ACTA SOCIETATIS
BOTANICORUM POLONIAE
Vol. XXVII — Nr 3
1958

Ważniejsze zespoły łąkowe doliny górnej Wisły a poziomy wód gruntowych

Die wichtigsten Grünlandgesellschaften des oberen Weichseltales und die Grundwasser-Ganglinien

K. ZARZYCKI

WSTĘP

Woda gruntowa jest jednym z tych czynników siedliskowych, które w silnym stopniu oddziaływają na roślinność, a tym samym i na gospodarkę człowieka w przyrodzie; niekiedy nawet czynnik ten decyduje o wykształceniu i egzystencji pewnych zbiorowisk roślinnych. Dotyczy to przede wszystkim łąk położonych w dolinach rzecznych, torfowisk, lasów łęgowych i zbiorowisk żwirowiskowych, a po części także lasów porastających ubogie piaski dyluwialne.

Silne obniżenie zwierciadła wód gruntowych wskutek regulacji rzek, budowy kanałów lub intensywnych melioracji odwadniających odbija się często katastrofalnie na rozwoju roślinności danej okolicy, a nawet całej doliny rzecznej (Ellenberg 1952, Pohl 1954, Fabijanowski 1954 i cytowana tam literatura). Powolne i nieznaczne obniżanie zwierciadła wód gruntowych, naturalne lub sztuczne, jest ważnym czynnikiem, od którego uzależniona jest niekiedy dalsza sukcesja roślinności. Z drugiej strony sama roślinność czynnie wpływa na stan wód gruntowych bezpośrednio przez pobieranie i transpirowanie wody, pośrednio zaś przez zarastanie terenu, przekształcanie warunków mikroklimatycznych, pozostawianie obumarłych części itd. Oddziaływanie więc wód gruntowych i roślinności jest wzajemne.

Zagadnieniom tym poświęcono wiele badań (Sarnowski 1934, Kuźniar 1935, 1938, Buchwald 1951, Mołczanow 1954 i wielu innych). Badania te, bardzo cenne dla ekologii i socjologii roślin, mają również poważne znaczenie gospodarcze, głównie dla łąkarstwa i leśnictwa. Jednakże brak u nas do tej chwili systematycznych, wieloletnich obserwacji nad wahaniami zwierciadła wód gruntowych w różnych, ściśle

określonych zespołach roślinnych. Tymczasem, jak wynika z dotychczasowych obserwacji i badań (Pawłowski 1950, Tüxen 1954, Müller 1956, Balátová-Tuláčková 1957), każdy niemal zespół roślinny rozwijający się w dolinie rzecznej lub w najbliższym sąsiedztwie zbiornika wodnego związany jest z pewnym określonym, przeciętnym poziomem wody gruntowej, a raczej z pewną skalą wahań tego poziomu. Poziom ten bowiem nie jest stały, ale waha się, nieraz nawet znacznie, zarówno w różnych porach roku, jak i z roku na rok, w zależności od zaznaczających się w tym czasie wahań klimatycznych. Bez danych, które zjawisko to ujmowałyby w sposób ścisły, liczbowo, założenia każdej melioracji będą mniej lub więcej dowolne. Dokładna znajomość stopnia zależności poszczególnych zespołów roślinnych od wód gruntowych pozwoli z góry przewidzieć, jak w określonych warunkach glebowych i klimatycznych wpłynie na roślinność obniżenie lub podwyższenie zwierciadła wód gruntowych o 20 czy 50 cm. Pozwoli to również oszacować ewentualne szkody gospodarcze wynikłe ze zmiany (obniżenia lub podwyższenia) zwierciadła tych wód (Tüxen 1953).

Szczególnie silny wpływ wywierają wody gruntowe na zbiorowiska łąkowe (Klapp 1954). Na przeważającej części naszego niżu ilość opadów atmosferycznych jest bowiem zbyt mała dla rozwoju tych zbiorowisk, produkujących znaczną masę roślinną, stąd też niedobory wód opadowych pokrywać one muszą z wód gruntowych. Woda gruntowa w tym przypadku nie tylko dostarcza wilgoci roślinności łąkowej, ale jest również ważnym czynnikiem glebotwórczym i w silnym stopniu oddziaływa na przeobrażanie gleb łąkowych (Tomaszewski 1947).

Badania nad wodami gruntowymi w różnych zespołach łąkowych doliny górnej Wisły prowadziłem w latach 1953—1956. Do ich podjęcia zachęcił mnie prof. B. Pawłowski. Badania te stanowić mają niejako podbudowę ekologiczną dla badań fitosocjologicznych prowadzonych na tym terenie już poprzednio pod kierownictwem prof. prof. Pawłowskiego i Walasa.

Oddziaływanie wód gruntowych na roślinność zależy w dużej mierze od ich ruchliwości w kierunku poziomym. W ścisłym związku z ruchliwością pozostaje zawartość w wodzie tlenu i soli mineralnych. Mówimy o wodach gruntowych ruchliwych, przepływowych, zasobnych w substancje pokarmowe, i o wodach stagnujących, czyli mało lub w ogóle nieruchliwych, które są z reguły bardzo ubogie. Niezmiernie ważna dla roślinności jest również głębokość zalegania zwierciadła wody gruntowej poniżej powierzchni gleby i jego ruchliwość w kierunku pionowym. W niniejszej pracy zajmuję się zasadniczo tylko dwoma ostatnimi czynnikami. Nie dlatego, że one są najważniejsze, twierdzenie takie bowiem nie zawsze byłoby słuszne, ale dlatego, że na podstawie głębokości położenia zwier-

ciadła wody gruntowej i jego pionowych wahań można najłatwiej, często już wzrokowo, określić siedlisko.

Praca niniejsza nie rozwiązuje oczywiście definitywnie zagadnienia zależności zespołów łąkowych doliny górnej Wisły od wód gruntowych. Na pewno nie udało mi się w ciągu trzech i pół letnich pomiarów uchwycić stanów maksymalnych i minimalnych zwierciadła tych wód, jakie mogą wystąpić w poszczególnych płatach i zespołach. Mam jednakże nadzieję, że publikacja ta zapoczątkuje badania tego typu na szerszą skalę. Badania takie są konieczne wobec projektów regulacji górnej Wisły. Bez gruntownych, wieloletnich badań naukowych, które stanowić winny podstawę do tego rodzaju projektów, gospodarka rolna i leśnictwo w dolinie rzeki mogą zostać narażone na poważne straty. W przyszłych badaniach, z udziałem hydrologów, botaników, łąkarzy i gleboznawców, należałoby już uwzględnić nie tylko wahania zwierciadła wód gruntowych w poszczególnych zespołach roślinnych, ale dokładnie zbadać, kiedy i w jakim stopniu wody te dostępne są dla roślin, określić ilości wody w glebie w ciągu całego okresu wegetacyjnego, rozpatrzeć bliżej systemy korzeniowe roślin w poszczególnych zespołach, tak jak to zrobił Müller (1956) dla kilku zespołów doliny Wezery.

Krótkie doniesienie o przebiegu niniejszej pracy oraz najważniejsze wnioski opublikowano już w Bull. Acad. Polon. i w Gazecie Obserwatora PIHM (Zarzycki 1956a, b).

Na wykonywanie tej pracy przez dwa lata pobierałem stypendium naukowe przyznane mi przez II Wydział Polskiej Akademii Nauk.

Pragnę wyrazić serdeczne podziękowanie wszystkim, którzy okazali mi pomoc w czasie wykonywania badań. Do szczególnej wdzięczności poczuwam się względem prof. B. Pawłowskiego. Bez jego zachęty i cennych rad, bez pomocy w pracy terenowej i licznych wskazówek przy opracowywaniu wyników, praca ta w ogóle nie zostałaby napisana. Za bezinteresowną pomoc szczerze wdzięczny jestem dr S. Pawłowskiej, prof. drowi J. Walasowi, mrg M. Żurowskiej i mgrowi T. Tacikowi; mgrowi M. Kucowi dziękuję za oznaczenie i sprawdzenie próbek mchów ze zdjęć fitosocjologicznych.

METODYKA BADAŃ I OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA TERENU

Metoda

Badania nad wodami gruntowymi w różnych zespołach roślinnych doliny górnej Wisły prowadzone były w okolicach Kostrza i Czernichowa, powyżej Krakowa, a więc na zachód od tego miasta. Do badań, które rozpoczęto w lipcu 1953 r., a zakończono w styczniu 1957 r., wybrano 25 płatów reprezentujących 6 zespołów roślinnych. 9 płatów znajdowało się w okolicach Kostrza (7 km od Krakowa), na prawym brzegu rzeki, około

1,5 km od jej koryta, pozostałe płaty w liczbie 16 położone były w okolicach Wyźrału, Zagacia, Boru i Przegini Duchownej koło Czernichowa, około 20 km powyżej Krakowa, na lewym brzegu rzeki, w pobliżu północnej krawędzi doliny Wisły. Rozdział płatów na poszczególne zespoły przedstawiał się następująco: *Scirpeto-Phragmitetum* podzespół z *Glyceria aquatica* 1, *Caricetum gracilis* 1, *Molinietum coeruleae* 8, płatów przejściowych od *Molinietum* do *Arrhenatheretum* 5, *Arrhenatheretum elatioris* 3, *Cariceto canescentis-Agrostidetum caninae* 3, *Nardeto-Juncetum squarrosi* 4.

W obrębie wytypowanych powierzchni, które dokładnie zbadano pod względem florystycznym wykonując na nich metodą Braun-Blanqueta (1951) zdjęcia fitosocjologiczne zestawione w tabelach 1—6, założono studzienki kontrolne do pomiarów głębokości wody gruntowej. Były to rury stalowe do 2 m długie, wpuszczone w glebę, o średnicy światła 5 cm, z licznymi otworami bocznymi. Ponieważ część rur zniszczono zaraz w pierwszym roku badań, dalszych pomiarów dokonywano w otworach nie zabezpieczonych, których średnice powiększono do 10—15 cm. Studzienki oczyszczano na wiosnę i w jesieni. W dwóch płatach założono po 2 studzienki na ich przeciwległych krańcach, ażeby zorientować się w wahaniach zwierciadła wody gruntowej w obrębie tego samego płatu. W okresie wiosny, lata i jesieni pomiarów dokonywano w odstępach 10—15-dniowych, a w czasie zimy co 20—30 dni. Zebrane obserwacje (około 2000 pomiarów) przedstawiono graficznie na wykresach 2—10, przy czym nie uwzględniono pomiarów z r. 1953, ponieważ są one najmniej kompletne i nie wnoszą nic nowego.

Przeprowadzono również badania glebowe: opisano profile i pobrano próbki do badań laboratoryjnych. Analizę mechaniczną wykonano metodą areometryczną Cassagranda w modyfikacji Prószyńskiego, a kwasowość gleby mierzono pH-metrem polskiej produkcji ze szklaną elektrodą. Jesienią 1956 r. w większości punktów dokonano pomiarów kwasowości wód gruntowych.

Morfologia terenu i stosunki glebowe

Dolina Wisły powyżej Krakowa, dosyć szeroka w okolicach Czernichowa, bardzo silnie zwęża się koło Tyńca, ażeby następnie rozszerzyć się znowu w okolicach Kostrza. Rzeka płynie tu zakolami z zachodu na wschód wśród malowniczych skał wapiennych. Od północy ogranicza tu dolinę krawędź Jury Krakowskiej. Mniej ostra, choć również wyraźna, jest granica południowa, tj. granica z fliszowym Pogórzem Karpackim. Całą tę część doliny, pochodzenia tektonicznego, wyścielają tłuste, nieprzepuszczalne iły trzeciorzędowe, niemal wszędzie przykryte piaskami dyluwialnymi i osadami aluwialnymi (Zaręczny 1953). Spośród młodszych

utworów geologicznych, niby wyspy, wystają skaliste wzgórza zbudowane głównie z górnego wapienia skalistego; zbocza ich pokrywa miejscami warstwa lessu. Różnica wzniesień pomiędzy dnem doliny a pobliskimi wzgórzami wapiennymi dochodzi do 50 m (wzgórze Chełm koło Czernichowa 276 m n.p.m., łąki koło Przegini Duchownej 226 m n.p.m.).

Gleby badanych łąk powstały bądź to z osadów aluwialnych, bądź też z piasków dyluwialnych wymieszanych z glinami. Ogromny wpływ na ich wykształcenie wywarły wody gruntowe, zazwyczaj ruchliwe i zasobne w $CaCO_3$. Na mapie gleb województwa krakowskiego (Strzemski 1954) gleby tej części doliny Wisły oznaczone są jako mady lekkie, średnie i ciężkie. Krótką charakterystykę gleb, na jakich rozwijają się poszczegól-

Zestawienie niektórych analiz glebowych
(Zusammenstellung der einigen Bodenanalysen)
Wszystkie próbki pobrano z głębokości 20—30 cm
(Alle Muster wurden aus der Tiefe 20—30 cm genommen)

Zespół	Nr tab.	Nr zdj.	Analiza mechaniczna w mm. Frakcje w %				Rodzaj gleby wg PTG	pH w	
			1—0,1	0,1—0,02	0,02—0,002	<0,002		H_2O	KCl
Caricetum gracilis	2	V	47	19	34	0	glina średnia		
Molinietum	3	x	72	17	11	0	piasek glin. lekki	5,3	4,75
„	„	3′	72	17	10	1	„ „ „	5,8	5,0
„	„	3x	77	15	8	0	piasek słabo glin.	6,35	5,7
„	„	3	47	42	7	4	piasek pylasty	5,7	4,85
„	„	2	55	30	15	0	piasek glin. lekki	5,2	4,3
„	„	2b	68	24	8	0	piasek słabo glin.	6,5	5,92
„	„	1	58	26	13	3	piasek glin. mocn.	6,0	5,3
„	„	2′	81	11	7	1	piasek słabo glin.	6,37	5,65
Przejście od *Molinietum* do *Arrhenatheretum*	„	3a	67	22	8	3	piasek glin. lekki	5,75	4,8
	„	1′	62	27	10	1	„ „ „	5,8	5,15
	„	3b	64	24	11	1	„ „ „	5,8	4,7
„	„	VIII	39	21	38	2	glina średnia	4,85	3,6
„	„	III	26	22	46	6	glina ciężka	6,15	5,05
Arrhenatheretum	4	8					glina lekka słabo spiaszczona	7,55	6,82
„	„	4	43	26	27	4			
„	„	1	81	13	4	2	piasek słabo glin.	7,85	7,5
Cariceto canescentis-Agrostidetum caninae	5	7							
	„	A	88	6	5	1	piasek słabo glin.	6,5	5,58
	„	7′							
Nardeto-Juncetum squarrosi	6	N	78	15	7	0	piasek słabo glin.	5,4	4,65
	„	5	76	15	8	1	„ „ „	5,4	4,65
„	„	4	85	9	6	0	„ „ „	5,54	4,72
„	„	6	94	6	0	0	piasek luźny	5,1	4,1
„	„	6′	92	6	2	0	„ „	4,8	3,75

ne zespoły, podano przy omawianiu wahań zwierciadła wód gruntowych w tych zespołach, opisy profili glebowych zamieszczono przy właściwych zdjęciach fitosocjologicznych.

Pierwotne i zastępcze zespoły roślinne doliny górnej Wisły

Badane zespoły roślinne są to w przeważającej części zbiorowiska wtórne, które swe istnienie zawdzięczają człowiekowi. Pierwotne zespoły roślinne doliny górnej Wisły zostały w znacznej części zniszczone na korzyść istniejących obecnie łąk, pastwisk i pól. Tylko tu i ówdzie zachowały się skrawki naturalnej roślinności, z których można w przybliżeniu odtworzyć jej obraz, zanim człowiek zaczął gospodarować w tych okolicach. Przy tego rodzaju rekonstrukcji musimy jednak pamiętać, że zachowane fragmenty zespołów leśnych w dolinie nie zawsze dają nam wierny obraz stosunków leśnych sprzed melioracji i obwałowania Wisły, resztki te bowiem zmieniły swój skład florystyczny w skutek zmiany stosunków wodnych.

Przypuszczalnie przeważną część terenu porastały lasy. Nad samym brzegiem Wisły występowały lasy lub też zarośla wierzbowo-topolowe (zespół *Populeto-Salicetum albae)*. Na terenach o nieprzepuszczalnym podłożu, a o glebach dosyć zasobnych, gdzie woda stała na powierzchni przez kilka miesięcy w roku, rosły prawdopodobnie olszyny z rzędu *Alnetalia glutinosae*. Na siedliskach, na których oddziaływanie wody było słabsze, a więc na lokalnych wzniesieniach terenu, na zboczach doliny itp., o ile podłoże nie było tam skrajnie ubogie, rozwijały się zespoły ze związku *Fraxino-Carpinion* i *Alneto-Ulmion*. Na glebach suchszych i nieco uboższych znajdował być może dobre warunki rozwoju las sosnowo-dębowy ze znacznym udziałem brzozy (zespół *Pineto-Quercetum*). Suche i ubogie piaski dyluwialne porastał las sosnowy (zespół *Pineto-Vaccinietum myrtilli*), przy czym na miejscach świetlistych i najsuchszych rosły w nim gatunki z rzędu *Corynephoretalia*. Z zespołów nieleśnych w pierwotnym krajobrazie występowały jedynie zespoły roślin wodnych (głównie zespół *Myriophylleto-Nupharetum*), pasy szuwarów (zespół *Scirpeto-Phragmitetum)* oraz niewielkie fragmenty zespołów ze związku *Magnocaricion* (*Caricetum strictae, Caricetum gracilis*), rozrzucone wśród zarośli i lasków olszowych zarastających starorzecza.

Ingerencja człowieka zmieniając radykalnie pierwotną roślinność doliny poszła w dwóch kierunkach rozgraniczonych także w czasie. Początkowo wykarczowano lasy zajmujące gleby najżyźniejsze. W ten sposób kosztem lasów dębowo-grabowych rozprzestrzeniły się pola uprawne. Na siedliskach zajmowanych przez wilgotniejsze warianty zespołu *Querceto-*

Carpinetum wytworzyły się łąki świeże i pastwiska z rzędu *Arrhenatheretalia*, przede wszystkim *Arrhenatheretum* i *Lolieto-Cynosuretum*. Zespoły te albo powstały bezpośrednio po wycięciu lasu, albo też wykarczowaną powierzchnię użytkowano początkowo jako pole orne, a następnie zamieniono na łąkę. Po wycięciu wilgotnych lasów olszowych rozwinęły się na ich miejscu, jako zbiorowiska zastępcze, łąki z rzędu *Molinietalia*. Jeszcze obecnie wśród kompleksów łąk trzęślicowych spotykamy małe laski olszowe, a przy kopaniu dołów glebowych w płatach *Molinietum* zawsze niemal napotykamy korzenie olszy.

Gdy zabrakło siedlisk cenniejszych nadających się na pola i łąki, przyszła kolej na gleby uboższe. Wycinano więc lasy sosnowo-dębowe zajmujące gleby gliniasto-piaszczyste, a potem już i lasy sosnowe porastające gleby piaszczyste. Uzyskane powierzchnie użytkowano początkowo jako pola orne; później część z nich wobec nieopłacalności pozostawiono odłogiem i otrzymano w efekcie liche pastwiska porosłe wrzosem i psią trawką. Niekiedy po wycięciu najsuchszych lasów sosnowych powstały na wpół ruchome wydmy śródlądowe (Kornaś 1957). W ostatnim stuleciu do tych zabiegów dołączyły się jeszcze melioracje odwadniające, a także obwałowanie i regulacja Wisły. Procesy te w najpoważniejszym stopniu wpłynęły na obecny stan zespołów roślinnych, powodując częstokroć zaburzenia ich równowagi hydrologicznej. Zlikwidowano wprawdzie groźbę powodzi, ale jednocześnie tereny leżące poza wałami zostały odcięte od użyźniającego działania rzeki w okresie wiosennych wylewów. Erozja i pogłębienie koryta Wisły spowodowały nie tylko osuszenie partii leżących w najbliższym jej sąsiedztwie, ale i obniżenie zwierciadła wód gruntowych w całej dolinie. Obecnie w dalszym ciągu widzimy tendencję przekształcania roślinności doliny. Miejsce odwodnionych wilgotnych łąk zajmują łąki świeże, a dawne łąki tego typu, obecnie już przesuszone, przekształca się na pola orne.

Stosunki klimatyczne

Niektóre dane klimatyczne dla interesującego nas odcinka doliny górnej Wisły zestawiono na str. 390. Jak wynika z tego zestawienia, Zator otrzymuje przeciętnie 795, Czernichów 737, a Kraków Obs. Astr. 721 mm opadu rocznie. Z tego średnio około 40% opadów spada na ziemię w miesiącach letnich (VI—VIII), najwięcej, bo ponad 100 mm, w lipcu. Zaledwie 13—15% opadu rocznego przypada na miesiące zimowe (XII—II). Śnieg utrzymuje się w Krakowie przez okres około 53 dni.

Opady dekadowe dla Krakowa (Obs. Astr.) oraz stany wody w Wiśle na wodowskazie w Krakowie w latach 1954—1956 przedstawiono graficznie na wykresie 1. Jako podstawa do tego wykresu posłużyły niepublikowane

Średnie miesięczne i roczne sumy opadów w mm z lat 1891—1930 (według Wiszniewskiego 1953)
(Die mittleren Monats- und Jahressummen der Niederschläge in mm von Jahren 1891—1930 (nach Wiszniewski 1953)

Miejscowość (Ortschaft)	Wys. n. p. m. (Höhe ü. M.) m	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	zima XII-II	lato III-V	wiosna VI-VIII	jesień IX-XI	Opad roczny (Jährl. Nieder.)
Zator	245	38	37	42	58	86	106	115	97	65	58	48	45	120	186	318	171	795
Czernichów	223	41	35	38	53	76	102	107	89	60	56	42	38	114	167	298	158	737
Kraków Obs. Astr.	209	32	29	36	49	77	97	111	95	63	56	40	36	97	162	303	159	721

Średnie miesięczne wilgotności względne powietrza (%) w Krakowie Obs. Astr. w latach 1954—1956
(Die mittleren monatlichen relativen Luftfeuchtigkeiten (%) für Kraków Obs. Astr. in Jahren 1954—1956)

Rok (Jahr)	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1954	81	81	86	80	76	79	76	71	78	80	88	86
1955	84	80	79	74	66	73	75	79	82	87	88	83
1956	77	78	77	73	66	76	73	74	80	81	80	83

Średnie miesięczne temperatury powietrza w Krakowie Obs. Astr. w latach 1954—1956
(Die mittleren monatlichen Lufttemperaturen für Kraków Obs. Astr. in Jahren 1954—1956)

Rok (Jahr)	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok (Jahr)	Roczn. amp. (Jähr. Amp.)
1954	— 7.2	— 7.6	4.1	5.7	14.0	19.0	18.1	19.1	16.0	9.3	3.4	3.3	8.1	26.6
1955	— 2.4	— 1.8	0.6	5.9	12.6	16.5	19.4	18.5	15.4	9.4	4.0	2.0	8.3	21.8
1956	— 0.1	—11.2	0.8	7.6	13.7	17.1	18.6	17.1	14.0	9.0	— 0.1	0.3	7.2	29.8

materiały udostępnione mi przez Oddział Państwowego Instytutu Hydrologiczno-Meteorologicznego i Obserwatorium Astronomiczne U. J. w Krakowie.

W r. 1954 spadło w Krakowie 558, w 1955 — 764, a w r. 1956 — 569 mm opadu. Tylko w r. 1955 ilość opadów była większa od średniej wieloletniej (721), dwa pozostałe lata uznać należy za ubogie w opady. Szczególnie suchy był rok 1954, spadło wtedy bowiem o 206 mm opadu mniej niż w r. 1955; odbiło się to bardzo wyraźnie na stanach wód gruntowych. Różnice pogłębił jeszcze fakt, że w miesiącach letnich r. 1954 spadło tylko 203 mm opadu (stanowi to 36,4% opadu rocznego), gdy w r. 1955 w tym samym okresie otrzymał Kraków aż 409 mm opadu, czyli dwa razy więcej (53,5% opadu rocznego). Jeśli przy tym uwzględnimy dużą gęstość opadów w okresie letnim 1955 r., to stają się zupełnie zrozumiałe duże różnice w stanach wód gruntowych tych lat.

O ile opady przyczyniają się do podwyższenia zwierciadła wód gruntowych, to parowanie i transpiracja przeciwdziałają temu wpływając na nie obniżająco. Parowanie w dużym stopniu uzależnione jest od temperatury. Średnia roczna temperatura dla Krakowa z 50-letnich obserwacji wynosi 8,2°C. Najzimniejszym miesiącem w roku jest styczeń (śr. —2,5°C), najcieplejszym lipiec (śr. 18,8°C). Dla zobrazowania intensywności parowania podano na str. 390 również średnie miesięczne wartości wilgotności względnej powietrza w %. Wynika z nich, że najniższą wilgotność względną, a więc najmniejszą zawartość pary wodnej, wykazuje powietrze w miesiącach letnich, wówczas więc parowanie jest najintensywniejsze; największa wilgotność cechuje powietrze w miesiącach jesiennych i zimowych. Według Rosłońskiego (1954) procent parowania w Polsce w półroczu letnim (V—X) jest prawie ustabilizowany i wynosi w przybliżeniu 70—80% całego parowania rocznego.

WAHANIA ZWIERCIADŁA WÓD GRUNTOWYCH W POSZCZEGÓLNYCH ZESPOŁACH ROŚLINNYCH

Zespoły siedlisk nie skrajnie ubogich

Rząd: *PHRAGMITETALIA*

Zespoły tego rzędu rozwijają się zazwyczaj w wodach mniej lub bardziej eutroficznych.

