ACTA AGROPHYSICA

Małgorzata Kalicka

ZMIANY WŁAŚCIWOŚCI RĘDZIN KREDOWYCH WRAZ Z SUKCESJĄ ROŚLINNOŚCI KSEROTERMICZNEJ NA WYBRANYCH STANOWISKACH WYŻYNY LUBELSKIEJ

137

Instytut Agrofizyki
im. Bohdana Dobrzańskiego PAN
w Lublinie

Rozprawy i Monografie
2006 (4)

Komitet Redakcyjny

Redaktor Naczelny

Ryszard T. Walczak, czł. koresp. PAN

Zastępca Redaktora Naczelnego

Józef Horabik

Sekretarz Redakcji

Wanda Woźniak

Rada Redakcyjna

Tomasz Brandyk, czł. koresp. PAN - przewodniczący

Ryszard Dębicki
Bohdan Dobrzański
Danuta Drozd
Franciszek Dubert
Tadeusz Filipek
Józef Fornal
Jan Gliński, czł. rzecz. PAN
Grzegorz Józefaciuk
Eugeniusz Kamiński
Andrzej Kędziora
Tadeusz Kęsik
Krystyna Konstankiewicz
Janusz Laskowski
Jerzy Lipiec
Piotr P. Lewicki
Stanisław Nawrocki, czł. rzecz. PAN
Edward Niedźwiecki
Viliam Novák, Słowacja
Josef Pecen, Czechy
Stanisław Radwan, czł. koresp. PAU
Jan Sielewiesiuk
Witold Stępniewski
Zbigniew Ślipek
Bogusław Szot
Tadeusz Przybysz

Opiniował do druku

prof. dr hab. Ryszard Dębicki

Adres redakcji

Instytut Agrofizyki im. Bohdana Dobrzańskiego PAN, ul. Doświadczalna 4, P.O. Box 201
20-290 Lublin 27, tel. (0-81) 744-50-61, e-mail: editor@demeter.ipan.lublin.pl
http: //www.ipan.lublin.pl

Publikacja indeksowana przez
Polish Scientific Journals Contents - Life Sci. w sieci Internet
pod adresem http://psjc.icm.edu.pl

Praca finansowana z badań statutowych Zakładu Gleboznawstwa UMCS w Lublinie

© Copyright by Instytut Agrofizyki im. Bohdana Dobrzańskiego PAN, Lublin 2006

ISSN 1234-4125

Wydanie I. Nakład 120 egz. Ark. wyd. 13,5
Skład komputerowy: Irena Kulawiak
Druk: Drukarnia *ALF-GRAF*, ul. Kościuszki 4, 20-006 Lublin

SPIS TREŚCI

1. WPROWADZENIE 5
2. CHARAKTERYSTYKA RĘDZIN KREDOWYCH 7
   2.1. Skała macierzysta badanych rędzin 9
   2.2. Rędziny Wyżyny Lubelskiej 10
3. CHARAKTERYSTYKA MURAW KSEROTERMICZNYCH PORASTAJĄCYCH RĘDZINY KREDOWE 12
   3.1. Wymagania siedliskowe 13
   3.2. Sukcesja zbiorowisk kserotermicznych 14
   3.3. Występowanie zespołu omanu wąskolistnego (*Inuletum ensifoliae* Kozł. 1925) w Polsce i na Wyżynie Lubelskiej 16
4. METODYKA BADAŃ 18
   4.1. Metodyka badań fitosocjologicznych 19
   4.2. Metodyka badań glebowych 19
   4.3. Zestawienie wyników 21
5. ROZMIESZCZENIE STANOWISK BADAWCZYCH 23
6. WYNIKI BADAŃ 25
   6.1. Charakterystyka stanowisk badawczych, zmiany właściwości rędzin w obrębie poszczególnych stanowisk 25
      6.1.1. Rezerwat Stawska Góra koło Chełma 25
      6.1.2. Bochotnica koło Kazimierza Dolnego 43
      6.1.3. Rezerwat Podzamcze koło Bychawy 54
      6.1.4. Kąty koło Zamościa 63
   6.2. Analiza fitosocjologiczna wyróżnionych typów i zespołów roślinnych 76
   6.3. Zmiany właściwości rędzin kredowych wraz z sukcesją roślinności kserotermicznej .. 84
      6.3.1. Morfologia i skład granulometryczny 84
      6.3.2. Odczyn i węglan wapnia 88
      6.3.3. Zawartość węgla organicznego i azotu 91
      6.3.4. Zasobność w przyswajalny fosfor i potas 95
      6.3.5. Pojemność sorpcyjna 98
      6.3.6. Gęstość i właściwości hydrofizyczne 102
   6.4. Wpływ użytkowania na właściwości rędzin kredowych 110
   6.5. Analiza ekologiczna badanych zespołów i zbiorowisk roślinnych 115
   6.6. Etapy sukcesji roślinności kserotermicznej porastającej rędziny kredowe i ich uwarunkowania siedliskowe 118
7. DYSKUSJA 123
8. WNIOSKI 130
9. PIŚMIENNICTWO 133
10. STRESZCZENIE 140
11. SUMMARY 141
12. ZAŁĄCZNIKI 145

1. WPROWADZENIE

Przedmiotem prezentowanych w niniejszej pracy badań są właściwości rędzin węglanowych wytworzonych z utworów kredowych Wyżyny Lubelskiej, które porasta roślinność kserotermiczna.

Badaniami rędzin w Polsce już od początku XX wieku zajmowało się wielu naukowców [24,76,78-81,86,97,98,100,116,121,133,137 i in.], opublikowano także prace dotyczące występowania, genezy, ewolucji oraz właściwości rędzin Wyżyny Lubelskiej [21-24,68,126,127]. Jednak większość opisanych w polskiej literaturze gleboznawczej profili rędzin pochodzi z pól uprawnych (badania gleboznawcze mają bowiem w większości charakter praktyczny i są nastawione na określenie wartości użytkowej gleby), w mniejszym stopniu przebadano rędziny porośnięte lasem, brak jest natomiast charakterystyk rędzin pod roślinnością kserotermiczną, choć gleby te stanowią naturalne siedliska tego typu roślinności [123]. Wyniki podstawowych analiz właściwości rędzin zajętych przez fitocenozy kserotermiczne znaleźć można jedynie w pracach botaników [54,72,105,119,120], gdzie zamieszczane są jako dodatkowa informacja o siedlisku i najczęściej nie dotyczą wszystkich wydzielanych przez autorów fitocenoz, do analiz wybierano różne typy gleb, nie zaś gleby charakterystyczne dla różnych typów zbiorowisk. Ponadto opisy odkrywek glebowych są podawane w sposób subiektywny, w pracach brak jest objaśnień dotyczących przygotowanie prób do analizy (a w przypadku rędzin ma to bardzo duży wpływ na otrzymane wyniki), ponadto stosowana jest różna metodyka (szczególnie przy analizie przyswajalnych form pierwistków) – co uniemożliwia uogólnienia wyników badań różnych autorów. Brak jest charakterystyk hydrofizycznych rędzin, zajętych przez roślinność kserotermiczną, chociaż wielu botaników podkreśla, że wilgotność gleby ma najsilniejszy wpływ na występowanie i strukturę tego typu zbiorowisk [18,51, 72,92,93,105,108,140].

Dla współczesnych warunków klimatycznych Polski zbiorowiska kserotermiczne nie są fitocenozami stabilnymi (klimaksowymi), lecz tworzą jedno z ogniw sukcesji zmierzające do wykształcenia się klimaksowych zbiorowisk leśnych. Spotkać je można jedynie w postaci niewielkich płatów, a ich występowanie związane jest z urozmaiconą rzeźbą terenu oraz z zasobnym w węglan wapnia podłożem wapiennym lub lessowym (a więc z czynnikami decydującymi o wytworzeniu się siedlisk ciepłych i suchych), a także z dogodnymi warunkami migracji tej roślinności w holocenie. Większość stanowisk roślinności kserotermicznej w Polsce objęta jest ochroną rezerwatową, przedmiotem ochrony są zarówno nietypowe dla obszaru naszego kraju zespoły roślinne, jak i licznie tu występujące rzadkie gatunki roślin i drobnych zwierząt różnych grup taksonomicznych. Zbiorowiska te mają ogromne znaczenie dla zachowania zasobów genowych flory i fauny oraz dla realizacji Światowej Strategii Ochrony Bioróżnorodności [134].

Problematyka sukcesji roślinności kserotermicznej często pojawia się w polskiej literaturze ekologicznej, jednak badania dotyczą przede wszystkim zmian składu florystycznego oraz udziału liczbowego gatunków charakterystycznych dla różnych jednostek fitosocjologicznych w procesie zarastania murawy [48,94,95,105,125]. Nieliczne są opracowania dotyczące przemian środowiska glebowego wraz z zachodzącymi zmianami roślinności, choć twórcy teorii sukcesji [16,17,101] podkreślali, że proces ten jest wynikiem przemian zachodzących w środowisku abiotycznym pod wpływem roślin i zwierząt. Wraz z przemianami roślinności zachodzą zmiany właściwości fizycznych i chemicznych gleby, a jednocześnie właściwości gleby ułatwiają wymianę gatunków w czasie oraz powstanie charakterystycznych kombinacji gatunków w kolejnych stadiach sukcesji [16,17,20,84,101,105,114]. Z uwagi na to, że problem ochrony zbiorowisk kserotermicznych w Polsce wiąże się z zatrzymaniem procesu naturalnej sukcesji, konieczne jest poznanie nie tylko prawidłowości wewnątrzpopulacyjnych tych fitocenoz, lecz także przeobrażeń dokonujących się w obrębie ich biotopu.

Celem pracy było określenie zmian w morfologii oraz zmian właściwości rędzin kredowych, które zachodzą wraz z przemianami sukcesyjnymi roślinności kserotermicznej. Cel badawczy realizowano w następujących zadaniach:

- przedstawienie etapów sukcesji roślinności kserotermicznej porastającej rędziny kredowe oraz analiza fitosocjologiczna wyróżnionych typów i zespołów roślinnych;
- analiza ekologiczna badanych zbiorowisk kserotermicznych, czyli określenie ich uwarunkowań topograficznych, klimatycznych, litologicznych, a przede wszystkim glebowych;
- odnalezienia cech gleby, które wywierają najsilniejszy wpływ na rozwój określonych zbiorowisk kserotermicznych (lub ich zanik);
- porównanie właściwości rędzin różnie użytkowanych i ocena zmian jakie zachodzą w glebie wskutek działalności człowieka;
- opisanie wpływu antropopresji na skład gatunkowy oraz kierunek i tempo przekształceń zbiorowisk kserotermicznych.

Przeprowadzenie równoległych badań fitosocjologicznych i gleboznawczych na kilku stanowiskach, posługując się jednakowymi metodami, umożliwiło obiektywną i wieloaspektową analizę zależności gleba-roślina. Otrzymane wyniki badań mogą być przydatne w wypracowaniu nowych metod ochrony fitocenoz kserotermicznych i wchodzących w ich skład rzadkich gatunków roślin.

2. CHARAKTERYSTYKA RĘDZIN KREDOWYCH

Rędziny to gleby międzystrefowe, których geneza i właściwości zależą głównie od chemicznego składu skały macierzystej. Rędziny mogą tworzyć się w różnych warunkach klimatycznych i topograficznych. W obecnie obowiązującej Systematyce Gleb Polski [123] rędziny stanowią wyodrębniony typ, wchodzący w skład działu gleb litogenicznych, rzędu gleb wapniowcowych. W terenach wysokogórskich rędziny wykazują cechy gleb klimatogenicznych i podlegają prawom piętrowości gleb górskich [113].

Specyficzny charakter skały macierzystej rędzin, który determinuje przebieg procesów glebowych, spowodował, że wydzielenie ich w osobną grupę nastąpiło stosunkowo wcześnie [26]. Niestety obecnie w systematykach międzynarodowych – FAO/UNESCO 1997 [36], WRB 1998 [60] – nie genezę, lecz czynniki egzogeniczne uznaje się za podstawę procesów glebotwórczych i w oparciu o nie wydziela się wyższe jednostki taksonomiczne. Zrezygnowano z oddzielnej grupy Rendzinas która znajdowała się w Systematyce FAO/UNESCO z 1974 roku, a rędziny włączone zostały do grupy Leptosols, przy czym w klasyfikacji WRB [60] rędziny brunatne spełniają kryteria grupy Cambisols. Spowodowało to trudności w klasyfikowaniu wydzielonych w Systematyce Gleb Polski [123] podtypów rędzin w jednostkach taksonomii międzynarodowej i rozbieżności w podawanych w literaturze polskiej nazwach [9,67,115].

Skałę macierzystą rędzin stanowią zwietrzeliny skał węglanowych (wapieni, margli, dolomitów, opok, gez i kredy piszącej) różnych formacji geologicznych oraz skał siarczanowych (gipsów). Wiek, charakter petrograficzny i właściwości tych skał decydują o przebiegu procesów glebowych, a w konsekwencji o zróżnicowaniu właściwości fizykochemicznych rędzin. Węglan wapnia znajdujący się w znacznych ilościach w podłożu wpływa w pewnym stopniu hamująco na wietrzenie chemiczne. Rędziny są glebami o intensywnej humifikacji resztek roślinnych i słabej polimeryzacji powstałych związków próchnicznych. W glebach tych tworzą się połączenia próchniczno-mineralne, decydujące o trwałej strukturze wierzchnich warstw [142].

Ewolucja rędzin w porównaniu z ewolucją gleb strefowych zachodzi bardzo powoli i w zależności od typu skały macierzystej oraz od warunków klimatycznych i topograficznych może przebiegać w różnych kierunkach: akumulacji substancji organicznej, brunatnienia w wyniku znacznego odwęglanowienia wierzchnich warstw, a nawet tworzenia się w rędzinach górskich butwiny, nakładającej się na zwietrzelinę wapienną.

Występujące w Polsce rędziny powstały głównie w holocenie. Łączna powierzchnia rędzin wynosi około 340 tys. ha [25]. Znajdują się głównie na Wyżynie Lubelskiej z Roztoczem włącznie, w Niecce Nidziańskiej, na Wyżynie Krakowsko-Częstochowskiej, w Górach Świętokrzyskich, Sudetach, Pieninach i Tatrach.

Według Systematyki Gleb Polski [123] w typie rędzin wyróżnia się następujące podtypy: rędziny inicjalne, właściwe, czarnoziemne, brunatne, rędziny próchniczne górskie i rędziny butwinowe górskie. W zależności od formacji geologicznej skały macierzystej w poszczególnych podtypach rędzin wyróżnia się rodzaje: rędziny wytworzone z utworów trzeciorzędowych[1], rędziny wytworzone z utworów kredowych, rędziny utworzone z utworów jurajskich i rędziny wytworzone z utworów triasowych, dewońskich i permskich. Poszczególne podtypy i rodzaje różnią się znacznie między sobą właściwościami fizykochemicznymi oraz wartością użytkowo-rolniczą.

Rędziny wytworzone z utworów kredowych odznaczają się dość miąższym poziomem akumulacyjnym (AC 20-50 cm), bardzo dobrym powiązaniem próchnicy z częściami mineralnymi, trwałą strukturą, dobrą przepuszczalnością i przewiewnością przy jednoczesnej dużej pojemności wodnej. Charakteryzują się na ogół pełnym wysyceniem kationami zasadowymi, znaczną zawartością próchnicy, stosunkowo małym procentowym udziałem żelaza wolnego w stosunku do całkowitej zawartości żelaza, które nie ulega przemieszczaniu w głąb profilu [142]. Zawartość węglanów w skale macierzystej waha się w szerokich granicach, przy czym węglany aktywne stanowią zazwyczaj znaczny procent zawartości węglanów (25-50%) [123]. Z utworów kredowych tworzą się najczęściej rędziny właściwe i czarnoziemne, rzadziej rędziny inicjalne i brunatne.

W odróżnieniu od rędzin kredowych – rędziny wytworzone z utworów trzeciorzędowych są na ogół silnie szkieletowe i płytkie. Charakteryzują się słabym powiązaniem materiału mineralnego z próchnicą. Skały macierzyste rędzin wytworzonych z utworów trzeciorzędowych zawierają najczęściej znaczne ilości węglanów ogółem, przekraczające często 80%, ale małe ilości węglanów aktywnych – od 5 do 20%. Powierzchniowe poziomy rędzin trzeciorzędowych zawierają przeciętnie 10-30% węglanów w częściach ziemistych i wykazują uziarnienie glin lekkich lub piasków gliniastych [123].

Właściwości fizyczne i chemiczne rędzin, których skałę macierzystą stanowią osady z danu (piętra, które należy do okresu dolnego paleogenu, ale do początków lat

---

[1]W obecnie obowiązującym Podziale Stratygraficznym nazwę Trzeciorzęd zastąpiono nazwą Paleogen, lecz w naukach gleboznawczych nie została zmienione nazewnictwo rodzajów rędzin, stąd przy ich opisie nadal zastosowano określenie rędziny wytworzone z utworów trzeciorzędowych.

60-tych XX wieku przez większość geologów zaliczane było do okresu górnej kredy) są bliższe rodzajowi rędzin wytworzonych z utworów kredowych niż trzeciorzędowych. Według Pożaryskiej [106,107] skały z górnej kredy oraz z danu odpowiadają jednemu konsekwentnemu cyklowi sedymentacyjnemu, stąd bardzo silne podobieństwo ich składu chemicznego, a tym samym zbliżone właściwości wytworzonych z nich gleb. W niniejszej pracy termin rędziny kredowe oznacza gleby wytworzone z utworów wieku kredowego oraz z osadów z danu.

2.1. Skała macierzysta badanych rędzin

Osady kredowe stanowią dominującą rolę w budowie geologicznej Wyżyny Lubelskiej. W wielu miejscach występują one na powierzchni (szczególnie w rumoszach na polach i w ścianach wcięć dolinnych), stanowiąc podłoże do wytworzenia się rędzin. Od południa osady wieku kredowego Wyżyny Lubelskiej chowają się pod utwory morskie paleogenu, a ku północy przykryte są jedynie przez początkowo dość cienkie i stopniowo grubiejące osady neogenu. Od północnego-zachodu na najmłodszych osadach wieku kredowego (z okresu górnego mastrychtu) pojawiają się litologicznie bardzo podobne osady, należące do paleogenu, do okresu dolnego paleocenu (piętra danu i montu) [15]. Skały mastrychtu i danu odpowiadają jednemu konsekwentnemu cyklowi sedymentacyjnemu i przedstawiają serię regresywną, osadzoną w cofającym się morzu górnokredowym. Skały mastrychckie tworzyły się na pograniczu strefy osadów pelagicznych i osadów terygenicznych, osady z okresu danu – na granicy szelfu kontynentalnego, w morzu dużo płytszym [106].

Wiercenia geologiczne z okolic Puław [106] i Lublina [135,136] oraz odwiert „Czubatka" wykonany na Stawskiej Górze [12] pozwoliły na poznanie bardzo silnie zróżnicowanego kompleksu skał z okresu przełomu kredy i paleocenu. W obrębie całego cyklu sedymentacyjnemu morza górnokredowego, w którym tworzyły się zarówno skały mastrychckie, jak i z okresu danu, zachodziły rytmiczne zmiany, które doprowadziły do powstania naprzemianległych warstw o większej i mniejszej wapnistości [106]. W obrębie mastrychtu są to opoka porowata i opoka zwięzła, a w obrębie danu – geza wapnista i wapień (określane jako seria siwaka). Prócz tego, w obu tych okresach, zachodziły zmiany nieperiodyczne, związane z regresją morza, które spowodowały zróżnicowanie ilastości, piaszczystości oraz zawartości glaukonitu w osadach, jak również powstanie warstw marglistych. Wyżej wymienione odmiany litologiczne wzajemnie się przewarstwiają, często brak jest wyraźnej granicy pomiędzy nimi, stopniowo przechodzą jedne w drugie.

Zmiany zachodzące w trakcie cyklu sedymentacyjnego morza górnokredowego nie wpłynęły znacząco na skład jakościowy osadu – we wszystkich typach skał (zarówno serii opoki, jak i serii siwaka) głównymi składnikami skałotwórczymi są węglany oraz krzemionka, różny jest jedynie ich udział ilościowy. Zawartość terygenicznych składników mineralnych, takich jak: kwarc, skalenie, tlenki żelaza i cyrkon, jest niewielka i w żadnej z odmian nie przekracza łącznie 10%. Jedynie gezy wyróżniają się zwiększoną zawartością kwarcu detrytycznego, a także glaukonitu, fosforanu wapnia i wodorotlenku żelaza.

Skałą macierzystą większości przedstawionych w tej pracy rędzin jest seria opoki z przewarstwieniami opoki wapnistej i margli, pochodząca z okresu mastrychtu górnego. Jedynie rędziny pochodzące ze stanowiska w Bochotnicy oraz dwa profile rędzin ze stanowiska w Stawskiej Górze wykształcone są na serii gez i wapieni (potocznie zwanej serią siwaka), która pochodzi z danu i zalega na opokach wieku górnomastrychckiego. Opoki górnomastrychckie i gezy z serii siwaka są bardzo zbliżone do siebie składem chemicznym i genezą, a wyróżnić je można głównie w oparciu o badania paleontologiczne [106,107].

Gezy i opoki określa się jako skały węglanowo-krzemionkowe, podczas gdy wapienie, margle i kredę piszącą zalicza się do skał węglanowych. Wskaźnikiem przy wydzieleniu tych dwóch szeregów litologicznych jest zachowanie się próbek w 10% roztworze wodnym HCl. Skały węglanowe rozpadają się w kwasie solnym, pozostawiając na dnie próbówki nierozpuszczalny osad złożony ze składników ziarnistych różnych frakcji. Skały węglanowo-krzemionkowe, choć reagują z kwasem solnym, to nie rozpadają się dzięki obecności rozproszonej krzemionki, która tworzy odporny szkielet. Często na kontakcie opok z marglem, wapieniem i kredą piszącą tworzy się strefa przejściowa, która pod wpływem działania na nią kwasem solnym rozpada się na większe lub mniejsze okruchy.

2.2. Rędziny Wyżyny Lubelskiej

Na obszarze Lubelszczyzny rędziny zajmują około 4% powierzchni [128]. W większości wykształciły się ze skał osadzonych w morzu górnokredowym, które charakteryzuje znaczne zróżnicowanie stratygraficzne w zależności od piętra i facji oraz od warunków tworzenia się osadów. Rędziny trzeciorzędowe występują jedynie na Roztoczu, gdzie zajmują małe powierzchnie.

W większych kompleksach spotyka się je w części wschodniej Wyżyny Lubelskiej – na terenie Pagórów Chełmskich, Padołu Zamojskiego i Pobuża, oraz w części zachodniej – w Kotlinie Chodelskiej i na Wzniesieniach Urzędowskich.

Niewielkie płaty rędzin występują na krawędziach lub w przykrawędziowej strefie Wyniosłości Giełczewskiej, Działów Grabowieckich, Grzędy Sokalskiej, Równiny Bełżyckiej oraz Roztocza. Gleby te spotyka się również w strefie zboczy sieci hydrograficznej Wyżyny Lubelskiej (Wyżnica, Bystra, Bystrzyca, Huczwa i jej dopływy). Zaleganie rędzin kredowych w poszczególnych mezoregionach jest różne i zależy przede wszystkim od rzeźby terenu. W Padole Zamojskim pokrywają głównie zbocza i częściowo wierzchowiny, na Pobużu zalegają głównie na wierzchowinach garbów. W Pagórach Chełmskich – w części zachodniej rędziny zajmują zwykle najbardziej strome zbocza, w części wschodniej spotykane są na wszystkich elementach rzeźby. W innych mezoregionach np. na Wyniosłości Giełczewskiej, dość częstym zjawiskiem jest występowanie rędzin na stromych stokach – ich powstanie związane jest z erozją płytkich gleb lessowatych zalegających na wapieniach [26].

Rędziny na Wyżynie Lubelskiej reprezentują różne jednostki typologiczne. Obszary występowania miękkich margli oraz kredy piszącej pokrywają rędziny czarnoziemne. Na opokach i odporniejszych na wietrzenie marglach występują rędziny właściwe. Ponadto spotyka się dość często rędziny brunatne oraz rędziny inicjalne (w miejscach nasilonej erozji). Rędziny kredowe często zawierają w wierzchniej warstwie domieszki materiału obcego genetycznie (lodowcowego, deluwialnego, eolicznego), dlatego wprowadza się określenie rędziny mieszanej w odróżnieniu od rędziny czystej, tj. bez domieszek. Większość rędzin występujących na terenie Lubelszczyzny to rędziny mieszane. Jedynie na stromych zboczach, gdzie wskutek erozji wodnej i eolicznej nastąpiło całkowite odsłonięcie skał węglanowych wykształciły się rędziny czyste [128].

Przydatność rolnicza rędzin kredowych jest bardzo różna, zależy przede wszystkim od rzeźby terenu, skały macierzystej oraz od zawartości i składu frakcjonalnego próchnicy, od zawartości części ilastych i piasku oraz od ilości węglanów aktywnych. Są to gleby najczęściej II, III i IV klasy, z przewagą III klasy gruntów ornych [26].

3. CHARAKTERYSTYKA MURAW KSEROTERMICZNYCH PORASTAJĄCYCH RĘDZINY KREDOWE

Rędziny typowe w terenach równinnych wytworzone ze skał o dużej zawartości węglanów stanowią siedliska roślinności kserotermicznej [123].

W Polsce murawami kserotermicznymi nazywa się zbiorowiska, w których dominują gatunki z klasy *Festuco-Brometea* Br.-Bl. et R.Tx. 1943. Nie są to typowe zespoły stepowe charakterystyczne dla obszarów o klimacie kontynentalnym (o niskich opadach i ujemnym bilansie wodnym), lecz niewielkie fragmenty roślinności stepowej, które pod względem fizjonomii przypominają step, jednak obok gatunków stepowych występują tu licznie gatunki łąkowe, leśne czy okrajkowe (łąkowo-leśne). Pod względem florystycznogenetycznym fitocenozy te nawiązują do stepów Prowincji Pontyjsko-Pannońskiej Obszaru Euro-zachodniosyberyjskiego i charakteryzuje je kontynentalno-przyśródziemnomorski typ zasięgu [88]. W Polsce zbiorowiska z klasy *Festuco-Brometea* Br.-Bl. et R.Tx. 1943 (czyli zbiorowiska ciepłolubnych muraw o charakterze stepowym) reprezentowane są przez jeden rząd *Festucetalia valesiacae* Br.-Bl. et R.Tx. 1943.

Nie wszystkie zaliczane do klasy *Festuco-Brometea* zbiorowiska mają jednakową genezę oraz wartość historyczną. Obok reliktowych zespołów stepowych, które utrzymują się na swych siedliskach od bardzo dawna, występują również wtórne (półnaturalne) murawy powstałe na siedliskach ciepłolubnych zarośli i lasów (po usunięciu drzew i krzewów przez człowieka) i utrzymujące się w dużej mierze dzięki koszeniu, wypasowi lub wypalaniu roślinności drzewiastej. „I jedne i drugie mają jednak wiele wspólnych rysów florystycznych i ekologicznych, co usprawiedliwia łączenie ich w obrębie jednej klasy" [91].

Dla obecnych warunków klimatycznych naszego kraju zbiorowiskami klimaksowymi, są różnorodne zespoły leśne. Stepy stanowiły dominującą formę roślinności w Polsce na przełomie plejstocenu i holocenu (9-10 tysięcy lat temu). Przybyły na nasze ziemie z nie objętych zlodowaceniami terenów ostojowych, położonych na południe, południowy-wschód i na południowy-zachód od Polski, gdzie mogła przetrwać *in situ* stara, być może paleogeńska flora stepowa i naskalna. Wędrówki odbywały się trzema głównymi szlakami: 1) szlakiem podolskim z Besarabii i Podola przez Wyżynę Lubelską i Małopolską, a stąd dalej na północ po dolną Wisłę; 2) szlakiem morawskim z Niziny Węgierskiej przez Morawy i Bramę Morawską i dalej ku północy wzdłuż dolin Wisły i Warty; 3) szlakiem brandenbursko-pomorskim z Turyngii przez dorzecze środkowej Łaby nad dolną Odrę i dolną Wisłę oraz na Dolny Śląsk [91]. Pochodzenie flory zadecydowało o wyraźnych różnicach geograficzno-florystycznych pomiędzy murawami kserotermicznymi w poszczególnych częściach

Polski, przejawiających się obecnością swoistych gatunków i zespołów roślinnych. Większość gatunków kserotermicznych występujących na Lubelszczyźnie przywędrowała szlakiem podolskim [42].

Najwięcej zbiorowisk z klasy *Festuco-Brometea* zachowało się w południowej części Polski (głównie na Wyżynie Małopolskiej i Lubelskiej, w okolicach Przemyśla oraz na Śląsku), a także w dolinach Wisły, Odry i niektórych dopływów tych rzek. W innych krainach zespoły te są znacznie rzadsze i mają przeważnie charakter wtórnych zbiorowisk antropogenicznych; w górach spotykane są tylko w najniższych położeniach i najcieplejszych regionach [91].

Wyżyna Lubelska charakteryzuje się licznym występowaniem roślinności kserotermicznej. Pierwsze prace dotyczące występowania niektórych rzadkich gatunków stepowych na Wyżynie Lubelskiej pochodzą z końca XIX wieku [69,85]. Zbiorowiska roślinności kserotermicznej tego regionu po raz pierwszy opisał Sławiński [117], lecz największe zasługi w poznaniu i opracowaniu fitosocjologicznym tego typu fitocenoz wniósł Dominik Fijałkowski i Krystyn Izdebski [37-50,61-63]. Problematyką tą zajmował się również wielu innych autorów, w sumie ukazało się kilkadziesiąt prac poświęconych zbiorowiskom kserotermicznym Lubelszczyzny [72,77,124]. Dane dotyczące zachowania zbiorowisk stepowych można znaleźć również w kilku niepublikowanych opracowaniach, m.in. w wykonywanych na zlecenie Urzędów Wojewódzkich Planach Ochrony [53-55, 132].

3.1. Wymagania siedliskowe

Siedliskami zespołów klasy *Festuco-Brometea* są najczęściej suche słoneczne zbocza wzgórz, dolin rzecznych i wąwozów o wystawie południowej, rzadziej wschodniej lub zachodniej, z płytkimi lub nawet skalistymi glebami zasobnymi w węglan wapnia. Duże nasłonecznienie oraz trudności w zaopatrywaniu się roślin w wodę (zwłaszcza w okresie suszy letniej) eliminują gatunki mezofilne i sprzyjają rozwojowi kserofitów, sprawnie ograniczających transpirację w okresie deficytu wodnego [91].

Obecnie w Polsce, jak również i w innych krajach Europy Środkowej, zbiorowiska kserotermiczne zachowały się jedynie w postaci zubożałych w gatunki, niewielkich wysepek porośniętych murawą. Ich stanowiska znajdują się w sąsiedztwie dużych dolin rzecznych (które stanowiły drogi migracji tej roślinności w holocenie), w miejscach trudno dostępnych dla działalności człowieka, gdzie lokalne warunki mikroklimatyczne i edaficzne uniemożliwiły wkroczenie klimaksowych zbiorowisk leśnych. Wiele zbiorowisk kserotermicznych wykazuje duży dynamizm w razie korzystnego układu warunków ekologicznych – jeśli w ich sąsiedztwie znajdują się

odłogi lub nie zakrzewione i nie zalesione nieużytki, gatunki kserotermiczne zasiedlają je tworząc mniej lub bardziej zwarte murawy.

W zależności od warunków ekologicznych, a przede wszystkim glebowych, roślinność z klasy *Festuco-Brometea* różnicuje się na kilka związków, a w ich obrębie szereg zespołów. Związek *Cirsio-Brachypodion pinnati* obejmuje asocjacje występujące na rędzinach, pararędzinach i glebach typu czarnoziemu, szczególnie usytuowanych na suchych słonecznych stokach i w miejscach połogich. W jego skład wchodzą zwarte murawy kserotermiczne z przewagą traw tworzących darnie oraz z licznym udziałem bylin dwuliściennych. Fizjonomicznie, a także pod względem florystyczno-genetycznym murawy te nawiązują do tzw. stepów północnych lub stepów łąkowych strefy lasostepu w południowo-wschodniej Europie [88].

Dla płytkich lub średnio głębokich rędzin z dużą zawartością węglanu wapnia najbardziej typowy jest zespół omanu wąskolistnego (*Inuletum ensifoliae* Kozł.1925), który tworzy dość niskie kwieciste murawy. Rędziny z mniejszą ilością szkieletu i z bardziej rozwiniętym poziomem próchnicznym są porośnięte przez stosunkowo wysokie, zwarte murawy z przewagą traw oraz z licznym udziałem bylin dwuliściennych [91].

3.2. Sukcesja zbiorowisk kserotermicznych

Wszystkie zbiorowiska roślinne podlegają powszechnemu w przyrodzie prawu przemian: powstają, osiągają pełnię rozwoju i przemijają, tj. giną lub też przekształcają się w inne. Proces ten nazywamy sukcesją zbiorowisk roślinnych. Naturalna sukcesja zmierza z reguły w pewnym określonym kierunku – zwykle od zbiorowisk mniej do bardziej zwartych, od jedno- do wielowarstwowych, od niżej zorganizowanych, o słabej więzi wewnętrznej między składnikami, do wyżej zorganizowanych o więzi silniejszej. Sukcesje w kierunku odwrotnym tzw. regresyjne, są wywołane przeważnie przez działalność człowieka [104].

Na siedliskach skrajnych pod względem ekologicznym (jakimi są np. strome, silnie nasłonecznione zbocza kredowe) rozwijają się tylko te gatunki, które są przystosowane do życia w danych warunkach – tworząc zespoły pionierskie, które stanowią pierwszy etap rozwoju, długich nieraz szeregów sukcesyjnych. Charakterystyczną cechą tych szeregów jest to, że każde stadium przyczynia się do przekształcenia siebie samego, współdziała bowiem w przemianie siedliska w takim kierunku, który jest niekorzystny dla niego, a korzystny dla następującego po nim stadium sukcesji [104]. Końcowy etap to wykształcenie się zbiorowiska względnie trwałego, nazywanego przez ekologów zbiorowiskiem klimaksowym. Czas trwania poszczególnych członów sukcesyjnych bywa bardzo różny – zmiany mogą

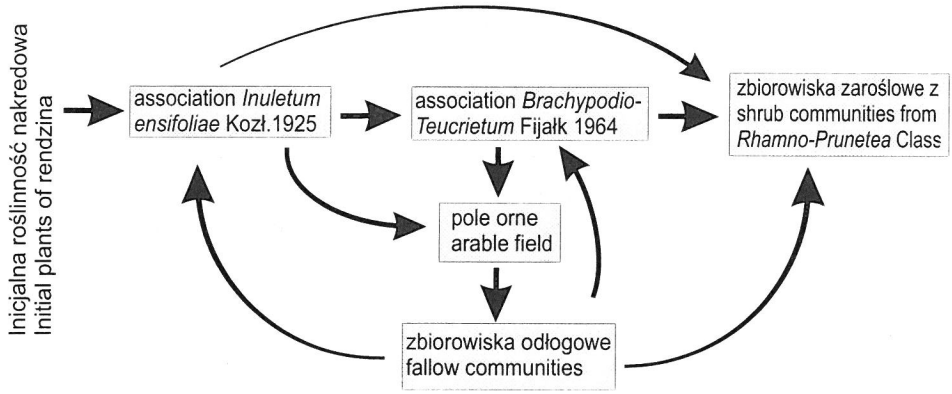
następować z roku na rok, lub trwać dziesiątki, a nawet setki lat. O długotrwałym utrzymywaniu się zespołów nieklimaksowych decydują przede wszystkim lokalne uwarunkowania siedliskowe (np. podłoże, rzeźba terenu, stosunki wodne, mikroklimat), hamujące dalszą sukcesję roślinności.

Na obszarze Polski zbiorowiska kserotermiczne mają charakter ekstrazonalny, nieklimaksowy i wykazują na ogół tendencję do przechodzenia w wyniku naturalnej sukcesji w ciepłolubne zespoły zaroślowe, a w dalszym etapie w zespoły leśne. Proces ten zachodzi o wiele szybciej na wtórnych murawach niż w obrębie reliktowych zespołów stepowych, gdzie wkraczanie zarośli zachodzi bardzo powoli i brak jest często sukcesji prowadzącej do zbiorowisk drzewiastych. Metody badań sukcesji stosowane przez botaników, polegają na permanentnym śledzeniu zmian roślinności na stałych powierzchniach [34,35,94], natomiast brak jest równoległych szczegółowych badań właściwości chemicznych i fizycznych gleby, które obok procesów populacyjnych w dużym stopniu odpowiadają za niestabilność zbiorowisk.

Roślinność kserotermiczna, która zasiedla strome zbocza zbudowane z utworów kredowych, tworzy ściśle określony szereg sukcesyjny. Oman wąskolistny (*Inula ensifolia)* jako jeden z pierwszych osiedla się na stromych zboczach wzgórz o wystawie południowej lub południowo-zachodniej (silnie nagrzewających się w lecie) i pokrytych rumoszem skał weglanowych – tworząc początkowo mało zwarty, jednogatunkowy zespół *Inuletum ensifoliae*. Wzbogacenie gleby o szczątki organiczne umożliwia wkraczanie innych gatunków (szczególnie traw), rozpoczyna się współzawodnictwo o zasoby pokarmowe oraz przestrzeń i następuje przekształcanie się zespołu *Inuletum ensifoliae* w inne zbiorowiska murawowe – opisywane jako facje lub odrębne zespoły, tworzące kolejne stadia sukcesji roślinności kserotermicznej na rędzinach kredowych. Następuje zmiana fizjonomii zbiorowiska – murawa staje się bardziej zwarta, wyższa, zwiększa się udział traw kosztem roślin dwuliściennych, zachodzą zmiany w ilościowości i pokryciu gatunków, pojawiają się niskie zarośla. Oman wąskolistny ze względu na cechy biologiczne, dobrze rozwinięty system korzeniowy oraz dużą odporność na trudne warunki siedliskowe i konkurencję innych roślin, często przez dłuższy czas utrzymuje się jako komponent kolejnych fitocenoz (ze zmiennym udziałem w każdej z nich) [120]. Kolejnym etapem sukcesji jest zarastanie murawy krzewami – zacienienie powoduje wycofywanie się gatunków z klasy *Festuco-Brometea*, a pojawianie się gatunków charakterystycznych dla zbiorowisk okrajkowych i leśnych. Tworzą się zbiorowiska ciepłolubnych zarośli z klasy *Rhamno-Prunetea*.

Na niektórych siedliskach zespół *Inuletum ensifoliae* rozprzestrzenił się wtórnie dzięki człowiekowi – w miejscach wykarczowanych lasów i zarośli lub na opuszczonych polach. Takie murawy utrzymują się następnie dzięki ich wypasaniu, wykaszaniu lub wypalaniu suchych traw i młodych krzewów. Jeśli te czynności ustają – przekształcają się bardzo szybko w zarośla.

Schemat przebiegu sukcesji roślinności kserotermicznej typowy dla rędzin kredowych położonych w obrębie zboczy, który został opracowany w oparciu o publikacje różnych autorów [41,47,54,72,77,105], przedstawia rysunek 1.



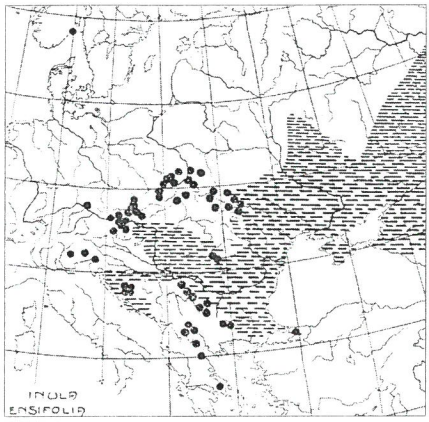
Rys. 1. Schemat przebiegu sukcesji roślinności kserotermicznej porastającej rędziny kredowe
Fig. 1. Scheme of the course of succession of xerothermal phytocenoses overgrowing the cretaceous rendzinas

3.3. Występowanie zespołu omanu wąskolistnego (*Inuletum ensifoliae* Kozł. 1925) w Polsce i na Wyżynie Lubelskiej

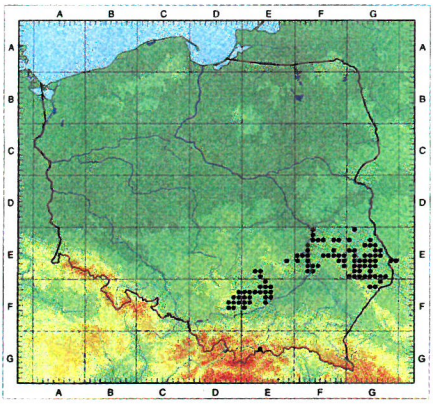
Inula ensifolia L. (oman wąskolistny) spotykany jest w zbiorowiskach murawowych i zaroślowych występujących na rędzinach. Jego rozmieszczenie jest ograniczone do południowej i południowo-wschodniej Europy (rys. 2): środkowa i południowa Rosja, Węgry, Austria, północne Włochy, północna część Półwyspu Bałkańskiego, północny Krym, Kaukaz, Podole [139].

W Polsce stanowiska tego gatunku opisywane są z Wyżyny Małopolskiej i Lubelskiej (rys. 3). Północną granicę zasięgu wyznaczają skrajne stanowiska: Biała Góra koło Miechowa, Skowronno koło Pińczowa, Podgrodzie koło Ćmielowa, okolice Kazimierza Dolnego, Stawska Góra koło Chełma, Białopole koło Hrubieszowa, Mizocz na południe od Równego i Browaryk koło Kijowa. W górach występuje on bardzo rzadko (Pieniny) [139].

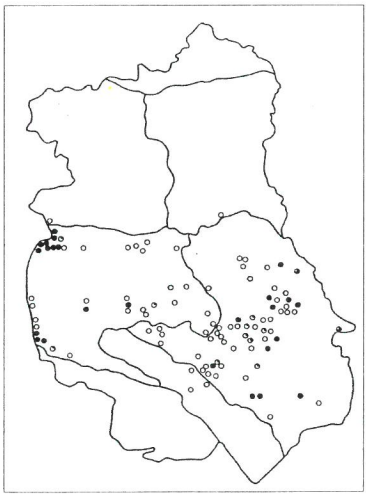
Inula ensifolia L. (oman wąskolistny) to gatunek charakterystyczny dla zespołu *Inuletum ensifoliae* Kozł. 1925. Rozmieszczenie płatów tego zespołu na Wyżynie Lubelskiej można znaleźć w pracy Fijałkowskiego i Izdebskiego [47] oraz Fijałkowskiego [42,45].



Rys. 2. Występowanie omanu wąskolistnego *Inula ensifolia* L. [77]
Fig. 2. Distribution of *Inula ensifolia* L. [77]



Rys. 3. Występowanie omanu wąskolistnego Inula ensifolia L. w Polsce [138]
Fig. 3. Distribution of *Inula ensifolia* L. in Poland [138]



Rys. 4. Występowanie omanu wąskolistnego *Inula ensifolia* L. na Lubelszczyźnie [45]
Fig. 4. Distribution of *Inula ensifolia* L. in Lublin Region [45]

4. METODYKA BADAŃ

Do przeprowadzenia badań wybrano 4 stanowiska, kierując się następującymi kryteriami:

- w obrębie każdego stanowiska występuje asocjacja *Inuletum ensifoliae* oraz jej kolejne etapy sukcesji – zespół *Brachypodio-Teucrietum* i fitocenozy zaroślowe z klasy *Rhamno-Prunetea*;
- wszystkie badane zbiorowiska wykształciły się na rędzinach;
- podłożem rędzin są skały węglanowe (opoki, margle lub gezy), których powstanie wiąże się z cyklem sedymentacyjnym morza górnokredowego;
- stanowiska rozmieszczone są w różnych mezoregionach Wyżyny Lubelskiej.

Badania terenowe polegały na wykonaniu na wytypowanych stanowiskach w ściśle określonych zbiorowiskach roślinnych, odkrywek glebowych, z których po dokładnym opisaniu ich morfologii, pobrano próby glebowe do badań laboratoryjnych. Scharakteryzowano usytuowanie każdego profilu pod kątem rzeźby terenu, warunków topoklimatycznych oraz wykonano zdjęcie fitosocjologiczne występującej tam roślinności.

Do opisania zróżnicowanie topoklimatu w obrębie punktów badawczych posłużono się wartościami średniego rocznego nasłonecznienia względnego, które zostały obliczone z zależności nachylenia i ekspozycji zboczy, w oparciu o tablice opracowane przez Strużkę [122]. W niniejszej pracy wyróżniono i opisano cztery typy topoklimatu, wzorując się na podziale na klasy nasłonecznienia względnego opracowanym przez Michalika [92]:

Typ 1 – o promieniowaniu zbliżonym do otrzymywanego przez powierzchnię poziomą – obejmuje siedliska, gdzie średnie roczne wartości nasłonecznienia względnego wynoszą 96-105%, występuje na zboczach N i NW o nachyleniu ponad 5° i na wierzchowinie;

Typ 2 – o nieznacznie zwiększonym dopływie promieniowania – średnie roczne nasłonecznienie względne przyjmuje wartości 105,1-115%, obejmuje zbocza o ekspozycji WNW, W do SW i nachyleniu poniżej 15° oraz zbocza S o spadku 5-9°;

Typ 3 – o zwiększonym dopływie promieniowania – średnie roczne nasłonecznienie względne przyjmuje wartości 115,1-125%, należą tu zbocza o wystawie S do SW i o nachyleniu 15-20°;

Typ 4 – o bardzo silnym nasłonecznieniu – nasłonecznienie względne przyjmuje wartości 125,1-135%, ten typ topoklimatu jest charakterystyczny dla zboczy o wystawie S do SW i o nachyleniu ponad 20°.

4.1. Metodyka badań fitosocjologicznych

Badania terenowe fitocenoz kserotermicznych przeprowadzone zostały w roku 2003 (stanowisko Kąty) i 2004. Wykonano 19 zdjęć fitosocjologicznych. W obrębie każdego stanowiska opisano płat zespołu *Inuletum ensifoliae,* zespołu *Brachypodio-Teucrietum* i zbiorowiska zaroślowego z klasy *Rhamno-Prunetea*, a w rezerwacie Stawska Góra oraz na stanowisku w Kątach również płaty zbiorowisk odłogowych (Załączniki). W obrębie każdego płatu przeprowadzono szczegółowe badania usytuowanego centralnie profilu glebowego. Na stanowisku w Podzamczu w jednym zespole roślinnym (zdjęcie nr 12) wykonano dwie odkrywki glebowe, różnie położone w obrębie zbocza (w centralnej oraz w dolnej jego części). Również na stanowisku w Kątach jedno zdjęcie fitosocjologiczne (nr 18) obejmuje dwie odkrywki glebowe (17, 18); zdecydowano się na to, chcąc prześledzić właściwości gleby pod zbiorowiskiem odłogowym, w obrębie którego zaobserwowano przestrzenne zróżnicowanie pokrycia poszczególnych gatunków, co pozwala przypuszczać, że dalsza sukcesja w poszczególnych częściach badanego płatu będzie zachodzić w dwóch kierunkach.

Zdjęcia fitosocjologiczne opracowano zgodnie z założeniami metody Braun-Blanqueta [8]. Stopnie pokrycia gatunków roślin przedstawiono w skali 5-stopniowej z dodatkowym oznakowaniem gatunków jako „+", czyli rzadkie. Nazewnictwo roślin wyższych przyjęto według Mirka i in. [99]. Systematykę i strukturę syntaksonomiczną podano według Matuszkiewicza [88], z uwzględnieniem dwóch dodatkowych zespołów wyróżnionych przez Fijałkowskiego [41].

Na podstawie wykonanych zdjęć fitosocjologicznych dokonano analizy florystycznej i opisano fizjonomię, strukturę oraz scharakteryzowano pod względem fitosocjologicznym i ekologicznym wyróżnione typy i zespoły roślinne.

4.2. Metodyka badań glebowych

Badaniami objęto 23 profile glebowe. Opisano budowę profili i z wyróżnionych poziomów genetycznych pobrano próby do analiz laboratoryjnych.

Skład granulometryczny wykonano metodą areometryczną Bouyoucosa-Casagrande w modyfikacji Prószyńskiego (z odmyciem na sitach frakcji piasku), używając jako peptyzatora roztworu Calgonu (w ilości 50 cm^3) [27]. Zrezygnowano z odwęglanowienia prób, gdyż działanie to w przypadku badanych gleb, spowodowałoby analizowanie substratu stanowiącego często jedynie 1/3 całej masy gleby.

W obrębie poszczególnych poziomów genetycznych wykonano następujące analizy [82]:

- pH w H_2O i 1 M KCl potencjometrycznie;
- zawartość węglanów burzących w przeliczeniu na $CaCO_3$ oznaczono metodą Scheiblera;
- aktywny węglan wapnia metodą Drouineau, rozpuszczając węglany w 0,1 M szczawianie amonu i miareczkując przesącz 0,02 M nadmanganianem potasu [29];
- węgiel organiczny metodą Tiurina;
- azot ogółem metodą Kjeldahla;
- przyswajalne formy P_2O_5 i K_2O metodą Egnera-Riehma w mleczanie wapnia, uwzględniając poprawki stosowane przy użyciu tej metody do gleb węglanowych,
- właściwości sorpcyjne: kwasowość hydrolityczną metodą Kappena w 0,5 M octanie wapnia; kationy wymienne o charakterze zasadowym w wyciągu 0,5 M chlorku amonu o pH 8,2 przy użyciu atomowej spektrometrii adbsorpcyjnej [73].

Specjalistyczne badania właściwości wodnych (na próbach o nienaruszonej strukturze glebowej) zostały przeprowadzone w Instytucie Agrofizyki PAN w Lublinie.

Gęstość gleb obliczono jako stosunek masy gleby pobranej z zachowaniem struktury i wysuszonej w 105°C, do jej objętości. Krzywe retencji wodnej, przedstawiające zależność potencjał wody glebowej-wilgotność (statyczne charakterystyki wodne), wyznaczono w procesie osuszania przy użyciu zestawu laboratoryjnego LAB 012 firmy SoilMoisture Equipment Corporation, Santa Barbara, California, USA [59] dla 8 wartości potencjałów wody glebowej w zakresie 98,1-1 471 500 $J \cdot m^{-3}$, odpowiadających pF: 0; 1; 1,85; 2,2; 2,5; 3; 3,7; 4,2.

Ilość wody użytecznej dla roślin (W_U) wyliczono jako różnicę między zawartością wody przy pF 2,2 (przyjmowanym za równoważny polowej pojemności wodnej) i pF 4,2 (przyjmowanym za punkt trwałego więdnięcia roślin). Przy opisie form wody glebowej o różnym stopniu jej dostępności dla roślin przyjęto następujące graniczne wartości pF:

pF 0-1,85 – woda grawitacyjna szybko przesiąkająca tylko w minimalnym stopniu pobierana przez rośliny;

pF 1,85-2,2 – woda wolna grawitacyjna powoli przesiąkająca, pobierana przez rośliny w ciągu 3-4 dni po opadach atmosferycznych (W_{GU});

pF 2,2-3 – woda kapilarna łatwo dostępna dla roślin (W_{LD});

pF 3-3,7 – woda kapilarna trudno dostępna dla roślin (przyjmuje się, że przy potencjale 3,7 następuje całkowite zahamowanie wzrostu i rozwoju roślin) (W_{TD});

pF 3,7-4,2 – woda molekularna bardzo trudno dostępna dla roślin z powodu silnego przylegania do fazy stałej gleby, jednakże część z niej może być wykorzystana przez rośliny, umożliwiając im przetrwanie okresu posuchy (W_M).

Jako graniczne wartości średnic porów przyjęto 18,5 μm (pF 2,2) pomiędzy porami dużymi i średnimi oraz 0,2 μm (pF 4,2) pomiędzy porami średnimi i małymi [56,129,142].

Wartości współczynnika przewodnictwa wodnego w strefie nasyconej gleb (przepuszczalność wodną gleby) wyznaczono przy użyciu aparatu do pomiaru przepuszczalności wodnej firmy Ejkelkamp, Agrisearch Equipment, Holland [58]. Współczynnik przewodnictwa wodnego w strefie nienasyconej wykonano metodą profili chwilowych, która opiera się na pomiarze wilgotności i potencjału wody glebowej w wybranych warstwach próbki glebowej przy użyciu laboratoryjnego zestawu TDR w procesie osuszania [87,118,130]. Niestety nie udało się scharakteryzować właściwości hydrofizycznych wszystkich objętych badaniami profili – ich pomiary wymagają specjalistycznej aparatury, są długotrwałe i bardzo pracochłonne.

4.3. Zestawienia wyników

Podstawowym celem badań było prześledzenie zmian właściwości rędzin kredowych wraz z sukcesją roślinności kserotermicznej – zależności te przedstawiono graficznie i opisano w podrozdziale 6.3. Do analiz i wnioskowań wykorzystano wyniki badań glebowych z poziomów próchnicznych wykonanych profili glebowych. Jako poziom próchniczny przyjęto całą warstwę gleby, leżącą ponad wyraźnie się wydzielającą (wyglądem, właściwościami fizycznymi i chemicznymi) warstwą skały macierzystej (ewentualnie poziomem brunatnienia), a więc łącznie poziom powierzchniowy (A) i przejściowy (A-AC lub A-ABbr). Zdecydowano się na to ze względu na nieznaczną miąższość profili glebowych, które są bardzo silnie przerośnięte korzeniami – a więc cały tak rozumiany poziom próchniczny jest źródłem substancji odżywczych występującej tu roślinności i decyduje o charakterze pojawiającego się zbiorowiska. Ponadto części ziemiste w obu tych poziomach, charakteryzują się podobnym składem granulometrycznym, dobrze wykształconą trwałą strukturę glebową oraz dużą zawartością węgla organicznego,

a kryterium rozróżniającym poziom A od poziomu przejściowego (ACca lub ABbr) jest przede wszystkim zawartość szkieletu, który nie uczestniczy bezpośrednio w odżywianiu się roślin. Podkreślić należy także fakt, że większość badanych profili usytuowana jest na stromych zboczach, gdzie są narażone na erozję powierzchniowych warstw gleby oraz mieszanie poziomów glebowych w obrębie profilu. Dlatego też, w przypadku rędzin zajętych przez naturalną roślinność kserotermiczną, szczególnie tych położonych na stokach, opisując zależności gleba-roślina wydaje się bardziej słuszne – szersze (tak jak to opisano powyżej) rozumienie pojęcia poziomu próchnicznego. Jedynie analiza zmienności właściwości hydrofizycznych została przeprowadzona w oparciu o wyniki badań powierzchniowych poziomów rędzin – badania te wykonuje się bowiem w próbach o nienaruszonej strukturze glebowej i różnice w zawartości szkieletu mają bardzo silny wpływ na statyczne i dynamiczne charakterystyki wodne.

Zmienność poszczególnych właściwości poziomów próchnicznych rędzin (czyli wartości będących średnią arytmetyczną wyników badań otrzymanych z poziomów A i A-ACca lub A-ABbr) wraz z sukcesją roślinności kserotermicznej zilustrowano przy pomocy trzech wykresów (pierwszy pokazuje zmiany w obrębie poszczególnych stanowisk; kolejny przedstawia zróżnicowanie właściwości badanych profili glebowych w obrębie wyróżnionych typów roślinności; ostatni obrazuje zmienność właściwości badanych rędzin wraz z sukcesją, w oparciu o uśrednione wyniki analiz wszystkich profili reprezentujących poszczególne fitocenozy) oraz scharakteryzowano ją w sposób opisowy. W przypadku wykresów dotyczących kompleksu sorpcyjnego badanych rędzin (rys. 26-28) przedstawiono graficznie zróżnicowanie procentowego udziału wybranych kationów wymiennych (H^+, Mg^{2+}, K^+), które charakteryzują się największą zmiennością. Zrezygnowano z przedstawienia udziału w kompleksie sorpcyjnym kationu Ca^{2+}, gdyż jest on bardzo podobny we wszystkich badanych profilach, a zróżnicowanie jego zawartości jest niemal identyczne z wykresem pojemności sorpcyjnej. Nie zilustrowano także zmienności kationu Na^+, który występuje w bardzo małych ilościach. Zróżnicowanie tych kationów można prześledzić w tabelach 3, 8, 13 i 17.

5. ROZMIESZCZENIE STANOWISK BADAWCZYCH

Według fizycznogeograficznego podziału Polski Kondrackiego [75] trzy z badanych stanowisk należą do podprowincji Wyżyna Lubelska, prowincja Wyżyna Małopolska – która jest częścią struktur Europy Zachodniej; natomiast rezerwat Stawska Góra, leżący w obrębie mezoregionu Pagóry Chełmskie, zaklasyfikowany został do prowincji Nizina Zachodniorosyjska – jednostki, która stanowi fragment struktur Europy Wschodniej. W Podziale Fizjograficznym Lubelszczyzny opracowanym przez Chałubińską i Wilgata [14] wszystkie wymienione stanowiska należą do regionu Wyżyna Lubelska, leżącego w Pasie Wyżyn (rys. 5). Według tych autorów Pagóry Chełmskie (pomimo swojego przejściowego charakteru) poprzez hipsometrię, wysokości względne oraz morfogenezę ściślej nawiązują do Pasa Wyżyn niż do Pasa Niżu Wschodnioeuropejskiego. Pogląd ten jest podzielany przez większość badaczy środowiska przyrodniczego regionu lubelskiego. Badane stanowiska w obu tych podziałach są jednakowo sklasyfikowane w obrębie jednostek niższego rzędu (mezoregiony, regiony III rzędu): rezerwat Stawska Góra położony jest w obrębie Pagórów Chełmskich, rezerwat Podzamcze – na Wyniosłości Giełczewskiej, murawa w Bochotnicy – na Płaskowyżu Nałęczowskim, a murawa w Kątach koło Zamościa – w Padole Zamojskim.

Rys. 5. Rozmieszczenie stanowisk badawczych na tle Podziału Fizjograficznego Lubelszczyzny [14]
I – Rezerwat Stawska Góra koło Chełma, II – Bochotnica koło Kazimierza Dolnego, III – Podzamcze koło Bychawy, IV – Kąty koło Zamościa
Fig. 5. Location of the investigated sites. Physiographic classification of the Lublin Region according to Chałubińska and Wilgat [14]. I – Stawska Góra Nature Reserve, II – Bochotnica near Kazimierz Dolny, III – Podzamcze Nature Reserve near Bychawa, IV – Kąty near Zamość

Według Regionalizacji Geobotanicznej Polski [124] wszystkie stanowiska badawcze należą do Prowincji Środkowoeuropejskiej Niżowo-Wyżynnej, a w jej obrębie do Działu Bałtyckiego i Poddziału Pasa Wyżyn Środkowych. Rezerwat Stawska Góra, rezerwat Podzamcze oraz Bochotnica zaklasyfikowane zostały przez tych autorów do Krainy Wyżyna Lubelska, natomiast okolice Kąt koło Zamościa – do Krainy Roztocze. W Podziale Geobotanicznym Lubelszczyzny opracowanym przez Fijałkowskiego [44] wszystkie badane obiekty należą do Krainy Wyżyna Lubelska, lecz w obrębie tej jednostki, ze względu na różnice w morfologii terenu oraz szacie roślinnej, wydzielone zostały dwa okręgi: Subwołyński (Chełmsko-Zamojski) i Lubelski (rys. 6). Rezerwat Stawska Góra oraz murawa kserotermiczna niedaleko Kąt należy do pierwszego z tych okręgów (który wyróżnia się między innymi bogactwem gatunków stepowych pochodzenia pontyjskiego), zaś dwa pozostałe stanowiska badawcze – do Okręgu Lubelskiego (przeważają tutaj gatunki kserotermiczne pannońskie).

