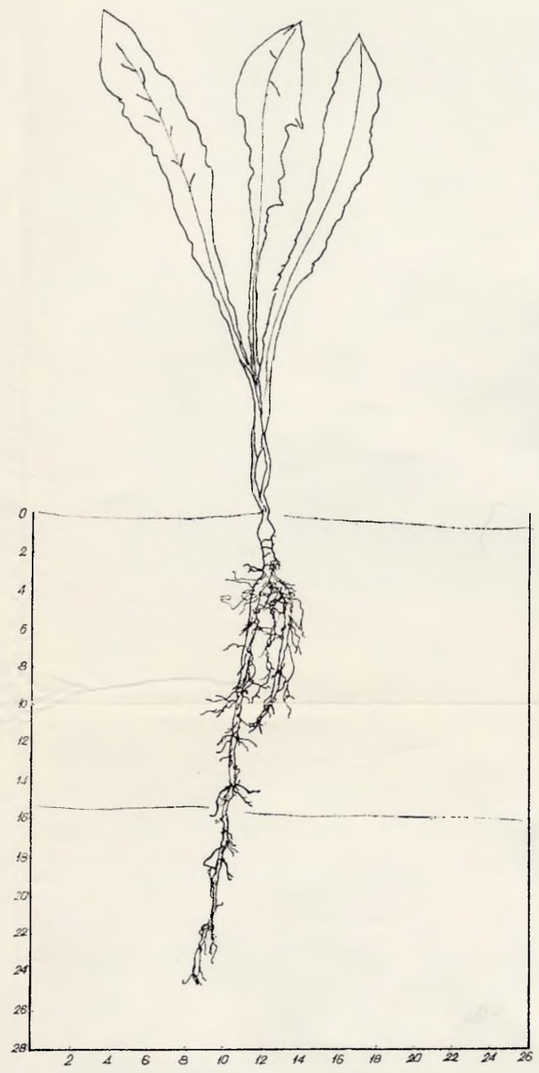
http://rcin.org.pl



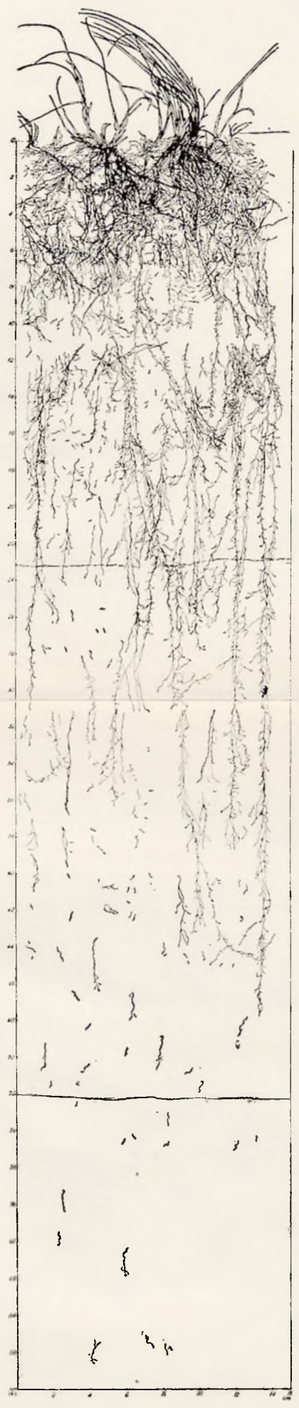
Ryc. (Fig.) 55. *Taraxacum officinale — Arrhenatheretum elatioris alchemilletosum*, 17.04.67



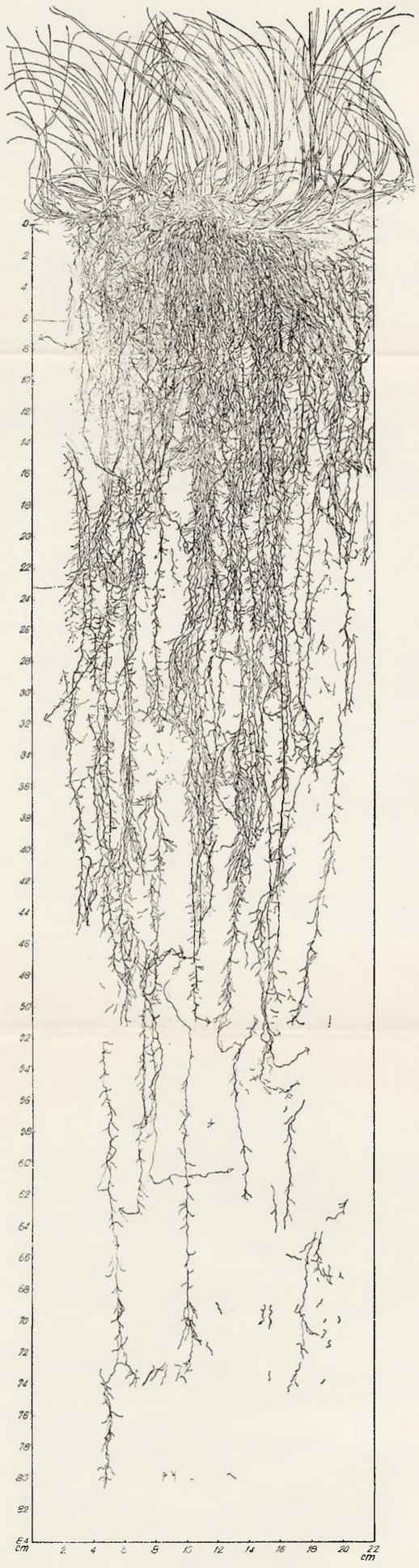
Ryc. (Fig.) 56. *Taraxacum officinale — Arrhenatheretum elatioris alchemilletosum*, 06.06.67



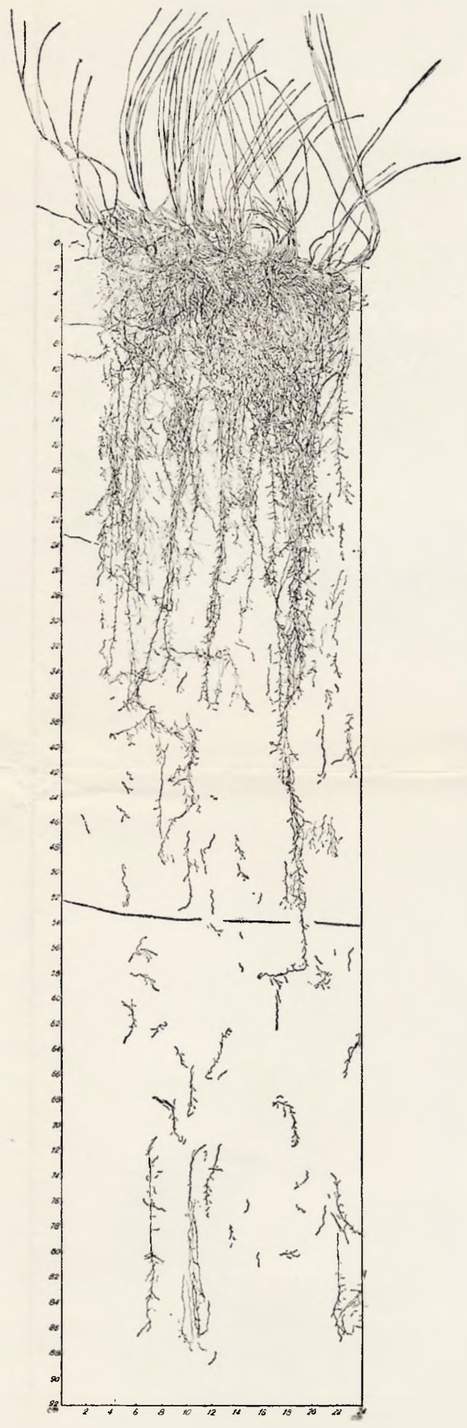
Ryc. (Fig.) 57. *Taraxacum officinale — Origano-Brachypodietum*, 22.07.67



Ryc. (Fig.) 58. *Festuca rubra — Arrhenatheretum elatioris alchemilletosum*, 04.67



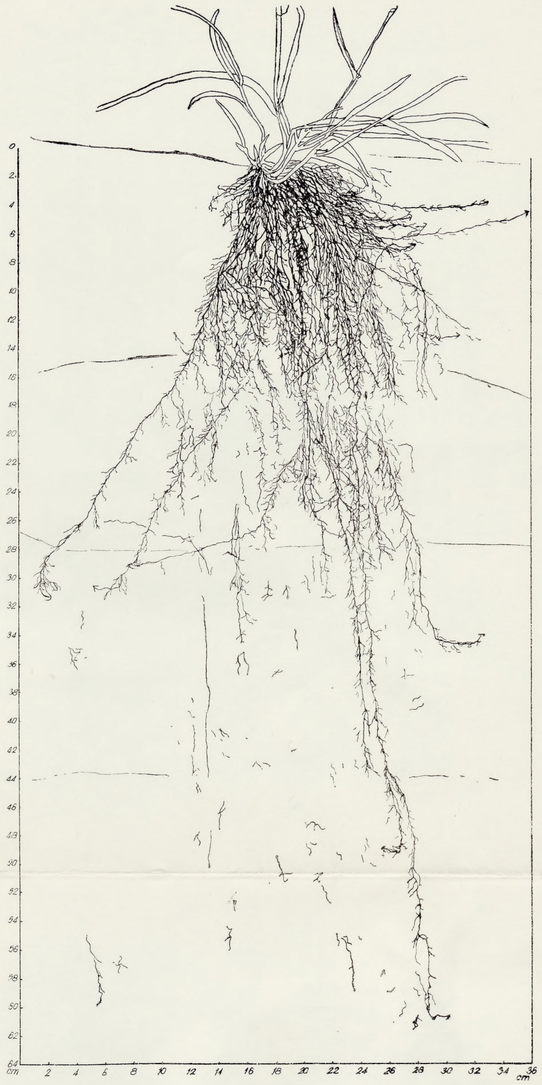
Ryc. (Fig.) 59. *Festuca rubra — Arrhenatheretum elatioris alchemilletosum*, 06.06.67