Scirpeto-Phragmitetum — Zespół trzcin i oczeretów
(tab. 1; wykres 2)

Typowe płaty zespołu *Scirpeto-Phragmitetum* (tab. 1, zdj. 0, bez wykresu) ze *Schoenoplectus lacustris, Typha angustifolia, T. latifolia* i in. ga-

tunkami charakterystycznymi rosną przez cały rok w wodzie stojącej lub bardzo wolno płynącej. Średnia roczna głębokość wody waha się w granicach od 80 do 120 cm. Na wiosnę głębokość ta dochodzi do 120—160 cm, pod koniec lata i wczesną jesienią wynosi natomiast tylko 40—80 cm. Przy wodzie 140—160 cm głębokiej (pomiarów dokonano w dn. 13.1.1956) w Kole Tynieckim koło Krakowa rosły już tylko jednogatunkowe skupienia trzciny lub oczeretu jeziornego, a wśród nich występowały pojedynczo gatunki należące do zespołu roślin wodnych wolno pływających (*Myriophylleto-Nupharetum*). W innych krajach Europy środkowej zespół trzcin i oczeretów wykształca się przy podobnych głębokościach wody jak w dolinie Wisły (Braun-Blanquet 1949, Tüxen 1954). Na brzegach dyluwialnych jezior morenowych północnej Polski (okolice Olsztyna) zespół ten reprezentowany jest jedynie przez płaty zubożałe, nieraz tak skrajnie, że jedynym składnikiem jest tam często *Phragmites communis;* nie wykształca się on bowiem typowo w warunkach dużego ubóstwa wody i podłoża.

Płat z *Glyceria aquatica* (tab. 1, zdj. 1, wykres 2) mimo wyraźnej odrębności florystycznej zaliczam do zespołu *Scirpeto-Phragmitetum* z uwagi na występujące w nim gatunki charakterystyczne dla tego zespołu *(Phragmites communis, Rumex hydrolapathum, Sparganium ramosum).* Można by uznać go również za przynależny do odrębnego zespołu *Glycerietum maximae* (Tüxen 1954), ale wtedy jedynym gatunkiem charakterystycznym dla tego zespołu, i to słabym, byłaby *Glyceria aquatica (G. maxima).* Płat ten stanowi fragment obsychającego *Scirpeto-Phragmitetum,* które tu jeszcze stosunkowo niedawno znajdowało korzystne warunki rozwoju. Płat z *Glyceria aquatica* zajmuje już tylko samo dno niewielkiej zaklęsłości zwanej Kołem Kostrzańskim. Stałe obniżanie zwierciadła wody powoduje wnikanie w jego obręb kęp *Carex stricta (C. Hudsonii, C. elata)* i ciągłe kurczenie się jego powierzchni.

Płat ten przez okres wiosny, późnej jesieni i zimy jest zalany wodą do 70 cm głęboką, w okresie lata i wczesnej jesieni (VIII, IX, X) wysycha zupełnie, a zwierciadło wody gruntowej spada do 30 cm poniżej powierzchni gleby. Różnice pomiędzy poszczególnymi latami są znaczne. I tak w wilgotnym roku 1955 woda stała na powierzchni niemal przez cały rok, w r. 1956 nie było jej przez 4 miesiące, a w r. 1954 przez 8 miesięcy. Amplituda wahań zwierciadła wody gruntowej wyniosła 100 cm. W lata wilgotne omawiany fragment zespołu trzcin i oczeretów wykazuje zwiększoną żywotność, np. w r. 1955 obficie kwitły i owocowały w nim *Glyceria aquatica* i *Ranunculus lingua.*

Zbiorowisko z *Glyceria aquatica* zdaje się być na niżu dość rozpowszechnione. Rozwija się ono poza doliną Wisły, jak mogłem to stwierdzić

w r. 1957, m. in. także w starych, okresowo zalewanych a okresowo zupełnie wysychających zakolach Wieprza koło Lubartowa.

Badany płat z Kostrza wykazuje duże podobieństwo, zarówno jeśli idzie o skład florystyczny, jak i o wahania zwierciadła wody gruntowej, do stadium degeneracyjnego zespołu *Glycerietum maximae*, które badał Tüxen (1954). Płat tego autora położony w okolicach Dortmund bywa również tylko okresowo zalewany i okresowo pozbawiony wody, jest on jednak wyraźnie suchszy od naszego. Poziom wody wahał się w nim od +13 do 73 cm, a wśród gatunków towarzyszących znalazły się już gatunki z klasy *Molinio-Arrhenatheretea (Holcus lanatus, Alopecurus pratensis)*, których brak w zdjęciu z doliny Wisły.

Caricetum gracilis — Zespół turzycy smukłej (tab. 2, wykres 2)

Dobrym gatunkiem charakterystycznym dla tego zespołu jest *Carex gracilis*, a lokalnie w dolinie górnej Wisły także i *Carex vesicaria*. Zespół ten zajmuje obecnie tylko niewielkie powierzchnie w okolicach Krakowa; występował on tu z natury, ale część istniejących dzisiaj płatów powstała wskutek ingerencji człowieka.

W badanym płacie z Kostrza woda 20 (24) cm głęboka stoi na powierzchni przez 5—9 miesięcy w roku, w czasie późnej jesieni, zimy i wiosny. Przez okres lata i wczesnej jesieni brak wody na powierzchni i wtedy jej zwierciadło spada do głębokości 40—60 cm poniżej powierzchni gleby. Amplituda wahań zwierciadła wody w badanym okresie wyniosła 84 cm, a średnia głębokość 11 cm poniżej powierzchni gleby. W drugim badanym przeze mnie płacie zespołu *Caricetum gracilis* w okolicy Czernichowa, który zniszczono na wiosnę 1955 r., roczna amplituda wahań zwierciadła wody osiągnęła w r. 1954 wartość 74 cm. Woda +10 cm głęboka stała na powierzchni przez 5 miesięcy; minimum —64 cm poniżej powierzchni gruntu przypadło na wrzesień. Wydaje się, iż zespół *Caricetum gracilis* rozwija się optymalnie przy średniej głębokości wody wahającej się w pobliżu 0 cm.

Z płatem *Caricetum gracilis* w Kostrzu graniczy pas utworzony z kęp *Carex stricta (C. elata)*, które są tu 40—50 cm wysokie. Płat ten pozostaje zalany wodą nieco dłużej w ciągu roku niż płat zespołu turzycy smukłej. Woda osiąga tu maksymalną głębokość około 40 cm i amplitudy wahań jej zwierciadła są nieco większe niż w *Caricetum gracilis*. Zgodne jest to z tym, co podaje Ellenberg (1952b), że *Caricetum gracilis* rozwija się w warunkach większego wyrównania wahań zwierciadła wody niż *Caricetum elatae*. Dlatego to według tegoż autora optimum rozwoju *Caricetum gracilis* przypada na tereny o klimacie bardziej oceanicznym.

Rząd: *MOLINIETALIA*

Rząd ten obejmuje łąki wilgotne, okresowo wysychające, a występujące na niżu i w niższych położeniach górskich. O ile rząd *Arrhenatheretalia* grupuje wyłącznie zespoły antropogeniczne, to część łąk z rzędu *Molinietalia* występowała z natury, w postaci niewielkich fragmentów, na obrzeżach torfowisk niskich i przejściowych. Z tego to powodu Braun-Blanquet, przeciwnie niż Tüxen (Braun-Blanquet i Tüxen 1952), nie łączy tych dwu rzędów w jedną klasę *Molinio-Arrhenatheretea*, mimo wielu gatunków wspólnych, lecz tworzy dla rzędu *Molinietalia* odrębną klasę *Junceto-Molinietea*. Większość badaczy przychyla się jednak do zdania Tüxena.

Rząd *Molinietalia* obejmuje dwa związki: *Molinion i Bromion racemosi (Calthion palustris)*. Do pierwszego z nich zaliczamy łąki kośne nie nawożone, okresowo bardzo silnie uwilgotnione, okresowo zaś zupełnie wysychające. Różnią się one pod względem ekologicznym dużymi wahaniami zwierciadła wód gruntowych oraz wilgotności gleby od zespołów związków *Bromion racemosi, Caricion Davallianae* i *Caricion canescentis-fuscae*. Do związku *Bromion racemosi* należałoby chyba w Polsce zaliczyć bliżej nie zbadane zbiorowisko z panującym *Cirsium rivulare* z doliny górnej Wisły (Zarzycki 1958). Rozwija się ono na glebach ciężkich i związane jest z wysiękami wody spod zboczy, stąd gleba przez cały rok jest wilgotna; zwierciadło wód gruntowych nie wykazuje w nim wielkich wahań w ciągu roku i zalega, jak to można wnosić na podstawie dorywczych jedynie obserwacji, na głębokości 50—70 cm.

Molinietum coeruleae — Zespół trzęślicy modrej i płaty przejściowe od *Molinietum* do *Arrhenatheretum*
(tab. 3, wykresy 3—7)

Zespół *Molinietum* jest jednym z lepiej scharakteryzowanych zespołów łąkowych w Polsce. W dolinie górnej Wisły ma on szereg dobrych gatunków charakterystycznych, które podkreślają jego dużą odrębność florystyczną. Są to: *Molinia coerulea, Gentiana pneumonanthe, Iris sibirica, Silaus flavescens, Cnidium dubium, Gladiolus imbricatus, Laserpitium prutenicum* i *Dianthus superbus* (Pawłowski msk., Zarzycki 1958). Gatunki charakterystyczne dla związku *Molinion (Sanguisorba officinalis, Serratula tinctoria, Selinum carvifolia, Succisa pratensis* i *Galium boreale)* są również lokalnie charakterystyczne i dla zespołu. W zespole panuje często sama *Molinia coerulea*, niekiedy dominować jednak mogą: *Festuca rubra, F. ovina, Nardus stricta, Carex panicea*. Duże uwilgotnienie sprzyja rozwojowi mchów, które pokrywają niekiedy do 90% powierzchni zdjęcia. Najobficiej występują: *Climacium dendroides, Aula-*

comnium palustre, Calliergon cuspidatum, Fissidens adiantoides. Zespół *Molinietum* w dolinie górnej Wisły rozwija się zazwyczaj na glebach piaszczysto-gliniastych lub gliniastych. Profil glebowy w tym zespole można określić symbolem A/G; w płatach nieco suchszych, pomiędzy horyzontem mineralno-próchnicznym A a horyzontem glejowym G, daje się jeszcze wyróżnić poziom przejściowy B, barwy rdzawo-brunatnej, w którym przeważają procesy utleniania nad procesami redukcji. Oglejenie zaznacza się zazwyczaj bardzo wyraźnie już na głębokości 15—30 cm.

Pod względem gospodarczym typowe płaty zespołu *Molinietum* nie są zbyt cenne. Łąki te są nie nawożone, koszone najczęściej tylko raz w roku, w sierpniu lub nawet we wrześniu, dają niewielkie ilości lichego siana, które nadaje się właściwie na ściółkę.

Odwodnienie i nawożenie radykalnie przekształcają zespół. Zjawiają się wtedy liczne gatunki charakterystyczne dla zespołu *Arrhenatheretum* i związku *Arrhenatherion,* a znikają gatunki charakterystyczne dla *Molinietum* i *Molinion* (Wagner 1950, Zarzycki 1958 i in.).

W obrębie zespołu trzęślicy modrej w dolinie górnej Wisły da się wyróżnić 3 warianty ekologiczne, zależne od głębokości zalegania i wahań zwierciadła wody gruntowej. Warianty te mają lokalne znaczenie; poza doliną Wisły odnajdujemy jednak ich odpowiedniki.

a) Wariant wilgotny z *Carex Davalliana* (tab. 3, zdj. x, 3′; wykres 3)

Jest to najwilgotniejszy wariant *Molinietum* w dolinie górnej Wisły, pod względem florystycznym i ekologicznym nawiązujący już, co prawda dosyć nieznacznie, do zespołów ze związków *Caricion Davallianae* i *Caricion canescentis-fuscae.* Gatunkami wyróżniającymi w stosunku do typowego *Molinietum* są w pierwszym rzędzie: *Carex Davalliana, Agrostis canina, Galium palustre, Drepanocladus Sendtneri, D. lycopodioides, Bryum ventricosum.* Gatunki charakterystyczne dla zespołu trzęślicy występują w płatach tego wariantu z mniejszą stałością niż w pozostałych wariantach. Odpowiada on podzespołowi *Molinietum caricetosum Hostianae,* najwilgotniejszemu z 3 podzespołów *Molinietum* opisanych ze Szwajcarii przez Kocha (1926) oraz płatom z *Comarum palustre* zespołu *Junceto-Molinietum* z północno-zachodnich Niemiec (Tüxen 1954).

Woda 5—15 cm głęboka stoi na powierzchni płatów przynależnych do tego wariantu przez 5 do 6 jesiennych, zimowych i wiosennych miesięcy. Zwierciadło wody gruntowej nie spada nigdy poniżej 80 cm, amplituda jego wahań dochodzi do 90 cm. Średnie położenie poziomu wody gruntowej waha się w granicach od 20 do 30 cm. Woda gruntowa nie tylko przez cały okres wegetacyjny dostępna jest dla roślin, ale przez dużą część roku zalega w głównej strefie korzeniowej.

b) Wariant typowy (tab. 3, zdj. 3x—2b; wykres 4)

Tu znajdują optymalne warunki rozwoju liczne gatunki charakterystyczne dla zespołu *Molinietum* jak *Iris sibirica, Gentiana pneumonanthe, Silaus flavescens, Laserpitium prutenicum* i in. Przez 5—6 wiosennych, jesiennych i zimowych miesięcy roku cienka 0 — +2 cm warstewka wody pokrywa powierzchnię płatów lub też zalega na głębokości 0—10 cm. Późnym latem i wczesną jesienią (miesiące: VIII, IX, X) poziom wody gruntowej spada do głębokości 90—125 cm; amplituda wahań osiąga wartość od 94 do 126 cm. Średnia głębokość zwierciadła wody gruntowej wynosi —30 do —50 cm. Płaty *Molinietum,* w których zwierciadło wody gruntowej spada poniżej 110—120 cm, wykazują już nieznaczne ślady przesuszenia.

c) Wariant suchy z *Daucus carota* (tab. 3, zdj. 1, 2; wykres 5)

Samo nieznaczne obniżenie zwierciadła wody gruntowej w płatach *Molinietum,* które rozwijają się na glebach gliniastych lub piaszczysto-gliniastych, powoduje tylko zaburzenie w rozwoju roślinności tych płatów, lecz nie zmienia radykalnie dotychczasowych stosunków florystycznych. W odwodnionych płatach rosną nadal liczne gatunki charakterystyczne dla zespołu trzęślicy modrej. Niektóre gatunki znikają jednak zupełnie z odwodnionych płatów. Tak np. w płacie 2′, w Kostrzu, przed kilku laty występował *Iris sibirica* (informacja ustna prof. B. Pawłowskiego), który zniknął wkrótce po przekopaniu rowu odwadniającego i osuszeniu łąki. W odwodnionych płatach zjawiają się natomiast liczne gatunki charakterystyczne dla rzędu *Arrhenatheretalia* i związku *Arrhenatherion,* jak *Daucus carota, Crepis biennis, Bromus mollis;* niekiedy spotyka się tam też *Carex tomentosa.* Gatunki te w wilgotnych i typowych płatach *Molinietum* z reguły nie występują w ogóle. Wyróżniają one omawiany wariant od poprzednich. Wariant z *Daucus carota* nawiązuje florystycznie i ekologicznie do najsuchszego podzespołu *Molinietum caricetosum tomentosae* z klasycznych badań Kocha (l. c.) w Szwajcarii.

W płatach tego wariantu zwierciadło wody gruntowej waha się od (+8)+4—5 cm na wiosnę do —130 cm późnym latem i wczesną jesienią. Wysokie stany wody gruntowej są tu krótkotrwałe, tak że brak długiego okresu podtopienia roślinności w jesieni i na wiosnę. Amplituda wahań zwierciadła wody gruntowej jest tu nieco szersza niż w typowym *Molinietum* i dochodzi do 130 (135) cm. Średnia głębokość zwierciadła wody gruntowej osiąga wartość od —50 do —70 cm. Płat nr 2′ z tab. 3, mimo iż wyraźnie odwodniony, zachował jednak do dziś charakter *Molinietum,* a to dzięki temu, że leży w niewielkim zagłębieniu terenowym i jest na wiosnę stale zalewany. Płaty wariantu z *Daucus carota* intensywnie nawożone nawozami mineralnymi łatwo i szybko przekształcają się w łąki o charakterze pośrednim pomiędzy *Molinietum* i *Arrhenatheretum.*

d) Płaty przejściowe od *Molinietum* do *Arrhenatheretum* (tab. 3, zdj. 3a —III; wykresy 6, 7)

Gdy w *Molinietum* przestanie występować długotrwałe podtopienie roślinności w okresie wiosny, jesieni i zimy, a średnia głębokość zwierciadła wody gruntowej spadnie poniżej —(45) 50 cm i gdy jednocześnie zastosuje się intensywne nawożenie mineralne (potasowe, fosforowe i azotowe) — to płaty tego zespołu w ciągu 3—4 lat zmieniają zupełnie swój skład florystyczny. Szybko znikają gatunki charakterystyczne dla zespołu *Molinietum*, w dalszej zaś kolejności charakterystyczne dla związku *Molinion*. Masowo rozwijają się: *Trifolium repens, T. pratense, Trisetum flavescens* i in. Woda gruntowa przestaje już być czynnikiem, który decyduje o rozwoju nawożonego płatu; staje się nim nawożenie. Dlatego to odwodnione i nawożone płaty *Molinietum* można pod względem składu florystycznego zestawić w szereg nie w zależności od zwierciadła wody gruntowej, lecz od intensywności nawożenia. W obrębie tego samego nawożonego płatu nr III (tab. 3) średnia głębokość zwierciadła wody gruntowej mierzona na przeciwległych jego krańcach wynosiła 46 i 68 cm, a mimo to roślinność na powierzchni całego badanego płatu była zupełnie jednolita.

W płatach o charakterze przejściowym od *Molinietum* do *Arrhenatheretum* stosunki wód gruntowych układają się podobnie jak w najsuchszych płatach *Molinietum* z *Daucus carota*. Zwierciadło wody gruntowej waha się w granicach (+2) 0 — 145 cm, a średnia głębokość zalegania poziomu wody gruntowej wynosi (42) 50 —70 cm poniżej powierzchni gleby. Tylko wyjątkowo obserwujemy wodę na powierzchni łąki.

Rząd: *ARRHENATHERETALIA*

Rząd ten obejmuje łąki antropogeniczne, rozwijające się na glebach świeżych, na niżu i w górach. Zespoły rzędu *Arrhenatheretalia* zależne są w znacznie mniejszym stopniu od wód gruntowych niż łąki należące do rzędu *Molinietalia*. Niektóre z przynależnych tu zespołów, np. górski zespół *Gladioleto-Agrostidetum*, korzystają z wód gruntowych chyba tylko wyjątkowo. Jedynie niekiedy w profilach glebowych płatów tego zespołu napotykamy w głębokości 1 m lub nawet niżej na ślady działania wody gruntowej w postaci niewielkich plam glejowych.

Arrhenatheretum elatioris — Zespół rajgrasu wyniosłego (tab. 4; wykres 8)

Za gatunki charakterystyczne (niektóre tylko lokalnie) dla zespołu *Arrhenatheretum* w dolinie górnej Wisły uznać należy: *Arrhenatherum elatius, Trisetum flavescens, Crepis biennis, Heracleum sphondylium* i *Ge-*

ranium pratense. Dobrym gatunkiem charakterystycznym jest również *Rumex thyrsiflorus,* który występuje zasadniczo tylko w płatach porastających zbocza wałów wiślanych lub w ich sąsiedztwie. Dokładne określenie fitosocjologicznego stanowiska tych płatów *Arrhenatheretum,* w których przeprowadzono badania nad wahaniami zwierciadła wód gruntowych, jest dosyć trudne. Raczej ciążą one ku jakiemuś wilgotniejszemu wariantowi *Arrhenatheretum.* Być może, iż należą one do podzespołu z *Alopecurus pratensis,* który opisano z północno-zachodnich Niemiec (Tüxen 1937), choć gatunki wyróżniające ten podzespół są dość słabo reprezentowane w badanych przeze mnie płatach; jednak, być może, są tylko odpowiednikami nadwiślańskimi tego podzespołu, jak to bowiem zaznaczył Schneider (1954), ekologicznie podobne podzespoły z różnych części zasięgu szeroko rozprzestrzenionego w środkowej Europie zespołu *Arrhenatheretum* zazwyczaj tylko odpowiadają sobie, lecz nie są całkiem identyczne. Badacz ten, na terenie kantonu Zürich w Szwajcarii, wyróżnił 3 podzespoły zależne od wilgotności gleby, odpowiadające podzespołom z północno-zachodnich Niemiec, lecz różne od tamtych.

Badane płaty zespołu rajgrasu wyniosłego rozwijają się na glebach piaszczystych lub gliniastych, które reprezentują typ gleb brunatnych. W dolnej części profilu obserwujemy często oglejenie.

Zbyt wysoki stan wód gruntowych kładzie kres rozwojowi *Arrhenatheretum.* Zespół ten nie rozwija się również, nawet przy najkorzystniejszych dlań stosunkach wodnych, w razie braku nawożenia. Przed dokonaniem obwałowań Wisły zajmował on wysokie partie aluwiów nadrzecznych po wyciętych lasach łęgowych. Powierzchnie te w okresie wiosny były na krótko zalewane, a tym samym nawożone mułem i szlamem niesionym przez wodę. Po opadnięciu wysokich wiosennych wód płaty *Arrhenatheretum* szybko obsychały, tak że tereny te nigdy nie były długo podtopione, bowiem tuż obok leżące koryto rzeki działało niby rów osuszający. Po obwałowaniu Wisły i odcięciu omawianych łąk od użyźniającego działania zalewów zaczęły się one szybko degradować. Część z nich zamieniono na pola orne; jako *Arrhenatheretum* utrzymały się jedynie powierzchnie sztucznie nawożone przez człowieka. W razie braku nawożenia opanowuje je w pierwszym rzędzie *Festuca rubra.*

Graniczne wartości wody gruntowej, przy których zespół *Arrhenatheretum* nie może się już rozwijać, trudno określić generalnie dla zespołu w całym jego obszernym zasięgu, obejmującym niż i niższe położenia górskie środkowej Europy. Oddziaływanie wody gruntowej zależy bowiem także i od warunków klimatycznych. Ellenberg (1954) podaje, że *Arrhenatheretum* w klimacie względnie kontynentalnym południowo-zachodnich Niemiec rozwija się jeszcze przy tak wysokim poziomie wody gruntowej, że przy podobnych głębokościach nie może się on już rozwinąć

w znacznie wilgotniejszym (atlantyckim) klimacie Niemiec północno-zachodnich.

Tylko wilgotniejsze podzespoły i warianty *Arrhenatheretum* wykazują pewną zależność od wód gruntowych. Nie znaczy to oczywiście, że woda gruntowa jest tam dostępna dla roślin w ciągu całego okresu wegetacyjnego. Jeśli jednak podzespół z *Alopecurus pratensis* wykazuje niejaką zależność od tych wód, to podzespół z *Briza media*, w którego płatach zwierciadło wody gruntowej spada latem do głębokości 5—9 m, rozwija się zupełnie niezależnie od tego czynnika (Tüxen 1954, Müller 1956).

W badanych płatach zespołu rajgrasu wyniosłego w dolinie górnej Wisły zwierciadło wody gruntowej wahało się od 20—90 cm na wiosnę, do 120—180 cm jesienią; amplituda wahań osiągała wartość od 120 do 160 cm. Przeciętnie zwierciadło wody gruntowej utrzymuje się na głębokości 90—113 cm. Nigdy nie zaobserwowano wody stojącej na powierzchni płatów tego zespołu. Niekiedy tylko może ona przez krótki okres czasu przepływać po łące cienką warstewką. Użyźnia ją wtedy, osadzając wśród darni najdrobniejsze cząstki glebowe spłukane z pobliskich, wyżej położonych pól. Choć wahania zwierciadła wód gruntowych trzech badanych płatów nie odbiegają wyraźnie od siebie, to jednak na podstawie występowania w płatach nr 8 i 4 (tab. 4) szeregu gatunków charakterystycznych z rzędu *Molinietalia (Equisetum palustre, Lychnis flos-cuculi, Sanguisorba officinalis)* można wnosić, że są one bardziej wilgotne od płatu nr 1. W tym ostatnim brak wyżej wymienionych gatunków, występują natomiast: *Rumex thyrsiflorus, Falcaria vulgaris, Convolvulus arvensis, Avenastrum pubescens*. Przyczyną tych różnic jest różny skład mechaniczny gleby i zależne od niego podsiąkanie.

Płat nr 1 rozwija się na glebie piaszczystej, dwa pozostałe na glebach gliniastych. Prawdopodobnie nie bez wpływu na skład florystyczny są również długotrwałe niskie stany wody gruntowej w płacie nr 1. Woda gruntowa w płatach zespołu *Arrhenatheretum* poza wiosną i okresem wczesnego lata nie jest dostępna dla roślin, a głównym źródłem wilgoci stają się opady. Temu też przypisać należy, iż płat nr 1 szczególnie bujnie rozwija się w lata wilgotne. Z gospodarczego punktu widzenia najcenniejsze są te łąki zajęte przez zespół rajgrasu wyniosłego, w których zwierciadło wody gruntowej, w zależności od składu mechanicznego gleby, przebiega przeciętnie na głębokości 70—100 cm.