W większości podziałów klimatycznych Polski obszar Wyżyny Lubelskiej jest dzielony na dwa regiony, jednak granice wydzielanych jednostek są prowadzone

Rys. 6. Rozmieszczenie stanowisk badawczych na tle Podziału Geobotanicznego Lubelszczyzny [44]. Granice okręgów wyróżnionych w obrębie Wyżyny Lubelskiej zaznaczone są linią pogrubioną. I – Rezerwat Stawska Góra koło Chełma, II – Bochotnica koło Kazimierza Dolnego, III – Podzamcze koło Bychawy, IV – Kąty koło Zamościa

Fig. 6. Location of the investigated sites. Geobotanical Classification of the Lublin Region according to Fijałkowski [44]. Bold lines – district boarders distinguished within the Lublin Upland. I – Stawska Góra Nature Reserve, II – Bochotnica near Kazimierz Dolny, III – Podzamcze Nature Reserve near Bychawa, IV – Kąty near Zamość

w różny sposób [70]. Według szczegółowego podziału Lubelszczyzny na dziedziny klimatyczne [143] trzy z badanych stanowisk należą do dziedziny klimatycznej Lubelsko-Chełmskiej, natomiast Bochotnica leży w obrębie dziedziny klimatycznej Opolsko-Puławskiej. Dziedzina Lubelsko-Chełmska wyróżnia się najwyższymi na Lubelszczyźnie wartościami usłonecznienia względnego w okresie letnim, najkorzystniejsze warunki występują w powiecie zamojskim. O wydzieleniu dziedziny Opolsko-Puławskiej zadecydowały najmniejsze na Lubelszczyźnie amplitudy rocznej temperatury powietrza, najdłuższy okres trwania lata i najdłuższy okres wegetacyjny oraz wysokie średnie roczne wartości temperatury powietrza.

6. WYNIKI BADAŃ

6.1. Charakterystyka stanowisk badawczych, zmiany właściwości rędzin w obrębie poszczególnych stanowisk

6.1.1. Rezerwat Stawska Góra

Rezerwat Stawska Góra położony jest w obrębie gminy Chełm w województwie lubelskim, w odległości 8,5 km na NW od Chełma i niecałe 1,5 km na N od wsi Staw. Jest najstarszym rezerwatem Wyżyny Lubelskiej. Utworzony został na podstawie Zarządzenia Ministra Leśnictwa i Przemysłu Drzewnego z dnia 27 listopada 1956 roku na powierzchni 2,6 ha. Przedmiotem ochrony są rzadkie w Polsce zbiorowiska kserotermiczne z dużym udziałem gatunków stepowych, a przede wszystkim występujący tu licznie dziewięćsił popłocholistny (*Carlina onopordifolia* Besser 1832). W 1985 roku granice poszerzono o 1,4 ha przylegającego do rezerwatu kilkuletniego ugoru.

Rzeźba terenu: Rezerwat Stawska Góra położony jest w obrębie Pagórów Chełmskich [14,75]. Głównymi elementami rzeźby Pagórów Chełmskich są różnej wielkości kopulaste wzgórza ostańcowe (których rozmieszczenie jest uwarunkowane występowaniem bardziej odpornych na wietrzenie skał – opok i gez) oraz obniżenia o charakterze kotlin z licznymi formami krasowymi (powstałe w strefach występowania skał mniej odpornych – głównie margli i kredy piszącej).

Rezerwat zajmuje szczytową część śródpolnego wzniesienia o nazwie Góra Czubatka (224,8 m n.p.m., 23 m wysokości względnej), które jest zachodnią, niższą, ale wyraźnie się wyodrębniającą częścią Łysej Góry (240,2 m n.p.m.). Wschodnie i północno-wschodnie zbocza wzniesienia mają niewielkie nachylenie (około 5°), natomiast pozostałe są dość spadziste (do 20°). Wierzchowina jest prawie płaska z licznymi lejami po wybuchach pocisków artyleryjskich (do 1,5 m

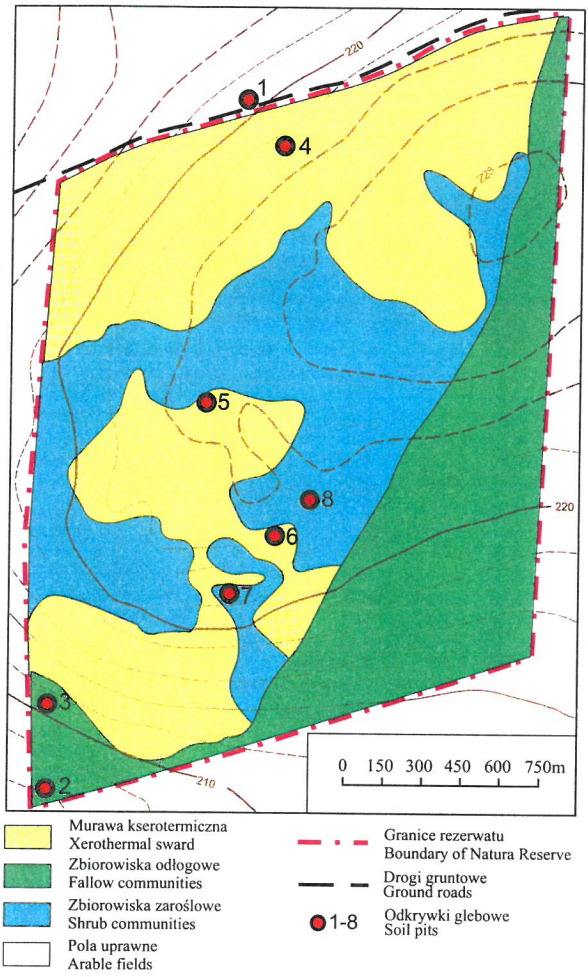
głębokości), powstałymi w okresie II wojny światowej. W południowej i wschodniej części rezerwatu dają się zauważyć prostoliniowe, prostopadłe do spadku, uskoki – będące śladami po dawnych, silnie podoranych granicach rezerwatu.

Budowa geologiczna: Głównym elementem budowy geologicznej Pagórów Chełmskich są skały wieku górnokredowego (dochodzące nawet do 500 m miąższości), które są silnie zróżnicowane pod względem litologicznym. W roku 1983 na Stawskiej Górze przeprowadzone zostało wiercenie geologiczne, sięgające do głębokości 33,5 m [12]. W obrębie wykonanego profilu wydzielono trzy serie litologiczne, rozdzielone poziomami twardego dna. Najniższą część (głębokość 33,5-26,3 m) budują margle i wapienie margliste. Środkową serię (26,15-12,6 m) stanowią skały węglanowo-ilaste typu margli i kredy piszącej – można je zaobserwować na powierzchni przy południowej i wschodniej granicy rezerwatu. Obie te serie pochodzą z okresu górnego mastrychtu. Część stropową budują skały krzemionkowo-węglanowe, wykształcone w postaci szarokremowych gez i opok, wśród których występują przewarstwienia twardych wapieni – jest to seria tzw. siwaka, której wiek określa się jako dan (dolny paleocen). Skały te, z których zbudowana jest szczytowa część Góry Czubatki, są bardzo odporne na procesy wietrzenia.

Usytuowanie profili glebowych: W granicach rezerwatu Stawska Góra wykonano siedem odkrywek glebowych i opisano za pomocą zdjęć fitosocjologicznych zbiorowiska w obrębie których są one usytuowane (rys. 7, Załącznik – tab. I). Dodatkowo przeprowadzono badania profilu glebowego położonego na przylegającym do rezerwatu polu uprawnym. Zróżnicowanie skały macierzystej z której zbudowane są badane profile glebowe przedstawia tabela 1.

Warunki klimatyczne: W pobliżu rezerwatu Stawska Góra położona jest stacja klimatyczna w Chełmie – charakterystyka klimatu opiera się na danych z tej stacji za okres 1951-1990 [71]. Średnie roczne wartości dla Chełma wynoszą: temperatura 7,3°C, opady atmosferyczne 540 mm. Okres wegetacyjny trwa średnio 214 dni. Średnie wartości temperatury i opadów atmosferycznych dla ciepłego okresu roku (IV-X) to 13,3°C i 375 mm.

Na rozmieszczenie roślinności kserotermicznej zdecydowanie większe znaczenie od regionalnego zróżnicowania klimatu mają warunki mikroklimatyczne, które uzależnione są przede wszystkim od rzeźby terenu. W oparciu o roczne wartości nasłonecznienia względnego obliczone z zależności od nachylenia i ekspozycji zboczy [92] w obrębie rezerwatu Stawska Góra wyróżniono trzy typy topoklimatów:



Rys. 7. Rozmieszczenie profili glebowych na stanowisku Stawska Góra
Fig. 7. Location of the investigated soil pits in the Stawska Góra site

Typ 1 – o promieniowaniu zbliżonym do otrzymywanego przez powierzchnię poziomą – występuje na płaskiej wierzchowinie, obejmuje siedliska zajęte przez zbiorowiska zaroślowe;

Typ 2 – o nieznacznie zwiększonym dopływie promieniowania – zajmuje przeważającą część obszaru rezerwatu z wyjątkiem stromych, południowych stoków, w jego obrębie spotyka się różne typy zbiorowisk;

Typ 3 – o zwiększonym dopływie promieniowania – należy tu zbocze o wystawie południowej i południowo-zachodniej o nachyleniu 15-20°, w większości występuje tu roślinność murawowa.

Większość profili objętych badaniami należy do typu topoklimatu o nieznacznie zwiększonym dopływie promieniowania (tab. 1).

Tabela 1. Zróżnicowanie litologiczne oraz topoklimatyczne poszczególnych profili ze Stawskiej Góry
Table 1. Topoclimatic and parent rock diversification of the soil profiles distinguished in the Stawska Góra site

Nr profilu Profile No.	Zbiorowisko roślinne Plant community	Skała macierzysta Parent rock	Ekspozycja Exposure	Nachylenie Inclination of slope	% nasłonecznienia of insolation (równina/plain = 100%) [122]	Typ topoklimatu Type of topoclimate
1	Pole Arable field	Margle (mastrycht) Marl (Maastrichtian)	WNW	15°	105,2	2
2	Zbiorowisko odłogowe *Arrhenatherum elatius* Fallow community with *Arrhenatherum elatius*	Margle (mastrycht) Marl (Maastrichtian)	SW	5°	106,7	2
3	Zbiorowisko odłogowe *Picris hieracioides* Fallow community with *Picris hieracioides*	Opoka marglista (mastrycht) Marly siliceous chalk (Maastrichtian)	SW	20°	121,7	3
4	Ass. *Brachypodio-Teucrietum*	Opoka (dan) Siliceous chalk (Danian)	WNW	15°	105,2	2
5	Ass. *Brachypodio-Teucrietum* facja z zaroślami Stage with shrub	Opoki i gezy (dan) Siliceous chalk and calcareous gaize (Danian)	SW	2°	102,8	1
6	*Inuletum ensifoliae*	Opoka (dan) Siliceous chalk (Danian)	S	5°	107,5	2
7	*Prunetum fruticosae*	Opoka (dan) Siliceous chalk (Danian)	SW	7°	108,6	2
8	Zbiorowisko zaroślowe Shrub community with *Cornus sanguinea*	Opoka marglista (dan) Marly siliceous chalk (Danian)	S	2°	104,1	1

Stosunki wodne: Rezerwat Stawska Góra położony jest w dorzeczu rzeki Uherki, która jest lewobrzeżnym dopływem Bugu. Teren rezerwatu znajduje się wyłącznie pod wpływem wód opadowych. Wody gruntowe ze względu na dużą przepuszczalność spękanych skał wapiennych występują dość głęboko (poniżej 10 m p.p.t.).

Szata roślinna: Zainteresowanie przyrodników omawianym obiektem rozpoczęło się w roku 1880, kiedy odkryto tu gromadne występowanie dziewięćsiłu popłocholistnego [69,85]. Powierzchnia murawy kserotermicznej wynosiła wtedy około 10 ha. W czasie drugiej wojny światowej był tutaj poligon artylerii niemieckiej, a całe prawie wzgórze zostało zryte wybuchami pocisków. Po wojnie duża powierzchnia murawy została zaorana, jedynie najbardziej zdeformowaną przez leje część wierzchowinową użytkowano jako pastwisko. W 1956 roku utworzono tutaj ścisły rezerwat przyrody o powierzchni 2,5 ha, który w 1985 roku został powiększony o 1,5 ha kilkuletniego ugoru. Roślinność stepowa stopniowo rozszerzała swój zasięg na przyłączone do rezerwatu powierzchnie, podczas gdy w starszej części rezerwatu obserwowano zarastanie murawy zaroślami. Najbardziej ekspansywnymi gatunkami były: jałowiec, tarnina, dereń i szakłak. W latach 1988 i 1992 przeprowadzono akcje wycinania krzewów. W efekcie tych działań zaobserwowano jedynie niewielkie zwiększenie liczebności typowych gatunków stepowych – dziewięćsiłu popłocholistnego i wisienki stepowej. Zabiegi wycinania krzewów opóźniły jedynie proces sukcesji, lecz nie doprowadziły do jego cofnięcia.

Jednym z powodów wyboru Stawskiej Góry jako obiektu badań są pewne podstawy do wysunięcia hipotezy, że zachowała się tutaj pierwotna (reliktowa) roślinność stepowa. Wskazują na to: obecność pewnych gatunków roślin pontyjskich, bardzo powoli zachodząca sukcesja murawy w kierunku zbiorowisk zaroślowych i brak tendencji do dalszego przekształcania ich w zbiorowiska leśne, występowanie bardzo rzadkich kserotermofilnych gatunków owadów (szczególnie motyli) i innych zwierząt bezkręgowych oraz brak śladów orki w profilach glebowych w centralnej części rezerwatu [54].

Charakterystyka fitosocjologiczna: Pierwsze szczegółowe opracowanie występujących tutaj rzadkich gatunków roślin oraz charakterystykę fitosocjologiczną murawy kserotermicznej podał Izdebski [61]. W latach 1994-95 przeprowadzone zostały szczegółowe badania geobotaniczne i faunistyczne rezerwatu [54]. Roślinność Stawskiej Góry charakteryzuje bogactwo południowo-wschodniego elementu geograficznego (roślinność pontyjska, subpontyjska i śródziemnomorska). Występują tu 3 gatunki zagrożone wyginięciem na terenie Polski: dziewięćsił popłocholistny (*Carlina onopordifolia*), wisienka stepowa (*Cerasus fruticosa*)

i starzec cienisty (*Senecio integrifolius*); oraz duża liczba gatunków uważanych za rzadkie i objęte ochroną całkowitą lub częściową: miłek wiosenny (*Adonis vernalis*), zawilec wielkokwiatowy (*Anemone sylvestris*), orlik pospolity (*Aquilegia vulgaris*), dziewięćsił bezłodygowy (*Carlina acaulis*), goryczka krzyżowa (*Gentiana cruciata*), pierwiosnka lekarska (*Primula officinalis*), kruszyna pospolita (*Frangula alnus*) i kalina koralowa (*Viburnum opulus*) [54].

Na obszarze rezerwatu można odnaleźć wszystkie stadia sukcesji murawy kserotermicznej [54,68]:

I – zbiorowiska odłogowe – zajmują one około 25% powierzchni. Grądziel [54] wyróżnił tutaj dziewięć zbiorowisk – od pojawiającego się jako pierwsze po zaniechaniu uprawy zbiorowiska perzu (*Elymus repens*), poprzez zbiorowisko *Arrhenatherum elatius* z dużym udziałem gatunków segetalnych i łąkowych (zlokalizowano tu profil nr 2), po murawowe zbiorowisko *Picris hieracioides* ze dużą ilością gatunków kserotermicznych z klasy *Festuco-Brometea* (profil nr 3).

II – właściwa murawa kserotermiczna (40% powierzchni). Zespół *Brachypodio-Teucrietum* (profil nr 4 i 5) jest najważniejszym zbiorowiskiem roślinnym na Stawskiej Górze, zarówno ze względu na zajmowaną powierzchnię oraz z uwagi na jego wartość przyrodniczą. Grupuje większość osobliwych i charakterystycznych dla rezerwatu gatunków roślin (m.in. dziewięćsiłu popłocholistnego). Asocjacja ta wykształciła się z przekształcenia zespołu omanu wąskolistnego (*Inuletum ensifoliae)*, a częściowo również wtórnie przez powolne osiedlanie się roślinności stepowej na przyłączonym do rezerwatu odłogu. W rezerwacie Stawska Góra zespół *Inuletum ensifoliae* zachował się jedynie w postaci płatu o powierzchni około 1 m^2, który usytuowany jest w lekko nachylonej, południowo-zachodniej części spłaszczenia wierzchowinowego (profil nr 6).

III – zbiorowiska zaroślowe (35% powierzchni). Występuje tu zespół wisienki stepowej *Prunetum fruticosae* (profil nr 7) oraz inne wielogatunkowe zbiorowiska zaroślowe z klasy *Rhamno-Prunetea* (m.in. zarośla z dominującym dereniem świdwą – profil nr 8). Zajmują one głównie wierzchowinę oraz tereny wzdłuż zachodniej granicy rezerwatu.

Analiza zdjęć fitosocjologicznych wykonanych w rezerwacie Stawska Góra (Załączniki – tab. I) wykazała, że największym bogactwem gatunkowym charakteryzuje się zespół *Brachypodio-Teucrietum*. Największy procentowy udział taksonów z klasy *Festuco-Brometea* (typowo kserotermicznych) zaobserwowano w reliktowym płacie *Inuletum ensifoliae* (tab. 2).

Tabela 2. Liczba gatunków z różnych klas fitosocjologicznych oraz ich procentowy udział w opisanych zbiorowiskach roślinnych na stanowisku Stawska Góra
Table 2. Quantity of species belonging to different phytosociological classes and their percentage share in the described plant communities of the Stawska Góra site

Klasa zbiorowiska Class of community	Zbiorowiska odłogowe Fallow communities		Ass. *Inuletum ensifoliae*		Ass. *Brachypodio-Teucrietum*		Zbiorowiska zaroślowe Shrub communities	
	Liczba gat. No. of species	%	Liczba gat. No. of species	%	Liczba gat. No. of species	%	Liczba gat. No. of species	%
Cl. *Festuco-Brometea*	16	33	9	50	19	37	14	32
Cl. *Rhamno-Prunetea*	0	0	2	11	5	10	5	11
Cl. *Trifolio-Geranietea sanguinei*	6	12,5	2	11	8	16	9	20
Cl. *Molinio-Arrhenatheretea*	6	12,5	1	6	8	16	3	7
Towarzyszące – Accompanying	20	42	4	22	11	21	13	30
Ogółem Total	48		18		51		44	

Gleby: Na całej powierzchni rezerwatu oraz w jego sąsiedztwie występują rędziny węglanowe wykształcone ze skał okresu górnej kredy i dolnego paleocenu. Ze względu na zróżnicowanie litologii podłoża skalnego oraz form rzeźby, wykształciły się tutaj różne typy rędzin.

Według Mapy Glebowo-Rolniczej, 1:5 000, Arkusz 2(2) Staw, na terenie rezerwatu występują rędziny właściwe i słabo wykształcone, a na otaczających polach – rędziny czarnoziemne i brunatne, głównie o charakterze mieszanym. Rędziny czyste spotkać można jedynie na stromych zboczach wzniesień. Większość rędzin charakteryzuje się ciężkim składem granulometrycznym.

Badania terenowe wykazały, że wierzchowinę oraz zbocza, które zbudowane są ze skał węglanowo-krzemionkowych, zajmują rędziny brunatne (reprezentują je odkrywki glebowe nr 4 i 6) lub rędziny właściwe (nr 5, 7 i 8). Na zboczach z marglem w podłożu wykształciły się rędziny właściwe (profil nr 3), zaś u podnóża występują rędziny czarnoziemne namyte (nr 2) lub gleby deluwialne. Na polu uprawnym

w obrębie stoku – gdzie usytuowana jest odkrywka nr 1 – znajdują się rędziny bardzo silnie erodowane. Badane rędziny mają charakter rędzin czystych, jedynie u podnóża (profil nr 2) można zaobserwować większy udział piasku.

W profilach wykonanych w płatach murawy kserotermicznej (*Inuletum ensifoliae* i *Brachypodio-Teucrietum*) zaznaczają się wyraźne poziomy brunatnienia, podczas gdy nie ma ich pod zbiorowiskami zaroślowymi. Wiąże się to prawdopodobnie z różnicami w litologii podłoża (poziomy te wytworzyły się w rędzinach zbudowanych ze skał dolnopaleoceńskich) oraz brakiem ingerencji człowieka w glebę. Poziom brunatnienia zaobserwowano również na odłogu u podnóża wzniesienia (profil nr 2) i jest przykryty zmytymi z wyższych partii zbocza deluwiami. Miąższość gleby ściśle nawiązuje do rzeźby terenu. Rędziny położone u podnóża i na wierzchowinie charakteryzują się większą miąższością solum niż położone na zboczu. Zdjęcia profili nr 4 i 8 wraz ze szczegółowym ich opisem zamieszczono w Załącznikach.

Procentowy udział części szkieletowych badanych gleb jest zróżnicowany i wzrasta wraz z głębokością (tab. 3a). Górne poziomy rędzin uprawnych oraz zajętych przez zbiorowiska odłogowe charakteryzują się niską zawartością szkieletu. W starszej części rezerwatu (na której obecnie występują zbiorowiska murawowe i zaroślowe) udział szkieletu od powierzchni wynosi ponad 20% – w obrębie zboczy jest to efekt procesów erozji, na wierzchowinie – wymieszania poziomów w wyniku wojennych bombardowań. Warstwy skały macierzystej charakteryzują się stosunkowo wyrównaną ilością części szkieletowych (48-65%, jedynie na erodowanym polu sięgają 70%).

W częściach ziemistych dominuje frakcja części spławialnych z dużym udziałem cząstek koloidalnych oraz frakcja pyłu (tab. 3, rys. 14). Uziarnienie rędzin zajętych przez zbiorowiska polne i odłogowe ma charakter glin ciężkich i iłów, natomiast w starszej części rezerwatu wyraźnie zwiększa się udział frakcji pyłowej, występują tu gliny ciężkie pylaste i iły pylaste. Prawdopodobnie jest to związane z występowaniem wieloletniej darni, która zapobiega erozji eolicznej i wodnej. Podobną zależność w uziarnieniu rędzin zaobserwowali Kimsa i Sokołowska [72] w obrębie rezerwatu kserotermicznego w Rogowie koło Hrubieszowa. Poziomy próchniczne rędzin zajętych przez zbiorowiska murawowe mają strukturę foremnowielościenną trwałą, pod zbiorowiskami zaroślowymi wykształca się struktura foremnowielościenna średniotrwała (wiąże się to ze zwiększoną zawartością frakcji pyłu).

W rezerwacie Stawska Góra zaobserwowano duże powierzchniowe zróżnicowanie zawartości węglanu wapnia (tab. 4, rys. 17), co jest spowodowane różnicami w litologii podłoża i w sposobie użytkowania, usytuowaniem w różnych formach rzeźby terenu, zróżnicowaniem podtypów rędzin (wykształceniem się poziomów brunatnienia), jak również wymieszaniem poziomów glebowych wskutek bombardowań, jakie miały miejsce podczas II wojny światowej. Rędziny brunatne porośnięte murawę kserotermiczną (profil 4 i 6) wyróżniają się najniższymi wartościami $CaCO_3$. Najbardziej zasobne w węglan wapnia gleby występują na wierzchowinie pod zbiorowiskami zaroślowymi oraz na erodowanym polu. Węglany aktywne stanowią około 25-35% zawartości węglanów w poziomach powierzchniowych, w zwietrzelinie skały macierzystej ich udział spada do 20-28%. Poziomy brunatnienia charakteryzują się najniższymi wartościami węglanów burzących, lecz w ich obrębie zaobserwowano najwyższy procentowy udział węglanów aktywnych (nawet powyżej 50%).

Odczyn gleb Stawskiej Góry jest obojętny lub słabo alkaliczny i stosunkowo mało zróżnicowany zarówno pionowo w profilach, jak i powierzchniowo (pH w KCl waha się od 6,8 do 7,2; max w poziomie Cca – 7,4). Odczyn gleby wiąże się z zawartością węglanu wapnia w glebie – stąd analogicznie najniższe wartości przyjmuje pod murawami kserotermicznymi, najwyższe pod roślinnością zaroślową oraz na erodowanym polu.

Zawartość węgla organicznego w poziomach akumulacyjnych omawianych profili wyraźnie rośnie wraz z długością okresu występowania naturalnej roślinności (tab. 4, rys. 20). W części rezerwatu najdłużej objętej ochroną ilość jego jest największa (max 5,1% w glebie pod zespołem *Inuletum ensifoliae*, który ma charakter reliktowy), pod zbiorowiskami odłogowymi waha się w granicach 2-3%, najmniej występuje go w glebie uprawnej (0,9-1,2%). Zawartość azotu w poziomach próchnicznych badanych profili również zwiększa się wraz ze stopniem zaawansowania sukcesji. Stosunek węgla do azotu w powierzchniowych poziomach waha się od 12 do 18. Ilość węgla organicznego, azotu oraz stosunek C:N stopniowo maleją w głąb profili.

Gleby uprawne oraz rędziny zajęte przez zbiorowiska odłogowe charakteryzują się największą zasobnością w przyswajalny fosfor i potas – jest to efekt nawożenia (tab. 4, rys. 23). W glebach pod roślinnością murawową zaobserwowano niską zawartość przyswajalnego fosforu (4-7 mg P_2O_5 w 100 g gleby), która zwiększa się w miarę wzrostu udziału zarośli w danym zbiorowisku (do około 11 mg w 100 g). Zawartość przyswajalnego K_2O w powierzchniowych poziomach profili

Tabela 3a. Skład granulometryczny badanych gleb ze stanowiska Stawska Góra
Table 3a. Granulometric composition of the soils investigated in the Stawska Góra site

Typ zbiorowiska Type of community	Zbiorowisko roślinne Plant community	Nr profilu Profile No.	Poziom Horizon	Głębokość Depth (cm)	Szkielet Skeleton >1 mm	Uziarnienie Grain size distribution (mm)			
						1-0,1	0,1-0,02	<0,02	<0,002
						(%)			
Pole Arable field	Pole silnie erodowane Strongly eroded field	1	**Aca(p)**	5-15	30	5	14	81	49
			Cca	28-35	70	4	12	84	49
Zbiorowiska odłogowe Fallow communities	Com. *Agropyron repens*	2	**A1ca**	7-15	7	17	24	59	38
			A2ca	20-28	6	18	20	62	40
			B1brca	30-35	1	27	23	50	32
			B2br	48-55	0	17	21	62	48
			Cca	68-78	65	10	18	72	43
	Com. *Picris hieracioides*	3	**A1ca**	5-13	8	8	22	70	46
			A2ca	15-25	7	8	22	70	49
			C1ca	35-45	60	11	21	68	43
Murawa kserotermiczna Xerothermal sward	Ass. *Brachypodio-Teucrietum*	4	**A**	4-10	25	12	27	61	39
			ABbr	15-25	25	12	27	61	42
			BbrCca	30-38	40	10	27	63	42
	Ass. *Brachypodio-Teucrietum* facja z zaroślami Stage with shrub	5	**Aca**	5-12	18	9	28	63	27
			ACca	15-30	29	12	25	63	30
			CBbrca	35-40	46	17	26	57	28
			C2ca	50-65	56	15	26	59	29
	Ass. *Inuletum ensifoliae*	6	**A**	3-10	10	11	31	58	37
			ABbr	20-28	14	15	29	56	37
			Bbr	30-42	25	13	26	61	43
			BbrCca	45-50	55	5	28	67	56
Zarośla Shrub	Ass. *Prunetum fruticosae*	7	**Aca**	5-14	20	7	35	58	28
			Cca	20-30	65	8	35	57	29
	Com. *Cornus sanguinea*	8	**Aca**	5-13	25	8	30	62	29
			ACca	18-30	55	8	34	58	29
			Cca	40-45	60	15	27	58	25

Tabela 3b. Właściwości sorpcyjne badanych gleb ze stanowiska Stawska Góra
Table 3b. Sorptive properties of the soils investigated in the Stawska Góra site

Typ zbiorowiska Type of community	Zbiorowisko roślinne Plant communities	Nr profilu Profile No.	Poziom Horizon	Właściwości sorpcyjne Sorptive properties							
				H_h	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^{+}	K^{+}	S	T	V
				(cmol(+)kg^{-1})							(%)
Pole Arable field	Pole silnie erodowane Strongly eroded field	1	**Aca(p)**	0,67	30,33	0,41	0,11	0,90	31,75	32,42	97,9
			Cca	0,56	30,86	0,30	0,22	0,37	31,75	32,31	98,3
Zbiorowiska odłogowe Fallow communities	Com. *Agropyron repens*	2	**A1ca**	0,71	34,45	0,43	0,06	0,59	35,53	36,24	98,0
			A2ca	0,64	35,80	0,31	0,10	0,80	37,01	37,65	98,3
			B1brca	0,60	32,57	0,25	0,08	0,42	33,32	33,92	98,2
			B2br	0,67	39,10	0,25	0,14	0,60	40,09	40,76	98,4
			Cca	0,52	35,59	0,18	0,19	0,34	36,30	36,82	98,6
	Com. *Picris hieracioides*	3	**A1ca**	0,82	39,07	0,86	0,07	1,59	41,59	42,41	98,1
			A2ca	0,67	41,78	0,31	0,08	0,59	42,76	43,43	98,5
			C1ca	0,60	34,84	0,22	0,14	0,41	35,61	36,21	98,3
Murawa ksero-termiczna Xerothermal sward	Ass. *Brachypodio-Teucrietum*	4	**A**	0,94	35,02	2,44	0,10	1,30	38,86	39,80	97,6
			ABbr	0,90	31,66	0,90	0,17	0,64	33,37	34,27	97,4
			BbrCca	0,67	34,11	0,61	0,19	0,44	35,35	36,02	98,1
	Ass. *Brachypodio-Teucrietum* facja z zaroślami Stage with shrub	5	**Aca**	0,99	35,14	1,25	0,10	1,42	37,91	38,90	97,4
			ACca	0,75	35,61	0,62	0,17	0,44	36,84	37,59	98,0
			CBbrca	0,67	35,60	0,54	0,18	0,40	36,72	37,39	98,2
			C2ca	0,67	35,05	0,34	0,19	0,29	35,87	36,54	98,2
	Ass. *Inuletum ensifoliae*	6	**A**	1,05	33,66	1,07	0,10	1,48	36,31	37,36	97,2
			ABbr	0,75	35,83	0,50	0,16	0,40	36,89	37,64	98,0
			Bbr	0,75	36,13	0,41	0,17	0,49	37,20	37,95	98,0
			BbrCca	0,75	33,91	0,41	0,19	0,49	35,00	35,75	97,9
Zarośla Shrub	Ass. *Prunetum fruticosae*	7	**Aca**	0,97	35,86	0,82	0,13	1,45	38,26	39,23	97,5
			Cca	0,60	36,51	0,47	0,18	0,05	37,21	37,81	98,4
	Com. *Cornus sanguinea*	8	**Aca**	0,94	34,31	1,12	0,14	1,50	37,07	38,01	97,5
			ACca	0,71	34,37	0,72	0,20	0,59	35,88	36,59	98,1
			Cca	0,56	30,49	0,36	0,16	0,25	31,26	31,82	98,2

Tabela 4. Wybrane właściwości chemiczne badanych gleb ze stanowiska Stawska Góra
Table 4. Selected chemical properties of the soils investigated in the Stawska Góra site

Typ zbiorowiska Type of community	Zbiorowisko roślinne Plant community	Nr profilu Profile No.	Poziom Horizon	Głębokość Depth (cm)	pH		$CaCO_3$ (Wb)	$CaCO_3$ active (Wa)	Wa:Wb ·100%	C-org	N	C:N	P_2O_5	K_2O
					H_2O	KCl			(%)				(mg·(100 g)$^{-1}$)	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Pole Arable field	Pole silnie erodowane Strongly eroded field	1	**Aca(p)**	5-15	7,84	7,07	43,23	11,60	26,83	0,89	0,05	17,80	11,63	25,12
			Cca	28-35	8,04	7,13	50,72	11,73	23,12	0,56	0,04	14,00	10,67	11,52
Zbiorowiska odłogowe Fallow comunities	Com. *Agropyron repens*	2	**A1ca**	7-15	7,73	7,03	17,74	6,21	35,01	1,90	0,13	14,62	21,12	67,95
			A2ca	20-28	7,83	7,07	17,28	6,19	35,82	1,33	0,13	10,23	17,04	24,71
			B1brca	30-35	8,00	7,02	2,73	1,41	51,65	0,76	0,08	9,50	5,44	16,36
			B2br	48-55	8,03	6,86	0,68	n.o	n.o.	0,44	0,08	5,50	1,96	22,37
			Cca	68-78	8,17	7,23	45,71	11,84	25,46	0,51	0,03	17,00	6,88	8,01
	Com. *Picris hieracioides*	3	**A1ca**	5-13	7,66	7,02	28,51	9,42	33,04	3,20	0,24	13,33	22,24	69,97
			A2ca	15-25	7,63	6,99	29,13	9,58	32,89	1,36	0,12	11,33	14,92	21,14
			C1ca	35-45	7,91	7,11	48,21	11,93	24,75	0,93	0,08	11,63	9,64	17,82
Murawa kserotermiczna Xerothermal sward	Ass. *Brachypodio-Teucrietum*	4	**A**	4-10	7,33	6,82	1,47	0,52	35,37	3,10	0,25	12,40	4,64	42,27
			ABbr	15-25	7,36	6,83	2,60	0,97	37,31	1,91	0,16	11,94	5,08	20,52
			BbrCca	30-38	7,71	6,97	29,13	8,12	27,87	1,11	0,11	10,09	11,76	11,57

Tabela 4. cd.
Table 4. Cont.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Murawa kseroter-miczna Xerothermal sward	Ass. *Brachypodio-Teucrietum* facja z zaroślami Stage with shrub	5	**Aca**	5-12	7,17	6,84	29,00			4,15	0,36	11,53	11,08	33,90
			ACca	15-30	7,25	6,93	29,90			1,40	0,16	8,75	9,52	12,70
			CBbrca	35-40	7,53	7,00	14,10			0,86	0,10	8,60	8,92	9,91
			C2ca	50-65	7,63	7,07	33,70			0,76	0,09	8,44	11,28	9,50
	Ass. *Inuletum ensifoliae*	6	**A**	3-10	7,12	6,77	0,65			5,09	0,35	14,54	7,44	52,51
			ABbr	20-28	7,53	6,87	2,37	1,12	47,26	1,36	0,10	13,60	3,80	14,07
			Bbr	30-42	7,55	6,81	2,68	1,17	43,66	0,99	0,09	11,00	3,32	15,02
			BbrCca	45-50	7,70	6,70	3,14	1,19	37,90	0,77	0,09	8,56	2,56	20,59
Zarośla Shrub	Ass. *Prunetum fruticosae*	7	**Aca**	5-14	7,29	7,05	39,19	9,24	23,57	4,81	0,28	17,18	11,12	47,14
			Cca	20-30	7,83	7,18	48,63	10,26	21,10	0,92	0,06	15,33	8,60	9,05
	Com. *Cornus sanguinea*	8	**Aca**	5-13	7,38	7,02	31,02	8,19	26,40	4,75	0,32	14,84	10,16	46,57
			ACca	18-30	7,62	7,08	41,29	9,63	23,32	1,17	0,08	14,63	9,44	16,35
			Cca	40-45	8,15	7,36	57,99	11,61	20,02	0,48	0,03	16,00	12,88	4,25

ze Stawskiej Góry jest bardzo wysoka [według Oceny zawartości P_2O_5 i K_2O oznaczonej metodą Egnera-Riehma, obowiązującej od 1986 roku w laboratoriach Stacji Chemiczno-Rolniczych Polski] – wynosi od 25 do 69 mg w 100 g gleby i również wzrasta wraz ze stopniem zaawansowania sukcesji. W głąb profilu zawartość przyswajalnego fosforu nieznacznie maleje, podczas gdy zasobność w przyswajany potas zmniejsza się bardzo gwałtownie.

Wartości pojemności sorpcyjnej powierzchniowych warstw gleby we wszystkich profilach porośniętych roślinnością kserotermiczną są wyrównane, wyższe od występujących na odłogach i polach (tab. 3b, rys. 26). Kompleks sorpcyjny badanych rędzin jest w przeważającym stopniu wysycony zasadami, z czego 84-97% stanowią kationy wapnia. Procentowy udział Ca^{2+} w kompleksie sorpcyjnym jest wyraźnie niższy w poziomach próchnicznych rędzin usytuowanych w najstarszej części rezerwatu. Omawiane gleby są raczej ubogie w magnez, a stosunkowo zasobne w potas (który jest drugim z kolei kationem w kompleksie sorpcyjnym). Zaobserwowano, że wraz z sukcesją roślinności kserotermicznej zwiększa się kwasowość hydrolityczna oraz procentowy udział kationów sodu w kompleksie sorpcyjnym górnych poziomów badanych rędzin.

Gęstość powierzchniowych poziomów badanych gleb wyraźnie maleje wraz z sukcesją roślinności kserotermicznej (tab. 5, rys. 30). Najwyższe wartości występują w poziomach brunatnienia.

W rezerwacie Stawska Góra, pomimo zróżnicowania litologicznego podłoża, uziarnienia oraz zawartości substancji organicznej, charakter przebiegu krzywych retencji wodnej poziomów akumulacyjnych we wszystkich badanych profilach jest podobny (rys. 8A). W zakresie potencjałów pF 0-1,85 (obejmujących wodę grawitacyjną szybko przesiąkającą) zawartość wody gwałtownie zmniejsza się. Zaobserwowano, że najbardziej gwałtowny spadek wilgotności w tym zakresie potencjałów występuje w rędzinach porośniętych zaroślami i zajętych przez murawy kserotermiczne o charakterze pierwotnym – co pozwala na wysunięcie wniosku, że długoletni brak ingerencji człowieka w glebę powoduje zwiększenie ilości makroporów pochodzenia organicznego i z tym związany wzrost całkowitej pojemności wodnej rędzin.

Krzywa retencji w zakresie potencjałów pF 1,85-3 (przedstawiająca zasoby wody grawitacyjnej powoli przesiąkającej oraz wody łatwo dostępnej dla roślin) charakteryzuje się łagodnym spadkiem i niewielkimi różnicami pomiędzy badanymi profilami. Najwyższą pojemnością wodną w tym zakresie wyróżniają się rędziny porośnięte przez zbiorowiska murawowe (profil nr 3, 4, 6). W zakresie potencjałów

pF 3-4,2 (zasoby wody trudno dostępnej) zaznacza się wyraźne zmniejszenie wilgotności o około 10% $cm^3 \cdot cm^{-3}$. Wartości retencji wodnej przy pF 4,2 (w punkcie trwałego więdnięcia) jest bardzo wysoka – dla rędzin porośniętych murawą kserotermiczną wynosi 36% $cm^3 \cdot cm^{-3}$, a w miejscach występowania innych typów roślinności – 32-33%.

Całkowita pojemność wodna (która jest równoznaczna z porowatością ogólną) w poziomach powierzchniowych rędzin ze stanowiska Stawska Góra wynosi od prawie 72% $cm^3 \cdot cm^{-3}$ (w fitocenozie zaroślowej i w zespole *Inuletum ensifoliae*) do 54% (w zespole odłogowym *Arrhenatherum elatius*) (tab. 5). W głąb profili glebowych jej wartość maleje, najniższa jest w poziomach brunatnienia. Poziomy brunatnienia wyróżniają się także nieco innym przebiegiem krzywej retencji – tutaj w zakresie potencjałów wody glebowej pF 0-3,2 występują jedynie minimalne spadki wilgotności, na co ma wpływ przede wszystkim wzrost zawartości części spławialnych, głównie iłu koloidalnego.

Generalnie ilość wody (w % $cm^3 \cdot cm^{-3}$) wiązana małymi siłami wykazuje spadek w głąb profilu, natomiast wiązana dużymi siłami (przez co jest trudno dostępna dla roślin) rośnie wraz ze głębokością. W rędzinie zajętej przez zespół *Inuletum ensifoliae* we wszystkich zakresach potencjałów (pF 0-4,2) obserwuje się spadek wilgotności wraz z głębokością.

W składzie porów glebowych mikropory (o średnicy <0,2 μm) przeważają nad makroporami (o średnicy >18,5 μm) i mezoporami (18,5-0,2 μm) (rys. 8C). Ilość mikroporów w jednostce objętości wszystkich analizowanych prób jest zbliżona (32-36%). Zawartość makroporów w poziomach powierzchniowych (odpowiadających pojemności powietrznej) waha się od 10% $cm^3 \cdot cm^{-3}$ w rędzinie odłogowanej, do 26% w rędzinie zajętej przez zarośla. Zaobserwowano wyraźny wzrost ilości makroporów wraz ze stopniem zaawansowania sukcesji roślinności kserotermicznej, a spadek w głąb profilu.

Retencja wody użytecznej dla roślin jest najwyższa w rędzinach zajętych przez zespół *Inuletum ensifoliae*. Zadecydowała o tym prawdopodobnie duża ilość mezoporów oraz bardzo wysoka zawartość próchnicy (rys. 30). Z poszczególnych kategorii dostępności wody, największe zasoby wody łatwo dostępnej dla roślin występują również w rędzinie zajętej przez tę asocjację (rys. 32).

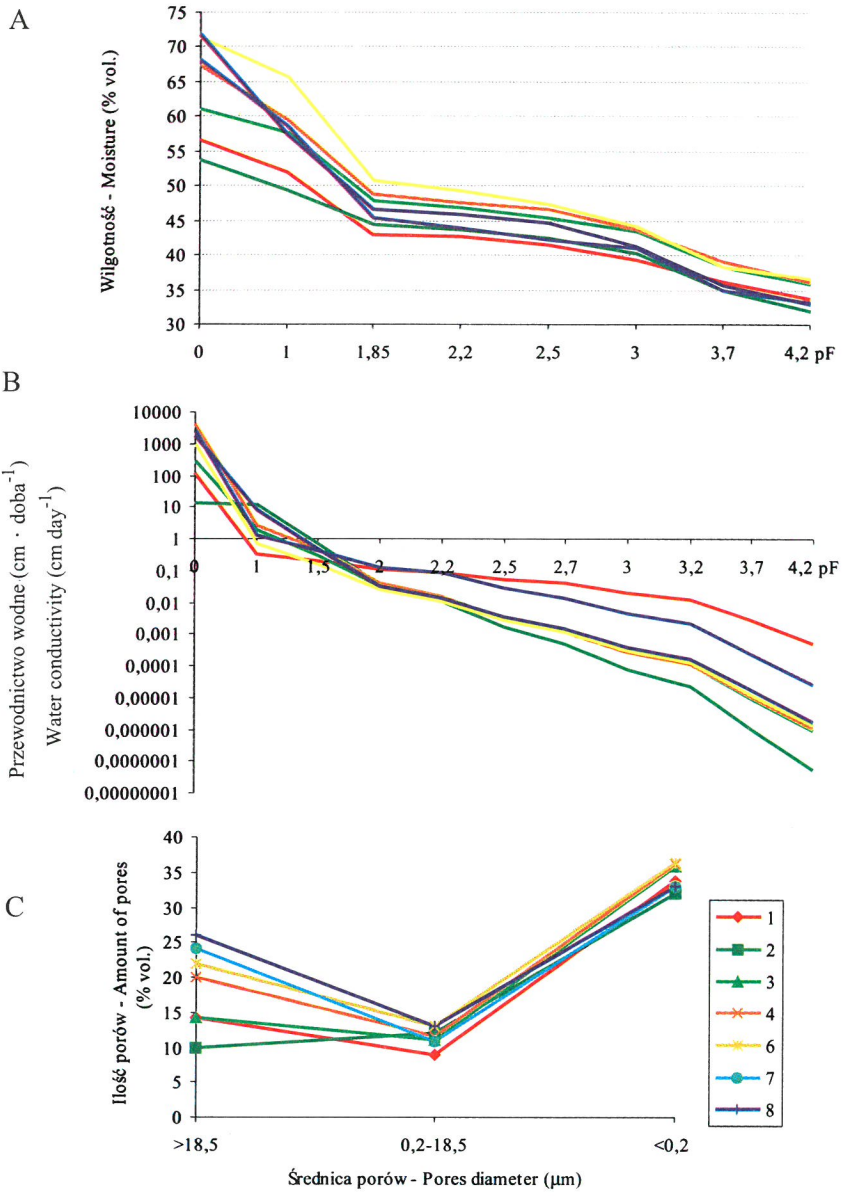
Przewodnictwo wodne w strefie nasyconej badanych rędzin zależy przede wszystkim od zawartości makroporów oraz szkieletu – stąd najwyższe wartości występują w glebach zajętych przez zbiorowiska zaroślowe i murawowe (tab. 5, rys. 8C). Zakres zmienności wartości współczynnika przewodnictwa wodnego badanych gleb

Tabela 5a. Gęstość i retencja wodna rędzin ze stanowiska Stawska Góra
Table 5a. Bulk density and water retention of the rendzinas investigated in the Stawska Góra site

Typ zbiorowiska Type of community	Nr profilu Profile No.	Poziom Horizon	Gęstość Bulk density ($g \cdot cm^{-3}$)	Wilgotność – Moisture							
				pF 0	pF 1	pF 1,85	pF 2,2	pF 2,5	pF 3	pF 3,7	pF 4,2
				($\% \ cm^3 \cdot cm^{-3}$)							
Pole Arable field	1	**Ap**	1,1	56,7	52,1	43,0	42,6	41,4	39,3	36,1	33,7
Odłóg Fallow	2	**A1ca**	1,2	53,8	49,3	44,5	43,8	42,4	40,3	34,9	31,9
		A2ca	1,3	51,4	46,4	42,1	41,7	40,5	37,9	35,1	31,7
		B1br	1,6	39,0	38,5	38,4	38,3	37,7	35,2	32,9	29,7
		B2br	1,4	48,0	48,0	47,8	47,0	46,7	45,2	43,3	39,7
	3	**A1ca**	1,0	61,0	57,7	47,8	46,9	45,5	43,5	38,3	35,9
		A2ca	1,2	55,0	53,8	48,4	47,8	46,6	43,9	41,2	38,7
Murawa Sward	4	**A**	0,9	67,5	59,5	48,9	47,7	46,7	43,9	39,1	36,1
		ABbr	0,9	66,6	62,0	52,9	52,3	50,9	48,3	44,3	42,8
	6	**A**	0,8	71,4	65,6	50,8	49,4	47,4	44,1	38,4	36,2
		ABbr	1,0	62,0	57,4	47,7	46,7	45,1	41,4	37,0	32,8
Zarośla Shrub	7	**Aca**	0,7	68,2	58,6	45,3	44,0	42,3	41,1	34,8	33,1
	8	**Aca**	0,8	71,8	57,3	46,6	45,8	44,6	41,3	35,7	32,9

Tabela 5b. Przewodnictwo wodne rędzin ze stanowiska Stawska Góra
Table 5b. Water conductivity of the rendzinas investigated in the Stawska Góra site

Typ zbiorowiska Type of community	Nr profilu Profile No.	Poziom Horizon	Przewodnictwo wodne – Water conductivity							
			pF 0	pF 1	pF 1,85	pF 2,2	pF 2,5	pF 3	pF 3,7	pF 4,2
			($cm \cdot doba^{-1}$) ($cm \cdot day^{-1}$)							
								$\cdot 10^{-5}$	$\cdot 10^{-6}$	$\cdot 10^{-7}$
Pole Arable field	1	**Ap**	126	0,35	0,162	0,089	0,0556	2050	2770	512
Odłóg Fallow	2	**A1ca**	14	11,17	0,363	0,010	0,0017	8	1	1
		A2ca	110	0,62	0,089	0,016	0,0062	145	217	585
		B1br								
		B2br								
	3	**A1ca**	280	1,95	0,156	0,012	0,0030	29	10	9
		A2ca	1244	13,87	0,690	0,035	0,0074	54	14	10
Murawa Sward	4	**A**	4050	2,76	0,263	0,015	0,0032	28	11	11
		ABbr	140	3,52	0,502	0,065	0,0183	194	74	69
	6	**A**	964	0,71	0,091	0,011	0,0029	31	13	13
		ABbr	212	0,79	0,128	0,022	0,0070	88	39	40
Zarośla Shrub	7	**Aca**	1830	8,22	0,258	0,013	0,0033	38	17	18
	8	**Aca**	2510	1,22	0,280	0,084	0,0273	450	244	266



Rys. 8. Właściwości hydrofizyczne powierzchniowych poziomów profili ze stanowiska Stawska Góra. A – Charakterystyki potencjał wodny – wilgotność; B – Przewodnictwo wodne w funkcji potencjału wody glebowej; C – Ilość porów różnych wymiarów

Fig. 8. Hydrophysical properties in surface horizon of the soils investigated in the Stawska Góra site. A – Soil water potential – water content characteristics; B – Water conductivity as a funcion of water potential; C – Amount of different size pores

jest duży: dla potencjału wody odpowiadającemu stanowi bliskiemu nasyceniu (pF 0) waha się od $4{,}05 \cdot 10^{3}$ cm·doba^{-1} (profil 4) do 14 cm·doba^{-1} (profil 2), dla potencjału wody odpowiadającemu punktowi trwałego więdnięcia (pF 4,2) wynosi od $5{,}3 \cdot 10^{-8}$ cm · doba^{-1} (profil 2) do $5{,}11 \cdot 10^{-4}$ cm · doba^{-1} (profil nr 1). Najwyższymi wartościami przewodnictwa wodnego w prawie całym zakresie badanych potencjałów wody glebowej charakteryzowała się rędzina uprawna (co wiąże się z dużą zawartością szkieletu oraz stosowanymi zabiegami agrotechnicznymi) oraz rędziny zajęte przez zarośla (wyróżniające się najwyższą zawartością porów dużych). Najniższe wartości odnotowano w rędzinach na których występują zbiorowiska murawowe, co ma ścisły związek ze dobrymi zdolnościami tych gleb do magazynowania wody użytecznej dla roślin. Stwierdzono niewielki wzrost współczynnika przewodnictwa wodnego w poziomach podpowierzchniowych.

6.1.2. Bochotnica koło Kazimierza Dolnego

Badany płat murawy kserotermicznej w Bochotnicy (gmina Kazimierz Dolny) jest jednym z nielicznych stanowisk występowania zespołu roślinnego *Inuletum ensifoliae* w zachodniej części Wyżyny Lubelskiej. Stanowisko to znajduje się około 4 km na północny-zachód od Kazimierza Dolnego, 10 km na południowy-wschód od Puław i 40 km na zachód od Lublina. Leży w granicach Kazimierskiego Parku Krajobrazowego.

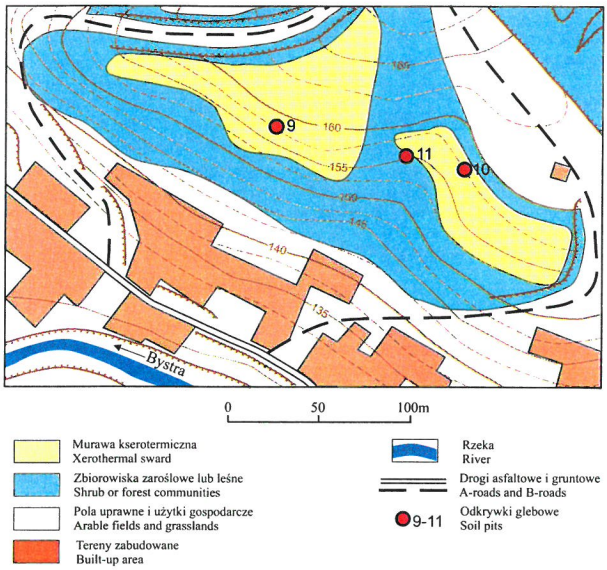
Murawa kserotermiczna *Inuletum ensifoliae* występuje na prawym zboczu doliny rzeki Bystrej, w jej odcinku ujściowym do Wisły. Położona jest w bliskim sąsiedztwie zabudowań jednorodzinnych wsi Bochotnica, rozciągających się wzdłuż doliny Bystrej. Murawa tworzy zwarty płat usytuowany w dolnej części zbocza, w obrębie trzech działek należących częściowo do wspólnoty gminnej, a częściowo do osób prywatnych.

W roku 1986 na zlecenie Urzędu Wojewódzkiego w Lublinie Wydziału Ochrony Środowiska, Gospodarki Wodnej i Geologii, został opracowany projekt utworzenia rezerwatu geologiczno-florystycznego „Bochotnica" [55], który tylko w niewielkim stopniu doczekał się realizacji. Obszar przewidywany do ochrony składał się z dwóch części: właściwego rezerwatu geologiczno-florystycznego o powierzchni 7,52 ha oraz części dodatkowej o charakterze florystycznym i o powierzchni 1,29 ha. Obecnie objęta ochroną w formie stanowiska dokumentacyjnego jest jedynie ściana kamieniołomu z widocznym profilem osadów mastrychtu i danu – „Ścianka K. i W. Pożaryskich". Badania rędzin zostały przeprowadzone w miejscu planowanego rezerwatu florystycznego, który dzisiaj stanowi nieużytek.

Rzeźba terenu: Pod względem fizjograficznym okolica wsi Bochotnica leży w zachodniej części Płaskowyżu Nałęczowskiego [14,75]. Region ten charakteryzuje się bardzo dużymi deniwelacjami oraz miąższą pokrywą lessową, co wpływa na występowanie bardzo gęstej (przekraczającej wskaźnik 10 km km^{-2}) sieci dolin i wąwozów.

Badany obszar położony jest na prawym zboczu ujściowego odcinka doliny Bystrej do doliny Wisły, która w tym miejscu charakteryzuje się wysokością względną około 70 m. Dolna część zboczy doliny Bystrej charakteryzuje się dużym nachyleniem i w większości pokryta jest lasami lub zaroślami, podobnie jak zbocza licznie występujących tu wąwozów. Górne, łagodniejsze partie zboczy doliny Bystrej użytkowane są jako łąki kośne lub pola orne i sady. Tylko niewielkie fragmenty zboczy porośnięte są roślinnością murawową z pojedynczymi krzewami. Badany płat murawy zajmuje dolną i środkową część zbocza o ekspozycji południowej i o nachyleniu 15-30°. Powierzchnia zbocza jest niewyrównana, z licznymi zagłębieniami i garbami. Północno-zachodnią i zachodnią granicę badanego płatu stanowi wcięta na głębokość około czterech metrów droga, biegnąca w górę zbocza doliny Bystrej. Granicę południowo-zachodnią stanowi kredowa krawędź kilkumetrowej wysokości, mocno zakrzaczona. We wschodniej części murawa graniczy z lasem grądowy (*Tilio-Carpinetum*). Powyżej północnej granicy murawy znajduje się gospodarstwo z polem uprawnym, oddzielone metrową krawędzią i pasem zakrzaczeń. Niesprzyjające warunki fizjograficzne zadecydowały o bardzo małej penetracji antropogenicznej tego obszaru. Obecnie murawa nie wykazuje śladów wypasu.

Budowa geologiczna: Kamieniołom w Bochotnicy (obecnie objęty ochroną w formie stanowiska dokumentacyjnego) jest jednym z najbardziej znanych odsłonięć skał granicy górnej kredy i paleogenu. Prowadzone tutaj (jak również w innych miejscach przełomowego odcinka doliny Wisły) badania pozwoliły na dokładne poznanie zróżnicowanych facjalnie osadów morza górnokredowego. Utwory górnego mastrychtu (występujące w odsłonięciu w Bochotnicy na głębokości około 15 m) reprezentuje seria opoki, którą tworzą trzy typy skał: miękkie margle, dość twarda, porowata opoka oraz występującej w postaci cienkich wkładek w opoce porowatej – zwięzła opoka. Seria opoki zakończona jest stwardniałą warstwą „hard ground", na powierzchni której znajduje się cienka warstwa piaskowca glaukonitowego. Wyżej obserwuje się stopniowe przejście do kompleksu skał siwaka, wyrażonego przez gezy wapniste, monotonie przewarstwiające się ze stosunkowo cienkimi (miąższość 10-40 cm, max 60 cm) ławicami wapiennymi. Wapienie nie tworzą tu ciągłych



Rys. 9. Rozmieszczenie profili glebowych na stanowisku Bochotnica
Fig. 9. Location of the investigated soil pits in the Bochotnica site

warstw, lecz stanowią gniazda wzbogaconego w węglan wapnia i przekrystalizowanego wapienia, występującego w kształcie płaskur lub nieregularnych skupień, układającymi się warstwowo. Osady górnej kredy i paleocenu są silnie spękane i zdyslokowane [106]. Ponad osadami kredy i paleogenu występują w rejonie Bochotnicy zróżnicowane facjalnie, litologicznie i stratygraficznie osady neogenu [144].

Na badanym obszarze w górnej części zbocza doliny Bystrej oraz w wąwozach, bezpośrednio na skałach serii siwaka zalegają lessy. U podnóża zbocza oraz w wylotowych odcinkach wąwozów rozcinających zbocze występują osady deluwialne i proluwialne o miąższości dochodzącej do kilku metrów. Na objętym badaniami zboczu porośniętym murawą kserotermiczną brak jest utworów neogeńskich, skałę macierzystą występujących tutaj rędzin stanowią gezy wapniste z przewarstwieniami bardzo odpornych wapieni z serii siwaka (dolny paleocen, piętro dan). Podczas badań terenowych zaobserwowano dwuwarstwowość skały macierzystej badanych rędzin: dolny poziom jest silnie zwietrzały z drobnym szkieletem o znacznej zawartości części ilastych, wyższy poziom – wykształcony w postaci zwietrzeliny z dużymi, ostrokrawędzistymi i twardymi fragmentami skał o mniejszej ilości cząstek ilastych.

Tabela 6. Zróżnicowanie litologiczne oraz topoklimatyczne poszczególnych profili z Bochotnicy
Table 6. Topoclimatic and parent rock diversification of the soil profiles distinguished in the Bochotnica site

Nr profilu Profile No.	Zbiorowisko roślinne Plant community	Skała macierzysta Parent rock	Ekspozycja Exposure	Nachylenie zboczy Inclination of slope	% nasłonecznienia Insolation (równina/ plain = 100%), [122]	Typ topoklimatu Type of topoclimate
9	Ass. *Inuletum ensifoliae*	Gezy wapniste (dan) Calcareous gaize (Danian)	SSW	30°	130,6	4
10	Ass. *Brachypodio-Teucrietum*	Gezy wapniste (dan) Calcareous gaize (Danian)	SSW	18°	122,3	3
11	Zbiorowisko zaroślowe Shrub community with *Berberis vulgaris*	Gezy wapniste (dan) Calcareous gaize (Danian)	S	30°	131,8	4

Usytuowanie profili glebowych: Na stanowisku w Bochotnicy wykonano trzy odkrywki glebowe, każdą w innym zbiorowisku roślinnym, stanowiącym kolejne etapy sukcesji (rys. 9, Załącznik – tab. II).

Warunki klimatyczne: Najbliżej stanowiska w Bochotnicy położona jest stacja klimatyczna w Puławach – charakterystyka klimatu opiera się na danych z tej stacji za okres 1951-1990 [71]. Średnie roczne wartości dla Puław wynoszą: temperatura 7,8°C, opady atmosferyczne 560 mm. Średnie wartości temperatury i opadów atmosferycznych dla ciepłego okresu roku (IV-X) to 13,7°C i 410 mm.

Płat murawy kserotermicznej w Bochotnicy położony jest na bardzo stromym zboczu o ekspozycji SSW i S – roczne wartości nasłonecznienia względnego są tu bardzo duże i wynoszą 123 do 131,8%. Większość obszaru zaliczyć należy do topoklimatu o bardzo silnym nasłonecznieniu (Typ 4), jedynie górny fragment

zbocza o mniejszym nachyleniu reprezentuje topoklimat o zwiększonym dopływie promieniowania (Typ 3).

Stosunki wodne: Badany obszar leży w ujściowym odcinku doliny rzeki Bystrej do Wisły. Spadek górnego biegu rzeki Bystrej jest znaczny i ma niewyrównany profil. Zbocze na którym znajduje się płat murawy znajduje się wyłącznie pod wpływem wód opadowych. Wody pochodzące z pól położonych wyżej spływają wąwozami i głębocznicami i nie oddziałują na zbiorowiska kserotermiczne. Wody gruntowe, które związane są z utworami kredowymi, występują na dużych głębokościach (nawet do 50 m).

Szata roślinna: Pierwsze wzmianki o występowaniu na tym obszarze gatunków stepowych pochodzą z XIX wieku [5]. Szczegółowe opracowanie fitosocjologiczne zespołu *Inuletum ensifoliae* z okolic Bochotnicy podali Izdebski i Popiołek [63].

