

Adam Czarnecki, Zbigniew Seredyn, Adam Barcikowski
Ośrodek Badawczy Biologii Stosowanej UMK, Toruń

Zasady konserwacji i ochrony gruntów rolnych czasowo wyłączonych z produkcji*

I. Wprowadzenie

Ustawa z dnia 15 października 1991 r. (art. 23 ust.1) postanawia, że właściciele użytków rolnych, na których zaprzestano produkcji rolnej, są zobowiązani do przeciwdziałania erozji gleb, a także innym zjawiskom powodującym trwałe pogorszenie wartości użytkowej gruntów ornych. Ustawa nie precyzuje sposobu zapobiegania degradacji gleb.

Koncepcja właściwego ugorowania użytków rolnych, zgodnego zarówno z wymogami współczesnej ekologii i ochrony środowiska, jak i z nowymi trendami w rolnictwie, jest ważna nie tylko w sytuacjach szczególnych, do których można zaliczyć okresowe wyłączenie z eksploatacji rolniczej obszarów podlegających wpływowi działalności przemysłowej. Odnosi się ona do problemu coraz bardziej powszechnego, gdyż zachodzące na świecie, a zwłaszcza w Europie, przemiany społeczno-gospodarcze będą z pewnością wymuszały — również w Polsce — wyłączenie z użytkowania rolniczego określonych obszarów w większym niż dotychczas zakresie.

W Polsce, w okresie powojennym, ugorowanie ziemi nie było praktykowane na większą skalę. Dopiero postępująca integracja rolnictwa polskiego z rynkami zachodnimi powoduje, że i u nas pojawia się konieczność — podobnie jak w rolnictwie światowym od szeregu lat — wyłączania gruntów ornych z produkcji. Szacuje się [14], że w celu zatrzymania w krajach Wspólnoty Europejskiej dalszego wzrostu produkcji żywności, do roku 2000 trzeba będzie w tych krajach wyłączyć z intensywnej produkcji rolniczej nawet do 20 mln ha. Jest to rezultat między innymi braku opłacalności produkcji rolnej, szczególnie dotkliwie odczuwany przez rolników gospodarujących na gruntach słabych. Istniejące w krajach Europy Zachodniej i częściowo w naszym kraju nadwyżki produkcji rolnej stwarzają różne problemy natury ekonomicznej, np. wysokie koszty magazynowania żywności, przewagę podaży nad popytem. W takich warunkach tylko gospodarstwa na dobrych gruntach oraz rolnicy

*. Opracowanie zostało sfinansowane przez Urząd Wojewódzki w Koninie.

lepiej radzący sobie w zakresie kosztów produkcji w nowych warunkach ekonomicznych będą osiągać zyski. Inne gospodarstwa, a nawet pewne regiony, mogą nie sprostać tym wymogom i będą zmuszone czasowo odstąpić od produkcji rolnej.

Powstaje w związku z tym potrzeba opracowania odpowiedniej strategii postępowania z gruntami, które po odstąpieniu od kosztownego i pracochłonnego nakładu na produkcję będą podlegać naturalnemu procesowi sukcesji. Kierunek przebiegu sukcesji nie zawsze jest zgodny z potrzebami człowieka i jej samorzutny przebieg nie zawsze będzie gwarantował zachowanie wartości rolniczej ugorowanych gleb. W przypadku przeznaczenia gruntów na obszary nie podlegające bezpośrednio gospodarowaniu (np. strefy ochronne wokół zakładów przemysłowych, zbiorników wodnych, parków narodowych i krajobrazowych) przewiduje się [14] opracowanie rozwiązań tanich. Zakłada się powrót do naturalności. Rozwiązania takie powinny gwarantować brak konieczności większej ingerencji w przyszłości. W takich sytuacjach wskazane jest, aby wziąć pod uwagę historię terenu, jego naturalnego i kulturowego krajobrazu. Nie oznacza to jednakże odstąpienia od jakiegokolwiek ingerencji przynajmniej w początkowym okresie po odstąpieniu od zadań produkcyjnych. Naturalna sukcesja bowiem, prowadząca do powstania zbiorowisk zaroślowych i leśnych, zachodzi bez ingerencji człowieka przez wiele lat. Sukcesja taka bez ingerencji człowieka może spowodować w pierwszej fazie ukształtowanie zbiorowiska roślin z przewagą gatunków segetalnych — roślin towarzyszących uprawom, oraz synantropijnych — towarzyszących człowiekowi. Oznacza to, że w pewnych etapach sukcesji mogą dominować uciążliwe w rolnictwie popularne gatunki chwastów. Okresowo ugorowanych gruntów nie można zatem pozostawić "własnemu losowi", bez odpowiedniego sterowania procesami sukcesji ekologicznej [38].