Jak już wspomniano, zespół *Arrhenatheretum* rozwijać się może również zupełnie niezależnie od wody gruntowej. Dobrze wykształcone jego płaty znajdujemy na wysokich wałach wiślanych w okolicach Krakowa oraz na nasypach kolejowych. W tych przypadkach jednak płaty zespołu rajgrasu wyniosłego wykształcają się typowo wyłącznie przy ekspozycji północnej. W płatach o tej ekspozycji występują zazwyczaj niemal wszyst-

kie gatunki charakterystyczne dla zespołu; zawsze spotyka się tam także *Aegopodium podagraria*. Płaty leżące tuż obok, lecz po przeciwnej stronie wału, przy ekspozycji południowej, odznaczają się mniejszym zwarciem murawy, brak w nich zazwyczaj wielu gatunków charakterystycznych dla zespołu *Arrhenatheretum* i związku *Arrhenatherion*, zawsze *Heracleum sphondylium*. Stale w płatach tych natomiast rosną: *Sedum acre, Thymus pulegioides* i chwasty takie jak *Erigeron canadensis, Oenothera* sp. i in. Płaty te należą do osobnego, zubożałego wariantu *Arrhenatheretum*, który nieznacznie ciąży już ku zespołom rzędu *Brometalia erecti*. Przypuszczalnie przyczyną zróżnicowania florystycznego są wilgotność powietrza i gleby.

Zespoły siedlisk skrajnie ubogich

Rząd: *CARICETALIA FUSCAE*

Cariceto canescentis-Agrostidetum caninae — Fragmenty zespołu turzycy siwej i mietlicy psiej (tab. 5; wykres 9)

W Tatrach i na Podtatrzu zespół ten rozwija się bardzo często na podłożu morenowym. W dolinie Wisły odnajdujemy jego płaty najczęściej w lokalnych zagłębieniach terenu wśród ubogich piasków dyluwialnych lub też na brzegach małych jeziorek i potoczków. Wody gruntowe są w tym zespole bardzo ubogie, nie zawierają niemal zupełnie węglanu wapnia lub też zawierają go o wiele mniej niż np. wody zespołu *Valerianeto-Caricetum flavae* (Pawłowski, Pawłowska i Zarzycki, msk.). Część płatów *Cariceto canescentis-Agrostidetum caninae* występowała z natury (obrzeża torfowisk przejściowych), część z nich powstała po wycięciu lasów. Tüxen (1937) przyjmuje, że w północno-zachodnich Niemczech zespół ten rozwinął się na miejscu zniszczonego zespołu *Betuletum pubescentis*. Płaty omawianego zespołu użytkowane są najczęściej jako liche pastwiska, niekiedy tylko jako łąki kośne.

Badane przeze mnie płaty z okolic Czernichowa reprezentują jedynie fragmenty zespołu *Cariceto canescentis-Agrostidetum caninae*, wyraźnie zubożałe i nieco przesuszone. Z gatunków charakterystycznych dla zespołu występują w nich jedynie *Agrostis canina, Carex stellulata (C. echinata)* i *Veronica scutellata* oraz szereg gatunków charakterystycznych dla związku *Caricion canescentis-fuscae* i rzędu *Caricetalia fuscae (Ranunculus flammula, Epilobium palustre, Hydrocotyle vulgaris, Viola palustris, Equisetum palustre* i *Blysmus compressus)*. Gleby badanych płatów rozwijające się ze skrajnie ubogich, kwarcytowych piasków dyluwialnych, wykazują w mineralno-próchnicznym poziomie A wyraźne ślady zatorfienia.

Miąższość tego poziomu (jednocześnie główna warstwa korzeniowa) waha się od 15 do 30 cm. Przejście do poziomu leżącego poniżej, utworzonego przez gruboziarnisty, luźny, silnie przepojony wodą piasek barwy szarożółtej, jest zawsze ostre.

Należy zaznaczyć, że zdjęcie nr 7′ z tab. 5 odbiega nieco od dwóch pozostałych. Wyróżnia je obecność: *Hydrocotyle vulgaris, Viola palustris* i obficie występująca *Carex panicea.* Płat ten jest równocześnie suchszy od płatów nr 7 i A. Maksymalny poziom wody osiągnął w nim wartość zaledwie +2 cm, a pod koniec lata zwierciadło wody gruntowej spadało do głębokości 80 cm poniżej powierzchni gleby. Amplituda wahań zwierciadła wody gruntowej osiąga więc w tym płacie wartość 82 cm, a jego średnia głębokość wyniosła około 33 cm. Płat ten odpowiada prawdopodobnie suchszemu podzespołowi *Cariceto canescentis-Agrostidetum caninae,* z *Carex panicea,* który znany jest z północno-zachodnich Niemiec (Tüxen 1937). Płaty nr 7 i A są wyraźnie wilgotniejsze, szczególnie ten ostatni, w którym obficie występuje *Drepanocladus lycopodioides* i *D. Sendtneri.* Pozostają one przez 5—9 miesięcy w roku zalane wodą 10—15 cm głęboką. W ciągu lata zwierciadło wody gruntowej spada do głębokości 40—70 cm. Amplituda wahań zwierciadła tej wody wyniosła dla płatu A — 75 cm, dla płatu 7 — 80 cm, średnia głębokość poziomu wody 11 i 21 cm poniżej powierzchni gleby. W typowych płatach *Cariceto canescentis-Agrostidetum caninae* zwierciadło wody gruntowej waha się w znacznie mniejszych granicach w pobliżu powierzchni gleby.

Rząd: *NARDETALIA*

Nardeto-Juncetum squarrosi — Zespół bliźniczki i situ tęgiego (tab. 6; wykres 10)

Zespoły związku *Nardo-Galion saxatilis,* do którego należy zespół *Nardus stricta-Juncus squarrosus,* rozwijają się optymalnie i na dużą skalę w atlantyckiej części Europy zachodniej. Płaty z doliny Wisły, leżące już na wschodnim krańcu zasięgu tego związku, są słabo wykształcone i wyraźnie zubożałe. Gatunkami lokalnie charakterystycznymi dla zespołu są nielicznie występujące u nas gatunki charakterystyczne dla całego związku *Nardo-Galion saxatilis* (Preising 1949); są to: *Nardus stricta, Juncus squarrosus* i *Pedicularis silvatica.* Prawdopodobnie należy do nich zaliczyć także *Polygala oxyptera* i *Viola canina for.,* których nie znalazłem w badanych płatach. Zespół bliźniczki i situ tęgiego rozwija się w dolinie górnej Wisły na bardzo ubogich, często silnie zbielicowanych piaskach dyluwialnych. Płaty zespołu *Nardeto-Juncetum squarrosi* rozwinęły się po wycięciu lasów sosnowych (zespół *Pineto-Vaccinietum myrtilli),* część

z nich zawdzięcza swe powstanie silnemu odwodnieniu piaszczystych łąk trzęślicowych. Płaty zespołu bliźniczki i situ tęgiego użytkowane są zazwyczaj jako małowartościowe pastwiska, których zalesienie byłoby racjonalne ze względów gospodarczych.

W płatach nr 6 i 6′, które reprezentują najbardziej rozpowszechniony typ zespołu *Nardeto-Juncetum squarrosi*, zwierciadło wody gruntowej waha się od —8—40 cm na wiosnę do —80—117 cm pod koniec lata. Amplituda wahań osiąga wartość 92 i 102 cm. Przeciętnie zwierciadło wody gruntowej zalega na głębokości 50—70 cm poniżej powierzchni gleby. Podsiąkanie wody jest tu nieznaczne wobec silnie piaszczystego podłoża i przez dużą część sezonu wegetacyjnego woda gruntowa niedostępna jest dla roślin. Przy jeszcze niższych położeniach jej zwierciadła, gdy jest ona zupełnie niedostępna dla roślin, na kwarcytowych piaskach dyluwialnych w dolinie górnej Wisły rozwijają się zespoły należące do rzędu *Corynephoretalia*. Już nawet płat nr 6′ występuje w mozaice ze zbiorowiskiem, w którym panuje *Thymus serpyllum* i *Festuca duriuscula*. Jest to prawdopodobnie zubożały płat zespołu *Festuceto-Thymetum serpylli* (Kornaś 1957).

Płaty nr 4, 5 i N, określane jako wariant *Nardeto-Juncetum squarrosi* z *Gentiana pneumonanthe* są wyraźnie wilgotniejsze od poprzednich. W stosunku do płatów 6 i 6′ wyróżniają je przede wszystkim gatunki charakterystyczne dla zespołu *Molinietum* i związku *Molinion (Gentiana pneumonanthe, Molinia coerulea, Sanguisorba officinalis, Succisa pratensis, Serratula tinctoria)* oraz cały szereg gatunków z klasy *Molinio-Arrhenatheretea*. Płaty te, jak widać, zajmują stanowisko pośrednie pomiędzy *Nardeto-Juncetum squarrosi* a *Molinietum coeruleae*. Rozwijają się one niekiedy w wyniku odwodnienia piaszczystych łąk trzęślicowych. Zwierciadło wody gruntowej waha się w tych płatach od 0—+2 cm na wiosnę, — do 80—100 cm późnym latem i wczesną jesienią. Średnio zwierciadło tej wody zalega na głębokości 30—50 cm poniżej powierzchni gleby. Amplituda wahań wyniosła w badanych płatach 77 do 96 cm.

WODY GRUNTOWE A SUKCESJE ROŚLINNE W DOLINIE GÓRNEJ WISŁY

Każdy z badanych zespołów roślinnych, jak wynika to z przedstawionych danych, związany jest z pewnym określonym poziomem wody gruntowej, a raczej z określoną skalą wahań tego poziomu. W razie dłużej trwającego przesunięcia tej skali, zespół reaguje zmianą składu gatunkowego; powstaje odrębny wariant, albo nawet, w przypadku silniejszych zmian w dotychczasowym reżimie wodnym, na miejscu dawnego rozwija się nowy zespół roślinny. Zmiana poziomu wody gruntowej jest więc ważnym czynnikiem, od którego uzależniona jest częstokroć dalsza sukcesja roślin-

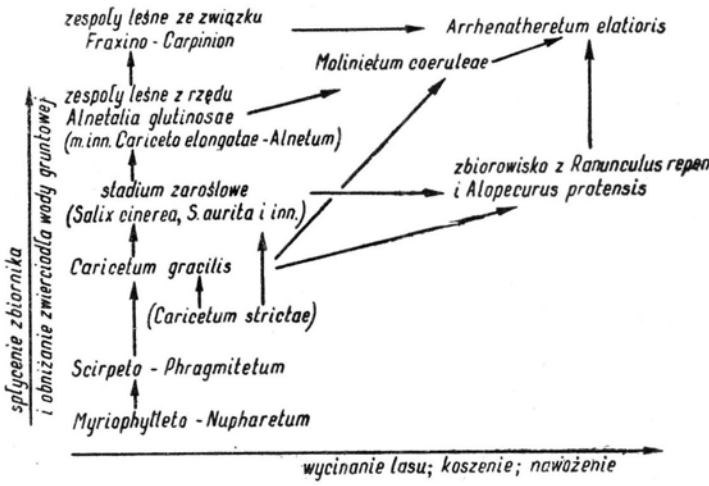
ności. Sukcesję tę da się prześledzić szczególnie dobrze na zarastającym starorzeczu, w miarę jego spłycania.

Powierzchnię zakoli wiślanych o wodzie 1,5—3 m głębokiej zajmuje zespół roślin wodnych wolno pływających — *Myriophylleto-Nupharetum*. W skutek osadzania się na dnie zbiornika obumierających szczątków roślinnych i cząstek glebowych spłukiwanych z otaczających terenów oraz pogłębiania się erodowanego koryta pobliskiej rzeki, zbiornik spłyca się powoli, lecz stale. Gdy głębokość wody spadnie poniżej 180—160 cm, wśród roślinności wodnej zjawiać się zaczynają gatunki zakorzeniające się na dnie, jak *Schoenoplectus lacustris, Typha angustifolia, T. latifolia*. Zespół trzcin i oczeretów — *Scirpeto-Phragmitetum* wykształca się jednak w pełni dopiero przy wodzie 80—120 cm głębokiej. W wodach starorzeczy wiślanych zasobnych w $CaCO_3$ i inne sole mineralne żyją liczne mikroorganizmy roślinne i zwierzęce. Ich obumierające szczątki dostarczają roślinom wyższym bogatych w azot substancji pokarmowych. Z tego względu produkcja masy w zespole trzcin i oczeretów jest bardzo duża, a to z kolei zwiększa szybkość spłycania i dalszego zarastania zbiornika. Tam, gdzie woda stoi na powierzchni tylko przez część roku, a okresowo wysycha zupełnie, trzcina i oczeret ustępują miejsca gatunkom: *Glyceria aquatica, Phalaris arundinacea* i in. Jeszcze później nieco ważną rolę w zarastaniu spełniać zaczyna *Carex stricta*. Tworzy ona duże, 40—50 cm nad otoczenie wzniesione kępy; na nich i wśród nich osiedlają się *Salix cinerea, S. aurita, Alnus glutinosa* i in. gatunki krzewów i drzew. Na miejscach krócej i płycej zalewanych całe płaty tworzy *Carex gracilis*. W następnej kolejności z płatów tych, w drodze naturalnej sukcesji, rozwinęłyby się zbiorowiska leśne z rzędu *Alnetalia glutinosae*, a przy dalszym obniżaniu zwierciadła wody gruntowej prawdopodobnie zbiorowiska ze związku *Aluteto-Ulmion*.

Naturalną sukcesję przerywa zazwyczaj ingerencja człowieka, który kosząc zbiorowiska trzcin i oczeretów oraz wysokich turzyc niszczy siewki krzewów i drzew, zwiększając w ten sposób sztucznie powierzchnie zajmowane przez zespoły *Caricetum strictae* i *Caricetum gracilis*, które w naturalnych warunkach rozwijały się jedynie na niewielką skalę.

Przebieg sukcesji w starorzeczach doliny górnej Wisły uwarunkowanej spłycaniem zbiornika, a następnie obniżaniem zwierciadła wody gruntowej przedstawia schemat 1. W Kostrzu, na miejscu płatów *Caricetum gracilis*, w miarę obniżania zwierciadła wody gruntowej rozwija się bliżej nie zbadane zbiorowisko z *Alopecurus pratensis* i *Ranunculus repens*, a nie, jakby można przypuszczać, *Molinietum coeruleae*. W zbiorowisku tym pojawiają się liczne gatunki charakterystyczne klasy *Molinio-Arrhenatheretea*, a brak zupełnie gatunków charakterystycznych dla zespołu *Molinietum* i związku *Molinion*, które zjawiłyby się niewątpliwie, gdyby

sukcesja przebiegała w kierunku zespołu trzęślicy modrej. W ostatecznym efekcie rozwinie się tu najprawdopodobniej wilgotny wariant *Arrhenatheretum*. Zespół *Molinietum* zaś w dolinie górnej Wisły, na glebach mine-



Schemat 1. (Objaśnienie w tekście)

ralnych, rozwinął się głównie po bezpośrednim wycięciu lasów olszowych przy niezbyt wielkim obniżeniu zwierciadła wód gruntowych.

Zabiegi melioracyjne ostatniego stulecia powodują stałe obniżanie zwierciadła wód gruntowych w dolinie Wisły. Obniżenie tego poziomu o 20—30 cm w płatach *Molinietum* i zastosowanie intensywnego nawożenia powoduje wykształcenie się na ich miejscu płatów przejściowych od *Molinietum* do *Arrhenatheretum*, a nieraz nawet wilgotniejszego wariantu *Arrhenatheretum* z *Sanguisorba officinalis* (Zarzycki 1958).

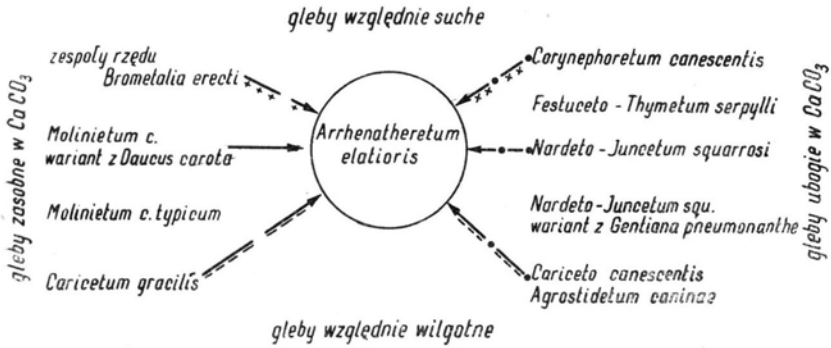
Zupełnie inaczej przebiega sukcesja w przypadku odwodnienia płatów *Molinietum*, które zajmowały gleby piaszczyste. Z reguły występują tam gatunki charakterystyczne dla rzędu *Nardetalia*, przede wszystkim *Nardus stricta* i *Sieglingia decumbens*. Po obniżeniu zwierciadła wody gruntowej rozwijają się one na dużą skalę, szczególnie *Nardus stricta*, a dołączają się do nich *Calluna vulgaris*, *Juncus squarrosus* i in., oczywiście tylko wtedy, jeśli płaty te nie są nawożone. Zdjęcia nr 4, 5, N zestawione w tab. 6 jako płaty *Nardeto-Juncetum squarrosi* w wariancie z *Gentiana pneumonanthe* reprezentują właśnie takie stadia przejściowe od *Molinietum* do *Nardeto-Juncetum squarrosi*. Wskazują one na tendencję rozwojową piaszczystych, odwodnionych płatów zespołu trzęślicy modrej, a rozrzucone są wśród płatów *Molinietum*, przy czym zajmują niewielkie, lokalne 20—30 cm wysokie wzniesienia, nie zalewane w ogóle w ciągu roku. Na po-

twierdzenie przypuszczenia, że wobec obniżenia zwierciadła wody gruntowej i związanej z tym degradacji gleby na miejscu piaszczystych płatów *Molinietum* rozwija się *Nardeto-Juncetum squarrosi* można przytoczyć dwa argumenty:

1. duże partie mokrych dawniej łąk w okolicach Kostrza, które przecinają stare, zasypujące się już dziś rowy odwadniające, zajmuje obecnie zespół *Nardeto-Juncetum squarrosi;*

2. kępy wrzosu w odwodnionym, piaszczystym płacie *Molinietum* zjawiają się najpierw wzdłuż rowów odwadniających, a więc na miejscach, gdzie nastąpiło najsilniejsze obniżenie zwierciadła wody gruntowej.

Wszystkie zabiegi człowieka, czy to będą melioracje odwadniające czy też nawadniające, czy też nawożenie organiczne lub mineralne, zmierzają do zwiększenia plonów. Jeśli chodzi o zbiorowiska łąkowe, to człowiek świadomie lub nieświadomie proteguje zespół *Arrhenatheretum,* który, szczególnie w swych wilgotniejszych wariantach, z gospodarczego punktu widzenia jest najcenniejszym zespołem łąkowym w dolinie Wisły. Jak dochodzi się do powstania tego zespołu lub też jak do niego dojść można, ilustruje schemat 2. Zespół *Arrhenatheretum* rozwija się więc na miejscu



Schemat 2. (Objaśnienie w tekście)

Nardeto-Juncetum przez zastosowanie intensywnego nawożenia mineralnego (łącznie z wapnowaniem). Na siedliskach zbyt suchych zajmowanych przez zespoły rzędu *Brometalia* i *Corynephoretalia* powstanie on przez zastosowanie nawodnień, natomiast na siedliskach zbyt wilgotnych *(Molinietum, Caricetum gracilis, Cariceto canescentis-Agrostidetum caninae)* konieczne jest zlikwidowanie zbyt długiego podtopienia roślinności w jesieni i na wiosnę. W przypadku siedlisk ubogich w $CaCO_3$ *(Nardeto-Juncetum squarrosi, Cariceto canescentis-Agrostidetum caninae,* zespoły rzędu *Corynephoretalia)* przy normalnym nawożeniu fosforowym, potasowym i azotowym należy zastosować także wapnowanie. Trzeba tu jednakże z na-

ciskiem podkreślić, że w każdym przypadku, czy stosujemy nawodnienie i odwodnienie, czy też nie stosujemy żadnego z tych zabiegów, zespół *Arrhenatheretum* nie rozwinie się bez zastosowania właściwego nawożenia.

UWAGI OGÓLNE O WAHANIACH ZWIERCIADŁA WÓD GRUNTOWYCH I O ZALEŻNOŚCI OD NICH BADANYCH ZESPOŁÓW ROŚLINNYCH

Wahania zwierciadła wód gruntowych

Wody podziemne, choć ich bezpośrednio nie widzimy w krajobrazie, wywierają bardzo znaczny wpływ na rozwój roślinności. Tworzą one kilka poziomów wodonośnych położonych jeden nad drugim, które silniej lub słabiej oddziałują na siebie. Przy dalszych rozważaniach zajmować się będę jedynie najwyższym poziomem wodonośnym, który wywiera najsilniejszy i bezpośredni wpływ na roślinność. Wody tego poziomu zalegające płytko pod powierzchnią gruntu (mniej więcej do głębokości 3 m), latem ciepłe (13—18°C w lipcu), zimą zwykle zamarzające, określane są mianem wód zaskórnych lub wierzchówek (Werner-Więckowska 1954). W ogólnym obiegu wodnym są one zależne od szeregu czynników klimatycznych, przede wszystkim od opadów, odpływu, parowania i transpiracji. Zwierciadło wód gruntowych na glebach, choć częściowo przepuszczalnych, powtarza w zasadzie kształt powierzchni topograficznej ze zmniejszoną amplitudą, tworząc powierzchnię wklęsłą w dolinach, słabo wypukłą na wzgórzach.

Zwierciadło tych wód znajduje się w ciągłym ruchu. Wykazuje ono wahania w kierunku pionowym i poziomym. Wody badanych zespołów roślinnych należą do ± ruchliwych; ich pH mierzone jesienią 1956 r. wahało się w granicach od 7,0 do 5,2. Jeśli idzie o wahania w kierunku pionowym, to do najważniejszych należą: 1) wahania zachodzące w ciągu roku, o różnej amplitudzie w poszczególne lata, 2) wahania wieloletnie, zależne od zmian klimatycznych, 3) wahania tzw. jednokierunkowe, wynikające z powolnego obniżania lub podwyższania zwierciadła wód gruntowych w związku z wcinaniem się koryt rzecznych, regulacją rzek, budową zbiorników wodnych itp. Wahania dobowe, dochodzące niekiedy do kilkunastu lub nawet do kilkudziesięciu cm na dobę, mają dla roślinności mniejsze znaczenie.

Przeprowadzone badania wykazały — zgodnie z dotychczasowymi danymi hydrologicznymi — że w ciągu normalnego roku wysoki stan wód gruntowych przypada na miesiące jesienne i zimowe, najwyższy zaś na okres wczesnej wiosny (topnienie śniegów) i wiosnę, od końca lutego przez marzec, kwiecień i pierwszą połowę maja. Przeciętnie od połowy maja,

w miarę zbliżania się lata, zwierciadło wód gruntowych obniża się powoli pod wpływem intensywnej transpiracji i parowania. Nagłe podwyższenie tego zwierciadła, które obserwujemy pod koniec czerwca lub na początku lipca, związane jest ze zwiększoną ilością opadów w tym okresie. Szczególnie jaskrawo wystąpiło to zjawisko w wilgotnym roku 1955, choć da się je wykazać i w inne lata. Najniższe stany osiągają wody gruntowe pod koniec lata i wczesną jesienią, w miesiącach sierpniu, wrześniu i w październiku. Późną jesienią lub dopiero na początku zimy następuje gwałtowne podwyższenie ich zwierciadła.

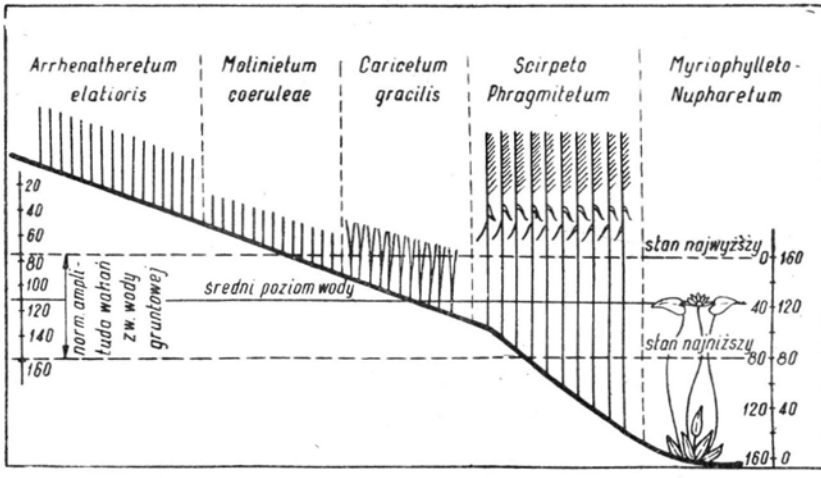
Przedstawione wykresy uwidaczniają dużą zależność omawianego zwierciadła w badanych płatach od ilości opadów w danym okresie. Silne ulewy letnie, szczególnie gdy wystąpiły po okresie suszy, powodowały krótkotrwałe podniesienie zwierciadła wód gruntowych z dnia na dzień o 40 lub nawet 50 cm. Natomiast nie udało się stwierdzić, może ze względu na zbyt rzadkie obserwacje, ażeby opad mniejszy od 30 mm spowodował podwyższenie poziomu tych wód. W zimie, gdy opady mają postać śniegu, ich bezpośrednie oddziaływanie na stan wód gruntowych jest słabsze. Zwierciadło tych wód leży wtedy stosunkowo wysoko z uwagi na słabe parowanie i brak transpiracji. Zmagazynowane opady zimowe przyczyniają się do wysokiego stanu wód gruntowych na wiosnę, w czasie topnienia śniegów. W okresie zimy i wczesnej wiosny zwierciadło tych wód zależne jest w większej mierze od temperatury niż od opadów. Podniesienie się temperatury powyżej 0°C powoduje jednoczesne podwyższenie zwierciadła wód zaskórnych, spadek temperatury poniżej 0°C powoduje automatyczne jego obniżenie (por. Passarge 1954).