Na stanowisku w Bochotnicy wyodrębnić można trzy fitocenozy kserotermiczne. Dominującym zespołem jest *Inuletum ensifoliae*, który charakteryzuje się dużym udziałem pojedynczych krzewów, przy czym oprócz typowych gatunków ciepłolubnych, licznie występuje tutaj karłowata sosna. Wzdłuż górnej krawędzi zbocza, w postaci pasa o szerokości 1-2 m, wykształcił się zespół *Brachypodio-Teucrietum*. Jego rozmieszczenie ma prawdopodobnie związek z mniejszym

Tabela 7. Liczba gatunków z różnych klas fitosocjologicznych oraz ich procentowy udział w opisanych zbiorowiskach roślinnych ze stanowiska w Bochotnicy
Table 7. Quantity of species belonging to different phytosociological classes and their percentage share in the described plant communities of the Bochotnica site

Klasa zbiorowiska Class of community	Ass. *Inuletum ensifoliae*		Ass. *Brachypodio-Teucrietum*		Zbiorowisko zaroślowe Shrub community	
	Liczba gat. No. of species	%	Liczba gat. No. of species	%	Lliczba gat. No. of species	%
Cl. *Festuco-Brometea*	17	45	15	44	12	33
Cl. *Rhamno-Prunetea*	5	13	3	9	7	19,5
Cl. *Trifolio-Geranietea sanguinei*	6	16	5	15	8	22
Cl. *Molinio-Arrhenatheretea*	3	8	4	12	2	6
Towarzyszące – Acompanying	7	18	7	20	7	19,5
Ogółem – Total	38		34		36	

spadkiem terenu, a co z tym się wiąże – mniej skrajnymi warunkami mikroklimatycznymi oraz z akumulacją materiału lessowego, pochodzącego z wyższych partii zbocza. Pas zarośli odgraniczający murawę od wyżej położonego pola uprawnego został posadzony przez człowieka. Natomiast zwarte kępy ciepłolubnych zarośli, które występują w wąwozach i rozcięciach erozyjnych w obrębie zbocza stanowią naturalne etapy sukcesji murawy kserotermicznej w kierunku zbiorowisk leśnych.

Na stanowisku w Bochotnicy występuje wiele rzadkich gatunków roślin, m.in.: głowienka wielkokwiatowa (*Prunella grandiflora*), oman wąskolistny (*Inula ensifolia*), ożota zwyczajna (*Linosyris vulgaris*), pajęcznica gałęzista (*Anthericum ramosum*), turzyca Michela (*Carex michelii*), wężymord stepowy (*Scorzonera purpurea*) czy zawilec wielkokwiatowy (*Anemone sylvestris*) [55].

Charakterystyka fitosocjologiczna: Analiza zdjęć fitosocjologicznych wykonanych na stanowisku badawczym Bochotnica wykazała, że największym bogactwem gatunkowym charakteryzuje się zespół *Inuletum ensifoliae* (tab. 7). Procentowy udział taksonów z klasy *Festuco-Brometea* (typowo kserotermicznych) w asocjacji *Inuletum ensifoliae* oraz *Brachypodio-Teucrietum* jest zbliżony, przy czym w pierwszym zespole wyraźnie większy jest udział gatunków zaroślowych, natomiast w drugim – łąkowych. Na omawianym stanowisku sukcesja zespołu *Inuletum ensifoliae* zachodzi w dwóch odrębnych kierunkach – albo następuje jej zarastanie, albo przekształcenia w zbiorowisko *Brachypodio-Teucrietum* z niewielkim udziałem krzewów.

Gleby: Objęte badaniami gleby należą do podtypu rędziny właściwe. Profile, bez względu na typ porastającej je roślinności, charakteryzują się wyrównaną miąższością poziomu próchnicznego (25-30 cm). Zdjęcia profili nr 9 i 11 wraz ze szczegółowymi ich opisami zamieszczono w Załącznikach.

Ilość oraz charakter szkieletu w profilach ze stanowiska Bochotnica jest podobny, nieznacznie niższym procentowym udziałem części szkieletowych w powierzchniowym poziomie wyróżnia się jedynie rędzina pod zbiorowiskiem zaroślowym (tab. 8), usytuowana w górnej części rozcięcia erozyjnego wypełnionego materiałem deluwialnym. Uziarnienie części ziemistych ma charakter gliny ciężkiej pylastej. Poziomy powierzchniowe badanych rędzin mają strukturę foremnowielościenną trwałą.

Badane gleby charakteryzują się wyrównaną, bardzo wysoką zawartością węglanów burzących (od samej powierzchni), w obrębie których udział węglanów aktywnych wynosi od 19 do 23% (tab. 9). Poziomy próchniczne mają odczyn obojętny, poziomy skały macierzystej – odczyn słaboalkaliczny. Najniższe wartości pH występują w profilu wykonanym w obrębie zespołu *Inuletum ensifoliae*.

Tabela 8. Skład granulometryczny i właściwości sorpcyjne badanych rędzin ze stanowiska Bochotnica
Table 8. Granulometric composition and sorptive properties of the soils investigated in the Bochotnica site

Typ zbiorowiska Type of community	Zbiorowisko roślinne Plant community	Nr profilu Profile No.	Poziom Horizon	Głębokość Depth (cm)	Szkielet Skeleton >1 mm	Uziarnienie Grain size distribution (mm)				Właściwości sorpcyjne Sorptive properties							
						1-0,1	0,1-0,02	<0,02	<0,002	H_h	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^+	K^+	S	T	V
						(%)				(cmol(+)·kg^{-1})							(%)
Murawa kserotermiczna Xerothermal sward	Ass. *Inuletum ensifoliae*	9	**Aca**	5-10	22	18	28	54	21	0,82	25,25	0,99	0,04	0,79	27,07	27,89	97,1
			ACca	20-25	41	16	30	54	25	0,64	23,80	0,62	0,05	0,35	24,82	25,46	97,5
			Cca	35-40	55	16	35	49	25	0,52	20,18	0,46	0,07	0,22	20,93	21,45	97,6
	Ass. *Brachypodio-Teucrietum*	10	**Aca**	3-12	23	24	25	51	21	0,67	25,45	0,74	0,08	0,65	26,92	27,59	97,6
			ACca	20-25	51	22	27	51	24	0,52	22,44	0,53	0,08	0,32	23,37	23,89	97,8
			Cca	35-40	58	16	28	56	27	0,52	19,80	0,35	0,08	0,18	20,41	20,93	97,5
Zarośla Shrub	Com. *Berberis vulgaris*	11	**Aca**	5-10	11	20	27	53	23	0,66	25,16	0,84	0,05	0,71	26,76	27,42	97,6
			ACca	22-27	43	21	25	54	26	0,52	24,16	0,66	0,05	0,50	25,37	25,89	98,0
			Cca	35-40	44	14	32	54	27	0,52	23,09	0,63	0,12	0,26	24,10	24,62	97,9

Tabela 9. Wybrane właściwości chemiczne badanych rędzin ze stanowiska Bochotnica
Table 9. Selected chemical properties of soils investigated in the Bochotnica site

Typ zbiorowiska Type of community	Zbiorowisko roślinne Plant community	Nr profilu Profile No.	Poziom Horizon	Głębokość Depth (cm)	pH		$CaCO_3$ (Wb)	$CaCO_3$ active (Wa)	Wa:Wb *100%	C-org	N	C:N	P_2O_5	K_2O
					H_2O	KCl			(%)				$(mg \cdot (100\ g)^{-1})$	
Murawa kserotermiczna Xerothermal sward	Ass. *Inuletum ensifoliae*	9	**Aca**	5-10	7,06	7,02	34,37	8,20	22,10	4,44	0,28	15,86	7,28	30,87
			ACca	20-25	7,21	7,11	41,87	10,20	21,30	1,99	0,15	13,27	6,44	10,07
			Cca	35-40	7,54	7,24	51,71	12,00	18,80	1,02	0,08	12,75	6,56	4,56
	Ass. *Brachypodio-Teucrietum*	10	**Aca**	3-12	7,44	7,17	38,29	8,51	22,23	3,81	0,31	12,29	5,32	24,17
			ACca	20-25	7,46	7,19	43,26	9,29	21,47	2,02	0,22	9,18	6,04	14,04
			Cca	35-40	8,00	7,26	50,09	10,89	21,74	0,53	0,06	8,83	2,96	5,77
Zarośla Shrub	Com. *Berberis vulgaris*	11	**Aca**	5-10	7,44	7,13	37,05	7,85	21,19	3,69	0,24	15,38	4,72	20,40
			ACca	22-27	7,46	7,18	40,76	8,55	20,96	2,25	0,17	13,24	6,80	7,87
			Cca	35-40	7,59	7,22	46,45	9,93	21,38	1,17	0,10	11,70	6,76	4,11

Wartości C-organicznego oraz azotu w glebach ze stanowiska w Bochotnicy są wysokie (tab. 9, rys. 20). O ich zróżnicowaniu decyduje rzeźba terenu i związane z nią procesy erozji. Najniższe wartości zaobserwowano pod zbiorowiskiem zaroślowym, które zajmuje niewielkie rozcięcie erozyjne. Stosunek węgla do azotu w poziomach powierzchniowych badanych rędzin wynosi od 12 do 16, głębiej 8-13. Najniższe wartości przyjmuje w asocjacji *Brachypodio-Teucrietum*. Ilość węgla organicznego, azotu oraz stosunek C/N stopniowo maleją w głąb profilu.

Według Oceny zawartości P_2O_5 i K_2O (oznaczonej metodą Egnera-Riehma) obowiązującej od 1986 roku w laboratoriach Stacji Chemiczno-Rolniczych Polski, badane gleby charakteryzują się niską zawartością przyswajalnego fosforu oraz średnią (zbiorowisko zaroślowe) i wysoką zasobnością w przyswajalny potas (tab. 9, rys. 23). Zawartość przyswajalnego fosforu nieznacznie tylko maleje w głąb profilu, podczas gdy zasobność w przyswajany potas zmniejsza się bardzo gwałtownie, przy czym na głębokości około 35 centymetrów przyjmuje wyrównane, bardzo niskie wartości.

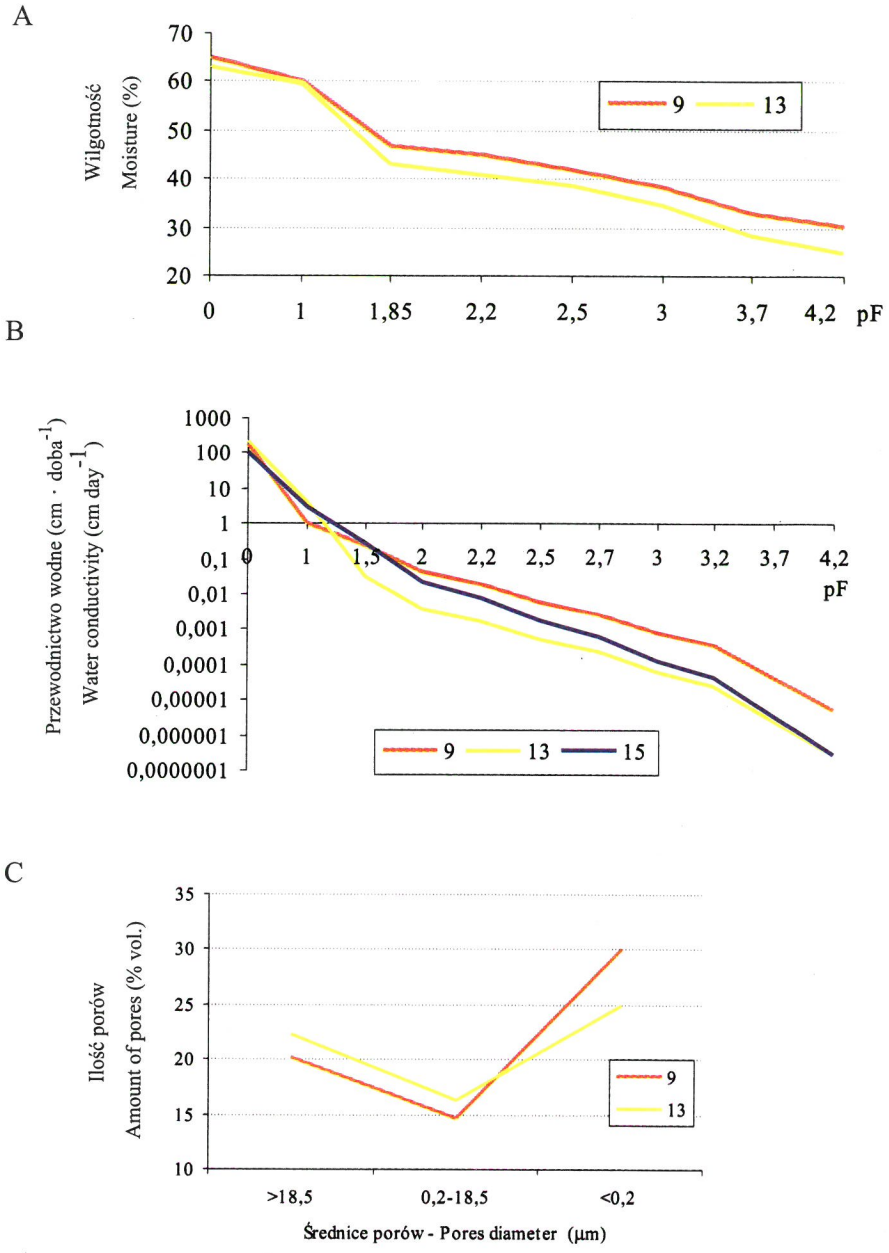
Ze względu na charakter skały macierzystej kompleks sorpcyjny badanych rędzin jest w przeważający stopniu wysycony zasadami (97-98%), z czego 90-94% stanowią kationy wapnia (tab. 8). Wartości te wykazują niewielki wzrost wraz z głębokością profilu. Pojemność sorpcyjna powierzchniowych poziomów jest wyrównana i tylko nieznacznie większa od pojemności poziomów głębszych. Drugim z kolei kationem w kompleksie sorpcyjnym jest magnez, którego udział w poziomie Aca wynosi 2,7-3,5%, a w Cca 1,7-2,5%; a kolejnym – potas (w poziomie Aca 2,4-2,8%, w Cca 0,9-1,1%).

Przebieg krzywej retencji wodnej dla poziomu akumulacyjnego profilu nr 9 jest podobny do opisanego ze stanowiska Stawska Góra (rys. 10A). Maksymalna pojemność wodna wynosi 65% $cm^3 \cdot cm^{-3}$, natomiast całkowite zahamowanie wzrostu roślin (pF 4,2) stwierdzono przy wilgotności 30% (tab. 10). Zasoby wody użytecznej dla roślin nie przekraczają 15% $cm^3 \cdot cm^{-3}$, a w ich obrębie przeważa woda łatwo dostępna (rys. 32). Przewodnictwo w strefie nasyconej wynosi 175 $cm \cdot dobę^{-1}$ i zmniejsza się stopniowo wraz ze wzrostem potencjału wody glebowej, osiągając dla potencjału pF 4,2 wartość $5{,}33 \cdot 10^{-6}$ $cm \cdot doba^{-1}$.

Tabela 10. Retencja i przewodnictwo wodne rędzin ze stanowisk Bochotnica i Podzamcze
Table 10. Retention and water conductivity of the rendzinas investigated in the Bochotnica site

Typ zbiorowiska Type of community	Nr profilu Profile No.	Poziom Horizon	Gęstość Bulk density	Wilgotność – Moisture							
				pF 0	pF 1	pF 1,85	pF 2,2	pF 2,5	pF 3	pF 3,7	pF 4,2
			$(g \cdot cm^{-3})$	$(\% cm^3 \cdot cm^{-3})$							
Murawa – Sward Bochotnica	9	**Aca**	0,9	65,0	60,3	47,0	44,8	41,9	38,2	33,1	30,1
Murawa – Sward Podzamcze	13	**Aca**	1,0	63,5	59,8	43,1	41,2	38,7	34,6	28,4	25,0
		ACca	1,1	57,6	51,5	39,1	38,2	36,1	31,7	27,2	25,2
Zarośla – Shrub Podzamcze	15	**Aca**	0,9								

				Przewodnictwo wodne – Water conductivity $(cm \cdot doba^{-1})$ $(cm\ day^{-1})$							
				pF 0	pF 1	pF 1,85	pF 2,2	pF 2,5	pF 3	pF 3,7	pF 4,2
									$\cdot 10^{-5}$	$\cdot 10^{-6}$	$\cdot 10^{-7}$
Murawa – Sward Bochotnica	9	**Aca**	0,9	175	0,96	0,138	0,0195	0,0060	8	43	53
Murawa – Sward Podzamcze	13	**Aca**	1,0	224	4,24	0,019	0,0019	0,0006	1	3	3
		ACca	1,1	352	1,91	0,193	0,0265	0,0089	15	114	186
Zarośla – Shrub Podzamcze	15	**Aca**	0,9	100	2,91	0,149	0,0081	0,0017	1	4	3



Rys. 10. Właściwości hydrofizyczne powierzchniowych poziomów profili ze stanowiska Bochotnica i Podzamcze

Fig. 10. Hydrophysical properties in surface horizon of the soils investigated in the Bochotnica and Podzamcze sites

6.1.3. Rezerwat Podzamcze koło Bychawy

Kolejnym stanowiskiem na Wyżynie Lubelskiej, gdzie murawy kserotermiczne, a szczególnie zespół roślinny *Inuletum ensifoliae*, prezentują się bardzo okazale i wykazują tendencję do rozszerzania swego zasięgu, jest rezerwat Podzamcze. Znajduje się on w gminie Bychawa (w granicach administracyjnych miasta Bychawy), około 22 km na południe od granic Lublina.

Rezerwat Podzamcze utworzony został w roku 1974, na obszarze nieużytków rolnych o powierzchni 3,4 ha. Celem ochrony tego obszaru jest zachowanie rzadkich w Polsce zbiorowisk roślinności kserotermicznej. Dozwolony jest ograniczony wypas w rezerwacie.

Rzeźba terenu: Rezerwat Podzamcze położony jest w centralnym mezoregionie Wyżyny Lubelskiej – na Wyniosłości Giełczewskiej [14,75]. Głównymi elementami rzeźby tego mezoregionu są ostańcowe wzniesienia o łagodnych zboczach z wyraźnie zaznaczonymi powierzchniami zrównań wierzchowinowych oraz denudacyjne i erozyjne obniżenia. Zgodnie z opracowaniem Jahna [64] można na tym obszarze wyróżnić trzy poziomy zrównań wierzchowinowych: wysoki – 260-270 m n.p.m.; średni – 240-250 m n.p.m. oraz niski – 220-230 m n.p.m.; schodowo ułożone wokół centralnych kulminacji. Największą powierzchnię na terenie gminy Bychawa zajmuje średni poziom, rozcięty dolinami rzecznymi: Kosarzewki i Gałęzówki.

Rezerwat Podzamcze usytuowany jest na prawym zboczu doliny Kosarzewki. Rzeka zmienia tutaj swój bieg z północno-zachodniego na północny i tworzy szeroką dolinę, w dnie której występuje rozległa terasa erozyjno-akumulacyjna, nadzalewowa. Rezerwat zajmuje fragment równoleżnikowo rozciągającego się stromego zbocza o wysokości 28 m, długości około 500 m i szerokości 100 m, opadający w kierunku południowym i południowo-zachodnim. Rezerwat ograniczony jest od wschodu oraz od zachodu i od północnego-zachodu stromościennymi wąwozami. Granicę północną tworzy krawędź doliny, rozcinającej spłaszczenie wierzchowinowe, wzdłuż której biegnie droga. Powyżej znajdują się pola uprawne. Granica południowa przebiega u podnóża zbocza na styku z terasą nadzalewową. W zachodniej części terasa użytkowana jest jako pole uprawne, na części wschodniej zbudowano stadion sportowy.

Najwyższe partie rezerwatu (północno-wschodnia część) położone są na wysokości 230 m n.p.m., górna północno-zachodnia krawędź doliny przebiega na wysokości 220 m n.p.m. Zbocze doliny jest strome, o nachyleniu 15-30° i ma kształt wypukło-wklęsły. W obrębie zbocza, szczególnie w części wschodniej, znajdują się wąwozy i jary o głębokości dochodzącej do 5 m, których powstanie wiąże się z działalnością wód okresowych. W górnej części zbocza widoczne są wypukłe formy

powstałe w wyniku spłukiwania i spełzywania eolicznych utworów neogeńskich, przykrywających rozległe poziomy zrównań, leżące ponad krawędzią doliny.

Budowa geologiczna: Podłoże okolic Bychawy należy do brzeżnej strefy platformy wschodnioeuropejskiej. Utwory krystaliczne przykryte są osadami karbonu, a następnie jury i kredy. Pokrywa mezozoiczna (o miąższości około 1000 m) ma charakter płaskiej synkliny o przebiegu NW-SE, z osią przebiegającą na zachód od Lublina. Pocięta jest ona szeregiem uskoków o amplitudzie nie przekraczającej 100 m [145]. Do ważniejszych i silnie zaznaczających się w morfologii dyslokacji należą strefy uskokowe, na których rozwinęły się doliny – między innymi dolina Kosarzewki.

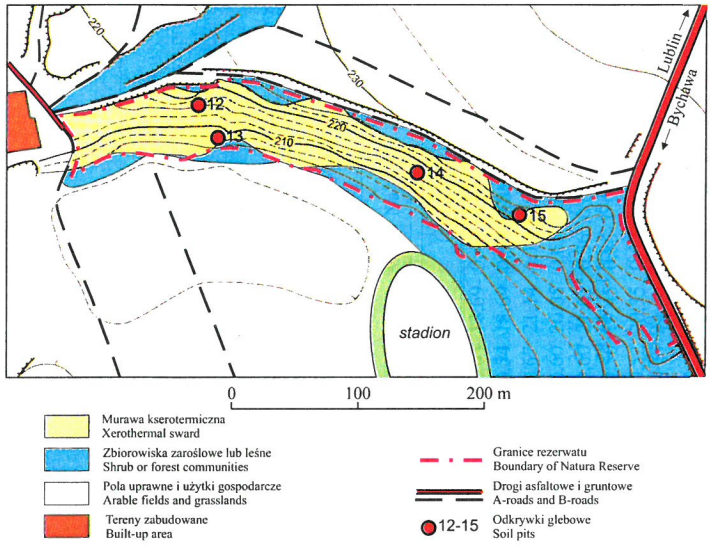
Stropową część pokrywy mezozoicznej stanowią osady kredowe pochodzące z okresu górnego mastrychtu. Osady mastrychtu w okolicach Bychawy osiągają miąższość od 410 do 490 m, jedynie na południe od miasta miąższość przekracza 500 m. Część stropową tworzą głównie opoki margliste i opoki z cienkimi wkładkami wapieni marglistych, których spąg znajduje się na głębokości 87,0-113,2 m. W obrębie stromych zboczy doliny Kosarzewki (między innymi na terenie rezerwatu Podzamcze) wyżej wymienione utwory kredowe występują na powierzchni [136].

Na osadach mezozoicznych na większości obszaru okolic Bychawy znajdują się utwory pochodzące z neogenu. Osady paleogenu zachowały się tylko wyspowo w obrębie wzgórz ostańcowych w postaci kilkumetrowej warstwy zielono-brunatnych iłów i mułków oligocenu, przykrytych cienką ławicą mioceńskiego piasku kwarcowego z wkładkami mułów piaszczystych [136]. Pod koniec paleogenu miały miejsce ruchy wypiętrzające, a następnie wzmożona działalność denudacyjna, która doprowadziła do usunięcia większości osadów paleogeńskich oraz powstania dolin i zrównań wierzchowinowych.

Miąższość pokrywy neogenu w okolicy Bychawy jest zróżnicowana i w dolinie Kosarzewki sięga nawet 18 m. W spągu utworów neogeńskich występują żwiry, piaski i muły z preglacjału. Większość jednak osadów pochodzi z okresu zlodowacenia północnopolskiego. Są to: piaski i mułki rzeczne oraz rzecznoperyglacjalne, które budują terasy nadzalewowe oraz utwory o genezie eolicznej (lessy i lessy piaszczyste) przykrywające górne części zboczy i spłaszczenia wierzchowinowe. Miąższość osadów eolicznych dochodzi do 7 m. W dnach dolin rzecznych spotkać można najmłodsze, holoceńskie utwory w postaci mad, namułów i torfów.

W rezerwacie Podzamcze na zboczach odsłaniają się opoki i opoki margliste. Wierzchowinę oraz górną części skłonów przykrywają utwory lessowe, a u podnóża, na terasie zbudowanej z piasków i mułków rzecznych i rzeczno-peryglacjalnych osadzone są namuły lessowe i gliniaste oraz zwietrzelina utworów kredowych, osiągające miąższość ponad 50 cm.

Usytuowanie profili glebowych: w granicach rezerwatu Podzamcze wykonano cztery odkrywki glebowe i opisano za pomocą zdjęć fitosocjologicznych zbiorowiska, w obrębie których są one usytuowane (rys. 11, Załącznik – tab. III i zdjęcia profili nr 12 i 14).



Rys. 11. Rozmieszczenie profili glebowych na stanowisku Podzamcze
Fig. 11. Location of the investigated soil pits in the Podzamcze site

Profile 12 i 13 usytuowane są w jednym płacie murawy *Inuletum ensifoliae*, lecz w różnych punktach poprzecznego profilu niwelacyjnego – w części środkowej, silnie erodowanej i dolnej, z przewagą procesów akumulacji. Skład gatunkowy w obu miejscach jest podobny, w niższym położeniu daje się zaobserwować wzrost pokrycia przez gatunki łąkowe (z klasy *Molinio-Arrhenatheretea*). Zespół *Brachypodio-Teucrietum*, w obrębie którego wykonano profil nr 14, występuje na mniej stromym, wypukłym fragmencie zbocza, ukształtowanym w wyniku ruchów soliflukcyjnych. Badania gleboznawcze przeprowadzone zostały również w zbiorowisku zaroślowym z dominującą śliwą tarniną (profil nr 15).

Warunki klimatyczne: Najbliżej rezerwatu Podzamcze położona jest stacja klimatyczna w Lublinie – charakterystyka klimatu opiera się na danych z tej stacji za okres 1951-1990 [71]. Średnie roczne wartości dla Lublina wynoszą: temperatura 7,4°C, opady atmosferyczne – 550 mm. Okres wegetacyjny trwa średnio 214 dni. Średnie wartości temperatury i opadów atmosferycznych dla ciepłego okresu roku (IV-X) to 13,2°C i 400 mm.

Ponieważ rezerwat Podzamcze położony jest na stromym zboczu o ekspozycji S i SSW – roczne wartości nasłonecznienia względnego są tu bardzo duże i wynoszą 120-127%. Fragmenty zboczy o największych spadkach zaliczyć należy do topoklimatu o bardzo silnym nasłonecznieniu (Typ 4), górne części o mniejszym nachyleniu cechują się mniej skrajnymi warunkami mikroklimatyczne (Typ 3 - topoklimat o zwiększonym dopływie promieniowania) (tab. 11). Siedliska najcieplejsze zajmuje zespół *Inuletum ensifoliae*.

Stosunki wodne: Rezerwat Podzamcze leży w obrębie zlewni rzeki Kosarzewki (rzeka IV rzędu), prawobrzeżnego dopływu Bystrzycy. Dolina Kosarzewki jest asymetryczna, jej prawym brzeg jest wyższy i bardziej stromy od lewego. W obrębie doliny wyraźnie wyodrębniają się terasa zalewowa i nadzalewowa. Zmeliorowaną terasę zalewową zajmują łąki, natomiast terasa nadzalewowa wykorzystywana jest przez osadnictwo wiejskie lub jako pole uprawne. W Bychawie na wysokości Rezerwatu Podzamcze (usytuowanego na prawym brzegu doliny) do Kosarzewki

Tabela 11. Zróżnicowanie litologiczne oraz topoklimatyczne poszczególnych profili ze stanowiska Podzamcze

Table 11. Topoclimatic and parent rock diversification of the soil profiles distinguished in the Podzamcze site

Nr profilu Profile No.	Zbiorowisko roślinne Plant community	Skała macierzysta Parent rock	Ekspozycja Exposure	Nachylenie zboczy Inclination of slope	% nasłonecznienia Insolation (równina/ plant = 100%) [122]	Typ topoklimatu Type of topoclimate
12	*Inuletum ensifoliae*	Opoka (mastrycht) Siliceous chalk (Maastrichtian)	S	20°	127	4
13	*Inuletum ensifoliae*	Opoka (mastrycht) Siliceous chalk (Maastrichtian)	S	20°	127	4
14	*Brachypodio-Teucrietum*	Opoka (mastrycht) Siliceous chalk (Maastrichtian)	SSW	16°	120,4	3
15	Com. *Prunus spinosa*	Opoka (mastrycht) Siliceous chalk (Maastrichtian)	SSW	20°	124	3

wpada jej lewobrzeżny dopływ – rzeka Gałęzówka. Spadek rzek Kosarzewki i Gałęzówki jest niewielki, co powoduje, że występuje tu słaby spływ powierzchniowy wody, a uwilgotnienie na obszarze łąk i gruntów ornych występujących w dolinach rzecznych jest optymalne i nie wymaga uregulowania stosunków wodnych.

Głębokość zalegania wód gruntowych jest ściśle związana z rzeźbą terenu i jego budową geologiczną. W dolinie rzeki Kosarzewki poziom wód gruntowych występuje na głębokości 0,2-2 m. Wody te zalegają w aluwialnych utworach pyłowych oraz w łatwo przepuszczalnych piaskach. W strefie wierzchowin głębokość do wody podziemnej (zalegającej w utworach kredowych) wynosi 10-30 m.

Zbocze, na którym znajduje się rezerwat, znajduje się wyłącznie pod wpływem wód opadowych. Wody pochodzące z pól położonych wyżej spływają polną drogą i nie oddziałują niemal zupełnie na zbiorowiska kserotermiczne. Poziom wód gruntowych u podnóża zbocza występuje na głębokości 1 metra.

Szata roślinna: Szczegółowe opracowanie występujących na terenie rezerwatu Podzamcze rzadkich gatunków roślin oraz zbiorowisk kserotermicznych odnaleźć można w pracy Fijałkowskiego i in. [50]. Wyróżniono tutaj cztery zespoły murawowe z klasy *Festuco-Brometea*: *Inuletum ensifoliae* (zajmuje około 80% powierzchni rezerwatu), *Brachypodio-Teucrietum* (występuje płatami na mniej stromych fragmentach zbocza), *Koelerio-Festucetum sulcatae* i *Thalictro-Salvietum pratensis* (spotykane w części wierzchowinowej rezerwatu na niewielkich powierzchniach). Murawy charakteryzują się niewielkim udziałem krzewów, głównie róż, tarniny i jałowca. Sukcesja w kierunku zarośli zachodzi jedynie w miejscach, gdzie jest akumulowany materiał lessowy, pochodzący z leżącego powyżej zrównania wierzchowinowego – a więc w pobliżu górnej krawędzi, w rozcięciach erozyjnych w obrębie stoku oraz u jego podnóża. Część zarośli wytworzyła się w sposób naturalny (tworzą je: tarnina, dereń świdwa, dzika jabłoń, trzmielina zwyczajna, głóg jednoszyjkowy i berberys), część pochodzi z nasadzeń sztucznych prowadzonych w latach 60-tych w ramach akcji zadrzewieniowej (klon jawor, klon zwyczajny, klon jesionolistny, jesion wyniosły, brzoza brodawkowata, leszczyna pospolita, topola czarna, modrzew europejski). Na szczególną uwagę zasługują płaty zespołu wisienki stepowej (*Prunetum fruticosae*), osiągające do 80% zwarcia. Występują one na wierzchowinie i w górnej części zbocza na podłożu lessowym.

W roku 1995 z inicjatywy Wojewódzkiego Konserwatora Przyrody były prowadzone na terenie rezerwatu prace pielęgnacyjne, mające na celu usunięcie największych drzew rosnących na granicy z obiektem sportowym (klonu jesionolistnego, jesionu oraz topoli), które powodowały nadmierne zacienienie dolnej części skarpy, zmiany siedliskowe i wymieranie gatunków kserotermicznych.

Charakterystyka fitosocjologiczna: Analiza zdjęć fitosocjologicznych wykonanych w rezerwacie Podzamcze wykazała, że największym zróżnicowaniem składu gatunkowego wyróżnia się zespół *Inuletum ensifoliae* (49 taksonów), ale asocjacją o największym procentowym udziale gatunków kserotermicznych (z klasy *Festuco-Brometea*) jest murawa *Brachypodio-Teucrietum*, która również pod względem fizjonomii najbardziej przypomina typowy step (przewaga traw nad roślinnością dwuliścienną, nieliczne krzewy).

Tabela 12. Liczba gatunków z różnych klas fitosocjologicznych oraz ich procentowy udział w opisanych zbiorowiskach roślinnych na stanowisku Podzamcze
Table 12. Quantity of species belonging to different phytosociological classes and their percentage share in the described plant communities of the Podzamcze site

Klasa zbiorowiska Class of community	Ass. *Inuletum ensifoliae*		Ass. *Brachypodio-Teucrietum*		Zbiorowisko zaroślowe Shrub community	
	Liczba gat. No. of species	%	Liczba gat. No. of species	%	Liczba gat. No. of species	%
Cl. *Festuco-Brometea*	20	41	21	57	9	25
Cl. *Rhamno-Prunetea*	6	12	1	3	4	11
Cl. *Trifolio-Geranietea sanguinei*	11	23	6	16	12	33
Cl. *Molinio-Arrhenatheretea*	7	14	5	13	5	14
Towarzyszące – Accompanying	5	10	4	11	6	17
Ogółem – Total	49		37		36	

Gleby: Według Mapy Glebowo-Rolniczej, 1:5 000, Ark. Bychawa, w obrębie zbocza na którym znajduje się rezerwat, występują gleby brunatne właściwe, wytworzone z lessów z płytko zalegającym podłożem wapiennym. Na wierzchowinie występuje mozaika gleb płowych, brunatnych właściwych i brunatnych wyługowanych – podłoże kredowe zalega tutaj głębiej, 25-50 cm pod warstwą lessu. U podnóża zbocza wykształciły się mady o uziarnieniu pyłu ilastego lub iłu pylastego.

Badania terenowe przeprowadzone na terenie rezerwatu wykazały, że jedynie w górnej (2-3 m) partii zbocza spotyka się gleby płowe i brunatne; poniżej w wyniku erozji nastąpiło usuniecie warstwy lessu, a na odsłoniętych skałach wapiennych wykształciły się rędziny inicjalne i właściwe (o charakterze rędzin czystych). U podnóża oraz w zagłębieniach erozyjnych w obrębie zboczy – rędziny czarnoziemne mieszane (namywane), zawierające domieszkę materiału lessowego. W wierzchniej

warstwie badanych gleb udział części szkieletowych jest zróżnicowany, głównie wskutek procesu erozyjnego i deluwialnego.

Uziarnienie części ziemistych ma charakter iłu pylastego. Powierzchniowe poziomy rędzin mają strukturę foremnowielościenną trwałą, jedynie w przypadku profilu nr 15 (o lżejszym składzie granulometrycznym) – foremnowielościenną średniotrwałą.

Rędziny ze stanowiska Podzamcze charakteryzują się dużą zawartością węglanów już od powierzchni (17-48%), wzrastającą wraz z głębokością (tab. 14). Udział węglanów aktywnych w całkowitej zawartości węglanów burzących jest mało zróżnicowany, zarówno powierzchniowo, jak i w obrębie profilów. Odczyn badanych rędzin w poziomie A jest obojętny (pH w KCl – 7,1, w H_20 waha się od 7,1 do 7,4), a w poziomach skały macierzystej słaboalkaliczny.

Zawartość węgla organicznego oraz azotu w powierzchniowych poziomach glebowych uzależniona jest nie tylko do typu roślinności, ale również od rzeźby terenu – w miejscach narażonych na erozję udział tych składników jest wyraźnie mniejszy. Najwyższe wartości zaobserwowano pod zespołem *Inuletum ensifoliae* facja dojrzała, usytuowanym u podnóża zbocza. Zawartość C i N stopniowo maleje w głąb profilu, bardziej gwałtowny spadek stwierdzono pod zbiorowiskami murawowymi, niż w rędzinie porośniętej przez zarośla (tab. 14). Stosunek węgla do azotu waha się w granicach 11-17. Analiza zasobności w związki organiczne powierzchniowych i głębszych (które nie są narażone na erozję) poziomów glebowych pokazuje, że wraz ze zmianami sukcesyjnymi wzrasta zawartość węgla organicznego i azotu w glebie.

Według Oceny zawartości P_2O_5 i K_2O (obowiązującej od 1986 roku w laboratoriach Stacji Chemiczno-Rolniczych Polski) badane gleby charakteryzują się niską zawartością przyswajalnego fosforu oraz średnią (w zespole *Inuletum ensifoliae*) lub wysoką (w zbiorowiskach kolejnych etapów sukcesji roślinności) zasobnością w przyswajalny potas (tab. 14, rys. 23). W obrębie profilu zawartość przyswajalnego fosforu jest wyrównana, podczas gdy zasobność w przyswajany potas maleje gwałtownie wraz z głębokością, przyjmując w poziomie Cca zbliżone wartości (co sugeruje duży wpływ porastającej glebę roślinności na zaopatrzenie w ten składnik). Zaobserwowano, że zespół *Inuletum ensifoliae* występuje na siedliskach o niskiej i średniej zawartości P_2O_5 i K_2O, a zbiorowiska wykształcone w jego kolejnych etapach sukcesji zasiedlają stanowiska bardziej zasobne.

Ze względu na charakter skały macierzystej kompleks sorpcyjny badanych rędzin jest w przeważającym stopniu wysycony zasadami (96,8-97,9%), z czego 87-92% stanowią kationy wapnia. Wartości te wykazują niewielki wzrost wraz z głębokością

Tabela 13. Skład granulometryczny i właściwości sorpcyjne badanych rędzin ze stanowiska Podzamcze
Table 13. Granulometric composition and sorptive properties of the soils investigated in the Podzamcze site

Typ zbiorowiska Type of community	Zbiorowisko roślinne Plant community	Nr profilu Profile No.	Poziom Horizon	Głębokość Depth (cm)	Szkielet Skeleton >1 mm	Uziarnienie Grain size distribution (mm)				Właściwości sorpcyjne Sorptive properties							
						1-0,1	0,1-0,02	<0,02	<0,002	H_h	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^+	K^+	S	T	V
						(%)				(cmol(+)·kg^{-1})							(%)
Murawa kseroterm.	Ass. *Inuletum ensifoliae*	12	**ACca**	7-15	40	5	38	57	18	0,65	18,69	0,48	0,04	0,55	19,76	20,41	96,8
Xerothermal sward			**Cca**	25-37	78	5	36	59	22	0,54	18,69	0,39	0,05	0,31	19,44	19,98	97,3
	Ass. *Inuletum ensifoliae*	13	**Aca**	3-8	11	5	38	57	18	0,67	21,14	1,12	0,03	0,61	22,90	23,57	97,2
			ACca	25-30	23	5	35	61	14	0,60	20,05	0,65	0,04	0,28	21,02	21,62	97,2
			Cca	58-70	55	4	30	67	37	0,60	21,61	0,36	0,05	0,24	22,26	22,86	97,4
	Ass. *Brachypodio-Teucrietum*	14	**Aca**	6-15	25	7	31	62	26	0,56	19,45	0,86	0,07	1,35	21,73	22,29	97,5
			ACca	20-25	30	5	28	67	33	0,52	20,35	0,63	0,09	0,64	21,71	22,23	97,7
			Cca	32-38	70	6	26	68	33	0,52	18,46	0,56	0,13	0,47	19,62	20,14	97,4
Zarośla Shrub	Com. *Prunus spinosa*	15	**Aca**	5-10	7	9	44	47	14	0,67	19,98	0,99	0,07	1,27	22,31	22,98	97,1
			ACca	20-25	43	9	10	51	18	0,52	19,75	0,64	0,06	0,61	21,06	21,58	97,6
			Cca	45-50	37	8	35	57	24	0,47	20,79	0,43	0,08	0,30	21,60	22,07	97,9

Tabela 14. Wybrane właściwości chemiczne badanych rędzin ze stanowiska Podzamcze
Table 14. Selected chemical properties of the soils investigated in the Podzamcze site

Typ zbiorowiska Type of community	Zbiorowisko roślinne Plant community	Nr profilu Profile No.	Poziom Horizon	Głębokość Depth (cm)	pH		$CaCO_3$ (Wb)	$CaCO_3$ active (Wa)	Wa:Wb ·100%	C-org	N	C:N	P_2O_5	K_2O
					H_20	KCl			(%)				(mg·(100 g)$^{-1}$)	
Murawa kserotermiczna Xerothermal sward	Ass. *Inuletum ensifoliae*	12	**ACca**	7-15	7,10	7,08	48,32	10,87	22,50	2,73	0,22	12,4	11,00	16,20
			Cca	25-37	7,74	7,24	63,64	13,42	21,09	0,50	0,06	8,3	9,32	7,06
	Ass. *Inuletum ensifoliae*	13	**Aca**	3-8	7,11	7,09	43,92	10,86	24,73	4,16	0,24	17,3	12,04	20,89
			ACca	25-30	7,38	7,22	48,30	11,93	24,70	1,82	0,15	12,1	9,28	6,37
			Cca	58-70	7,64	7,29	48,72	13,32	27,34	1,05	0,07	15,0	9,64	4,46
	Ass. *Brachypodio-Teucrietum*	14	**Aca**	6-15	7,18	7,14	43,47	10,30	23,69	2,79	0,20	14,0	8,24	39,72
			ACca	20-25	7,36	7,18	46,86	10,80	23,06	1,19	0,13	9,2	9,82	17,21
			Cca	32-38	7,54	7,16	47,81	10,92	22,84	0,74	0,07	10,6	10,42	14,03
Zarośla Shrub	Com. *Prunus spinosa*	15	**Aca**	5-10	7,40	7,10	17,30	4,42	25,55	3,50	0,32	10,9	11,38	39,39
			ACca	20-25	7,41	7,19	19,87	5,31	26,75	2,06	0,23	9,0	10,14	18,46
			Cca	45-50	7,65	7,26	31,46	8,32	26,44	0,95	0,13	7,3	11,26	7,89

(tab. 13). Pojemność sorpcyjna powierzchniowych poziomów wszystkich badanych profilów jest wyrównana i nieznacznie się różni od pojemności poziomów głębszych. Drugim z kolei kationem w kompleksie sorpcyjnym jest potas (2,6-6,1%), jedynie w profilu pod dojrzałą facją zespołu *Inuletum ensifoliae* (który usytuowany jest przy granicy rezerwatu) przeważa magnez (rys. 26).

Gęstość poziomów próchnicznych badanych rędzin ze stanowiska Podzamcze jest wyrównana (tab. 10). Przebieg krzywej retencji wodnej dla powierzchniowego poziomu rędziny zajętej przez asocjację *Inuletum ensifoliae* (profil nr 13) jest podobny do opisanych ze stanowiska Stawska Góra (rys. 10A). Całkowita pojemność wodna wynosi 63% $cm^3 \cdot cm^{-3}$, natomiast punkt trwałego więdnięcia roślin stwierdzono przy wilgotności 25% (tab. 10). Zasoby wody użytecznej dla roślin nie przekraczają 16% $cm^3 \cdot cm^{-3}$, a w ich obrębie przeważa woda łatwo dostępna. Przewodnictwo wodne w strefie nasyconej wynosi 224 cm $dobę^{-1}$ i zmniejsza się stopniowo wraz ze wzrostem potencjału wody glebowej osiągając dla pF 4,2 wartość $2{,}86 \cdot 10^{-7}$ cm · $dobę^{-1}$. Wraz z głębokością przewodnictwo wodne zarówno w strefie nasyconej jak i nienasycone wzrasta, na co ma wpływ zwiększona zawartość szkieletu. Przewodnictwo wodne w strefie nasycenia powierzchniowego poziomu rędziny porośniętej zaroślami jest nieznacznie niższe niż pod roślinnością murawową, natomiast w zakresie potencjałów od pF 1,5 do 3,7 – wyraźnie wyższe (tab. 10, rys. 10B). Przewodnictwo wodne w punkcie trwałego więdnięcia roślin dla obu wymienionych profili przyjmuje zbliżone wartości.

6.1.4. Kąty koło Zamościa

Kolejny obszar badań znajduje się na granicy gruntów wsi Wychody i Wieprzec (gmina Zamość) i obejmuje południowo-zachodni fragment garbu, a dokładnie jego północne, zachodnie i południowe zbocza, porośnięte roślinnością kserotermiczną. Obiekt ten położony jest wśród pól uprawnych, około 12 km na południowy-zachód od Zamościa, 6 km na południe od Zawady, przy polnej drodze łączącej wieś Kąty z wsią Wychody.

Projekt utworzenia na tym terenie rezerwatu stepowego był zgłoszony w roku 1957 [47] i zakładał objęcie ochroną dwóch płatów zbiorowisk kserotermicznych – fragmentu północnego zbocza wzniesienia oraz płaskiej powierzchni leżącej na wschód od drogi Kąty-Wychody. Niestety drugi fragment został w niedługim czasie zaorany i wzięty pod uprawę. Płat murawy o powierzchni 1,97 ha, położony na zboczu północnym, w roku 1988 uzyskał status powierzchniowego pomnika przyrody [Dz. U. Woj. Zamojskiego, 1988, nr 18, poz. 152]. W roku 2002 do Wojewódzkiego Konserwatora Przyrody wpłynął kolejny projekt utworzenia rezerwatu przyrody „Kąty", obejmującego nie tylko zbocze północne omawianego

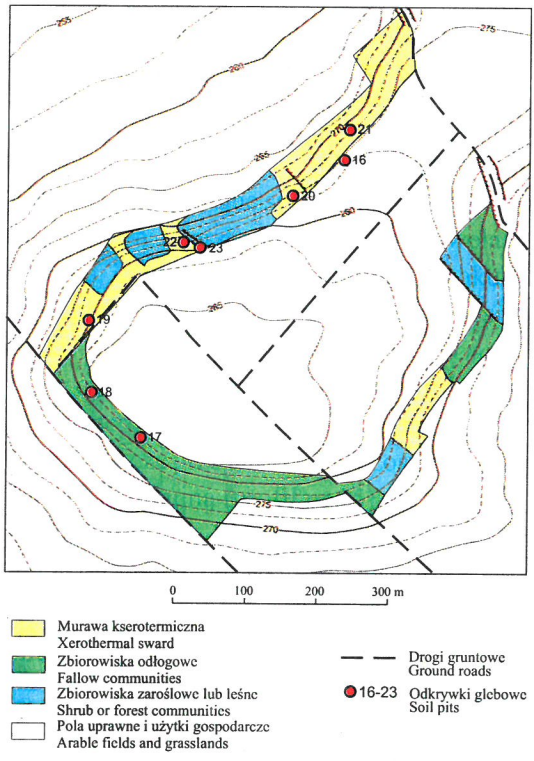
wzniesienia, ale także zachodnie i południowe [132]. Zbocza te, niegdyś użytkowane rolniczo, zostały wyłączone z gospodarowania, a na powstałe ugory wkroczyła roślinność kserotermiczna i aktualny stan tych zbiorowisk pozwala na objęcie ich granicami rezerwatu. Przedmiotem ochrony mają być występujące tutaj rzadkie dla Polski ekosystemy, w skład których wchodzą zbiorowiska kserotermiczne (przede wszystkim zespół *Inuletum ensifoliae*) oraz fauna bezkręgowców. Planowane jest objęcie ochroną rezerwatową 7,34 ha gruntów należących obecnie do różnych właścicieli – większość gruntów należy do osób fizycznych, część stanowi własność wspólnoty gruntów wsi Wieprzec (1,43 ha). Obecnie obszar ten nie jest wykorzystywany gospodarczo i w ciągu ostatnich 5 lat nie podejmowano tutaj wypasu. Zaproponowano nową nazwę dla tego obiektu „Wieprzecka Góra".

Rzeźba: Obszar badań leży w strefie granicznej między Padołem Zamojskim a Roztoczem Środkowym (Tomaszowskim). Obejmuje południowo-zachodni fragment ostańca denudacyjnego z rozległym spłaszczeniem wierzchowinowym na wysokości 255-280 m n.p.m. Tego typu ostańce są charakterystycznym rysem rzeźby Roztocza i stanowią fragment powszechnego na Roztoczu niższego poziomu zrównań [11]. Wzniesienie to ma postać garbu rozciągającego się z południowego-zachodu na północny-wschód, o długości około 3,5 km, szerokości 0,5-1,5 km i wysokości względnej 30-40 metrów, który wyraźnie góruje ponad rozległą, lekko nachyloną powierzchnią zrównania o charakterze pedymentu, zbudowaną ze skał kredowych. Wierzchowina garbu została rozczłonkowana w wyniku procesów erozyjnych, tworząc odosobnione wały i wzgórza. Maksymalna wysokość (287,8 m n.p.m.) występuje w objętej badaniami południowo-zachodniej części wzniesienia, oddzielonej polną drogą łączącą wsie Kąty i Wychody.

Roślinność kserotermiczna porasta górną część zboczy o ekspozycji północnej, zachodniej i południowej, których wysokość względna wynosi około 15 m. Podnóże, dolne części zboczy o mniejszym nachyleniu oraz spłaszczenie wierzchowinowe zajmują grunty orne. Najbardziej strome jest zbocze północne (15-20°). Stoki południowe oraz zachodnie mają przeważnie nachylenie 10-15° i w niedalekiej przeszłości były one uprawiane – wskazują na to wyraźne ślady orki, jak również skład florystyczny zbiorowisk roślinnych, stanowiący mieszaninę chwastów polnych oraz gatunków charakterystycznych dla zespołów kserotermicznych.

Budowa geologiczna: W obrębie Padołu Zamojskiego na południe od Zamościa skały kredowe odsłaniają się na powierzchni terenu; ich miąższość wynosi około 450 m [15]. Stropową warstwę budują osady mastrychtu górnego, które w większości wykształcone są w postaci jasnoszarych miękkich margli z wkładkami opok, na których rozwinęły się niecki i równiny denudacyjne. Jedynie kulminacje wzniesień zbudowane są z twardych opok z przewarstwieniami opok marglistych i margli – między innymi opisywane wzgórze z murawą kserotermiczną.

Usytuowanie profili glebowych: na stanowisku w Kątach wykonano osiem odkrywek glebowych (rys. 12), w obrębie płatów roślinności reprezentujących wszystkie stadia sukcesji roślinności kserotermicznej, charakterystycznej dla rędzin. Profil nr 16 usytuowany jest na granicy murawy i pola, profile 17 i 18 reprezentują zbiorowisko odłogowe o podobnym składzie florystycznym, ale o różnym stopniu pokrycia przez poszczególne gatunki. Pierwszy z nich znajduje się w miejscu zgrupowania kilkuletnich krzewów tarniny i jałowca (sukcesja prawdopodobnie będzie przebiegać w kierunku zarośli), drugi – w miejscu występowania pojedynczych kęp omanu wąskolistnego (co sugeruje przekształcenie w asocjację *Inuletum ensifoliae*). Profil nr 19 reprezentuje zespół *Inuletum ensifoliae* – fację młoda, a profil nr 20 – fację dojrzałą. Odkrywkę glebową nr 21 wykonano w miejscu objętym ochroną pomnikową. Obecnie ten płat roślinności (opisywany w dokumentacji Urzędu Wojewódzkiego w Zamościu z roku 1989 jako *Inuletum ensifoliae*) jest zbiorowiskiem trudnym do sklasyfikowania, gdyż brak w nim wyraźnego dominanta – w pracy określono go jako fitocenozę pośrednią pomiędzy *Inuletum ensifoliae* a *Brachypodio-Teucrietum*. Profil nr 22 reprezentuje asocjację *Brachypodio-Teucrietum*, a profil nr 23 – zespół zaroślowy z dominującą wisienką stepową.



Rys. 12. Rozmieszczenie profili glebowych na stanowisku Kąty
Fig. 12. Location of the investigated soil pits in the Kąty site

Zróżnicowanie litologiczne skały macierzystej profili rędzin objętych badaniami przedstawia tabela 15. Zdjęcia i opisy profili nr 17, 21 i 23 zamieszczono w Załącznikach.

Warunki klimatyczne: Najbliżej stanowiska w Kątach położona jest stacja klimatyczna w Zamościu – charakterystyka klimatu opiera się na danych z tej stacji za okres 1951-1990 [71]. Średnie roczne wartości dla Zamościa wynoszą: temperatura 7,3°C, opady atmosferyczne 590 mm. Średnie wartości temperatury i opadów atmosferycznych dla ciepłego okresu roku (IV-X) to 13,1°C i 420 mm. Sąsiedztwo Roztocza wpływa na warunki klimatyczne okolic planowanego rezerwatu. Obserwuje się tutaj stosunkowo wysokie wartości rocznych sum opadów atmosferycznych i wyraźnie niższą niż średnia dla Lubelszczyzny średnią temperatura powietrza w okresie letnim.

Na obszarze badanego stanowiska ze względu na urozmaiconą rzeźbę terenu występuje duże zróżnicowanie klimatu lokalnego. W oparciu o roczne wartości nasłonecznienia względnego obliczone z zależności od nachylenia i ekspozycji zboczy [92,122] wyróżniono tutaj trzy typy topoklimatów:

Typ 1 – o promieniowaniu zbliżonym do otrzymywanego przez powierzchnię poziomą – występuje na płaskiej wierzchowinie oraz w obrębie zbocza o ekspozycji N i NW, obejmuje siedliska zajęte przez zbiorowiska reprezentujące różne stadia sukcesji zespołu *Inuletum ensifoliae*;

Typ 2 – o nieznacznie zwiększonym dopływie promieniowania – zajmuje W i SW stoki, tutaj zespół *Inuletum ensifoliae* jest najlepiej rozwinięty;

Typ 3 – o zwiększonym dopływie promieniowania – należy tu najbardziej stroma część zboczy o wystawie południowo-zachodniej, która w niedalekiej przeszłości była uprawiana.

Większość profili objętych badaniami należy do topoklimatu Typu 1 i 2 (tab.15).

Stosunki wodne: Badany obszar położony jest w dorzeczu rzeki Wieprz, w strefie wododziałowej Wieprza i jego prawego dopływu Łabuńki. Teren ten znajduje się wyłącznie pod wpływem wód opadowych. Wody gruntowe ze względu na dużą przepuszczalność spękanych skał wapiennych występują bardzo głęboko.

Szata roślinna: Pierwsze szczegółowe opracowanie występujących tutaj rzadkich gatunków roślin oraz charakterystykę fitosocjologiczną murawy kserotermicznej odnaleźć można w pracy Izdebskiego i Fijałkowskiego [62]. Opis przyrodniczy stanowiska „Kąty" znajduje się także w dokumentacji sporządzonej w roku 1988 na zlecenie Urzędu Wojewódzkiego w Zamościu, uzasadniającej objęcie tego obszaru ochroną. Autorzy najnowszego projektu rezerwatu [132] opisali z tego terenu aż siedem gatunków roślin naczyniowych wpisanych do „Polskiej Czerwonej Księgi

Tabela 15. Zróżnicowanie litologiczne oraz topoklimatyczne poszczególnych profili ze stanowiska Kąty
Table 15. Topoclimatic and parent rock diversification of the soil profiles distinguished in the Kąty site

Nr profilu Profile No.	Zbiorowisko roślinne Plant community	Skała macierzysta Parent rock	Ekspozycja Exposure	Nachylenie zboczy Inclination of slope	% nasłonecznienia Insolation (równina/ plant = 100%) [122]	Typ topoklimatu Type of topoclimate
16	Pole – Arable field	Opoka (mastrycht) Siliceous chalk (Maastrichtian)	NW	5°	101,2	1
17	Zbiorowisko odłogowe Fallow community	Margle (mastrycht) Marl (Maastrichtian)	SW	15°	117,6	3
18	Zbiorowisko odłogowe Fallow community	Margle z przewarstwieniem opoki (mastrycht) Marl with siliceous chalk interbedding (Maastrichtian)	WSW	15°	113,9	2
19	Ass. *Inuletum ensifoliae*	Opoka (mastrycht) siliceous chalk (Maastrichtian)	W	15°	109,6	2
20	Ass. *Inuletum ensifoliae*	Margle z przewarstwieniem opoki (mastrycht) Marl with siliceous chalk interbedding (Maastrichtian)	NW	17°	101	1
21	Zbiorowisko pośrednie Intermediate community *In/B-T*	Margle (mastrycht) Marl (Maastrichtian)	NW	15°	101,4	1
22	Ass. *Brachypodio-Teucrietum*	Margle z przewarstwieniem opoki (mastrycht) Marl with siliceous chalk interbedding (Maastrichtian)	NW	17°	101	1
23	Ass. *Prunetum fruticosae*	Opoka (mastrycht) Siliceous chalk (Maastrichtian)	NW	10°	101,7	1

Roślin", 17 gatunków objętych ochroną ścisłą i 5 gatunków – będących pod ochroną częściową oraz bardzo rzadki, ściśle chroniony gatunek grzyba – smardz jadalny. Również walory faunistyczne tego obszaru ocenione zostały bardzo wysokie, szczególnie jeśli chodzi o grupę owadów.

Obecnie najbardziej rozpowszechnionym zbiorowiskiem na tym terenie jest zespół *Inuletum ensifoliae* – w najbardziej typowej formie występuje on na zboczu zachodnim. Fragment, który jest obecnie pod ochroną, reprezentuje zdegradowaną formę wyżej wymienionego zespołu – występuje tu większość gatunków charakterystycznych dla *Inuletum ensifoliae*, lecz duży udział traw nie pozwala jednoznacznie zakwalifikować go pod względem fitosocjologicznym. W niezbyt głębokich jarach i nieckach denudacyjnych występujących w obrębie zboczy, a związanych z działalnością wód okresowych, rozwinęły się zwarte płaty zarośli i drzew. W zbiorowiskach murawowych udział krzewów jest jednak niewielki. Zbocza południowe i południowo-zachodnie porastają inicjalne zbiorowiska murawowe, które stanowią stadium sukcesji roślinności kserotermicznej na odłogach.

Charakterystyka fitosocjologiczna: Analiza zdjęć fitosocjologicznych wykonanych na stanowisku w Kątach wykazała, że największym bogactwem gatunkowym wyróżnia się zespół *Inuletum ensifoliae*, ale asocjacją o największym procentowym udziale gatunków kserotermicznych (z klasy *Festuco-Brometea*) jest murawa *Brachypodio-Teucrietum* (tab. 16). Płat roślinności objęty ochroną został opisany w pracy jako zbiorowisko pośrednie pomiędzy *Inuletum ensifoliae* a *Brachypodio-Teucrietum*, choć trudno jest przewidzieć, kierunek jego sukcesji (obecnie wyróżnia się on dużym udziałem gatunków łąkowych z klasy *Molinio-Arrhenatheretea*, a kłosownica pierzasta występuje jedynie w postaci pojedynczych kęp). Opisywany z tego stanowiska zespół wisienki stepowej powstał bezpośrednio w wyniku zarastania *Inuletum ensifoliae*.

Gleby: Na omawianym wzniesieniu oraz w jego sąsiedztwie występują rędziny węglanowe wykształcone ze skał wieku kredowego o uziarnieniu glin ciężkich i iłu. Według Mapy Glebowo-Rolniczej, 1:5 000, Ark. Wieprzec-Wychody, na wierzchowinie zalegają rędziny brunatne mieszane, średnio głębokie, o miąższości poziomu próchnicznego 25-50 cm; na zboczach – czyste rędziny należące do podtypu rędzin właściwych lub słabo wykształconych, których miąższość nie przekracza 25 cm; a u podnóża, na otaczających polach występują rędziny czarnoziemne, średnio głębokie, czyste.