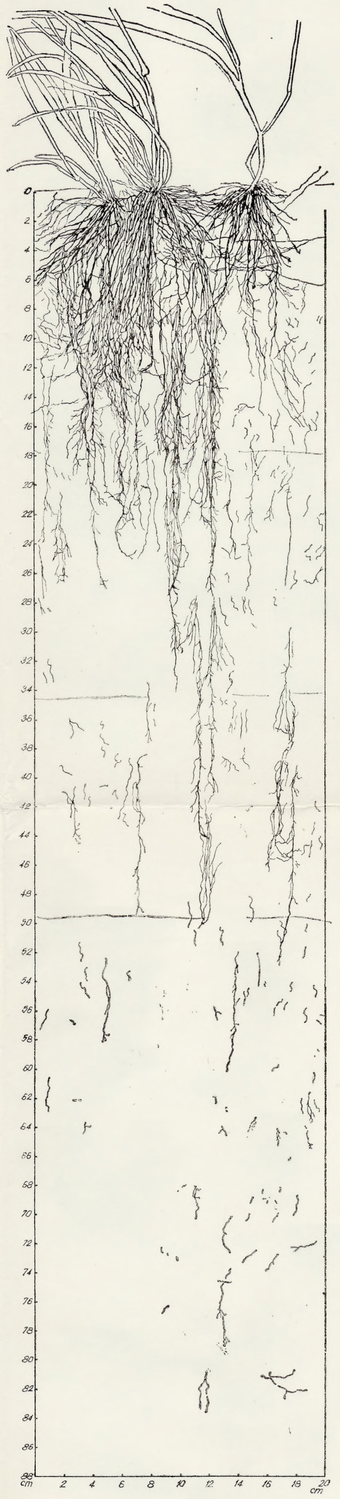
Ryc. (Fig.) 60. *Festuca rubra — Arrhenatheretum elatioris alchemilletosum*, 29.08.67

Ryc. (Fig.) 61. *Festuca rubra — Origano-Brachypodietum*, 11.67

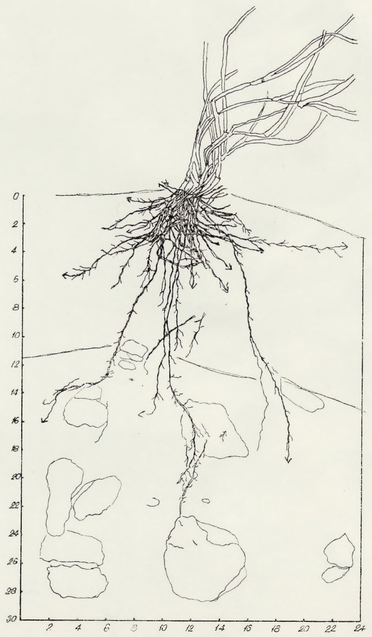
http://rcin.org.pl



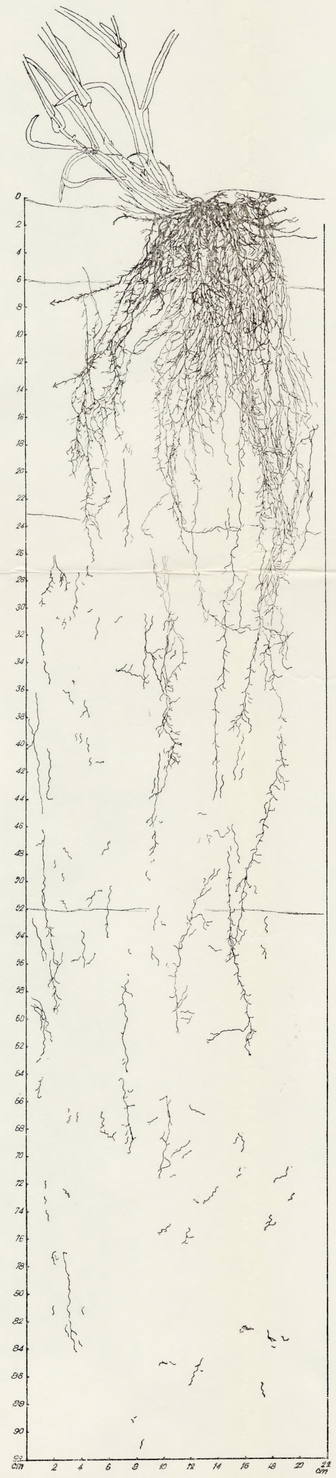
Ryc. (Fig.) 62. *Festuca pratensis — Arrhenatheretum elatioris typicum*, 13.06.67



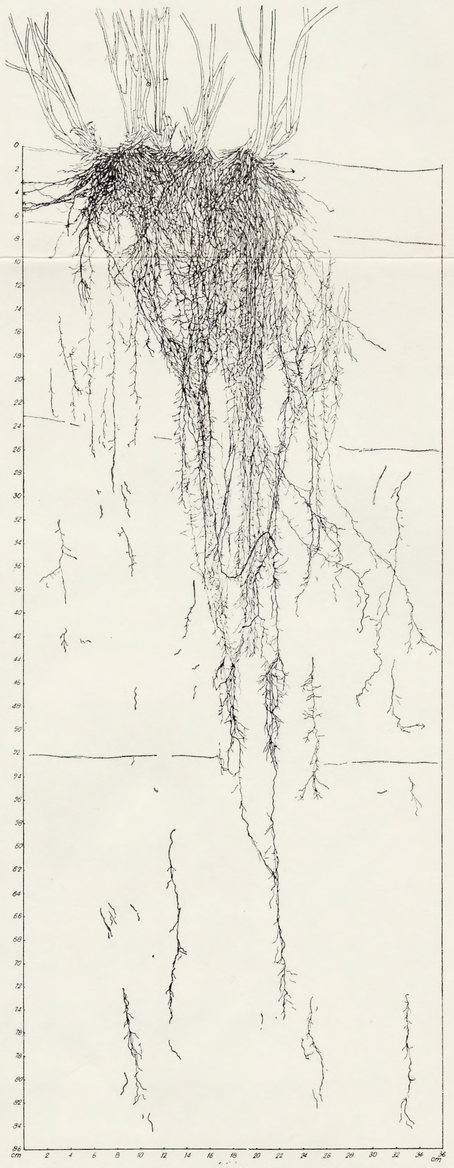
Ryc. (Fig.) 63. *Festuca pratensis — Arrhenatheretum elatioris typicum*, 16.07.66



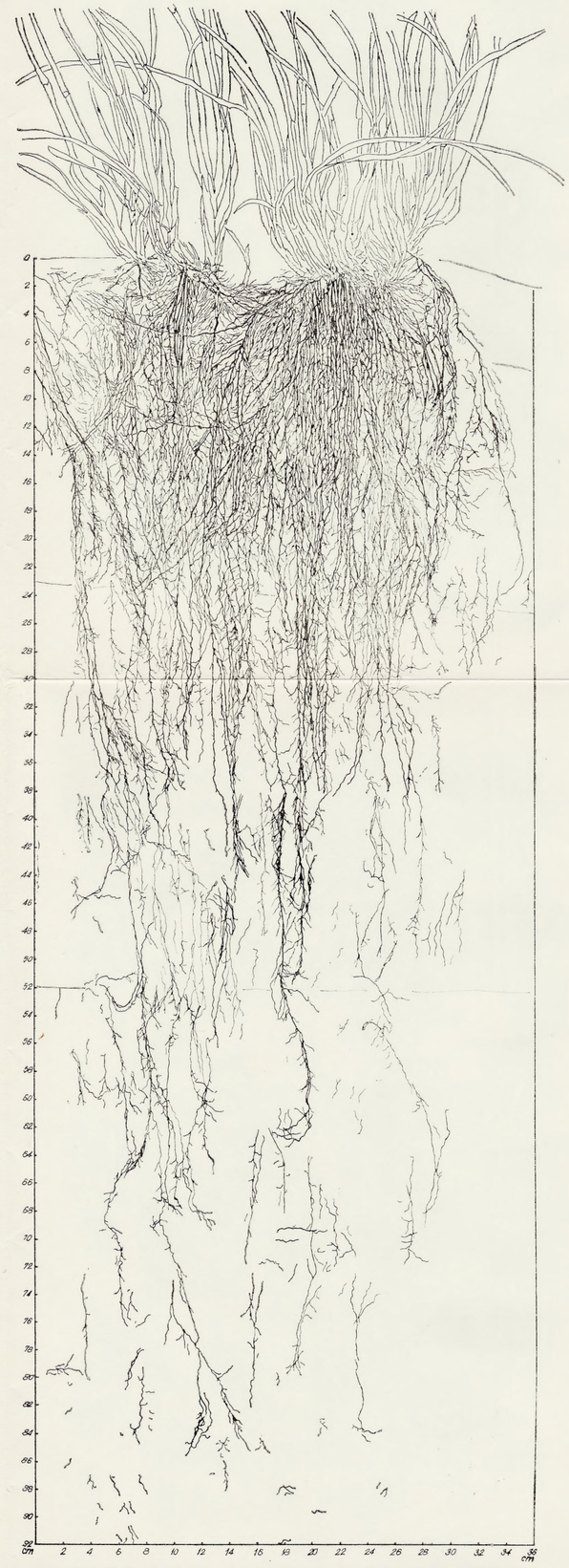
Ryc. (Fig.) 64. *Festuca pratensis — Origano-Brachypodietum*, 07.67



Ryc. (Fig.) 65. *Dactylis glomerata — Arrhenatheretum elatioris alchemilletosum*, 15.05.67

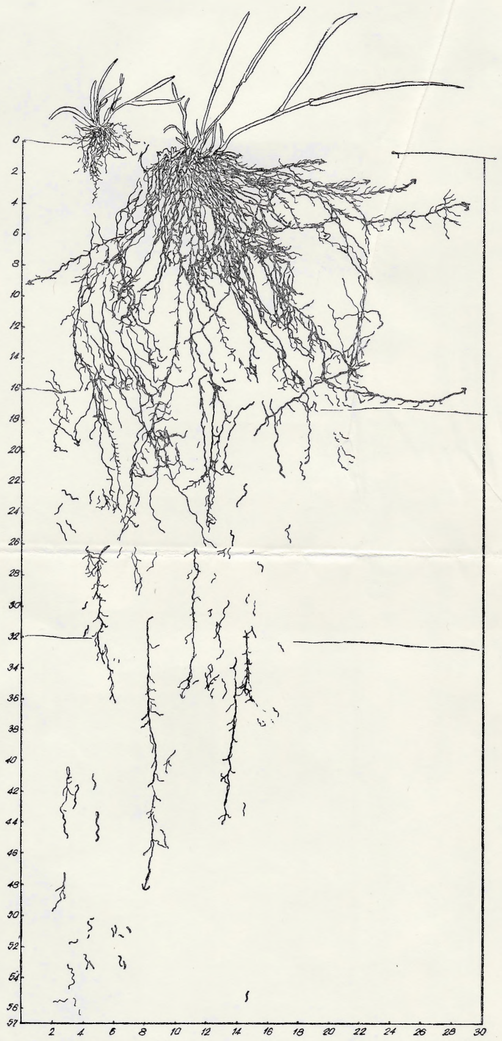


Ryc. (Fig.) 66. *Dactylis glomerata — Arrhenatheretum elatioris alchemilletosum*, 11.07.67