Wahania zwierciadła wody gruntowej w obrębie tego samego płatu różnią się nieraz bardzo znacznie w ciągu kilku następujących po sobie lat i uzależnione są przede wszystkim od ilości opadów w tych latach. Koehne (1928) wyróżnił dla Europy oceaniczny typ wahań zwierciadła wody gruntowej — bardziej wyrównany, o niewielkiej amplitudzie wahań, i typ kontynentalny o dużej amplitudzie wahań i o silnie zaznaczonym minimum pod koniec lata. Już jednak Ellenberg (wg Rubnera 1953) stwierdził, że w ciągu dwu następujących po sobie lat mogą w tym samym terenie wystąpić na przemian oba typy wahań. To samo powiedzieć można o wodach gruntowych w badanych płatach w dolinie górnej Wisły. Wahania zwierciadła wód gruntowych, jakie zaobserwowano w r. 1954, uznać by należało za Koehnem za typowe wahania typu kontynentalnego, zaś wahania z r. 1955 za wahania typu oceanicznego. Różnica średnich rocznych głębokości wody z tych lat dochodziła do 55 cm. Stany wód gruntowych z r. 1956 reprezentują pośredni typ wahań.

Roczna amplituda wahań zwierciadła wód gruntowych w badanych płatach wyniosła w przybliżeniu 80 cm, w granicach od 43 do 148, amplituda za cały okres od 80 do 160 cm.

Zależność badanych zespołów roślinnych od wód gruntowych

Już sama obserwacja pasowego uszeregowania zbiorowisk roślinnych na zarastającym zbiorniku wodnym nasuwa przypuszczenie, że przyczyną tego zjawiska nie są właściwości fizyczne ani chemiczne gleby, ale stosunki wód powierzchniowych i gruntowych. Posuwając się od wolnej powierzchni wodnej zarastającego starorzecza wiślanego w stronę suchego brzegu, w miarę zmniejszania się głębokości wody, napotykamy kolejno, na przestrzeni kilkunastu względnie kilkudziesięciu metrów, szereg zespołów roślinnych. Najważniejsze zespoły wodne, bagienne i łąkowe doliny górnej Wisły układają się w następujący szereg, zależny od poziomu wody (ryc. 1): *Myriophylleto-Nupharetum, Scirpeto-Phragmitetum, Caricetum gracilis, Molinietum coeruleae, Arrhenatheretum elatioris.* Zespoły powyższego szeregu rozwijają się na glebach zasobnych w węglan wapnia i inne sole pokarmowe. Na skrajnie ubogich, dyluwialnych piaskach natomiast, przy analogicznych głębokościach wody, znajdujemy zupełnie

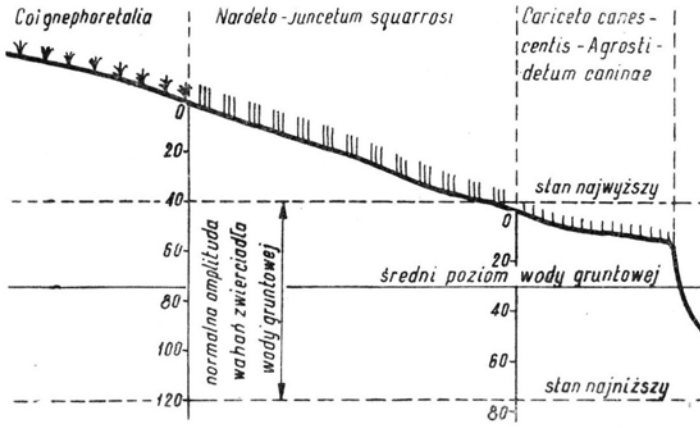


Ryc. 1. Schemat rozmieszczenia najważniejszych zespołów wodnych, bagiennych i łąkowych doliny górnej Wisły w stosunku do poziomu wody gruntowej

Fig. 1. Schema der Zonation der wichtigsten Wasser-, Sumpf- und Grünlandassoziationen in Beziehung zum Grundwasserstande im oberen Weichseltale

inne zespoły roślinne. Można je uszeregować również zależnie od głębokości zwierciadła wody gruntowej, a mianowicie: *Cariceto canescentis-Agrostidetum caninae, Nardeto-Juncetum squarrosi,* zespoły rzędu *Corynephoretalia* (ryc. 2).

Z powyższych uwag wynika, że badane zespoły roślinne w dolinie górnej Wisły zależne są przede wszystkim od zasobności podłoża, a do-



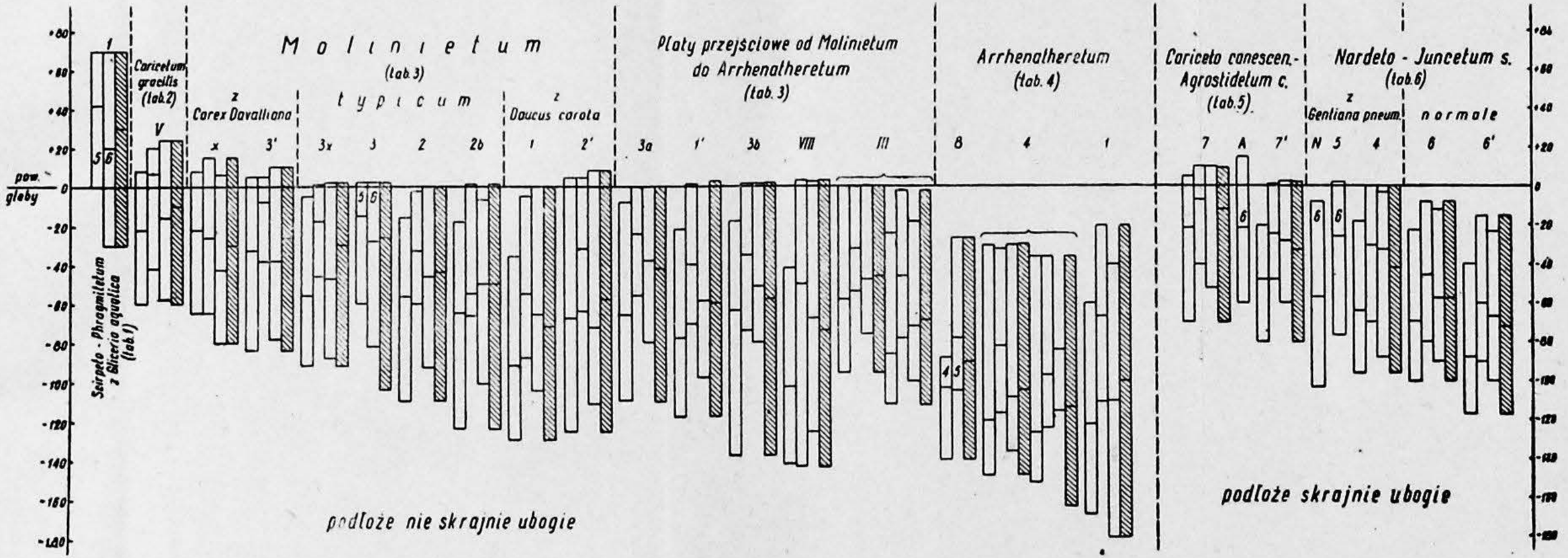
Ryc. 2. Schemat rozmieszczenia ważniejszych zespołów roślinnych w stosunku do zwierciadła wody gruntowej na piaskach dyluwialnych w okolicach Czernichowa
Fig. 2. Schema der Zonation der wichtigsten Pflanzenassoziationen in Beziehung zum Grundwasserstande auf diluvialen, quarzreichen Sanden in Gegend von Czernichów

piero w obrębie podobnych warunków glebowych o wykształceniu tego lub innego zespołu decyduje woda gruntowa.

Zależność poszczególnych zespołów łąkowych od wód gruntowych jest w wielu przypadkach bardzo duża, np. jeśli idzie o zespół *Molinietum* czy *Cariceto canescentis-Agrostidetum caninae.* Wyraźnie istnieje jednak tak długo, jak długo nie zaznacza się w stosunku do tych zespołów wybitniejsza ingerencja człowieka, wyrażająca się przede wszystkim w odwadnianiu i nawożeniu. Najlepszym przykładem jest tu *Molinietum* (por. zestawienie po str. 410). W przypadku, gdy płaty tego zespołu nie są odwodnione ani nawożone, zależność poszczególnych wariantów od wód gruntowych jest bardzo ścisła. Byłaby ona liniowa, gdyby na rozwój tego zespołu nie wywierały zupełnie wpływu inne czynniki siedliskowe poza wodą gruntową. Na skład florystyczny płatów *Molinietum* stosunkowo nieznacznie odwodnionych, a przy tym intensywnie nawożonych mineralnie, decydująco wpływa już nie woda gruntowa, ale nawożenie. Roślinność płatów nawożonych nie reagowała zupełnie na różnice 10—20 cm

w średniej głębokości wody, a zmiana taka wystarczyłaby już do wywołania zmian w składzie florystycznym płatów nie nawożonych.

Wahania zwierciadła wód gruntowych w poszczególnych zespołach omówiono szczegółowo w poprzednim rozdziale. Największe amplitudy wahań (95) 110 do 148 (160) cm, obliczone w stosunku do całego okresu badań, zauważono w zespołach, w których zwierciadło wód gruntowych położone jest stosunkowo nisko, a więc w zespole *Arrhenatheretum* i w odwodnionych płatach *Molinietum;* najmniejsze amplitudy wystąpiły w zespołach o zwierciadle wody gruntowej leżącym blisko powierzchni gleby; dotyczy to zespołów *Scirpeto-Phragmitetum, Caricetum gracilis, Molinietum* (wariant typowy i wariant z *Carex Davalliana*), *Cariceto canescentis-Agrostidetum caninae* i *Nardeto-Juncetum squarrosi.* Niewielkie stosunkowo zmiany w głębokości zwierciadła wody gruntowej przyczyniają się do wykształcenia odrębnych wariantów i podzespołów, gdy zwierciadło to leży blisko powierzchni gleby; ażeby osiągnąć ten sam efekt, a więc wywołać powstanie wariantu czy podzespołu, w przypadku zespołów o niżej położonym zwierciadle wody, konieczne są znacznie większe przesunięcia. Takie samo obniżenie zwierciadła wody gruntowej, które w płatach *Arrhenatheretum* nie wywoła widocznych zmian florystycznych, może wywołać wyraźne zmiany w *Molinietum* czy *Caricetum gracilis.* Zespoły rozwijające się na glebach piaszczystych w silniejszym stopniu zależne są od wód gruntowych niż zespoły z gleb gliniastych. Na glebach piaszczysto-gliniastych lub gliniastych przy średnim poziomie wody gruntowej około 30 cm poniżej powierzchni gleby rozwija się *Molinietum* z *Carex Davalliana,* a przy 60—70 cm *Molinietum* z *Daucus carota.* Na kwarcytowych piaskach dyluwialnych przy średnim poziomie wody gruntowej 30 cm — *Cariceto canescentis-Agrostidetum caninae,* a przy 60—70 cm *Nardeto-Juncetum squarrosi.* W pierwszym przypadku przesunięcie zwierciadła wody gruntowej o 30—40 cm spowodowało tylko wykształcenie nowego wariantu, podczas gdy w drugim taka sama zmiana doprowadziła już do wykształcenia odrębnego zespołu. Na skrajnie ubogich piaskach analogiczne przesunięcia zwierciadła wód gruntowych powodują niemal dwukrotnie szybsze zmiany w składzie florystycznym zespołów niż w przypadku gleb gliniastych. Potwierdzają to obserwacje terenowe. Granice pomiędzy płatami *Cariceto canescentis-Agrostidetum caninae* a *Nardeto-Juncetum squarrosi* są zawsze wyraźne, łatwe do przeprowadzenia, przeciwnie niż w przypadku zespołów z gleb ciężkich, gdzie przejścia są łagodne, trudne do uchwycenia. Zjawisko to znajduje wyjaśnienie w różnych właściwościach fizycznych gleb piaszczystych i gliniastych. Na glebach piaszczystych woda podsiąka tylko do wysokości ± 40 cm, gdy na glebach piaszczysto gliniastych i w słabo gliniastych, drobnych piaskach już do 60—80 cm (ryc. 3). Stąd na pia-



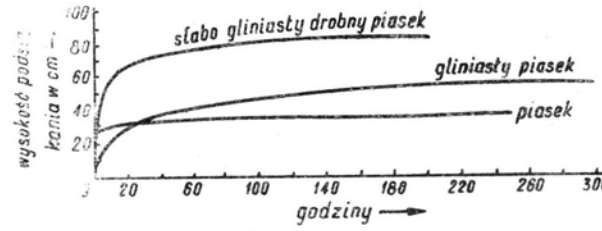
Zestawienie obrazujące wahania oraz średnie poziomy zwierciadła wody gruntowej w płatach badanych zespołów roślinnych.

(Zusammenstellung der Grundwasserniveauschwankungen und der mittleren Grundwasserstände in allen untersuchten Lokalbeständen).

Pierwszy z czterech prostokątów (w przypadku gdy jest ich cztery) podaje najwyższy, najniższy i średni stan wody gruntowej w r. 1954, prostokąt drugi podaje te same wartości dla roku 1955, a trzeci dla roku 1956. Prostokąt zakreskowany obrazuje stany maksymalne, minimalne oraz średnią głębokość wody gruntowej w danym płacie za cały okres badań. W przypadku braku kompletnych trzechletnich obserwacji, cyfra „4" wpisana w prostokąt oznacza, iż przedstawia on stany wód gruntowych z r. 1954, cyfra „5" oznacza rok 1955, a „6" — rok 1956. Numery poszczególnych płatów jak w tabelach i na pozostałych wykresach.

skach różnica wzniesień 10—20 cm może zadecydować, czy woda będzie dla roślin dostępna czy też nie. W tym przypadku rośliny rosnące w zagłębieniach terenu mogą korzystać z wody gruntowej niemal przez cały okres wegetacyjny, gdy rosnące obok, 20 czy 30 cm wyżej, korzystają z niej tylko wyjątkowo, przez krótki okres czasu. Z drugiej strony w glebach piaszczystych znacznie większy procent podsiąkającej wody dostępny jest dla roślin niż w przypadku gleb gliniastych, w których ponadto podsiąkanie jest dość powolne.

Płaty i zespoły, w których zwierciadło wody gruntowej przez długi okres czasu na wiosnę leży blisko powierzchni gleby, odznaczają się



Ryc. 3. Wysokość podsiąkania wody w różnych powietrznie suchych próbkach glebowych (według Laatscha 1944)

Fig. 3. Höhe des Wasseranstieg in verschiedenen, lufttrockenen Bodensubstanzen (nach Laatsch 1944)

chłodniejszym mikroklimatem, co jest jedną z przyczyn, iż rozwój fenologiczny tych zespołów jest opóźniony w stosunku do zespołów o niżej położonym zwierciadle wody gruntowej. Jak wynika z nie publikowanych dotąd materiałów Pawłowskiej (msk.) i Tacika (msk.), główny rozwój fenologiczny roślin w zespole *Arrhenatheretum* przypada na koniec maja i czerwiec, gdy w *Molinietum* na lipiec lub nawet na sierpień.

Odwodnienie powoduje nie tylko średnie obniżenie zwierciadła wody gruntowej, ale przyczynia się jednocześnie do zwiększenia amplitudy wahań jego poziomów. W nie odwodnionych płatach *Molinietum* średnia głębokość zwierciadła wody gruntowej wynosi 30—50 cm, a amplituda wahań 90—110 (126), w płatach odwodnionych średnia od 50—70 cm, amplituda zaś (95) 110—148 cm. Z gospodarczego punktu widzenia nie jest to korzystne, odwodnienie bowiem skraca wprawdzie czas trwania wysokich stanów wody na wiosnę i w jesieni i przeciwdziała okresowemu podtopieniu roślinności, ale z drugiej strony przyczynia się do obniżenia zwierciadła wody gruntowej pod koniec lata i na początku jesieni, gdy stan ten już z natury jest bardzo niski i roślinność cierpi na niedobory wody w glebie; przypada to bowiem na okres z małą ilością opadów atmosferycznych. Byłoby więc wskazane wyrównanie niedoborów wody

w okresie późnego lata (po pierwszym pokosie pod koniec lipca i w sierpniu) przez zastosowanie nawodnień.

Przeprowadzone badania wskazują na istnienie ścisłej współzależności pomiędzy stanem wody w rzece a wodami gruntowymi jej doliny. Zaobserwowany paralelizm nie jest tylko przypadkowy i nie wynika ze wspólnej zależności od opadów. Obniżenie względnie podwyższenie zwierciadła wody w rzece wpływa na stan wód gruntowych w dolinie, a przez to i na roślinność. Jak podaje Wodzicki (1933), obniżenie stanu wody w Wiśle w porównaniu z r. 1813 wyniosła dla Krakowa w r. 1933 około 3 m. Dolina górnej Wisły w okolicach Krakowa, traktowana jako całość, jest prawie przesuszona. Wilgotne partie łąk i bagien związane są zazwyczaj z lokalnymi zaklęsłościami terenu o nieprzepuszczalnym podłożu lub też z wysiękami wody w związku z układem warstw.

Nie stwierdzono zasadniczych różnic w wahaniach zwierciadła wód gruntowych w płatach tych samych zespołów z Kostrza i z Czernichowa. Okolice Kostrza, ogólnie rzecz biorąc, są bardziej odwodnione ze względu na bliskość koryta rzeki oraz melioracje odwadniające niż okolice koło Czernichowa. Pomimo to jest rzeczą zupełnie zrozumiałą, że nie może być zasadniczych różnic w głębokości i wahaniach zwierciadła wód gruntowych w płatach tych samych zespołów. W terenach odwodnionych zespoły siedlisk wilgotnych zajmują jedynie niewielkie powierzchnie, ale w ich obrębie warunki siedliskowe, a więc i poziom wody gruntowej, nie mogą ulec zasadniczym zmianom, wtedy musiałby bowiem zmienić się i zespół roślinny. W badanych płatach z Kostrza zauważono jedynie nieznaczne, do dwóch tygodni dochodzące przedłużenie niskiego stanu wody w jesieni. W tym samym czasie, gdy zwierciadło wód gruntowych w oddalonych od rzeki płatach koło Czernichowa podniosło się już zdecydowanie, dzięki wodom spływającym z wyższych tarasów, stan wody w płatach kostrzańskich był ciągle jeszcze bardzo niski.

Nie przeprowadzono specjalnych badań nad zagadnieniem, kiedy i w jakim stopniu wody gruntowe dostępne są dla roślin. Możemy jednak z grubsza zdać sobie z tego sprawę, jeśli znamy głębokość zwierciadła wody gruntowej, jego wahania w ciągu roku, skład mechaniczny gleby i zasięg warstwy korzeniowej w poszczególnych płatach i zespołach.

Zespoły *Scirpeto-Phragmitetum* i *Caricetum gracilis* są najściślej zależne od wód gruntowych. Powierzchnie zajmowane przez te zespoły albo przez cały rok pozostają pod wodą, albo też zwierciadło wody gruntowej znajduje się w strefie korzeniowej i rośliny mogą z niej zawsze korzystać. Jeśli chodzi o zespół *Carex canescens-Agrostis canina*, to przeważająca część korzeni w płatach tego zespołu znajduje się na głębokości 0—25 (35) cm, a pojedyncze korzenie sięgają jeszcze do 50 cm. Wysokość podsiąkania wody w piasku dochodzi do 40 cm. Wynika stąd, że gdy

zwierciadło wody gruntowej obniży się w płatach tego zespołu nawet do głębokości 65 (75) cm, woda ta jest jeszcze dostępna dla roślin. Poniżej tej głębokości zwierciadło wody gruntowej spada w typowych płatach omawianego zespołu chyba tylko wyjątkowo. Rozumując analogicznie jak w przypadku poprzednim w stosunku do zespołu *Nardeto-Juncetum squarrosi* dochodzimy do wniosku, iż woda gruntowa w tym zespole jest niedostępna dla większości roślin, gdy jej zwierciadło spadnie poniżej 65—75 cm. W takich płatach, jak płat nr 6 i 6′ w tabeli 6, woda gruntowa nie jest dostępna dla przeważającej części roślin poczynając od połowy lipca, przez okres późnego lata po wczesną jesień. W płatach wilgotniejszych (wariant z *Gentiana pneumonanthe*) okres, gdy woda gruntowa jest niedostępna, ogranicza się w latach normalnych do 1 miesiąca; w latach suchych rośliny nie mogą z niej korzystać przez 3—3,5 miesiąca. W wilgotniejszym wariancie *Molinietum* z *Carex Davalliana* woda gruntowa przez cały rok znajduje się w obrębie głównej warstwy korzeniowej lub też w zasięgu korzeni; w wariancie typowym woda ta jest niedostępna tylko w lata najsuchsze i to przez krótki okres czasu; w płatach wariantu z *Daucus carota* i przejściowych od *Molinietum* do *Arrhenatheretum* w latach wilgotnych dostępna jest przez cały rok, w latach normalnych i suchych niedostępna przez 1 lub 2 miesiące. W badanych płatach zespołu *Arrhenatheretum* woda gruntowa dostępna jest dla roślin w okresie wiosny i wczesnego lata, niedostępna od połowy lipca przez okres późnego lata i wczesnej jesieni. Przedstawione tu wnioski zgodne są z wynikami innych badaczy, którzy zajmowali się zagadnieniem dostępności wody wgłębnej dla roślin w różnych zespołach. Müller (1956) na podstawie dokładnych badań prowadzonych w dolinie Wezery dochodzi do wniosku, że m. in. zespoły *Corynephoretum* i *Arrhenatheretum* podzespół z *Briza media* nie wykazują żadnej zależności od wód gruntowych i rośliny tych zespołów nie korzystają w ogóle z wód podziemnych, w przypadku *Arrhenatheretum* w podzespole z *Alopecurus pratensis* rośliny korzystają tylko okresowo z wód gruntowych, podczas gdy w *Junceto-Molinietum* (zubożały odpowiednik naszego *Molinietum*) woda gruntowa przez cały rok znajduje się w zasięgu korzeni i jest dostępna dla roślin. Do wręcz przeciwnych, wprost paradoksalnych wniosków, opartych na nieścisłych i powierzchniowych obserwacjach doszedł Czerwiński (1954) twierdząc, że w dolinie Wisły, jak i w innych przypadkach „poziom właściwej wody gruntowej nie ma wpływu na zaopatrzenie w wodę".

Tüxen (1954) w swej pracy o zespołach roślinnych i wodach gruntowych postawił sobie za zadanie wyszukać w obrębie poszczególnych zespołów roślinnych wskaźnikowe gatunki roślin (Grundwasserformzeiger — GF), które określałyby dokładnie stosunki wód gruntowych.

Należy zaznaczyć, że takie gatunki odpowiednio „wycechowane" nie mają nic wspólnego z gatunkami charakterystycznymi. Zachowują one swą zdolność wskaźnikową tylko w obrębie ściśle określonego zespołu i wyłącznie w określonych warunkach klimatycznych. Występowanie jakiegoś gatunku w płacie *Molinietum*, np. *Agrostis canina* czy *Comarum palustre*, wiele mówi o jego stosunkach wodnych, o niczym jednak nie świadczy, jeśli znajdziemy ten gatunek w *Cariceto canescentis-Agrostidetum caninae*. Jak przedstawia się to zagadnienie w świetle badań w dolinie Wisły? Faktyczny materiał obserwacyjny jest zbyt skąpy, ażeby można go szerzej porównać z danymi Tüxena. Niemniej w stosunku do zespołu *Molinietum* da się wyodrębnić dwie grupy gatunków, których brak lub występowanie w płatach tego zespołu wskazuje na słabsze albo silniejsze oddziaływanie wody gruntowej. I tak występowanie w płatach *Molinietum: Agrostis canina, Carex Davalliana, Drepanocladus lycopodioides, D. Sendtneri, Eriophorum angustifolium, Valeriana simplicifolia* itp. wskazuje, iż dany płat przez kilka miesięcy w roku jest zalany wodą, kilka do kilkunastu cm głęboką, zwierciadło wody gruntowej długo zalega w strefie korzeniowej i wykazuje niewielką amplitudę wahań. Na zupełnie przeciwne stosunki wodne wskazuje występowanie w płatach *Molinietum* w dolinie górnej Wisły takich gatunków, jak: *Daucus carota, Crepis biennis, Bromus mollis, Carex tomentosa;* świadczą one o braku długotrwałego zalewu i podtopienia, a o zwiększonej amplitudzie wahań zwierciadła wody gruntowej.

Instytut Botaniki PAN
w Krakowie

(Wpłynęło dn. 30.1.1958 r.)