Tak więc technologia ugorowania powinna gwarantować tworzenie pokrywy roślinnej o odpowiednim składzie gatunkowym i strukturze, a w konsekwencji zapobiegać niekorzystnym zmianom w żyzności i stopniu przydatności rolniczej gleby na skutek odstąpienia od uprawy. Technologia ta powinna uwzględniać rozwiązania dla gleb, które utraciły obecnie wartość jako użytki rolnicze i zostały przeznaczone do innego użytkowania. Biorąc pod uwagę stan pozostawionych gleb, proponowana technologia powinna uwzględnić dwa procesy: regenerację i konserwację. Pierwszy dotyczy gleb zdegradowanych, które w znacznym stopniu utraciły zdolność produkcyjną, natomiast drugi odnosi się do gleb pozostawionych w lepszej kondycji.

II. Cel opracowania

Celem niniejszego opracowania jest przedstawienie ogólnych założeń i teoretycznych podstaw technologii, zapobiegającej degradacji gruntów czasowo wyłączonych z produkcji. Podstawowym założeniem koncepcji powinno być maksymalne wykorzystanie naturalnych procesów ekologicznych zmierzających do samoodtwa-

rzania się ekosystemów zdolnych do samoregulacji swoich funkcji, a więc przy ograniczeniu ingerencji człowieka do niezbędnego minimum, a tym samym — przy jak najniższych nakładach.

W terminologii tzw. ugorowania pola rozróżnia się ugór "czarny" — uprawiany, oraz ugór obsiany roślinami na nawozy zielone. Ugór czarny został odrzucony jako nieekonomiczny. Zdecydowały o tym koszty uprawy oraz nieuniknione przy tej technologii systematyczne zubożanie gleby w substancję organiczną. Technologię ugorowania należy rozpatrywać w świetle wymagań ochrony środowiska jako całości, a gleb w szczególności, z uwzględnieniem aspektów ekonomicznych. Według wiedzy podręcznikowej w tym zakresie (np. "Szczegółowa uprawa roślin" PWRiL, Warszawa 1972) wymagania z punktu widzenia ekologii gleb winny zapewnić:

- stabilność ekosystemu, określaną jako podtrzymywanie i kształtowanie jego homeostazy,
- zachowanie procesów strukturotwórczych,
- rozwój mikroorganizmów glebowych, ich udział w procesach mineralizacji i humifikacji związków organicznych,
- wiązanie azotu atmosferycznego, synteza substancji biologicznie czynnych,
- przeciwdziałanie degradacji i "zmęczeniu" gleby, usuwanie skażeń (toksyny, mykotoksyny, nitrozaminy, pestycydy itp.),
- przeciwdziałanie wodnej i wietrznej erozji gleb.

W aspekcie ekonomicznym przyjęcie systemu ugorowania powinno uwzględniać maksymalnie celowe, ograniczone nakłady, zapewniające jednakże zachowanie podstawowych właściwości i funkcji biologicznych gleby.