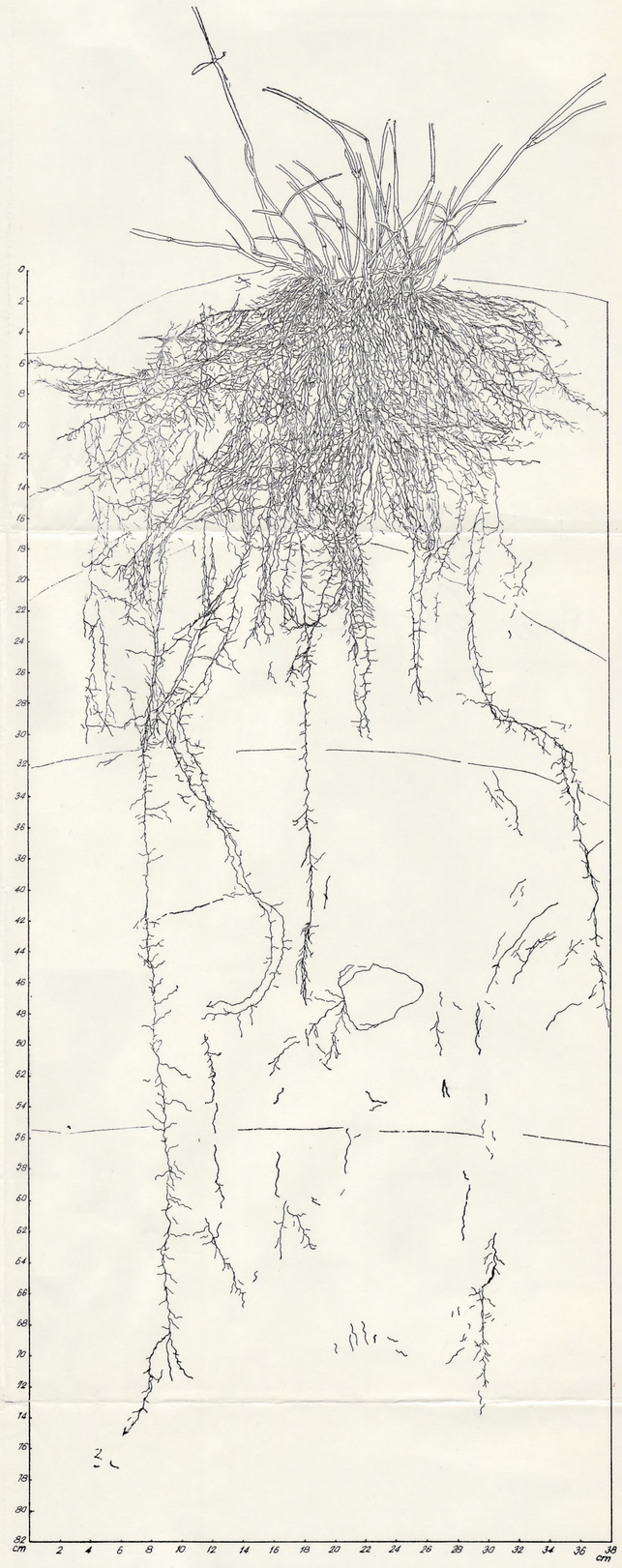


Ryc. (Fig.) 67. *Dactylis glomerata — Arrhenatheretum elatioris alchemilletosum*, 13.10.67

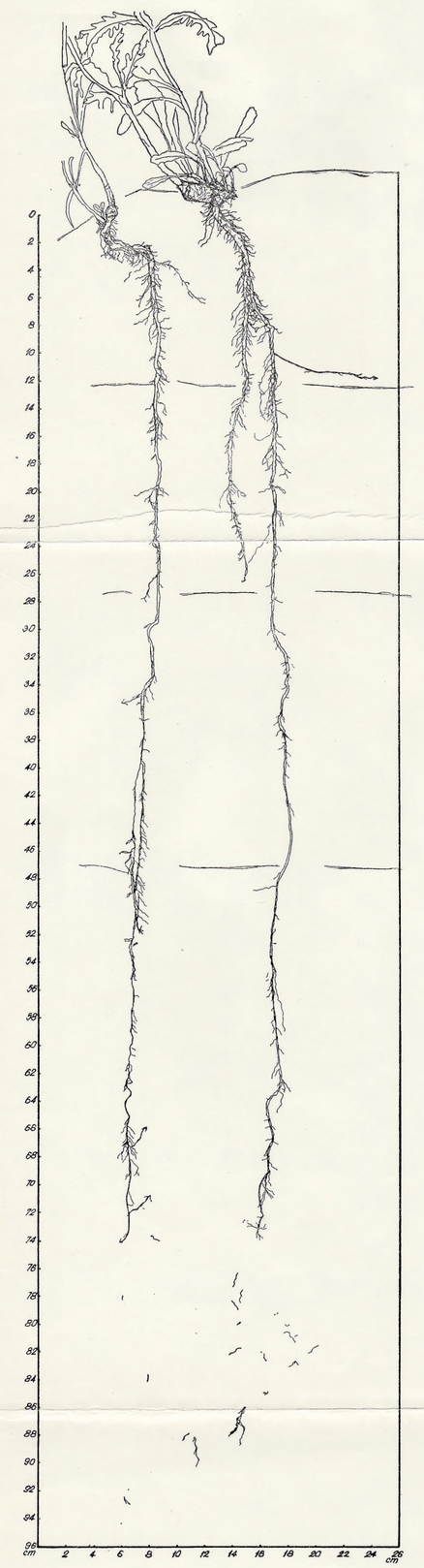
http://rcin.org.pl



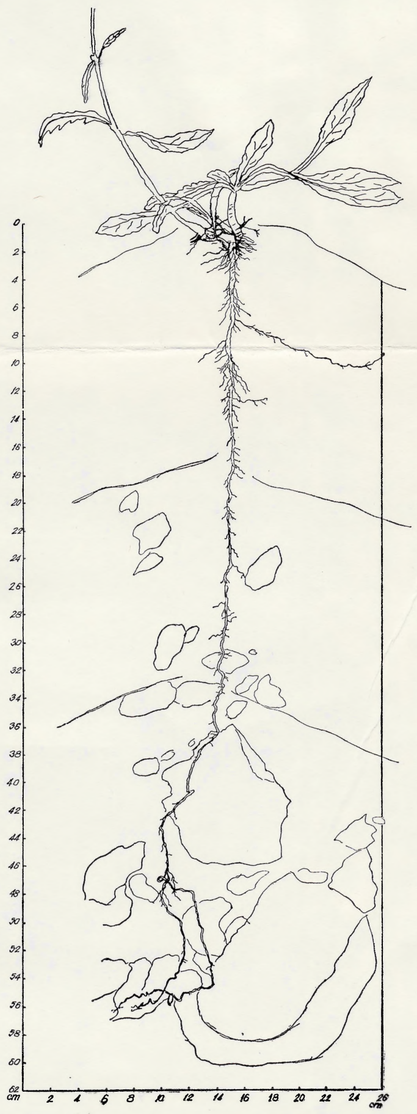
Ryc. (Fig.) 68. *Arrhenatherum elatius — Arrhenatheretum elatioris typicum*, 21.04.67



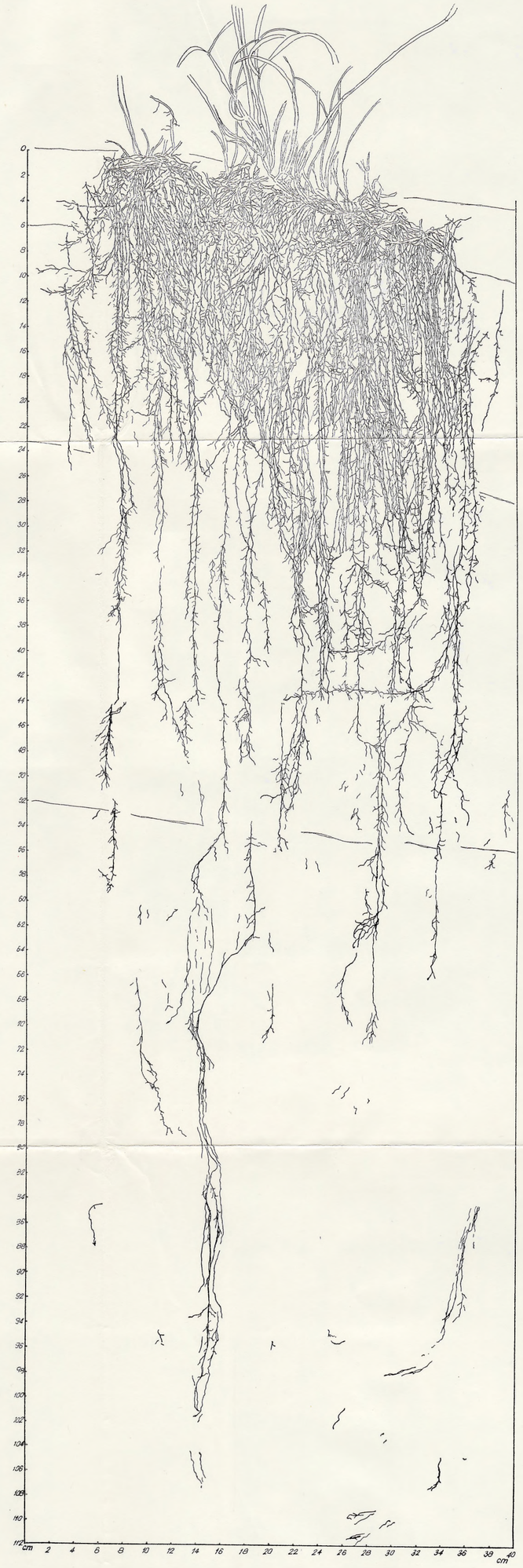
Ryc. (Fig.) 69. *Arrhenatherum elatius — Arrhenatheretum elatioris typicum*, 17.10.67