ZUSAMMENFASSUNG

In vorliegender Arbeit schildert der Verfasser die Ergebnisse seiner in den Jahren 1953—1956 durchgeführten Untersuchungen über die Beziehungen zwischen verschiedenen Wiesengesellschaften des oberen Weichseltales in der Westlage von Kraków (Süd-Polen) und den Grundwasserständen.

Es wurden 25 Lokalbestände, die 6 Pflanzenassoziationen repräsentierten, ausgesucht; in jedem derselben wurden je 1 (oder 2) seitlich durchlöcherte Blechröhren von 5 cm Durchmesser eingegraben. Die Aufnahmen der untersuchten Bestände, nach Braun-Blanquet's (1951) Methode ausgeführt, wurden in den Tabellen 1—6 zusammengestellt. Die Ablesungen des Grundwasserstandes hat der Verfasser während der Vegetationsperiode in 10-bis 14-täglichen Zeitabständen, während des Winters aber je 20—30 Tage untergenommen. Die Ergebnisse sind auf

Abb. 2—10 graphisch dargestellt worden; zum Vergleich sind daselbst auch die Dekaden-Niederschläge sowie die Wasserstände der Weichsel miteinbezogen (Abb. 1). Die wichtigsten Bodenanalysen sind in der Tabelle (S. 387) enthalten, die Daten für allgemeine Klimacharakteristik der Gegend von Kraków in der Tab. auf S. 390.

Grundwasserschwankungen in einzelnen der untersuchten Pflanzenassoziationen

A) Wiesengesellschaften der nicht äusserst nährsalzarmen Unterlage

Scirpeto-Phragmitetum (Tab. 1; Abb. 2)

Die typischen Bestände des *Scirpeto-Phragmitetum* (Tab. 1, Aufn. 0, ohne Abb.) stecken das ganze Jahr hindurch in stehendem oder langsam fliessendem, eutrophischem Wasser, dessen Tiefe zwischen 120 bis 160 cm im Frühling und 40 bis 80 cm im Hochsommer und Frühherbst schwankt.

Der untersuchte Bestand von *Glyceria aquatica (G. maxima)* (Tab. 1, Aufn. 1, Abb. 2), den ich als eine besondere Subassoziation des *Scirpeto-Phragmitetum* betrachte (die entsprechende Gesellschaft wurde auch als eine besondere Assoziation — *Glycerietum maximae*, Tüxen 1954 aufgefasst), steht lange Monate hindurch unter Wasser, das im Frühling die Tiefe von 70 cm erreichte; während einiger Monate (September, Oktober, November), dieser Bestand steht ganz trocken und der Grundwasserspiegel sinkt in ihm bis 30 cm unter die Bodenoberfläche herab.

Caricetum gracilis (Tab. 2; Abb. 2)

Der untersuchte Bestand steht 5 bis 9 Monate lang u. zw. im Herbst, Winter und Frühling unter dem Wasser, welches bis 42 cm tief ist; während des Sommers kommt auf der Oberfläche gar kein Wasser vor, und der Wasserspiegel sinkt bis in die Tiefe von 40—60 cm ab.

Molinietum coeruleae (Tab. 3; Abb. 3—7)

Der Höhe des Wasserstandes entsprechend lassen sich im Weichseltal 3 Varianten dieser Assoziation unterscheiden.

a) Die feuchte Variante von *Carex Davalliana* (Tab. 3, Aufn. x, 3′; Abb. 3).

Diese Variante weist manche floristischen und ökologischen Beziehungen zu den Assoziationen der Verbände *Caricion Davallianae* und *Caricion canescentis-fuscae auf*. Die Bestände dieser Variante stehen binnen 5 bis 6 Monaten im Jahre unter Wasser, welches 5 bis 15 cm tief ist. Der Bodenwasserspiegel sinkt niemals tiefer als bis zur Tiefe von 80 cm; seine Schwankungen erreichen die Amplitude von 90 cm; der durchschnittliche Grundwasserstand liegt zwischen 20 bis 30 cm unter der Bodenoberfläche.

b) Die typische Variante (Tab. 3, Aufn. 3 x—2b; Abb. 4).

Zahlreiche Charakterarten des *Molinietum* und des *Molinion* finden hier die besten Entwicklungsverhältnisse. 5 bis 6 Monate hindurch bedeckt das Wasser die Bodenoberfläche mit einer dünnen Schicht (0 bis + 2 cm), oder aber ist der Wasserspiegel in einer Tiefe von 0 bis 10 cm gelegen. Im Hochsommer und Frühherbst sinkt der Wasserspiegel bis 90—120 cm herunter. Die Amplitude der Wasserschwankungen erreicht in den untersuchten Beständen den Wert von 94 bis 126 cm. Die durchschnittliche Grundwasserspiegeltiefe beläuft sich auf 30 bis 50 cm.

c) Die trockene Variante von *Daucus carota* (Tab. 3, Aufn. 1, 2; Abb. 5).

Diese Variante entsteht nicht selten nach der Entwässerung der vorher genannten Varianten des *Molinietum*. Der Grundwasserspiegel schwankt hier zwischen (+8) + 4 bis 130 cm. Die hohen Grundwasserstände dauern in den Beständen dieser Variante nicht lang; die Amplitude der Schwankungen erreicht einen etwas höheren Wert als in anderen Varianten des *Molinietum*, und zwar 130 bis 135 cm. Der durchschnittliche Grundwasserspiegel liegt in einer Tiefe von 50—70 cm.

d) Übergang vom *Molinietum* zum *Arrhenatheretum* (Tab. 3, Aufn. 3a — III; Abb. 6, 7).

Durch intensive, mineralische Düngung entwickelt sich aus der trockenen *Daucus carota*-Variante des *Molinietum* eine Pflanzengemeinschaft, die einen Übergang vom *Molinietum* zum *Arrhenatheretum* bildet. In solchen Beständen gedeihen neben den *Molinion*-Charakterarten (Überbleibsel des ehemaligen *Molinietum*) auch zahlreiche Charakterarten des *Arrhenatheretum* und des *Arrhenatherion* (Zarzycki 1958). Der Grundwasserspiegel schwankt hier, ganz ähnlich wie in der *Daucus carota*-Variante des *Molinietum*, zwischen (+2) 0 bis 145 cm. Durchschnittlich liegt der Wasserspiegel in der Tiefe von 50 bis 70 cm.

Arrhenatheretum elatioris (Tab. 4; Abb. 8)

Arrhenatheretum elatioris, sowie auch andere Gesellschaften der Ordnung *Arrhenatheretalia* hängen nicht so stark wie die Assoziationen aus der Ordnung *Molinietalia* von den Grundwasserständen ab. Drei untersuchte Bestände des *Arrhenatheretum* gehören wahrscheinlich der Subassoziation von *Alopecurus pratensis* an. Obgleich alle drei durch sehr ähnliche Grundwasserstandschwankungen gekennzeichnet sind, weisen sie jedoch eine floristische Differenzierung auf, die von Bodenverhältnissen abhängt. Die Lokalbestände Nr. 8 und 4 (Tab. 4), in welchen einige Charakterarten der Ordnung *Molinietalia* vorkommen, gedeihen auf lehmigem Boden; dagegen hat sich der Bestand Nr. 1 mit *Rumex thyrsiflorus, Avenastrum pubescens, Convolvulus arvensis, Falcaria vulgaris* auf Sand entwickelt. Der Grundwasserspiegel schwankt in den untersuchten Lokalbeständen des *Arrhenatheretum* zwischen 20—90 cm im Frühling und 120—160 cm während des Sommers. Durchschnittlich liegt der Wasserspiegel in der Tiefe von 90 bis 113 cm. Niemals hat man auf der Oberfläche stehendes Wasser beobachtet. Ganz unabhängig vom Grundwasser entwickelt sich *Arrhenatheretum* auf den Weichseldämmen. In diesem Falle jedoch begegnet man der typischen Variante dieser Gesellschaft, welch beinahe allen Charakterarten (dazwischen auch *Rumex thyrsiflorus*) und ausserdem *Aegopodium podagraria* beherbergt aus-

schliesslich in nördlicher Exposition; demgegenüber entwickelt sich auf den Dämmen in südlicher Exposition eine besondere, verarmte Variante des *Arrhenatheretum,* die einigermassen zur Klasse *Festuco-Brometea* hinüberneigt. In dieser Variante fehlt immer *Heracleum sphondylium,* dagegen kommen vor: *Sedum acre, Thymus pulegioides, Oenothera biennis* u. a.

Wiesengesellschaften der äusserst armen Unterlage (diluvialer, quarzreicher Sand)

Cariceto canescentis-Agrostidetum caninae (fragm.) (Tab. 5; Abb. 9)

Die untersuchten Lokalbestände der *Carex canescens-Agrostis canina*-Assoziation sind fragmentarisch entwickelt und ein wenig übertrocknet. Die Aufn. Nr. 7′ (Tab. 5) sollte wahrscheinlich zur trockenen Subassoziation von *Carex panicea* (Tüxen 1937) gezählt werden. Der maximale Grundwasserstand erreicht hier nur den Wert von +2 cm; im Hochsommer sinkt der Wasserspiegel bis 80 cm tief. Mittlere Tiefe des Grundwasserstandes beläuft sich auf 33 cm. Die Bestände Nr. 7 und A wurden 5 bis 9 Monate des Jahres hindurch von 5—15 cm tiefem Wasser bedeckt; die durchschnittliche Tiefe des Wasserspiegels erträgt hier 11 und 21 cm unter der Bodenoberfläche.

Nardeto-Juncetum squarrosi (Tab. 6; Abb. 10)

Diese Assoziation, die zum subatlantischen Verband *Nardo-Galion saxatilis* gehört, ist im Weichseltale schwach entwickelt. Die Verbands- und sogar Ordnungs-Charakterarten können hier als lokale Assoziations-Charakterarten gelten *(Nardus stricta, Juncus squarrosus, Pedicularis silvatica).* In Aufnahmen 6 und 6′, die den weit verbreiteten Typus dieser Gesellschaft darstellen, schwankt der Grundwasserstand zwischen 8 bis 40 cm im Frühling und 80 bis 117 cm im Hochsommer. Der mittlere Grundwasserstand erreicht hier den Wert von 56 und 71 cm. Bei noch tieferen Grundwasserständen entwickeln sich auf diluvialen Sanden des oberen Weichseltales (z. B. in Gegend von Czernichów) die Gesellschaften der Ordnung *Corynephoretalia.* Die Lokalbestände Nr. 4, 5 und N, als *Nardeto-Juncetum squarrosi* Variante von *Gentiana pneumonanthe* bezeichnet, kann man auch als einen Übergang vom *Molinietum* zur *Nardeto-Juncetum squarrosi* auffassen. Solche Bestände können unter anderem durch Entwässerung der armen, sandigen *Molinieten* entstehen. Der Grundwasserspiegel schwankt hier zwischen +2—0 im Frühling und 80—100 cm im Herbst; die mittlere Grundwassertiefe liegt 30—50 cm unter der Bodenoberfläche.

Jede der untersuchten Assoziationen und Varianten entwickelt sich bei sonst ähnlichen Bodenverhältnissen in einem bestimmten Schwankungsraume des Grundwasserspiegels. Eine länger dauernde Verschiebung dieses Spiegels nach unten oder nach oben hat eine Veränderung der bisherigen floristischen Zusammensetzung des entsprechenden Lokalbestandes zur Folge. Er entwickelt sich zu einer anderen Variante, Subassoziation oder sogar einer anderen Assoziation. Ein Sukzesionschema der Pflanzengesellschaften auf den Altwässern des oberen Weichseltales

abhängig von der Verseichterung des Wassers und nachher von Senkung des Grundwasserspiegels wird auf S. 404 dargestellt.

Die höchsten Stände erreicht der Grundwasserspiegel am Ende des Winters (Schneeschmelze — Ende Februar bis März) und in den Frühlingsmonaten (April, Anfang Mai); die niedrigsten im Hochsommer und im Frühherbst. Einen grossen Einfluss auf die Grundwasserstände üben die Niederschläge aus (vergleiche die Jahre: 1954 und 1955). Die wichtigsten Pflanzengesellschaften des oberen Weichseltales kann man in Beziehung zu den Grundwasserständen in zwei Reihen anordnen: eine Reihe bilden diejenige Pflanzenassoziationen, die eine nicht äusserst arme Unterlage bewachsen; eine andere die Pflanzengesellschaften auf armen, quarzreichen Sanden (Fig. 1 und 2).

Die grössten Schwankungen weist der Grundwasserspiegel in denjenigen Pflanzengesellschaften in denen er verhältnismässig tiefer gelegen ist (*Arrhenatheretum*, Übergang vom *Molinietum* zur *Arrhenatheretum*, *Daucus carota*-Variante von *Molinietum*); die kleinsten Schwankungen werden demgegenüber in Pflanzenassoziationen mit hoch liegendem Wasserspiegel (*Scirpeto-Phragmitetum* Subass. von *Glyceria aquatica*, *Caricetum gracilis*, *Molinietum typicum* und *Carex Davalliana*-Variante des *Molinietum*, *Cariceto canescentis-Agrostidetum caninae*, *Nardeto Juncetum squarrosi*) beobachtet. Die gleiche Verschiebung des Grundwasserspiegels nach unten übt im zweiten Falle einen grösseren Einfluss auf das Pflanzenleben, als im ersteren Fall; sie wirkt stärker auf Sand als auf Lehmboden. Die Entwässerung hat nicht nur das Sinken der mittleren Grundwassertiefe zur Folge; vielmehr wird dadurch auch die Grundwasserschwankungsamplitude vergrössert und die Zeitdauer der niedrigen Wasserstände im Hochsommer und im Frühherbst verlängert.

Das Vorkommen von *Carex Davalliana*, *Agrostis canina*, *Valeriana simplicifolia* u. a. in *Molinietum* zeigt an, dass die entsprechenden Lokalbestände lang unter Wasser stehen; dagegen zeugt das Gedeihen von *Daucus carota*, *Crepis biennis*, *Carex tomentosa* von ganz entgegensetzten Verhältnissen. *Scirpeto-Phragmitetum*, *Caricetum gracilis*, *Cariceto canescentis-Agrostidetum caninae* und *Molinietum* sind im höchsten Grade vom Grundwasserstande abhängig; Grundwasser ist das ganze Jahr hindurch im Wurzelbereich der in diesen Assoziationen lebenden Pflanzen anzutreffen. In *Nardeto-Juncetum squarrosi* und in frischen Varianten des *Arrhenatheretum* steht das Grundwasser den Pflanzen nur während der Frühlings- und Frühsommer-Monate zur Verfügung.

Botanisches Institut
der Polnischen Akademie der Wissenschaften,
Kraków

LITERATURA

Balátová-Tuláčková E., 1957, Lučni společenstva ve vztahu k půdni vlhkosti. Studie z luk okoli Brna. Sborn. Českosl. Akad. Zeměd. Věd 3 (XXX), 5: 529—558.

Braun-Blanquet J., 1949, Übersicht der Pflanzengesellschaften Rätiens (III), Vegetatio, 1 (fasc. 4—5): 285—316.

Braun-Blanquet J., 1951, Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetationskunde, Wien.

Braun-Blanquet J., Tüxen R., 1952, Irische Pflanzengesellschaften, Veröff. Geobot. Instit. Rübel. Zürich 25, Ergebnisse der 9. I. P. E. durch Irland 1949, Bern.

Czerwiński M., 1954, Wpływ wahań wód gruntowych w dolinie rzeki na wegetację roślin, Gospodarka wodna 2: 47—52.

Ellenberg H., 1952a, Auswirkungen der Grundwassersenkung auf die Wiesengesellschaften am Seitenkanal westlich Braunschweig, Angewandte Pflanzensoz. 6.

Ellenberg H., 1952b, Wiesen und Weiden und ihre standörtliche Bewertung, Landwirtschaftliche Pflanzensoziologie 2, Ludwigsburg.

Ellenberg H., 1954, Über einige Fortschritte der Kausalen Vegetationskunde, Vegetatio 5—6: 199—211.

Fabijanowski J., 1954, Biologiczna zabudowa brzegów rzek w związku z ich regulacją, Ochrona Przyrody 22: 1—41.

Klapp E., 1954, Wiesen und Weiden. 2. Aufl., Berlin u. Hamburg.

Koehne, 1928, Grundwasserkunde.

Kornaś J., 1957, Zespoły roślinne Jury Krakowskiej. Część III. Zespoły piaskowe, Acta Soc. Bot. Pol. 26 (2): 467—484.

Kuźniar K., 1935, Wpływ mechanicznego składu gleby, poziomu wody wgłębnej oraz zawartości próchnicy na wzrost drzewostanów sosnowych w Puszczy Sandomierskiej, Sylwan, ser. A. (Rozprawy). R. 53 (4): 141—179.

Kuźniar K., 1938, Przyczynek do poznania wahania poziomów wody gruntowej w lasach Puszczy Sandomierskiej, Sylwan, ser. A. (Rozprawy). R. 56 (1—2): 140—155.

Laatsch W., 1944, Dynamik der deutschen Acker- und Waldböden. 2 Aufl., Dresden u. Leipzig.

Mołczanow A. A., 1953, Sosnowyj les i właga, Moskwa.

Müller von, A., 1956, Über die Bodenwasser-Bewegung unter einigen Grünland-Gesellschaften des mittleren Wesertales und seiner Randgebiete, Angewandte Pflanzensoz. 12.

Passarge H., 1954, Örtliche Beobachtungen über jahreszeitliche Schwankungen des Grundwasserstandes, Archiv f. Forstwesen 3 (5/6): 475—486.

Pawłowska S., msk., Badania fenologiczne w niektórych zespołach łąkowych doliny górnej Wisły.

Pawłowski B., 1950, Znaczenie socjologii roślin dla racjonalnej gospodarki człowieka w przyrodzie, Ochrona Przyrody 19: 1—30.

Pawłowski B., msk., Zespoły łąkowe i wrzosowiskowe. Rozdział V w dziele zbiorowym „Roślinna szata Polski", pod red. W. Szafera.

Pawłowski B., Pawłowska S. i Zarzycki K., msk., Zespoły łąk kośnych Tatr i Podtatrza.

Pawłowski B., Walas J. i współpracownicy, Nie publikowane materiały z doliny górnej Wisły.

Pohl Z., 1954, Wpływ odwodnienia łęgów nadobrzańskich na rozwój sąsiadujących z nimi drzewostanów sosnowych, Ekologia Polska 2, (2): 165—202.

Preising E., 1949, *Nardo-Callunetea*. Zur Systematik der Zwergstrauch-Heiden und Magertriften Europas mit Ausnahme des Mediterran-Gebietes, der Arktis und der Hochgebirge, Mitteil. Flor. soz. Arbeitsgem. N. F., 1, Unveränderter Neudruck 1955, Stolzenau/Weser.

Rosłoński R., 1955, Średnie miesięczne wielkości parowania w dorzeczu Wisły i kilku jej dopływach z okresu 1925/26—1936/37, Gospodarka wodna 5: 195—196.

Rubner K., 1953, Die pflanzengeographischen Grundlagen des Waldbaues, Neumann Verlag. Radebeul u. Berlin.

Sarnowski J., 1934, Zależność rozwoju i przyrostu różnych typów drzewostanu sosnowego od stopnia zabagnienia, Prace Roln.-Leśne, PAU, Kraków.

Schneider J., 1954, Ein Beitrag zur Kenntnis des *Arrhenatheretum elatioris* in pflanzensoziologischer und agronomischer Betrachtungsweise, Beitr. zur geobot. Landesaufn., Schweiz 34, Bern.

Strzemski M., 1954, Gleby województwa krakowskiego, Przegląd Geograficzny 26 (4): 54—101.

Szafer W., Kulczyński S. i Pawłowski B., 1953, Rośliny Polskie, PWN; Warszawa.

Tacik T., msk., Badania fenologiczne w zespołach łąkowych i bagiennych w Kostrzu koło Krakowa.

Tomaszewski J., 1947, Gleby łąkowe. Rodzaje i gatunki gleb łąkowych i ich własności, Biblioteka Puławska 31.

Tüxen R., 1937, Die Pflanzengesellschaften Nordwestdeutschlands, Mitt. Flor.-soz. Arbeitsgem. 3: 1—170.

Tüxen R., 1952, Ein einfacher Weg zur nachträglichen Feststellung von Entwässerungsschäden, Mitt. Flor.-soz. Arbeitsgem. N. F. 3: 128—129.

Tüxen R., 1954, Pflanzengesellschaften und Grundwasser-Ganglinien, Pflanzensoziologie als Brücke zwischen Land- und Wasserwirtschaft, Angewandte Pflanzensoz. 8: 64—98.

Wagner H., 1950, Das *Molinietum coeruleae* (Pfeifengraswiese) in Wiener Becken, Vegetatio 2 (1949), (fasc. 2—3): 128—165.

Walther K., 1950, Die Pflanzengesellschaften im Grundwasserschadengebiet Lathen-Dörpen am Dortmund—Emis—Seitenkanal, Mitt. Thüring. Bot. Gesel. 3.

Werner-Więckowska H., 1954, Zadania i metody geograficznego badania wód gruntowych, Przegląd Geograficzny 26 (2): 106—136.

Wiszniewski W., 1953, Atlas opadów atmosferycznych w Polsce 1891—1930, PIHM, Wydawnictwo Komunikacyjne, Warszawa.

Wiszniewski W., Gumiński R. i Bartnicki L., 1949, Przyczynki do klimatologii Polski. Cz. II, Wiadomości Służby Hydrologicznej i Meteorologicznej, T. I. Ministerstwo Komunikacji, PIHM, Warszawa.

Wodzicki K., 1933, Rozmieszczenie i ochrona bociana białego (*Ciconia Ciconia* L.) w województwie krakowskim, Ochrona Przyrody 13: 88—102.

Zaręczny S., 1953, Mapa geologiczna okolic Krakowa i Chrzanowa, Wydawnictwo Geologiczne, Warszawa.

Zarzycki K., 1956a, Meadow associations and the ground-water level, Bull. Acad. Polon. Cl. II, 4 (5): 183—187.

Zarzycki K., 1956b, Badania nad wahaniami wód gruntowych ważniejszych zespołów łąkowych doliny górnej Wisły, Gazeta Obserwatora PIHM 5: 6—8.

Zarzycki K., 1958, Wilgotne łąki w okolicy Czernichowa i potrzeba ich ochrony, Ochrona Przyrody 26: 49—69.

Tabela 1

Scirpeto — Phragmitetum

(Wykres 2)

		typicum	z (von) *Glyceria aquatica*
Numer zdjęcia (Nr. der Aufnahme)		0	1
Data (Datum)		23.8.1955	23.8.1955
Wysokość najwyższych roślin (Höhe der höchsten Pflanzen)	cm	350	180
Pokrycie roślin (Deckung der Pflanzen)	%	90	90
Pokrycie roślin wolno pływających (Deckung der frei schwimmenden Pflanzen)	%	10	5
Rodzaj gleby (Bodenart)		glina (Lehm)	glina (Lehm)
Woda gruntowa (Grundwasserstand)	Max.	ca + 160	+ 70
	Min.	ca + 60	30
Średni stan wody gruntowej (Mittlerer Grundwasserstand)		+ 80 — + 120	+ 30
Powierzchnia zdjęcia (Aufnahmefläche)	m²	100	60
Gatunki charakterystyczne zespołu, związku i rzędu (Assoziations-, Verbands- und Ordnungs-Charakterarten)			
**Scirpeto-Phragmitetum, Phragmition i Phragmitetalia*			
Alisma plantago-aquatica		+	+
**Phragmites communis*		3.3	+
Oenanthe aquatica		+	+
**Rumex hydrolapathum*		1.1	1.2
**Sparganium ramosum*		+	3.2
Acorus calamus		.	+
Equisetum limosum		.	+
Lysimachia thyrsiflora		+	.
Ranunculus lingua		.	+
**Schoenoplectus lacustris*		1.1	.
**Typha angustifolia*		3.2—3	.
Glyceria aquatica		.	4.3
Gatunki towarzyszące (Begleiter)			
Lemna minor		2.2—3	1.1—2
Lemna trisulca		.	1.2
Hottonia palustris		1.2	.
Hydrocharis morsus-ranae		1.2	.
Lysimachia vulgaris		+	.
Potamogeton crispus		+	.
Carex gracilis		.	+
Scutellaria galericulata		+	.
Liczba gatunków (Artenzahl)		14	12

Badane płaty pochodzą z następujących stanowisk:

0. Stare zakole Wisły zwane Kołem Tynieckim, pomiędzy Kostrzem a Tyńcem, na północ od szosy Kraków—Tyniec, tuż obok niej.
1. Dno obsychającego zakola wiślanego zwanego Kołem Kostrzańskim, około 7 km na zachód od Krakowa. Powierzchnia badanego płatu stale się kurczy wskutek rozprzestrzeniania się kęp *Carex stricta*. Na powierzchni gleby, gdy nie jest ona zalana wodą, leży warstwa rozkładających się szczątków roślinnych. Gleba do głębokości 60 cm sinoszara o składzie mechanicznym gliny średniej, pochodzenia aluwialnego, zwięzła, mokra.