Badania terenowe wykazały, że w obrębie zboczy oprócz rędzin właściwych, spotyka się również rędziny czarnoziemne – wiąże się to z budową litologiczną podłoża. W miejscach, gdzie miękkie margle kredowe występują bezpośrednio na

Tabela 16. Liczba gatunków z różnych klas fitosocjologicznych oraz ich procentowy udział w opisanych zbiorowiskach roślinnych na stanowisku Kąty
Table 16. Quantity of species belonging to different phytosociological classes and their percentage share in the described plant communities of the Kąty site

Klasa zbiorowiska Class of community	Zbiorowiska odłogowe Fallow communities		Ass. *Inuletum ensifoliae*		Zbiorowisko pośrednie *In/B-T* Intermediate community *In/B-T*		Ass. *Brachypodio-Teucrietum*		Zbiorowisko zaroślowe Shrub community	
	Liczba gat. No. of species	%	Liczba gat. No. of species	%	Liczba gat. No. of species	%	Liczba gat. No. of species	%	Liczba gat. No. of species	%
Cl. *Festuco-Brometea*	12	37	19	31	18	31	17	39	14	30
Cl. *Rhamno-Prunetea*	0	0	3	5	2	3	2	5	4	8
Cl. *Trifolio-Geranietea sanguinei*	5	15	9	14	8	14	7	16	10	21
Cl. *Molinio-Arrhenatheretea*	6	18	11	18	14	24	5	12	7	15
Towarzyszące Accompanying	10	30	19	32	15	28	11	28	12	26
Ogółem – Total	33		61		57		43		47	

powierzchni, poziom próchniczny rędzin ma większą miąższość niż w podobnych warunkach ukształtowania powierzchni, lecz gdy skałę macierzystą gleb stanowi opoka.

Profile ze zboczy, bez względu na typ porastającej je roślinności, charakteryzują się wyrównaną miąższością poziomu próchnicznego (25-30 cm) i wykazują charakter rędzin czystych. Profil na wierzchowinie (nr 16) oraz profile usytuowane przy jej krawędzi (nr 17 i 20) są głębsze i wyróżniają się nieco odmiennym składem granulometrycznym (większą zawartością piasku), co świadczy o ich mieszanym charakterze.

W wierzchniej warstwie badanych rędzin udział części szkieletowych jest niewielki (maksymalnie sięga do 16% w zbiorowisku zaroślowym) i składa się z drobnych fragmentów opok. Natomiast w poziomie skały macierzystej Cca zawartość okruchów skalnych przekracza 60% – występują tu zarówno duże, płytowo spękane opoki, miękki żwir marglisty, jak i spójna ilasta zwietrzelina margli. Zaobserwowano, że *Inula ensifolia* zasiedla rędziny wykształcone na litej skale lub na zwietrzelinie

z dużą ilością twardych okruchów opoki, natomiast zbiorowiska w których dominują trawy zajmują gleby z ilastą, spójną zwietrzeliną margli w podłożu.

W częściach ziemistych dominuje frakcja części spławialnych, z dużym udziałem cząstek koloidalnych oraz pyłu (tab. 17, rys. 14). Uziarnienie ma charakter iłu pylastego, jedynie profile położone na wierzchowinie i bezpośrednio przy jej krawędzi – gliny ciężkiej pylastej lub gliny średniej pylastej. Rędziny użytkowane rolniczo oraz zajęte przez fitocenozy odłogowe charakteryzują się niższą zawartością pyłu od gleb zajętych przez dobrze wykształcone zbiorowiska kserotermiczne. Poziomy próchniczne rędzin mają strukturę foremnowielościenną trwałą lub foremnowielościenną średniotrwałą (rędziny użytkowane rolniczo).

Rędziny ze stanowiska w Kątach charakteryzują się duża zawartością węglanów od powierzchni (35-60%), która wzrasta wraz z głębokością (tab. 18). Wraz z sukcesją roślinności kserotermicznej obserwuje się spadek zawartości węglanów burzących (rys. 17). Udział węglanów aktywnych w całkowitej zawartości węglanów burzących jest mało zróżnicowany (21-23% w poziomie A), nieznacznie wyższy w profilach, które wykształciły się na ilastej zwietrzelinie margli. W głąb profilu maleje. Poziomy próchniczne badanych rędzin mają odczyn obojętny, a w poziomach skały macierzystej słaboalkaliczny.

Zawartość węgla organicznego oraz azotu w badanych glebach wyraźnie wzrasta wraz ze zmianami roślinności – najniższe wartości występują w wierzchnich poziomach rędzin z wkraczający lub słabo wykształconym zespołem *Inuletum ensifoliae* (profil 17 i 19), wartości najwyższe – pod zbiorowiskiem zaroślowym (tab. 18, rys. 20). Wyższą zawartość związków organicznych stwierdzono również pod zbiorowiskiem odłogowym ewoluującym w kierunku zarośli niż zajętym przez *Inuletum ensifoliae* w fazie inicjalnej. Stosunek węgla do azotu w profilach z dobrze wykształconymi zbiorowiskami kserotermicznymi waha się w granicach od 11 do 13, najwyższy jest w glebach odłogowanych. Zawartość C-organicznego oraz azotu stopniowo zmniejsza się w głąb profilu.

Według Oceny zawartości P_2O_5 i K_2O (obowiązującej w laboratoriach Stacji Chemiczno-Rolniczych Polski) badane gleby charakteryzują się niską zawartością przyswajalnego fosforu (z wyjątkiem gleby ornej) i bardzo zróżnicowaną zasobnością w przyswajalny potas: od niskiej w zespole *Inuletum ensifoliae* facja dojrzała; w większości przypadkach – średnią, a pod zbiorowiskiem zaroślowym oraz pod zbiorowiskiem z dużym udziałem gatunków łąkowych (profil nr 23 i 21) – bardzo wysoką. Zawartość przyswajalnego fosforu nieznacznie tylko maleje w głąb profilu, podczas gdy zasobność w przyswajany potas zmniejsza się bardzo gwałtownie i na głębokości około 25 centymetrów przyjmuje zbliżone wartości.

Podobnie jak w rezerwacie Stawska Góra i rezerwacie Podzamcze, zaobserwowano, że zespół *Inuletum ensifoliae* występuje na siedliskach o niskiej i średniej zawartości tych makroskładników, a zbiorowiska wykształcone w jego kolejnych etapach sukcesji zasiedlają stanowiska bardziej zasobne (tab. 18, rys. 23).

Ze względu na charakter skały macierzystej kompleks sorpcyjny badanych rędzin jest w przeważający stopniu wysycony zasadami (96,9-97,9%), z czego 90-96% stanowią kationy wapnia, których udział wzrasta wraz z głębokością. Pojemność sorpcyjna powierzchniowych poziomów wszystkich badanych profili jest wyrównana i nieznacznie się różni od pojemności poziomów głębszych (tab. 17, rys. 26). Drugim z kolei kationem w kompleksie sorpcyjnym jest potas (1,32-5,6%), którego udział jest prawie dwukrotnie większy niż magnezu (1,15-1,99%). Zaobserwowano, że wraz z sukcesją roślinności kserotermicznej zwiększa się kwasowość hydrolityczna oraz procentowy udział kationów potasu i sodu w kompleksie sorpcyjnym górnych poziomów badanych gleb, kosztem kationu wapnia.

Gęstość poziomów próchnicznych badanych rędzin waha się w granicach 1,1-1,3 $g \cdot cm^{-3}$ i nieznacznie wzrasta w głąb profilów. Wraz z sukcesją roślinności kserotermicznej zaobserwowano spadek zagęszczenia.

Wilgotność gleby w obrębie poszczególnych wartości potencjałów wody glebowej jest dość wyrównana, zarówno powierzchniowo, jak i w obrębie profili - różnice nie przekraczają 10%. Przebieg krzywej retencji wodnej dla poziomów akumulacyjnych większości badanych rędzin jest podobny do opisanego ze stanowiska Stawska Góra: przy potencjałach pF 0-1,85 występuje bardzo gwałtowny spadek wilgotności (o około 20% $cm^3 \cdot cm^{-3}$), natomiast w całym zakresie wody użytecznej dla roślin wzrost potencjału glebowego pociąga za sobą niewielkie zmniejszenie retencji, bardziej wyraźne jest ono przy dużych siłach wiązania wody rys. 13A). Nieco inny przebieg mają jedynie krzywe retencji dla profilu nr 20 i 23, które charakteryzują się najlżejszym składem granulometrycznym – obserwuje się tutaj jednostajny spadek wilgotności wraz ze wzrostem potencjału wody glebowej.

Najwyższe wartości całkowitej pojemności wodnej (61% $cm^3 \cdot cm^{-3}$), jak również najwyższą zawartość porów dużych i wysokie przewodnictwo wodne w zakresie wody grawitacyjnej, zaobserwowano w powierzchniowym poziomie rędziny zajętej przez fitocenozę zaroślową, wartości najniższe – w profilu 20, na którym występuje zespół *Inuletum ensifoliae*, facja dojrzała (tab. 19). Całkowite zahamowanie wzrostu roślin (punkt trwałego więdnięcia) stwierdzono przy wilgotności gleby w jednostce objętości w granicach 23-30% $cm^3 \cdot cm^{-3}$.

Tabela 17. Skład granulometryczny i właściwości sorpcyjne badanych gleb ze stanowiska Kąty
Table 17. Granulometric composition and sorptive properties of the soils investigated in the Kąty site

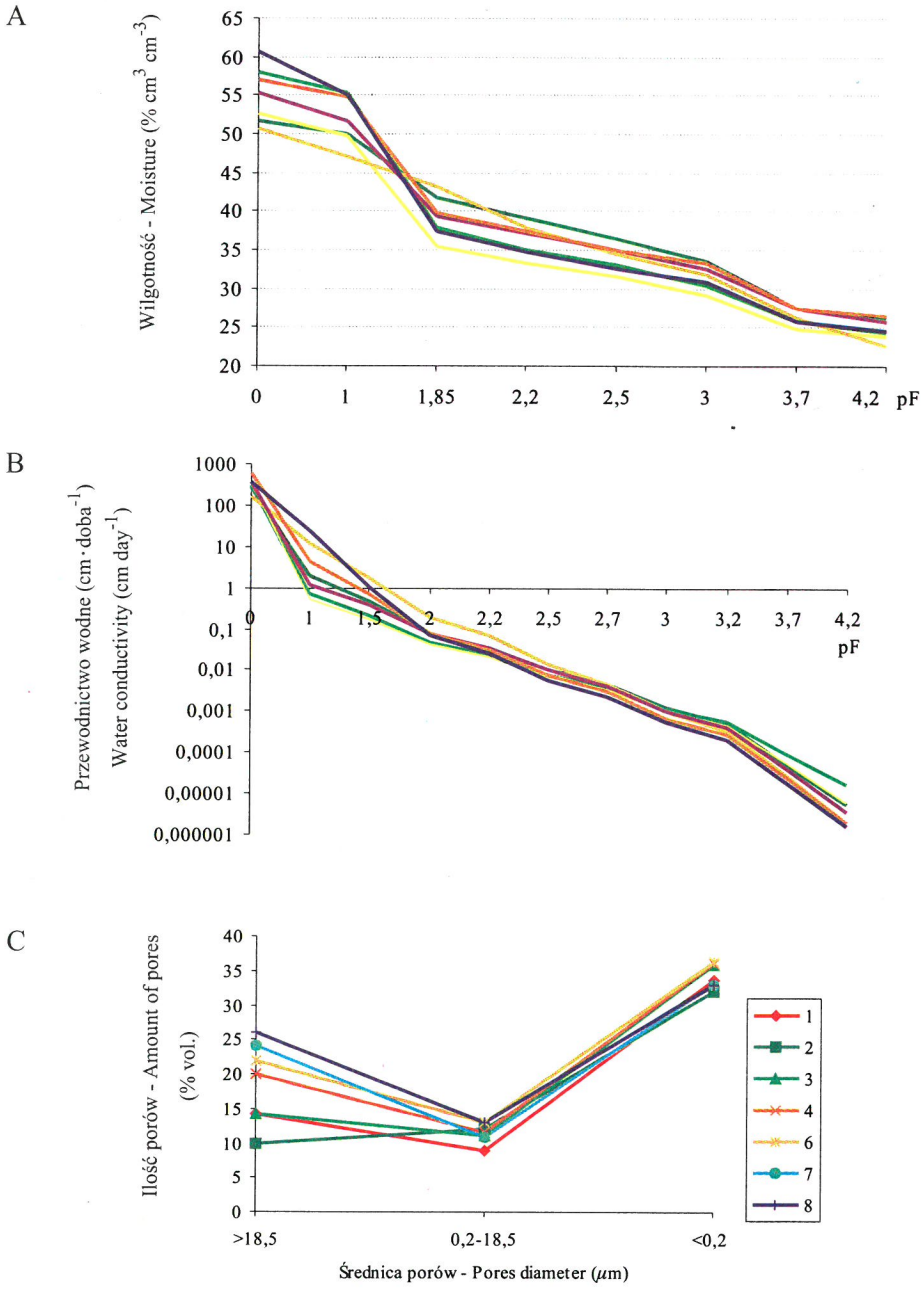
Typ zbiorowiska Type of community	Zbiorowisko roślinne Plant community	Nr profilu Profile No.	Poziom Horizon	Głębokość Depth (cm)	Szkielet Skeleton >1 mm	Uziarnienie Grain size distribution (mm)				Właściwości sorpcyjne Sorptive properties							
						1-0,1	0,1-0,02	<0,02	<0,002	H_h	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^{+}	K^{+}	S	T	V
						(%)				(cmol(+)·kg^{-1})							(%)
Pole Arable field	Przy granicy pola i murawy	16	**A1ca(p)**	8-15	6	19	28	53	29	0,54	20,46	0,40	0,03	0,85	21,74	22,28	97,6
	Near arable field-sward boundary		**A2ca**	27-37	10	20	27	53	29	0,56	21,14	0,21	0,04	0,47	21,86	22,42	97,5
Zbiorowiska odłogowe Fallow communities	Brak wyraźnego dominanta - facja z zaroślami	17	**A1ca**	5-15	7	8	36	56	29	0,64	22,60	0,35	0,03	0,67	23,7	24,3	97,4
			A2ca	18-28	11	4	35	61	32	0,47	21,56	0,23	0,04	0,24	22,1	22,6	97,9
	Luck of dominant species - stage with shrub		**Cca**	35-40	70	1	34	65	35	0,52	24,07	0,15	0,07	0,16	24,5	25,0	97,9
	Brak dominanta - facja z *Inula ensifolia*	18	**Aca**	5-15	5	4	33	63	31	0,60	20,53	0,34	0,03	0,52	21,4	22,0	97,3
			ACca	20-28	38	3	33	64	35	0,49	21,46	0,21	0,06	0,24	22,0	22,5	97,8
	Luck of dominant species - stage with *Inula ensifolia*																
Murawa kserotermiczna Xerothermal sward	Ass. *Inuletum ensifoliae*	19	**Aca**	13-23	10	9	37	54	27	0,54	21,81	0,33	0,04	0,46	22,6	23,2	97,7
	facja młoda - Initial stage		**Cca**	28-35	75	5	38	57	28	0,52	19,13	0,27	0,05	0,29	19,8	20,3	97,4
	Ass. *Inuletum ensifoliae*	20	**A1ca**	5-10	8	14	40	46	22	0,64	21,46	0,26	0,03	0,30	22,1	22,7	97,2
	facja dojrzała		**A2ca**	16-22	15	13	40	47	25	0,56	21,27	0,32	0,03	0,24	21,9	22,4	97,5
	Proper stage		**ACca**	28-34	46	10	34	56	27	0,64	21,80	0,16	0,04	0,20	22,2	22,8	97,2
			Cca	40-45	25	2	25	73	39	0,58	21,05	0,12	0,04	0,17	21,4	22,0	97,4
	Zbiorowisko pośrednie *In/B-T*	21	**A1ca**	5-10	5	7	35	58	29	0,67	21,54	0,48	0,05	1,35	23,4	24,1	97,2
	Intermediate communities *In/B-T*		**A2ca**	22-30	8	8	37	55	29	0,56	22,60	0,39	0,05	0,64	23,7	24,2	97,7
	Ass. *Brachypodio-Teucrietum*	22	**Aca**	5-10	10	7	36	57	26	0,67	20,80	0,35	0,04	0,58	21,8	22,5	97,0
			C1ca	20-30	35	3	32	65	35	0,49	22,34	0,20	0,05	0,19	22,8	23,3	97,9
			C2ca	37-47	65	3	37	60	32	0,45	19,21	0,14	0,07	0,13	19,6	20,0	97,7
Zarośla Shrub	Ass. *Prunetum fruticosae*	23	**A1ca**	5-10	16	13	41	46	20	0,79	21,66	0,44	0,04	0,91	23,1	23,8	96,7
			A2ca	15-25	40	10	37	53	25	0,69	19,92	0,34	0,05	0,54	21,4	22,0	96,9

Tabela 18. Wybrane właściwości chemiczne badanych gleb ze stanowiska Kąty
Table 18. Selected chemical properties of soils investigated in the Kąty site

Typ zbiorowiska Type of community	Zbiorowisko roślinne Plant community	Nr profilu Profile No.	Poziom Horizon	Głębokość Depth (cm)	pH		$CaCO_3$ (Wb)	$CaCO_3$ active (Wa)	Wa:Wb ·100%	C-org	N	C:N	P_2O_5	K_2O
					H_2O	KCl	(%)						(mg · (100 g)$^{-1}$)	
Pole Arable field	Przy granicy pola i murawy	16	**A1ca(p)**	8-15	7,30	7,00	47,52			1,95	0,21	9,29	14,29	48,08
	Near border arable field-sward		**A2ca**	27-37	7,40	7,02	47,10			1,74	0,19	9,16	10,76	34,27
Zbiorowiska odłogowe Fallow communities	Brak wyraźnego dominanta - facja z zaroślami	17	**A1ca**	5-15	7,37	6,99	43,90	9,72	22,1	2,42	0,16	15,13	6,59	26,79
			A2ca	18-28	7,59	7,08	58,70	12,50	21,3	1,36	0,08	17,00	7,05	11,09
	Luck of dominant species - stage with shrub		**Cca**	35-40	7,76	7,20	71,20	13,35	18,8	0,48	0,04	12,00	6,61	9,18
	Brak dominanta - facja z *Inula ensifolia*	18	**Aca**	5-15	7,43	7,07	59,80	12,57	21,0	1,62	0,10	16,20	7,68	20,56
	Luck of dominant species - stage with *Inula ensifolia*		**ACca**	20-28	7,56	7,11	66,90	13,37	20,0	0,96	0,06	16,00	7,04	10,82
Murawa kserotermiczna Xerothermal sward	Ass. *Inuletum ensifoliae*	19	**Aca**	13-23	7,44	7,16	47,50	10,80	22,7	1,30	0,11	11,82	7,79	20,11
	facja młoda - Initial stage		**Cca**	28-35	7,46	7,16	62,00	12,55	20,2	0,93	0,07	13,29	7,54	12,16
	Ass. *Inuletum ensifoliae*	20	**A1ca**	5-10	7,22	7,00	35,40	8,10	22,9	2,18	0,16	13,63	6,20	13,07
	facja dojrzała		**A2ca**	16-22	7,29	7,02	36,30	8,58	23,6	1,79	0,15	11,93	6,93	11,38
	Proper stage		**ACca**	28-34	7,50	7,11	52,80	12,40	23,5	1,20	0,08	15,00	7,80	9,00
			Cca	40-45	7,76	7,21	73,90	14,09	19,1	0,41	0,04	10,25	7,04	11,16
	Zbiorowisko pośrednie *In/B-T*	21	**A1ca**	5-10	7,42	7,09	47,47	11,06	23,3	2,10	0,19	11,05	8,65	50,68
	Intermediate community *In/B-T*		**A2ca**	22-30	7,62	7,13	50,00	11,33	22,7	1,19	0,10	11,90	8,03	26,36
	Ass. *Brachypodio-Teucrietum*	22	**Aca**	5-10	7,38	7,02	47,90	11,11	23,2	2,38	0,18	13,22	7,32	23,59
			C1ca	20-30	7,86	7,18	70,60	12,97	18,4	0,44	0,04	11,00	8,02	9,31
			C2ca	37-47	7,97	7,22	74,50	12,90	17,3	0,33			7,42	8,57
Zarośla Shrub	Ass. *Prunetum fruticosae*	23	**A1ca**	5-10	7,24	7,02	36,84	7,89	21,4	3,09	0,27	11,44	7,85	35,70
			A2ca	15-25	7,35	7,06	41,87	9,94	23,7	1,91	0,17	11,24	7,43	21,44

Tabela 19. Retencja i przewodnictwo wodne rędzin ze stanowiska Kąty
Table 19. Retention and water conductivity of rendzinas investigated in the Kąty site

Typ zbiorowiska Type of community	Nr profilu Profile No.	Poziom Horizon	Gęstość Bulk density	Wilgotność Moisture								Przewodnictwo wodne Water conductivity							
				pF 0	pF 1	pF 1,85	pF 2,2	pF 2,5	pF 3	pF 3,7	pF 4,2	pF 0	pF 1	pF 1,85	pF 2,2	pF 2,5	pF 3	pF 3,7	pF 4,2
			($g \cdot cm^{-3}$)	($\% \ cm^3 \cdot cm^{-3}$)								($cm \cdot doba^{-1}$) ($cm \ day^{-1}$)							
																		$\cdot 10^{-5}$	$\cdot 10^{-6}$
Odłóg Fallow	17	**A1ca**	1,3	51,7	50,0	41,8	39,0	36,4	33,6	27,4	26,2	269	1,92	0,27	0,037	0,011	0,0012	5	5
		A2ca	1,3	49,9	48,0	40,3	38,0	35,6	33,4	28,8	27,9	151	0,65	0,08	0,010	0,003	0,0003	1	2
	18	**Aca**	1,1	58,1	55,3	37,8	35,1	33,0	30,5	25,7	24,4	312	0,73	0,13	0,023	0,008	0,0012	9	16
		ACca	1,1	57,7	56,1	40,5	38,1	35,7	33,4	27,8	26,8	632	1,51	0,15	0,013	0,003	0,0003	1	1
Murawa kserotermiczna Xerothermal sward	19	**Aca**	1,2	52,7	49,8	35,6	33,4	31,5	29,2	24,9	23,8	366	0;53	0,11	0,021	0,007	0,0011	6	6
	20	**A1ca**	1,3	50,7	47,0	43,2	37,9	34,6	31,9	26,4	22,7	169	12,00	1,02	0,069	0,014	0,0010	3	2
		A2ca	1,3	49,4	45,5	40,9	35,7	33,2	29,5	25,9	23,3	153	3,58	0,48	0,045	0,011	0,0008	2	2
	21	**A1ca**	1,2	55,4	51,6	39,3	37,2	35,1	32,5	27,6	25,8	379	1,23	0,24	0,036	0,010	0,0011	4	4
		A2ca	1,4	44,4	42,6	37,9	36,2	34,6	33,1	28,8	27,5	258	0,87	0,16	0,025	0,007	0,0008	3	4
	22	**Aca**	1,1	57,1	54,8	39,8	37,3	35,1	33,2	27,5	26,5	597	4,32	0,38	0,032	0,008	0,0007	2	2
		C1ca	1,2	52,6	50,4	42,2	40,6	38,9	37,4	32,3	30,7	332	0,92	0,34	0,171	0,113	0,0567	2178	11007
Zarośla Shrub	23	**Aca**	1,0	60,7	55,2	37,5	34,7	32,6	31,0	25,7	24,6	361	24,10	0,59	0,025	0,006	0,0005	2	2



Rys. 13. Właściwości hydrofizyczne powierzchniowych poziomów profili ze stanowiska Kąty
Fig. 13. Hydrophysical properties in surface horizon of the soils investigated in the Kąty site

Ilość makroporów w badanych profilach z Kąt jest bardzo zróżnicowana (waha się od 13 do 26% $cm^3 \cdot cm^{-3}$), natomiast różnice w ilości mikroporów nie przekraczają 5% (23-27% $cm^3 \cdot cm^{-3}$). Najmniejszy udział w jednostce objętości zajmują mezopory, utrzymujące wodę użyteczną dla roślin – ich zawartość waha się od 10 do 15% $cm^3 \cdot cm^{-3}$ (rys. 13C). W rędzinach o lżejszym składzie granulometrycznym (profil 20 i 17) wyraźnie wzrasta udział mezoporów, kosztem makroporów.

Na stanowisku w Kątach nie stwierdzono jednoznacznej zależności pomiędzy wielkością retencji wody użytecznej dla roślin w powierzchniowych poziomach rędzin a zmiennością pokrywy roślinnej. Jednak, podobnie jak na stanowisku na Stawskiej Górze, rędziny zajęte przez dojrzałą fację zespołu *Inuletum ensifoliae*, wyróżniają się największymi zdolnościami gromadzenia wody użytecznej dla roślin, a w jej obrębie wody łatwo dostępnej, która jedynie w tym przypadku przewyższa zasoby wody trudno dostępnej (rys. 30, 32).

Wartości współczynnika przewodnictwa wodnego rędzin ze stanowiska Kąty we wszystkich analizowanych próbach są zbliżone, zmniejszają się stopniowo wraz ze wzrostem potencjału wody glebowej (tab. 19, rys. 19B). Największe zróżnicowanie obserwuje się w zakresie wody grawitacyjnej. Poziomy podpowierzchniowe charakteryzują się niewielkim spadkiem współczynnika przepuszczalności.

6.2. Analiza fitosocjologiczna wyróżnionych typów i zespołów roślinnych

Na podstawie wykonanych zdjęć fitosocjologicznych dokonano analizy florystycznej i opisano fizjonomię, strukturę oraz scharakteryzowano pod względem fitosocjologicznym wyróżnione zbiorowiska roślinne. Pogrupowano je w trzy podstawowe typy, które są kolejnymi etapami łańcucha sukcesyjnego roślinności porastającej rędziny kredowe (Załącznik – tab. V):

I Zbiorowiska odłogowe z wkraczającą murawą kserotermiczną.

II Typowa murawa kserotermiczna z klasy *Festuco-Brometea*
- zespół omanu wąskolistnego *Inuletum ensifoliae*
- zespół kłosownicy pierzastej i ożanki właściwej *Brachypodio-Teucrietum*.

III Zbiorowiska zaroślowe z klasy *Rhamno-Prunetea*, będące etapem sukcesji murawy kserotermicznej w kierunku klimaksowych zespołów leśnych
- zbiorowiska zaroślowe, w runie których dominują gatunki charakterystyczne dla zespołu *Inuletum ensifoliae*
- zbiorowiska zaroślowe, w runie których dominują gatunki charakterystyczne dla zespołu *Brachypodio-Teucrietum*.

Przynależność systematyczna wyróżnionych zbiorowisk jest następująca [88]:

I – Opisane trzy fitocenozy odłogowe, stanowiące stadia inicjalne murawy kserotermicznej, trudno jest jednoznacznie zaklasyfikować, gdyż cechuje je wymieszanie gatunków z różnych grup syntaksonomicznych. Zbiorowiska opisane w płacie nr 2 i 3 charakteryzują się zdecydowaną dominacją ilościową jednego gatunku (zbiorowisko *Arrhenatherum elatius* i zbiorowisko *Picris hieracioides*). Natomiast zdjęcie nr 18 opisuje płat murawy kserotermicznej bez wyraźnego dominanta.

II – Klasa: *Festuco-Brometea* Br.-Bl. et R.Tx. 1943
Rząd: *Festucetalia valesiacae* Br.-Bl. et R.Tx. 1943
Związek: *Cirsio-Brachypodion pinnati* Hadač st Klika 1944 em. Krausch 1961
Zespół: *Inuletum ensifoliae* Kozł. 1925
Brachypodio-Teucrietum Fijałk. 1964*

Płat murawy kserotermicznej ze stanowiska w Kątach (zdjęcie nr 21), również nie daje się zdefiniować fitosocjologicznie, gdyż w jego składzie brak jest wyraźnie dominujących gatunków – w niniejszej pracy zostało potraktowane jako zbiorowisko pośrednie pomiędzy zespołem *Inuletum ensifoliae* a *Brachypodio- Teucrietum*.

III – Klasa: *Rhamno-Prunetea* Rivas Goday et Garb. 1961.
Rząd: *Prunetalia spinosae* R.Tx. 1952
Związek: *Berberidion* Br.-Bl. et R.Tx. (1947)
Zespół: *Rhamno-Cornetum sanguinei* (Kais.1930) Pass. (1957) 1962
zbiorowisko *Berberis vulgaris*
zbiorowisko *Prunus spinosa*
zbiorowisko *Cornus sanguinea*
Związek: *Prunion fruticocae* R.Tx. (1947) 1950
Zespół: *Prunetum fruticosae* Dziubałtowski 1925*.

---

*Zespół opisany przez Fijałkowskiego [41] i nie uwzględniony w systematyce fitosocjologicznej Matuszkiewicza [88].

Poniżej opisano pod względem fitosocjologicznym badane zespoły i zbiorowiska roślinne:

Zbiorowiska odłogowe z wkraczającymi gatunkami kserotermicznymi (zdjęcia nr 2, 3, 18)

Fitocenozy te posiadają różny skład florystyczny i reprezentują różne stadia zarastania odłogów przez gatunki kserotermiczne – uzależnione to jest od długości okresu odłogowania. Zdjęcie nr 2 wykonano w obrębie zbiorowiska *Arrhenatherum eletius*, pojawiającego się jako jedno z pierwszych po zaniechaniu uprawy. Zdjęcie nr 18 obejmuje płat około 5-6 letniego odłogu z zespołem *Inuletum ensifoliae* w fazie inicjalnej. Większość gatunków z tego zdjęcia występuje również na położonym w pobliżu stanowisku nr 17. Różnica polega na mniejszym pokryciu warstwy runa – około 70% i występowaniu pojedynczych okazów śliwy tarniny. Zaobserwowano tu brak *Inula ensifolia* i mniejszy udział *Melampyrum arvense* i *Anthyllis vulneraria*, a zwiększenie liczebności *Aster amellus* i *Cichorium intybus*. Zbiorowisko to prawdopodobnie nie przekształci się w typową murawę kserotermiczną, lecz zarośnie krzewami. Ponieważ roślinność w tym płacie jest bardzo zbliżona do opisanej w zdjęciu nr 18, dlatego zrezygnowano z załączenia osobnego zdjęcia – lecz ze względu na dające się zaobserwować odmienne kierunki przemian sukcesyjnych przeprowadzono na obu stanowiskach szczegółowe badania gleboznawcze. Zdjęcie nr 3 reprezentuje dobrze wykształcone murawowe zbiorowisko *Picris hieracioides*, charakteryzujące się znacznym udziałem gatunków kserotermicznych z klasy *Festuco-Brometea* (13 taksonów), które ewoluuje w kierunku zespołu *Brachypodio-Teucrietum*.

Fizjonomia i struktura: W zbiorowiskach odłogowych jedynie sporadycznie spotyka się pojedyncze okazy krzewów – są to przede wszystkim śliwa tarnina, jałowce i szczo- drzeńce, brak jest gatunków reprezentujących ciepłolubne zarośla. Warstwa zielna jest dobrze rozwinięta, choć stosunkowa uboga jeśli chodzi o liczbę gatunków. Warstwa mchów jest bardzo słabo rozwinięta (do 10% pokrycia).

Charakterystyka fitosocjologiczna: Fitocenozy te stanowią mieszaninę gatunków zbiorowisk kserotermicznych, okrajkowych i łąkowych, przy czym udział poszczególnych klas uzależniony jest od długości okresu odłogowania. Największą frekwencją oraz pokryciem wyróżniają się gatunki z klasy *Trifolio-Geranietea sanguinei*: *Anemone sylvestris, Origanum vulgare, Galium mollugo* i *Agrimonia eupatoria,* a z gatunków łąkowych – *Achillea millefolium, Arrhenatherum elatius i Daucus carota.* Położenie w sąsiedztwie muraw ułatwia wkraczanie roślinności kserotermicznej. Jako pierwsze, odłogi zasiedlają następujące gatunki z klasy *Festuco-Brometea*: *Melampyrum arvense, Euphorbia cyparissias i Salvia verticillata.* Sukcesja roślinności ma odłogach może mieć różny przebieg: zbiorowiska te mogą

przekształcić się w typową murawę kserotermiczną (fitocenoza opisana w zdjęciu nr 3 – jest inicjalna formą zespołu *Brachypodio-Teucrietum*, natomiast zdjęcie nr 18 – reprezentuje inicjalną formą zespołu *Inuletum ensifoliae*) lub bezpośrednio w zarośla (jak zaobserwowano się przypadku stanowiska badawczego nr 17).

Zespół *Inuletum ensifoliae* Kozł.1925
Murawa kserotermiczna z dominującym omanem wąskolistnym
(zdjęcia nr 6, 9, 12, 19, 20)

Asocjacja omanu wąskolistnego reprezentowana jest przez bardzo bogate florystycznie, dość niskie kwieciste murawy złożone z wybitnie wapieniolubnych i kserotermicznych gatunków. Stanowiska tego zespołu są znane z Wyżyny Lubelskiej, Niecki Nidziańskiej i Wyżyny Zachodniowołyńskiej [88].

Fizjonomia i struktura zespołu: Badane płaty reprezentują zbiorowiska bezdrzewne. Zwarcie zarośli wynosi przeciętnie 10%, a ich wysokość dochodzi do 1 metra. W obrębie badanych płatów krzewy nie tworzą kęp, spotyka się jedynie dość równomiernie rozmieszczone pojedyncze okazy. W warstwie tej dominują gatunki ciepłolubne: dereń świdwa, dzikie róże, śliwa tarnina, a lokalnie berberys i szakłak zwyczajny, lecz spotyka się także gatunki typowo leśne, tj. jałowiec, sosnę zwyczajną i szczodrzeńce. Warstwa roślinności zielnej jest bardzo dobrze rozwinięta – jej pokrycie wynosi 80-90%. Najliczniej występują gatunki kalcyfilne i kserotermiczne. Warstwa mchów jest słabo wykształcona (średnie zwarcie 20%).

Charakterystyka fitosocjologiczna: *Inuletum ensifoliae* jest najbogatszym w gatunki z badanych zespołów. Ogółem we wszystkich 5 zdjęciach wykonanych w tym zespole zanotowano 94 gatunki roślin wyższych. Jedna trzecia tych taksonów (31) reprezentuje klasę *Festuco-Brometea* (czyli ciepłolubnych muraw o charakterze stepowym). Gatunki charakterystyczne zespołu osiągają na badanych stanowiskach duże zwarcie, najliczniej występuje *Inula ensifolia* i *Aster amellus*. Wśród gatunków charakterystycznych klasy *Festuco-Brometea* dominują: *Brachypodium pinnatum, Melampyrum arvense* i *Teucrium chamaedrys*. Dużą frekwencją wyróżniają się ponadto *Centaurea scabiosa, Euphorbia cyparissias, Carex michelii, Carlina vulgaris i Salvia verticillata.*

W obrębie zespołu *Inuletum ensifoliae* zaobserwowano 6 gatunków zaroślowych z klasy *Rhamno-Prunetea.* Największą frekwencję wykazuje *Cornus sanguinea* (dereń świdwa). Dość liczną grupę stanowią światłolubne gatunki zbiorowisk okrajkowych z klasy *Trifolio-Geranietea sanguinei* (14 taksonów). Wśród nich największą frekwencją oraz znacznym pokryciem wyróżniają się: *Origanum vulgare, Medicago falcata* i *Galium verum.*

Grupa roślin łąkowych (klasa *Molinio-Arrhenatheretea*) reprezentowana jest przez 15 taksonów, lecz jedynie dwa gatunki *Achillea millefolium i Leucanthemum vulgare* można zaliczyć do pospolitych w obrębie tego zespołu.

Pozostałe gatunki, które zaliczono do grupy towarzyszących (28 taksonów), wykazują na ogół niewielką frekwencję i małe zwarcie. Najczęściej pojawia się *Pimpinella saxifraga* oraz *Pinus sylvestris* (gatunek ten spotykany jest zarówno w warstwie runa jak i podszytu). 20% pokrycia osiąga jedynie *Elymus hispidus* w zdjęciu nr 19, które reprezentuje młodą fację zespołu.

Na wszystkich badanych stanowiskach zaobserwowano zmiany sukcesyjne zespołu *Inuletum ensifoliae* w dwóch kierunkach:

- następuje zmiana fizjonomii zbiorowiska poprzez zwiększenie udziału traw kosztem roślin dwuliściennych, spadek ogólnej liczby gatunków oraz zmiany w ich pokryciu – wykształca się zespół *Brachypodio-Teucrietum.*
- następuje zarastanie murawy krzewami i tworzy się zbiorowisko ciepłolubnych zarośli z klasy *Rhamno-Prunetea*. Charakteryzuje się ono mniejszym udziałem gatunków z klasy *Festuco-Brometea*, przy jednoczesnym wzroście gatunków charakterystycznych dla zbiorowisk zaroślowych i zbiorowisk okrajkowych.

Na stanowisku w Kątach (płat nr 21) zaobserwowano ponadto przekształcenie się zespołu *Inuletum ensifoliae* w zbiorowisko kserotermiczne bez wyraźnego dominanta, o charakterze bardziej mezofilnym (wyraźnie wzrosła liczebność i pokrycie gatunków łąk świeżych z klasy *Molinio-Arrhenatheretea*) – w pracy zostało ono potraktowane jako fitocenoza pośrednia pomiędzy zespołem *Inuletum ensifoliae* a *Brachypodio-Teucrietum.*

Zespół *Brachypodio-Teucrietum* Fijałk. 1964
Murawa kserotermiczna z przewagą kłosownicy pierzastej i ożanki właściwej (zdjęcia nr 4, 5, 10, 14, 22)

Zespół *Brachypodio-Teucrietum*, który opisany został przez Fijałkowskiego [41], nie jest zespołem powszechnie uznawanym w piśmiennictwie fitosocjologicznym, jednak w warunkach przyrodniczych Lubelszczyzny stanowi wyraźnie wyodrębniającą się jednostkę taksonomiczną. Charakteryzuje się on obfitym występowaniem kłosownicy pierzastej oraz ożanki właściwej. Zespół *Brachypodio-Teucrietum* uważany jest za zubożałą formę asocjacji *Inuletum ensifoliae*, ale może tworzyć się również przez powolne osiedlanie się roślinności kserotermicznej na odłogach. Jest to zespół dość rozpowszechniony na Wyżynie Lubelskiej i prawdopodobnie wikaryzujący z analogicznym zespołem *Adonido-Brachypodietum pinnati*

Libb. 1933, Krausch 1960 opisanym z Pomorza i Wielkopolski (posiada te same gatunki charakterystyczne).

Fizjonomia i struktura zespołu: Zespół *Brachypodio-Teucrietum* za wyjątkiem zdjęcia nr 22 jest zbiorowiskiem bezdrzewnym. Warstwa krzewów jest słabo i bardzo nierównomiernie rozwinięta, maksymalnie osiąga pokrycie 10%. Przeważnie występują tu luźne kępy szczodrzeńców, pojedyncze krzaki wisienki stepowej, tarniny, róż oraz jałowca. Warstwa zielna jest bardzo dobrze rozwinięta (pokrycie od 80 do 100%). Przeważają trawy (głównie *Brachypodium pinnatum*), a wśród ziół dominują gatunki wybitnie kalcyfilne i kserotermiczne (z klasy *Festuco-Brometea*). Wygląd murawy zmienia się dość znacznie w różnych porach fenologicznych roku, co jest wynikiem aspektowego rozwoju i zakwitania poszczególnych gatunków budujących warstwę zielną. Warstwa mchów jest słabo wykształcona (pokrycie do 10%).

Charakterystyka fitosocjologiczna: We wszystkich 5 zdjęciach wykonanych w zespole *Brachypodio-Teucrietum* ogółem zanotowano 93 gatunki roślin wyższych. Prawie 40% (36 taksonów) reprezentuje klasę *Festuco-Brometea*. Największą frekwencję i pokrycie posiadają gatunki charakterystyczne tego zbiorowiska – *Brachypodium pinnatum*, *Teucrium chamaedrys*, *Campanula sibirica*.

W omawianym zespole spotyka się większość gatunków występujących w *Inuletum ensifoliae,* przy czym *Aster amellus* i *Inula ensifolia* osiągają mniejsze pokrycie lub jest ich brak – co uzasadnia potraktowanie murawy *Brachypodio-Teucrietum* jako zubożałą formę asocjacji *Inuletum ensifoliae*. W asocjacji *Brachypodio-Teucrietum* podobnie jak w zespole *Inuletum ensifoliae* dużą frekwencją odznaczają się: *Centaurea scabiosa, Carlina vulgaris*, *Euphorbia cyparissias,* natomiast wyraźnie maleje udział takich gatunków jak *Anthylis vulneraria* czy *Carex michelii*. Charakterystyczne dla badanych płatów jest wyraźne zwiększenie frekwencji *Achillea pannonica* i *Asperula tinctoria*.

Roślinność zaroślowa z klasy *Rhamno-Prunetea* pojawia się na badanych stanowiskach zespołu *Brachypodio-Teucrietum* rzadko i stosunkowo nielicznie (8 gatunków). Krzewem o największej frekwencji jest *Cerasus fruticosa*. Pozostałe gatunki notowane były sporadycznie.

Stałą i znaczącą ilościowo domieszkę stanowią światłolubne gatunki zbiorowisk okrajkowych, zaliczane do klasy *Trifolio-Geranietea sanguinei* (12 taksonów). Najliczniej w płatach omawianego zespołu występują: *Anemone sylvestris*, *Origanum vulgare* i *Galium mollugo*. Z grupy roślin łąkowych (klasa *Molinio-Arrhenatheretea*) na badanych stanowiskach stwierdzono obecność 11 taksonów, ale jedynie *Achillea millefolium* występuje często w tym zbiorowisku. Pozostałe gatunki roślin,

które zaliczono do grupy towarzyszących (26 taksonów) wykazują niewielką frekwencję.

Warto podkreślić, że w obrębie murawy *Brachypodio-Teucrietum* znajduje się największa ilość rzadkich gatunków, podlegających ochronie ścisłej – *Carlina onopordifolia, Cerasus fruticosa, Gymnadenia conopsea.*

Zbiorowiska z klasy *Rhamno-Prunetea* Rivas Goday et Garb. 1961
Zbiorowiska ciepłolubnych zarośli
(zdjęcia nr 7, 8, 11, 15, 23)

Zbiorowiska te funkcjonalnie związane są z lasem – stanowią naturalne zbiorowiska otulinowe (w pasie zewnętrznym lub wewnątrz kompleksu leśnego na styku zwartego lasu i polan śródleśnych), występują też jako fazy degeneracyjne zbiorowisk leśnych, stadia sukcesyjne regeneracji lasu i jako zakrzewienia śródpolne [88]. Tworzą się także w wyniku zarastania murawy stepowej przez ciepłolubne gatunki krzewów. Proces ten (określany w literaturze mianem sukcesji zbiorowisk kserotermicznych) poprzez zwiększenie udziału warstwy krzewów powoduje stopniowe zanikanie gatunków kserotermicznych i pojawianie się gatunków leśnych w runie. Po pewnym czasie dochodzi do powstania ciepłolubnych zarośli, które w dalszych etapach rozwojowych mogą wykazywać tendencję do przechodzenia w zbiorowiska leśne.

Opisane zbiorowiska zaroślowe należą do dwóch rzędów [88]:

- *Berberidion* Br.-Bl. (1947) 1950 (zdjęcie nr 8, 11, 15) – czyli ciepłolubnych zarośli z udziałem berberysu, ligustru, derenia, licznych gatunków róż i wielu innych krzewów oraz kserotermicznych roślin zielnych w dużym stopniu przechodzących z klasy *Festuco-Brometea* oraz *Trifolio-Geranietea* i występujące na siedliskach bogatych w zasady, zwykle obojętnych, niekiedy zawierających węglan wapnia. Zbiorowiska te mają oceaniczno-przyśródziemnomorski typ zasięgu (submediterrański) i są rozpowszechnione w południowo-zachodniej części Europy.
- *Prunion fruticosae* R.Tx. 1952 (zdjęcia nr 7, 23) – ciepłolubne zarośla z udziałem wiśni karłowatej (zwanej także wisienką stepową *Cerasus fruticosa*) i licznych kserotermicznych gatunków stepowych. Związek ten obejmuje zbiorowiska o kontynentalno-przyśródziemnomorskim typie zasięgu (pontyjsko-pannońskim), rozpowszechnionym głównie w Europie południowo-wschodniej.

Badane fitocenozy zaroślowe, pomimo że pod względem fitosocjologicznym należą do różnych rzędów, charakteryzują się zbliżoną fizjonomią (zespół wisienki stepowej różni się jedynie wysokością krzewów), strukturą oraz dużym podobieństwem florystycznym warstwy zielnej. Różni je głównie skład gatunkowy

warstwy krzewów. Ponieważ celem tej pracy jest zbadanie zmienności właściwości podłoża wraz z przemianami sukcesyjnymi roślinności, zdecydowano się nie opierać na jednostkach syntaksonomicznych, lecz wydzielić w obrębie badanych zbiorowisk zaroślowych dwie grupy w oparciu o ich genezę, czyli zbiorowisko murawowe stanowiące poprzedni etap sukcesji (które określono na podstawie stopnia pokrycia w warstwie runa gatunków charakterystycznych):

- zbiorowisko zaroślowe w runie którego dominują gatunki charakterystyczne dla asocjacji *Inuletum ensifoliae* (wykształcone w wyniku zarastania zespołu *Inuletum ensifoliae*);
- zbiorowisko zaroślowe w runie którego dominują gatunki charakterystyczne dla zespołu *Brachypodio-Teucrietum* (powstało przez zarastania zespołu *Brachypodio-Teucrietum*).

Jedynie przy charakterystykach hydrofizycznych, ze względy na mniejszą ilość danych, zbiorowiska zaroślowe zostały przedstawione łącznie.

Ponieważ fizjonomia, struktura oraz procentowy udział gatunków z poszczególnych klas w obrębie wyróżnionych grup jest bardzo podobny, dlatego poniżej zamieszczono wspólną dla zbiorowisk zaroślowych charakterystykę tych elementów.

Fizjonomia i struktura: W zbiorowiskach tych spotyka się pojedyncze drzewa: *Pinus sylvestis*, *Quercus robur* i *Fraxinus excelsior*. Warstwa krzewów jest bardzo dobrze rozwinięta (średnie zwarcie 70%). Warstwa zielna rozwija się nierównomiernie, jej zwarcie wynosi 20-60%. W lukach pomiędzy krzewami zachowały się resztki dawnej murawy kserotermicznej, a w cieniu krzewów grupują się nieliczne mezofilne gatunki leśne. Warstwa mchów jest na ogół dobrze rozwinięta (średnie pokrycie około 40%).

Charakterystyka fitosocjologiczna: W zbiorowiskach tych dominują gatunki z klasy *Rhamno-Prunetea*, największą frekwencją wyróżniają się: *Cerasus fruticosa, Cornus sanguinea* i *Rosa canina*.

Z licznych gatunków stepowych z klasy *Festuco-Brometea* (27 taksonów) największą frekwencją i liczebność wykazuje *Brachypodium pinnatum, Teucrium chamaedrys* i *Aster amellus*. Mniej liczna jeśli chodzi różnorodność gatunkową (16 taksonów), lecz cechująca się dużą frekwencją, jest roślinność zbiorowisk okrajkowych. Najliczniej występują: *Anemone sylvestris, Origanum vulgare, Galium verum* i *Medicago falcata*. Gatunki łąkowe (klasa *Molinio-Arrhenatheretea*) występują nielicznie.

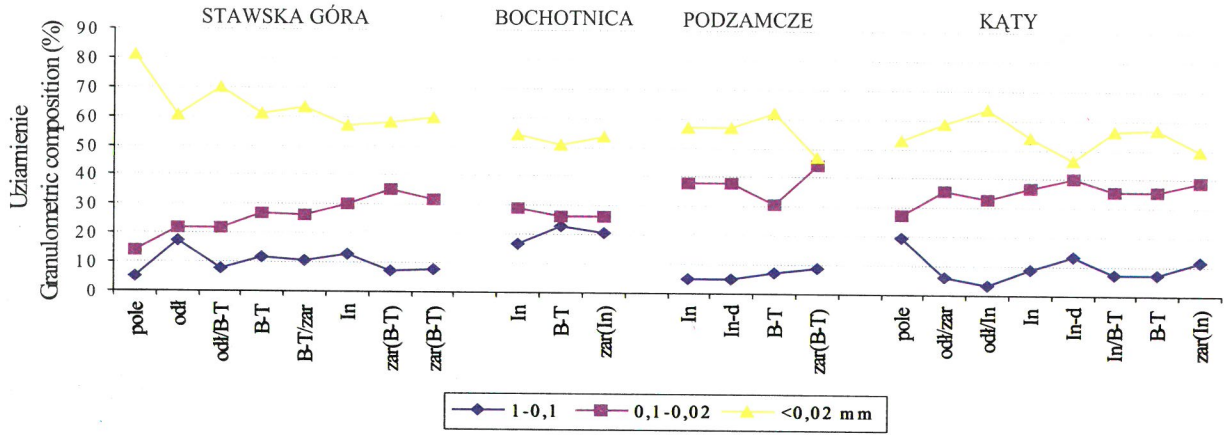
6.3. Zmiany właściwości rędzin kredowych wraz z sukcesją roślinności kserotermicznej

6.3.1. Morfologia i skład granulometryczny

Zaobserwowano duży wpływ rzeźby terenu na morfologię i typologię badanych rędzin. Na stromych zboczach wykształciły się rędziny właściwe o miąższości do 30 cm (o charakterze rędzin czystych), u podnóża oraz w zagłębieniach erozyjnych w obrębie zboczy – rędziny czarnoziemne, namywane (zawierające domieszkę materiału lessowego, pochodzącego z wyżej położonych obszarów). W rezerwacie Stawska Góra, na wierzchowinie (która od co najmniej 100 lat nie była użytkowana rolniczo, tylko porastała ją roślinność kserotermiczna) występują rędziny brunatne.

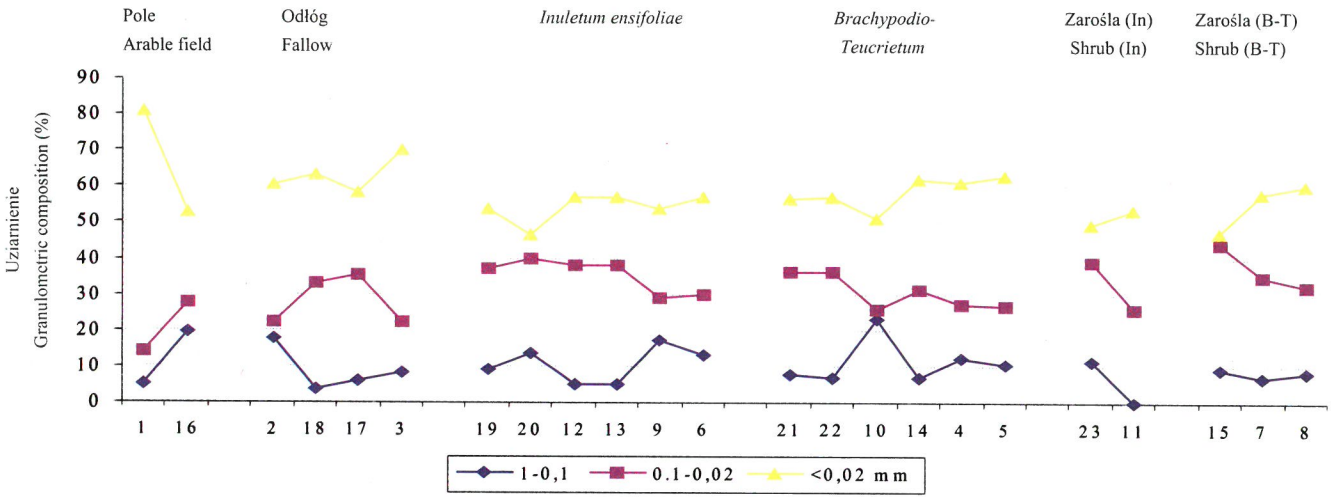
Ze względu na położenie większości badanych profili w obrębie stromych zboczy, narażonych na erozję, nie jest możliwe dokładne prześledzenie zmienności miąższości profilu glebowego rędzin wraz z sukcesją roślinności, choć bezspornie ona wzrasta. Zależności pomiędzy rzeźbą terenu a typologią i właściwościami rędzin były tematem prac Turskiego [126] i Dobrzańskiego [22,23]. Stwierdzono, że rędziny położone u podnóża i na wierzchowinie charakteryzują się większą miąższością solum niż położone na zboczu.

Skałę macierzystą badanych rędzin stanowią skały węglanowe powstałe w procesie sedymentacji w morzu górnokredowym. W większości są to opoki i opoki margliste, rzadziej margle z górnego mastrychtu (stanowisko Kąty, Podzamcze, częściowo Stawska Góra) lub gezy i opoki paleoceńskie (Bochotnica, Stawska Góra). Różnice w litologii podłoża mają duży wpływ na zawartość szkieletu oraz skład granulometryczny wytworzonych z nich rędzin. W wyniku wietrzenia, opoki i gezy rozpadają się na duże ostrokrawędziste okruchy skalne, natomiast margle tworzą ilastą zwietrzelinę ze żwirem węglanowym. Rędziny powstałe z utworów paleoceńskich charakteryzują się większą zawartością frakcji piasku. Gleby wykształcone z margli mają cięższy skład od tych, których skałą macierzystą są opoki i gezy. Zaobserwowano, że zespół *Inuletum ensifoliae* zasiedla przede wszystkim skaliste opoki i gezy, natomiast zespół *Brachypodio-Teucrietum* preferuje siedliska, gdzie w podłożu występują silnie zwietrzałe margle i opoki margliste. Miąższość poziomu próchnicznego rędzin porośniętych roślinnością kserotermiczną, których skałę macierzystą stanowią margle, zwiększa się pomimo niekorzystnego położenia na zboczach, co w konsekwencji doprowadza do wykształcenia się rędzin czarnoziemnych. W podobnych warunkach siedliskowych rędziny wytworzone z opok zatrzymują się w swoim rozwoju na etapie rędzin właściwych.



Rys. 14. Zmiany zawartości poszczególnych frakcji granulometrycznych w poziomach próchnicznych (A-AC, A-ABbr) badanych rędzin w obrębie poszczególnych stanowisk. Na osi odciętych opisano badane zbiorowiska, ich kolejność w obrębie stanowisk jest zgodna z etapami sukcesji roślinności kserotermicznej. Objaśnienia: odł – odłóg z niewielką ilością gatunków kserotermicznych; odł/z – odłóg ewoluujący w kierunku zbiorowiska zaroślowego, odł/In – odłóg ewoluujący w kierunku zespołu *Inuletum ensifoliae*; odł/B-T– odłóg ewoluujący w kierunku zespołu *Brachypodio-Teucrietum*, In – zespół *Inuletum ensifoliae*; In-d – *Inuletum ensifoliae* facja dojrzała, B-T – zespół *Brachypodio-Teucrietum*, B-T(z) – *Brachypodio-Teucrietum* z większym udziałem zarośli, In/B-T – zbiorowisko pośrednie pomiędzy *Inuletum ensifoliae* a *Brachypodio-Teucrietum*; z(In) – zarośla, w runie których dominują gatunki charakterystyczne dla zespołu *Inuletum ensifoliae*, z(B-T) – zarośla, w runie których dominują gatunki charakterystyczne dla zespołu *Brachypodio-Teucrietum*

Fig. 14. Changes in granulometric composition in the humus horizon (A-AC, A-ABbr) of rendzinas investigated within sites. On the X-axis the communities investigated are described, their order within sites is corresponding with succession stages of xerothermal plants. Explanations: odł – fallow community with low share of xerothermal species; odł/z – fallow community which fluctuate to shrub community; odł/In – fallow community which fluctuate to *Inuletum ensifoliae* association; odł/B-T – fallow community which fluctuate to *Brachypodio-Teucrietum* association; In – *Inuletum ensifoliae* association; In-d – *Inuletum ensifoliae* association, well-developed stage; B-T – *Brachypodio-Teucrietum* association; B-T(z) – *Brachypodio-Teucrietum* with greater share of shrub; In/B-T – intermediate community between *Inuletum ensifoliae* and *Brachypodio-Teucrietum*; z(In) – shrub communities, which form from *Inuletum ensifoliae*; z(B-T) – shrub communities, which form from *Brachypodio-Teucrietum* association

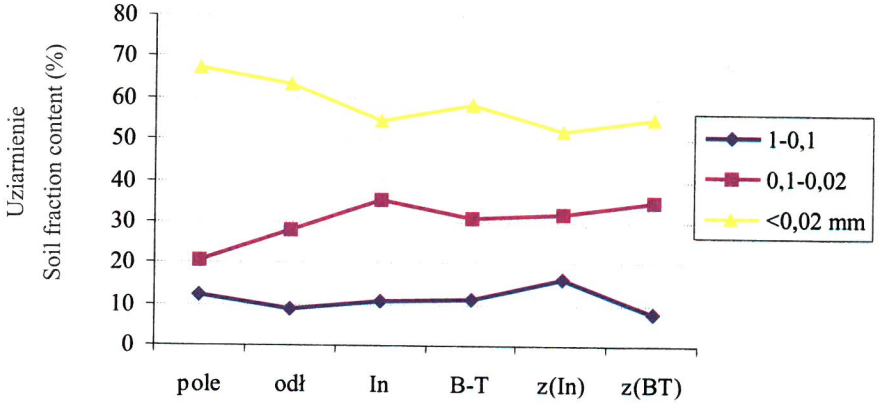


Rys. 15. Zróżnicowanie zawartości poszczególnych frakcji granulometrycznych w poziomach próchnicznych (A-AC, A-ABbr) badanych rędzin w obrębie wyróżnionych typów roślinności. Na osi odciętych opisano profile glebowe: nr 1-8 – stanowisko Stawska Góra; 9-11 – Bochotnica; 12-15 – Podzamcze; 16-23 – Kąty

Fig. 15. Differentiation of granulometric composition in the humus horizon (A-AC, A-ABbr) of rendzinas investigated within the distinguished community types. On X-axis the soil profiles are described: 1-8 – Stawska Góra site; 9-11 – Bochotnica site; 12-15 – Podzamcze site; 16-23 – Kąty site

Procentowy udział części szkieletowych badanych rędzin jest silnie zróżnicowany (uzależniony od charakteru skały macierzystej, rzeźby terenu oraz od czynników antropogenicznych) i wzrasta wraz z głębokością. Górne poziomy gleb uprawnych oraz rędzin zajętych przez zbiorowiska ugorowe charakteryzują się niską zawartością szkieletu.

Uziarnienie badanych rędzin wykazuje charakter iłów pylastych i iłów lub glin ciężkich, na ogół pylastych, a w przypadku jednego profilu (profil nr 20) – także glin średnich pylastych. Zaobserwowano, że rędziny zajęte przez wieloletnie murawy i zarośla charakteryzują się większą zawartością frakcji pyłu niż gleby objęte uprawą lub odłogowane (rys. 15). Wraz z naturalną sukcesją roślinności zawartość pyłu wyraźnie wzrasta – na wszystkich stanowiskach maksymalne wartości występują pod fitocenozami zaroślowymi. Podobną zależność stwierdzono w rędzinach odłogowanych (nr 17 i 18) – w profilu charakteryzującym się większym pokryciem przez warstwę krzewów, wyższy jest udział frakcji o średnicy 0,1-0,02 mm. W miejscach występowania zespołu *Brachypodio-Teucrietum* stwierdzono niższą zawartość pyłu



Rys. 16. Zmiany procentowego udziału frakcji granulometrycznych wraz z sukcesją roślinności – wartości średnie dla wyróżnionych zbiorowisk. Na osi odciętych opisano badane zbiorowiska roślinne: odł – zbiorowiska odłogowe, czyli inicjalna faza murawy kserotermicznej; In – zespół *Inuletum ensifoliae*; B-T – zespół *Brachypodio-Teucrietum*; z(In) – zbiorowisko zaroślowe, które powstało poprzez zarastanie zespołu *Inuletum ensifoliae*; z(B-T) – zbiorowisko zaroślowe, które powstało poprzez zarastanie zespołu *Brachypodio-Teucrietum*

Fig. 16. Changes in granulometric composition with plant succession – mean data for the distinguished community types. On the X-axis the communities investigated are described: pole – arable field; odł – fallow communities, initial stage of xerothermal communities; In –*Inuletum ensifoliae* association; B-T – *Brachypodio-Teucrietum* association; z(In) – shrub communities derived from *Inuletum ensifoliae*; z(B-T) – shrub communities derived from the *Brachypodio-Teucrietum* association

niż na siedliskach zespołu *Inuletum ensifoliae*, natomiast wyższą ilość cząstek spławialnych. Prawdopodobnie ma to związek z litologią – w miejscach zajętych przez asocjację *Brachypodio-Teucrietum* w podłożu odsłaniają się przeważnie silnie zwietrzałe margle i opoki margliste. Zespół *Inuletum ensifoliae* oraz zbiorowiska, w których pokrycie przez gatunek *Inula ensifolia* przekracza 20%, preferują siedliska z najmniejszą zawartością cząstek spławialnych, ale z występująca na niewielkiej głębokości warstwą silnie spękanej, litej skały.