Ryc. (Fig.) 70. *Knautia arvensis — Arrhenatheretum elatioris typicum*, 27.07.66

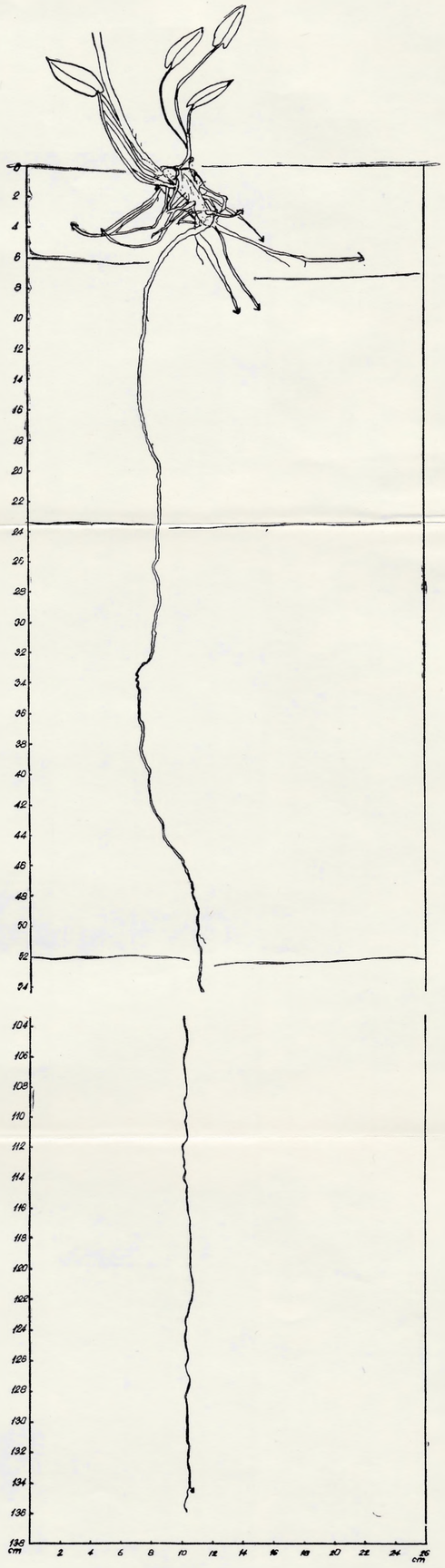


Ryc. (Fig.) 71. *Knautia arvensis — Origano-Brachypodietum*, 07.11.67

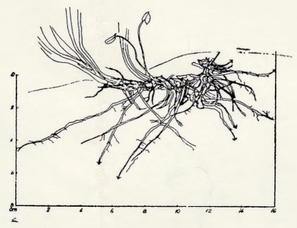


Ryc. (Fig.) 72. *Alopecurus pratensis — Arrhenatheretum elatioris alchemilletosum*, 20.10.67

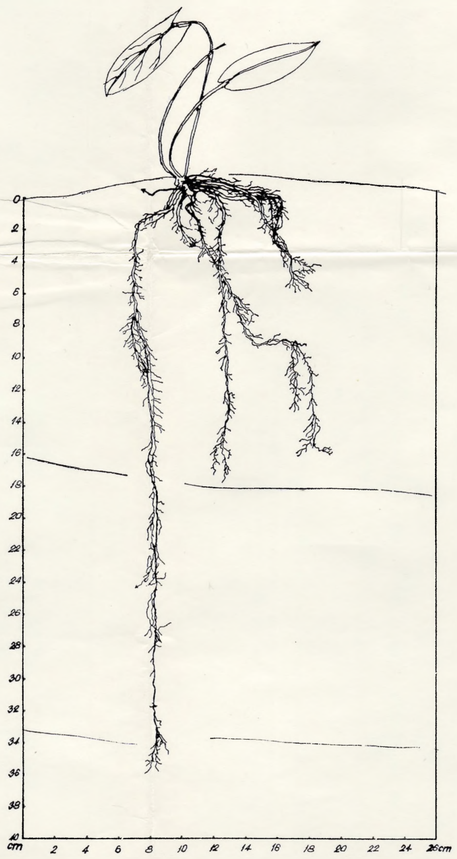
http://rcin.org.pl



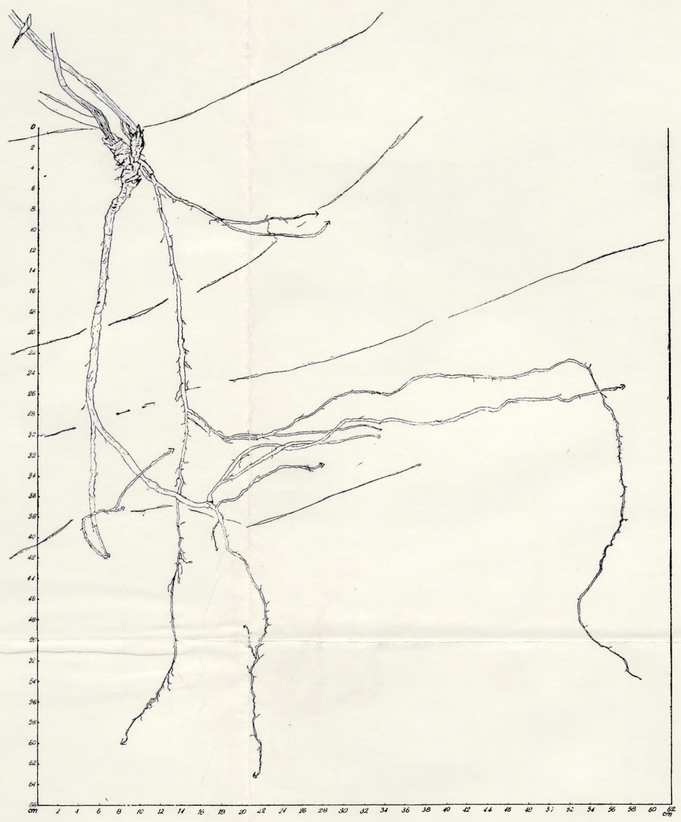
Ryc. (Fig.) 73. *Rumex acetosa — Arrhenatheretum elatioris alchemilletosum*, 05.66



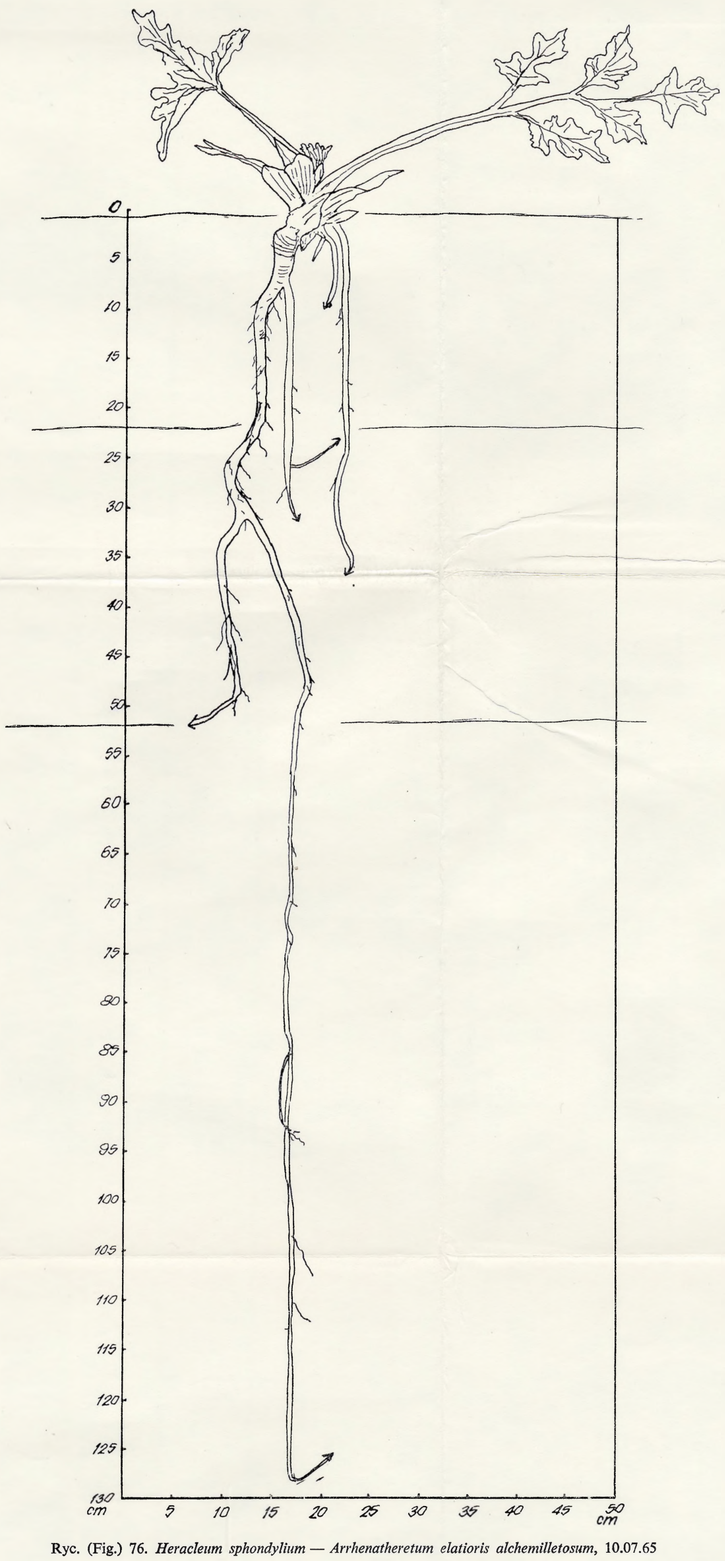
Ryc. (Fig.) 74. *Rumex acetosa — Arrhenatheretum elatioris alchemilletosum*, 09.10.67



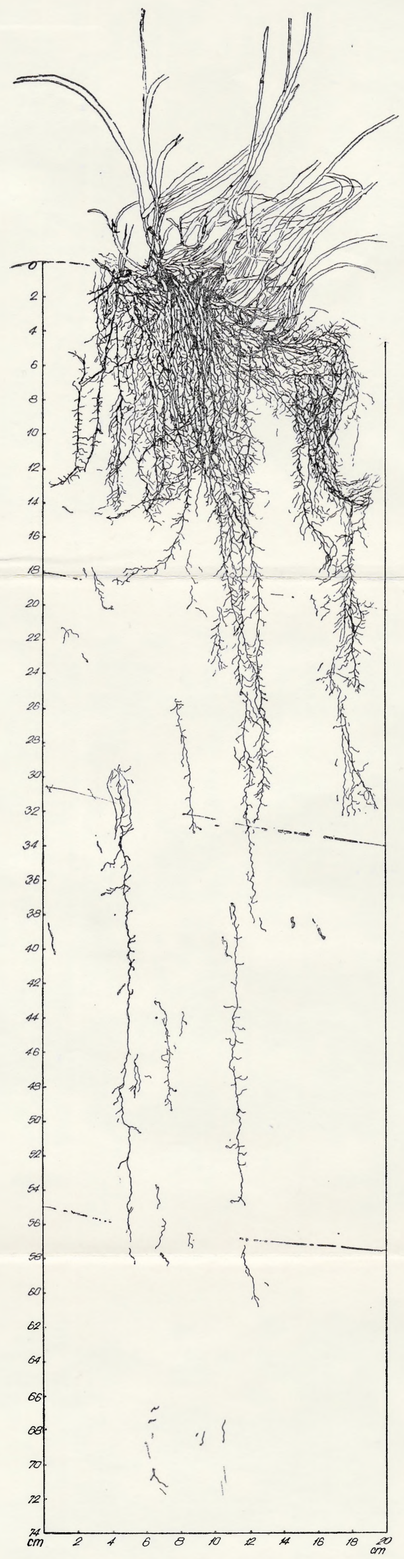
Ryc. (Fig.) 75. *Rumex acetosa — Arrhenatheretum elatioris typicum*, 30.08.67