Formowanie zbliżonego do naturalnego składu roślinności, a tym samym bardziej naturalnego ekosystemu ma znaczenie ochroniarskie [17]. Wiadomo bowiem, że agroekosystemy nawożone wysokimi dawkami składników mineralnych (powyżej 60 kg NPK/ha) stanowią istotne zagrożenie czystości wód wierzchówkowych i także powierzchniowych. Przez zaprzestanie nawożenia zasoby wód są chronione przed zanieczyszczeniami. Możliwe staje się ukształtowanie, bardziej zbliżonego do naturalnego, układu przyrodniczego.

Dla niektórych gruntów dobrym rozwiązaniem może być zmiana ich przeznaczenia na cele inne niż rolnicze. Część z nich powinna zostać przywrócona, tzn. należałoby na nich odtworzyć roślinność naturalną — leśną lub łąkową [14].

W zależności od docelowego przeznaczenia gruntów porolniczych mogą być przyjęte również rozwiązania bardzo drogie, wymagające znacznych nakładów. Odnosi się to do terenów użytkowanych np. przez prywatnych właścicieli do celów ozdobnych, na trawniki, ogrody itp. Również tereny przejęte przez miasto na tereny rekreacyjne, parkowe przeważnie będą wymagały drogich zabiegów. W zakresie tej problematyki nie ma potrzeby prowadzić dalszych rozważań. Rozwiązań w tym zakresie jest wiele. Koszty założenia i utrzymania parków, trawników czy ogrodów są wprost proporcjonalne do zamierzonego stopnia organizacji roślinności.

W opracowaniu tym nie będą poruszane sprawy wprowadzania zadrzewień, pasów krzewów i zalesień, stanowiące osobny problem. Technologie nasadzeń drzew są, jak wiadomo, dobrze opracowane.

W odniesieniu do gruntów o niskiej jakości, które zamierzano by w przyszłości przywrócić rolnictwu, należy zastosować technologie szczegółowe, obejmujące — poza właściwą konserwacją — również zabiegi rekultywacyjne (np. opracowywane przez IUNG).

III. Uwarunkowania biologiczne proponowanych rozwiązań

Podstawę proponowanych rozwiązań stanowi odtworzenie systemów ekologicznych, o różnym stopniu złożoności i autonomii, w zależności od czasu formowania się. W podstawowym stopniu warunki takie spełnia układ obejmujący roślinność, zwierzęta i glebę wraz z czynnikami przyrody nieożywionej.

1. Systemy naturalne

W systemie takim osiąga się stopień złożoności umożliwiający względnie stabilne trwanie w długim czasie. Wydatki energetyczne związane z jego organizacją "pokrywane są z puli" energii słonecznej zasymilowanej przez rośliny. Procesem prowadzącym do wykształcenia się takiego systemu jest sukcesja. Zwykle proces ten trwa długo — co najmniej kilkadziesiąt lat. W przypadku sukcesji wtórnej przejściowe etapy są krótkotrwałe, a więc labilne. W miarę przekształcania środowiska w takim systemie formują się nowe, bardziej złożone zespoły aż do wykształcenia form stabilnych — klimaksowych, pozostających w pełnej zgodności w warunkami siedliskowymi i klimatycznymi [21]. Formowanie się układu klimaksowego cechuje organizacja biotyczna organizmów dostosowanych do życia w danych warunkach siedliskowych. W końcowym stadium można wyróżnić [35, 36] stan równowagi bez interakcji z dużą liczbą gatunków, a następnie stan równowagi w warunkach interakcji. Przy czym ogromne znaczenie w tej fazie odgrywa dopasowanie gatunków i ich allelopatyczne związki [43].

2. Systemy sztuczne

W systemach tworzonych dla celów produkcyjnych zmierza się do ukształtowania określonego typu roślinności i świata zwierząt. Przykładem jest agroekosystem, czyli system o uproszczonej strukturze i funkcji. W agroekosystemie człowiek przejmuje niektóre funkcje świata zwierząt i kontroluje procesy oraz strukturę pola uprawnego. Utrzymanie takich układów wymaga ogromnych nakładów energii i materiałów [6]. W wyniku tak silnej ingerencji, kierowanej względami ekonomicznymi, układy biotyczne pola pozostają pod kontrolą człowieka. Rezultatem braku złożoności i