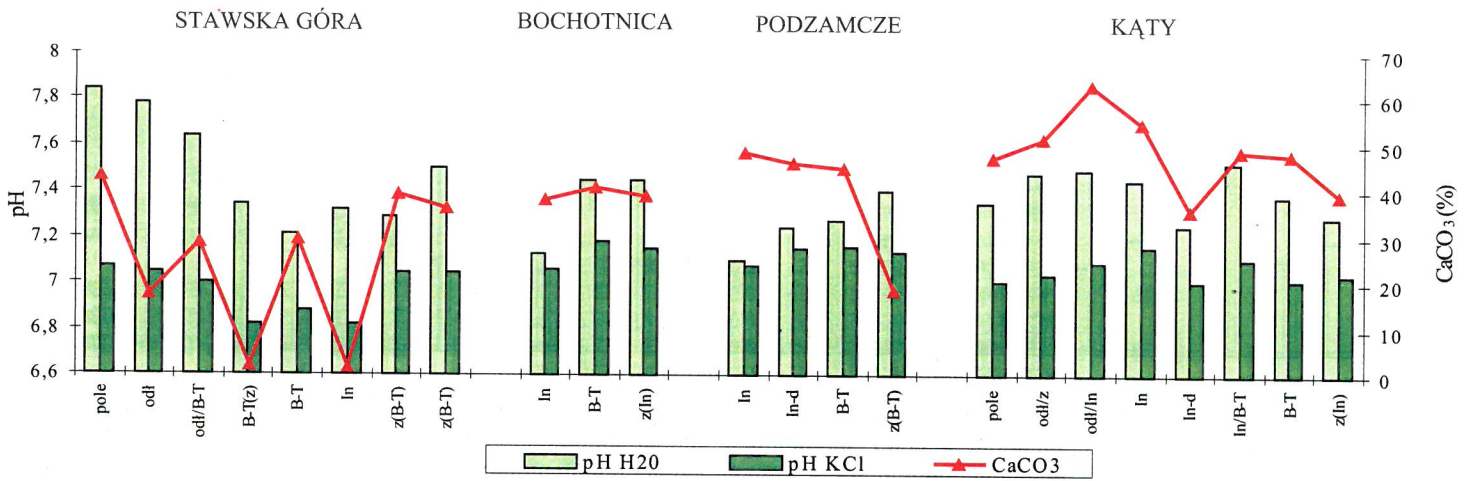
6.3.2. Odczyn i węglan wapnia

Odczyn badanych rędzin jest obojętny lub słaboalkaliczny. Stwierdzono niewielkie zróżnicowanie odczynu zarówno pionowo w profilach, jak i powierzchniowo (pH w KCl waha się od 6,8 do 7,3; natomiast pH w H_2O od 7,1 do 8,1). Choć o charakterze odczynu gleby decyduje obecność węglanu wapnia, różnice w jego zawartości nie mają zasadniczego wpływu na zróżnicowanie wartości pH. Wyrównany odczyn bardziej zależy od wapnia kationowego niż od zawartości $CaCO_3$.

Zaobserwowano, że zespół *Inuletum ensifoliae* zajmuje rędziny o najniższych wartościach pH w poziomach próchnicznych (zwłaszcza pH w H_20) i cechuje je niewielka różnica pomiędzy kwasowością czynną a wymienną – co prawdopodobnie jest spowodowane litologią podłoża i najniższym udziałem części spławialnych w składzie granulometrycznym tych gleb (rys. 18).

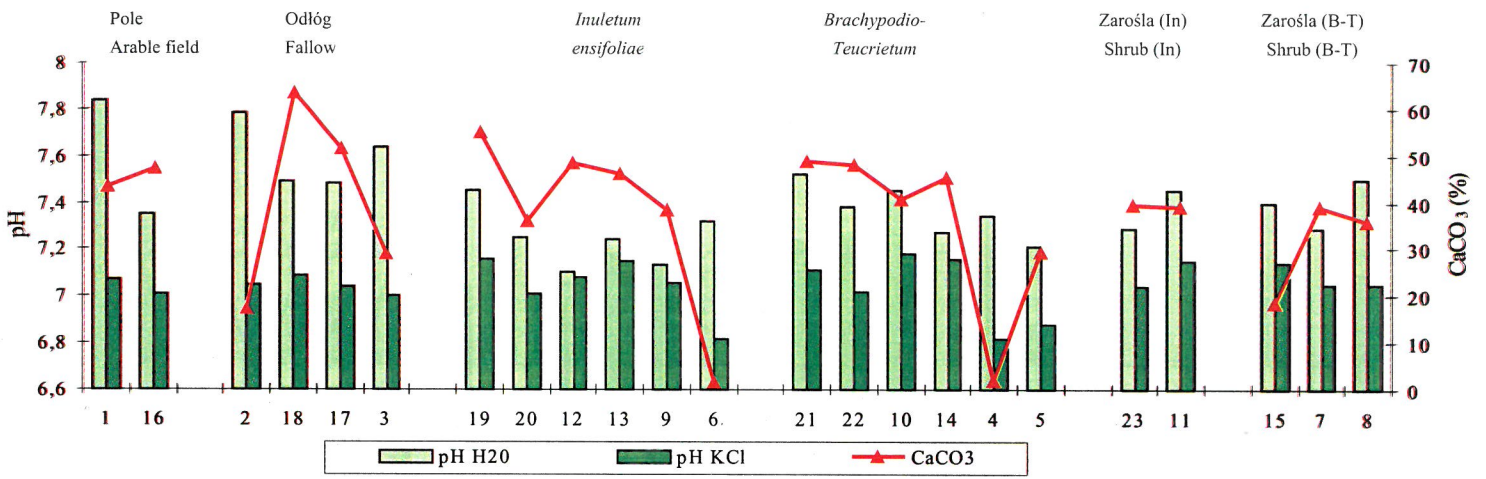
Działalność rolnicza, poprzez mieszanie poziomów glebowych, wpływa na odczyn oraz na zwiększenie zawartości węglanów w glebie, stąd podwyższone wartości w rędzinach uprawnych i odłogowanych.

Za wyjątkiem rędzin brunatnych, wszystkie badane profile charakteryzują się wysoką zawartością węglanów burzących, wzrastającą wraz z głębokością oraz niewielkim powierzchniowym zróżnicowaniem $CaCO_3$ w obrębie stanowisk badawczych. Sukcesyjnym przemianom roślinności kserotermicznej towarzyszy spadek zawartości węglanu wapnia w poziomach powierzchniowym rędzin. Rędziny zajęte przez zbiorowiska zaroślowe charakteryzują się w większości najniższą zawartością $CaCO_3$ w poziomach próchnicznych (oprócz stanowiska Stawska Góra, z silnie naruszonym układem poziomów wskutek wojennych bombardowań). W obrębie zespołów murawowych najuboższe w węglan wapnia są siedliska na których występuje dojrzała facja zespołu *Inuletum ensifoliae*, co świadczy o szerokiej amplitudzie tego zespołu na zmiany odczynu i zawartości węglanu wapnia w glebie (podobny wniosek spotkać można w pracy Stachurskiego [120].



Rys. 17. Zmiany odczynu i zawartości węglanu wapnia w poziomach próchnicznych (A-AC, A-ABbr) badanych rędzin w obrębie stanowisk. Objaśnienia jak na rysunku 14

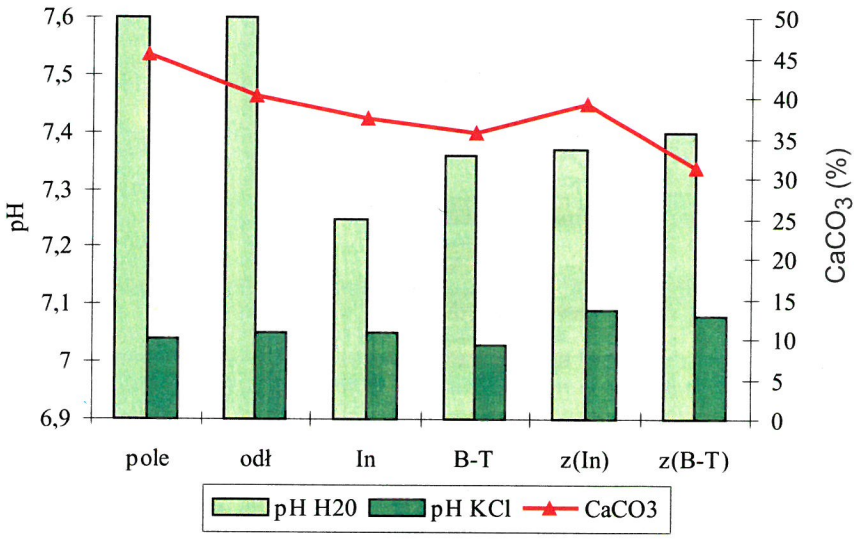
Fig. 17. Changes in pH and content of $CaCO_3$ in the humus horizon (A-AC, A-ABbr) of rendzinas investigated within the sites. Explanations as in Figure 14



Rys. 18. Zróżnicowanie odczynu oraz zawartości węglanów w poziomach próchnicznych (A-AC, A-ABbr) badanych rędzin w obrębie wyróżnionych typów roślinności. Na osi odciętych opisano profile glebowe: nr 1-8 – stanowisko Stawska Góra; 9-11 – Bochotnica; 12-15 – Podzamcze; 16-23 – Kąty

Fig. 18. Differentiation of pH and content of $CaCO_3$ in the humus horizon (A-AC, A-ABbr) of rendzinas investigated within the distinguished community types. On X-axis the soil profiles are described: 1-8 – Stawska Góra site; 9-11 – Bochotnica site; 12-15 – Podzamcze site; 16-23 – Kąty site

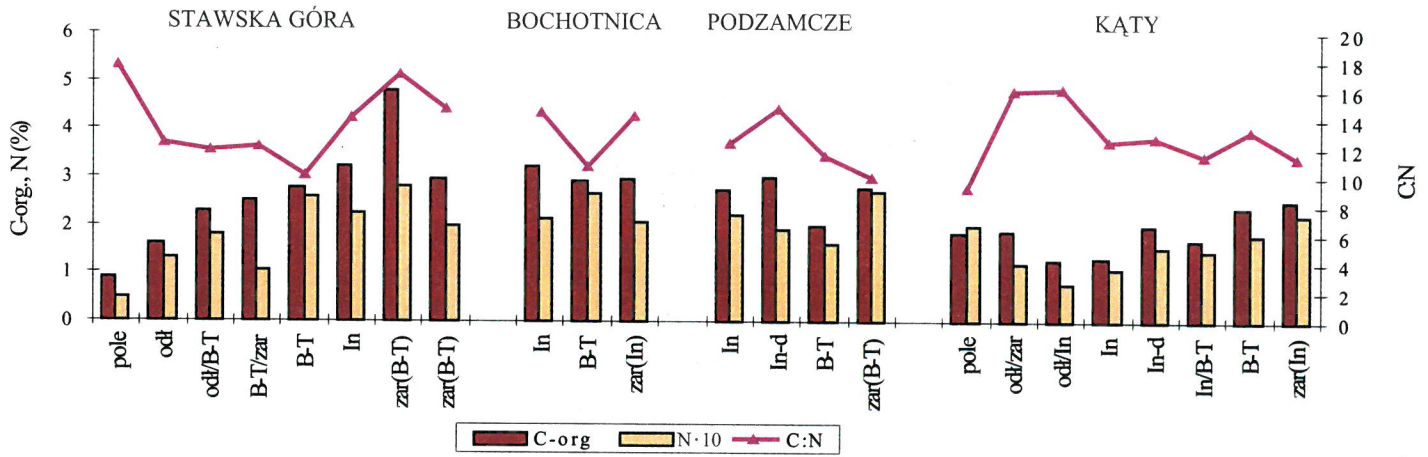
Zaobserwowano, że wraz ze spadkiem zawartości węglanów burzących zwiększa się procentowy udział węglanów aktywnych w całkowitej ilości $CaCO_3$. W poziomach próchnicznych rędzin właściwych i czarnoziemnych zawartość węglanów burzących waha się od 17 do 60%, z czego 21-33% to węglany aktywne. Natomiast powierzchniowe poziomy rędzin brunatnych zawierają 0,65-29% węglanów burzących, z czego aż 35% stanowią węglany aktywne. Poziomy brunatnienia (najuboższe w węglany) cechuje największy udział węglanów aktywnych w stosunku do węglanów burzących – powyżej 35%, a może przekraczać nawet 50%.



Rys. 19. Zmiany odczynu oraz zawartości węglanu wapnia wraz z sukcesją roślinności kserotermicznej – wartości średnie dla wyróżnionych zbiorowisk. Objaśnienia jak na rysunku 16
Fig. 19. Changes in pH and content of $CaCO_3$ with succession of xerothermal plant – mean data for the distinguished community types. Explanations as in Figure 16

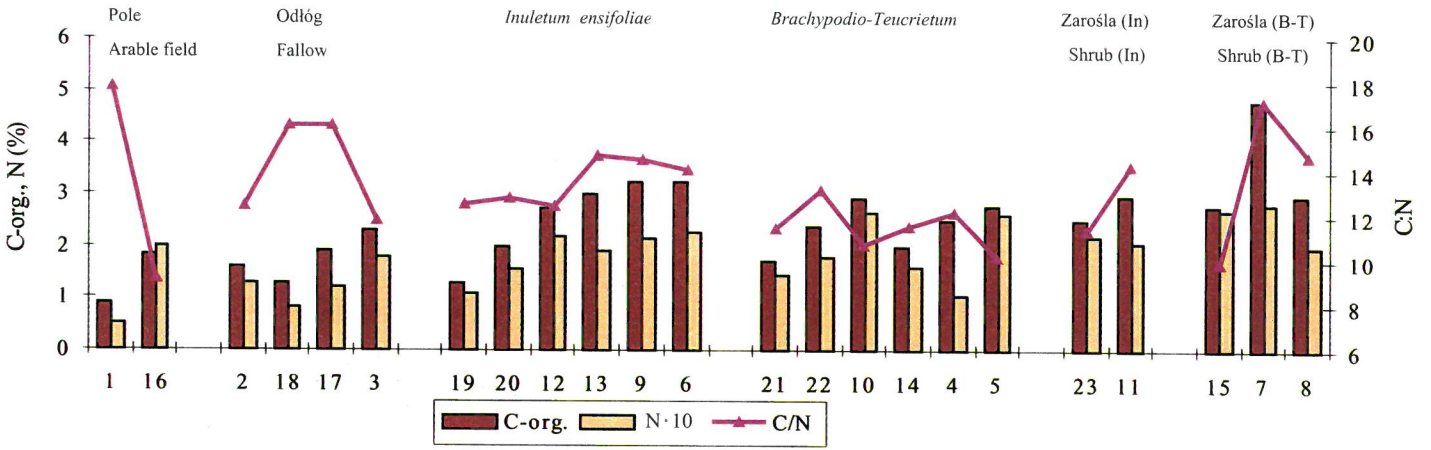
6.3.3. Zawartość węgla organicznego i azotu

Badane rędziny charakteryzują się wysoką zawartością węgla organicznego oraz azotu, co nie wynika jedynie z charakteru porastającej je roślinności zielno-trawiastej i ze sposobu użytkowania, lecz decydują o tym także czynniki klimatyczne, skład granulometryczny (gleby z dużą ilością części spławialnych, w tym koloidalnych) oraz właściwości chemiczne oraz fizykochemiczne gleby (największe znaczenie ma zasobność w węglan wapnia i wymienny Ca^{2+}). Nagromadzeniu się dużej ilości próchnicy sprzyja rytmiczne występowanie okresów o dużym uwilgotnieniu – w których ma



Rys. 20. Zmiany zawartości węgla organicznego oraz azotu w poziomach próchnicznych (A-AC, A-ABbr) badanych rędzin w obrębie stanowisk. Objaśnienia jak na rysunku 14

Fig. 20. Changes in content of organic carbon and nitrogen in humus horizon (A-AC, A-ABbr) of rendzinas investigated within sites. Explanations as in Figure 14

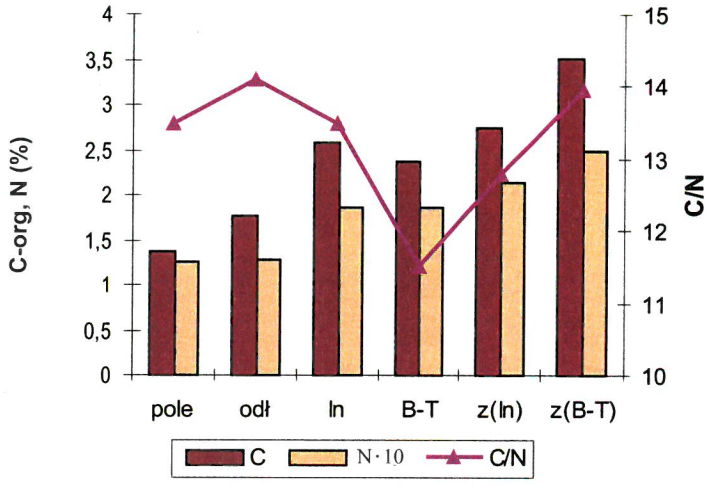


Rys. 21. Zróżnicowanie zawartości węgla organicznego oraz azotu w poziomach próchnicznych (A-AC, A-ABbr) badanych rędzin w obrębie wyróżnionych typów roślinności Na osi odciętych opisano profile glebowe: nr 1-8 – stanowisko Stawska Góra; 9-11 - Bochotnica; 12-15 – Podzamcze; 16-23 – Kąty
Fig. 21. Differentiation in content of organic carbon and nitrogen in the humus horizon (A-AC, A-ABbr) of rendzinas investigated within the distinguished community types. On X-axis the soil profiles are described: 1-8 – Stawska Góra site; 9-11 – Bochotnica site; 12-15 – Podzamcze site; 16-23 – Kąty site

miejsce wzmożona działalność drobnoustrojów, prowadząca do wytworzenia się nowych substancji próchnicowych, oraz okresów susz – podczas których następuje zahamowanie czynności biologicznych i przekształcenie się substancji próchnicowych w formy mniej dostępne dla drobnoustrojów [10]. Stąd wysoka zasobność w związki organiczne rędzin usytuowanych w warunkach topoklimatu o silnym i bardzo silnym nasłonecznieniu.

Rędziny odłogowane charakteryzują się mniejszą zasobnością w C-organiczny od gleb porośniętych przez dobrze wykształcone zbiorowiska kserotermiczne. Zawartość węgla organicznego w poziomach akumulacyjnych wyraźnie rośnie wraz z sukcesją roślinności kserotermicznej, chociaż zaobserwowano, że najzasobniejsze (w całym profilu glebowym) są rędziny na których występuje facja dojrzała zespołu *Inuletum ensifoliae*. Oprócz charakteru porastającej glebę roślinności, o ilości węgla organicznego w powierzchniowych poziomach decyduje umiejscowienie w różnych elementach rzeźby (choć generalnie rędziny z trwałą pokrywą roślinną są stosunkowo odporne na procesy erozyjne).

Zawartość azotu w poziomach próchnicznych badanych profili również zwiększa się wraz z sukcesją zbiorowisk, co wynika z faktu, że większość azotu glebowego zawarta jest w substancji organicznej. Czynnikiem decydującym o udostępnieniu roślinom wyższym azotu wchodzącego w skład resztek roślinnych jest stosunek węgla do



Rys. 22. Zmiany zawartości węgla organicznego i azotu wraz z sukcesją roślinności oraz stosunek C/N – wartości średnie dla wyróżnionych zbiorowisk. Objaśnienia jak na rysunku 16

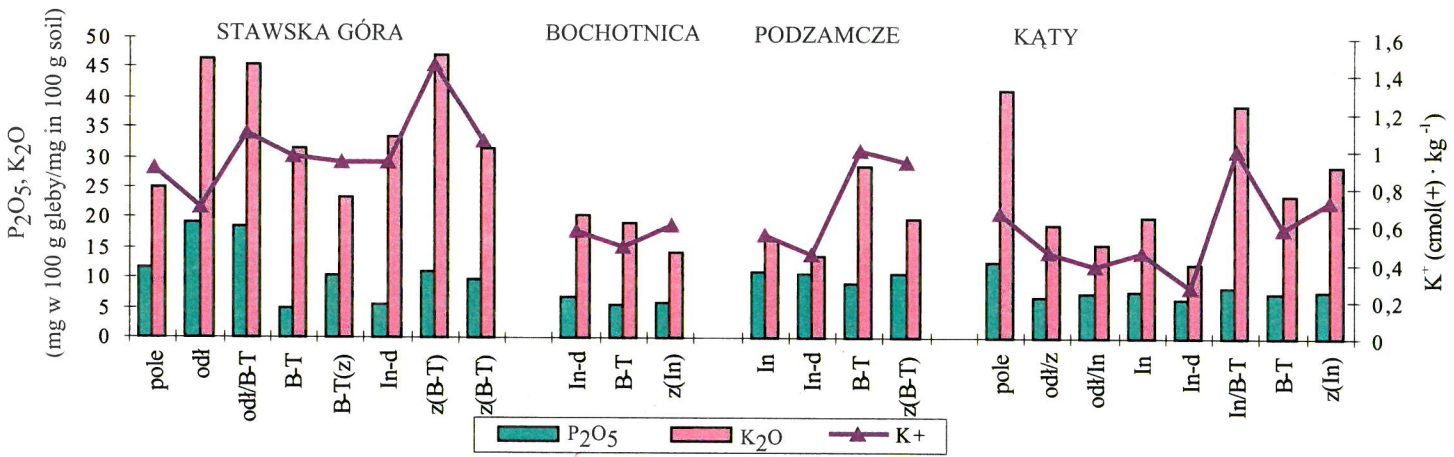
Fig. 22. Changes in content of organic carbon and nitrogen with succession of xerothermal plant - mean data for distinguished community types. Explanations as in Figure 16

azotu w rozkładającej się materii organicznej. Im on jest węższy tym w większym stopniu rośliny wyższe mogą korzystać z tego azotu [83]. Stosunek ten w poziomach próchnicznych badanych gleb waha się w granicach od 9:1 do 18:1, a najczęściej między 12:1 a 14:1. Najniższe wartości stwierdzono w miejscach występowania zespołu *Brachypodio-Teucrietum*, najwyższe (czyli jest tu najtrudniej dostępny dla roślin) – w obrębie siedlisk zespołu *Inuletum ensifoliae* i fitocenoz zaroślowych. Rędziny kredowe zajęte przez zbiorowiska odłogowe ewoluujące w kierunku asocjacji *Brachypodio-Teucrietum* także charakteryzują się niższym stosunkiem C:N w poziomach próchnicznych od gleb z wkraczającym omanem wąskolistnym czy zaroślami. Stosunek C/N ma prawdopodobnie znaczący wpływ na proces i kierunek sukcesji roślinności kserotermicznej.

6.3.4. Zasobność w przyswajalny fosfor i potas

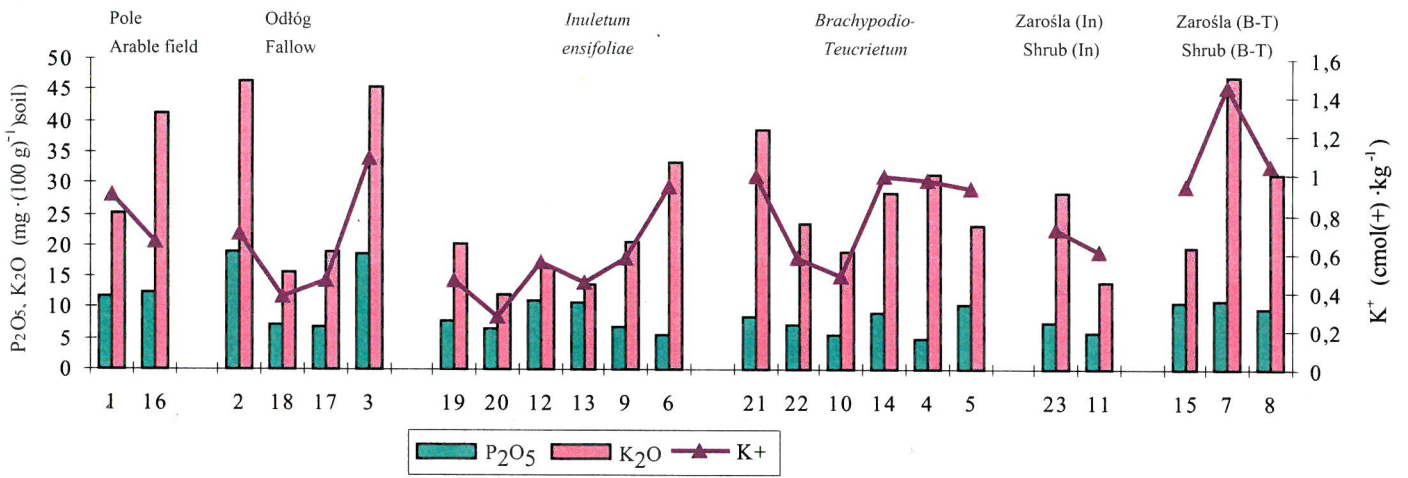
Tylko niewielka część fosforu oraz potasu znajdującego się w glebie jest dostępna dla roślin. Na przyswajalność związków fosforu ma wpływ odczyn gleby, zawartość substancji organicznej oraz aktywność mikroorganizmów. Wg Buckmana i Brady'ego [10] maksimum przyswajalności fosforanów osiągana jest przy pH gleby w granicach 6-7, przy wyższym pH następuje jego wiązanie w nierozpuszczalne związki fosforanowe. Odczyn badanych rędzin oraz specyficzne warunki mikroklimatyczne (okresy letnich susz, które nie sprzyjają aktywności mikrobiologicznej) decydują o niskiej zasobności w przyswajalny fosfor (od 5 do 12 mg P_2O_5 w 100g gleby) i jego niewielkim przestrzennym zróżnicowaniu na poszczególnych stanowiskach. Wyrównane wartości stwierdzono również w obrębie profili – zawartość przyswajalnego fosforu jest przeważnie nieznacznie niższa w głębszych poziomach, a wyraźnie maleje jedynie w poziomach brunatnienia. Wyjątek stanowią grunty orne i odłogi, gdzie w poziomie A stwierdzono nawet 20 mg P_2O_5 w 100g gleby i zaobserwowano gwałtowny spadek wartości w głąb - jest to efekt nawożenia. Na siedliskach zajętych przez roślinność kserotermiczną najniższe wartości przyswajalnego fosforu zaobserwowano pod dobrze wykształconymi murawami, charakteryzującymi się dużym bogactwem gatunkowym, a najwyższe na siedliskach zajętych przez zarośla.

Zawartość potasu w glebach ciężkich jest na ogół duża, jednak przyswajalne jego formy (występujący w roztworze glebowym oraz w formie wymiennej w kompleksie sorpcyjnym) stanowią z reguły około 1% potasu ogółem [10]. W badanych rędzinach stwierdzono duże zróżnicowanie zasobności powierzchniowych poziomów gleby w przyswajalny potas, zarówno pomiędzy stanowiskami, jak i w ich obrębie. Wraz z naturalnym zmianami sukcesyjnymi roślinności kserotermicznej zwiększa się



Rys. 23. Zmiany zawartości przyswajalnego fosforu i potasu w poziomach próchnicznych (A-AC, A-ABbr) badanych rędzin w obrębie stanowisk. Objaśnienia jak na rysunku 14

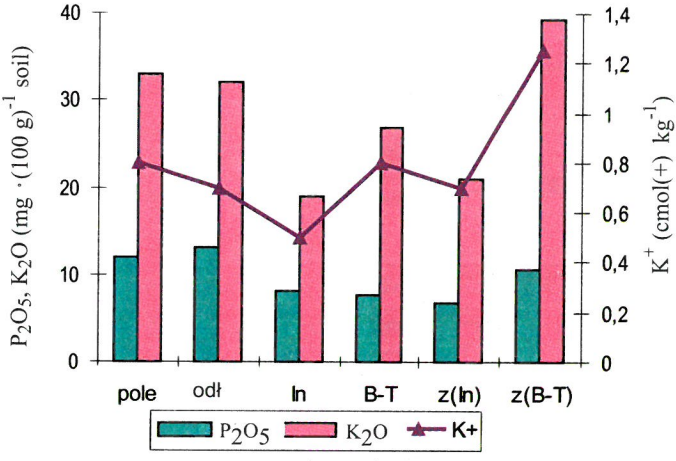
Fig. 23. Changes in content of available phosphorus and potassium in the humus horizon (A-AC, A-ABbr) of rendzinas investigated within the sites. Explanations as in Figure 14



Rys. 24. Zróżnicowanie zawartości przyswajalnego fosforu i potasu w poziomach próchnicznych (A-AC, A-ABbr) badanych rędzin w obrębie wyróżnionych typów roślinności. Na osi odciętych opisano profile glebowe: nr 1-8 – stanowisko Stawska Góra; 9-11 – Bochotnica; 12-15 – Podzamcze; 16-23 – Kąty

Fig. 24. Differentiation in content of available phosphorus and potassium in the humus horizon (A-AC, A-ABbr) of rendzinas investigated within the distinguished community types. On X-axis the soil profiles are described: 1-8 – Stawska Góra site; 9-11 – Bochotnica site; 12-15 – Podzamcze site; 16-23 – Kąty site

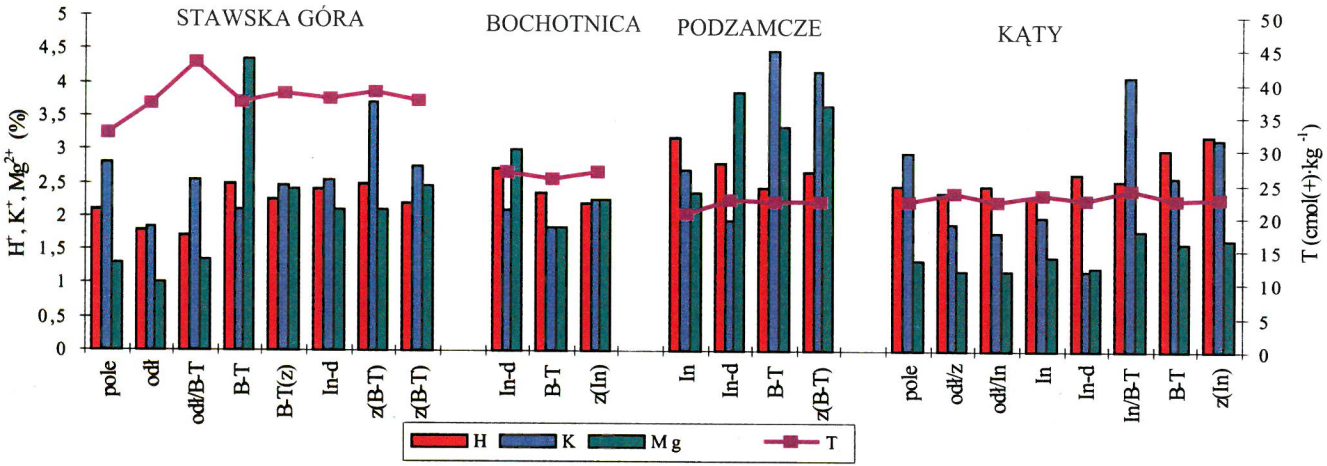
zawartość przyswajalnego potasu, przy czym na polach i odłogach ma miejsce sztuczne wzbogacenie gleby w ten składnik. Najniższe wartości występują na siedliskach *Inuletum ensifoliae* (12-20 mg K_2O w 100 g gleby), najwyższe pod zbiorowiskami zaroślowymi, szczególnie wykształconymi w wyniku zarastania zespołu *Brachypodio-Teucrietum* (powyżej 47 mg K_2O w 100 g gleby). W głąb profilu obserwuje się wyraźny spadek zasobności. W poziomie skały macierzystej ilość K_2O jest dość wyrównana, co sugeruje decydujące znaczenie roślinności w magazynowaniu tego składnika. Zmiany zawartości przyswajalnego potasu w glebie, zarówno powierzchniowo, jak i w obrębie profilu pokrywają się ze zróżnicowaniem wysycenia kompleksu sorpcyjnego kationami potasu.



Rys. 25. Zmiany zawartości przyswajalnego fosforu i potasu wraz z sukcesją roślinności oraz zależność kationu K^+ i ilości K_2O – wartości średnie dla wyróżnionych zbiorowisk. Objaśnienia jak na rysunku 16
Fig. 25. Changes in content of available phosphorus and potassium with succession of xerothermal plant – mean data for the distinguished community types. Explanations as in Figure 16

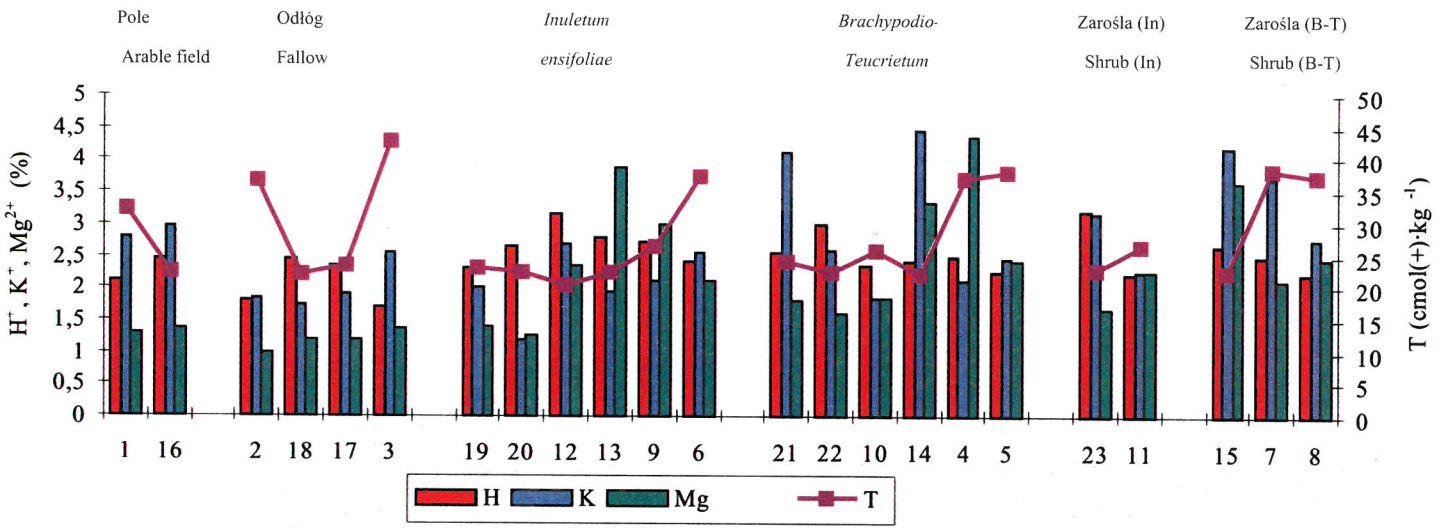
6.3.5. Pojemność sorpcyjna

Ze względu na charakter skały macierzystej kompleks sorpcyjny badanych rędzin jest w przeważający stopniu wysycony zasadami (w 96-99%), niezależnie od różnic litologicznych, stadium rozwojowego gleby, ani od typu porastającej ją roślinności. W obrębie stanowisk badawczych pojemność sorpcyjna powierzchniowych poziomów jest wyrównana; różnice (rzędu 10 cmol(+)kg^{-1} gleby) występują jedynie na Stawskiej Górze i dotyczą rędzin różnie użytkowanych (rys. 26). W głąb



Rys. 26. Pojemność sorpcyjna (T) oraz procentowy udział kationów H^+, K^+ i Mg^{2+} w kompleksie sorpcyjnym poziomów próchnicznych (A-AC, A-ABbr) badanych rędzin w obrębie poszczególnych stanowisk. Objaśnienia jak na rysunku 14

Fig. 26. Sorptive capacity (T) and percentage share of H^+, K^+ i Mg^{2+} cations in the sorptive complex of humus horizon (A-AC, A-ABbr) of rendzinas investigated within the sites. Explanations as in Figure 14



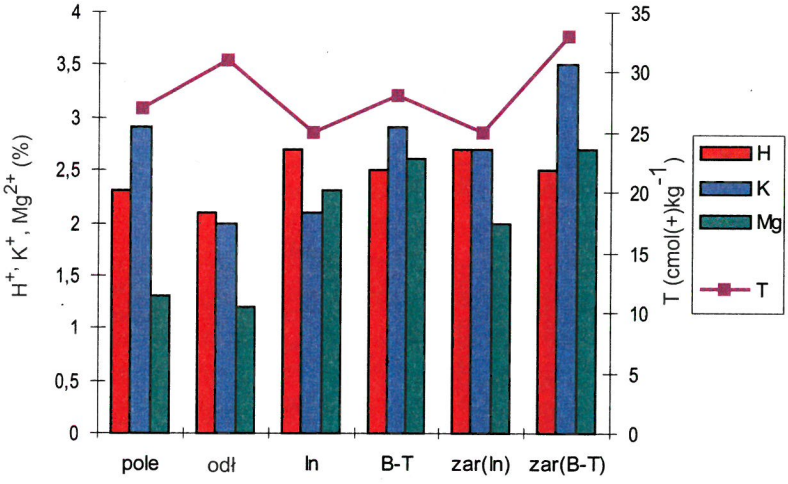
Rys. 27. Pojemność sorpcyjna (T) oraz procentowy udział kationów H^+, K^+ i Mg^{2+} w kompleksie sorpcyjnym badanych rędzin w obrębie poszczególnych typów roślinności. Na osi odciętych opisano profile glebowe: nr 1-8 - stanowisko Stawska Góra; 9-11 – Bochotnica; 12-15 – Podzamcze; 16-23 – Kąty

Fig. 27. Sorptive capacity (T) and percentage share of H^+, K^+ i Mg^{2+} cations in the sorptive complex of rendzinas investigated within the distinguished community types. On X-axis the soil profiles are described: 1-8 – Stawska Góra site; 9-11 – Bochotnica site; 12-15 – Podzamcze site; 16-23 – Kąty site

profilu najczęściej obserwuje się jej nieznaczny spadek. Najwyższe wartości pojemności sorpcyjnej stwierdzono w rezerwacie Stawska Góra (w poziomie A 38-32 cmol(+)kg^{-1} gleby), w dalszej kolejności w Bochotnicy (około 27 cmol(+)kg^{-1} gleby) – na obu stanowiskach przez przynajmniej trzydzieści lat nie była prowadzona orka.

Podstawowym kationem wymiennym jest Ca^{2+}, wysycający kompleks sorpcyjny w 84-97%. Drugim z kolei kationem jest potas (z udziałem w poziomie powierzchniowym 1,3-6,1%), który tylko na stanowisku w Bochotnicy oraz w profilu nr 4 ze Stawskiej Góry ustępuje miejsca w kompleksie sorpcyjnym kationowi magnezu (jego udział w poziomie A waha się od 1,1 do 6,1%). We wszystkich badanych rędzinach pojawia się również kation wymienny H^+, wysycający kompleks sorpcyjny wierzchnich poziomów w granicach od 1,9 do 3,3%. Sód występuje w bardzo małych ilościach. Wysycenie kompleksu sorpcyjnego kationami wapnia i sodu zwiększa się w głąb profilu, natomiast ilość kationów wodoru, potasu i magnezu wraz z głębokością maleje.

Zaobserwowano, że przemianom roślinności towarzyszy wzbogacenie kompleksu sorpcyjnego poziomów próchnicznych w wymienny magnez, potas i sód, a maleje wysycenie kationami wapnia.



Rys. 28. Pojemność sorpcyjna (T) oraz procentowy udział kationów H^+, K^+ i Mg^{2+} w kompleksie sorpcyjnym rędzin w obrębie wyróżnionych typów roślinności - wartości średnie dla badanych zbiorowisk. Objaśnienia jak na rysunek 16

Fig. 28. Sorptive capacity (T) and percentage share of H^+, K^+ i Mg^{2+} cations in the sorptive complex of rendzinas within the distinguished community types - mean data for the investigated communities. Explanations as in Figure 16

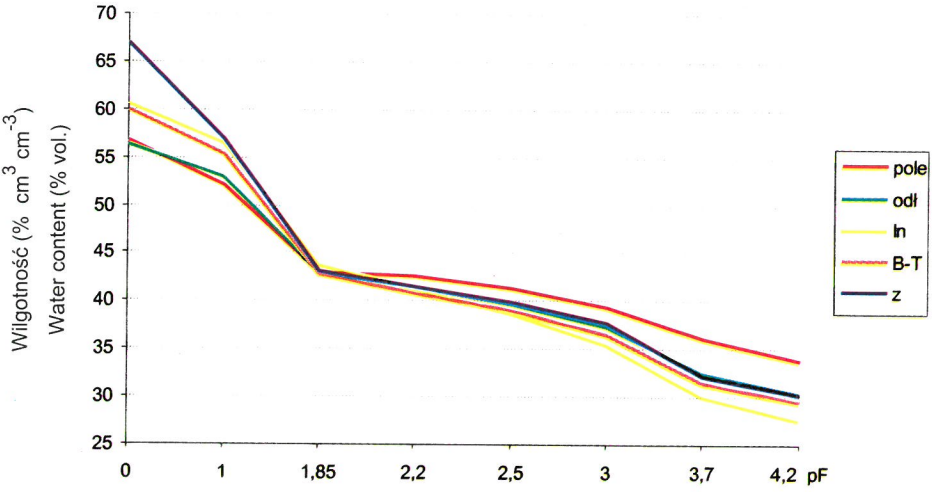
6.3.6. Gęstość i właściwości hydrofizyczne

Gęstość powierzchniowych poziomów rędzin wykazuje bardzo silną zależność od charakteru użytkowania (rys. 30). Wyraźnie wyższe wartości posiadają rędziny obecnie lub w niedalekiej przeszłości uprawiane. Mniejszym zagęszczeniem charakteryzują się profile, gdzie przez długi okres czasu nie było bezpośredniej ingerencji człowieka w glebę: zajęte przez zbiorowiska zaroślowe, objęte długoletnią ochroną rezerwatową lub usytuowane na stromych zboczach, w miejscach o niekorzystnych warunkach dla działalności rolniczej (stanowisko w Bochotnicy). Wraz z sukcesją naturalnej roślinności kserotermicznej zagęszczenie rędzin maleje – co ma związek ze zwiększeniem ilości makroporów pochodzenia organicznego i pociąga za sobą wzrost całkowitej pojemności wodnej.

Właściwości hydrofizyczne gleb, tj. retencja wodna oraz przepuszczalność wodna w strefie nasyconej i nienasyconej, kształtują nie tylko bilans wodny, ale mają decydujący wpływ na warunki wzrostu i rozwoju roślin. Determinują bowiem dostępność wody do systemu korzeniowego rośliny oraz przemieszczanie się jej wraz z rozpuszczonymi związkami chemicznymi do głębszych warstw gleby [129]. Badania właściwości hydrofizycznych są niezbędne w interpretacji i przewidywaniu zmian pokrywy roślinnej, które zachodzą w wyniku naturalnej sukcesji.

Badane rędziny należą do grupy gleb o średnich zasobach wody wolnej (Klasyfikacja za Walczak i in. [129]), a w przypadku rędzin porośniętych zaroślami – do grupy o wysokich zasobach wody wolnej. Całkowita pojemność wodna poziomów powierzchniowych (przy pF 0) przyjmuje najniższe wartości w glebach ornych i odłogowanych (średnio 56% $cm^3 \cdot cm^{-3}$), w rędzinach na których występuje murawa kserotermiczna wynosi średnio 60% $cm^3 \cdot cm^{-3}$, a pod zaroślami – 67% (rys. 29). Ilość wody retencjonowanej przy pF 4,2 (wartość ta uznawana jest jako punkt trwałego więdnięcia roślin) waha się od 34% $cm^3 \cdot cm^{-3}$ w rędzinach pod uprawą do 27% $cm^3 \cdot cm^{-3}$ w glebach będących siedliskiem zespołu *Inuletum ensifoliae*.

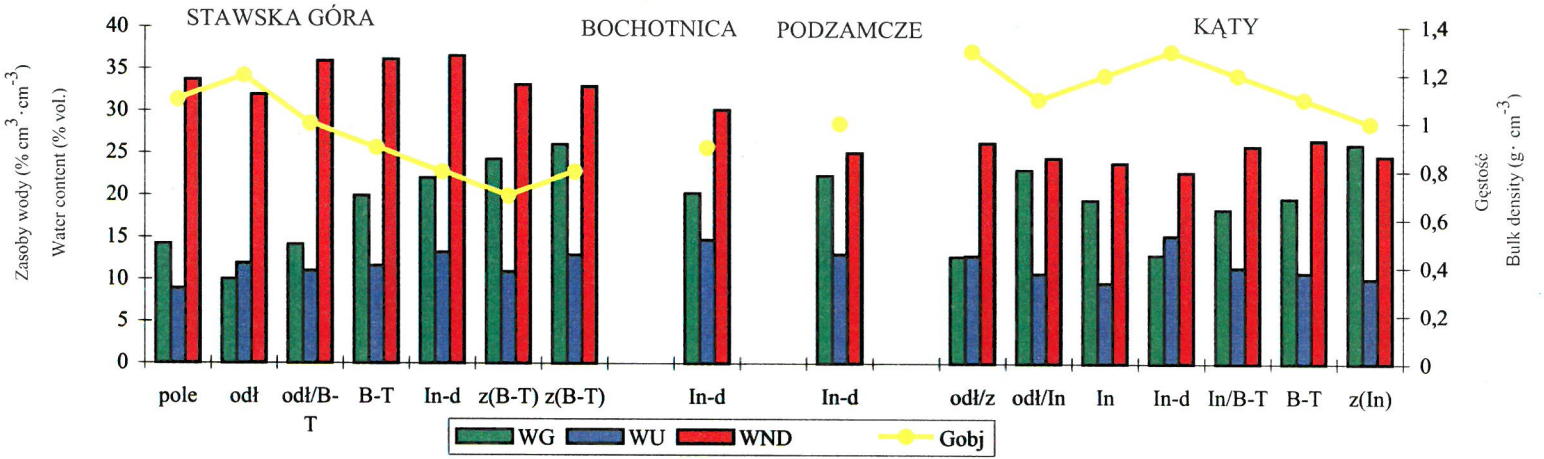
Charakter przebiegu krzywych retencji poziomów powierzchniowych badanych rędzin, bez względu na typ porastającego go zbiorowiska, jest zbliżony (rys. 29). W zakresie potencjałów pF 0-1,85 retencja wody gwałtownie się zmniejsza, szczególnie wyraźnie dla zbiorowisk zaroślowych (o 24%) oraz dla muraw pierwotnych (o około 17%). Pomiędzy wartościami pF 1,85-3, tj. w przedziale który obejmuje wodę grawitacyjną powoli przesiąkającą oraz wodę kapilarną łatwo dostępną dla roślin, odnotowano bardzo łagodny spadek wilgotności. W żadnym z badanych przypadków nie przekroczył on 7,5%. Powyżej potencjału pF 3 (rośliny zaczynają już wtedy odczuwać niedobór wody) zaznacza się ponownie gwałtowniejsze zmniejszenie ilości retencjonowanej wody o 7-8,5% dla gleb porośniętych roślinnością kserotermiczną i o 4% dla rędziny ornej.



Rys. 29. Charakterystyki potencjał wodny (pF) - wilgotność w powierzchniowych poziomach badanych gleb - wartości średnie dla wyróżnionych zbiorowisk. Objaśnienia: odł – zbiorowiska odłogowe, czyli inicjalna faza murawy kserotermicznej; In – zespół *Inuletum ensifoliae*; B-T – zespół *Brachypodio-Teucrietum*; z – zbiorowisko zaroślowe

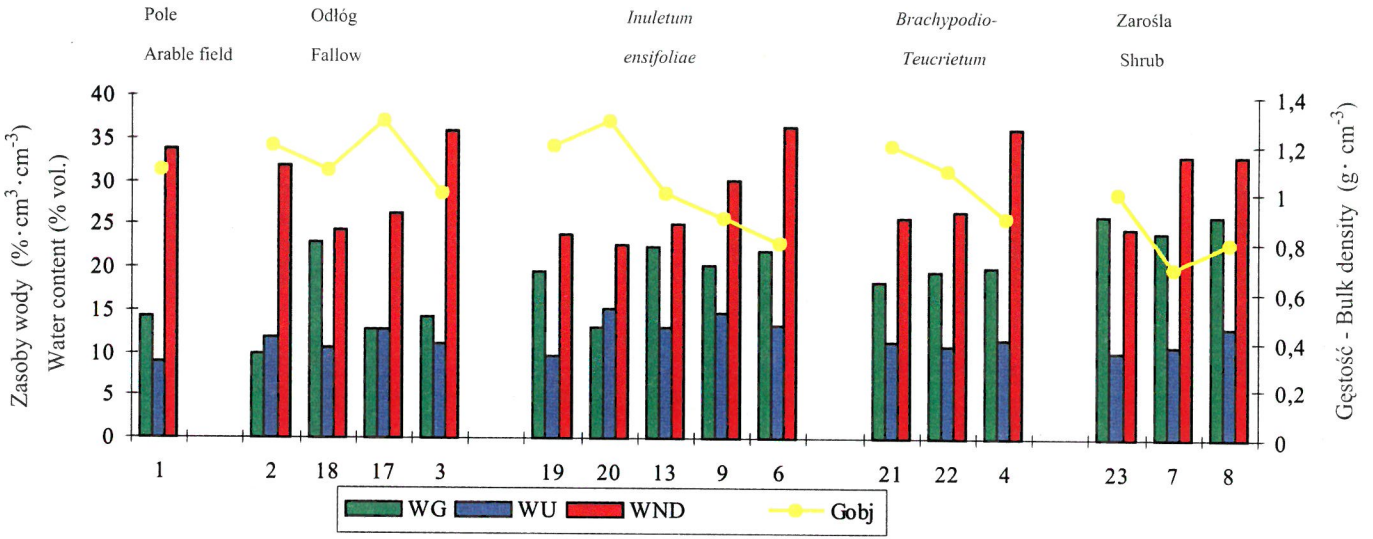
Fig. 29. Characteristics of soil water potential (pF) - moisture in surface horizon of rendzinas investigated – mean data for the distinguished community types. Explanations: odł – fallow communities, initial stage of xerothermal communities; In – *Inuletum ensifoliae* association; B-T – *Brachypodio-Teucrietum* association; z - shrub communities

Na podstawie krzywych retencji wyliczono ilości wody grawitacyjnej, użytecznej (w tym łatwo i trudno dostępnej dla roślin) oraz ilość wody niedostępnej dla roślin. Potencjalne zasoby wody grawitacyjnej (pF 0-2,2) w powierzchniowych poziomach badanych rędzin są silnie zróżnicowane, wynoszą od 10 do 27% $cm^3 \cdot cm^{-3}$ (rys. 30-31, 34). Wraz z sukcesją roślinności kserotermicznej wyraźnie wzrastają, o czym decyduje zwiększenie ilości makroporów pochodzenia organicznego. Zasoby wody użytecznej (pF 2,2-4,2) należą do niskich [129], jedynie w rędzinach zajętych przez zespół *Inuletum ensifoliae* przekraczają wartość 12% $cm^3 \cdot cm^{-3}$ (wartość ta rozdziela gleby o niskiej i średniej retencji użytecznej). Zasoby wody niedostępnej dla roślin we wszystkich badanych rędzinach, ze względu na ciężki skład granulometryczny, są wysokie (23-36% $cm^3 \cdot cm^{-3}$). Największa retencyjnością wody przy pF 4,2 charakteryzują się rędziny czyste, wytworzone z iłów i iłów pylastych (30-35%). Domieszki materiału akcesorycznego (profil nr 20) oraz pyłu pochodzenia eolicznego (profile z Podzamcza i z Kąt) wpływają na zmniejszenie potencjalnych zasobów wody niedostępnej dla roślin.



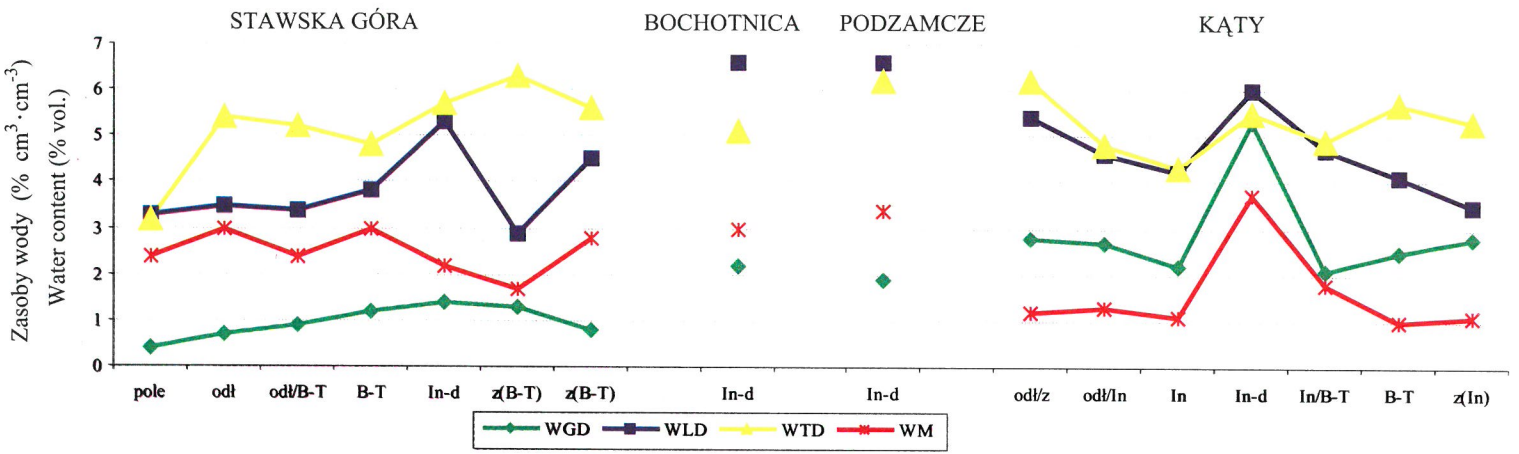
Rys. 30. Zmienność zdolności retencjonowania wody oraz gęstości w powierzchniowych poziomach badanych rędzin w obrębie poszczególnych stanowisk (WG - woda grawitacyjna; WU - woda użyteczna dla roślin; WND - woda niedostępna dla roślin; Gobj - gęstość). Objaśnienia jak na rysunku 14

Fig. 30. Changeability of water retention and bulk density in the surface horizon of rendzinas investigated within the sites (WG – free water; WU – water useful for plants; WND - water inaccessible for plants; Gobj – bulk density). Explanations as in Figure 14



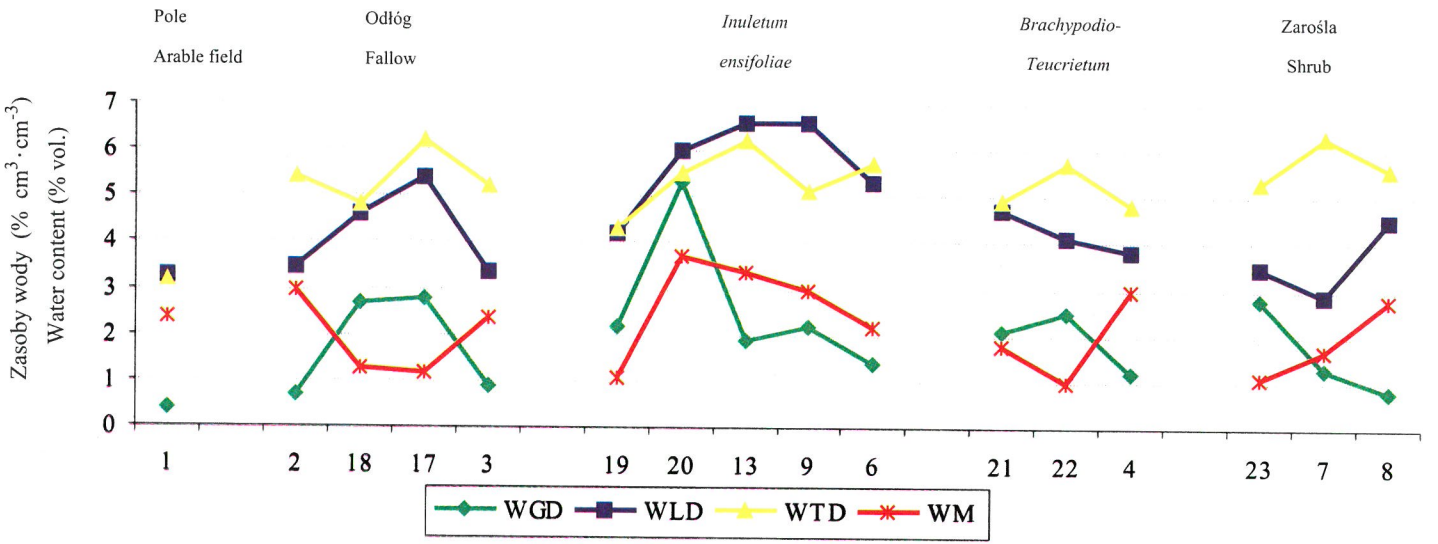
Rys. 31. Zmienność zdolności retencjonowania wody oraz gęstości (Gobj) w powierzchniowych poziomach badanych rędzin w obrębie wyróżnionych typów roślinności. (WG - woda grawitacyjna; WU - woda użyteczna dla roślin; WND - woda niedostępna dla roślin; Gobj - gęstość). Na osi odciętych opisano profile glebowe: nr 1-8 - stanowisko Stawska Góra; 9-11 – Bochotnica; 12-15 – Podzamcze; 16-23 – Kąty

Fig. 31. Changeability of water retention and bulk density in the surface horizon of rendzinas investigated within the distinguished types of communities. (WG – free water; WU – water useful for plants; WND - water inaccessible for plants; Gobj – bulk density). On X-axis the soil profiles are described: 1-8 – Stawska Góra site; 9-11 – Bochotnica site; 12-15 – Podzamcze site; 16-23 – Kąty site



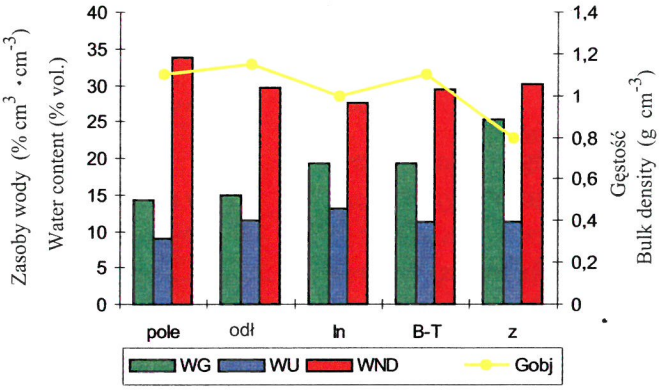
Rys. 32. Zasoby wody o różnym stopniu jej dostępności dla roślin w powierzchniowych poziomach badanych rędzin w obrębie stanowisk (WGD – woda grawitacyjna, powoli przesiąkająca, pobierana przez rośliny w ciągu 3-4 dni po opadach; WLD – woda kapilarna, łatwo dostępna dla roślin; WTD – woda kapilarna trudno dostępna dla roślin; WM – woda molekularna, bardzo trudno dostępna dla roślin). Objaśnienia jak na rysunku 14

Fig. 32. Amount of soil water with different degrees of availability for plants in the surface horizon of rendzinas investigated within sites (WGD – free water slowly permeating, available for plants within 3-4 days after precipitation; WLD – capillary water, useful available for plants; WTD – capillary water, difficult available for plants; WM – molecular water, very difficult available for plants). Explanations as in Figure 14



Rys. 33. Zasoby wody glebowej o różnym stopniu jej dostępności dla roślin w powierzchniowych poziomach badanych rędzin w obrębie wyróżnionych typów roślinności. Na osi odciętych opisano profile glebowe: nr 1-8 - stanowisko Stawska Góra; 9-11 – Bochotnica; 12-15 – Podzamcze; 16-23 – Kąty

Fig. 33. Amount of soil water of different degree of available for plants in the surface horizon of rendzinas investigated within within the distinguished types of communities. On X-axis the soil profiles are described: 1-8 – Stawska Góra site; 9-11 – Bochotnica site; 12-15 – Podzamcze site; 16-23 – Kąty site



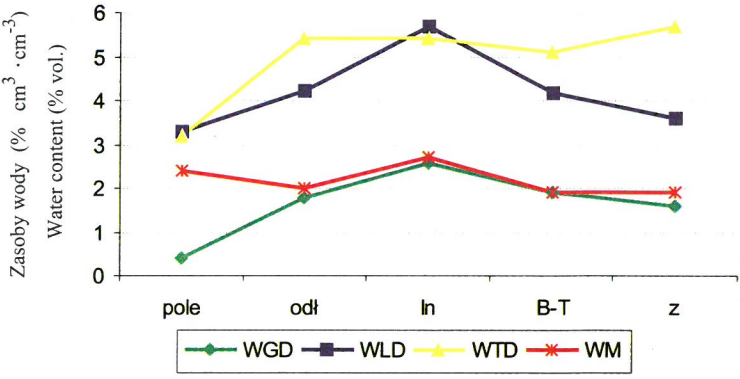
Rys. 34. Retencja różnych form wody glebowej oraz gęstość powierzchniowych poziomów – wartości średnie dla wyróżnionych typów roślinności. Objaśnienia: WG – woda grawitacyjna, WU – woda użyteczna dla roślin, WND – woda niedostępna dla roślin; Gobj – gęstość

Fig. 34. Retention of different types of soil water and bulk density in the surface horizon – mean data for within the distinguished types of communities. Explanations: WG – free water; WU – water useful for plant; WND – water inaccessible for plant; Gobj – bulk density

Potencjalne zasoby wody łatwo dostępnej dla roślin w powierzchniowych poziomach badanych rędzin mieszczą się w przedziale 3-6% $cm^3 \cdot cm^{-3}$ (rys. 32-33, 35). Najwyższe wartości osiągają pod zespołem *Inuletum ensifoliae*, co nasuwa przypuszczenie, że zdolność gleby do magazynowania wody użytecznej dla roślin (szczególnie zaś wody łatwo dostępnej dla roślin) może być barierą ograniczającą występowanie tej fitocenozy. Badania wykazały, że jedynie w glebach na których występuje asocjacja omanu wąskolistnego, potencjalne zasoby wody łatwo dostępnej dla roślin przewyższają zasoby wody trudno dostępnej.