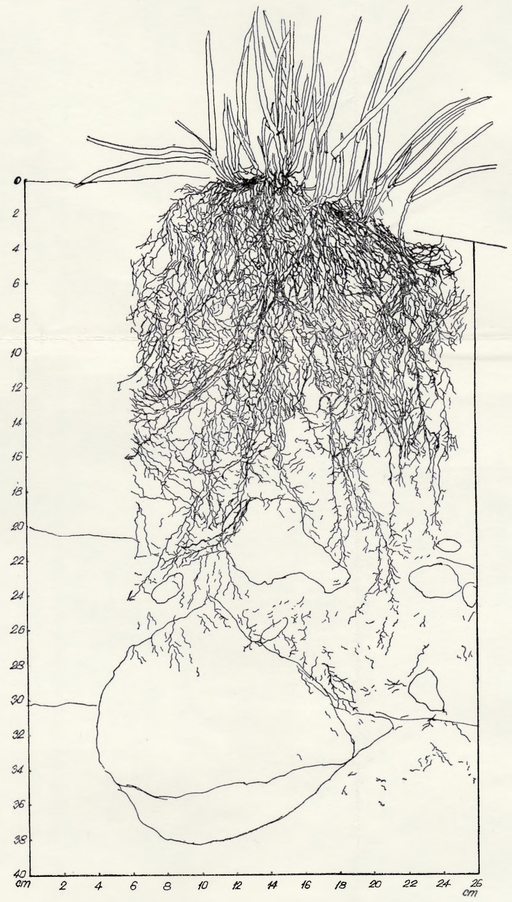
Ryc. (Fig.) 77. *Heracleum sphondylium — Arrhenatheretum elatioris typicum*, 30.08.67



Ryc. (Fig.) 76. *Heracleum sphondylium — Arrhenatheretum elatioris alchemilletosum*, 10.07.65

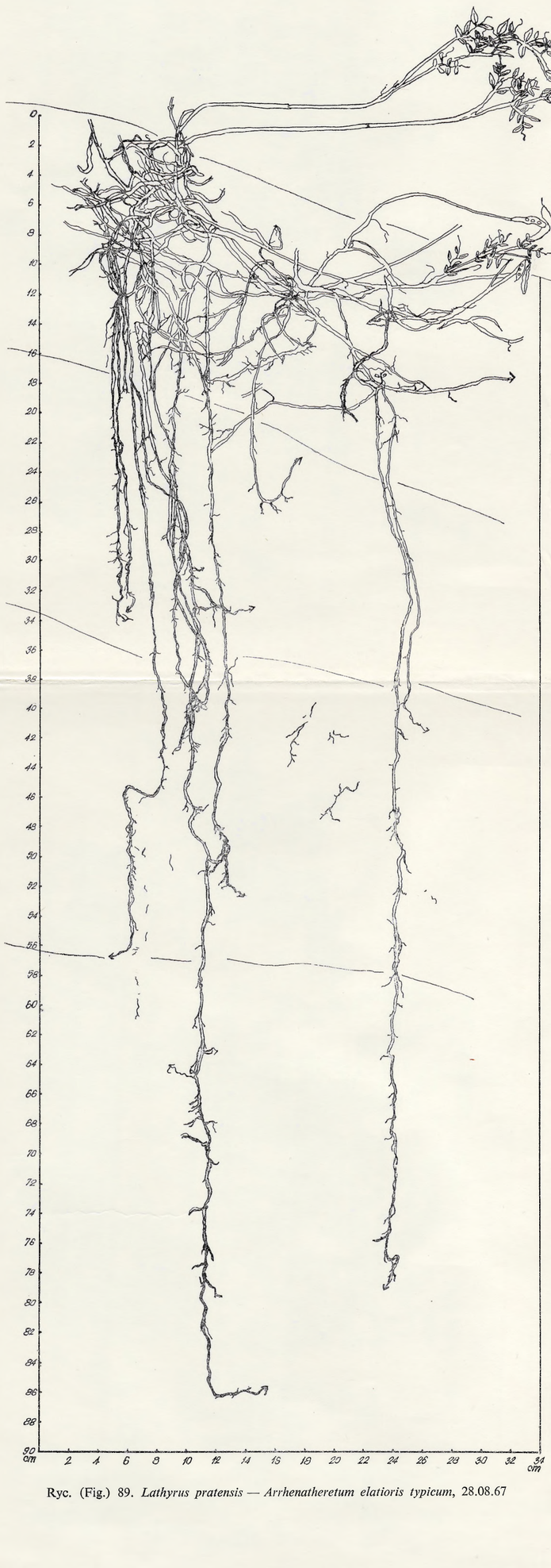


Ryc. (Fig.) 87. *Briza media — Arrhenatheretum elatioris typicum*, 20.08.67

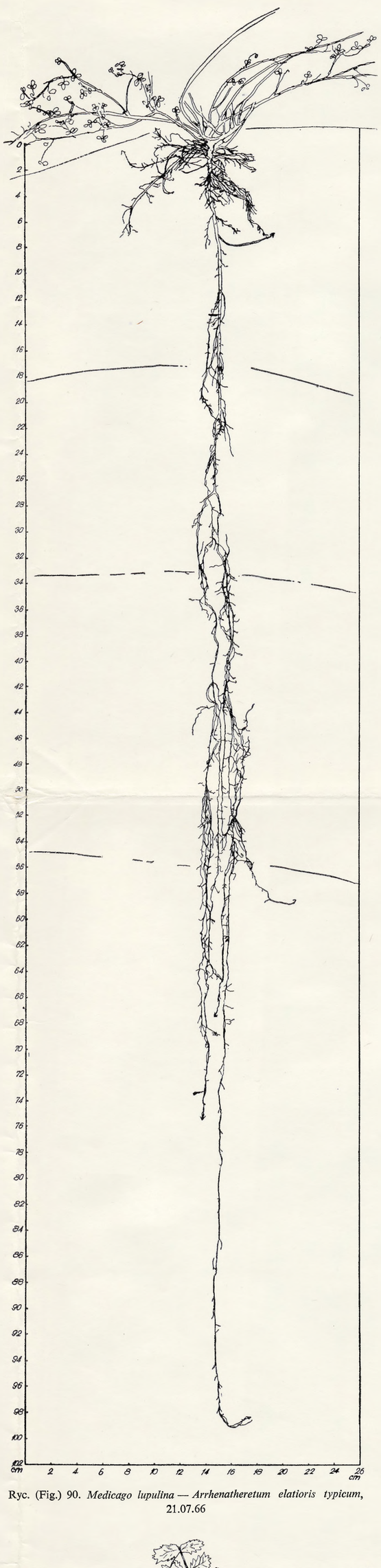


Ryc. (Fig.) 88. *Briza media — Origano-Brachypodietum*, 15.10.67

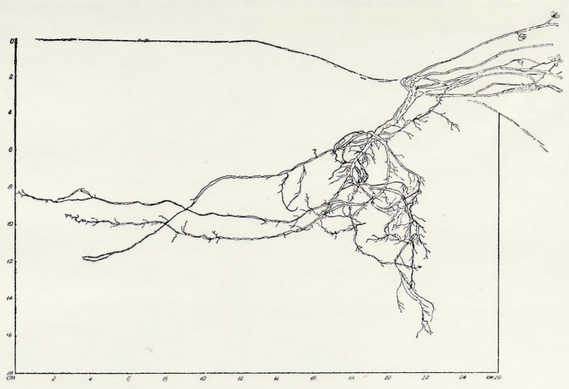
http://rcin.org.pl



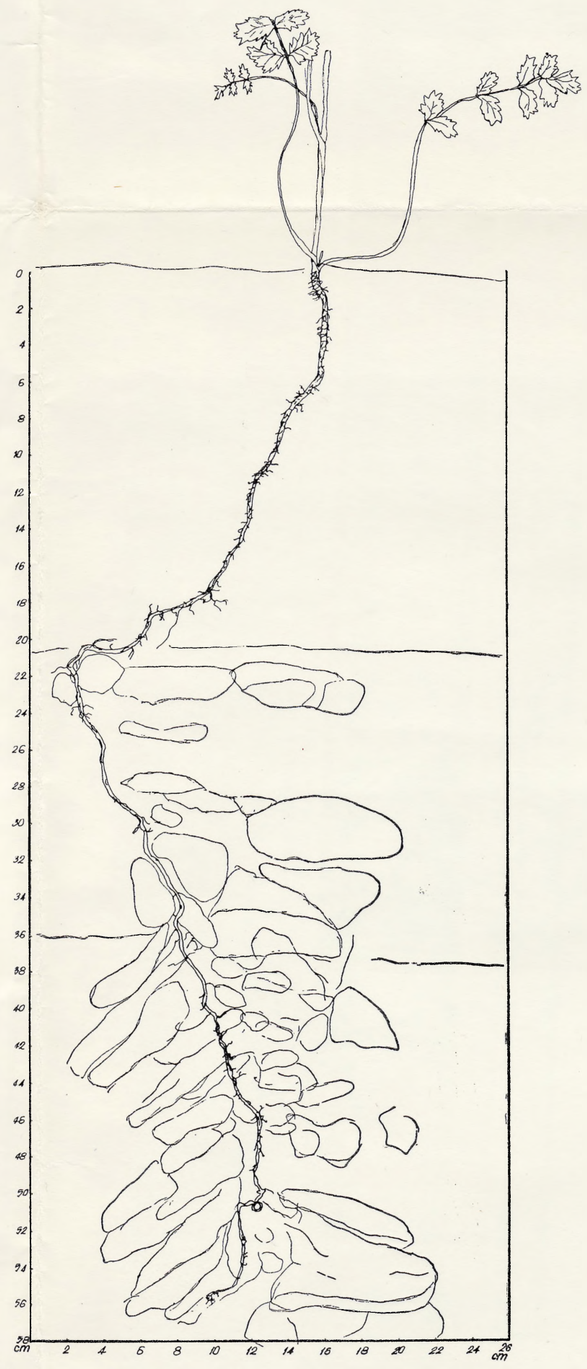
Ryc. (Fig.) 89. *Lathyrus pratensis — Arrhenatheretum elatioris typicum*, 28.08.67