ograniczenia mechanizmów samoregulacji jest ogromny stopień otwartości pola dla materii [34] i rozrzutna nią gospodarka, co dodatkowo stwarza problemy środowiskowe. Chociaż w miarę zmieniania się warunków środowiska powstają coraz to nowe typy ekosystemów, zabiegi uprawowe sprawiają, że staje się możliwe uprawianie tego samego gatunku rośliny w bardzo różnych warunkach, np. klimatycznych. Stąd też uprawy takich roślin, jak pszenica, kukurydza, czy ziemniaki są rozpowszechnione w wielu regionach świata.

3. Systemy analogiczne do naturalnych (odnoszące się do etapów seryalnych sukcesji)

Odtworzenie roślinności naturalnej. Coraz częściej obecnie stawia się przyrodnikom zadanie odwrotne niż w przeszłości, mianowicie stworzenia warunków do odtworzenia, w możliwie krótkim czasie, naturalnego systemu. Należy przy tym zrezygnować z roli głównego czynnika wpływającego na strukturę systemu i oprzeć się, w możliwie dużym stopniu, na naturalnych możliwościach odpowiednich dla warunków regionu, w tym przede wszystkim na tzw. roślinności potencjalnej [24]. Odtwarzanie się roślinności naturalnej, czyli sukcesja, jest procesem powolnym, który przebiega z zachowaniem równowagi pomiędzy biocenozą a siedliskiem. Proces ten można modyfikować, gdy jego przebieg i prawa nim rządzące są dostatecznie poznane.

Na przykład odtwarzanie się roślinności naturalnej na glebach piaszkowych Niziny Polskiej przedstawiono opisując [19] sukcesję na nieużytkach porolnych (na glebach piaszkowych) w okolicach Białowieży. Z badań tych wynika, że po okresie formowania się różnych zbiorowisk trawiastych następuje faza leśna. Proces naturalnej sukcesji poprzedza faza wyjściowa, dla której charakterystyczne jest zbiorowisko tzw. segetalne, ubogie w gatunki, towarzyszące uprawie.

Po fazie wyjściowej pojawiają się kolejno:

- pionierska faza murawy piaskowej (1–2 lata),
- murawy piaskowe z porostami (2–5 lat),
- jałowczyska (5–15 lat),
- kompleks murawy piaskowej ze zbiorowiskiem porostów i jałowczyska (5–25 lat).

Po 25 latach rozpoczyna się proces przechodzenia zarośli w młody las.

Inicjalne stadium formowania się zbiorowiska leśnego, początkowo silnie zdominowane przez topolę osikę, trwa do 70 lat. Dojrzałe zbiorowisko leśne natomiast powstaje w okresie 120–150 lat.

Tworzenie ekosystemu zastępczego. W bardzo wielu przypadkach dokładne odtworzenie naturalnej roślinności jest niemożliwe [16] ze względu na trwałe zmiany w całym krajobrazie, jakie zaszły w związku z działalnością gospodarczą człowieka. Należy przy tym uwzględnić to, że typ roślinności pozostaje w powiązaniu ze światem zwierząt. Stąd też antropogenne zmiany w świecie zwierząt powodują odpowiednie

zmiany w roślinności. Przykładem jest preria amerykańska, która pozbawiona wpływu bizonów nie może odtworzyć swojego dawnego charakteru. Próby jej regeneracji doprowadzają do stworzenia roślinności innego typu, nawet o nie mniejszych walorach estetycznych. Podobnie na halach tatrzańskich roślinność zaczęła się zmieniać po wprowadzeniu zakazu wypasu owiec. Niezbędne staje się zatem odtworzenie zespołu roślin, który mógłby osiągnąć równowagę w odniesieniu do obecnych, zmienionych w stosunku do przeszłości, warunków siedliskowych.