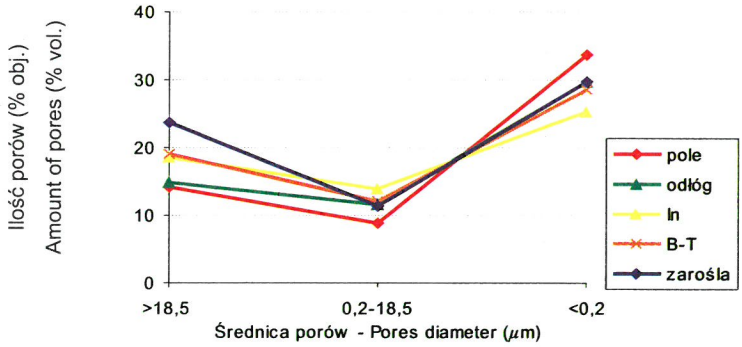
Analiza zawartości porów różnych wymiarów w powierzchniowych poziomach badanych rędzin wykazała, że mikropory (o średnicy <0,2 μm) przeważają nad makroporami (średnica >18,5 μm) i mezoporami (18,5-0,2 μm) (rys. 36). Powierzchniowe poziomy glebowe na których występuje asocjacja *Inuletum ensifoliae* wyróżniają się najwyższym procentowym udziałem w jednostce objętości porów średnich (które magazynują wodę użyteczną dla roślin) oraz najniższą zawartością porów drobnych (zatrzymujących wodę niedostępną dla roślin).

Przewodnictwo wodne w strefie nasyconej badanych rędzin zależy przede wszystkim od zawartości makroporów i szkieletu – stąd najwyższe wartości występują w glebach zajętych przez zbiorowiska zaroślowe i murawowe. Wartości współczynnika przewodnictwa wodnego w strefie nienasyconej zmniejszają się wraz ze wzrostem potencjału wody glebowej (rys. 37).



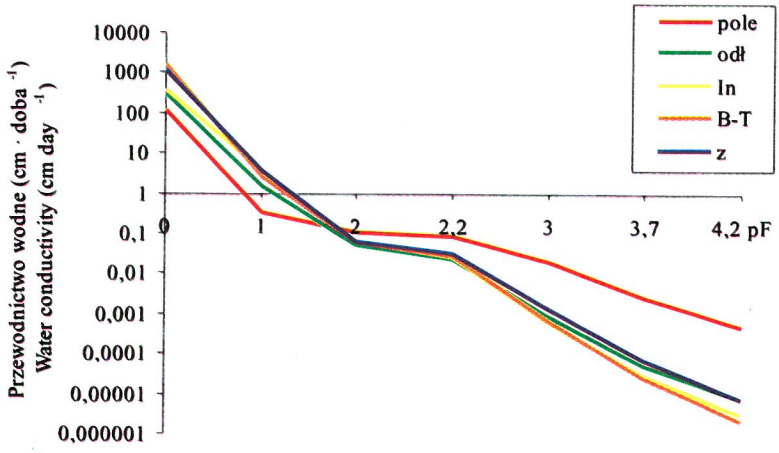
Rys. 35. Zawartość poszczególnych form wody glebowej o różnym stopniu jej dostępności dla roślin w poziomach powierzchniowych – wartości średnie dla badanych typów zbiorowisk. Objaśnienia: WGD – woda grawitacyjna, powoli przesiąkająca, pobierana przez rośliny w ciągu 3-4 dni po opadach (pF 0-2,2); WLD – woda kapilarna łatwo dostępna dla roślin (pF 2,2-3); WTD – woda kapilarna trudno dostępna dla roślin (pF 3-3,7); WM – woda molekularna, bardzo trudno dostępna dla roślin, jednak część z niej może być wykorzystana przez rośliny, umożliwiając im przetrwanie w okresie posuchy (pF 3,7-4,2)

Fig. 35. Amount of soil water of different degree of available for plants in surface horizon – mean data for within the distinguished types of communities. Explanations: WGD – free water, slowly permeated through the soil and absorbed by plants within 3-4 days after precipitation; WLD – water useful for plants; WTD – water difficult available for plants; WM – molecule water, hard to reach but part of it could be useful in the arid period



Rys. 36. Ilość porów różnych wymiarów w powierzchniowych poziomach badanych rędzin – wartości średnie dla wyróżnionych typów zbiorowisk. Objaśnienia: In – zespół *Inuletum ensifoliae*; B-T – zespół *Brachypodio-Teucrietum*

Fig. 36. Amount of different sized pores in the surface horizon of rendzinas investigated – mean data for within the distinguished types of communities. Explanations: In –*Inuletum ensifoliae* association; B-T – *Brachypodio-Teucrietum* association



Rys. 37. Przewodnictwo wodne w funkcji potencjału wody glebowej dla powierzchniowych poziomów badanych rędzin – uśrednione wartości dla poszczególnych typów roślinności
Fig. 37. Water conductivity as a function of water potential for the surface horizon of rendzinas investigated – mean data for distinguished types of communities

Zakres zmienności wartości współczynnika przewodnictwa wodnego badanych gleb w zależności od typu porastającej roślinności nie jest duży, jedynie rędziny pod uprawą mają w zakresie potencjałów odpowiadających pF 0-1,75 znacząco niższe, a po przekroczeniu pF 1,75 – znacząco wyższe wartości współczynnika przewodnictwa wodnego – co zapewne wiąże się z zabiegami agrotechnicznymi. Wśród rędzin porośniętych roślinnością naturalną, najwyższymi wartościami przewodnictwa wodnego w prawie całym zakresie badanych potencjałów wody glebowej, charakteryzowały się gleby zajęte przez zarośla (wyróżniające się najmniejszym zagęszczeniem i najwyższą zawartością porów, szczególnie makroporów). Najniższe wartości odnotowano w rędzinach na których występują zbiorowiska murawowe – co ma ścisły związek z dobrymi zdolnościami tych gleb do magazynowania wody użytecznej dla roślin.

6.4. Wpływ użytkowania na właściwości rędzin kredowych

Działalność człowieka, szczególnie jeśli ma ona długotrwały charakter, doprowadza do bardzo silnych zmian w glebie (czasami nieodwracalnych) i restytucja zespołów, które występowały tu poprzednio, jest bardzo trudna, a często wręcz niemożliwa. Nawet krótkotrwała działalność człowieka (jednorazowe zaoranie,

wypalanie muraw, wyrąb zarośli, wypas, nasilona penetracja turystyczna) ma wpływ na właściwości gleb oraz na charakter i tempo przekształceń występującego na nich zbiorowiska.

W płatach muraw kserotermicznych powstałych na odłogowanych polach uprawnych, proces sukcesji zachodzi szybciej niż w przypadku muraw o charakterze pionierskim, wytworzonych na odsłoniętych skałach węglanowych [91,94,95]. Tabela 20 zestawia właściwości rędzin kredowych o jednakowej potencjalnej roślinności (zespół *Inuletum ensifoliae*), różniących się sposobem użytkowania i długością okresu czasu bez bezpośredniej ingerencji człowieka w glebę. Zdecydowano się porównać jedynie profile gleb uprawnych oraz zajęte przez asocjację *Inuletum ensifoliae* (fację inicjalną i dojrzałą), aby zmniejszyć wpływ składu gatunkowego zbiorowiska na właściwości gleby. Kolejność profili nawiązuje do natężenia antropopresji.

Profile nr 1 i 16 wykonane zostały na polach ornych w pobliżu granicy z murawą, pierwszy z nich reprezentuje rędzinę bardzo silnie erodowaną z zaznaczonym procesem brunatnienia, drugi – rędzinę czarnoziemną. Profil nr 18 reprezentuje 5-6 letni odłóg z pojedynczymi kępami omanu wąskolistnego. Odkrywki 19 i 20 wykonane zostały w obrębie typowych płatów *Inuletum ensifoliae*, wykształconych na dawnych polach uprawnych, które nie były orane około 10 oraz 15 lat i różnią się stopniem zwarcia warstwy zielnej. Profile 12 i 13, ze względu na usytuowanie w obrębie bardzo stromego zbocza, nie były nigdy objęte uprawą, jednak są narażone na znaczną presję antropogeniczną (bliskość stadionu sprzyja penetracji turystycznej – o czym świadczą liczne ścieżki; ponadto z powyżej usytuowanych pól uprawnych mogą dostawać się różne związki chemiczne stosowane w rolnictwie). Profil nr 13 położony jest u podnóża zbocza i charakteryzuje się miąższym poziomem próchnicznym i bogatszym składem florystycznym w porównaniu z profilem 12, zlokalizowany został w miejscu gdzie w roku 1995 były prowadzone zabiegi usunięcia drzew. Odkrywka nr 9 wykonana została na stromym, nigdy nie uprawianym zboczu, na którym dawniej (według okolicznych mieszkańców około 10 lat temu) sporadycznie był prowadzony wypas bydła. Profil nr 6 reprezentuje płat zespołu *Inuletum ensifoliae*, który objęty jest ścisłą ochroną rezerwatową od 1956 roku i prawdopodobnie stanowi fragment reliktowej roślinności stepowej.

Na podstawie powyżej opisanych profili przeprowadzono analizę porównawczą właściwości gleb o jednakowej potencjalnej roślinności, a o różnym charakterze antropopresji (tab. 20).

Zawartość szkieletu w poziomach powierzchniowych gleb uprawnych i odłogowanych jest wyraźnie niższa niż w glebach rozwijających się bez bezpośredniej

działalności człowieka – decyduje o tym zarówno usytuowanie w obrębie form rzeźby (rolniczo wykorzystuje się tereny o mniejszych spadkach), jak również zbieranie większych kamieni przez rolnika. Orka powoduje mechaniczne mieszanie poziomów próchnicznych z poziomami głębszymi (bardzo często z ilastą zwietrzeliną wapienną), co wpływa na wzrost zawartości cząstek spławialnych, wyższe wartości pH w H_20 oraz zwiększenie zawartości węglanu wapnia w warstwie powierzchniowej (płużnej). Zaorane pola są narażone na erozję wietrzną i wodną, co przyczynia się do ubożenia wierzchnich poziomów glebowych w cząstki pylaste. Wraz ze wzrostem czasu odłogowania oraz wiekiem murawy – procentowy udział frakcji pyłu rośnie.

Wraz z plonami z gleby odprowadzana jest substancja organiczna i składniki mineralne (węgiel organiczny, azot, makro- i mikropierwiastki). Stosowanie nawozów poprawia zasobność gleby w składniki pokarmowe (najczęściej stosowane są nawozy zawierające P, K i N), lecz jednocześnie intensyfikuje procesy glebowe, zwłaszcza rozkład substancji organicznej, co w konsekwencji prowadzi do zubożenia gleby w C i N, zwłaszcza po zaprzestaniu działalności rolniczej. Na wtórnych siedliskach zajętych przez asocjację *Inuletum ensifoliae* stwierdzono niższą zasobność powierzchniowych poziomów rędzin w próchnicę i w azot niż na siedliskach pierwotnych, nawet tych stosunkowo, silnie erodowanych. Zawartość przyswajalnego fosforu wykazuje wyższe wartości w glebach ornych, odłogowanych oraz narażonych na penetrację antropogeniczną (zarówno w poziomach powierzchniowych, jak i głębszych). Nie zaobserwowano jednoznacznego wpływu użytkowania gleby na zawartość potasu przyswajalnego oraz wymiennego, choć w obrębie stanowiska Kąty, reprezentującego murawę wtórną, można mówić o spadku ilości tego składnika w miarę długości okresu czasu bez bezpośredniej ingerencji człowieka w glebę.

Pojemność sorpcyjna poziomów próchnicznych badanych gleb wzrasta wraz z długością okresu występowania roślinności kserotermicznej. Wysycenie kompleksu sorpcyjnego zasadami w obrębie siedlisk naturalnych jest nieznacznie niższe niż w obrębie pól i odłogów. Rędziny zajęte przez dobrze wykształcone zbiorowiska murawowe charakteryzują się wyraźnie wyższą kwasowością hydrolityczną, na co ma wpływ wysoka zawartość substancji organicznej. Kompleks sorpcyjny rędzin ornych oraz odłogowanych charakteryzuje się niższym udziałem kationów magnezu. Jest to związane z pobieraniem tego pierwiastka przez rośliny, przy jednoczesnym braku nawożenia magnezowego. Gleby nigdy nie użytkowane rolniczo, zajęte przez dojrzałą facją zespołu *Inuletum ensifoliae*, charakteryzują się zbliżonym udziałem

Tabela 20a. Wybrane właściwości rędzin kredowych charakteryzujących się jednakową potencjalną roślinnością (zespół *Inuletum ensifoliae*), lecz różnymi sposobami użytkowania oraz natężeniem antropopresji

Table 20a. Selected properties of cretaceous rendzinas overgrown by the same potential plants (*Inuletum ensifoliae* association) which are differently used and exposed to different impact of human activity

Typ zbiorowiska Type of community	Stanowisko Site	Nr profilu Profile No.	Podtyp rędzin Subtype of rendzina	Poziom Horizon	Głębokość próby Depth (cm)	Grupa granulo-metr. Granulo-metric group	pH		$CaCO_3$	C-org	N	C:N	P_2O_5	K_2O
							H_2O	KCl	(%)				(mg·(100 g)$^{-1}$)	
Pole Arable field	Stawska Góra	1	r.wł	**Aca(p)**	5-15	ip	7,84	7,07	43,23	0,89	0,05	17,8	11,6	25,1
				BbrCca	28-35	ip	8,04	7,13	50,72	0,56	0,04	14,0	10,7	11,5
	Kąty	16	r.cz	**A1ca(p)**	8-15	gcp	7,30	7,00	47,52	1,95	0,21	9,3	14,3	48,1
				A2ca	27-37	gcp	7,40	7,02	47,10	1,74	0,19	9,2	10,8	34,3
Odłóg Fallow		18	r.wł	**Aca**	5-15	ip	7,43	7,07	59,80	1,62	0,10	16,2	7,7	20,6
				ACca	20-28	ip	7,56	7,11	66,90	0,96	0,06	16,0	7,0	10,8
Ass. *Inuletum ensifoliae*		19	r.wł	**Aca**	13-23	ip	7,44	7,16	47,50	1,30	0,11	11,8	7,8	20,1
				Cca	28-35	ip	7,46	7,16	62,00	0,93	0,07	13,3	7,5	12,2
		20	r.cz	**A1ca**	5-10	gsp	7,22	7,00	35,40	2,18	0,16	13,6	6,2	13,1
				A2ca	16-22	gsp	7,29	7,02	36,30	1,79	0,15	11,9	6,9	11,4
				C1ca	28-34	gcp	7,50	7,11	52,80	1,20	0,08	15,0	7,8	9,0
				C2ca	40-45	ip	7,76	7,21	73,90	0,41	0,04	10,3	7,0	11,2
	Podzamcze	12	r.wł	**ACca**	7-15	ip	7,10	7,08	48,32	2,73	0,22	12,4	11,0	16,2
				Cca	25-37	ip	7,74	7,24	63,64	0,50	0,06	8,3	9,3	7,1
		13	r.cz	**Aca**	3-8	ip	7,11	7,09	43,92	4,16	0,24	17,3	12,0	20,9
				ACca	25-30	ip	7,38	7,22	48,30	1,82	0,15	12,1	9,3	6,4
				Cca	58-70	ip	7,64	7,29	48,72	1,05	0,07	15,0	9,6	4,5
	Bochotnica	9	r.wł	**Aca**	5-10	gcp	7,06	7,02	34,37	4,44	0,28	15,9	7,3	30,9
				ACca	20-25	gcp	7,21	7,11	41,87	1,99	0,15	13,3	6,4	10,1
				Cca	35-40	gcp	7,54	7,24	51,71	1,02	0,08	12,8	6,6	4,6
	Stawska Góra	6	r.br	**A**	3-10	gcp	7,12	6,77	0,65	5,09	0,35	14,5	7,4	52,5
				ABbr	20-28	gcp	7,53	6,87	2,37	1,36	0,10	13,6	3,8	14,1
				Bbr	30-42	gcp	7,55	6,81	2,68	0,99	0,09	11,0	3,3	15,0
				BbrCca	45-50	ip	7,70	6,70	3,14	0,77	0,09	8,6	2,6	20,6

Grupa granulometryczna: gsp – glina średnia pylasta, gcp – glina ciężka pylasta, ip – ił pylasty

Granulometric group: gsp – medium silty loam, gcp – heavy silty loam, ip – silty clay

Tabela 20b. cd.
Table 20b. Cont.

Typ zbiorowiska Type of community	Stanowisko Site	Nr profilu Profile No.	Poziom Horizon	Właściwości sorpcyjne Sorptive properties							Gęstość Bulk density	Retencja Retention			Przewodnictwo wodne Water conductivity		
				H_h	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Na^+	K^+	T	V		pF 0	pF 2,2	pF 4,2	pF 0	pF 2,2	pF 4,2
				(cmol(+)·kg^{-1} gleby/soil)						(%)	(g·cm^{-3})	(% cm^3·cm^{-3})			(cm·doba^{-1}) (cm day^{-1})		
Pole	Stawska Góra	1	**Aca(p)**	0,67	30,33	0,41	0,11	0,90	32,42	97,9	1,1	56,7	42,6	33,7	126	0,090	$5120 \cdot 10^{-7}$
Arable field			**BbrCca**	0,56	30,86	0,30	0,22	0,37	32,31	98,3							
	Kąty	16	**A1ca(p)**	0,54	20,46	0,40	0,03	0,85	22,28	97,6							
			A2ca	0,56	21,14	0,21	0,04	0,47	22,42	97,5							
Odłóg		18	**Aca**	0,60	20,53	0,34	0,03	0,52	22,0	97,3	1,1	58,1	35,1	24,4	312	0,023	$163 \cdot 10^{-7}$
Fallow			**ACca**	0,49	21,46	0,21	0,06	0,24	22,5	97,8	1,1	57,7	38,1	26,8	632	0,013	$13 \cdot 10^{-7}$
Ass.		19	**Aca**	0,54	21,81	0,33	0,04	0,46	23,2	97,7	1,2	52,7	33,4	23,8	366	0,020	$21 \cdot 10^{-7}$
Inuletum			**Cca**	0,52	19,13	0,27	0,05	0,29	20,3	97,4							
ensifoliae		20	**A1ca**	0,64	21,46	0,26	0,03	0,30	22,7	97,2	1,3	50,7	37,9	22,7	169	0,069	$21 \cdot 10^{-7}$
			A2ca	0,56	21,27	0,32	0,03	0,24	22,4	97,5	1,3	49,4	35,7	23,3	153	0,045	$16 \cdot 10^{-7}$
			C1ca	0,64	21,80	0,16	0,04	0,20	22,8	97,2							
			C2ca	0,58	21,05	0,12	0,04	0,17	22,0	97,4							
	Podzamcze	12	**ACca**	0,77	18,69	0,48	0,04	0,55	20,53	96,2							
			Cca	0,69	18,69	0,39	0,05	0,31	20,13	96,6							
		13	**Aca**	0,82	21,14	1,12	0,03	0,61	23,72	96,5	1,0	63,5	41,2	25,0	224	0,002	$3 \cdot 10^{-7}$
			ACca	0,66	20,05	0,65	0,04	0,28	21,68	97,0	1,1	57,6	38,2	25,2	352	0,027	$186 \cdot 10^{-7}$
			Cca	0,64	21,61	0,36	0,05	0,24	22,90	97,2							
	Bochotnica	9	**Aca**	0,82	25,25	0,99	0,04	0,79	27,89	97,1	0,9	65,0	44,8	30,1	175	0,020	$53 \cdot 10^{-7}$
			ACca	0,64	23,80	0,62	0,05	0,35	25,46	97,5							
			Cca	0,52	20,18	0,46	0,07	0,22	21,45	97,6							
	Stawska Góra	6	**A**	1,05	33,66	1,07	0,10	1,48	37,36	97,2	0,8	71,4	49,4	36,2	964	0,011	$13 \cdot 10^{-7}$
			ABbr	0,75	35,83	0,50	0,16	0,40	37,64	98,0	1,0	62,0	46,7	32,8	212	0,022	$40 \cdot 10^{-7}$
			Bbr	0,75	36,13	0,41	0,17	0,49	37,95	98,0							
			BbrCca	0,75	33,91	0,41	0,19	0,49	35,75	97,9							

kationów magnezu w kompleksie sorpcyjnym. Brak jednolitych prawidłowości w zawartości kationów Ca^{2+} i Na^{+}.

Gęstość rędzin rozwijających się bez ingerencji człowieka (zajętych przez murawy pierwotne) jest niższa niż w glebach uprawnych i odłogowanych. Uprawa mechaniczna gleb ciężkich ma na celu zmniejszenie zagęszczenia oraz zwiększenie porowatości, lecz doprowadza także do destrukcji agregatów strukturalnych, co w konsekwencji przynosi odwrotny efekt. Poprawa właściwości wodnych w wyniku zabiegów agrotechnicznych jest krótkotrwała i w przypadku zaprzestania uprawy nasila się proces samoczynnego osiadania grawitacyjnego gruntu, który spowodowany jest zmianami wilgotności (zwilżanie-osuszanie) oraz temperatury (zamarzanie-tajanie) – co doprowadza do zwiększenia ilości mikroporów kosztem mezoporów i pogorszenie właściwości retencyjnych, szczególnie w zakresie wody łatwo dostępnej.

Rędziny zajęte przez pierwotne murawy *Inuletum ensifoliae* charakteryzują się większymi zasobami wodnymi (zarówno wody grawitacyjnej, użytecznej, jak i niedostępnej dla roślin) oraz niższymi wartości przewodnictwa wodnego w zakresie potencjałów pF 2,2-4,2 (obejmujących wodę użyteczną dla roślin) niż gleby pod murawami wtórnymi. Zniszczona przez człowieka struktura agregatowa potęguje proces osiadania tak, że nawet długotrwałe oddziaływanie flory i edafonu nie wpływa znacząco na zmniejszenie zagęszczenia gleb na siedliskach odłogowanych, a tym samym na poprawę ich charakterystyk hydrofizycznych – stąd prawdopodobnie wynika niestabilność wtórnych muraw *Inuletum ensifoliae* i szybka sukcesja w kierunku fitocenoz o silniejszym i bardziej rozbudowanym systemie korzeniowym (zespół *Brachypodio-Teucrietum,* zarośla).

6.5. Analiza ekologiczna badanych zespołów i zbiorowisk roślinnych

Występowanie zbiorowisk kserotermicznych uzależnione jest od obecności podłoża bogatego w węglan wapnia i wiąże się najczęściej z urozmaiconą rzeźbą terenu i specyficznym mikroklimatem (o wysokich wartościach nasłonecznienia), jak również z dogodnymi warunkami migracji tej roślinności w holocenie. Na podstawie przeprowadzonych analiz glebowych zaobserwowano następujące uwarunkowanie ekologiczne badanych fitocenoz:

Zespół *Inuletum ensifoliae*

1. Zajmuje miejsca najsilniej usłonecznione (topoklimat Typ 2-4), położone w większości na stromych zboczach o wystawie południowej, zachodniej i południowo-zachodniej.
2. W większości badanych przypadków zasiedla rędziny średnio lub silnie szkieletowe, wykształcone na litej skale. Skałą macierzystą są przeważnie twarde opoki i gezy.
3. Zajmuje siedliska o najniższej wartości pH w H_20 spośród wszystkich badanych fitocenoz kserotermicznych. Charakteryzuje się szeroką tolerancją w stosunku do zawartości węglanu wapnia w glebie.
4. Rędziny, na których występuje facja dojrzała zespołu *Inuletum ensifoliae*, wyróżniają się bardzo wysoką zawartością C-organicznego, co ma związek ze skrajnymi warunkami topoklimatycznymi.
5. Zespół ten zajmuje siedliska, na których występują trudności w pobieraniu przez rośliny azotu, bądź w wyniku jego niewielkiej zawartości lub ze względu na wysoki stosunek C/N. Przypuszczalnie azot jest jednym z ważniejszych czynników decydujących o kierunku sukcesji – przekształcenie się zespołu *Inuletum ensifoliae* w fitocenozę murawową *Brachypodio-Teucrietum* jest możliwe, gdy w glebie znajduje się odpowiednia ilość łatwo przyswajalnego azotu, natomiast wysoki stosunek C/N w glebie umożliwia długotrwałe zajęcie siedliska przez oman wąskolistny, a jego dalsze przemiany sukcesyjne prowadzą do zwiększania udziału zarośli.
6. Zaobserwowano zależność pomiędzy niską zawartością przyswajalnego potasu w poziomach próchnicznych rędzin, a zwiększonym udziałem gatunków charakterystycznych dla zespołu *Inuletum ensifoliae*.
7. Siedliska na których osiedla się zespół *Inuletum ensifoliae* (zarówno te o charakterze naturalnym, jak i wtórnym) w porównaniu z siedliskami zajętymi przez inne badane zbiorowiska kserotermiczne, charakteryzują się najwyższą zawartością wody użytecznej dla roślin w powierzchniowych poziomach glebowych, a w jej obrębie najwyższą ilością wody łatwo dostępnej dla roślin w jednostce objętości gleby (których wartość przekraczała 5% $cm^3 \cdot cm^{-3}$). Zmniejszenie się zdolności retencji tych form wody glebowej prawdopodobnie jest barierą ograniczającą rozwój fitocenozy *Inuletum ensifoliae*.
8. Długotrwałe występowanie zespołu *Inuletum ensifoliae* jest związane:

– z rzeźbą terenu – mechaniczne niszczenie darni i pokrywy glebowej w wyniku erozji doprowadza do cyklicznie powtarzającej się sukcesji pierwotnej na litej skale;

- ze skrajnymi warunkami klimatycznymi, nie pozwalającymi na przetrwanie i rozwój siewek bardziej mezofilnych gatunków;
- z właściwościami hydrofizycznymi rędzin (przede wszystkim ze zdolnościami poziomów powierzchniowych do retencji wody łatwo dostępnej dla roślin) oraz dostępnością dla roślin azotu i potasu;
- z ewolucją rędzin – wytworzenie się poziomów brunatnienia wpływa na niewielką przepuszczalność wody do głębszych warstw gleby (z której korzystają korzenie roślin zaroślowych) i zwiększenie zasobów wody użytecznej dla roślin w poziomach powierzchniowych.

Zespół *Brachypodio-Teucrietum*

1. Charakteryzuje się szeroką amplitudą jeśli chodzi o warunki topoklimatu, lecz nie występuje na stromych, skalistych zboczach kredowych o ekspozycji S.
2. Preferuje siedliska, gdzie w podłożu występują łatwiej wietrzejące margle i opoki margliste, dające ilastą zwietrzelinę – stąd uziarnienie rędzin zajętych przez ten zespół wyróżnia się najcięższym składem granulometrycznym spośród badanych zbiorowisk roślinnych.
3. Zasiedla utwory średnio lub słabo szkieletowe o dużej zawartości węglanów.
4. Zespół ten zajmuje siedliska bogate w próchnicę i azot, o niskim stosunku C/N.
5. Zaobserwowano zależność pomiędzy wzrostem pokrycia przez kłosownicę pierzastą (*Brachypodium pinnatum)* w badanych płatach roślinności, a zwiększoną zawartością łatwo dostępnego azotu i potasu w glebie.
6. Asocjacja *Brachypodio-Teucrietum* zasiedla miejsca o niższych niż *Inuletum ensifoliae* zasobach wody użytecznej dla roślin w powierzchniowych poziomach glebowych (szczególnie wody łatwo dostępnej przy pF 2,2-3, których wartość nie przekraczała 5% $cm^3 \cdot cm^{-3}$). Ilość wody trudno dostępnej dla roślin (przy pF 3-3,7) tyko w niewielkim stopniu przewyższa zasoby wody łatwo dostępnej.
7. Sukcesja zespołu *Brachypodio-Teucrietum* w kierunku zarośli wiąże się ze spadkiem zasobów wody łatwo dostępnej dla roślin w powierzchniowych poziomach glebowych, co jest rezultatem zwiększenia liczby makroporów w powierzchniowych poziomach glebowych (wskutek aktywności korzeni i fauny glebowej) i mikroporów (w procesie zagęszczenia mechanicznego oraz wskutek zmian wilgotności i temperatury), a także wzrostu współczynnika przewodnictwa wodnego w zakresie potencjału odpowiadającego pF 0-2,2. Większe ilości wody opadowej dostają się do głębszych poziomów glebowych, gdzie sięgają jedynie korzenie zarośli.

Zbiorowiska zaroślowe z klasy *Rhamno-Prunetea*

1. Charakteryzują się szeroką amplitudą jeśli chodzi o warunki topoklimatyczne, przy czym warstwa runa, ze względu na ocienienie, cechuje się niższym nasłonecznieniem.
2. Zazwyczaj zajmują łagodniejsze, górne partie zboczy i wierzchowiny oraz erozyjne zagłębienia i wąwozy w obrębie zboczy, zasypywane cyklicznie deluwiami.
3. Poziom akumulacyjny często zawiera domieszki materiału obcego genetycznie (lodowcowego, deluwialnego, eolicznego) i zazwyczaj ma większą miąższość.
4. Rędziny porośnięte zaroślami cechuje największy udział frakcji pyłu w powierzchniowych poziomach glebowych – ten typ roślinności najlepiej zabezpiecza glebę przed erozją wietrzną i wodną.
5. Charakteryzują się szeroką amplitudą jeśli chodzi o zawartość węglanu wapnia w glebie, jednak w obrębie przebadanych stanowisk najczęściej spotykane są w miejscach najmniej zasobnych w $CaCO_3$.
6. Rędziny porośnięte zaroślami zawierają większe ilości próchnicy, azotu, przyswajalnego fosforu i potasu niż gleby zajęte przez zbiorowiska murawowe.
7. Powierzchniowe poziomy gleby zajętych przez ciepłolubne zbiorowiska zaroślowe, charakteryzują się najwyższą ilością makroporów w porównaniu z pozostałymi badanymi zbiorowiskami (penetracja gleby przez korzenie o dużych rozmiarach, aktywność fauny glebowej), co ma wpływ na ich najniższą gęstość, dużą całkowitą pojemność wodną oraz wysokie wartości przewodnictwa wodnego w zakresie potencjału pF 0-2,2.
8. W poziomach powierzchniowych rędzin w obrębie zasobów wody użytecznej dla roślin przeważa woda trudno dostępna dla roślin.

6.6. Etapy sukcesji roślinności kserotermicznej porastającej rędziny kredowe i ich uwarunkowania siedliskowe

Sukcesja pierwotna

I ETAP:

Warunki siedliskowe: Odsłonięte skały węglanowe (lite, silnie spękane skały węglanowe o dużej zawartości $CaCO_3$), strome zbocza, silne usłonecznione.

Roślinność: wkraczanie pojedynczych osobników *Inula ensifolia*, bardzo niekorzystne warunki siedliskowe eliminują gatunki mezofilne.

Gleba: proces tworzenia się poziomu próchnicznego – rędziny inicjalne.

II ETAP:

Warunki siedliskowe: w podłożu skały węglanowe o różnym stopniu zwietrzenia i o dużej zawartości $CaCO_3$, miejsca silne usłonecznione.

Roślinność: *Inuletum ensifoliae*, facja młoda – zespół w dużej mierze jednoatunkowy o różnym stopniu zwarcia.

Gleba: rędziny inicjalne i właściwe z dużą ilością szkieletu w poziomie próchnicznym.

III ETAP:

W zależności od warunków siedliskowych i od właściwości rędzin kredowych dalsza sukcesja roślinności kserotermicznej przebiega w trzech odrębnych kierunkach (tab. 21):

Tabela 21. Kierunki sukcesji zespołu *Inuletum ensifoliae* (facja młoda) na stanowiskach pierwotnych w zależności od uwarunkowań siedliskowych
Table 21. Course of succession of the *Inuletum ensifoliae* association (early stage) in the primeval sites

Ass. ***Inuletum ensifoliae*** facja dojrzała Well-developed stage	Ass. ***Brachypodio-Teucrietum***	Wielogatunkowe zbiorowiska z klasy ***Rhamno-Prunetea*** Multispecies communities with Class *Rhamno-Prunetea*
	Warunki siedliskowe Habitat conditions	
Średnie roczne nasłonecznienie 105-135%; W podłożu trudno wietrzejące opoki i gezy, które zachowały się jako lita, silnie spękana warstwa lub liczne twarde kamienie w poziomie Acca. Mean annual insolation value 105-135%; Bedrock are siliceous chalk and carbonate gaize difficult to weather, which form a solid, cracked layer with numerous rocks in the ACca horizon	Średnie roczne nasłonecznienie 100-125%; W podłożu silnie zwietrzałe margle i opoki margliste. Mean annual insolation value 100-125%; Bedrock are easily weathered marl and marly siliceous chalk	Szeroka amplituda nasłonecznienia; Duże zróżnicowanie litologiczne podłoża; miejsca narażone na silną erozję wodną (rozcięcia erozyjne, zbocza wąwozów) oraz zasypywanie deluwiami (podnóża). High amplitude of insolation values; Hight differentiation of bedrock; Area vulnerable to water erosion (gully, steep slope) and covering by deluvium (foot of slope).

Tabela 21. cd.
Table 21. Cont.

Właściwości poziomów próchnicznych gleby Properties of the humus horizon		
Zasoby wody użytecznej dla roślin >12% $cm^3 \cdot cm^{-3}$, zasoby wody łatwo dostępnej dla roślin >5% $cm^3 \cdot cm^{-3}$; Amount of soil water useful for plants >12% cm^3cm^{-3}, amount of soil water easy available for plants >5% cm^3cm^{-3};	Zasoby wody użytecznej dla roślin <12% $cm^3 \cdot cm^{-3}$, zasoby wody łatwo dostępnej dla roślin 4-5% cm^3cm^{-3}; Amount of soil water useful for plants <12% cm^3cm^{-3}, amount of soil water easy available for plants 4-5% cm^3cm^{-3};	Najniższe zasoby wody łatwo dostępnej dla roślin w poziomach powierzchniowych; najwyższy i najbardziej niekorzystny stosunek wody łatwo i trudno dostępnej dla roślin w obrębie zasobów wody użytecznej; The lowest amount of soil water easy available for plants in the surface horizon; the highest and the most unfavourable relation between soil water easy or hardly available for plants;
Najwyższy % udział mezoporów glebowych w jednostce objętości; The highest percentage share of mezopores (in % cm^3cm^{-3})	Największe zagęszczenie gleby w jednostce objętości; The highest compaction	Największa ilość makroporów glebowych, czego rezultatem jest najmniejsza gęstość oraz duża przepuszczalność w zakresie wody grawitacyjnej szybko przesiąkającej; The highest percentage share of makropores (in % cm^3cm^{-3}), the lowest compaction and the highest value of water conductivity within free water slowly permeated through soil;
Najniższe wartości kwasowości czynnej, duża zawartość C-org., stosunek C/N >12; The lowest value pF w H_2O, high content of C-org., C/N ratio >12;	Największy udział części spławialnych; duża zawartość C i N, stosunek C/N <12; The highest percentage share of fine particles; high content of C-org. and N, C/N ratio <12;	Największa miąższość poziomu próchnicznego, duża zasobność w C i N; The highest thickness of the humus horizon, high content of C-org. and N;
Niska lub średnia zawartość przyswajalnego potasu. Low or medium content of available potassium.	Średnia lub wysoka zawartość przyswajalnego potasu. Medium or high content of available potassium.	Średnia lub wysoka zawartość przyswajalnego potasu. Medium or high content of available potassium.

Sukcesja wtórna

I ETAP:

Warunki siedliskowe: ugór; różne warunki topoklimatyczne, najczęściej o zwiększonym dopływie promieniowania (105-115%); duże zróżnicowanie litologiczne podłoża.

Roślinność: zbiorowiska synantropijne; wkraczanie gatunków charakterystycznych dla sąsiadującego zbiorowiska.

Gleba: najczęściej rędziny właściwe o różnym stopniu zerodowania, które charakteryzują się:

- poziomem próchniczny o miąższości powyżej 15 cm (poziom orny) o niewielkiej zawartości szkieletu;
- dużą zawartością cząstek spławialnych w poziomach próchnicznych;
- dużą zawartością węglanu wapnia w powierzchniowych poziomach glebowych oraz podwyższonymi wartościami pH w H_20;
- niewielką zawartością węgla organicznego i azotu oraz bardzo zróżnicowaną, w zależności od intensywności nawożenia i sposobów gospodarowania, ilością pozostałych makroskładników w glebie;
- dużą gęstością, co wpływa na niskie zasoby wody grawitacyjnej (zawartość poszczególnych form wody glebowej o różnym stopniu jej dostępności dla roślin wykazują znaczne zróżnicowanie i wynika ze stosowanych zabiegów agrotechnicznych).

II ETAP:

O charakterze nowotworzącego się na odłogach zbiorowiska roślinnego w dużej mierze decyduje skład gatunkowy sąsiadującej fitocenozy i bank nasion. Dalsze etapy sukcesji zmierzają do ustabilizowania i stworzenia trwałych zbiorowisk roślinnych, a o tym decydują już uwarunkowania siedliskowe. Obserwuje się tutaj identyczne zależności, jeżeli chodzi o topografię, litologię podłoża czy mikroklimat - jak przy sukcesji pierwotnej, lecz zmodyfikowane przez człowieka właściwości gleb zmieniają wyraźnie kierunek i tempo zachodzących przekształceń w składzie florystycznym. W tabeli 22 opisano uwarunkowania glebowe determinujące kierunek sukcesji zbiorowisk odłogowych, tworzących się na rędzinach kredowych:

Tabela 22. Kierunki sukcesji zbiorowisk odłogowych tworzących się rędzinach kredowych w zależności od właściwości glebowych
Table 22. Course of succession of fallow communities within cretaceous rendzinas depending on soil properties

Ass. *Inuletum ensifoliae*	Ass. *Brachypodio-Teucrietum*	Wielogatunkowe zbiorowiska z klasy *Rhamno-Prunetea* Multispecies communities with *Rhamno-Prunetea* Class
Tworzy się na glebach bardzo silne zerodowanych – można tu mówić o inicjalnej fazie zasiedlania odsłoniętych skał węglanowych. Forms on the highly eroded skeleton soil – this can be considered as an initial phase of plant succession on carbonate rocks. W przypadku, gdy powstanie tego zespołu wiąże się z wkraczaniem gatunków z sąsiedztwa lub z rozwojem zachowanych w glebie diaspor – ma on najczęściej charakter krótkotrwały, o czym decydują właściwości hydrofizyczne gleby (pogorszenie zdolności retencji wody łatwo dostępnej dla roślin po zaprzestaniu zabiegów agrotechnicznych). Due to the fact that this association forms by reinvasion of xerothermal species from adjacent swards or from soil seed banks – it is usually of short-term character because of unfavourable hydrophysical properties of the soil (decreased retention of water easy available for plants) after stoppage ploughing; Występuje przez dłuższy okres czasu na odłogowanych rędzinach ubogich w składniki pokarmowe. Grows for a long time on abandoned rendzinas which have a nutrient deficiency.	Jest to najbardziej rozpowszechniona na porolnych siedliskach fitocenoza kserotermiczna (ewoluuje bezpośrednio ze zbiorowisk synantropijnych lub powstaje z przekształcenia *Inuletum ensifoliae*). The most wide-spread xerothermal phytocenoses within abandoned land (which evolves directly from synantrophic communities or forms by transformation *Inuletum ensifoliae*). Wytworzeniu się tej asocjacji sprzyja: - wysoka zawartość części spławialnych oraz wysokie pH w H_20 w próchnicznych poziomach glebowych (efekt mechanicznego mieszania poziomów glebowych); - zasobność w łatwo dostępny azot oraz przyswajalny potas; - zagęszczenie powierzchniowych poziomów glebowych; - stosunki wilgotnościowe gleby, charakteryzujące się niewielkimi zdolnościami retencji wody łatwo dostępnej dla roślin. The development of this association is favoured by: - high content of fine particles and a high value of pH in H_20 in the humus horizon (effect of mechanical mixing of the soil horizons); - soil nitrogen and potassium availability; - compaction of the surface horizon; - hydrophysical properties of the soil, which are characterised by weak retention of water easy available for plants.	Czynnikami ułatwiającymi ten kierunek sukcesji są: - wysoki stosunek C:N oraz duża zasobność w składniki odżywcze; - duża ilość makroporów glebowych, a w związku z tym duża przepuszczalność powierzchniowych poziomów glebowych. This course of succession is facilitated by: - high C:N ratio and high content of nutrients; - high percentage share of macropores, and therefore a high value of water conductivity in the surface soil layer.

7. DYSKUSJA

W pracy badano zmienność właściwości rędzin kredowych zachodzącą równolegle z przemianami roślinności, w celu ustalenia uwarunkowań siedliskowych odpowiedzialnych za długotrwałe występowanie zespołów kserotermicznych lub wpływających na ich przemiany. Przeprowadzone badania, ze względu na stosunkowo niewielką liczbę stanowisk i prekursorski charakter, należy potraktować jako badania wstępne, które należało rozszerzyć, zarówno jeśli chodzi o ilość analizowanego materiału, jego geograficzne rozmieszczenie oraz o kolejne specjalistyczne analizy (np. skład frakcyjny próchnicy glebowej).

W literaturze europejskiej dotyczącej ekstrazonalnych muraw kserotermicznych od dawna rozważany jest problem ich genezy oraz pozycji syntaksonomicznej – czy roślinność na nich występującą można uważać za naturalną i łączyć je w klasy ze zbiorowiskami charakterystycznymi dla „prawdziwych stepów"? Najczęściej określa się je jako murawy wtórne czy półnaturalne – z uwagi na to, że ich powstanie związane było z wykarczowaniem przez człowieka klimaksowych zbiorowisk leśnych (niekiedy przed setkami, a nawet tysiącami lat) i utrzymują się one jedynie dzięki ekstensywnej gospodarce (pasterstwu, wykaszaniu, wypalaniu). W Polsce zachowały się fragmenty reliktowych muraw stepowych, które panowały na obszarze naszego kraju w okresie plejstocenu, lecz większość tego typu fitocenoz uznaje się jako pochodzenia antropogenicznego. Choć niezaprzeczalnie działalność człowieka przyczyniła się do wytworzenia się i przetrwania muraw kserotermicznych, błędem jest traktowanie zbiorowisk powstałych w wyniku sukcesji pierwotnej na odsłoniętej skale macierzystej, w taki sam sposób jak fitocenozy wytworzone na odłogowanych polach, na zmodyfikowanej uprawą glebie. Różnica pomiędzy tymi dwoma grupami (które w literaturze traktowane są łącznie jako półnaturalne) jest wyraźna nie tylko w genezie, lecz zaznacza się także w składzie florystycznym i dynamice roślinności – w drugiej z wymienionych grup obserwuje się większy udział gatunków łąkowych i towarzyszących, a proces sukcesji zachodzi tu znacznie szybciej. W niniejszej pracy wyróżniono: 1) murawy naturalne – czyli wytworzone w wyniku procesu sukcesji pierwotnej, na odsłoniętej skale macierzystej, gdzie wraz z rozwojem roślinności następowało tworzenie się i ewolucja gleby, a rędziny w obrębie tych stanowisk nigdy lub sporadycznie były orane (grupa ta obejmuje murawy reliktowe oraz usytuowane w obrębie stromych zboczy fitocenozy półnaturalne); 2) murawy wtórne – wytworzone na odłogowanych polach, na rędzinach o zmodyfikowanych uprawą właściwościach.

Zdając sobie sprawę, że każdy organizm ma minimalną i maksymalną granicę zapotrzebowania na określony czynnik środowiska, ale o wzroście roślin decyduje przede wszystkim właściwy wzajemny stosunek wszystkich elementów (prawo czynnika ograniczającego), starano się w miarę możliwości przeanalizować szerokie spektrum cech środowiskowych. Dla rozwoju roślinności kserotermicznej w jej nieklimaksowym położeniu, najważniejsze znaczenie ma topografia, nasłonecznienie i podłoże [32,47,65,91-93,105] – w pracy uwzględniono wszystkie te elementy.

W literaturze z zakresu ekologii powszechny jest pogląd o priorytetowej roli rywalizacji międzygatunkowej oraz procesów populacyjnych w przemianach sukcesyjnych roślinności [4,33-35], stąd tak mały nacisk na szczegółowe badanie równoległych zmian zachodzących w glebie. W Polsce badania zależności gleba-roślina mają w większości charakter użytkowy i dotyczą przede wszystkim gleb i roślin uprawnych [19,20]. Analizę wpływu właściwości glebowych na strukturę oraz dynamikę naturalnych fitocenoz znaleźć można w pracy Lorensa [84] i Stachurskiego [120]. Z uwagi na realizowaną Światową Strategię Ochrony Bioróżnorodności [134] wydaje się koniecznością prowadzenie badań, które pozwolą poznać mechanizmy oraz uwarunkowania abiotyczne (a w szczególności glebowe) sukcesji muraw kserotermicznych, co ułatwi wypracowanie nowych, bardziej skutecznych metod konserwatorskich.

W Zachodniej Europie (Wielka Brytania, Francja, Dania, Belgia, Niemcy) badania procesów sukcesji półnaturalnych kalcyfilnych łąk (nawiązujących składem gatunkowym do pierwotnej roślinności stepowej) mają dłuższą tradycję i są bardziej zaawansowane. Ich celem jest opracowywanie aktywnych metod kontrolowania tego procesu i utrzymania, a często również odbudowy bogactwa florystycznego tych fitocenoz, które w wielu rejonach są tak silnie zagrożone, że mechanizmy naturalne (bank nasion, deszcz nasion), pomimo sprzyjających w ostatnim czasie warunków klimatycznych, nie są w stanie ich zachować. Według Janssensa i in. [66] skuteczność ochrony zależy w dużym stopniu od znajomości naturalnych warunków życia tych zbiorowisk, przede wszystkim właściwości gleb. Badania prowadzone w obrębie kserotermicznych łąk Europy Zachodniej obejmują charakterystyki składu gatunkowego i gleb, duży nacisk kładą na wpływ składników pokarmowych zawartych w podłożu na rozprzestrzenianie się określonych gatunków roślin oraz opisują zmiany, jaki zachodzą w glebie pod wpływem długoletniej uprawy [6,7,52, 57,66,109,110]. Z uwagi na to, że w tych krajach stopień przekształcenia szaty roślinnej jest bardzo duży, roślinność kserotermiczna zachowała się w o wiele gorszej kondycji (brak jest muraw o charakterze reliktowym), a półnaturalne łąki

cechuje uboższy skład florystyczny – badania prowadzone na terenie Polski wydają się być bardzo potrzebne, zarówno dla ochrony unikatowej flory, jak i dla zrozumienia przemian zachodzących w jej obrębie w warunkach o mniejszej antropopresji.

Prace dotyczące występowania oraz ochrony ekstrazonalnych muraw kserotermicznych spotkać też można w literaturze słowackiej [65] i czeskiej [112], lecz podobnie jak polskie publikacje, nie zawierają one szczegółowych badań gleboznawczych.

Otrzymane wyniki w dużym stopniu pokrywają się ze spostrzeżeniami innych autorów opisujących uwarunkowania siedliskowe ekstrazonalnych, nawapiennych muraw kserotermicznych, zarówno z terenu Polski [42,47,72,92,93,105,119,120], jak i z innych obszarów Europy [6,7,51,57,108,110], choć porównanie z danymi literaturowymi jest utrudnione ze względu niejednorodność stosowanych metod badawczych.

Zaobserwowano, że zespół *Inuletum ensifoliae* zajmuje siedliska „najcieplejsze", najsilniej nasłonecznione – podobny wniosek znaleźć w wielu pracach m.in. Fijałkowskiego i Izdebskiego [47], Kimsy i Sokołowskiej [72], Michalika [92]. Natomiast zespół *Brachypodio-Teucrietum* występuje również w miejscach o dużych, ale nigdy o skrajnych wartościach nasłonecznienia, często też spotykany jest w warunkach częściowego zacienienia, powstającego wraz z wkraczaniem zarośli [48,92].

Badania wykazały pewne preferencje opisywanych fitocenoz murawowych co do odmian litologicznych podłoża kredowego oraz stopnia jego zwietrzenia – brak jest takich spostrzeżeń w literaturze ze względu na nieprecyzyjny opis skały macierzystej (najczęściej określanej jako margiel). Wielu autorów [41,91,119] zaobserwowało jednak, że zespół *Inuletum ensifoliae* występuje w miejscach najsilniej erodowanych, na płytkich i kamienistych rędzinach, co pośrednio świadczy o występowaniu w podłożu bardziej odpornych na wietrzenie opok lub gez.

Powszechny jest pogląd o wzroście miąższości poziomu próchnicznego wraz z następowaniem po sobie kolejnych etapów sukcesji muraw kserotermicznych [1,2, 47,65,105]. W obrębie badanych obiektów cecha ta jest uzależniona przede wszystkim od rodzaju skały macierzystej (intensywności jej wietrzenia), od topografii (natężenia procesów erozji, procesy deluwialne) oraz od długości okresu czasu występowania trwałej pokrywy roślinnej (a nie od jej charakteru).

W pracach botaników sukcesję muraw kserotermicznych łączy się najczęściej z procesem zakwaszania gleby, czyli spadkiem ilość węglanu wapnia w powierzchniowych poziomach glebowych i niższym odczynem [42,53,72], co nie jest tak jednoznaczne. Obniżenie się tych wartości należy raczej wiązać z ilością i składem frakcyjnym próchnicy glebowej, co wymaga potwierdzenia analitycznego.

Analiza całkowitej zawartości azotu w glebie oraz stosunku C:N pozwoliła na wysunięcie hipotezy o bardzo ważnej roli tego wskaźnika w procesie sukcesji. Potwierdzają to wyniki badań otrzymane przez Stachurskiego [120] – stwierdzające bardzo wysoką ujemną korelację pomiędzy zagęszczeniem *Inula ensifolia* a zawartością N ogólnego w glebie, a także Bobbinka i Willemsa [7], Bobbinka [6] oraz Hurst i John [57] opisujące wzrost dominacji *Brachypodium pinnatum* na węglanowych łąkach pod wpływem wzbogacenia gleby w azot. Według Janssensa i in. [66] azot jest głównym czynnikiem limitującym różnorodność gatunkową na suchych łąkach, przy czym jego dostępność może być ograniczona wskutek dużej zasobności w przyswajalny fosfor. Autorzy ci stwierdzili, że suche gleby zawierające 5-8 mg P/100 g cechuje największe zróżnicowanie gatunkowe, a wzrost zasobności w ten makroskładnik pociąga za sobą spadek bioróżnorodności. Na silny wpływ azotu i fosforu glebowego na rozmieszczenie roślinności wskazywał także Zarzycki [140] oraz Köhler i in. [74]. Choć na podstawie wyników analiz zawartości P_2O_5 w przebadanych rędzinach, trudno wyciągnąć jednoznaczny wniosek (głównie z uwagi na mało zróżnicowaną, niską ilość tego składnika w większości profili), na stanowisku Stawska Góra zaobserwowano, że występowanie długotrwałych płatów fitocenoz murawowych pokrywa się z najniższymi wartościami fosforu w glebie – co może mieć wpływ na brak sukcesji w kierunku zarośli w obrębie tych płatów.

Stwierdzono zwiększony udział gatunków charakterystycznych dla zespołu *Inuletum ensifoliae* na siedliskach o niższej zasobności w przyswajalny potas (szczególnie w formie wymiennej) poziomów próchnicznych rędzin – podobny wniosek można znaleźć w pracy Stachurskiego [120]. Według Janssensa i in. [66] wysoka zawartość potasu, w przeciwieństwie do fosforu, nie wpływa na rozmieszczenie gatunków kserotermicznych.

Wykazano silne zróżnicowanie właściwości hydrofizycznych rędzin kredowych pomiędzy badanymi fitocenozami. Na decydującą rolę wilgotności w procesie sukcesji wskazywali Gittins [51], Kimsa i Sokołowska [72], Zarzycki [140], Michalik [92,93] oraz Rajkaj [108]. Rajkaj [108] uważał, że „rozmieszczenie roślinności na ziemi jest w większym stopniu rezultatem stosunków wilgotnościowych niż jakiegokolwiek innego czynnika". Badania Sala i in. [111] oraz Dodd i in. [28] przeprowadzone w obrębie zbiorowisk stepowych wykazały, że roślinność zielna korzysta z zasobów wody zretencjonowanej w górnej warstwie gleby, natomiast krzewy i drzewa pobierają wodę z warstw dolnych. Zaobserwowali oni, że selektywne usunięcie krzewów z płatu zarośniętej murawy nie spowodowało znaczącego zwiększenia zasobów wody na żadnej głębokości profilu, natomiast usunięcie warstwy zielnej przyczyniło się do wzrostu zasobów wodnych w górnej

warstwie gleby i zwiększenia jej przepuszczalności wodnej, a tym samym wzrostu produktywności krzewów. Z przedstawionych w literaturze doświadczeń wynika, że karczowanie zarośli opanowujących murawy kserotermiczne, może przynieść jedynie krótkotrwałe efekty konserwatorskie. Długotrwałe wyeliminowanie zarośli wymaga dodatkowych zabiegów agrotechnicznych, mających na celu poprawienie właściwości hydrofizycznych (zwiększenia zdolności retencjonowania wody łatwo dostępnej dla roślin) oraz chemicznych (zmniejszenie zasobności w składniki odżywcze, przede wszystkim N, K i P) powierzchniowych poziomów glebowych w celu polepszenia warunków rozwoju roślinności zielnej.

Obecnie, dość często w badaniach ekologicznych dla oceny warunków siedliskowych wykorzystuje się liczby wskaźnikowe [31,141]. Zestawienie ekologicznych liczb wskaźnikowych dla gatunków charakterystycznych badanych zbiorowisk kserotermicznych [141], nie oddaje zaobserwowanej zmienności stosunków edaficzych w ich obrębie, różnicuje zaś dość dobrze stosunki klimatyczne (tab. 23). Wskaźniki te uwzględniają jedynie niewielką ilość czynników siedliskowych, a opisywane właściwości są zgrupowane są w dość szerokich przedziałach i niektóre cechy (wilgotność, trofizm) opisują zbyt ogólnikowo.

W pracy został poruszony również problem wpływu użytkowania na właściwości gleb, przedstawiony pod kątem możliwości przewidywania składu gatunkowego nowotworzącej się fitocenozy kserotermicznej. Porównanie siedlisk pouprawowych (10-letnich odłogów z obszaru południowo-wschodniej Francji) z glebami porośniętymi przez murawy o charakterze stepowym (od wieków wykorzystywanych na pastwiska) znaleźć można w pracy Römermann i in. [110]. Wyniki tych autorów charakteryzują się bardzo dużą zbieżnością z prezentowanymi w Rozdziale 6.4. Stwierdzili oni, że praktyki rolnicze spowodowały wzrost pH, zawartości fosforu, potasu i wapnia oraz zwiększenie procentowego udziału cząstek spławialnych w składzie granulometrycznym. W glebach z wielowiekową murawą zaobserwowali wyraźnie wyższą zawartość pyłu oraz zwiększoną ilość węgla organicznego i magnezu. Badania tych autorów wykazały, że siedliska w przeszłości użytkowane rolniczo, pomimo 10-letniego okresu odłogowania i przywrócenia tradycyjnych form gospodarowania (wypasu bydła), różnią się właściwościami gleb oraz mniejszym bogactwem florystycznym od położonych w sąsiedztwie wielowiekowych muraw.

Według Dzwonki i Loster [30] dynamika roślinności oraz skład gatunkowy wtórnych zbiorowisk kserotermicznych kształtowane są nie tylko przez właściwości chemiczne gleby, ale również przez czynnik historyczny (charakter dawnej pokrywy roślinnej, a więc zachowany bank nasion) oraz odległość od zachowanych

Tabela 23. Ekologiczne liczby wskaźnikowe gatunków charakterystycznych dla badanych zbiorowisk kserotermicznych [141].
Wskaźniki klimatyczne: L – wskaźnik świetlny (5 – pełne światło, 4 – umiarkowane światło, 3 – półcień); T – wskaźnik termiczny (5 – obszary najcieplejsze, 4 – umiarkowanie ciepłe, 3 – umiarkowanie chłodne); K – wskaźnik kontynentalizmu (4 – gatunki subkontynentalne, 3 – gatunki neutralne, 2 – gatunki subatlantyckie); **Wskaźniki edaficzne:** W – wskaźnik wilgotności gleby (4 – wilgotne, 3 – świeże, 2 – suche, 1 – bardzo suche); Tr – wskaźnik trofizmu (5 – gleby bardzo zasobne, 4 – zasobne, 3 – umiarkowanie ubogie, 2 – ubogie); R – wskaźnik kwasowości (5 – pH>7, 4 - 6>pH>7, 3 – 5>pH>6)); D – wskaźnik granulometryczny gleby (5 – gliny ciężkie i iły, 4 – gliny piaszczyste i pyły, 3 – piasek, 2 – rumosz skalny); H – wskaźnik zawartości materii organicznej (3 – gleby bogate w C-org., 2 – gleby mineralno-próchniczne, 1 – gleby ubogie w humus).