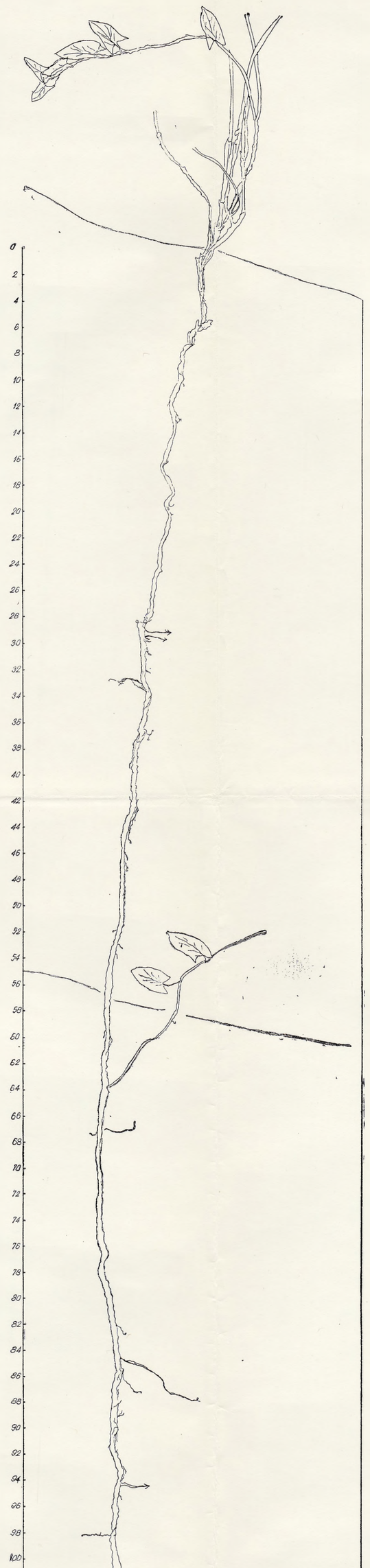
Ryc. (Fig.) 90. *Medicago lupulina — Arrhenatheretum elatioris typicum*, 21.07.66



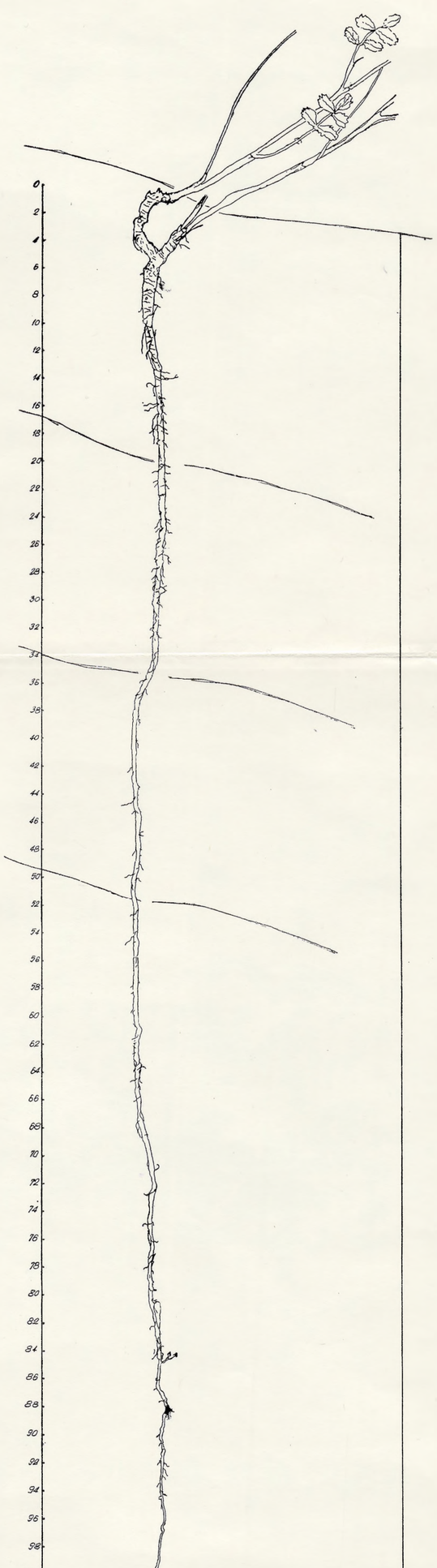
Ryc. (Fig.) 91. *Medicago lupulina — Origano-Brachypodietum*, 13.09.67



Ryc. (Fig.) 94. *Pimpinella saxifraga — Origano-Brachypodietum*, 13.10.67

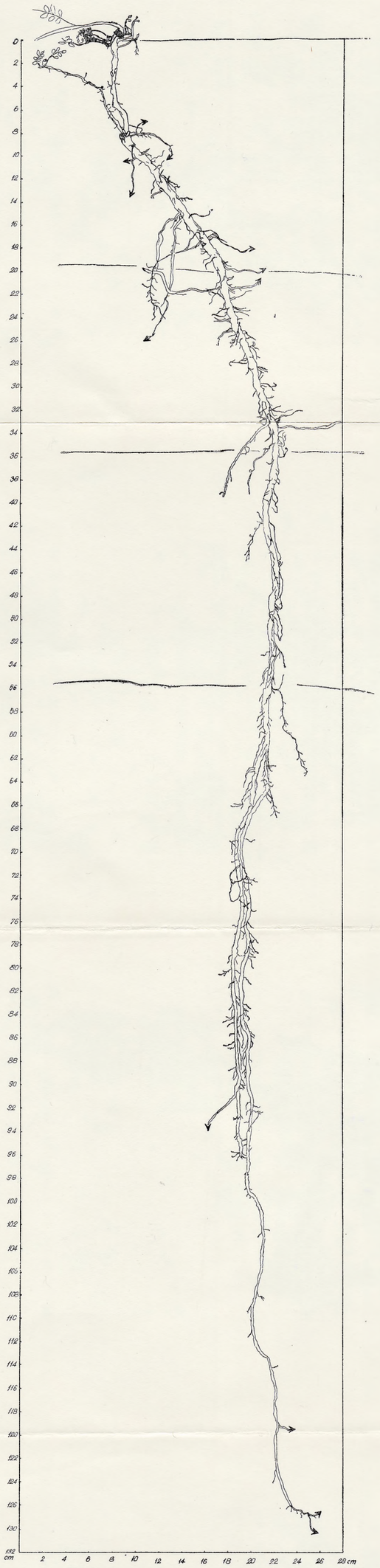


Ryc. (Fig.) 92. *Convolvulus arvensis — Arrhenatheretum elatioris typicum*, 10.10.66

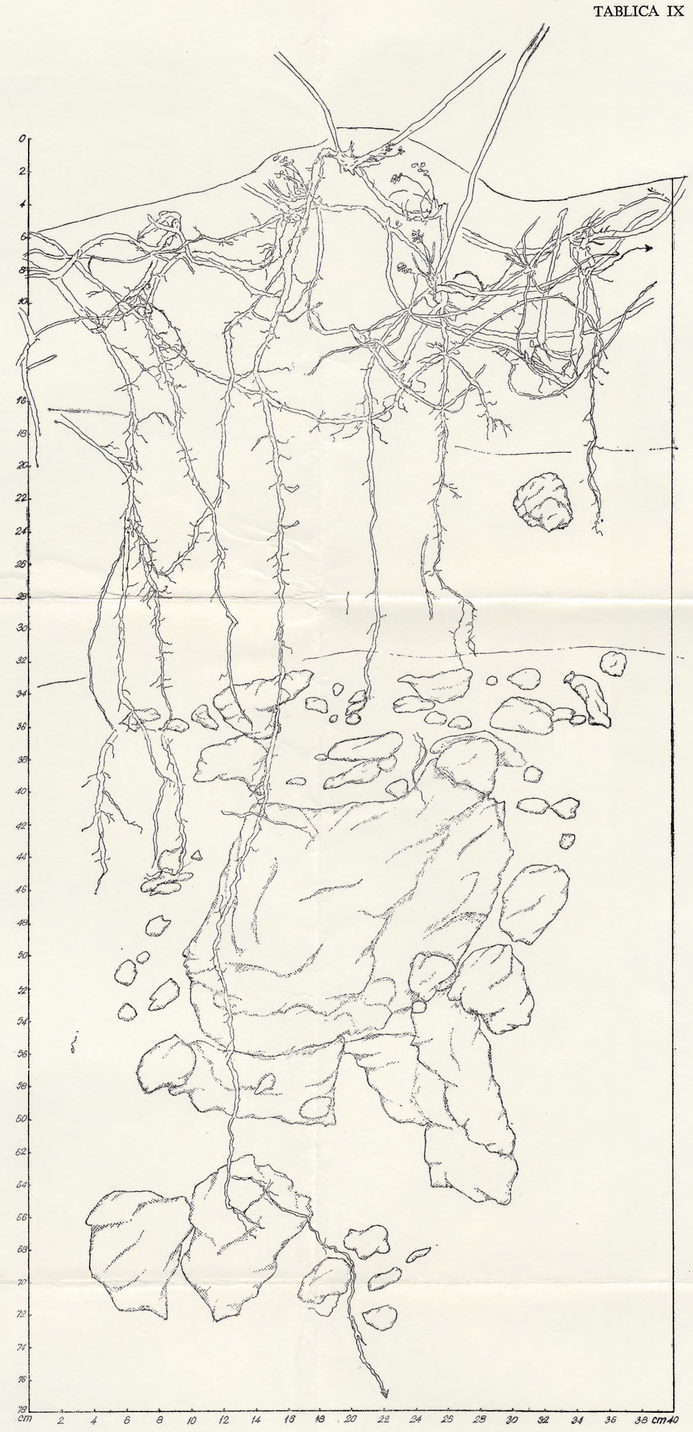


Ryc. (Fig.) 93. *Pimpinella saxifraga — Arrhenatheretum elatioris typicum*, 17.10.66