Formowanie takiego zespołu wymaga długiego czasu, prowadzenia doświadczeń i kontroli przebiegu procesu sukcesji. Istnieje w tym przypadku możliwość formowania zespołu roślinnego nie w pełni odpowiadającego roślinności potencjalnej pod względem składu gatunkowego. Odpowiedni dobór gatunków oraz całkowite pokrycie powierzchni gleby roślinnością mogą spowodować skuteczne wyhamowanie tempa sukcesji i uniemożliwić rozwój gatunków niepożądanych, np. krzewów i drzew. To "zatrzymanie" sukcesji na pożądanym etapie, umożliwiającym szybkie i praktycznie beznakładowe przywrócenie określonych obszarów gospodarce rolnej, wymaga rozwoju wiedzy analogicznej do tej, jaką stosuje leśnictwo.

IV. Warunki wstępne dla przekształceń roślinności

1. Rola czasu i warunków środowiskowych dla projektowania rozwiązań

Wieloletnia intensywna uprawa pól determinuje w dużym stopniu dobór roślin w początkowym etapie formowania roślinności. Nasycenie gleby związkami mineralnymi pochodzącymi z nawożenia ogranicza przez wiele lat możliwość wprowadzenia innej roślinności o małych wymaganiach pokarmowych [10, 28]. Dopiero, po kilku latach, można formować zespół roślinny bogatszy w gatunki także mniej wymagające pod względem troficznym.

2. Struktura zespołu

W ekosystemach naturalnych strukturę zbiorowisk roślinnych ocenia się pod kątem:

- a) bogactwa gatunków (składu gatunkowego),
- b) różnorodności biotycznej, określonej najczęściej wskaźnikiem Shannon-Weavera, uwzględniającym udział gatunków,
- c) udziału form wyspecjalizowanych i wszędobylskich w stosunku do:
 - cech środowiska,
 - wymagań pokarmowych,
- d) właściwości allelopatycznych, czyli wzajemnych korzyści wynikających z oddziaływania gatunków tworzących zespół.

Wymienione cechy tłumaczą zróżnicowanie w rozkładzie przestrzennym i udziale poszczególnych gatunków w zależności od mozaikowości siedlisk.

V. Założenia rozwiązań

1. Stopień ingerencji w naturalne procesy

Po odejściu od celów produkcyjnych, działalność ochronna i kształtująca powinna polegać na wykorzystaniu naturalnych sił i mechanizmów biocenotycznych do organizowania się populacji w samoregulujące się systemy ekologiczne o pożądanym przez człowieka stopniu organizacji. Ograniczona do niezbędnego minimum działalność człowieka może modyfikować kierunek naturalnych procesów sukcesji, a zarazem skracać wyraźnie czas formowania nowych zespołów. W procesie sukcesji, który trwa zwykle długo, trzeba uwzględnić powstawanie przejściowych zbiorowisk — tzw. stadiów seralnych. Faliński [19] wyjaśnia szczegółowo biologiczne mechanizmy (brak grzybów mikoryzowych, obecność owadów atakujących szyjkę korzeniową drzew), zapobiegające rozwojowi roślinności drzewiastej na intensywnie obsiewanych roślinnością trawiastą gruntach porolnych.

2. Strategia postępowania

Istotnym czynnikiem wpływającym na wybór technologii jest czynnik czasu oraz stopień zdegradowania obecnych użytków rolnych. Należy bowiem dokonać porównania czasu potrzebnego na formowanie "docelowego" zespołu roślinnego z czasem wyłączenia gruntów z produkcji rolnej.

Nie można wykluczyć, że w przyszłości zaistnieje potrzeba przywrócenia rolnictwu części ugorowanych gruntów, np. kompleksu 6 — żyniego słabego. Najsłabsze gleby natomiast, tj. kompleksu 7 — żyniego bardzo słabego, suche i ubogie piaski luźne, położone w sąsiedztwie lasów od razu należy zalesić lub przekazać trwale na cele pozarolnicze. Tak więc poza terenami, które w przyszłości nie zostaną na pewno przywrócone rolnictwu (np. przeznaczonymi pod budownictwo), należy dążyć nie tylko do właściwej "konserwacji" gleb, lecz także do poprawy ich jakości (elementy rekultywacji).