Table 23. Ecological indicator values of species characteristic for distinguished type of communities [141].
Climate value: L – light value (5 – full light, 4 – moderate light, 3 – half-shade); T – temperature value (5 – warmest regions, 4 – moderately warm, 3 – moderately cool); K – continentality value (4 – subcontinental species, 3 – species with non continentiality preference, 2 – subatlantic species); **Edaphic value:** W – soil moisture value (4 – moist, 3 – fresh, 2 – dry, 1 – very dry); Tr – trophy value (5 – soil very rich, 4 – soil rich, 3 – soil moderately poor, 2 – soil poor); R – soil acidity (5 – pH>7, 4 - 6>pH>7, 3 - 5>pH>6); D – soil granulometric value (5 – heavy clay and loam, 4 – argillaceous clay and dusty deposits, 3 – sand, 2 – rock debris, scree, gravel); H – organic matter content value (3 – soil rich in organic matter., 2 – mineral-humic soil, 1 – soil poor in humus)

Zbiorowisko Communitiy	Gatunek Species	Wskaźniki klimatyczne Climate value				Wskaźniki edaficzne Edaphic value			
		L	T	K	W	Tr	R	D	H
Ass. *Inuletum ensifoliae*	*Inula ensifolia*	5	5	4	1-2	3	5	4;2	2-3
	Linum flavum	5	5	4	2	3	5	4	2
	Carlina onopordifolia	5	5	4	2	3	5	2-4	2
Ass. *Brachypodio-Teucrietum*	*Aster amellus*	5	5	3/4	2	2	5	4-5	2
	Teucrium chamaedrys	5	5-4	4	2	2	5	2-4	2
	Brachypodium pinnatum	5	4-5	3	2	2	5	4-5	2
	Campanula sibirica	5	5	4	2	2	5	2-5	2
	Adonis vernalis	4	5	4	2	3	5	4-5	2
	Achillea pannonica	5	4-5	3	2	3	5	3-5	1-2
	Melampyrum arvense	5	4-5	3	2-3	3	5	4-5	2
Com. with *Rhamno-Prunetea* Class	*Cerasus frutiosa b*	4	5	4	2-3	3	5	4-5	2
	Rosa canina b	4-5	3-5	3	3-4	3-5	3-4	4	2-3
	Prunus spinosa b	4	5-3	3	2-3	4	4-5	4	2
	Cornus sanguinea b	3-4	3-5	3	2-4	4	4-5	4	2
	Rhamnus cathartica b	3-4	4	3	2-4	3	5-4	2;4	2
	Berberis vulgaris b	5	4-5	2	2-3	3	5	2-4	1-2

fragmentów muraw. Podobne stwierdzenia spotkać można w wielu pracach [2,18, 110] i są one oczywiście w pełni słuszne, lecz nie można zapominać, że dla rozwoju znajdujących się w glebie lub przytransportowanych diaspor konieczne są odpowiednie uwarunkowania abiotyczne. Czarnecka [18] wykazała, że stosunki wilgotnościowe w glebie są czynnikiem ograniczającym rekrutację z banku nasion murawy kserotermicznej.

Celowość ochrony ekstrazonalnych płatów roślinności kserotermicznej (nawet jeśli ma ona charakter półnaturalny) opisywana jest szeroko w literaturze polskiej i zagranicznej [90, 95,110,134] – są one rezerwuarem zasobów genowych flory i fauny, pozwalają na zachowanie różnorodności zbiorowisk i siedlisk.

Według Michalika [95] w około 85-90% istniejących w Polsce rezerwatów, obejmujących biocenozy kserotermiczne, zachodzą procesy sukcesji – które stanowią (z punktu widzenia ochrony przyrody) niekorzystne zmiany. Na konieczność stosowania aktywnych metod ochrony muraw kserotermicznych w Polsce wskazywano już prawie pół wieku temu [89]. Obecnie uważa się, że najbardziej skutecznymi sposobami ochrony tych biocenoz jest prowadzenie tradycyjnych metod użytkowania: wypasu, wycinania zarośli, wykaszania i wypalania roślinności zielnej. Jednakże zabiegi te powinny być wykonywane w formie kontrolowanej, przeważnie ograniczonej i dostosowanej indywidualnie do potrzeb każdego obiektu [2,95,110,112,125,131]. Nadmierny wypas powoduje bowiem ubożenie zbiorowisk i dominację gatunków odpornych na wydeptywanie. Wypalanie eliminuje florę zarodnikową oraz faunę, a sprzyja rozwojowi traw [13,96]. Za „najbezpieczniejszy" sposób zahamowania sukcesji uważa się wycinanie krzewów i drzew oraz koszenie traw po okresie wysypywania nasion większości roślinności kserotermicznej, przy czym niekiedy dla zachowania pewnych gatunków konieczne jest również odsłanianie gleby [2,30,96,112].

W świetle badań Gough i Marrs [52] oraz Hurst i John [57] jednym ze sposobów zachowania bioróżnorodności półnaturalnych muraw kserotermicznych, jak również ich odbudowy na odłogowanych polach, jest odpowiednie sterowanie zawartością składników odżywczych w glebie (głównie stosunkiem N:P). Paschke i in. [103] twierdzą, że zasobność gleby w przyswajalny azot jest ważnym czynnikiem kontrolującym tempo i kierunek przemian roślinności na odłogach i manipulowanie ilością dostępnego azotu w glebie może być użyteczne w przywracaniu oraz poszerzaniu zasięgu występowania roślinności stepowej.

Zaprezentowane rezultaty badań autorki wykazują dużą zbieżność z danymi literaturowymi i potwierdzają hipotezę, że właściwości glebowe mają znaczący wpływ

na tempo i kierunek sukcesji. Opisane zależności pomiędzy typem zbiorowisk kserotermicznych porastających rędziny kredowe a zasobnością gleby w łatwo dostępny dla roślin azot i potas, a także ich charakterystykami hydrofizycznymi, powinny nakłonić polskich ekologów i gleboznawców do rozpoczęcia doświadczeń nad wypracowaniem nowych metod konserwatorskich.

Według Wallis DeVries i in. [131] ochrona nieklimaksowych zbiorowisk kserotermicznych wymaga zintegrowanej organizacji badań na polu międzynarodowym oraz dostępności i wymiany uzyskanych rezultatów – praca ta jest odpowiedzią na to wyzwanie.

8. WNIOSKI

Przeprowadzone badania i wyniki analiz potwierdzają ścisłą zależność szaty roślinnej z siedliskiem, przede wszystkim z litologią, warunkami klimatycznymi oraz właściwościami gleb. Gdy klimat nie wykazuje wyraźnych, długookresowych zmian, stopniowe przekształcanie się jednego zbiorowiska w drugie oraz kierunek przemian roślinności kserotermicznej są uwarunkowane zmianami w środowisku glebowym. Otrzymane wyniki pozwoliły na sformułowanie następujących wniosków:

1. Wraz z sukcesją roślinności kserotermicznej stwierdzono następujące zmiany fizycznych i chemicznych właściwości poziomów próchnicznych rędzin kredowych:
- wzrasta pH w H_2O;
- zwiększa się zawartość azotu ogółem oraz jego dostępność (mniejszy stosunek C:N);
- zwiększa się zasobność w przyswajalny potas (szczególnie w formie wymiennej);
- wzrasta wysycenie kompleksu sorpcyjnego kationami magnezu, potasu i sodu, a maleje wysycenie kationami wapnia;
- zwiększa się ilość makroporów pochodzenia organicznego w jednostce objętości powierzchniowych poziomów rędzin, co powoduje zmniejszenie gęstości, wzrost całkowitej pojemności wodnej oraz współczynnika przewodnictwa wodnego w zakresie potencjału odpowiadającego pF 0-1,85;
- wzrastają potencjalne zasoby wody grawitacyjnej, maleją natomiast zasoby wody glebowej użytecznej dla roślin, a szczególnie wody łatwo dostępnej dla roślin.

2. Usytuowanie w obrębie form rzeźby (warunkujące mikroklimat) oraz różnice w litologii podłoża kredowego i stopień jego zwietrzenia decydują o charakterze tworzącego się zbiorowiska:
- zespół *Inuletum ensifoliae* zajmuje miejsca najsilniej usłonecznione;

- zespół *Inuletum ensifoliae* zasiedla przede wszystkim skaliste opoki i gezy, natomiast zespół *Brachypodio-Teucrietum* preferuje siedliska, gdzie w podłożu występują silnie zwietrzałe margle i opoki margliste.

3. Właściwościami glebowymi, które wywierają najsilniejszy wpływ na skład florystyczny fitocenoz kserotermicznych oraz na tempo i kierunek przemian sukcesyjnych są charakterystyki hydrofizyczne oraz dostępność dla roślin azotu i potasu.

4. Poziomy powierzchniowe rędzin, na których występuje zespół *Inuletum ensifoliae* charakteryzują się najwyższą retencją wody użytecznej dla roślin, a w jej obrębie wody łatwo dostępnej dla roślin. Spadek zawartości wody łatwo dostępnej dla roślin w miarę rozwoju zespołu *Inuletum ensifoliae* stanowi barierę ograniczającą dalszy rozwój tej fitocenozy oraz jest motorem sukcesji w kierunku zbiorowisk o bardziej rozbudowanym systemie korzeniowym. Jest to proces naturalny, który zachodzi na skutek:

- rosnącej aktywności mikroflory, fauny i systemu korzeniowego: powodującej wzrost liczby makroporów w jednostce objętości górnych poziomów gleby (wzrasta przepuszczalność gleb) oraz konsolidację sąsiadującego z nimi materiału glebowego, a tym samem zmniejszenie ilości mezoporów, odpowiedzialnych za magazynowanie wody użytecznej dla roślin;
- w wyniku procesu samoczynnego osiadania grawitacyjnego, spowodowanego zmianami wilgotności oraz temperatury, co doprowadza do wzrostu mikroporów kosztem mezoporów.

5. Siedliska, na których występuje facja dojrzała zespołu *Inuletum ensifoliae*, w porównaniu z glebami zajętymi przez inne zbiorowiska murawowe, są najzasobniejsze w próchnicę, ale cechują się najwyższym stosunkiem C:N (występują tu utrudnienia w zaopatrzeniu roślin wyższych w azot). Stosunek C:N w poziomach próchnicznych rędzin ma znaczący wpływ na proces i kierunek sukcesji roślinności kserotermicznej – duża ilość łatwo dostępnego azotu przyczynia się do dominacji *Brachypodium pinnatum.*

6. Skład granulometryczny, ze względu na bezpośrednie kształtowanie charakterystyk hydrofizycznych gleby, ma duży wpływ na rodzaj zbiorowiska, zasiedlającego rędziny kredowe. Zespół *Inuletum ensifoliae* preferuje siedliska z niższą zawartością frakcji spławialnych niż asocjacja *Brachypodio-Teucrietum.*

7. Badane zbiorowiska charakteryzują się szeroką amplitudą ekologiczną w stosunku do zawartości węglanu wapnia w glebie.

8. Działalność człowieka, szczególnie jeśli ma ona długotrwały charakter, doprowadza do bardzo silnych zmian w glebie. Poziomy próchniczne gleb ornych i od-

łogowanych w porównaniu do odpowiadających im poziomów gleb porośniętych naturalną, dobrze wykształconą murawą *Inuletum ensifoliae*, charakteryzują się:

- zwiększonymi zawartością węglanów burzących oraz wyższymi wartościami pH w H_20;
- mniejszą zawartością próchnicy i azotu ogółem, lecz lepszą dostępnością azotu dla roślin (niższym stosunkiem C:N);
- zwiększoną zawartością łatwo przyswajalnego fosforu;
- wyższym wysyceniem kompleksu sorpcyjnego zasadami, za wyjątkiem kationu magnezu, którego udział w kompleksu sorpcyjnego spada;
- większym zagęszczeniem i gorszymi właściwościami retencyjnymi, szczególnie w zakresie wody łatwo dostępnej dla roślin.

Najlepsze warunki rozwoju na glebach odłogowanych ma zespół *Brachypodio-Teucrietum* oraz zbiorowiska zaroślowe (czyli fitocenozy cechujące się silniejszym i bardziej rozbudowanym systemem korzeniowym), stąd prawdopodobnie wynika niestabilność wtórnych muraw *Inuletum ensifoliae* oraz szybkie tempo sukcesji w kierunku zarośli.

9. Należałoby rozpocząć doświadczenia polowe, testujące czy poprzez odpowiednie zabiegi agrotechniczne (takie jak sterowanie zawartością składników odżywczych w glebie oraz poprawę charakterystyk hydrofizycznych) jest możliwe hamowanie procesu sukcesji muraw kserotermicznych w celu zachowania rzadkich i cennych gatunków roślin, jak również ich odbudowana na siedliskach wtórnych.

9. PIŚMIENNICTWO

1. **Alard D., Chabrerie O., Dutoit T., Roche P., Langlois E.:** Patterns of secondary succession in calcareous grasslands: Can we distinguish the influence of former land use from present vegetation data? Basic and Applied Ecology, 6, 2, 161-173, 2005.
2. **Bąba W.:** Changes in the structure and floristic composition of the limestone grasslands after cutting trees and scrubs and mowing. Acta Societatis Botanicorum Poloniae, 72, 1: 61-69, 2003.
3. **Bednarek R., Charzyński P., Pokojska U.** (Red.): Klasyfikacja Zasobów Glebowych Świata (World Reference Base for Soil Resources). PTG, Toruń, 2003.
4. **Bleasdale J.:** Studies on plant competition. Oxford, 1960.
5. **Błoński F.:** Przyczynek do flory jawnokwiatowej oraz skrytokwiatowej naczyniowej kilkunastu okolic kraju. Pam. Fizjogr., 12, 129-149, 1892.
6. **Bobbink R.:** Effect of nutrient enrichment in Dutch chalk grassland. Journal of Applied Ecology, 28, 1, 28-41, 1991.
7. **Bobbink R., Willems J.H.:** Increasing dominance of *Brachypodium pinnatum* (L.) Beauv. in grasslands: A threat to a species-rich ecosystem. Biological Conservation, 40, 301-314, 1987.
8. **Braun-Blanquet J.:** Pflanzensoziologie, Grundzuge der Vegetationskunde. 3. Aufl. Springer, Wien-New York, 1964.
9. **Brożek S., Zwydak M.:** Atlas gleb leśnych Polski. Centrum Informacji Lasów Państwowych, Warszawa, 2003.
10. **Buckman H.C., Brady N.C.:** Gleba i jej właściwości. PWRiL, Warszawa, 1971.
11. **Buraczyński J.:** Wpływ tektoniki na rozwój dolin strefy krawędziowej Roztocza. Ann. Soc. Geol. Pol., 54, 1/2, 1984.
12. **Buraczyński J., Harasimiuk M., Wojtanowicz J.:** Profil utworów górnokredowych i paleoceńskich na Górze Czubatka. [W:] Kenozoik Lubelskiego Zagłębia Węglowego, Sympozjum 9-11 września 1983, 122-130, Lublin, 1983.
13. **Ceynowa-Giełdoń M.:** Ocena stanu ochrony flory kserotermicznej w rezerwatach stepowych nad dolną Wisłą. Acta Universitatis Lodzensis, Folia Sozologica, 3, 131-142, 1986.
14. **Chałubińska A., Wilgat T.:** Podział fizjograficzny województwa lubelskiego. Przew. V Ogólnop. Zjazdu PTG, 3-44, Lublin, 1954.
15. **Cieśliński S., Wyrwicka K.:** Kreda obszaru lubelskiego. Przewodnik XLII Zjazdu Polskiego Towarzystwa Geologicznego, Lublin 3-5 września 1970, s. 56-74. Wyd. Geolog., Warszawa, 1970.
16. **Clements F.E.:** Plant Succession. An Analysis of the Development of Vegetation. Carnegie Inst. Washington Publ., 242, 1916.
17. **Clements F.E.:** Plant Succession and Indicators. H.W. Wilson, New York, 1928.
18. **Czarnecka J.:** Glebowy bank nasion murawy kserotermicznej oraz jego rola w zachowaniu i regeneracji zbiorowiska. Praca doktorska wykonana w Zakładzie Ekologii UMCS, Lublin, 2002.
19. **Dębicki R.:** Plant response to surface crust. Int. Agrophysics, 8, 27-29, Lublin, 1994.
20. **Dębicki R., Skłodowski P.:** The role of soil in functioning of ecosystems. Roczn. Glebozn., 50, 3, 5-20, Warszawa, 1999.
21. **Dobrzański B.:** Rędziny Lubelszczyzny. Rocz. Glebozn., 6, 349-366, Warszawa, 1955.
22. **Dobrzański B.:** Zależność występowania rędzin na Wyżynie Lubelskiej od działania erozji wodnej. Ann. UMCS, sec. E, 19, 1-17, Lublin, 1964.
23. **Dobrzański B.:** Wpływ rzeźby terenu na typologię rędzin Wyżyny Lubelskiej. Ann. UMCS, sec. E, 20, 25-36, Lublin, 1965.
24. **Dobrzański B., Konecka-Betley K., Kuźnicki F., Turski R.:** Rędziny Polski. Rocz. Nauk Roln. ser. D, 208, Warszawa, 1987.

25. **Dobrzański B., Siuta J . Strzemski M. Witek T. Zawadzki S.:** Gleby Polski. Objaśnienia do mapy w skali 1:500 000. Wyd. Geol., Warszawa, 1972.
26. **Dobrzański B. Turski R.:** Rędziny Wyżyny Lubelskiej wytworzone ze skał węglanowych okresu kredowego. Rocz. Nauk Roln., ser. D, 148, 7-80, Warszawa, 1972.
27. **Dobrzański B., Uziak S., Klimowicz Z., Melke J.:** Badania gleb w laboratorium i polu. Lublin, 1987.
28. **Dodd M.B., Lauenroth W.K., Welker J.M.:** Differential water resource use by herbaceous woody plant life-forms in a shortgrass steppe community. Oecologia, 117, 4, 504-512, 1998.
29. **Drouineau G.:** Dassage rapid du calcaire actif du sol: nouvelles donnees sur la sèparation et la nature des fractions calcaires. Ann. Agron., 12, 441-450, 1942.
30. **Dzwonko Z., Loster S.:** Dynamics of species richness and composition in a limestone grassland restored after tree cutting. Journal of Vegetation Science, 9, 387-394, 1998.
31. **Ellenberg H., Weber H.E., Düll R., Wirth V., Werner W., Paulissen D.:** Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. Scripta Geobot., 18, 1-248, 1991.
32. **Evers C.:** The *Festuco-Brometea*-communities north of the Hartz Mountains in Lower Saxony, northwest-Germany. Phytocoenologia, 27, 2, 161-211, 1997.
33. **Falińska K.:** Osobnik, populacja, fitocenoza. PWN, Warszawa, 1990.
34. **Falińska K.:** Ekologia roślin. PWN, Warszawa, 1996.
35. **Faliński J.B.:** Sukcesja roślinności na nieużytkach porolnych jako przejaw dynamiki ekosystemu wyzwolonego spod długotrwałej presji antropogenicznej. Cz. 1 i 2. Wiadomości Botaniczne, 30 ,1, 12-50; 30, 2, 115-126, 1986.
36. **FAO/UNESCO.** Soil Map of the World: Revised Legend with corrections and updates. Wyd. ISRIC, Wageningen, 1997.
37. **Fijałkowski D.:** Szata roślinna wąwozów okolic Lublina na tle niektórych warunków siedliskowych. Ann. UMCS, sec. B, 9, 125-215, Lublin, 1954.
38. **Fijałkowski D.:** Zbiorowiska kserotermiczne projektowanego rezerwatu stepowego koło Czumowa nad Bugiem. Ann. UMCS, sec. C, 10, 311-319, Lublin, 1957.
39. **Fijałkowski D.:** Roślinność leśno-stepowa w Łabuniach pod Zamościem. Ann. UMCS, sec. B, 13, 147-186, Lublin, 1958.
40. **Fijałkowski D.:** Miłek wiosenny (*Adonis vernalis* L.) w województwie lubelskim. Ann. UMCS, sec. C, 16, 49-76, Lublin, 1961.
41. **Fijałkowski D.:** Zbiorowiska kserotermiczne okolic Izbicy na Wyżynie Lubelskiej. Ann. UMCS, sec. C, 19, 239-259, Lublin, 1964.
42. **Fijałkowski D.:** Zespoły kserotermiczne Lubelszczyzny. Folia Soc. Scient. Lublinensis, sec. B, 9, 45-51, Lublin, 1969.
43. **Fijałkowski D.:** Śródbagienne murawy kserotermiczne pod Chełmem w woj. lubelskim. Ann. UMCS, sec. C, 26, 409-419, Lublin, 1971.
44. **Fijałkowski D.:** Stosunki geobotaniczne Lubelszczyzny. Lubelskie Tow. Nauk. PWN, Wrocław, 1972.
45. **Fijałkowski D.:** Flora roślin naczyniowych Lubelszczyzny. T.1. Lubelskie Towarzystwo Naukowe, 1994.
46. **Fijałkowski D., Adamczyk B.:** Roślinność stepowa w Broczówce k. Skierbieszowa. Ann. UMCS, sec. B, 35, 65-76, Lublin, 1980.
47. **Fijałkowski D., Izdebski K.:** Zbiorowiska stepowe na Wyżynie Lubelskiej. Ann. UMCS, sec. B, 12, 167-199, Lublin, 1957.
48. **Fijałkowski D., Izdebski K., Świerczyńska S.:** Zmiany antropogeniczne roślinności z klasy *Festuco-Brometea* na Wyżynie Lubelskiej. Biuletyn Lub. Tow. Nauk., 29, Biol., 1, 40-45, Lublin, 1988.

49. **Fijałkowski D., Sugier P., Wawer M.:** Rośliny pontyjskie na Lubelszczyźnie. Ann. UMCS, sec. C, 53, 51-60, Lublin, 1998.
50. **Fijałkowski D., Świerczyńska S., Grądziel T.:** Flora i zbiorowiska stepowe rezerwatu Podzamcze k. Bychawy pod Lublinem. Ann. UMCS, sec. C, 43, 173-183, Lublin, 1987.
51. **Gittins R.:** Multivariate approaches to a limestone grassland community. I. A stand ordination. J. Ecology, 53, 2, 385-401, 1965.
52. **Gough M.W., Marrs R.H.:** A comparison of soil fertility between semi-natural and agricultural plant communities: Implications for the creations of species-rich grassland on abandoned agricultural land. Biological Conservation, 51, 2, 83-96, 1990.
53. **Grądziel T.:** Dokumentacja przyrodnicza dla poszerzenia granic rezerwatu przyrody Żmudź w woj. chełmskim. Lublin, mscr., 1993.
54. **Grądziel T.:** Plan ochrony rezerwatu Stawska Góra. UW w Chełmie, mscr., 1995.
55. **Harasimiuk M., Kucharczyk M., Jezierski W.:** Projekt utworzenia rezerwatu geologiczno-florystycznego „Bochotnica". Lublin, mscr., 1986.
56. **Hillel D.:** Environmental soil physics. Academic Press, San Diego-London, 1998.
57. **Hurst A., John E.:** The biotic and abiotic changes associated with *Brachypodium pinnatum* dominance in chalk grasslands in south-east England. Biological Conservation, 88, 75-84, 1999.
58. Instruction of permeameter. Eijkelkamp, Agrisearch Equipment, Wageningen, Holland, 1998.
59. Instrukcja obsługi komór niskociśnieniowych LAB 012 i wysokociśnieniowych LAB 0123. Soil Moisture Equipment Company. Santa Barbara, California, USA, 1987.
60. **ISSS-ISRIC-FAO**: World References Base for Soil Resources. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, 1998.
61. **Izdebski K.:** Badania fitosocjologiczne i florystyczne w rezerwacie Stawska Góra. Ann. UMCS, sec. C, 13, 213-230, Lublin, 1958.
62. **Izdebski K., Fijałkowski D.:** Fragment roślinności kserotermicznej w Kątach pod Zamościem. . Ann. UMCS, sec. C, 11, 507-521, Lublin, 1959.
63. **Izdebski K., Popiołek Z.:** Ocena geobotaniczna zespołu *Inuletum ensifoliae* w Bochotnicy k. Kazimierza Dolnego. Ann. UMCS, sec. C, 28, 125-138, Lublin, 1973.
64. **Jahn A.:** Wyżyna Lubelska – rzeźba i czwartorzęd. Prace Geograficzne IG PAN, 7. PWN, Warszawa, 1956.
65. **Janišová M.:** Vegetation-environment relationships in dry calcareous grassland. Ekologia Bratislava, 24, 1, 25-44, 2005.
66. **Janssens F., Peeters A., Tallowin J.R.B., Bakker J.P. Bekker R.M., Fillat F., Oomes M.J.M.:** Relationship between soil chemical factors and grassland diversity. Plant and Soil, 202, 1, 69-78, 1998.
67. **Kalicka M., Chodorowski J., Dębicki R.:** Porównanie wybranych właściwości podtypów rędzin kredowych porośniętych murawą kserotermiczną i próba ich klasyfikacji w różnych systematykach. Acta Agropysica. Rozprawy i Monografie 5, 5-15, Lublin, 2004.
68. **Kalicka M., Dębicki R., Grądziel T.:** The Influence of Land Use and Xerothermal Plant Succession on the Properties of Cretaceous Rendzinas. Polish Journal of Soil Science, 37, 2, 189-201, Lublin, 2004.
69. **Karo F.:** Spis rzadkich krajowych roślin zebranych w latach 1881 i 1882 w okolicy Lublina oraz pod Stawską Górą za Chełmem. Pam. Fizjogr., 3, 292-317, 1883.
70. **Kaszewski B. M.:** Lubelszczyzna w różnych podziałach klimatycznych. Ogólnopolski Zjazd Polskiego Towarzystwa Geograficznego. Referaty i Postery, 109-111, Lublin, 1994.
71. **Kaszewski B.M., Mrugała Sz., Warakomski W.:** Klimat. Temperatura powietrza i opady atmosferyczne na obszarze Lubelszczyzny (1951-1990). Środowisko Przyrodnicze Lubelszczyzny. Lub. Tow. Nauk., Lublin, 1995.

72. **Kimsa T., Sokołowska Z.:** Badania geobotaniczne w rezerwacie *Carlina onopordifolia* Bess. w Rogowie koło Hrubieszowa. Ann. UMCS, sec. C, 28, 215-231, Lublin,1973.
73. **Kociałkowski W.Z., Pokojska U., Sapek B. (Red.):** Przewodnik metodyczny do oznaczania pojemności sorpcyjnej gleb. Prace Komisji Naukowej PTG, II 14, Warszawa, 1984.
74. **Köhler B., Ryser P., Güsewell S., Gigon A.:** Nutrient availability and limitation in traditionally mown and in abandoned limestone grasslands: a bioassav experiment. Plant and Soil, 230, 2, 323-332, 2001.
75. **Kondracki J.:** Geografia fizyczna Polski. PWN, Warszawa, 1988.
76. **Kowaliński S., Licznar S.:** Właściwości mikromorfologiczne i fizyko-chemiczne niektórych rędzin wytworzonych z wapieni różnych formacji geologicznych. Roczn. Glebozn., 27, 2, 93-97, Warszawa, 1976.
77. **Kozłowska A.:** Zmienność kostrzewy owczej (*Festuca ovina* L.) w związku z sukcesją zespołów stepowych na Wyżynie Małopolskiej. Sprawozd. Komisji Fizjogr. 60, 63-111, Wyd. Polskiej Akademii Umiejętności, Kraków, 1926.
78. **Kuźnicki F.:** Właściwości i typologia gleb wytworzonych z kredowej opoki odwapnionej Roztocza w nawiązaniu do charakterystyki i genetycznego podziału rędzin. Rocz. Glebozn., 15, 2, 345-408, Warszawa, 1965.
79. **Kuźnicki F., Białousz S., Kamińska H., Oszmiańska M., Skłodowski P., Ziemińska A., Żakowska H.:** Rędziny wytworzone ze skał węglanowych różnych formacji geologicznych na obszarze Gór Świętokrzyskich i ich obrzeżeniach. Rocz. Glebozn., 27, 2, 19-48, Warszawa, 1976.
80. **Licznar S.E.:** Rędziny i gleby nawapienne Opolszczyzny w świetle badań mikromorfologicznych i fizykochemicznych. Rocz. Glebozn., 27, 2, 73-121, Warszawa, 1976.
81. **Licznar S.E.:** Rędziny Polski południowo-zachodniej i ich właściwości submikromorfologiczne. Zesz. Nauk. AR we Wrocławiu. Rozpr. hab. 84, Inst. Glebozn. i Och. Środ. Rolniczego, Wrocław, 1990.
82. **Lityński T., Jurkowska H., Gorlach E.:** Analiza chemiczno-rolnicza.. PWN, Warszawa, 1976.
83. **Lityński T., Jurkowska H.:** Żyzność gleby i odżywianie się roślin. PWN, Warszawa, 1982.
84. **Lorens B.:** Analiza ekologiczno-statystyczna runa w strefie kontaktowej zespołu *Dentario-glandulosae-Fagetum* Klika 1927 em. Mat. 1964 i zbiorowiska zastępczego z klasy *Querco-Fagetea*. Ann. UMCS, sec. C, 49, 133-149, Lublin, 1994.
85. **Łapczyński K.:** Wiadomości o trzech roślinach z rodziny złożonych znalezionych w Lubelskiem. Pam. Fizjogr., 1, 200-207, 1881.
86. **Malewski K.:** Materiały do gleboznawstwa złożone Delegacji Gleboznawczej dn. 17.II.1903. Pam. Fizjogr. 18, 2, 125-138, Warszawa, 1904.
87. **Malicki M., Plagge M., Renger M., Walczak R.:** Application of time-domain reflectometry (TDR) soil miniprobe for determination of unsaturated soil water characteristics from undisturbed soil cores. Irrig. Sci., 13, 65-72, 1992.
88. **Matuszkiewicz W.:** Przewodnik do oznaczania zbiorowisk roślinnych Polski. Vademecum Geobotanicum, PWN, Warszawa, 2001.
89. **Medwecka-Kornaś A.:** Poland's steppe vegetation and its conservation. Kraków, 1960.
90. **Medwecka-Kornaś A.:** Ecological problems in the conservation of plant communities, with special reference to Central Europe. Environment Conservation, 4,1, 27-33, 1977
91. **Medwecka-Kornaś A., Kornaś J.:** Zespoły stepów i suchych muraw. [W:] Szafer W., Zarzycki K. (Red): Szata roślinna Polski, 1, 352-366. PWN, Warszawa, 1977.
92. **Michalik S.:** Charakterystyka ekologiczna kserotermicznej i górskiej flory naczyniowej Ojcowskiego Parku Narodowego. Studia Naturae, seria A, 19, PWN, Warszawa- Kraków, 1979.

93. **Michalik S.:** Rozmieszczenie roślin kserotermicznych i górskich w Ojcowskim Parku Narodowym w zależności od warunków mikroklimatu. Studia Naturae, seria A, 24, PWN, Warszawa-Kraków, 1983.
94. **Michalik S.:** Sukcesja wtórna półnaturalnej murawy kserotermicznej *Origano- Brachypodietum* w latach 1960-1984 wskutek zaprzestania wypasu w rezerwacie Kajasówka. Prądnik, Prace i Materiały Muz. im. W. Szafera 2, 59-65, Ojców, 1990.
95. **Michalik S.:** Sukcesja wtórna i problemy aktywnej ochrony biocenoz półnaturalnych w parkach narodowych i rezerwatach przyrody. Prądnik, Prace i Materiały Muz. im. W. Szafera, 2, 175-198, Ojców, 1990.
96. **Michalik S., Zarzycki K.:** Management of xerothermic grasslands in Poland: botanical approach. Colloques Phytosociologiques, Fitodinamica, 24, 881-897, 1995.
97. **Mieczyński T.:** Materiały do poznania gleb Polski, 2. Puławy, 1932.
98. **Miklaszewski S.:** Gleby Polski. Warszawa, 1930.
99. **Mirek Z., Piękoś-Mirkowa H., Zając A., Zając M.:** Flowering Plants and Pteridophytes of Poland. A Checklist. Krytyczna lista roślin naczyniowych Polski. W. Szafer Instytut of Botany, Polish Academy of Sciences, Kraków, 2002.
100. **Musierowicz A.:** Rędziny kredowe północnej krawędzi Podola. Rocz. Nauk Roln., 50, 80-98, Warszawa, 1948.
101. **Odum E.P.:** The Strategy of Ecosystem Development. Science, 164, 262-270, 1969.
102. **Oyama M., Takenara H.:** Revised Standard Soil Color Charts, Japan, 1967.
103. **Paschke M.W., McLendon T., Redente F.:** Nitrogen availability and old-field succession in shortgrass steppe. Ecosystems, 3, 144-158, 2000.
104. **Pawłowski B., Zarzycki K.:** Dynamika zbiorowisk roślinnych. [W:] Szafer W., Zarzycki K. (Red): Szata roślinna Polski, 1, 481-501. PWN, Warszawa, 1977.
105. **Poznańska Z.:** *Carlina onopordifolia* Besser – The Dynamics of its Population in the Course of Succession of Xerothermal Swards and the Problem of Active Ecological Protection. Ochrona Przyrody 48, 55-83. Zakład Och. Przyr. i Zasobów Naturalnych, PAN, 1991.
106. **Pożaryska K.:** Zagadnienia sedymentologiczne górnego mastrychtu i danu okolic Puław. Biul. Państw. Inst. Geolog., 31, Warszawa, 1952.
107. **Pożaryska K.:** Badania warstw pogranicznych kredy i trzeciorzędu w Polsce pozakarpackiej. Kwartalnik Geolog., XI, 3, 1967.
108. **Rajkaj K.:** Relationships between the soil moisture regime and vegetation in natural Ecosystems. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln., 220, 295-301, Warszawa, 1979.
109. **Rizand A., Marrs R.H., Gough M.W., Wells T.C.E.:** Long-term of various conservation management treatments on selected soil properties of chalk Grassland. Biological Conservation, 49, 2, 105-112, 1989.
110. **Römermann Ch., Dutoit T., Poschlod P., Buisson E.**: Influence of former cultivation on the unique Mediterranean steppe of France and consequences for conservation management. Biological Conservation, 121, 21-33, 2005.
111. **Sala O.E., Golluscio R.A., Lauenroth W.K., Soriano A.:** Resource partitioning shrubs and grasses in the Patagonian steppe. Oecologia, 81, 4, 501-505, 1989.
112. **Sedlaková I., Chytrý M.:** Regeneration patterns in a Central European dry heathland: effects of burning, sod-cutting and cutting. Plant Ecology, 10, 1-11, 1999.
113. **Skiba S.:** Tendencje do strefowości rędzin tatrzańskich na przykładzie gleb stoków Kominiarskiego Wierchu. Rocz. Glebozn., 34, 4, 101-111, 1983.
114. **Skiba S.:** Rola klimatu i roślinności w genezie gleb na przykładzie gleb górskich z Tatr Polskich i z gór Mongolii. Zesz. Nauk AR w Krakowie, Rozpr. hab. Nr 99, 1985.

115. **Skiba S., Drewnik M., Zaleski T.:** Mapa gleb Pienińskiego Parku Narodowego w jednostkach taksonomii międzynarodowej. Pieniny – Przyroda i Człowiek, 7, 91-95, 2002.
116. **Sławiński C., Walczak R.T., Witkowska-Walczak B.:** Przewodnictwo wodne rędzin Polski. Acta Agrophysica 38, 259-266, Lublin, 2000.
117. **Sławiński W.:** Zespoły kserotermiczne okolic Kazimierza nad Wisłą. Ann. UMCS, sec. E, 6, 327-357, Lublin, 1952.
118. **Sobczuk H., Plagge R., Walczak R., Roth C.:** Laboratory equipment and calculation procedure to rapidly datermine hysteresis of some soil hydrophysical properties under nonsteady flow conditions. Z. Pflanz. Bodenk., 155, 157-163, 1992.
119. **Stachurski M.:** Roślinność rezerwatu przyrody Dąbie koło Racławic na Wyżynie Miechowskiej. Rocznik Świętokrzyski, ser. B, 23, 3-31, 1996.
120. **Stachurski M.:** Właściwości i zmienność cech wybranych gatunków roślin muraw kserotermicznych Wyżyny Miechowskiej. Monografie i rozprawy naukowe IHAR, Radzików, nr 5, 2000.
121. **Starzyński Z.:** Studia nad występowaniem utworów rędzinnych. Pam. PINGW, 4, A, 244-301, 1923.
122. **Stružka V.:** Metody badań bioklimatycznych (Metody bioklimatickych pruzkumu). Prz. zagr. Lit. geogr., Zagadnienia klimatologii, 3, 170-195, 1959.
123. **Systematyka Gleb Polski. PTG.** Roczniki Gleboznawcze 40, 3/4. PWN, Warszawa, 1989.
124. **Szafer W., Zarzycki K. (Red):** Szata roślinna Polski 1 i 2. PWN, Warszawa, 1977.
125. **Świerczyńska S.:** Problem zachowania zbiorowisk stepowych na podstawie badań prowadzonych na Lubelszczyźnie. Prądnik, Prace i Materiały Muz. im. W. Szafera, 2, 29-34, Ojców, 1990.
126. **Turski R.:** Wpływ erozji na niektóre właściwości rędzin kredowych Lubelszczyzny. Ann. UMCS, sec. E, 13, 1-42, Lublin, 1958.
127. **Turski R., Uziak S., Zawadzki S.:** Gleby. Środowisko Przyrodnicze Lubelszczyzny. Lub. Tow. Nauk., Lublin, 1993.
128. **Uziak S.:** Gleby Lubelszczyzny. [W:] Systematyka Gleb Polski (region lubelski). Szkoła letnia – referaty. Lublin – Zamość, 16-25, 1992.
129. **Walczak R., Ostrowski J., Witkowska-Walczak B., Sławiński C.:** Hydrofizyczne charakterystyki mineralnych gleb ornych Polski. Acta Agrophysica, 79, Lublin, 2002.
130. **Walczak R., Sławiński C., Malicki M., Sobczuk H.:** Measurement of water characteristics in soil using TDR technique: water characteristics of loess soil under different treatment. Int. Agrophysics, 7, 175-182, 1993.
131. **Wallis De Vries M.F., Poschlod P., Willems J.H.:** Challenges for conservation of calcareous grasslands in northwestern Europe: integration the requirements of flora and fauna. Biological Conservation, 104, 265-273, 2002.
132. **Wawerski J., Pałka K., Wójciak J.:** Dokumentacja do utworzenia rezerwatu przyrody „Kąty". Opracowanie na zlecenie Wojewody Lubelskiego. Lublin, mscr, 2002.
133. **Witkowska-Walczak B., Walczak R.T., Sławiński C.:** Retencja wodna rędzin Polski. Acta Agrophysica, 38, 247-258, Lublin, 2000.
134. **World Conservation Strategy**. IUCN, Gland, 1980.
135. **Wyrwicka K.:** Wykształcenie litologiczne i węglanowe surowce skalne mastrychtu lubelskiego. [W:] Kozłowski S. (red.): Z badań złóż surowców skalnych w Polsce. Tom IX. Biul. Państw. Inst. Geolog., 299, 5-98, Warszawa, 1977.
136. **Wyrwicka K.:** Petrografia, skład chemiczny i cechy fizyczne skał. [W:] Profile głębokich otworów wiertniczych Inst. Geolog., 58. Piotrków XX, Bychawa SW 3, Trawniki SW 2. Inst. Geol., Warszawa, 1983.

137. **Zagórski Z.:** Cechy mikromorfologiczne i niektóre właściwości gleb wapniowcowych z terenu Małych Pienin. Roczn. Glebozn., 50, 1/2, 115-126, Warszawa, 1999.
138. **Zając A., Zając M. (Red.):** Atlas rozmieszczenia roślin naczyniowych w Polsce. Distribution Atlas of Vascular Plants in Poland, Kraków, 2001.
139. **Zarzycki K.:** *Inula* L. Oman. [W:] Pawłowski B., Jasiewicz A. (Red.): Flora Polski, 12, 181-188, PWN, Warszawa, 1971.
140. **Zarzycki K.:** Ecodiagrams of Common Vascular Plants in the Pieniny Mountains (the Polish West Carpathians) Part II: Ecodiagrams of Selected Grassland Species. Fragmenta Floristica et Geobotanica, XXII, 4, 1976.
141. **Zarzycki K., Trzcińska-Tacik H., Różański W., Szeląg Z., Wołek J., Korzeniak U.:** Ecological Indicator Values of Vascular Plants of Poland. Ekologiczne liczby wskaźnikowe roślin naczyniowych Polski. Biodiversity of Poland, 2, W. Szafer Institute of Botany, PAN, Kraków, 2002.
142. **Zawadzki S. (Red.):** Gleboznawstwo. PWRiL, Warszawa, 1999.
143. **Zinkiewicz W., Zinkiewicz A.:** Atlas klimatyczny województwa lubelskiego 1951-1960. LTN, Lublin, 1975.
144. **Żarski M.:** Objaśnienia do Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski, 1:50 000, Ark. Puławy (710). Państw. Inst. Geolog., Warszawa, 1998.
145. **Żelichowski A.M.:** Przekrój geologiczny przez brzeżną część platformy prekambryjskiej na obszarze lubelsko-podlaskim. Kwart. Geolog., 23, 2, 1979.

10. STRESZCZENIE

Przedstawiono wyniki badań morfologii, składu granulometrycznego, właściwości chemicznych, sorpcyjnych i hydrofizycznych rędzin kredowych porośniętych przez zbiorowiska, stanowiące kolejne stadia sukcesji murawy kserotermicznej. Badania były przeprowadzone na czterech stanowiskach na obszarze Wyżyny Lubelskiej (rezerwat Stawska Góra koło Chełma, Bochotnica koło Kazimierza Dolnego, rezerwat Podzamcze koło Bychawy oraz Kąty koło Zamościa). Na każdym ze stanowisk przeprowadzono badania gleb i roślinności w obrębie wyróżnionych typów zbiorowisk: w zbiorowiskach odłogowych (będących inicjalną fazą murawy kserotermicznej), w typowych murawach kserotermicznych: *Inuletum ensifoliae* i *Brachypodio-Teucrietum* oraz w zbiorowiskach ciepłolubnych zarośli. Głównym celem pracy było prześledzenie zmian właściwości rędzin wraz z naturalnymi przemianami roślinności i wskazanie tych cech gleby, które mają najsilniejszy wpływ na skład florystyczny i kierunek sukcesji badanych fitocenoz. Przeprowadzono analizę fitosocjologiczną i ekologiczną badanych fitocenoz. Opisano także wpływ antropopresji na właściwości rędzin oraz na kierunek i tempo przekształceń zbiorowisk kserotermicznych.

Otrzymane wyniki pozwoliły na sformułowanie następujących wniosków:

1. Wraz z przemianami sukcesyjnymi roślinności kserotermicznej porastającej rędziny kredowe stwierdzono wyraźne zmiany fizycznych i chemicznych właściwości poziomów próchnicznych:
   - wzrasta pH w H_2O;
   - zwiększa się zawartość azotu ogółem oraz jego dostępność (mniejszy stosunek C:N);
   - zwiększa się zasobność w przyswajalny potas (szczególnie w formie wymiennej);
   - wzrasta wysycenie kompleksu sorpcyjnego kationami magnezu, potasu i sodu, a maleje wysycenie kationami wapnia;
   - zwiększa się ilość makroporów pochodzenia organicznego w jednostce objętości powierzchniowych poziomów rędzin, co powoduje zmniejszenie gęstości, wzrost całkowitej pojemności wodnej oraz współczynnika przewodnictwa wodnego w zakresie potencjału odpowiadającego pF 0-1,85;
   - wzrastają potencjalne zasoby wody grawitacyjnej, maleją natomiast zasoby wody glebowej użytecznej dla roślin, a szczególnie wody łatwo dostępnej dla roślin.
2. Właściwościami glebowymi, które wywierają najsilniejszy wpływ na skład florystyczny fitocenoz kserotermicznych oraz na tempo i kierunek przemian sukcesyjnych, są charakterystyki hydrofizyczne oraz dostępność dla roślin azotu i potasu.

3. Poziomy próchniczne rędzin ornych i odłogowanych w porównaniu do odpowiadających im poziomów gleb porośniętych pierwotną murawą *Inuletum ensifoliae*, charakteryzują się:
- mniejszą zawartością próchnicy i azotu ogółem, lecz lepszą dostępnością azotu dla roślin (niższym stosunkiem C:N);
- wyższymi wartościami pH w H_20 i wyższym wysyceniem kompleksu sorpcyjnego zasadami (za wyjątkiem kationu magnezu, którego udział maleje);
- większym zagęszczeniem i gorszymi właściwościami retencyjnymi, szczególnie w zakresie wody łatwo dostępnej dla roślin.

Najlepsze warunki rozwoju na glebach odłogowanych ma zespół *Brachypodio-Teucrietum* oraz zbiorowiska zaroślowe (czyli fitocenozy cechujące się silniejszym i bardziej rozbudowanym systemem korzeniowym), stąd prawdopodobnie wynika niestabilność wtórnych muraw *Inuletum ensifoliae* oraz szybkie tempo sukcesji w kierunku zarośli. Otrzymane wyniki mogą pomóc w wypracowaniu nowych metod ochrony fitocenoz kserotermicznych i wchodzących w ich skład rzadkich gatunków roślin. Mogą być wykorzystane w tworzeniu odpowiednich siedlisk, umożliwiających odbudowę, a następnie długotrwałe występowanie zbiorowisk kserotermicznych.

S ł o w a k l u c z o w e: rędziny kredowe, roślinność kserotermiczna, sukcesja, Wyżyna Lubelska

11. SUMMARY

TRANSFORMATIONS OF CRETACEOUS RENDZINAS WITH NATURAL SUCCESSION OF XEROTHERMAL PLANT COMMUNITIES IN SOME SITES OF THE LUBLIN UPLAND

The monograph contains the results of studies of morphology, granulometric composition, chemical, sorptive and hydrophysical properties of cretaceous rendzinas overgrown by communities which constitute consecutive stages of the xerothermal sward succession. The studies were carried out at four sites in the Lublin Upland (Stawska Góra Reserve near Chełm, Bochotnica near Kazimierz Dolny, Podzamcze Reserve near Bychawa and Kąty near Zamość). Within each site the following types of communities were distinguished: fallow communities, being the initial stage of xerothermal swards, typical swards (*Inuletum ensifoliae* Kozł. 1925 and *Brachypodio-Teucrietum* Fijałk. 1964 association) and stenothermal shrub with *Rhamno-Prunetea* Class. Vegetation and soil properties were investigated in the above sites. The aim of the studies was to trace changes in the soil properties in the soil properties in relation to the transformations in xerothermal phytocenoses and to

ascertain which properties of the rendzinas had the strongest influence on the characteristic combinations of plant species and the direction of succession of the studied communities. Phytosociological and ecological analyses of studied communities were also carried out. The effect of anthropogenic disturbance on the direction and rate of the transformation of xerothermal phytocenoses and on the soil properties was also analysed.

The studies led to the following conclusions:

1. With the succession of xerothermal communities which overgrew the cretaceous rendzinas, distinct changes of chemical and physical properties of soil's humus horizon took place:

- the pH value in H_2O increased;
- the content of total nitrogen increased, particularly its availability (C:N ratio decreased);
- the content of available potassium increased;
- the share of magnesium, potassium and sodium cations in the sorptive capacity increased, but the share of calcium decreased;
- the content of organic macropores in the surface horizon increased and this fact has influenced the inferior compaction, increased the total water capacity and decreased the water conductivity coefficient at the potential pF 0-1,85;
- the amount of free soil water increased but the retention of soil water useful for plants decreased, particularly water easy available for plants.

2. Hydrophysical soil properties and the content of available nitrogen and potassium in the humus horizon of the rendzinas has been the strongest influence on the xerothermal characteristic combinations of plant species, rate and direction of succession.
3. Humus horizons of the arable and fallow rendzinas in relation to the humus horizons of soil overgrown by the primeval *Inuletum ensifoliae* association are characterized by:

- lower content of C-org and total nitrogen but better nitrogen availability for plants;
- higher value of pH in H_2O
- the sorptive complex is better saturated with base cations (except for magnesium cations, whose share in the sorptive capacity dicreases);
- greater inferior compaction and lower retention of soil water useful for plants, particularly water easily available for plants.

The growth conditions on the fallow rendzinas are best for the *Brachypodio-Teucrietum* association and stenothermal shrub communities (phytocenoses with the stronger and better developed root system) – this fact probably causes the unstable

character of the secondary sward *Inuletum ensifoliae* and the quicker rate of overgrowing by shrub.

The obtained results can be helpful in elaborating new methods of conservation of xerothermal phytocenoses, including rare plant species. They can also be useful for creating appropriate habitats, which would help the restoration and long-term preservation of xerothermal communities.

K e y w o r d s: cretaceous Rendzinas, xerothermal plants, succession, Lublin Upland

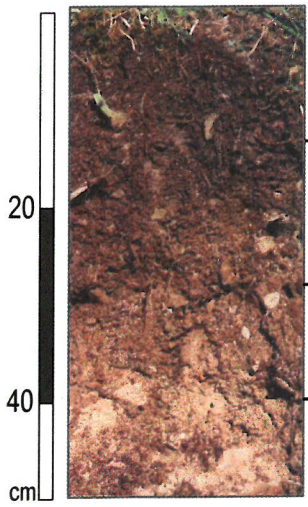
ZAŁĄCZNIKI

Profil nr 4

Stanowisko: Rezerwat Stawska Góra koło Chełma
Współrzędne: 51°12'27,8" N, 23°24'10,6" E
Położenie: zbocze o wystawie WNW i nachyleniu 15°
Wzniesienie n.p.m.: 222 m
Skała macierzysta: opoka z okresu dolnego paleocenu (piętro dan)

Zbiorowisko roślinne:
zespół kłosownicy pierzastej
i ożanki właściwej z licznie występującym
dziewięćsiłem popłocholistnym
Ass. *Brachypodio-Teucrietum*
with *Carlina onopordifolia;*
typowa facja murawowa, w której warstwa
krzewów prawie nie występuje (pojedyncze
okazy róży, wisienki stepowej, jałowca).
(Załącznik - Tab.I, zdj. 4);

Opis profilu:



Aca	0-10 cm	szarawo żółtobrązowa (10YR5/2; 10YR2/2[1]) glina ciężka pylasta; 25% części szkieletowych[2]; struktura foremno-wielościenna trwała, korzenie[3] ++++, przejście dyfuzyjne; słabo burzy z HCl
ABbr	10-28 cm	szarawo żółtobrązowa (10YR6/2; 10YR3,5/2) glina ciężka pylasta; 25% części szkieletowych; struktura foremnowielościenna średniotrwała; korzenie +++; przejście stopniowe
BbrCca	28-41 cm	szarawożółta (2,5Y7/2; 2,5Y5/3) glina ciężka pylasta; 40% części szkieletowych; korzenie ++; przejście wyraźne proste; rdzawe przewarstwienia na skałach
Rca	41(50)cm	duże fragmenty opoki

Typ/podtyp gleby wg PTG [1989]: Rędzina brunatna
wg FAO/UNESCO [1997]: Mollic Leptosols
wg WRB [1998, 2003]: Lepti-Calcaris Cambisols

---

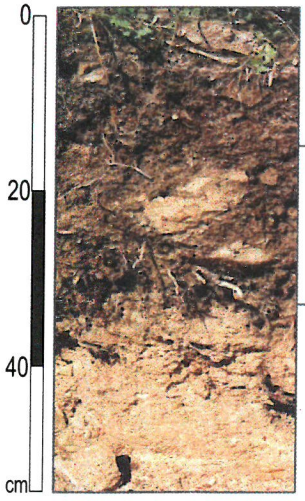
[1] barwa gleby w stanie powietrznie suchym i zwilżonym wg Revised Standard Soil Color Charts Japan [1967].
[2] procentowa zawartość masy wybranych fragmentów skały w stosunku do masy pobranej do analizy próby
[3] zawartość korzeni oceniono w trakcie badań terenowych, stosując podział na cztery klasy: poziom przerośnięty korzeniami (++++), poziom o dużej (+++), średniej (++) i niewielkiej (+) zawartości korzeni.

Profil nr 8

Stanowisko: Rezerwat Stawska Góra koło Chełma
Współrzędne: 51°12'23,7" N, 23°24'11,5" E
Położenie: spłaszczenie wierzchowinowe, teren pofalowany, w pobliżu leje po pociskach, wystawa południowa, nachylenie około 2°
Wzniesienie n.p.m.: 223 m
Skała macierzysta: opoka marglista z okresu dolnego paleocenu (dan)

Zbiorowisko roślinne:
zbiorowisko zaroślowe z kl. *Rhamno-Prunetea*, fitocenoza z dominującym dereniem świdwą Com. *Cornus sanguinea* (Załącznik – Tab. I, zdj. 8). Odkrywka wykonana wśród gęstych zarośli pod 25-letnią sosną.

Opis profilu:



Aca	0-15 cm	ciemno szarawożółty (2,5Y5/2; 2,5Y3/2) ił pylasty; 25% części szkieletowych; struktura foremnowielościenna średniotrwała; korzenie ++++; przejście wyraźne pofalowane
ACca	15-33 cm	szarawożółty (2,5Y7/2; 2,5Y5/3) ił pylasty; 55% części szkieletowych; struktura foremnowielościenna trwała; korzenie +++; przejście wyraźne pofalowane
Cca	33-(50)cm	jasnoszary (2,5Y8/1,5; 2,5Y6/3) ił pylasty; 60% części szkieletowych; korzenie +

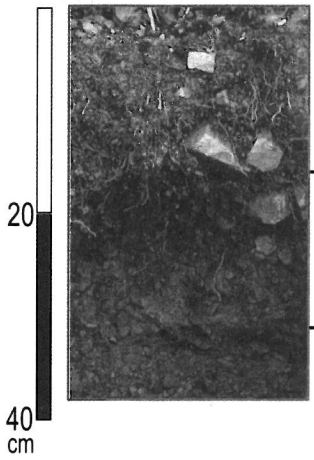
Typ/podtyp gleby wg PTG [1989]:	Rędzina czarnoziemna
wg FAO/UNESCO [1997]:	Rendzic Leptosols
wg WRB [1998, 2003]:	Rendzic Leptosols

Profil nr 9

Stanowisko: Bochotnica koło Kazimierza Dolnego
Współrzędne: 51°20′27,2″ N, 22°59′50,1″ E
Położenie: środkowa część zbocza, zbocze strome - 30°, ekspozycja SSW
Wzniesienie n.p.m.: 157 m
Skała macierzysta: gezy wapniste z okresu dolnego paleocenu (dan) – seria siwaka

Zbiorowisko roślinne:
zespół omanu wąskolistnego
Ass. *Inuletum ensifoliae*
ze znacznym udziałem krzewów berberysu, derenia świdwy, róż, tarniny, jałowca i karłowatej sosny (Załącznik – Tab. II, zdj. nr 9).

Opis profilu:



Aca	0-15 cm	ciemno szarożółta (2,5Y5/2; 2,5Y3/2) glina ciężka pylasta; 22% części szkieletowych; struktura foremno-wielościenna trwała; korzenie ++++; przejście ostre proste
ACca	15-30 cm	szarawożółta (2,5Y6/2; 2,5Y4/3) glina ciężka pylasta; 41% części szkieletowych; struktura foremnowielościenna średnio-trwała, korzenie +++, przejście wyraźne pofalowane
Cca	30-(60)cm	jasno-żółta (2,5Y7/3; 2,5Y5/3) glina ciężka pylasta; 55% części szkieletowych; korzenie ++

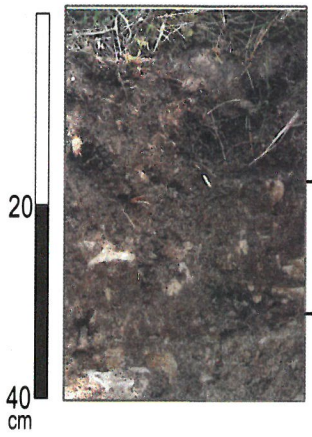
Typ/podtyp gleby wg PTG [1989]: Rędzina właściwa
wg FAO/UNESCO [1997]: Rendzic Leptosols
wg WRB [1998, 2003]: Rendzic Leptosols

Profil nr 11

Stanowisko: Bochotnica koło Kazimierza Dolnego
Współrzędne: 51°20′26,6″ N, 22°59′50,7″ E
Położenie: górna część rozcięcia erozyjnego, zbocze strome - 30°, ekspozycja S
Wzniesienie n.p.m.: 156 m
Skała macierzysta: geza wapnista z okresu dolnego paleocenu (dan) – seria siwaka

Zbiorowisko roślinne:
zarośla kserotermiczne z dominującym berberysem
Com. *Berberis vulgaris.*
W warstwie krzewów występują także: dereń świdwa, wisienka stepowa, tarnina, róża dzika, głóg, kruszyna, sosna; w warstwie zielnej przeważa oman wąskolistny i kłosownica pierzasta (Załącznik – Tab. II, zdj. nr 11).

Opis profilu:



Aca	0-19 cm	ciemno szarożółta (2,5Y5/2; 2,5Y 3/2) glina ciężka pylasta; 11% części szkieletowych; struktura foremnowielościenna trwała; korzenie ++++; przejście wyraźne proste
ACca	19-30 cm	szarawożółta (2,5Y6/2; 2,5Y4/3) glina ciężka pylasta; 43% części szkieletowych; struktura foremnowielościenna trwała, korzenie +++, przejście stopniowe nieregularne
Cca	30-(45)cm	szarawożółta (2,5Y7/2; 2,5Y6/4) glina ciężka pylasta; 44% części szkieletowych; (miękki gruz wapienny); korzenie ++

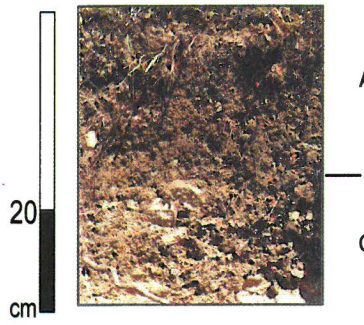
Typ/podtyp gleby wg PTG [1989]: Rędzina właściwa
wg FAO/UNESCO [1997]: Rendzic Leptosols
wg WRB [1998, 2003]: Rendzic-Humic Leptosols

Profil nr 12

Stanowisko: Rezerwat Podzamcze koło Bychawy
Współrzędne: 51°01′25,8″ N, 22°31′50,1″ E
Położenie: środkowa część zbocza, zbocze strome - 20°, ekspozycja S
Wzniesienie n.p.m.: 215 m
Skała macierzysta: opoka kredowa (mastrycht górny)

Zbiorowisko roślinne:
zespół omanu wąskolistnego
Ass. *Inuletum ensifoliae*
o pokryciu warstwy zielnej około 80%,
z wyraźnie dominującym omanem,
który ma tutaj charakter pionierski
(Załącznik – Tab. III, zdj. nr 12).

Opis profilu:



ACca	0-17 cm	szarawo żółtobrązowy (10YR6/2; 10YR4/2) ił pylasty; 30% części szkieletowych; struktura foremnowielościenna trwała; korzenie ++++; przejście wyraźne pofalowane
Cca	17-(50)cm	jasnoszary (10YR8/2; 10YR6/3) ił pylasty; 78% części szkieletowych; korzenie +

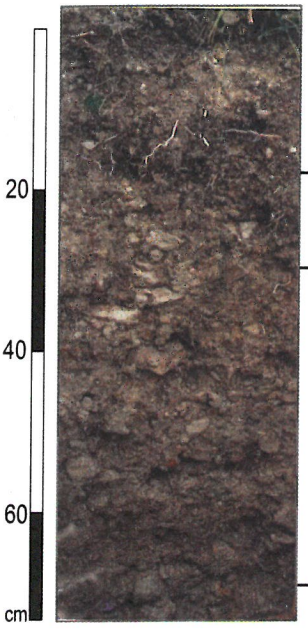
Typ/podtyp gleby wg PTG [1989]: Rędzina właściwa
wg FAO/UNESCO [1997]: Rendzic Leptosols
wg WRB [1998, 2003]: Rendzic Leptosols

Profil nr 14

Stanowisko: Rezerwat Podzamcze koło Bychawy
Współrzędne: 51°01´25,2˝ N, 22°31´58,8˝ E
Położenie: środkowa część zbocza o profilu wypukłym, nachylenie 16°, wystawa SSW
Wzniesienie n.p.m.: 216 m
Skała macierzysta: opoka kredowa (mastrycht górny)

Zbiorowisko roślinne:
zespół kłosownicy pierzastej i ożanki właściwej
Ass. *Brachypodio-Teucrietum.*
Fitocenoza wyraźnie wyróżniająca się fizjonomią – przewaga traw, bezzaroślowa
(Załącznik – Tab. III, zdj. nr 14).