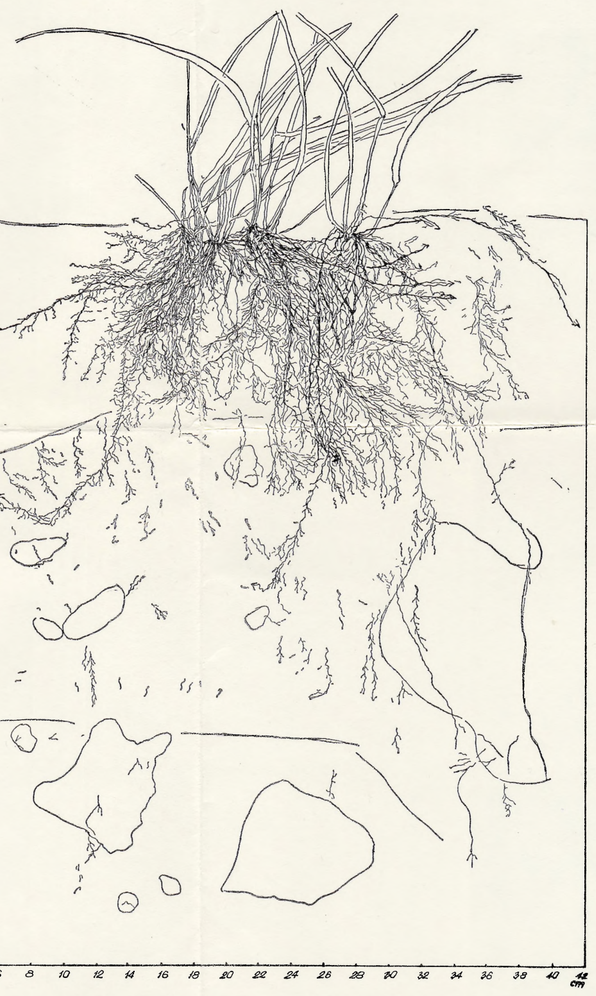
http://rcin.org.pl



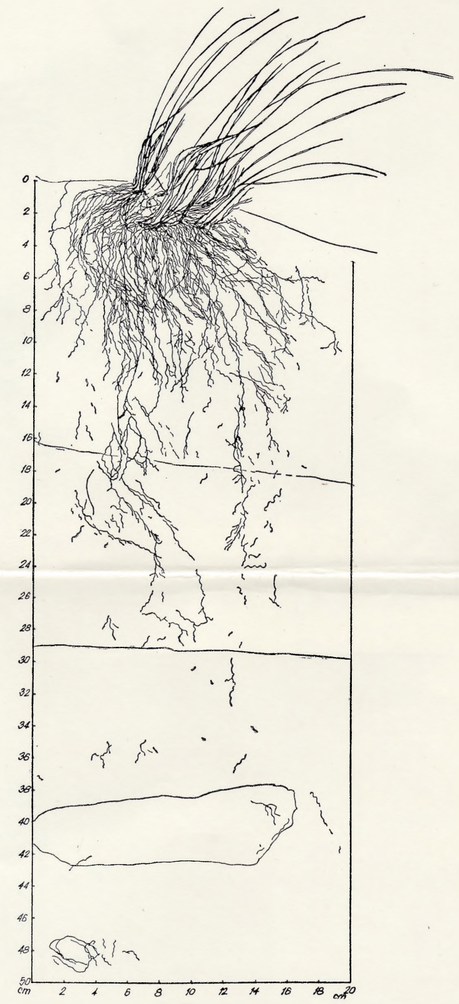
Ryc. (Fig.) 95. *Coronilla varia — Arrhenatheretum elatioris typicum*, 20.10.66



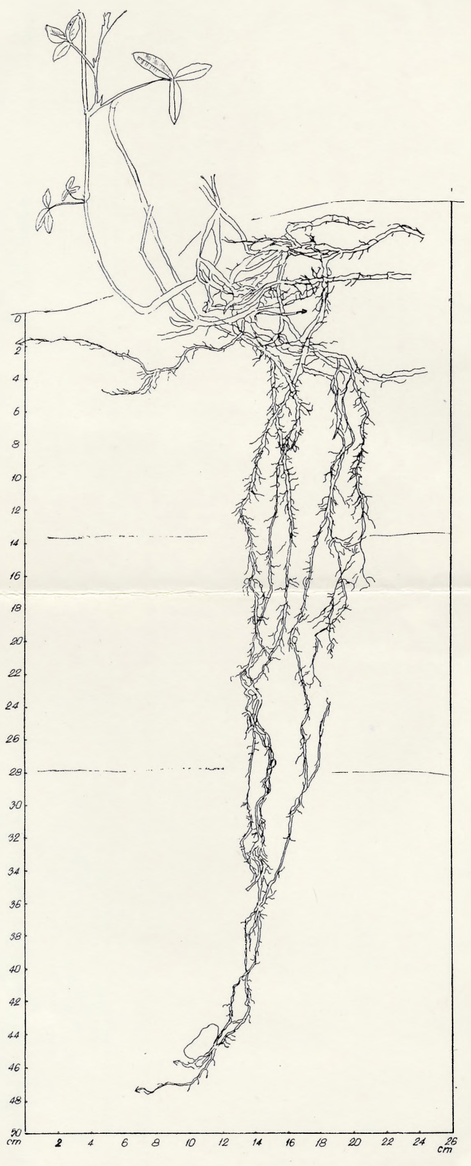
Ryc. (Fig.) 96. *Coronilla varia — Origano-Brachypodietum*, 30.10.67



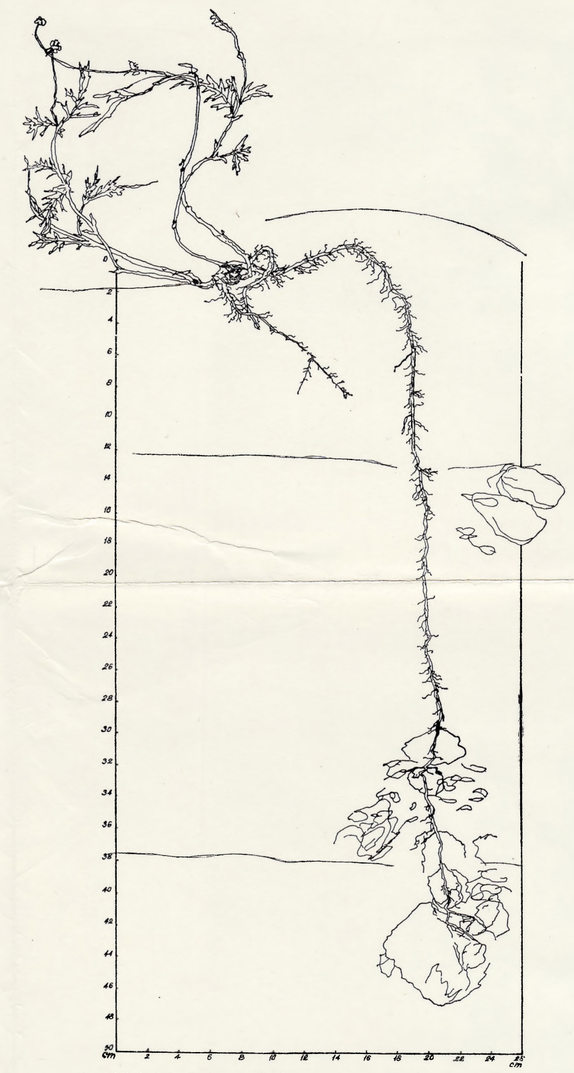
Ryc. (Fig.) 100. *Phleum Boehmeri — Origano-Brachypodietum*, 19.09.67



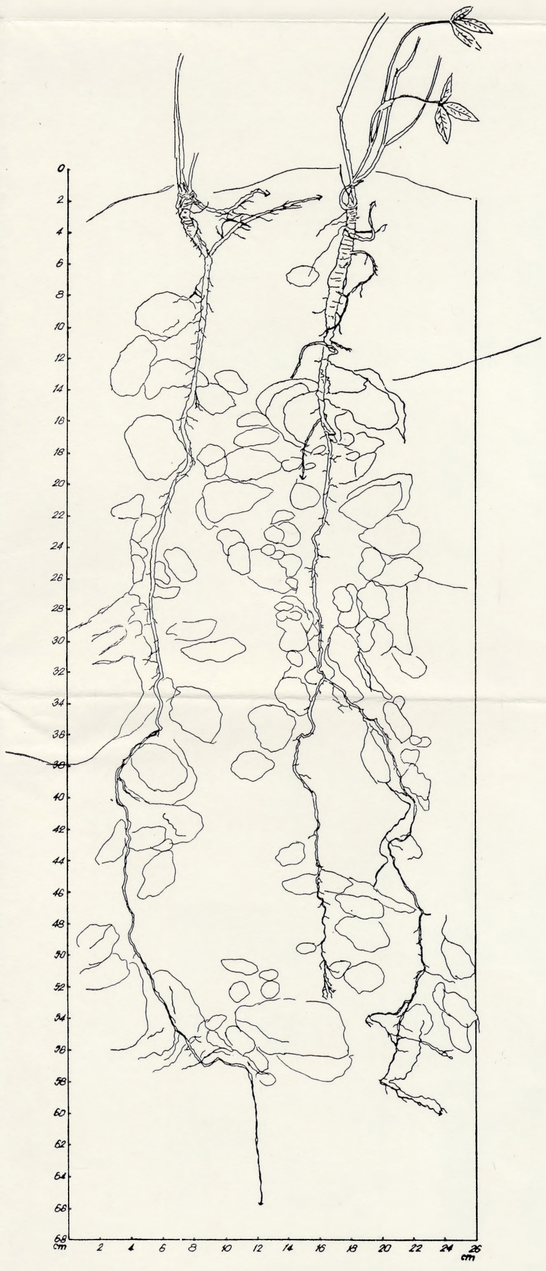
Ryc. (Fig.) 102. *Festuca sulcata — Origano-Brachypodietum*, 29.09.67