Tabela 2

Caricetum gracilis

(Wykres 2)

Numer zdjęcia (Nr. der Aufnahme)		V
Data (Datum)		30.6.1954
Przeciętna wysokość roślinności (Mittlere Vegetationshöhe)	cm	150
Wysokość najwyższych roślin (Höhe der höchsten Pflanzen)	cm	200
Pokrycie warstwy zielnej (Deckung der Krautschicht)	%	100
Pokrycie warstwy mchów (Deckung der Moosschicht)	%	30
Rodzaj gleby (Bodenart)		glina (Lehm)
Woda gruntowa (Grundwasserstand)	Max.	+25
	Min.	60
Średni stan wody gruntowej (Mittlerer Grundwasserstand)		11
Powierzchnia zdjęcia (Aufnahmefläche)	m²	100

Gatunki charakterystyczne zespołu (Assoziations-Charakterarten)	
Caricetum gracilis	
Carex gracilis	4.4—5
Carex vesicaria (lok.)	2.2—3
Gatunki charakterystyczne związku i rzędu (Verbands- und Ordnungs-Charakterarten)	
Magnocaricion i *Phragmitetalia*	
Acorus calamus	2.1—2
Alisma plantago-aquatica	+
Equisetum limosum	1·1
Galium palustre ssp. *elongatum*	2.2
Glyceria aquatica	+
Glyceria fluitans	+
Iris pseudacorus	2.2—3
Lysimachia thyrsiflora	+
Phragmites communis	1,2
Rorippa amphibia	+
Rumex hydrolapathum	2.1
Sium latifolium	+
Gatunki towarzyszące (Begleiter)	
Caltha palustris	+
Cardamine pratensis	+
Lycopus europaeus	+
Lysimachia nummularia	+
Lythrum salicaria	+
Mentha aquatica	+
Polygonum amphibium for. *terrestre*	+
Calliergon cuspidatum	3.2
Liczba gatunków (Artenzahl)	22

Powyższe zdjęcie wykonano z prof. B. Pawłowskim na zboczu zakola kostrzańskiego. Płat obejmuje 3—4 m szeroki pas roślinności, po południowej stronie Koła, równoległy do największego obniżenia, które zajmuje zbiorowisko z *Glyceria aquatica* (tab. 1, zdj. 1). Podobny fragment *Caricetum gracilis* wykształca się również po przeciwnej, północnej, stronie zagłębienia. W obrębie badanego płatu gleba do głębokości 60 cm jest zwięzła, sinoszara, przez cały rok wilgotna lub mokra, o składzie mechanicznym gliny średniej, silnie ukorzeniona, na głębokości 60—80 cm wystąpił piasek gliniasty, silnie przepojony wodą.

Tabela 3

Molinietum coeruleae oraz płaty przejściowe od *Molinietum* do *Arrhenatheretum*

(*Molinietum coeruleae* und Übergang vom *Molinietum* zum *Arrhenatheretum*)

(Wykres 3—7)

		Molinietum coeruleae								Płaty przejściowe od Molinietum do Arrhenatheretum (Übergang vom Molinietum zum Arrhenatheretum)				
		z (von) *Carex Davalliana*		typicum				z (von) *Deucus carota*						
Numer zdjęcia (Nr. der Aufnahme)		x	3'	3x	3	2	2b	1	2'	3a	1'	3b	VIII	III
Numer wykresu (Nr. der Abbildung)		3		4				5		6			7	
Data (Datum)		24.6. 1955	27.6. 1956	26.6. 1956	25.7. 1956	25.7. 1956	30.7. 1956	9.7. 1954	26.6. 1956	14.6. 1956	14.6. 1956	14.6. 1956	26.6. 1956	20.6. 1955
Przeciętna wysokość roślinności (Mittlere Vegetationshöhe	cm	25	30	25	30	20	20	40	25	35	40(80)	30	40	20
Wysokość najwyższych roślin (Höhe der höchsten Pflanzen	cm	95	100	100	100	180	180	110	90	110	150	85	120	70
Pokrycie warstwy zielnej (Deckung der Krautschicht)	%	100	100	100	100	98	98	100	100	98	100	100	100	95
Pokrycie warstwy mchów (Deckung der Moosschicht)	%	95	90	75	90	90	95	30	80	50	15	30	50	70
Rodzaj gleby (Bodenart)		gliniasty piasek (lehmiger Sand)								gliniasty piasek (lehmiger Sand)			glina (Lehm)	
Woda gruntowa (Grundwasserstand)	Max.	+15	+10	+2	+2	0	+1	0	+8	0	2+	+1	+	0
	Min.	80	84	92	104	110	125	130	125	110	118	138	145	113
Średni poziom wody gruntowej (Mittlerer Grundwasserstand)		30	26	30	27	45	50	71	58	42	59	57	74	57
Nawożenie (Düngung)		—	—	—	—	—	—	—	—	+	+	+	+	+
Powierzchnia zdjęcia (Aufnahmefläche)	m²	200	30	100	200	120	200	300	200	200	50	50	100	200
Gatunki charakterystyczne zespołu (Assoziations-Charakterarten) *Molinietum coeruleae*														
Molinia coerulea		3.2	3.2	4.2	4.3	2.2	3.2	4.3	2.2	+	·	·	·	·
Gentiana pneumonanthe		1.1	+	·	+	+	+	+	+	·	+	·	·	·
Iris sibirica		·	+.2	+.2	+.2	·	·	+.2	·	+.2	·	·	·	·
Silaus flavescens		·	·	·	+	·	+	·	·	·	1.1	+	·	·
Cnidium dubium		·	2.1	+	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
Gladiolus imbricatus		·	·	·	·	·	·	·	+	·	·	·	·	·
Laserpitium pruteticum		·	·	·	·	3.2	·	·	·	·	·	·	·	·
Gatunki charakterystyczne związku (Verbands-Charakterarten) *Molinion*														
Sanguisorba officinalis		2.1	2.2	2.2	2.1	3.2	3.2	2.1	2.2	2.2	3.2	+	2.2	3.2
Serratula tinctoria		1.1	2.1	2.1	1.1	2.1	+	+	2.1	1.1	1.1	+	·	+
Selinum vaginatum		·	·	+	1.2	+	+	2.1	+	·	2.1	·	2.2	1.1
Succisa pratensis		1.1	+	1.1	·	2.1	3.2	2.1	2.1	+	+	·	·	·
Galium boreale		·	1.1	2.2	+.2	·	+	·	2.2	·	1.2	·	·	+.2
Gatunki charakterystyczne rzędu (Ordnungs-Charakterarten) *Molinietalia*														
Deschampsia caespitosa		+	1.2	2.2	2.2	·	+.2	2.2	1.2	2.2	1.2	·	2.2	+.2
Lychnis flos-cuculi		·	1.1	+	+	·	·	+	+	2.1	2.1	+	2.1	+
Lythrum salicaria		1.1	+.2	·	+	·	·	+	·	+	+	·	+	·
Lysimachia vulgaris		1.1	1.1	·	1.1	·	·	1.1	·	+	+	·	·	·
Carex flostiana		·	+	1.1	2.2	2.2	2.2	·	·	·	·	·	·	·
Lotus uliginosus		·	·	+.2	·	·	·	+	·	3.2	·	1.2	2.2	·
Gatunki wyróżniające poszczególne warianty (Differentialarten der einzelnen Varianten)														
Carex Davalliana		1.2	1.2	+	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
Agrostis canina		2.2	+.2	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
Galium palustre		2.2	2.1	·	·	·	·	·	·	1.1	·	·	+	·
Caltha palustris		+	+	·	·	·	·	·	·	+	·	·	+	·
Eriophorum angustifolium		+	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
Menyanthes trifoliata		+	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
Valeriana simplicifolia		+	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
Drepanocladus lycopodioides		3.2	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
Drepanocladus Sendtneri			2.2	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
Bryum ventricosum		1.1	+	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
Daucus carota		·	·	+	·	·	·	1.1	2.1	·	1.1	2.1	+	2.2
Bromus mollis		·	·	·	·	·	·	·	+	2.1	2.1	·	·	+
Crepis biennis		·	·	·	·	·	·	1.1	+	·	·	·	·	1.1
Trisetum flavescens		·	·	·	·	·	·	·	·	+	3.2	·	·	2.1
Carum carvi		·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	+	·	+
Arrhenatherum elatius		·	·	·	·	·	·	·	·	·	+	·	·	·
Carex tomentosa		·	·	·	·	·	·	·	1.1	·	·	·	·	·
Geranium pratense		·	·	·	·	·	·	·	·	·	+	·	·	·
Gatunki wskazujące na nawożenie (Düngungszeiger)														
Trifolium pratense		·	1.1	2.1	+	+.2	2.2	1.1	2.2	2.2	2.2	2.2	2.1	2.2
Trifolium repens		·	+	+	+	·	+	+	2.2	2.2	·	+	+	1.1
Trifolium dubium		·	·	2.1	·	·	+	·	1.2	2.2	2.3	2.2	1.1	2.3
Poa trivialis		·	·	·	·	·	·	+	1.1	2.2	2.1	·	1.1	1.1
Poa pratensis		·	·	+	·	·	·	·	+	·	1.1	·	+	+
Alopecurus pratensis		·	·	·	·	·	·	+	·	·	·	·	1.1	+
Dactylis glomerata		·	·	·	·	·	·	·	·	·	1.2	·	·	·
Potentilla erecta		2.1	1.1	2.2	+	2.1	2.1	1.1	2.1	·	·	+	·	·
Nardus stricta		·	+	2.2	2.2	1.2	·	·	·	2.2	·	2.2	·	·
Sieglingia decumbens		·	+	1.1	2.1	2.1	·	·	+	·	·	·	·	·
Gatunki charakterystyczne klasy (Klassen-Charakterarten)														
Molinio-Arrhenatheretea														
Centaurea jacea		+	+	1.1	2.1	1.1	+	2.2	2.1	2.1	1·1	2.1	·	2.1
Festuca pratensis		·	+	1.1	+	1.1	+	2.1	1.1	+	+	+	1.1	2.1
Holcus lanatus		·	1.1	2.2	1.1	+	1.1	2.2	2.2	3.2	3.2	2.2	3.2	2.1
Ranunculus acer		·	1.1	1.1	2.1	+	1.1	1.1	2.1	2.1	2.1	2.1	+	2.1
Briza media		+	+	+	+	+	+	2.1	1.1	+	·	2.1	·	+
Leontodon hispidus		{+	{+	{+	{+	{1.1	{2.1	{+	{2.1	{+	{·	{2.1	{2.1	{2.1
Leontodon hispidus var. *glabratus*		{+	{+	{+	{1.1	1.1	1.1	{+	{+	{+	{+	1.1	1.1	2.1
Cardamine pratensis		1.1	1.1	1.1	+	·	·	+	+	2.1	+	·	+	2.1
Chrysanthemum leucanthemum		·	+	2.1	+	2.1	+	1.1	2.1	·	·	+	1.1	2.1
Cerastium vulgatum		·	+	+	+	·	·	+	1.1	1.1	1.1	+	1.1	1.1
Festuca rubra		·	+	1.2	·	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	·	3.2	3.2	3.2
Rumex acetosa		·	+	+	·	·	·	1.1	+	2·1	2.1	2.1	1.1	+
Agrostis vulgaris		·	·	1.1	2.1	2.1	+	+.2	+	·	·	1.1	2.2	+
Cynosurus cristatus		·	·	+	2.1	1.1	·	1.1	+	2.2	+	2.1	·	1.1
Lathyrus pratensis		·	+	+	+	·	·	2.1	+	·	1.1	2.1	+	2.1
Campanula patula		·	·	+	·	·	·	+	+	·	·	·	+	+
Phleum pratense		·	·	+	·	·	·	2.1	+	+	·	·	·	+
Stellaria graminea		·	·	·	·	·	·	+	1.1	·	·	+	+	+
Tarazacum officinale		·	·	·	·	·	·	+	+	·	+	·	1.1	+
Vicia cracca		·	+	·	·	·	·	·	+	+	·	1.1	·	+
Gatunki towarzyszące (Begleiter)														
Anthoxanthum odoratum		·	+	2.1	2.1	2.1	1.1	1.1	2.1	2.1	1.1	2·1	2.1	2.1
Juncus conglomeratus et *J. effusus*		·	2.2	+.2	2.2	+	+	+	+	1.2	+	+	2.2	+
Luzula campestris		·	+	2.1	+	+	+	+	2.1	2·1	+	2.1	2.1	+
Plantago lanceolata		·	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	2.1	2.1	1.1	+	2.1	1.1	2.1
Carex panicea		3.2	3.2	2.2	2.1	1.1	2.1	+	1.1	1.1	·	1.1	·	1.1
Equisetum palustre		+	·	+	1.1	+	+	1.1	·	1.1	1.1	+	2.1	1.1
Galium uliginosum		1.1	2.1	+	2.1	+.2	+	1.1	+	+	+	+	·	·
Galium verum		·	+	·	1.1	·	2.1	2.1	1.1	+	+	·	+	+.2
Prunella vulgaris		2·1	2.1	2.1	2.2	+	+	2.1	1.1	1.1	·	·	1.1	·
Alectorolophus glaber		·	·	+	1.1	+	·	+	+	2.2	·	2.1	+	+
Carex fusca		·	3.2	1.1	1.1	+	+	·	1.1	1.1	·	·	1.1	+
Lotus corniculatus		·	+	·	1.1	2.2	1.2	+	1.1	·	·	1.2	+.2	1.2
Achillea millefolium		·	+	+	·	+	·	·	1.1	1.1	·	1.1	1.1	1.1
Alectorolophus minor		·	+	2.1	·	·	·	·	+	1.1	2.1	2.1	+	+
Betonica officinalis		·	·	2.2	+	2.2	+	+	2.2	+	·	2.2	·	·
Carex pallescens		·	+	2.2	+	·	·	+	+	+.2	·	1.1	·	+
Agrostis alba		·	·	·	+	·	+.2	2.2	+	1.2	·	·	1.2	·
Festuca ovina		·	+.2	+	·	+.2	+.2	·	3.2	·	·	·	+.2	1.2
Linum catharticum		·	·	+	1.1	1.1	1.1	+	+	·	·	·	·	+
Phragmites communis		1.1	+	+	·	2.1	2.1	+	·	·	+	·	·	·
Cirsium rivulare		·	+	1.1	+	·	·	+	·	·	·	·	·	+
Juncus articulatus		·	+.2	1.2	1·2	+	+	·	·	+	·	·	·	·
Leontodon autumnalis		1.1	·	·	·	·	·	+	1.1	·	·	+	1.1	+
Luzula multiflora		·	+	+	·	·	·	+	2.1	2.1	+	·	+	+
Lysimachia nummularia		·	·	·	+	·	·	+	+	+	+	·	+	·
Myosotis palustris		+	+	·	1.2	·	·	+	·	2.1	·	·	·	·
Ononis arvensis		·	·	·	1.2	+.2	2.3	+	+.2	+	·	·	·	·
Orchis latifolia		+	+	+	1.1	+	·	·	·	1.1	·	·	·	·
Ranunculus repens		·	·	·	1.2	·	·	+	+	+	·	·	2.1	+
Ranunculus cfr. auricomus		·	1.1	+	·	·	·	·	1.1	·	·	·	+	2.1
Ranunculus flammula		2.1	+	+	1.1	·	·	·	·	+	·	·	·	·
Carex Buxbaumii		·	+	+	2.1	·	·	+	·	·	·	·	·	·
Carex flava		·	1.2	+.2	+	·	·	·	+.2	·	·	·	·	·
Carex lepidocarpa		·	1.2	+.2	+	·	+.2	·	·	·	·	·	·	·
Euphrasia Rostkoviana		·	·	+	·	+	+	·	+	·	·	·	·	·
Trifolium montanum		·	·	·	·	+	1.1	·	1.1	·	·	·	·	+
Carex leporina		·	·	·	·	·	·	·	·	1.1	·	+	1.1	·
Cuscuta epithymum		·	·	·	+.2	+.2	·	·	·	·	·	·	·	+
Filipendula hexapetala		·	+	+	·	·	·	·	+	·	·	·	·	·
Filipendula ulmaria		·	·	·	·	·	·	2.2	+	+	·	·	·	·
Hypochoeris radicata		·	·	·	+	·	·	·	+	+	·	+	·	·
Polygala vulgaris		·	·	·	1.1	+	+	·	·	·	·	·	·	·
Ranunculus polyanthemos		·	·	·	·	1.1	+	·	+	·	·	·	·	·
Salix rosmarinifolia		·	+.2	+.2	·	·	+.3	·	·	·	·	·	·	·
Climacium dendroides		·	1.2	3.4	4.4	2.2	2.1	3.2	1.2	3.2	1.2	1.2	2.2	1.1
Calliergon cuspidatum		3.2	4.5	3	·	+	+.2	1.1	2.3	·	2.2	1.2	3.2	+
Fissidens adiantoides		·	+.2	+	2	+	+	·	2.2	·	·	·	·	+.2
Thuidium delicatulum		·	·	·	{2.2	{4.3	1.2	2.1	·	·	·	·	·	4.3
Thuidium abietinum		·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
Aulacomnium palustre		·	2.2	3.4	3.2	·	·	·	+	·	·	·	·	·
Brachythecium sp.		·	·	+	+	·	·	·	1.2	·	·	+	·	·
Chrysohypnum sp.		·	·	·	·	·	+	·	+	·	·	+.2	+	·
Dicranum Bonjeani		·	·	+.3	+.2	3.2	·	·	1.3	·	·	·	·	·
Chrysohypnum stellatum		3.3	·	·	·	·	+.2	·	·	·	·	+	·	·
Mnium cuspidatum		·	+	2.2	·	·	·	·	+	·	·	·	·	·
Thuidium Philiberti		·	·	2.2	·	1.2	+	·	·	·	·	·	·	·
Liczba gatunków roślin naczyniowych (Artenzahl der Gefässpflanzen)		37	63	71	62	52	55	64	75	62	44	47	58	75
w tym gatunki sporadyczne (insgesamt sporadische Arten)		9	1	3	1	5	6	4	4	3	2	3	8	16

Gatunki sporadyczne (Sporadische Arten):

Zdjęcie (Aufn.) x: *Carex gracilis*, *C. Oederi*, *Lysimachia thyrsiflora*, **Pedicularis palustris**, *Peucedanum palustre*, *Polygonum amphibium f. terrestre*, *Tarazacum palustre* 2.1, *Thalictrum lucidum*, *Triglochin palustre*; *Calliergon giganteum*, *Sphagnum recurvum*.

Zdjęcie (Aufn.) 3': *Ajuga reptans*.

Zdjęcie (Aufn.) 3x: *Ajuga reptans*, *Carex contigua*, *Scorzonera humilis*.

Zdjęcie (Aufn.) 3: *Sagina procumbens*.

Zdjęcie (Aufn.) 2: *Epipactis palustris* 1.1, *Genista tinctoria*, *Plantago media*, *Platanthera bifolia*, *Thymus pulegioides*; *Ctenidium molluscum*, *Hylocomnium splendens*, *Scleropodium purum*, *Cladonia furcata*.

Zdjęcie (Aufn.) 2b: *Carex glauca*, *Epipactis palustris* 1.1, *Salix aurita* (juv.) +2, *Tarazacum palustre*, *Veronica* sp., *Vicia hirsuta*; *Ctenidium molluscum*, *Entodon Schreberi*, *Cladonia furcata*.

Zdjęcie (Aufn.) 1: *Carex hirta* 2.2, *Sagina procumbens*, *Senecio jacobaea*, *Thymus pulegioides*; *Cladonia* sp. +2.

Zdjęcie (Aufn.) 2': *Alchemilla micans*, *Equisetum arvense*, *Galium vernum*, *Polygonum bistorta* 1.1, *Ceratodon purpureus*, *Drepanocladus* sp.

Zdjęcie (Aufn.) 3a: *Carex* sp., *Mentha arvensis*, *Trifolium hybridum*; *Amblystegium serpens*, *A. riparium* 1.2, *Brachythecium rutabulum*, *Mnium* sp.

Zdjęcie (Aufn.) 1': *Myosotis arvensis*, *Veronica serpyllifolia* 2.1; *Brachythecium Mildeanum*, *Ceratodon purpureus*, *Drepanocladus adunctus*.

Zdjęcie (Aufn.) 3b: *Alchemilla pastoralis*, *Glechoma hederacea*, *Potentilla reptans*; *Catharinea undulata* 1.2, *Mnium rostratum* 2.2, *Rhytidiadelphus squarrosus* 1.2.

Zdjęcie (Aufn.) VIII: *Carex vesicaria*, *C. vulpina*, *Poa palustris* 1.2, *Polygonum amphibium f. terrestre*, *Stellaria palustris*, *Trifolium hybridum* 3.2, *Veronica chamaedrys*, **Vicia sepium**.

Zdjęcie (Aufn.) III: *Allium angulosum* +.2, *Bellis perennis*, *Carex Oederi*, *C.* sp. +.2, *C. vulpina*, *Cichorium intybus*, *Cirsium arvense*, *Galium vernum*, *G. verum*, *Medicago lupulina*, *Plantago media*, *Pimpinella saxifraga* 1.1, *Potentilla reptans*, *Raphanus raphanistrum*, *Veronica arvensis*, *V. chamaedrys* 2.2; *Mnium* sp.

Opis zdjęć zestawionych w tab. 3.

x. Duży kompleks wilgotnych łąk koło Przegini Duchownej na północ od Czernichowa. Rozległa zaklęsłość terenowa pozbawiona wyraźnego odpływu. W podłożu, poniżej warstwy piaszczystej, która osiąga miąższość ponad 1 m, zalega warstwa zwięzłych, sinych, nieprzepuszczalnych iłów. W czerwcu 1955 r. przez badany płat, około 30 m od studzienki kontrolnej do pomiaru wody gruntowej, przekopano rów odwadniający, co bardzo wybitnie wpłynęło na dotychczasowe stosunki hydrologiczne badanego płatu. pH wody gruntowej mierzone dnia 16.10.1956 wynosiło 5,6, pH wody płynącej w pobliskim rowie odwadniającym 6,9—7,0.

Profil glebowy

0 — 45 cm warstwa torfowo-mineralna, czarno-brunatna, przepojona wodą i silnie ukorzeniona; przejście do następnego poziomu ostre;

45—100 cm luźny, gruboziarnisty, sinawo-szary piasek z licznymi rozkładającymi się korzeniami olszy czarnej. Woda gruntowa wystąpiła na głębokości 45 cm.

3'. Kostrze koło Krakowa. Niewielkie zagłębienie w obrębie typowego płatu *Molinietum coeruleae* w pobliżu starego fortu.

Profil glebowy

0 —35 cm lekki gliniasty, próchniczny piasek, barwy czarno-szarej, wilgotny, o słabo gruzełkowatej strukturze, silnie ukorzeniony, pHc [1]) — 5,8, pHw [2]) — 5,0; przejście do następnego poziomu łagodne;

35 — 50 cm ciemnoszary, mokry piasek z pojedynczymi korzeniami;

50 — 60 cm mokry piasek barwy żółtej z sino-szarymi plamami glejowymi; woda gruntowa wystąpiła na głębokości 5 cm; większość korzeni w poziomie 0—10 (35) cm, pojedyncze korzenie do 55 cm głębokości.

3x. Kostrze, tuż obok poprzedniego zdjęcia.

Profil glebowy

0 — 25 cm czarno-szary, próchniczny, wilgotny, słabo gliniasty piasek, silnie ukorzeniony, z pojedynczymi dżdżownicami, pHc — 6,3, pHw — 5,7; przejście do warstwy następnej łagodne;

25 — 35 cm piasek gruboziarnisty, luźny, barwy szarej z pojedynczymi korzeniami;

35 — 70 cm piasek luźny, mokry, szaro-żółty, bez widocznej struktury. Woda gruntowa wystąpiła na głębokości 28 cm.

3. Główny kompleks łąk trzęślicowych koło wsi Zagacie na północny-zachód od Czernichowa; dno rozległej zaklęsłości.

Profil glebowy

0 — 10 cm warstwa mineralno-próchniczna, ciemno-szaro-brunatna, wilgotna, o składzie mechanicznym piasku pylastego, bez wyraźnej struktury, silnie ukorzeniona, z pojedynczymi dżdżownicami, pHc — 5,7, pHw — 4,85;

---

1) pHc (kwasowość czynna) pH mierzone w wodzie.

2) pHw (kwasowość wymienna) pH mierzone w KCl.

10 — 20 cm warstwa piaszczysto-gliniasta, szara, z rdzawymi plamami, wilgotna, nieco słabiej ukorzeniona od warstwy nad nią leżącej; przejście łagodne;

20 — 70 cm zwięzły, sino-szary, spiaszczony ił z rdzawymi plamami glejowymi; na głębokości 40 cm obfite wysięki wody gruntowej, pH tej wody wynosi 6,0. Główna masa korzeni przypada na głębokość 0—15 cm, pojedyncze korzenie spotyka się do głębokości 70 cm.

2. Grzbiet niewielkiego wzniesienia w obrębie rozległej zaklęsłości pomiędzy Wyźrałem a Zagaciem, w pobliżu północnej krawędzi doliny Wisły, u wylotu niewielkiego wąwozu, który zasila płat w wodę.

Profil glebowy

0 — 10 cm próchniczny, czarno-szary piasek (piasek gliniasty lekki), z dużą ilością czysto białych ziarn kwarcu, suchy, sypki, pHc — 5,2, pHw — 4,3;

10 — 30 cm piasek gliniasty, średnio zwięzły, szary, z czerwono-brązowym odcieniem; przejście do poziomu następnego ostre;

30 — 55 cm piasek biało-żółty, sypki, wilgotny, z pojedynczymi korzeniami;

55 — 65 cm piasek gruboziarnisty z rdzawymi plamami i małymi konkrecjami żelazistymi;

65 — 75 cm spiaszczony, sino-szary ił, wilgotny;

75—125 cm wilgotny, luźny piasek, barwy szaro-żółtej, z pojedynczymi korzeniami;

125—135 cm spiaszczony ił barwy sinej.