Opis profilu:



Aca	0-18 cm	szarawo żółtobrązowy (10YR6/2, 10YR4/2) ił pylasty; 25% części szkieletowych; struktura foremnowielościenna trwała; korzenie ++++; przejście wyraźne pofalowane
ACca	18-28 cm	przytłumiony żółtopomarańczowy (10YR7/2; 10YR5/2,5) ił pylasty; 30% części szkieletowych; struktura foremnowielościenna trwała; korzeni +++; przejście stopniowe; przykorzeniowe zacieki próchnicy
Cca	28-76 cm	jasno-szary (10YR 8/2; 10YR 6/3) ił pylasty; 70% części szkieletowych i bezstrukturalna zwietrzelina; korzenie ++, przejście ostre; przykorzeniowe zacieki próchnicy
Rca	76-(84)cm	opoka z rdzawymi plamami

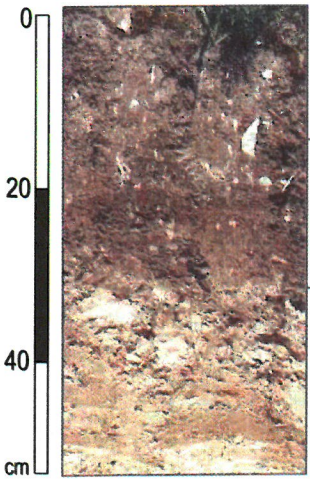
Typ/podtyp gleby wg PTG [1989]: Rędzina właściwa
wg FAO/UNESCO [1997]: Rendzic Leptosols
wg WRB [1998, 2003]: Rendzic Leptosols

Profil nr 17

Stanowisko: Kąty koło Zamościa
Współrzędne: 50°40'22,4" N, 23°07'24,0" E
Położenie: górna część zbocza o ekspozycji SW i nachyleniu 15°, około 6 m poniżej wierzchowiny użytkowanej rolniczo
Wzniesienie n.p.m.: 283 m
Skała macierzysta: margle kredowe (piętro górny mastrycht)

Zbiorowisko roślinne:
zbiorowisko odłogowe bez wyraźnego dominanta; murawa kserotermiczna w fazie inicjalnej;
pokrycie roślinnością około 70%,
brak *Inula ensifolia*, kilkuletnie krzewy tarniny i jałowca - dająca się zauważyć sukcesja w kierunku zarośli
(Załącznik – Tab. IV, zdj. nr 18).

Opis profilu:



A1ca (p)	0-16 cm	ciemno szarożółty (2,5Y5/2; 2,5Y3/2) ił pylasty; 7% części szkieletowych; struktura foremnowielościenna średniotrwała; korzenie ++++; przejście dyfuzyjne; liczne muszle
A2ca	16-30cm	szarawożółty (2,5Y6/2; 2,5Y4/2) ił pylasty; 11% części szkieletowych; struktura foremno-wielościenna trwała; korzenie ++; przejście wyraźne pofalowane
Cca	30-(40)cm	jasnoszary (2,5Y7,5/1; 2,5Y7/3) ił pylasty; 70% części szkieletowych (ilasta zwietrzelina margli z drobnymi okruchami opoki); korzenie +

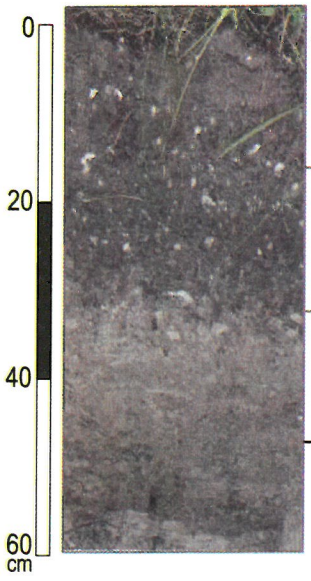
Typ/podtyp gleby wg PTG [1989]: Rędzina właściwa
wg FAO/UNESCO [1997]: Rendzic Leptosols
wg WRB [1998, 2003]: Rendzic Leptosols

Profil nr 21

Stanowisko: Kąty koło Zamościa
Współrzędne: 50°40'37,6" N, 23°07'31,1" E
Położenie: środkowa część zbocza o nachyleniu 15° i ekspozycji NW; przy zmianie charakteru zbocza z wypukłego (górna część) na wklęsły; 20 m od granicy pola ornego
Wzniesienie n.p.m.: 272 m
Skała macierzysta: margle i opoki z okresu górnej kredy (piętro górny marstrycht)

Zbiorowisko roślinne:
zbiorowisko trudne do określenia pod względem fitosocjologicznym, wykształciło się z zespołu *Inuletum ensifoliae* poprzez wzrost liczby oraz pokrycia gatunków łąkowych; gatunek najczęstszy – *Festuca rubra*, nieliczne kępy *Brachypodium pinnatum*. Zbiorowisko określono jako fitocenoza pośrednia między *Inuletum ensifoliae* a *Brachypodio-Teucrietum* (Załącznik – Tab. IV, zdj. nr 21).

Opis profilu:



A1ca	0-15 cm	żółtawoszary (2,5Y6/1,5; 2,5Y3,5/2) ił pylasty; 5% części szkieletowych; struktura foremno-wielościenna trwała; korzenie ++++; przejście wyraźne proste; bardzo sucha
A2ca	15-31 cm	żółtawoszary (2,5Y6/1; 2,5Y4/2) ił pylasty; 8% części szkieletowych; struktura foremno-wielościenna trwała; korzenie +++; przejście wyraźne pofalowane; muszle, belemnity
Cca	31-48 cm	jasnoszara ilasta spójna zwietrzelina margli; rdzawe plamy i drobne zacieki próchnicy
Rca	48-(60) cm	jasnoszara, spękana płytowo opoka

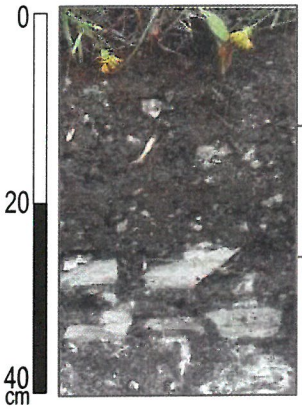
Typ/podtyp gleby wg PTG [1989]: Rędzina czarnoziemna
wg FAO/UNESCO [1997]: Rendzic Leptosols
wg WRB [1998, 2003]: Rendzic Leptosols

Profil nr 23

Stanowisko: Kąty koło Zamościa
Współrzędne: 50°40'33,8" N, 23°07'24,9" E
Położenie: górna część zbocza o nachyleniu 10° i wystawie NW; stok wypukły, 10 m od użytkowanego rolniczo spłaszczenia wierzchowinowego; poniżej – rozcięcie erozyjne porośnięte zaroślami i drzewami (występują tu około 25-letnie sosny)
Wzniesienie n.p.m.: 283 m
Skała macierzysta: opoka kredowa (piętro górny mastrycht)

Zbiorowisko roślinne:
zbiorowisko zaroślowe z dominującą wisienką stepową
Ass. *Prunetum fruticosae*;
pokrycie warstwy krzewów 50%;
występuje także: róża, tarnina, kalina, szakłak; w warstwie zielnej dominują: *Inula ensifolia* i *Brachypodium pinnatum* (Załącznik – Tab. zdj. nr 23).

Opis profilu:



A1ca	0-12 cm	ciemno szarawożółta (2,5Y4,5/2; 2,5Y3/1) glina ciężka pylasta; struktura foremnowielościenna trwała; 16% części szkieletowych; korzenie ++++; przejście wyraźne pofalowane
A2ca	12-28 cm	żółtawoszara (2,5Y5/1; 2,5Y3/2) glina ciężka pylasta; 40% części szkieletowych; struktura foremnowielościenna trwała; korzenie ++; przejście ostre proste
Rca	28-(40)cm	jasnoszare duże fragmenty spękanej płytowo opoki z niewielkim udziałem frakcji ziemistej; ślady korzeni w szczelinach

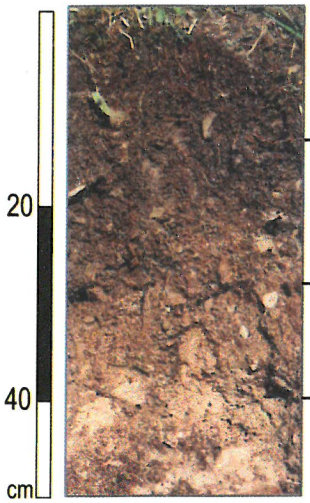
Typ/podtyp gleby wg PTG [1989]: Rędzina właściwa
wg FAO/UNESCO [1997]: Rendzic Leptosols
wg WRB [1998, 2003]: Rendzic Leptosols

Profile No. 4

Site: Stawska Góra Nature Reserve near Chełm
Geographical coordinates: 51°12'27,8" N, 23°24'10,6" E
Location: slope 15°, exposure WNW
Heigh a.s.l.: 222 m
Parent rock: siliceous chalk – Lower Paleocene epoch (Danian)

Plant community:
Brachypodio-Teucrietum association with *Carlina onopordifolia*; proper sward facies with sparce shrub: *Rosa canina, Cerasus fruticosa, Juniperus communis* (Appendix - Tab.I, Rec. 4).

Profile description:



Aca	0-10 cm	grayish yellow brown (10YR5/2; 10YR2/2[1]) silty heavy loam; 25% skeleton particles[2]; strong aggregate structure, roots[3] ++++, diffuse boundary; weakly reaction with HCl
ABbr	10-28 cm	grayish yellow brown (10YR6/2; 10YR3,5/2) silty heavy loam; 25% skeleton particles; strong medium aggregate structure, roots +++; gradual boundary
BbrCca	28-41 cm	grayish yellow (2,5Y7/2; 2,5Y5/3) silty heavy loam; 40% skeleton particles; roots ++; clear wavy boundary; rusty smudge on rock
Rca	41(50)cm	large fragments of siliceous chalk

Type/subtype soil according to PTG [1989]: Brown Rendzina
FAO/UNESCO [1997]: Mollic Leptosols
WRB [1998, 2003]: Lepti-Calcaris Cambisols

---

[1] Soil colours (air-dried and moist) according to Revised Standard Soil Color Charts Japan [1967].

[2] The percentage ratio of mass of skeleton particles to total soil sample mass.

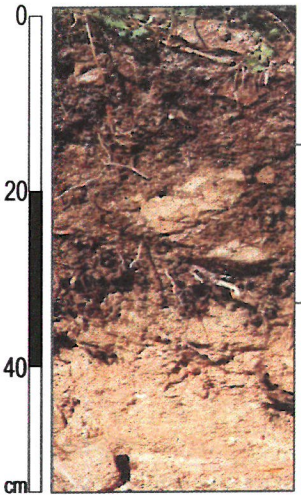
[3] Content of roots estimated during field investigations; four groups were distinguished: level with very many roots (++++), level with many roots (+++), medium content of roots (++) and level with sparse and fine roots (+).

Profile No. 8

Site: Stawska Góra Nature Reserve near Chełm
Geographical coordinates: 51°12'23,7" N, 23°24'11,5" E
Location: flat-topped mountain, inclination of slope about 2°, exposure S, undulating area, there were bomb sites near the soil pits
Heigh a.s.l.: 223 m
Parent rock: marly siliceous chalk – Upper Cretaceous period (Maastrichtian)

Plant community:
Stenothermal shrub with *Rhamno-Prunetea* Class, community with *Cornus sanguinea*.
Soil pit was made among massed shrub, near 25-years-old *Pinus silvestris*
(Appendix – Tab. I, rec. 8).

Profile description:



Aca	0-15 cm	dark grayish yellow (2,5Y5/2; 2,5Y3/2) silty clay; 25% skeleton particles; strong medium aggregate structure; roots ++++; clear wavy boundary
ACca	15-33 cm	grayish yellow (2,5Y7/2; 2,5Y5/3) silty clay; 55% skeleton particles; strong aggregate structure; roots +++; clear wavy boundary
Cca	33-(50)cm	ligh gray (2,5Y8/1,5; 2,5Y6/3) silty clay; 60% skeleton particles; roots +

Type/subtype soil according to PTG [1989]: Chernozemic Rendzina
FAO/UNESCO [1997]: Rendzic Leptosols
WRB [1998, 2003]: Rendzic Leptosols

Profile No. 9

Site: Bochotnica near Kazimierz Dolny
Geographical coordinates: 51°20′27,2″ N, 22°59′50,1″ E
Location: middle part of slope, steep slope - 30°, exposure SSW
Heigh a.s.l.: 157 m
Parent rock: calcareous gaizes – Lower Paleocene epoch (Danian) – Siwak facies

Plant community:
Inuletum ensifoliae association
with large share of shrub:
Berberis vulgaris, Cornus sanguinea, Rosa canina, Prunus spinosa, Juniperus communis and scrubby *Pinus silvestris*
(Appendix – Tab. II, rec. 9).

Profile description:

Aca	0-15 cm	dark grayish yellow (2,5Y5/2; 2,5Y3/2) silty heavy loam; 22% skeleton particles; strong aggregate structure; roots ++++; sharp boundary
ACca	15-30 cm	grayish yellow (2,5Y6/2; 2,5Y4/3) silty heavy loam; 41% skeleton particles; strong medium aggregate structure; roots +++, clear wavy boundary
Cca	30-(60)cm	light yellow (2,5Y7/3; 2,5Y5/3) silty heavy loam; 55% skeleton particles; roots ++

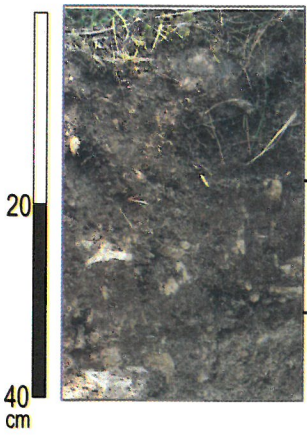
Type/subtype soil according to PTG [1989]: Proper Rendzina
FAO/UNESCO [1997]: Rendzic Leptosols
WRB [1998, 2003]: Rendzic Leptosols

Profile No. 11

Site: Bochotnica near Kazimierz Dolny
Geographical coordinates: 51°20′26,6″ N, 22°59′50,7″ E
Położenie: upper part of erosive gully, steep slope - 30°, exposure S
Wzniesienie n.p.m.: 156 m
Parent rock: calcareous gaizes – Lower Paleocene epoch (Danian) – Siwak facies

Plant community:
Stenothermal shrub with dominant *Berberis vulgaris.*
In shrub layer also there were: *Cornus sanguinea, Cerasus fruticosa, Prunus spinosa, Rosa canina, Crataegus monogyna, Frangula alnus* and *Pinus silvestris*;
In herb layer dominate *Inula ensifolia* and *Brachypodium pinnatum*
(Appendix – Tab. II, rec. 11)

Profile description:



Aca	0-19 cm	Dark grayish yellow (2,5Y5/2; 2,5Y 3/2) silty heavy loam; 11% skeleton particles; strong aggregate structure; roots ++++; clear smooth boundary;
ACca	19-30 cm	grayish yellow (2,5Y6/2; 2,5Y4/3) silty heavy loam; 43% skeleton particles; strong aggregate structure; roots, roots +++, gradual irregular boundary
Cca	30-(45)cm	grayish yellow (2,5Y7/2; 2,5Y6/4) silty heavy loam; 44% skeleton particles; (soft calcareous debris); roots ++

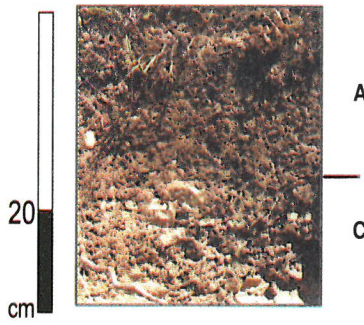
Type/subtype soil according to PTG [1989]: Proper Rendzina
FAO/UNESCO [1997]: Rendzic Leptosols
WRB [1998, 2003]: Rendzic-Humic Leptosols

Profile No. 12

Site: Podzamcze Natura Reserve near Bychawa
Geographical coordinates: 51°01′25,8″ N, 22°31′50,1″ E
Położenie: middle part of slope, steep slope - 20°, exposure S
Heigh a.s.l.: 215 m
Parent rock: siliceous chalk – Upper Cretaceous period (Maastrichtian)

Plant community:
Inuletum ensifoliae association - pioneer sward.
The cover of herb layer approximated 80%; distinct domination of *Inula ensifolia* (Appendix – Tab. III, rec. 12).

Profile description:



ACca	0-17 cm	grayish yellow brown (10YR6/2; 10YR4/2) silty clay; 30% skeleton particles; strong aggregate structure; roots ++++; clear wavy boundary
Cca	17-(50)cm	light gray (10YR8/2; 10YR6/3) silty clay; 78% skeleton particles; roots +

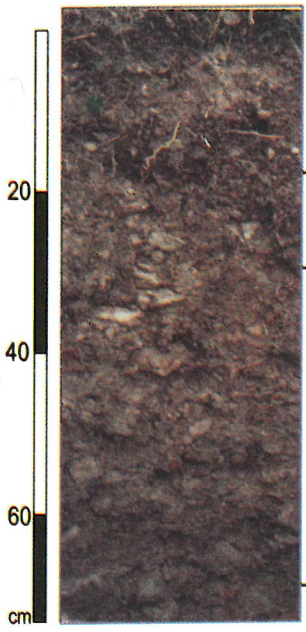
Type/subtype soil according to PTG [1989]: Proper Rendzina
FAO/UNESCO [1997]: Rendzic Leptosols
WRB [1998, 2003]: Rendzic Leptosols

Profile No. 14

Site: Podzamcze Natura Reserve near Bychawa
Geographical coordinates: 51°01´25,2˝ N, 22°31´58,8˝ E
Location: middle part of convex slope, inclination - 16°, exposure SSW
Heigh a.s.l.: 216 m
Parent rock: siliceous chalk – Upper Cretaceous period (Maastrichtian)

Plant community:
Brachypodio-Teucrietum association; predominance of grasses, lack of shrub (Appendix – Tab. III, rec. 14).

Profile description:



Aca	0-18 cm	grayish yellow brown (10YR6/2, 10YR4/2) silty clay; 25% skeleton particles; strong aggregate structure; roots ++++; clear wavy boundary
ACca	18-28 cm	dull yellow orange (10YR7/2; 10YR5/2,5) silty clay; 30% skeleton particles; strong aggregate structure; roots +++; gradual boundary; vertical streak of humus
Cca	28-76 cm	light gray (10YR 8/2; 10YR 6/3) silty clay; 70% skeleton particles and structureless weathered rock; roots ++, sharp boundary; vertical trace of roots and humus
Rca	76-(84)cm	Siliceous chalk with rusty smudge

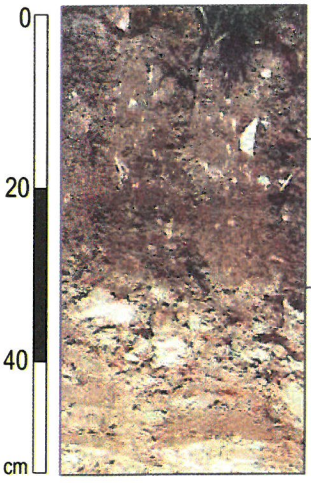
Type/subtype soil according to PTG [1989]: Proper Rendzina
FAO/UNESCO [1997]: Rendzic Leptosols
WRB [1998, 2003]: Rendzic Leptosols

Profile No. 17

Site: Kąty near Zamość
Geographical coordinates: 50°40'22,4" N, 23°07'24,0" E
Położenie: upper part of slope, inclination - 15°, exposure SW, It is about 6 m below cultivated flat-topped mountain
Heigh a.s.l.: 283 m
Parent rock: marl – Upper Cretaceous period (Maastrichtian)

Plant community:
Fallow communities, lack of dominant, initial stage of xerothermal sward. The cover of plants approximated 80%; absence of *Inula ensifolia*, a few-years' shrubs *Prunus spinosa* and *Juniperus communis* – succession in direction of shrub community (Appendix – Tab. IV, rec. 18).

Profile description:



A1ca (p)	0-16 cm	dark grayish yellow (2,5Y5/2; 2,5Y3/2) silty clay; 7% skeleton particles; strong medium aggregate structure; roots ++++; diffuse boundary; many shells
A2ca	16-30cm	grayish yellow (2,5Y6/2; 2,5Y4/2) silty clay; 11% skeleton particles; strong aggregate structure; roots ++; clear wavy boundary
Cca	30-(40)cm	light gray (2,5Y7,5/1; 2,5Y7/3) silty clay; 70% skeleton particles (clayey weathered marl with small pieces of siliceous chalk); roots +

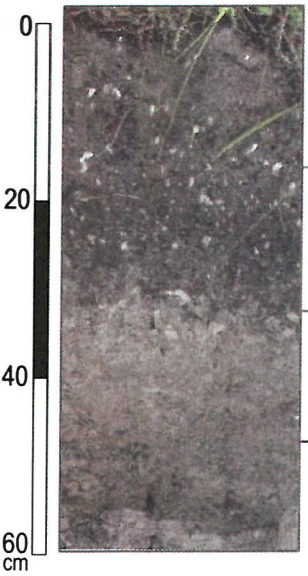
Type/subtype soil according to PTG [1989]: Proper Rendzina
FAO/UNESCO [1997]: Rendzic Leptosols
WRB [1998, 2003]: Rendzic Leptosols

Profile No. 21

Site: Kąty near Zamość
Geographical coordinates: 50°40'37,6" N, 23°07'31,1" E
Położenie: middle part of slope, inclination - 15°, exposure NW.
Investigation was carried about 20 m below cultivated flat-topped mountain,
Heigh a.s.l.: 272 m
Parent rock: marl and siliceous chalk – Upper Cretaceous period (Maastrichtian)

Plant community:
This phytocenoses was difficult to define with regard to syntaxonomic classification;
It derived from *Inuletum ensifoliae* association through increased amount and share of species with *Molinio-Arrenatheretea* Class;
Dominant species – *Festuca rubra*,
sparse tussock of *Brachypodium pinnatum.*
Phytocenoses defined as intermediate community between *Inuletum ensifoliae* Ass. and *Brachypodio-Teucrietum* Ass.
(Appendix – Tab. IV, rec. 21).

Profile description:



A1ca	0-15 cm	yellowish gray (2,5Y6/1,5; 2,5Y3,5/2) silty clay; 5% skeleton particles; strong aggregate structure; roots ++++; clear smooth boundary; very dry
A2ca	15-31 cm	yellowish gray (2,5Y6/1; 2,5Y4/2) silty clay; 8% skeleton particles; strong aggregate structure; roots +++; clear wavy boundary; shells, belemnits
Cca	31-48 cm	ligh gray compact clayey weathered marl; rusty smudge and fine streak of humus
Rca	48-(60) cm	ligh gray lamellar cracky siliceous chalk

Type/subtype soil according to PTG [1989]: Chernozemic Rendzina
FAO/UNESCO [1997]: Rendzic Leptosols
WRB [1998, 2003]: Rendzic Leptosols

Profile No. 23

Site: Kąty near Zamość
Geographical coordinates: 50°40'33,8" N, 23°07'24,9" E
Położenie: upper part of slope, inclination - 10°, exposure NW; convex slope, about 10 m below cultivated flat-topped mountain; below – erosive gully overgrown by shrubs and trees (i.a. about 25-years-old *Pinus silvestris*)
Heigh a.s.l.: 283 m
Parent rock: siliceous chalk – Upper Cretaceous period (Maastrichtian)

Plant community:
Stenothermal shrub - *Prunetum fruticosae* Ass. The cover of shrub layer approximated 50%; there were also: *Rosa canina, Prunus spinosa; Viburnum opulus, Cornus sanguinea,* in herb layer dominated: *Inula ensifolia* and *Brachypodium pinnatum* (Appendix – Tab. IV, rec. 23).

Profile description:

A1ca	0-12 cm	dark grayish yellow (2,5Y4,5/2; 2,5Y3/1) silty heavy loam; strong aggregate structure; skeleton particles 16%; roots ++++; clear smooth boundary
A2ca	12-28 cm	yellowish gray (2,5Y5/1; 2,5Y3/2) silty heavy loam; 40% skeleton particles; strong aggregate structure; roots ++; sharp boundary
Rca	28-(40)cm	ligh gray large fragments of lamellar cracky siliceous chalk with little share fine particles; trace of roots in fissures

Type/subtype soil according to PTG [1989]: Proper Rendzina
FAO/UNESCO [1997]: Rendzic Leptosols
WRB [1998, 2003]: Rendzic Leptosols

Tabela I. Skład florystyczny zbiorowisk wyróżnionych na stanowisku badawczym Stawska Góra
Table I. Floristic composition of plant communities investigated from Stawska Góra site

Zbiorowisko / Plant community Gatunki / Species	zbiorowisko odłogowe fallow community with *Arrhenatherum elatius*	zbiorowisko odłogowe fallow community with *Picris hieracioides*	Ass. *Brachypodio-Teucrietum* with *Carlina onopordifolia*	Ass. *Brachypodio-Teucrietum* facja z zaroślami - stage with shrub	Ass. *Inuletum ensifoliae*	Ass. *Prunetum fruticosae*	Com. *Cornus sanguinea*
Nr terenowy zdjęcia - Number of record	2	3	4	5	6	7	8
Nr odkrywki glebowej - Number of soil pits	2	3	4	5	6	7	8
Data - Data	27.05.2004						
Ekspozycja - Exposure	SW	SW	WNW	SW	S	SW	S
Nachylenie zbocza - Inclination of slope	5°	20°	15°	2°	5°	7°	2°
Powierzchnia zdjęcia - Area of sample plot (m^2)	16	40	100	25	1	25	100
Pokrycie warstwy drzew *a* - Cover of trees layer *a* (%)	-	-	-	-	-	-	+
Pokrycie warstwy krzewów *b* - Cover of shrub layer *b* (%)	-	+	+	10	+	60	60
Pokrycie warstwy zielnej *c* - Cover of herb layer *c* (%)	100	80	100	100	90	40	20
Liczba gatunków - Number of species	29	35	37	38	18	35	28
A	B	C	D	E	F	G	H
I. Ass. *Inuletum ensifoliae*							
Aster amellus	.	+	+	2	+	+	+
Carlina onopordifolia	.	.	1	+	.	+	.
Inula ensifolia	.	.	.	.	3	.	.
II. Ass. *Brachypodio-Teucrietum*							
Melampyrum arvense	+	+	+	+	+	+	+
Brachypodium pinnatum	.	1	3	3	1	2	1
Teucrium chamaedrys	.	+	+	1	+	+	+
Campanula sibirica	.	+	1	+	.	+	+
III. Cl. *Festuco-Brometea*							
Euphorbia cyparissias	+	1	+	+	.	.	+
Salvia verticillata	+	.	+	.	.	+	.
Asperula tinctoria	.	+	1	+	.	+	.
Carlina vulgaris	.	+	+	+	.	+	.
Anthyllis vulneraria	.	+	+	+	.	.	.
Ranunculus bulbosus	.	+	.	+	1	.	+
Dianthus carthusianorum	.	+	.	+	+	.	.
Potentilla arenaria	.	+	.	.	+	.	.
Hieracium bauhinii	.	1	.	.	.	+	.
Scabiosa ochroleuca	.	.	+	+	.	+	.
Valeriana angustifolia	.	.	+	+	.	+	.
Thesium linophyllum	.	.	+	+	.	.	.
Centaurea scabiosa	.	.	+	+	.	.	.
IV. Ass. *Prunetum fruticosae*							
Cerasus frutiosa b	.	.	.	+	+	3	+
V. Ass. *Rhamno-Cornetum sanguinei*							
Rhamnus cathartica b	.	.	.	+	.	.	+
Cornus sanguinea b	.	.	.	.	+	+	3
VI Cl. *Rhamno-Prunetea*							
Prunus spinosa b	.	.	+	+	.	.	.
Rosa canina b	.	.	+	+	.	+	+
Viburnum opulus b	.	.	.	+	.	+	1

Tabela I. cd.
Table I. Cont.

A	B	C	D	E	F	G	H
VII. Cl. *Trifolio-Geranietea sanguinei*							
Anemone sylvestris	+	2	2	+	.	1	+
Galium mollugo	+	+	+	+	.	+	+
Origanum vulgare	+	+	+	+	+	+	.
Agrimonia eupatoria	1	+	+	.	+	+	.
Galium verum	+	+	+	.	.	+	+
Coronilla varia	.	.	+	.	.	.	+
Medicago falcata	.	.	.	+	.	+	.
VIII. Cl. *Molinio-Arrhenatheretea*							
Achillea millefolium	+	+	+	+	+	.	.
Daucus carota	+	+	+	.	.	.	.
Leucanthemum vulgare	+	+	+	.	.	.	.
Arrhenatherum elatius	3	1	.	.	.	.	.
Taraxacum officinale	+	.	.	.	.	+	.
Prunella vulgaris	.	.	+	+	.	.	.
Linum catharticum	.	.	1	+	.	+	+
Knautia arvensis	.	.	.	+	.	.	+
IX. Towarzyszące - Other accompanying							
Picris hieracioides	2	3	.	.	.	.	.
Convolvulus arvensis	+	+	.	.	.	.	.
Mentha arvensis	+	+	.	.	.	.	.
Cerinte minor	+	+	+	.	.	.	.
Sanguisorba minor	+	+	.	.	+	.	.
Fragaria vesca	+	.	+	.	+	+	+
Ranunculus acris	+	.	+	.	.	.	.
Fumaria vaillantii	+	.	.	.	+	.	.
Juniperus comunis b	.	+	+	+	.	+	.
Polygala comosa	.	+	+	.	.	+	.
Polygala vulgaris	.	+	+	.	.	+	+
Chamaecytisus ratisboniensis	.	+	.	+	.	+	+
Salvia pratensis	.	.	+	+	.	.	.
Cruciata glabra	.	.	.	+	+	+	+
Primula veris	.	.	.	+	.	1	+
Trifolium montanum	.	.	.	+	.	+	.
Frangula alnus b	.	.	.	.	.	+	1

Gatunki sporadyczne (Sporadic species) – II: *Adonis vernalis* +/6; III: *Ajuga genevensis* +/2, *Senecio jacobea* +/3, *Achillea pannonica* +/5, *Campanula glomerata* +/5; VII: *Campanula rapunculoides* 1/2, *Anthericum ramosum* +/5, *Trifolium alpestre* +/7, *Trifolium rubens* +/8; VIII: *Lotus corniculatus* +/3, *Leontodon autumnalis*, +/4 *Leontodon hispidus* +/4; IX: *Cichorium intybus* +/2, *Cirsium arvense* +/2, *Elymus repens* +/2, *Glechoma hederacea* +/2, *Sonchus arvensis* 1/2, *Veronica polita* +/2, *Eryngium planum* +/3, *Hypericum perforatum* +/3, *Carex nigra* 2/7, *Frangula alnus c* 1/8, *Pimpinella saxifraga* +/8, *Pinus sylvestris a* +/8, *Vicia villosa* +/8.

Tabela II. Skład florystyczny zbiorowisk wyróżnionych na stanowisku badawczym Bochotnica
Table II. Floristic composition of plant communities investigated from Bochotnica site

Zbiorowisko / Plant community — Gatunki / Species	Ass. *Inuletum ensifoliae*	Ass. *Brachypodio-Teucrietum*	Com. *Berberis vulgaris*
Nr terenowy zdjęcia – Number of record	9	10	11
Nr odkrywki glebowej – Number of soil pits	9	10	11
Data – Data		23.08.04	
Ekspozycja – Exposure	SSW	SSW	S
Nachylenie zbocza – Inclination of slope	30°	18°	30°
Powierzchnia zdjęcia – Area of sample plot (m^2)	100	100	30
Pokrycie warstwy krzewów *b* – Cover of shrub layer *b* (%)	10	10	80
Pokrycie warstwy zielnej *c* – Cover of herb layer *c* (%)	90	100	20
Liczba gatunków – Number of species	38	33	36
A	B	C	D
I. Ass. *Inuletum ensifoliae*			
Inula ensifolia	4	2	2
Aster amellus	1	+	1
II. Ass. *Brachypodio-Teucrietum*			
Brachypodium pinnatum	1	3	1
Teucrium chamaedrys	2	1	+
III. Cl. *Festuco-Brometea*			
Scabiosa ochroleuca	+	+	+
Achillea pannonica	+	+	+
Euphorbia cyparissias	+	+	+
Carex humilis	+	+	+
Carlina vulgaris	+	+	+
Centaurea scabiosa	+	+	.
Centaurea pannonica	.	+	+
Prunella grandiflora	.	+	+
IV. Com. *Berberis vulgaris*			
Berberis vulgaris b	1	1	3
V. Cl. *Rhamno-Prunetea*			
Cornus sanguinea b	+	.	1
Prunus spinosa b	+	.	1
Rosa canina b		+	.
Rhamnus cathartica b	+	.	+
Crataegus monogyna b	.	+	+
Cerasus fruticosa b	.	+	1
VI. Cl. *Trifolio-Geranietea sanguinei*			
Medicago falcata	+	+	+
Origanum vulgare	+	+	+
Galium mollugo	+	.	+
Anemone sylvestris	.	+	+
Agrimonia eupatoria	.	+	+
Viola hirta	.	+	+

Tabela II. cd.
Table II. Cont.

A	B	C	D
VII. Cl. *Molinio-Arrhenatheretea*			
Leucanthemum vulgare	+	1	+
VIII. Towarzyszące – Other accompanying			
Pinus sylvestris c	+	+	+
Erigeron acris	+	+	+
Briza media	+	+	+
Pimpinella saxifraga	+	+	.
Juniperus communis b	+	+	.
Pinus sylvestris b	.	+	+
Thymus pulegioides	+	.	+
Frangula alnus c	.	+	+
Gatunki sporadyczne (Sporadic species) – II: *Melampyrum arvense* +/9, *Campanula sibirica* +/10; III: *Carex michelii* +/9, *Carex precox* +/9, *Asperula tinctoria* +/9, *Centaurea stoebe* +/9, *Anthylis vulneraria* +/9, *Salvia verticilata* +/9, *Potentilla arenaria* +/10, *Stachys recta* +/10, *Ononis spinosa* +/11; VI: *Geranium sanguineum* +/9, *Galium verum* +/9, *Verbascum lichnitis* +/9, *Coronilla varia* +/11, *Fragaria viridis* +/11; VII: *Linum catharticum* +/9, *Poa pratensis* +/9, *Daucus carota* +/10, *Achillea millefolium* +/10, *Leontodon hispidus* +/10, *Leontodon autumnalis* +/11; VIII: *Cruciata glabra* +/9, *Solidago virgaurea* +/10, *Eryngium planum* +/11, *Lembotropis nigricans b* +/11.			

Tabela III. Skład florystyczny zbiorowisk wyróżnionych na stanowisku badawczym Podzamcze
Table III. Floristic composition of plant communities investigated from Podzamcze site

Zbiorowisko / Plant community — Gatunek / Species	Ass. *Inuletum ensifoliae*	Ass. *Brachypodio-Teucrietum*	Com. *Prunus spinosa*
Nr terenowy zdjęcia – Number of record	12	14	15
Nr odkrywki glebowej – Number of soil pits	12, 13	14	15
Data – Data	19.05.2004		
Ekspozycja – Exposure	S	SSW	SSW
Nachylenie zbocza – Inclination of slope	20°	16°	20°
Powierzchnia zdjęcia – Area of sample plot (m^2)	225	100	100
Pokrycie warstwy drzew *a* – Cover of trees layer *a* (%)	–	–	+
Pokrycie warstwy krzewów *b* – Cover of shrub layer *b* (%)	10	+	80
Pokrycie warstwy zielnej *c* – Cover of herb layer *c* (%)	90	90	20
Liczba gatunków – Number of species	49	37	36
A	B	C	D
I. Ass. *Inuletum ensifoliae*			
Inula ensifolia	4	2	1
Aster amellus	+	+	+
II. Ass. *Brachypodio–Teucrietum*			
Brachypodium pinnatum	+	3	1
Teucrium chamaedrys	+	1	+
Campanula sibirica		+	+
III. Cl. *Festuco-Brometea*			
Carex michelii	+	1	+
Salvia verticillata	+	+	+
Centaurea scabiosa	+	+	+
Asperula tinctoria	+	+	.
Cirsium pannonicum	1	+	.
Potentilla arenaria	+	+	.
Thesium linophyllon	+	+	.
Scabiosa ochroleuca	+	+	.
Plantago media	+	+	.
Euphorbia cyparissias	+	+	.
Stachys recta	+	.	+
IV. Com. *Prunus spinosa*			
Prunus spinosa b	+	.	4
V. Cl. *Rhamno-Prunetea*			
Rosa canina b	+	.	+
Cornus sanguinea b	+	.	+
Cerasus fruticosa b	.	+	+
VI. Cl. *Trifolio-Geranietea sanguinei*			
Peucedanum cervaria	1	1	+
Geranium sanguineum	1	+	+
Anemone sylvestris	+	+	+
Coronilla varia	+	+	+
Anthericum ramosum	+	1	.
Galium mollugo	+	+	.
Clinopodium vulgare	+	.	+

Tabela III. cd.
Table III. Cont.

A	B	C	D
Galium verum	+	.	+
Agrimonia eupatoria	+	.	+
Medicago falcata	+	.	+
Origanum vulgare	+	.	+
VII. Cl. *Molinio-Arrhenatheretea*			
Lotus corniculatus	+	+	+
Linum catharticum	+	+	.
Leucanthemum vulgare	+	+	.
Leontodon autumnalis	+	+	.
Festuca rubra	+	.	+
Dactylis glomerata	.	+	+
VIII. Towarzyszące – Other accompanying			
Polygala vulgaris	+	+	.
Salvia pratensis	+	+	.
Hypericum perforatum	+	.	+
Elymus repens	.	+	+
Acer pseudoplatanus b	.	+	+

Gatunki sporadyczne (Sporadic species) – II: *Melampyrum arvense* +/12; III: *Carlina vulgaris* +/12, *Centaurea stoebe* +/12, *Acinos arvensis* +/12, *Anthyllis vulneraria* +/12, *Carex precox* +/14, *Elymus hispidus* +/14, *Hieracium bauhinii* +/14, *Bromus inermis* +/14, *Achillea pannonica* +/14, *Koeleria macrantha* +/14, *Campanula glomerata* +/15; V: *Berberis vulgaris b* +/12, *Euonymus europaea b* +/12, *Rhamnus cathartica b* +/12; VI: *Trifolium medium* +/15, *Fragaria viridis* +/15, *Campanula rapunculoides* +/15; VII: *Festuca pratensis* +/12, *Achillea millefolium* +/12, *Vicia cracca* +/15, *Poa pratensis* +/15; VIII: *Verbascum nigrum* +/12, *Chamaecytisus ratisbonensis* +/12, *Fraxinus excelsior a* +/15, *Quercus robur a* +/15, *Pimpinella saxifraga* +/15.

Tabela IV. Skład florystyczny zbiorowisk wyróżnionych na stanowisku badawczym Katy
Table IV. Floristic composition of plant communities investigated from Kąty site

Zbiorowisko / Plant community Gatunek / Species	zbiorowisko odłogowe fallow community	Ass. *Inuletum ensifoliae* facja młoda – early stage	Ass. *Inuletum ensifoliae*	zbiorowisko pośrednie intermediate community *In/B-T*	Ass. *Brachypodio-Teucrietum*	Ass. *Prunetum fruticosae*
Nr terenowy zdjęcia – Number of record	18	19	20	21	22	23
Nr odkrywki glebowej – Number of soil pits	17, 18	19	20	21	22	23
Data – Data			03.08.2003			
Ekspozycja – Exposure	SW	W	NW	NW	NW	NW
Nachylenie zbocza – Inclination of slope	15°	15°	17°	15°	17°	10°
Powierzchnia zdjęcia – Area of sample plot (m^2)	225	225	225	225	225	100
Pokrycie warstwy drzew *a* – Cover of trees layer *a* (%)	–	–	–	–	+	+
Pokrycie warstwy krzewów *b* – Cover of shrub layer *b* (%)	–	10	10	+	10	50
Pokrycie warstwy zielnej *c* – Cover of herb layer *c* (%)	80	80	90	90	90	50
Liczba gatunków – Number of species	33	46	41	58	42	47
A	B	C	D	E	F	G
I. Ass. *Inuletum ensifoliae*						
Inula ensifolia	+	4	4	1	2	2
Aster amellus	1	2	1	+	1	+
Linum flavum	.	+	1	1	+	+
II. Ass. *Brachypodio-Teucrietum*						
Melampyrum arvense	2	1	2	1	1	+
Brachypodium pinnatum	1	+	+	+	2	1
Campanula sibirica	+	.	.	+	.	.
Teucrium chamaedrys	.	+	.	1	1	1
III. Cl. *Festuco-Brometea*						
Salvia verticillata	2	+	+	1	1	+
Centaurea scabiosa	+	+	+	+	+	+
Euphorbia cyparissias	2	+	+	1	.	+
Anthyllis vulneraria	2	+	+	+	.	.
Scabiosa ochroleuca	1	+	.	+	.	+
Anthemis tinctoria	+	.	.	+	.	.
Centaurea stoebe	+	.	.	.	+	.
Plantago media	.	+	+	+	+	+
Carex michelii	.	+	+	+	+	+
Thesium linophyllon	.	1	1	.	1	+
Carlina vulgaris	.	+	+	+	+	.
Campanula glomerata	.	.	+	+	+	.
Prunella grandiflora	.	.	+	.	+	.
IV. Ass. *Prunetum fruticosae*						
Cerasus fruticosa b	.	.	.	.	+	2
V. Cl. *Rhamno-Prunetea*						
Rosa canina b	.	+	.	+	.	+
Prunus spinosa b	.	+	.	.	+	1
Cornus sanguinea b	.	+	.	.	.	+
VI. Cl. *Trifolio-Geranietea sanguinei*						
Anemone sylvestris	1	1	+	1	2	1
Origanum vulgare	1	1	1	+	1	1

Tabela IV. cd.
Table IV. Cont

A	B	C	D	E	F	G
Galium mollugo	+	.	+	+	1	+
Agrimonia eupatoria	+	+	.	+	.	+
Clinopodium vulgare	+	.	.	+	.	.
Galium verum	.	+	+	+	+	+
Medicago falcata	.	+	+	+	+	+
Campanula rapunculoides	.	+	.	.	+	.
Peucedanum cervaria	.	.	1	+	+	1
Trifolium rubens	.	.	+	.	.	+
VII. Cl. *Molinio-Arrhenatheretea*						
Achillea millefolium	1	+	+	+	+	+
Leontodon hispidus	+	2	+	+	.	.
Tragopogon pratensis	+	+	.	+	+	.
Festuca rubra	2	.	1	2	.	1
Daucus carota	+	.	.	+	.	.
Leucanthemum vulgare	.	1	+	1	.	+
Crepis biennis	.	+	.	+	.	.
Trifolium pratense	.	+	.	+	.	.
Knautia arvensis	.	+	.	.	+	.
Vicia cracca	.	+	.	.	.	+
Dactylis glomerata	.	.	.	+	+	+
Arrhenatherum elatius	.	.	.	+	.	+
VIII. Towarzyszące – Other accompanying						
Peucedanum alsaticum	1	+	+	.	1	+
Cichorium intybus	+	+	.	+	.	.
Melilotus officinalis	+	+	.	+	.	.
Elymus repens	+	.	+	.	.	.
Eryngium planum	+	.	.	+	+	+
Artemisia vulgaris	+	.	.	.	.	+
Pimpinella saxifraga	.	+	+	+	+	+
Pinus sylvestris b	.	+	+	+	.	+
Pinus sylvestris c	.	+	+	.	+	.
Briza media	.	+	+	.	+	.
Juniperus comunis b	.	+	+	.	.	.
Chamaecytisus ruthenicus b	.	+	+	.	.	.
Carex flacca	.	1	.	+	.	+
Hypericum perforatum	.	+	.	+	.	+
Carex montana	.	+	.	.	+	.
Gymnadenia conopsea	.	.	+	+	+	.
Lembotropis nigricans b	.	.	+	.	1	.
Viola collina	.	.	+	.	.	+
Trifolium montanum	.	.	+	.	+	.
Chamaecytisus ratisbonensis b	.	.	.	+	.	+
Frangula alnus b	.	.	.	.	+	+
Pinus sylvestris a	.	.	.	.	+	+

Gatunki sporadyczne (Sporadic species) – II: *Adonis vernalis* +/23; III: *Elymus hispidus* +/19, *Filipendula vulgaris* +/20, *Ranunculus bulbosus* +/21, *Achillea pannonica* +/22, *Allium oleraceum* +/22; V: *Crataegus monogyna b* +/21; VI: *Fragaria viridis* +/23, *Trifolium alpestre* +/23; VII: *Poa pratensis* +/18, *Euphrasia rostkoviana* +/19, *Linum catharticum* +/19, *Campanula patula* +/21, *Carex hirta* +/21, *Leontodon autumnalis* +/21, *Lotus corniculatus* +/21, *Phleum pratense* +/21, *Prunella vulgaris* +/22, *Geranium pratense* +/23; VIII: *Crepis tinctorum* +/18, *Echium vulgare* +/18, *Falcaria vulgaris* +/18, *Picris hieracioides* 1/18, *Cypripedium calceolus* +/20, *Festuca ovina* +/20, *Hieracium umbellatum* +/20, *Gentiana cruciata* +/21, *Medicago lupulina* +/21, *Orchis militaris* +/21, *Orobanche caryophyllacea* +/21, *Salvia pratensis* +/21, *Senecio jacobaea* +/21, *Silene vulgaris* +/21, *Cirsium arvense* +/22, *Cruciata glabra* +/23, *Veronica chamaedrys* +/23.

Tabela V. Skład florystyczny wyróżnionych typów zbiorowisk kserotermicznych
Table V. Floristic composition of types of plant communities investigated

Zbiorowiska* Communities	Odłogi - Fallow communities			Zbiorowiska murawowe - Sward communities											Zbiorowiska zaroślowe Shrub communities				
	odł	odł (In)	odł (B-T)	*Inuletum ensifoliae*					In/B-T	*Brachypodio-Teucrietum*					z(In)		z(B-T)		
1	2			3					4	5					6		7		
Nr kolejny zdjęcia w tabeli - Succesive number of record	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	18	19	16	17
Nr terenowy zdjęcia - Number of record	2	18	3	19	20	12	9	6	21	22	10	14	4	5	23	11	15	7	8
Nr odkrywki glebowej - Number of soil pits	2	17,18	3	19	20	12,13	9	6	21	22	10	14	4	5	23	11	15	7	8
Stanowisko - Site **	A	D	A	D	D	C	B	A	D	D	B	C	A	A	D	B	C	A	A
Data - Date	27.05.04	03.08.03	27.05.04	03.08.03	03.08.03	19.05.04	23.08.04	27.05.04	03.08.03	03.08.03	23.08.04	19.05.04	27.05.04	27.05.04	03.08.03	23.08.04	19.05.04	27.05.04	27.05.04
Ekspozycja – Exposure	SW	SW	SW	W	NW	S	SW	S	NW	NW	S	S	WNW	SW	NW	S	SSW	SW	S
Nachylenie zbocza - Inclination of slope	5°	12°	20°	15°	20°	20°	30°	5°	15°	17°	18°	16°	15°	2°	10°	30°	20°	7°	2°
Powierzchnia zdjęcia - Area of sample plot (m^2)	16	225	40	220	225	225	100	1	225	225	100	100	100	25	100	30	100	25	100
Pokrycie warstwy drzew *a* - Cover of trees layer *a* (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	+	-	+
Pokrycie warstwy krzewów *b* - Cover of shrub layer *b* (%)	-	-	+	10	10	10	10	+	+	10	10	+	+	10	50	80	80	60	60
Pokrycie warstwy zielnej *c* - Cover of herb layer *c* (%)	100	80	80	80	90	90	90	90	90	90	90	90	100	90	50	20	20	40	20
Liczba gatunków w zdjęciu - Number of species in record	29	33	35	46	41	49	38	18	58	42	33	37	37	38	47	36	36	35	28
I. Ass. *Inuletum ensifoliae*																			
Aster amellus	.	1	+	2	1	+	1	+	+	1	+	+	+	2	+	1	+	+	+
Inula ensifolia	.	+	.	4	4	4	4	3	1	2	2	2	.	.	2	2	1	.	.
Linum flavum	.	.	.	+	1	.	.	.	+	+	.	.	.	.	+	.	.	.	.
Carlina onopordifolia	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	+	.	.	.	+	.
II. Ass. *Brachypodio-Teucrietum*																			
Melampyrum arvense	+	2	+	1	2	+	+	+	1	1	.	.	+	+	+	.	.	+	+
Brachypodium pinnatum	.	1	1	+	+	+	1	1	+	2	3	3	3	3	1	1	1	2	1
Teucrium chamaedrys	.	.	+	+	.	+	2	+	1	1	+	1	+	1	1	+	+	+	+
Campanula sibirica	.	+	+	.	.	.	.	.	+	.	+	+	1	+	.	.	+	+	+
Adonis vernalis	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.

Tabela V. Cd.
Table V. Cont.

1	2			3					4	5					6		7		
III. Cl. *Festuco-Brometea*																			
Euphorbia cyparissias	+	2	1	+	+	+	+	.	1	.	+	+	+	+	+	+	.	.	+
Salvia verticillata	+	2	.	+	+	+	+	.	1	1	.	+	+	.	+	.	+	+	.
Anthyllis vulneraria	.	2	+	+	+	+	+	.	+	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.
Scabiosa ochroleuca	.	1	.	+	.	+	+	.	+	.	+	+	+	+	+	+	.	+	.
Centaurea scabiosa	.	+	.	+	+	+	+	.	+	+	+	+	+	+	+	.	+	.	.
Centaurea stoebe	.	+	.	.	.	+	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Anthemis tinctoria	.	+	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Carlina vulgaris	.	.	+	+	+	+	+	.	+	+	+	.	+	+	.	+	.	+	.
Asperula tinctoria	.	.	+	.	.	+	.	.	.	.	.	+	1	+	.	.	.	+	.
Potentilla arenaria	.	.	+	.	.	+	.	+	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	.
Hieracium bauhini	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	+	.
Dianthus carthusianorum	.	.	+	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.
Ranunculus bulbosus	.	.	+	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	+	.	.	.	.	+
Thesium linophyllon	.	.	.	1	1	+	.	.	.	1	.	+	+	+	+	.	.	.	.
Carex michelii	.	.	.	+	+	+	+	.	+	+	.	1	.	.	+	.	+	.	.
Plantago media	.	.	.	+	+	+	.	.	+	+	.	+	.	.	+	.	.	.	.
Elymus hispidus	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
Campanula glomerata	.	.	.	.	+	.	.	.	+	+	.	.	.	+	.	.	+	.	.
Prunella grandiflora	.	.	.	.	+	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	+	.	.	.
Stachys recta	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	+	.	.
Cirsium pannonicum	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
Achillea pannonica	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	+	+	.	+	.	+	.	.	.
Carex humilis	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+	.	.	.	.	+	.	.	.
Carex precox	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.
Centaurea pannonica	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	+	.	.	.
Valeriana angustifolia	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	+	.
IV. Ass. *Prunetum fruticosae*																			
Cerasus frutiosa b	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	+	+	.	+	2	1	+	3	+
V. Ass. *Rhamno-Cornetum sanguinei*																			
Cornus sanguinea b	.	.	.	+	.	+	+	+	.	.	.	.	.	.	+	1	+	+	3
Rhamnus cathartica b	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.	.	.	+	.	+	.	.	+
VI. Com. with *Berberis vulgaris*																			
Berberis vulgaris b	.	.	.	.	.	+	1	.	.	.	1	.	.	.	.	3	.	.	.
VII. Com. with *Prunus spinosa*																			
Prunus spinosa b	.	.	.	+	.	+	+	.	.	+	.	.	+	+	1	1	4	.	.
VIII. Cl. *Rhamno-Prunetea*																			
Rosa canina b	.	.	.	+	.	+	+	.	+	.	.	.	+	+	+	+	+	+	+
Crataegus monogyna b	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	+	.	.	.	.	+	.	.	.

Tabela V. Cd.
Table V. Cont.

1	2			3					4	5						6		7		
Viburnum opulus b	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+		.	.	.	+	1
IX. Cl. *Trifolio-Geranietea sanguinei*																				
Anemone sylvestris	+	1	2	1	+	+	.	.	1	2	+	+	2	+		1	+	+	1	+
Origanum vulgare	+	1	+	1	1	+	+	+	+	1	+	.	+	+		1	+	+	+	.
Galium mollugo	+	+	+	.	+	+	+	.	+	1	.	+	+	+		+	+	.	+	+
Agrimonia eupatoria	1	+	+	+	.	+	.	+	+	.	+	.	+	.		+	+	+	+	.
Galium verum	+	.	+	+	+	+	+	.	+	+	.	.	+	.		+	.	+	+	+
Campanula rapunculoides	1	.	.	+	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.		.	.	+	.	.
Clinopodium vulgare	.	+	.	.	.	+	.	.		.	.	.	.	.		.	.	+	.	.
Medicago falcata	.	.	.	+	+	+	+	.	+	+	+	.	.	+		+	+	+	+	.
Peucedanum cervaria	.	.	.	.	1	1	.	.	+	+	.	1	.	.		1	.	+	.	.
Trifolium rubens	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.		+	.	.	.	+
Geranium sanguineum	.	.	.	.	.	1	+	.	.	.	.	+	.	.		.	.	+	.	.
Coronilla varia	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	+	+	.		.	+	+	.	+
Anthericum ramosum	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	1	.	+		.	.	.	.	.
Viola hirta	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.		.	+	.	.	.
Fragaria viridis	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.		+	+	+	.	.
Trifolium alpestre	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.		+	.	.	+	.
X. Cl. *Molinio-Arrhenatheretea*																				
Achillea millefolium	+	1	+	+	+	+	.	+	+	+	+	.	+	+		+	.	.	.	.
Leucanthemum vulgare	+	.	+	1	+	+	+	.	1	.	1	+	+	.		+	+	.	.	.
Arrhenatherum elatius	3	.	1	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.		+	.	.	.	.
Daucus carota	+	+	+	.	.	.	.	.	+	.	+	.	+	.		.	.	.	.	.
Taraxacum officinale	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.		.	.	.	+	.
Festuca rubra	.	2	.	.	1	+	.	.	2	.	.	.	.	.		1	.	+	.	.
Leontodon hispidus	.	+	.	2	+	.	.	.	+	.	+	.	+	.		.	.	.	.	.
Tragopogon pratensis	.	+	.	+	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.		.	.	.	.	.
Poa pratensis	.	+	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.		.	.	+	.	.
Lotus corniculatus	.	.	+	.	.	+	.	.	+	.	.	+	.	.		.	.	+	.	.
Vicia cracca	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.		+	.	+	.	.
Trifolium pratense	.	.	.	+	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.
Crepis biennis	.	.	.	+	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.
Knautia arvensis	.	.	.	+	.	.	.	.	.	+	.	.	.	+		.	.	.	.	+
Linum catharticum	.	.	.	+	.	+	+	.	.	.	.	+	1	+		.	.	.	+	+
Leontodon autumnalis	.	.	.	.	.	+	.	.	+	.	.	+	+	.		.	+	.	.	.
Dactylis glomerata	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	.	+	.	.		+	.	+	.	.
Prunella vulgaris	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+	+		.	.	.	.	.

Tabela V. Cd
Table V. Cont.

1	2			3					4	5					6		7		
XI. Towarzyszące - Other accompanying																			
Picris hieracioides	2	1	3																
Cichorium intybus	+	+		+					+										
Elymus repens	+	+			+							+					+		
Peucedanum alsaticum	+	1		+	+					1					+				
Sanguisorba minor	+		+					+											
Convolvulus arvensis	+		+																
Mentha arvensis	+		+																
Cerinthe minor	+		+										+						
Fragaria vesca	+							+					+					+	+
Fumaria vaillantii	+							+											
Cirsium arvense	+									+									
Ranunculus acris	+												+						
Artemisia vulgaris		+													+				
Melilotus officinalis		+		+					+										
Eryngium planum		+	+						+	+					+	+			
Hypericum perforatum			+	+		+			+						+		+		
Chamaecytisus ratisbonensis b			+			+			+					+	+			+	+
Polygala vulgaris			+			+						+	+					+	+
Polygala comosa			+										+						
Juniperus communis b			+	+	+		+				+		+	+				+	
Pinus sylvestris c				+	+		+			+	+					+			
Briza media				+	+		+			+	+								
Pimpinella saxifraga				+	+		+		+	+	+				+		+		+
Pinus sylvestris b				+	+				+		+				+	+		+	
Chamaecytisus ruthenicus b				+	+														
Carex montana				+						+									
Carex flacca				1					+						+				
Lembotropis nigricans b					+					1						+			
Viola collina					+										+				
Trifolium montanum					+					+				+				+	
Salvia pratensis						+			+			+	+	+			+		
Cruciata glabra							+	+						+	+			+	+
Thymus pulegioides							+									+			
Erigeron acris					+		+				+					+			
Gymnadenia conopsea									+	+									
Frangula alnus b										+					+			+	1
Pinus sylvestris a										+					+				+

Tabela V. Cd
Table V. Cont.

Frangula alnus c	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	+	.	.	1
Acer pseudoplatanus b	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	.	+	.	.
Primula veris	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	.	.	.	1	+

Gatunki sporadyczne (Sporadic species)* – III:** *Ajuga genevensis* +/2, *Acinos arvensis* +/12, *Bromus inermis* +/14, *Koeleria macrantha* +/14, *Filipendula vulgaris* +/20, *Allium oleraceum* +/22; **VIII:** *Euonymus europaus b* +/12, **IX:** *Verbascum lychnitis* +/9, *Trifolium medium* +/15; **X:** *Festuca pratensis* +/12, *Euphrasia rostkoviana* +/19, *Campanula patula* +/21, *Carex hirta* +/21, *Phleum pratense* +/21, *Geranium pratense* +/23; **XI:** *Glechoma hederacea* +/2, *Sonchus arvensis* +/2, *Veronica polita* +/2, *Senecio jacobea* +/3, *Carex nigra* 2/7, *Vicia villosa* +/8, *Solidago virgaurea* +/10, *Ononis spinosa* +/11, *Verbascum nigrum* +/12, *Fraxinus excelsior a* +/15, *Quercus robur a* +/15, *Crepis tectorum* +/18, *Echium vulgare* +/18, *Falcaria vulgaris* +/18, *Cypripedium calceolus* +/20, *Festuca ovina* +/20, *Hieracium umbellatum* +/20, *Gentiana cruciata.* +/21, *Medicago lupulina* +/21, *Orchis militaris* +/21, *Orobanche caryophyllacea* +/21, *Senecio jacobaea* +/21, *Silene vulgaris* +/21, *Veronica chamaedrys* +/23.

* Zbiorowisko: odł - odłóg z niewielką ilością gatunków kserotermicznych; odł/In - odłóg ewaluujący w kierunku zespołu *Inuletum ensifoliae*; odł/B-T - odłóg ewaluujący w kierunku zespołu *Brachypodio-Teucrietum*; In/B-T - zbiorowisko pośrednie pomiędzy *Inuletum ensifoliae* a *Brachypodio-Teucrietum*; z(In) - zarośla, w runie których dominują gatunki charakterystyczne dla zespołu *Inuletum ensifoliae*; z(B-T) - zarośla, w runie których dominują gatunki charakterystyczne dla zespołu *Brachypodio-Teucrietum.*
** Stanowiska: A - Stawska Góra, B - Bochotnica, C - Podzamcze, D – Kąty.
*** podano numery terenowe zdjęć fitosocjologicznych.

* Community: odł - fallow community; odł/In - fallow community which fluctuate to *Inuletum ensifoliae* association; odł/B-T - fallow community which fluctuate to *Brachypodio-Teucrietum* association; In/B-T - intermediate community between *Inuletum ensifoliae* and *Brachypodio-Teucrietum*; z(In) - shrub communities which form from *Inuletum ensifoliae* association; z(B-T) - shrub communities which form from *Brachypodio-Teucrietum* association.
** Sites: A - Stawska Góra, B - Bochotnica, C - Podzamcze, D - Kąty.
*** Number of phytosociological records.