Ryc. (Fig.) 104. *Trifolium medium — Origano-Brachypodietum*, 23.06.67

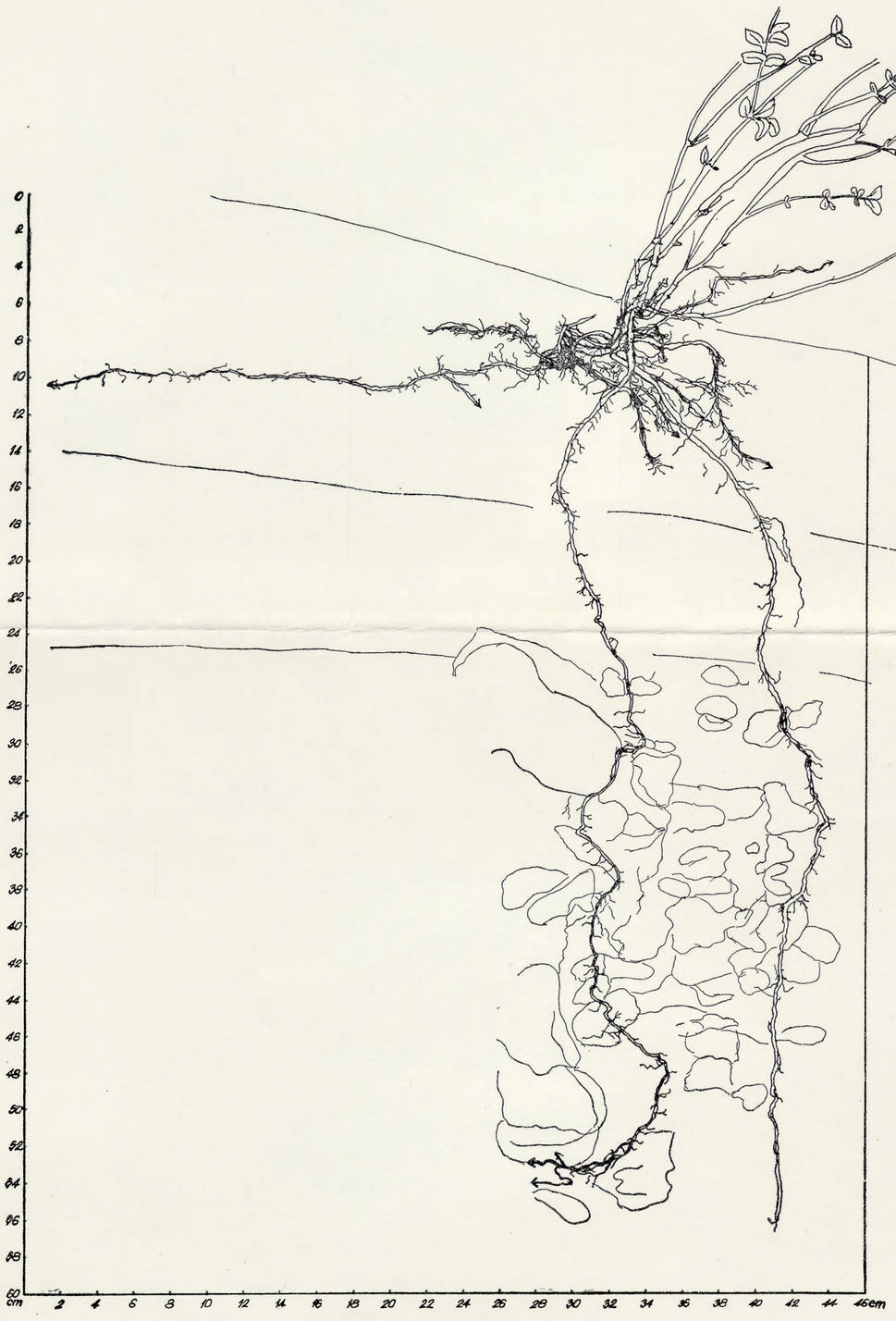


Ryc. (Fig.) 103. *Scabiosa ochroleuca — Origano-Brachypodietum*, 3.11.67

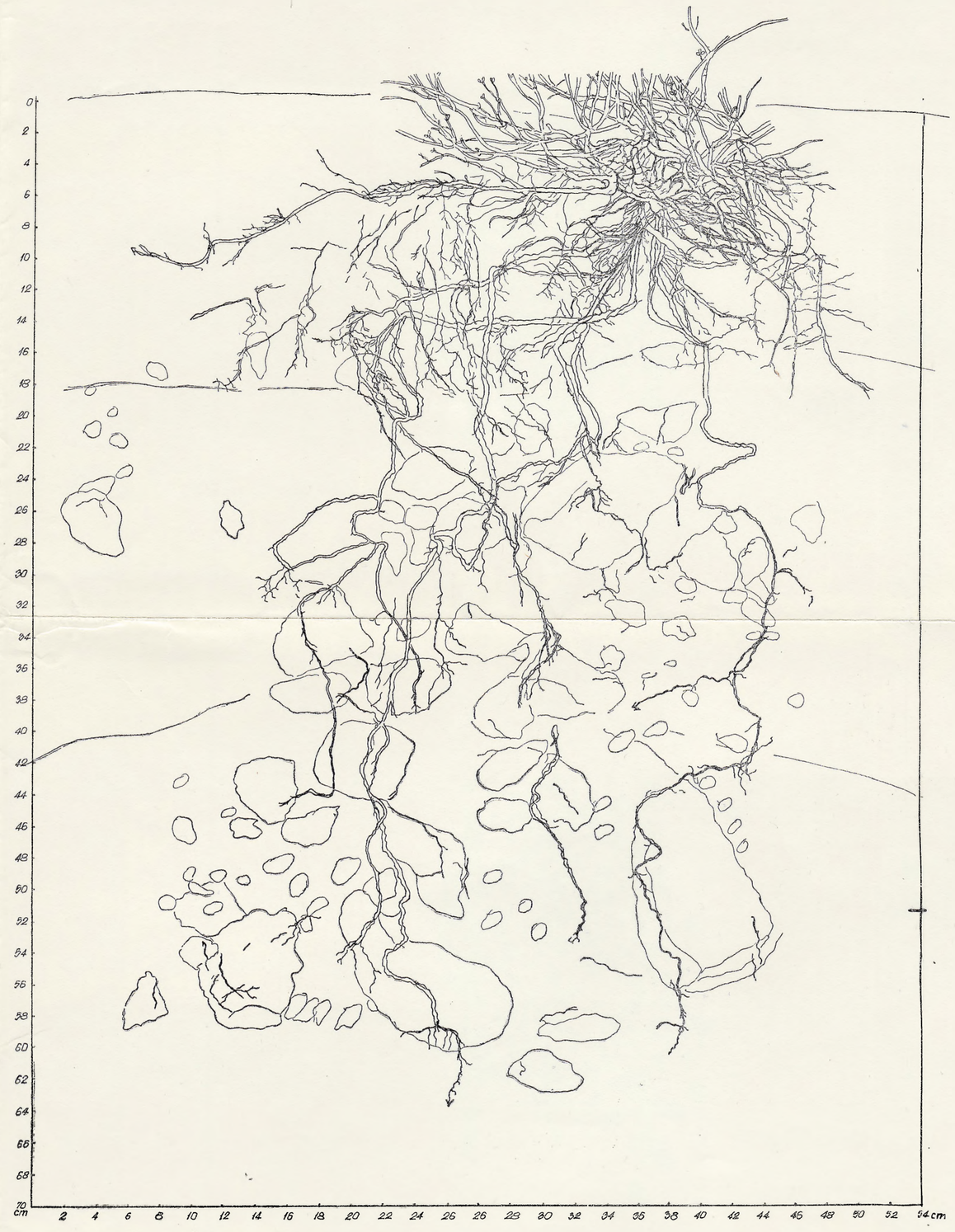


Ryc. (Fig.) 105. *Trifolium montanum — Origano-Brachypodietum*, 22.09.67

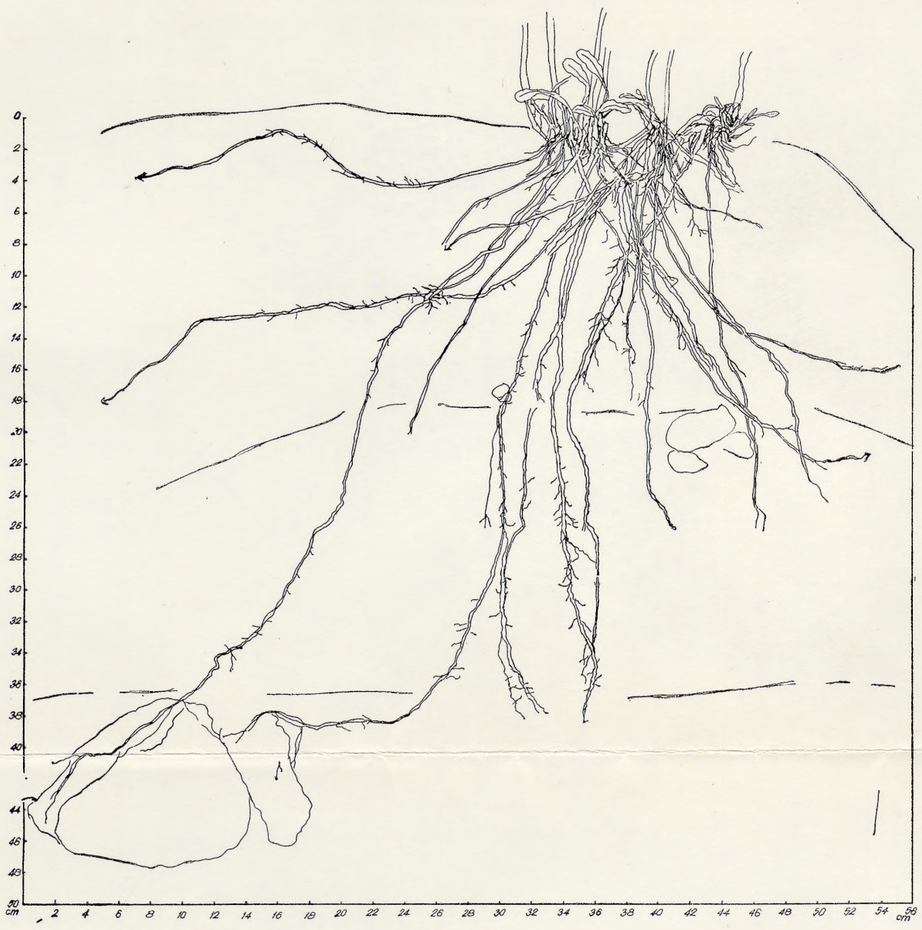
http://rcin.org.pl



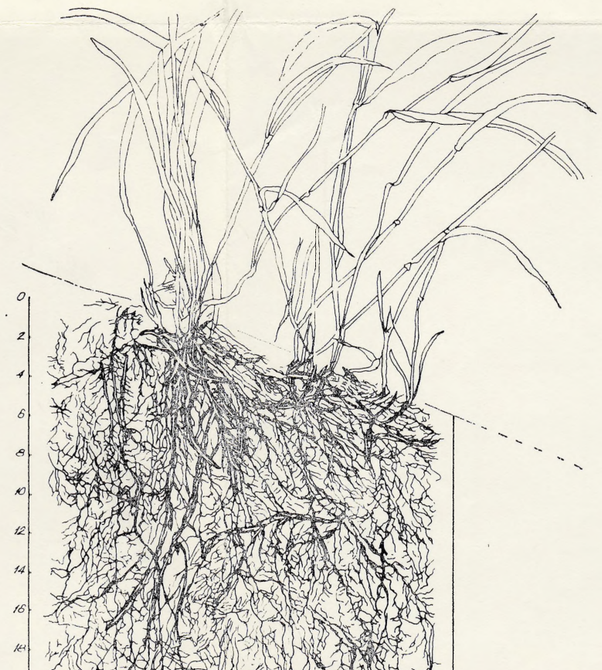
Ryc. (Fig.) 106. *Lotus corniculatus — Origano-Brachypodietum*, 15.09.67



Ryc. (Fig.) 107. *Helianthemum ovatum — Origano-Brachypodietum*, 12.09.67



Ryc (Fig.) 108. *Centaurea scabiosa — Origano-Brachypodietum*, 07.11.67



Ryc. (Fig.) 110. *Brachypodium pinnatum — Origano-Brachypodietum*, 20.06.67

Ryc. (Fig.) 111. *Brachypodium pinnatum — Origano-Brachypodietum*, 30.10.67

http://rcin.org.pl

http://rcin.org.pl

II 412/62

Cena zł 48,—

http://rcin.org.pl