Woda gruntowa obficie na głębokości 120 cm, jej pH — 5,8. Większość korzeni występuje na głębokości 0—30 cm, pojedyncze korzenie do 90 cm.

2b. Nieco poniżej poprzedniego płatu.

Profil glebowy

0 — 14 cm próchniczny, ciemnobrunatny gliniasty piasek, silnie przerośnięty korzeniami roślin, pHc — 6,5, pHw — 5,92; przejście do warstwy poniżej leżącej łagodne;

14 — 25 cm szaro-brązowy gliniasty piasek; przejście do następnego horyzontu wyraźne;

25 — 60 cm piasek słabo gliniasty, gruboziarnisty, wilgotny, barwy sino-szarej z dużymi rdzawymi plamami;

60—120 cm luźny, gruboziarnisty, szaro-biały piasek. Większość korzeni na głębokości 0—25 cm, pojedyncze korzenie spotyka się jeszcze przy 60 cm, na tej głębokości silny wysięk wody o pH — 6,0.

1. Koło Wyźrału w pobliżu krawędzi doliny Wisły, na północ od szosy Kraków—Czernichów. Studzienkę kontrolną założono 20 m od rowu odwadniającego, około 1 m głębokiego.

Profil glebowy

0 — 10 cm piasek gliniasty mocny, próchniczny, barwy szaro-czarnej, struktury rozdzielnogruzełkowatej, zwięzły, suchy, silnie ukorzeniony, pHc — 6,0, pHw — 5,3; przejście do następnego poziomu wyraźne;

10 — 41 cm zwięzła, ciężka glina, z małymi wstawkami piasku, z licznymi korzeniami roślin; przejście do poziomu niższego niezbyt ostre;

41 — 73 cm spiaszczona, świeża, zwięzła glina, barwy żółtawej z dużymi, sinymi plamami glejowymi, bez wyraźnej struktury, z pojedynczymi korzeniami;

73—150 cm wilgotny, gliniasty piasek, barwy sinawo-szarej, miejscami z rdzawymi plamami, wilgotny, średnio zwięzły, z nielicznymi korzeniami. Woda gruntowa na głębokości 130 cm. pH wody gruntowej mierzone w dniu 27.9.1954 r. wynosiło 6,6, w dniu 16.10.1956 — 6,4.

2'. Kostrze, w obrębie niewielkiej zaklęsłości terenowej, w pobliżu rowu odwadniającego. Odległość studzienki do pomiaru wody gruntowej od rowu wynosi 20 m. Tuż obok, na miejscach 20—30 cm wzniesionych nad powierzchnię płatu poza *Daucus carota* rosną: *Arrhenatherum elatius*, *Trisetum flavescens* i *Heracleum sphondylium*.

Profil glebowy

0 — 20 cm świeży, próchniczny, gliniasty piasek, struktury drobno gruzełkowatej, barwy brunatnej, silnie ukorzeniony, z pojedynczymi dżdżownicami, pHc — 6,4, pHw — 5,7; przejście do następnego poziomu łagodne;

20 — 30 cm glina lekka, szaro-brunatna, wilgotna, zwięzła, z dość licznymi korzeniami, pHw — 5,65;

30 — 45 cm glina silnie piaszczysta, wilgotna, barwy czarno-brunatnej, pHw — 5,66;

45—120 cm gruboziarnisty, luźny piasek, bezstrukturalny, z pojedynczymi rdzawymi plamami, wilgotny, pHw — 6,92; na głębokości 100 cm rozkładające się korzenie olszowe.

Woda gruntowa wystąpiła na głębokości 80 cm. Największe nagromadzenie korzeni na głębokości 0—6 cm, obfite, lecz już mniej liczne w poziomie 6—30 cm, pojedyncze korzenie do głębokości 60 cm.

3a. Pomiędzy Wyżrałem a Zagaciem w pobliżu zdjęcia nr 1; lokalne zagłębienie terenu przy małym, zarosłym częściowo rowku odwadniającym; w pobliżu kępy *Salix cinerea* i pojedynczych okazów *Quercus pedunculata* (niewielkie drzewka). Łąka nawożona niedawno nawozami fosforowymi i potasowymi.

Profil glebowy

0 — 12 cm próchniczny, wilgotny piasek gliniasty, barwy brunatnej, silnie ukorzeniony, z pojedynczymi dżdżownicami, pHc — 5,75, pHw — 4,8; przejście do następnego poziomu wyraźne;

12 — 25 cm piasek słabo gliniasty, wilgotny, barwy brązowo-żółtej z szarym odcieniem, dość zwięzły; przejście łagodne;

25 — 60 cm gruboziarnisty, sino-szary piasek z rdzawymi plamami.

Główna warstwa korzeniowa 0—20 cm, pojedyncze korzenie do 40 cm. Woda gruntowa wystąpiła na głębokości 40 cm, pH tej wody 6,2.

1'. Powierzchnia przez 4 lata intensywnie nawożona, w obrębie płatu, na którym wykonano zdjęcie nr 1. Dzięki nawożeniu z odwodnionego płatu *Molinietum* z *Daucus carota* rozwinął się płat o charakterze przejściowym od *Molinietum* do *Arrhenatheretum*, który wielkością porostu i kolorytem wyraźnie odcina się od łąk

obok położonych, a nie nawożonych. Odległość studzienek kontrolnych w płacie nr 1 i nr 1′ około 50 m.

Profil glebowy

0 — 15 cm próchniczny piasek gliniasty, mocny, barwy ciemnobrązowej, silnie ukorzeniony;

15 — 30 cm glina pylasta, wilgotna, barwy brunatnej, z nielicznymi plamami glejowymi, nieco słabiej ukorzeniona od warstwy poprzedniej;

30 — 60 cm sino-szary, gliniasty piasek, z licznymi rdzawymi plamami, z pojedynczymi korzeniami i dżdżownicami.
Większość korzeni na głębokości 0—18 (40) cm, pojedyncze korzenie do 60 cm.

3b. W pobliżu zdjęcia nr 2. Dawne *Molinietum*, nieco odwodnione, zaorane i przez jakiś czas użytkowane jako pole orne, następnie z powrotem przekształcone na łąkę. Studzienkę kontrolną założono w obrębie niewielkiego zagłębienia, które stanowi pozostałość po dawnej bruździe.

Profil glebowy

0 — 30 cm warstwa próchniczno-mineralna, brunatno-szara, piaszczysto-gliniasta, przejście do następnego horyzontu łagodne;

30 — 50 cm brunatno-żółty piasek z sino-szarymi plamami glejowymi;

50 — 60 cm piasek żółto-szary z rdzawymi plamami; przejście wyraźne;

60 — 80 cm spiaszczony, zwięzły, sino-szary ił z rdzawymi plamami. Na głębokości 50—60 cm wysięki wody gruntowej. Główna warstwa korzeniowa na głębokości 0—30 cm, pojedyncze korzenie do 70 cm, pH wody gruntowej 5,8.

VIII. Kostrze; północna strona zakola kostrzańskiego. Łąka niegdyś przeorana. Skład mechaniczny gleby z głębokości 0—30 cm: glina średnia.

III. Kostrze; południowa strona zakola kostrzańskiego. Łąka dawniej orana, obecnie zupełnie nie nawożona. Pomiarów wody gruntowej dokonywano tu w dwu studzienkach kontrolnych. Dół glebowy wykopano na granicy tego płatu z płatem *Arrhenatheretum* (tab. 4, zdj. nr 4).

Profil glebowy

0 — 18 cm próchniczna, glina średnia pylasta, zwięzła, barwy brązowej, świeża, silnie ukorzeniona, o strukturze gruzełkowatej, z pojedynczymi okruchami wapiennymi, pHc — 6,12, pHw — 5,21; przejście do następnego horyzontu łagodne;

18 — 60 cm sino-czarna, ciężka, pylasta glina, z nielicznymi rdzawymi plamami, zwięzła, świeża, łupiąca się na ostrokrawędziste okruchy, pojedyncze korzenie; przejście ostre;

60—120 cm gruboziarnisty, mokry, szaro-żółty piasek.

Tabela 4

Arrhenatheretum elatioris

(Wykres 8)

Numer zdjęcia (Nr. der Aufnahme)		6	4	1
Data (Datum)		24.6.1955	12.6.1956	12.6.1956
Przeciętna wysokość roślinności (Mittlere Vegetationshöhe)	cm	15	25	55
Wysokość najwyższych roślin (Höhe der höchsten Pflanzen)	cm	110	100	130
Pokrycie warstwy zielnej (Deckung der Krautschicht)	%	95	100	100
Pokrycie warstwy mchów (Deckung der Moosschicht)	%	10	85	5
Rodzaj gleby (Bodenart)		glina (Lehm)		piasek(Sand)
Woda gruntowa (Grundwasserstand)	Max.	27	30	20
	Min.	140	154	180
Średni stan wody gruntowej (Mittlerer Grundwasserstand)		90	108	100
Powierzchnia zdjęcia (Aufnahmefläche)	m²	400	100	150
Gatunki charakterystyczne zespołu i związku (Assoziations- und Verbands-Charakterarten) *Arrhenatheretum* i *Arrhenatherion*				
Arrhenatherum elatius		1.2	+	3.2
Bromus mollis		+	2.1—2	2.1
Daucus carota		2.1—2	2.1	2.1
Trisetum flavescens		2.1—2	3.2—3	4.3
Crepis biennis		+	1.1	+
Heracleum sphondylium		.	+	2.2
Rumex thyrsiflorus		.	.	2.2
Gatunki wyróżniające podzespół z *Alopecurus pratensis* (Differentialarten der Subassoziation von *Alopecurus pratensis*)				
Alopecurus pratensis		+	+	.
Glechoma hederacea		+	.	1.2
Ranunculus repens		.	+	+.2
Lysimachia nummularia		+	.	.
Gatunki charakterystyczne rzędu (Ordnungs-Charakterarten) *Arrhenatheretalia*				
Bellis perennis		+.2	1.1	+
Chrysanthemum leucanthemum		3.1—2	2.1	2.1
Dactylis glomerata		1.2	+	2.1—2
Taraxacum officinale		+	+	1.1
Trifolium repens		1.1	2.2	2.2
Carum carvi		.	+	+
Stellaria graminea		.	+	+
Gatunki wskaźnikowe wilgotności gleby (Bodenfeuchtigkeitszeiger)				
Equisetum palustre		1.1	+	.
Cardamine pratensis		.	+	.
Carex panicea		.	+	.
Galium boreale		.	+.2	.
Lychnis flos-cuculi		+	.	.
Ranunculus cfr. *auricomus*		.	+	.
Sanguisorba officinalis		.	1.1—2	.
Scirpus silvaticus		+	.	.
Succisa pratensis		.	+	.
Avenastrum pubescens		.	.	+
Convolvulus arvensis		.	.	1.3
Falcaria vulgaris		.	.	1.1
Gatunki charakterystyczne klasy (Klassen-Charakterarten) *Molinio-Arrhenatheretea*				
Cenataurea jacea		2.1—2	2.1—2	1.1
Cerastium vulgatum		+	1.1	1.1
Festuca rubra		3.2	3.2	2.2
Holcus lanatus		2.1—2	1.1	+.2
Leontodon hispidus		2.1—2	2.1	.
Leontodon hispidus var. *glabratus*		2.1—2	1.1	+
Phleum pratense		+	+.2	+
Pimpinella saxifraga		+	1.1	+
Ranunculus acer		2.1	1.1	2.1
Rumex acetosa		+	+	1.2
Trifolium dubium		1.1—2	2.2—3	1.1—2
Trifolium pratense		2.1—2	3.2	2.2—3
Veronica chamaedrys		+.2	1.1	2.2
Vicia cracca		+	1.1	+
Briza media		+.2	+	.
Lathyrus pratensis		.	2.1	+.2
Poa pratensis		.	2.1	2.1
Poa trivialis		.	+	2.2
Potentilla reptans		.	+	+
Gatunki towarzyszące (Begleiter)				
Achillea millefolium		1.1	2.1	2.1
Alectorolophus minor		2.1	+	+
Anthoxanthum odoratum		2.2	2.1	+
Equisetum arvense		+	2.1	+
Lotus corniculatus		+.2	2.2	+
Plantago lanceolata		2.1	2.1	2.1
Prunella vulgaris		2.1—2	+	1.1
Veronica serpyllifolia		+	2.1	1.1
Carex contigua		.	+	1.1
Carex hirta		+	.	+
Carex pallescens		1.2	+	.
Cerastium arvense		.	+	1.1
Euphrasia Rostkoviana		+	1.1	.
Galium verum		.	1.1	+.2
Luzula campestris		2.2	1.1	+
Luzula multiflora		+	+	.
Medicago lupulina		.	+.2	2.1—2
Ononis arvensis		+.2	+.2	.
Plantago media		.	+	+
Catharinea undulata		+.2	.	+.2
Mnium sp.		2.2	.	1.2
Thuidium delicatulum		.	5.3	.
Liczba gatunków roślin naczyniowych (Artenzahl der Gefässpflanzen)		56	68	55
w tym gatunki sporadyczne (insgesamt sporadische Arten)		12	10	4

Gatunki sporadyczne (Sporadische Arten):

Zdj. (Aufn.) 8: *Alchemilla acutiloba, A. glabra, Ajuga reptans, Anemone nemorosa, Campanula patula* 2.1, *Carex pilulifera, Linum catharticum* 2.1—2, *Quercus robur* (juv.), *Potentilla erecta, Viola canina; Brachythecium* sp., *Calliergon cuspidatum* 1.1, *Climacium dendroides, Rhytidiadelphus squarrosus.*

Zdj. (Aufn.) 4: *Agrostis vulgaris, Alectorolophus glaber, Campanula glomerata, Cichorium intybus, Cuscuta epithymum* +.2, *Festuca ovina* 1·2, *Galium vernum* 1.1—2, *Leontodon autumnalis, Medicago falcata* +.2, *Melandrium rubrum.*

Zdj. (Aufn.) 1: *Agropyron repens, Arenaria serpyllifolia, Armoracia lapathifolia, Lolium perenne* 2.1.

Zdjęcia zestawione w tab. 4 pochodzą z następujących stanowisk:

8. Koło wsi Bór na północ od Czernichowa. Łąka śródleśna w pobliżu spalonej leśniczówki. Badana powierzchnia co kilka lat bywa zaorywana i rzadko nawożona. Pomiary głębokości wody gruntowej przerwano w r. 1956 wskutek zaorania łąki i zniszczenia studzienki. Zdjęcie wykonano z prof. B. Pawłowskim.

Profil glebowy

0 — 15 cm czarno-szara, spiaszczona, próchniczna glina, z pojedynczymi, niewielkimi okruchami wapiennymi, silnie ukorzeniona; przejście do następnego horyzontu łagodne;
15 — 42 cm ciężka, zwięzła glina barwy ciemnoszarej z dużą ilością rdzawych plam pochodzenia glejowego; przejście łagodne;
42—135 cm świeży, sinawy ił z żółtymi plamami, z nielicznymi korzeniami olsz.

4. Kostrze; najwyższa, łąkowa część południowej strony zakola kostrzańskiego. Pas szerokości 10 m, równoległy do szosy, niegdyś orany i użytkowany jako pole orne. Obecnie nie nawożony zupełnie; nawożenia dokonuje jedynie pył wapienny pochodzący z tuż obok biegnącej szosy. Dół glebowy wykopano na granicy tego płatu z płatem przejściowym od *Arrhenatheretum* do *Molinietum* (patrz opis do zdj. nr III, tab. 3). Skład mechaniczny gleby w obrębie warstwy mineralno-próchnicznej: glina lekka, pylasta, pHc — 7,55, pHw — 6,8.

1. Kostrze; w rozwidleniu dróg prowadzących do Tyńca i Skotnik. Płat leży na terasie pól uprawnych i jest intensywnie nawożony. W r. 1954 przy zakładaniu rur kanalizacyjnych przekopano przez badaną łąkę, w odległości 10 m od studzienki kontrolnej do mierzenia głębokości wody, 2—2,5 m głęboki rów, co niewątpliwie wpłynęło na stan wód gruntowych. Na powierzchni łąki liczne kretowiny.

Profil glebowy

0 — 25 cm próchniczny, świeży, słabo gliniasty piasek barwy ciemnobrunatnej z pojedynczymi okruchami wapiennymi, o strukturze słabo gruzełkowatej, silnie ukorzeniony, z licznymi dżdżownicami i chodnikami kretów, pHc — 7,85, pHw — 7,5; przejście łagodne;
25 — 90 cm piasek gruboziarnisty, brunatno-żółty, wilgotny, z pojedynczymi korzeniami, na głębokości 90 cm ślady oglejenia w postaci niewielkich sino-szarych plam;
90—180 cm piasek podobny jak w poprzednim horyzoncie, lecz nieco bardziej szary, zbity; w pobliskim rowie na głębokości 2—2,5 m wystąpił biały wapień skalisty.

Położenie i opis zdjęć zestawionych w tab. 5:

7. Wieś Bór koło Czernichowa. Niewielkie zagłębienie w obrębie piaszczystego pastwiska porosłego przez zespół *Nardus stricta-Juncus squarrosus*. Granica między płatami obu tych zespołów jest tu bardzo ostra i wyznacza ją zasięg wiosennego i jesiennego podtopienia. Płat wypasany. Zdjęcie wykonane z prof. B. Pawłowskim.

Profil glebowy

0 — 10 cm gruboziarnisty, przepojony wodą piasek, silnie ukorzeniony, z wyraźnymi śladami zatorfienia;
10 — 30 cm piasek próchniczny, słabo gliniasty, czarny, przepojony wodą; przejście do następnego horyzontu ostre;
30 — 40 cm gruboziarnisty, luźny, przepojony wodą siwo-szary piasek; pH wody gruntowej 6,3.

A. Lokalne zagłębienie wśród piaszczystych łąk trzęślicowych i płatów zespołu situ tęgiego i bliźniczki w pobliżu Przegini Duchownej koło Czernichowa. Płat użytkowany jako łąka kośna.

Profil glebowy

0 — 15 cm warstwa mineralno-próchniczna, przepojona wodą, czarnobrunatna, ulegająca wyraźnemu zatorfieniu, jest to jednocześnie główna warstwa korzeniowa; przejście do następnego poziomu ostre;
15 — 20 cm piasek słabo gliniasty, żółto-szary, średnio zwięzły, z dość licznymi korzeniami;
20—100 cm gruboziarnisty, luźny piasek, barwy biało-żółtej, przepojony wodą, tkwią w nim rozkładające się pojedyncze korzenie olszy.
Woda gruntowa wypływa obficie na głębokości 15 cm. Większość korzeni na głębokości 0—15 cm, pojedyncze korzenie do 45 cm; pH wody gruntowej 5,8.

7'. Jak płat nr 7, lecz w obrębie sąsiedniego zagłębienia terenowego. Powierzchnia na wiosnę zalewana przez wody pobliskiej, okresowo płynącej rzeczki, stąd w górnych horyzontach glebowych znaczniejszy udział części spławialnych niż w innych płatach tego zespołu. Zdjęcie wykonane z prof. B. Pawłowskim.

Profil glebowy

0 — 35 cm poziom mineralno-próchniczny, silnie ukorzeniony, barwy brunatnej, z wyraźnymi oznakami zatorfienia, pojedyncze dżdżownice, przejście do następnego poziomu ostre;
35 — 70 cm gruboziarnisty, szary piasek, luźny, przepojony silnie wodą; pH wody gruntowej, która wystąpiła na głębokości 30 cm, 6,0. Główna warstwa korzeniowa: 0—25 cm, pojedyncze korzenie do 50 cm.

Tabela 5

Cariceto canescentis-Agrostidetum caninae (fragm.)
(Wykres 9)

Numer zdjęcia (Nr. der Aufnahme)		7	A	7'
Data (Datum)		24.6.1955	8.8.1956	24.6.1955
Przeciętna wysokość roślinności (Mittlere Vegetationshöhe)	cm	18	10	10
Wysokość najwyższych roślin (Höhe der höchsten Pflanzen)	cm	30	50	15
Pokrycie warstwy zielnej (Deckung der Krautschicht)	%	80	80	100
Pokrycie warstwy mchów (Deckung der Moosschicht)	%	10	90	80
Rodzaj gleby (Bodenart)		piasek (Sand)		
Woda gruntowa (Grundwasserstand)	Max.	+ 10	+ 15	+ 2
	Min.	70	60	80
Średni stan wody gruntowej (Mittlerer Grundwasserstand)		11	21	33
Powierzchnia zdjęcia (Aufnahmefläche)	m²	20	30	30
Gatunki charakterystyczne zespołu, związku i rzędu (Assoziations-, Verbands- und Ordnungs-Charakterarten)				
•*Cariceto canescentis-Agrostidetum caninae, Caricion canescentis-fuscae, Caricetalia fuscae*				
•*Agrostis canina*		2.2	3.2	4.3
Carex fusca		4.3	2.2	3.2
Ranunculus flammula		1.1	2.1	1.1
•*Veronica scutellata*		1.1	+	.
Blysmus compressus		+.2	.	.
•*Carex stellulata*		.	.	+
Epilobium palustre		.	+	.
Equisetum palustre		+	.	.
Hydrocotyle vulgaris		.	.	1.2
Viola palustris		.	.	2.1—2
Carex panicea		.	+	2.2—3
Gatunki towarzyszące (Begleiter)				
Cardamine pratensis		+	1.1	+
Heleocharis palustris		1.2	1.2	+
Potentilla anserina		+	1.2	1.1
Caltha palustris		2.2	1.2	.
Galium palustre		2.2	2.2	.
·*Lotus uliginosus*		+	.	+
Lysimachia nummularia		+	+	.
Mentha arvensis		2.2	+	.
Ranunculus acer		.	1.1	+
Ranunculus repens		2.1—2	3.2	.
Trifolium repens		+°	.	+
Calliergon cuspidatum		1.2	3.3	3.2
Liczba gatunków roślin naczyniowych (Artenzahl der Gefässpflanzen)		20	29	28
w tym gatunki sporadyczne (insgesamt sporadische Arten)		4	14	15

Gatunki sporadyczne (Sporadische Arten)

Zdj. (Aufn.) 7: *Agrostis stolonifera, Glyceria fluitans* 1.1—2, *Lycopus europaeus, Poa palustris.*

Zdj. (Aufn.) A: *Alectorolophus glaber, Deschampsia caespitosa* +.2, *Equisetum limosum, Euphrasia* sp., *Galium uliginosum, Gentiana pneumonanthe* +.r°, *Juncus articulatus* 1.2, *Leontodon autumnalis, Lychnis flos-cuculi, Lysimachia vulgaris, Molinia coerulea, Polygonum* sp., *Trifolium dubium, T. hybridum* +.2; *Amblystegium serpens, Calliergon giganteum, Drepanocladus lycopodioides* i *D. Sendtneri* 3.2, *Chrysohypnum stellatum* 2.2, *Sphagnum palustre.*

Zdj. (Aufn.) 7': *Agrostis vulgaris* 1.1, *Bellis perennis, Carex Oederi* +.2, *Cerastium vulgatum, Equisetum variegatum, Juncus effusus* +.2, *Nardus stricta* +.2, *Plantago lanceolata* 1.1—2, *P. major, Poa annua, P. pratensis, Potentilla erecta, Prunella vulgaris, Sagina procumbens, Sieglingia decumbens; Aulacomnium palustre* 1.1, *Brachythecium* sp. 2.1, *Climacium dendroides* 3.2, *Polytrichum* sp., *Rhytidiadelphus squarrosus* 2.2.

Tabela 6

Nardeto-Juncetum squarrost

(Wykres 10)

	z (von) *Gentiana pneumonanthe*			normale	
Numer zdjęcia (Nr. der Aufnahme)	N	5	4	6	6'
Data (Datum)	5.7.1956	8.8.1956	25.8.1956	8.8.1956	24.6.1956
Przeciętna wysokość roślinności (Mittlerer Grundwasserstand)	15	10—15	10	10	6—10
Pokrycie warstwy zielnej (Deckung der Krautschicht) %	98	90	100	90	75—80
Pokrycie warstwy mchów (Deckung der Moosschicht) %	60	90	70	40	
Rodzaj gleby (Bodenart)	piasek słabo gliniasty (schwach lehmiger Sand)			luźny piasek (Sand)	
Woda gruntowa (Grundwasserstand) Max	8	+2	0	8	15
Min.	102	75	96	100	117
Średni stan wody gruntowej (Mittlere Vegetationshöhe) cm	56	25	42	56	71
Powierzchnia zdjęcia (Aufnahmefläche) m²	25	250	100	300	100
Gatunki charakterystyczne zespołu i związku (Assoziations- und Verbands-Charakterarten) *Nardeto-Juncetum squarrosi* i *Nardo-Galion saxatilis*					
Nardus stricta	4.2	4.2	4.3	3.2	3.2
Juncus squarrosus	+2	.	1.2	+.2	+.1—2
Pedicularis silvatica	.	2.2	2.2	.	.
Gatunki charakterystyczne rzędu i klasy (Ordnungs- und Klassen-Charakterarten) *Nardetalia* i *Nardo-Callunetea*					
Calluna vulgaris	2.3	+.2	1.2	4.3	4.4
**Luzula campestris*[1]	2.1	1.1	2.1	+	2.2
**Potentilla erecta*	2.1	2.2	2.1	2.1	1.1
Sieglingia decumbens	1.1	1.1	1.1	2.1	2.2
Carex pilulifera	2.1	.	+	1.2	1.2—3
**Hieracium umbellatum*	2.1	+	1.1	+	.
**Luzula multiflora*	1.1	1.1	1.1	.	.
Hieracium pilosella	.	.	.	1.1	2.2
**Polygala vulgaris*	.	+	+	.	.
Viola canina ssp.	.	+	+.2	.	.
Antennaria dioica	+.2	.	.	.	.
Scorzonera humilis	+	.		.	.
Gatunki charakterystyczne (Charakterarten) *Molinietum* i *Molinion*					
Gentiana pneumonanthe	+.2	2.2	+	.	.
Molinia coerulea	2.2	2.1	+	.	.
Sanguisorba officinalis	2.1—2	+.2	+	.	.
Serratula tinctoria	+	+	.	.	.
Succisa pratensis	2.1	+	.	.	.
Gatunki towarzyszące (Begleiter) [w tym gatunki charakterystyczne (insgesamt Charakterarten) *Molinio-Arrhenatheretea*]					
Agrostis vulgaris	2.1—2	1.1	2.1	+	.
Carex fusca	+	1.1	1.1	+	.
Holcus lanatus	+.2	1.2	1.1	+.r	.
Juncus conglomeratus et *J. effusus*	1.2	+.2	1.1	+	.
Prunella vulgaris	+	2.2	+	.	+
Ranunculus acer	+	2.1	2.1	+	.
Trifolium repens	.	+	1.1	+	+
Anthoxanthum odoratum	2.1	2.2	1.1	.	.
Briza media	+	+	+	.	.
Carex panicea	+	1.1	1.1	.	.
Centaurea jacea	+	2.2	+	.	.
Chrysanthemum leucanthemum	+	+	+	.	.
Equisetum palustre	.	1.1	1.1	+	.
Festuca rubra	2.2	1.2	2.2	.	.
Orchis latifolia	+	2.1	+	.	.
Plantago lanceolata	1.1	2.1	+	.	.
Rumex acetosa	+	+	+	.	.
Achillea millefolium	+	.	1.1	.	.
Alectorolophus glaber et *A. minor*	.	+	1.1	.	.
Carex pallescens	1.1	.	+	.	.
Cardamine pratensis	.	1.1	+	.	.
Cerastium vulgatum	.	.	.	1.2	+
Deschampsia caespitosa	.	1.2	+.2	.	.
Frangula alnus (juv.)	.	.	+	+	.
Galium uliginosum	.	1.1	+	.	.
Leontodon hispidus	.	2.2	+	.	.
Leontodon hispidus var. *glabratus*	.	+	+	.	.
Linum catharticum	.	+	+	.	.
Lotus corniculatus	.	1.1	1.1	.	.
Lychnis flos-cuculi	+	.	+	.	.
Lysimachia vulgaris	+	.	+	.	.
Rumex acetosella	.	.	.	+	+
Vaccinium myrtillus	.	.	.	1.2	+
Aulacomnium palustre	1.2	+	3.2	.	.
Climacium dendroides	1.1	2.2	2.2	.	.
Dicranum Bonjeani	2.2	4.3	.	+	.
Entodon Schreberi	1.1	+	.	1.2	.
Leucobryum glaucum	.	.	.	3.2	+.2
Pohlia nutans	.	.	.	+.2	+
Polytrichum attenuatum	.	.	+	2.1	.
Polytrichum juniperinum	.	+	.	.	+
Scleropodium purum	.	+	+.2	.	.
Sphagnum compactum	+.2	.	.	1.2	.
Sphagnum cuspidatum	.		.	.	.
Sphagnum palustre	+.2	1.2—3	.	.	.
Sphagnum recurvum	.		.	.	.
Thuidium Philiberti	+	+.2	.	.	.
Liczba gatunków roślin naczyniowych (Artenzahl der Gefässpflanzen)	41	47	50	25	14
w tym gatunki sporadyczne (insgesamt sporadische Arten)	6	8	6	5	1

[1] Jest rzeczą wątpliwą, czy gatunki oznaczone * należą do tej grupy.
(Es ist zweifelhaft, ob die mit * bezeichneten Arten zu dieser Gruppe gehören).

Gatunki sporadyczne (Sporadische Arten)

Zdjęcie (Aufn.) N: *Betula pubescens* (juv.), *Campanula patula*, *Carex leporina*, *Euphrasia* sp. (juv.) 2.1, *Genista tinctoria*, *Lotus uliginosus*; *Fissidens adiantoides*, *Polytrichum* sp. 2.2, *Mnium cuspidatum* 1.2.

Zdjęcie (Aufn.) 5: *Agrostis canina* 1.2, *Carex Davalliana*?, *C. flava*, *C. Hostiana* 2·2, *C. lepidocarpa*, *Juncus bulbosus* +.2, *Parnasia palustris*, *Ranunculus flammula*.

Zdjęcie (Aufn.) 4: *Cynosurus cristatus*, *Hypochoeris radicata*, *Leontodon autumnalis*, *Lysimachia nummularia*, *Trifolium pratense*, *Vicia cracca*; *Thuidium delicatulum*.

Zdjęcie (Aufn.) 6: *Erigeron canadensis*, *Pinus silvestris* (juv.), *Polygonum hydropiper*, *Vaccinium vitis-idaea* +.3, *Veronica officinalis*; *Cladonia rangiformis*.

Zdjęcie (Aufn.) 6': *Trifolium arvense*; *Bryum capillare* 2.2, *Ceratodon purpureus* 1,2; *Cladonia rangiformis*, *C. silvatica*, *C. uncialis*, *Cetraria islandica*, *Cornicularia aculeata*.

Zdjęcia zestawione w tab. 6 pochodzą z następujących stanowisk:

N. Kostrze, obok płatu *Molinietum* nr 3′. Niewielkie, lokalne wzniesienie terenowe.

5. W pobliżu Przegini Duchownej koło Czernichowa.

Profil glebowy

0 — 22 cm słabo gliniasty, próchniczny piasek barwy szaro-czarnej, mokry, silnie ukorzeniony, pHc — 5,4, pHw — 4,65; przejście do następnego horyzontu ostre;

22 — 80 cm szaro-żółty, gruboziarnisty, luźny piasek; pH wody gruntowej 5,3.

4. Około 500 m od poprzedniego zdjęcia. Łąka dawniej orana, ze śladami bruzd, obecnie w niektóre lata koszona, w niektóre tylko spasana.

Profil glebowy

0 — 5 cm szaro-brunatna warstwa butwiny;

5 — 35 cm słabo gliniasty, próchniczny piasek, ciemnoszary, z białymi ziarnami kwarcu, bez wyraźnej struktury, silnie ukorzeniony, z pojedynczymi dżdżownicami, pHc — 5,54, pHw — 4,72; przejście do następnego poziomu ostre;

35—100 cm gruboziarnisty, żółto-szary, luźny, bezstrukturalny piasek, przepojony wodą; pH wody gruntowej 5,2.

6. Rozległy kompleks pastwisk koło wsi Bór w pobliżu Czernichowa. Teren przed około 50 laty użytkowany jako pole orne, poprzecinany starymi rowami odwadniającymi. Dawne bruzdy i wszelkie zagłębienia, a więc miejsca wilgotniejsze zajmuje głównie *Nardus stricta*, na wzniesieniach panuje *Calluna vulgaris*.

Profil glebowy

0 — 4 cm warstewka brunatnej butwiny złożona głównie z obumarłych torfowców i szczątek bliźniczki; przejście do następnego poziomu łagodne;

4 — 20 cm warstwa mineralno-próchniczna barwy ciemnoszarej, o składzie mechanicznym piasku luźnego, pHc — 5,1, pHw — 4,1, granica z następnym horyzontem ostra;

20 — 60 cm gruboziarnisty, szary, luźny, świeży, bezstrukturalny piasek;

60 — 80 cm gruboziarnisty, wilgotny piasek barwy brunatnej. Główna warstwa korzeniowa w poziomie 0—25 cm, pojedyncze korzenie do 50 cm.

6′. Około 200 m od poprzedniego płatu. Płaska wierzchowina. W mozaice z płatem zespołu *Nardeto-Juncetum squarrosi* występuje zbiorowisko zbliżone do zespołu *Festuceto-Thymetum serpylli*. Zdjęcia wykonane z prof. B. Pawłowskim w dn. 24.6.1955.

Rośliny kwiatowe pokrywają 80% powierzchni zdjęcia, mchy i porosty 60%. *Thymus serpyllum* 3.4, *Hieracium pilosella* 3.4, *Luzula campestris* 2.2, *Festuca duriuscula* 1.1—2, *Achillea millefolium* 2.1, *Agrostis vulgaris* 1.1, *Sieglingia decumbens* 1.2, *Potentilla erecta* 1.1, *Trifolium dubium*, *Rumex acetosella*, *Trifolium repens*, *Plantago lanceolata*, *Hypochoeris radicata*, *Lotus corniculatus*, *Veronica*

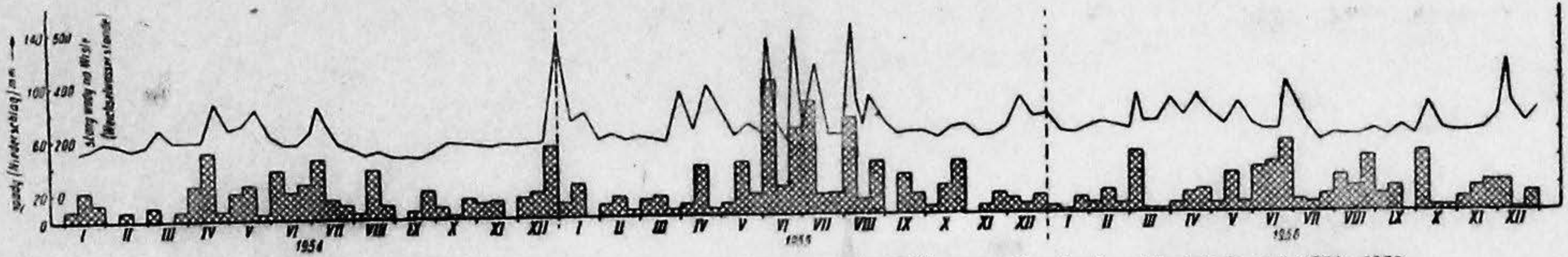
arvensis, Arenaria serpylifolia, Festuca rubra, Carex pilulifera +.2, *Anthoxanthum odoratum* +⁰, *Pinus silvestris* (juv.); *Cornicularia aculeata* * 4.2—3, *Cetraria islandica, Cladonia cornuta, Cladonia furcata, C. degenerans, Ceratodon purpureus* 2.2. *Bryum* sp. 1.2, *Polytrichum juniperinum.*

Profil glebowy

0 — 7 cm luźny, próchniczny, czarno-szary piasek;
7 — 20 cm szary, bezstrukturalny, gruboziarnisty piasek, pHc — 4,8, pHw — 3,75;
20 — 45 cm zwięzła rdzawo żelazista warstwa piasku z pojedynczymi, niewielkimi konkrecjami orsztynu;
45 — 85 cm gruboziarnisty, luźny, żółto-brunatny piasek. Główna warstwa korzeniowa na głębokości 0—20 cm.

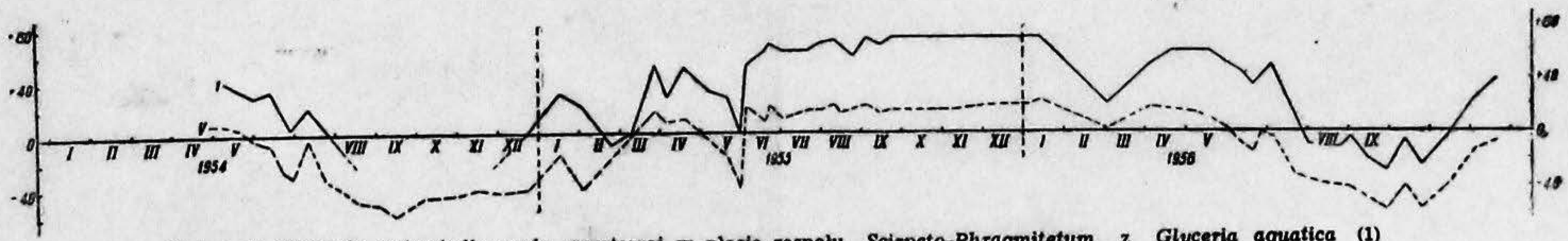
---

* Magistrowi J. Nowakowi dziękuję za oznaczenie porostów.



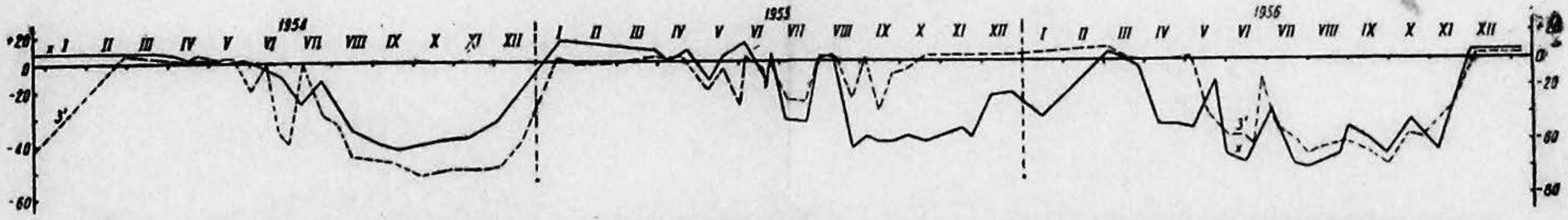
Wykres 1. Opady dekadowe (Kraków Obs. Astr.) oraz stany wody w Wiśle na wodowskazie w Krakowie w l. 1954—1956

Abb. 1. Dekaden-Niederschläge (Kraków Obs. Astr.) und Weichselwasserstände für Kraków in den Jahren 1954—1956



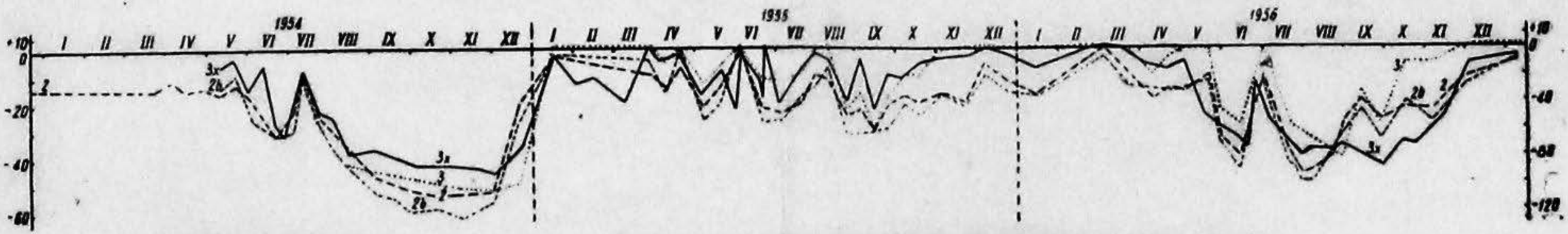
Wykres 2. Wahania zwierciadła wody gruntowej w płacie zespołu *Scirpeto-Phragmitetum* z *Glyceria aquatica* (1) (tab. 1, zdj. 1) oraz w płacie zespołu *Caricetum gracilis* (V) (tab. 2)

Abb. 2. Die Grundwasserschwankungen im Lokalbestande des *Scirpeto-Phragmitetum* von *Glyceria aquatica* (1). (Tab. 1, Aufn. 1) und im *Caricetum gracilis* (V) (Tab. 2)



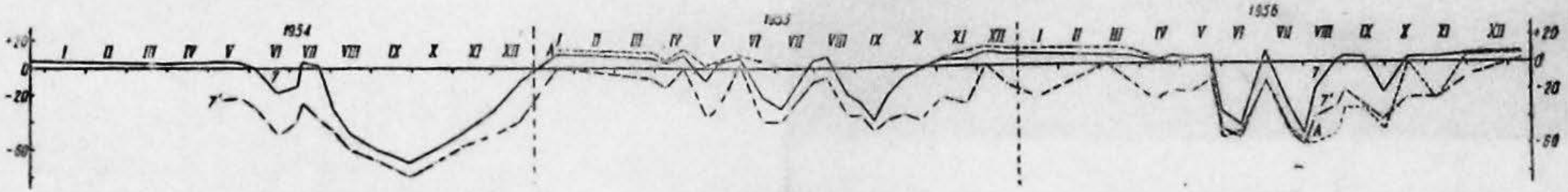
Wykres 3. Wahania zwierciadła wody gruntowej w płatach wilgotnego wariantu zespołu *Molinietum coeruleae* z *Carex Davalliana* (tab. 3)

Abb. 3. Die Grundwasserschwankungen in Lokalbeständen der feuchten d. h. *Carex Davalliana*-Variante des *Molinietum coeruleae* (Tab. 3)



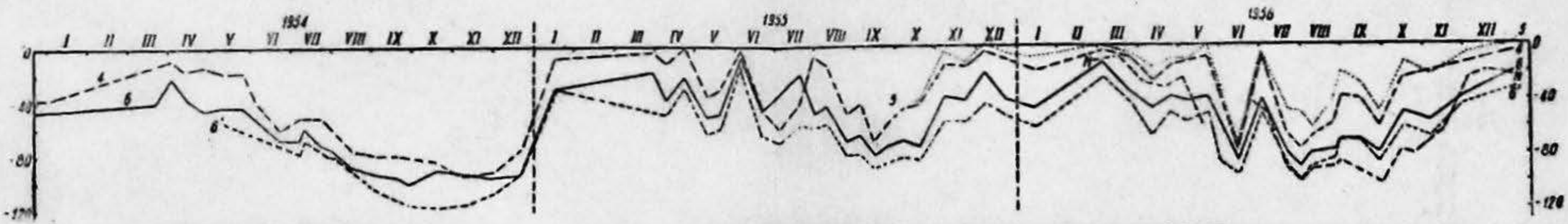
Wykres 4. Wahania zwierciadła wody gruntowej w typowych płatach zespołu *Molinietum coeruleae* (tab. 3)

Abb. 4. Die Grundwasserschwankungen in Lokalbeständen der typischen Variante des *Molinietum coeruleae* (Tab. 3)



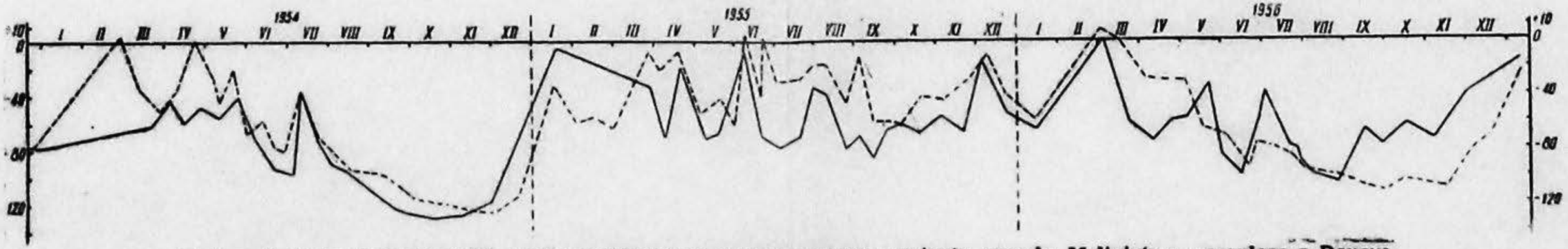
Wykres 9. Wahania zwierciadła wody gruntowej w płatach zespołu *Cariceto canescentis-Agrostidetum caninae* (fragm.) (tab. 5)

Abb. 9. Die Grundwasserschwankungen in Lokalbeständen des *Cariceto canescentis-Agrostidetum caninae* (fragm.) (Tab. 5)



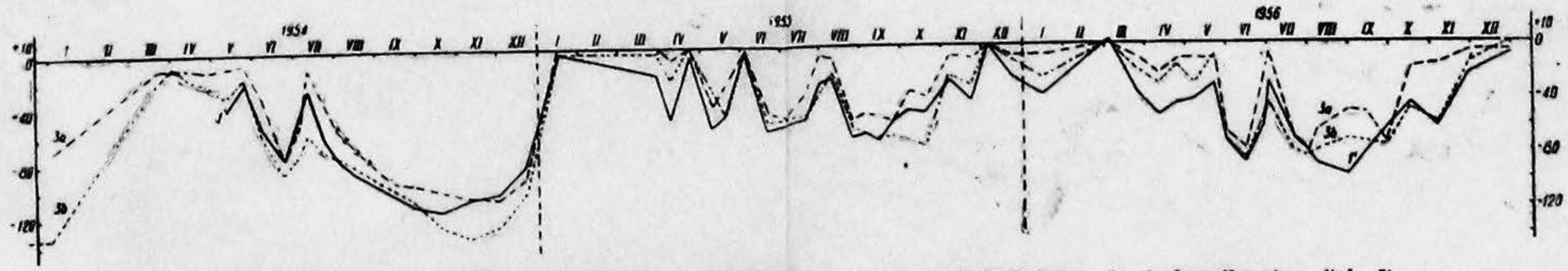
Wykres 10. Wahania zwierciadła wody gruntowej w płatach zespołu *Nardeto-Juncetum squarrosi* (tab. 6)

Abb. 10. Die Grundwasserschwankungen in Lokalbeständen des *Nardeto-Juncetum squarrosi* (Tab. 6)



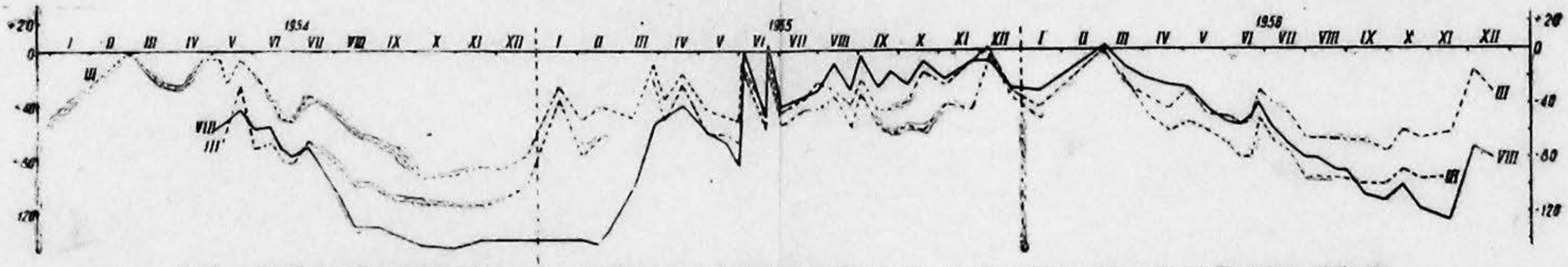
Wykres 5. Wahania zwierciadła wody gruntowej w płatach suchego wariantu zespołu *Molinietum coeruleae* z *Daucus carota* (tab. 3)

Abb. 5. Die Grundwasserschwankungen in Lokalbeständen der trockenen d. h. *Daucus carota*-Variante des *Molinietum coeruleae* (Tab. 3)



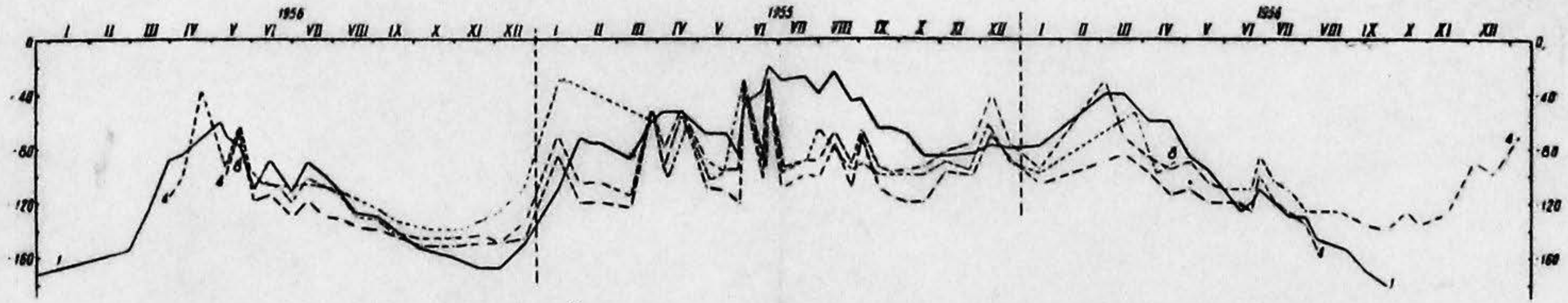
Wykres 6. Wahania zwierciadła wody gruntowej w płatach przejściowych od *Molinietum* do *Arrhenatheretum* (tab. 3)

Abb. 6. Die Grundwasserschwankungen in Lokalbeständen von Übergangscharakter zwischen *Molinietum* und *Arrhenatheretum* (Tab. 3)



Wykres 7. Wahania zwierciadła wody gruntowej w płatach przejściowych od *Molinietum* do *Arrhenatheretum* (tab. 3)

Abb. 7. Die Grundwasserschwankungen in Lokalbeständen von Übergangscharakter zwischen *Molinietum* und *Arrhenatheretum* (Tab. 3)



Wykres 8. Wahania zwierciadła wody gruntowej w płatach zespołu *Arrhenatheretum elatioris* (tab. 4)

Abb. 8. Die Grundwasserschwankungen in Lokalbeständen des *Arrhenatheretum elatioris* (Tab. 4)