Bez względu na dalsze przeznaczenie gruntów podstawowe znaczenie ma to, iż gleby tych gruntów ornych były przez dziesiątki lat intensywnie uprawiane, a więc nawożone. Roślinność zastępcza musi na początkowym etapie jej kształtowania składać się przede wszystkim z gatunków o dużych wymaganiach pokarmowych. Z czasem będą one zastępowane gatunkami roślin o mniejszych wymaganiach pokarmowych.

Ogólnie należy przyjąć taką strategię postępowania, która z jednej strony przyspieszy pełne zwarcie zastępczego zbiorowiska roślin zielnych (faza murawowa), a z drugiej — ograniczy wkraczanie krzewów zaroślowych i drzew [2]. Aczkolwiek w sąsiedztwie lasów nieuniknione staną się tzw. naloty.

VI. Dyskusja założeń

Problematyka kształtowania roślinności zastępczej jest podejmowana przez wielu badaczy szczególnie intensywnie w ostatnim dwudziestoleciu. Problematyką tą zajmują się różne instytucje badawcze — od uniwersyteckich, o charakterze bardziej teoretycznym, po specjalistyczne jednostki wdrożeniowe. Bibliografia dotycząca kształtowania roślinności zastępczej jest dość bogata.

Morris [25] już 20 lat temu podkreślał, że najważniejszym zadaniem jest ustalenie "docelowego typu łąki". Trafność wyboru gwarantuje właściwą konserwację danego terenu w odniesieniu do czasu, jak i jej wpływu na funkcjonowanie innych fragmentów przestrzeni. Autor ten akcentuje, że zespół osiągnie trwałość, a więc nie będzie wymagał ingerencji człowieka, jak również posiadał określoną wartość estetyczną oraz harmonijnie wtapiał się w otoczenie, gdy ustali się obok składu roślin także charakterystyczny zespół zwierząt naziemnych, zwłaszcza owadów [12]. Formowanie się właściwego składu zespołu zwierząt można przyspieszyć introdukując pewne gatunki. Tenże autor w późniejszej publikacji [25] zwraca uwagę na potrzebę badań rozwoju zespołu, na podstawie tzw. biowskaźników, czyli gatunków i grup gatunków charakterystycznych (np. owady należące do *Hemiptera* — *Anchenorrhyncha*).

Panuje opinia [11], że przy pierwszych etapach kształtowania zastępczego ekosystemu główne znaczenie mają roślinność i gleba, a w sukcesji wtórnej najważniejsze są owady fitofagiczne, które określają i utrzymują skład gatunkowy roślinności.

Pfadenhauer [31] podkreśla, że odtworzenie zupełnie naturalnej roślinności jest celem bardzo pięknym, ale niekiedy praktycznie niemożliwym do osiągnięcia. Na przykład po przesuszeniu torfowiska wysokiego nie można odtworzyć jego poprzedniej naturalnej roślinności.

Atkinson i Sturgess [1] odradzają pozostawianie gleby nagiej, pozbawionej roślinności, gdyż powoduje to wymywanie związków mineralnych do wód gruntowych, a więc degradację gleby i zanieczyszczenie wód. To niekorzystne zjawisko dotyczy zwłaszcza gleb słabych. Przy czym podkreśla się, że straty, np. azotu N, są mniejsze [42], gdy jest stała pokrywa roślin. Formowanie się roślinności nie może pozostać sprawą przypadku. Podaje się, że przy braku ingerencji w pierwsze etapy sukcesji wtórnej następuje rozwój roślinności tzw. ruderalnej [18]. Uważa się, że rośliny ruderalne mają wpływ na pokrycie gleby jedynie efemeryczny i trzeba dążyć do tego, by wprowadzić zespół roślin konkurujących, pokrywających glebę trwale.

Maas i Poschlod [23] proponują zatem dosiewanie roślin takich gatunków i w takim czasie, ażeby osiągnąć w efekcie przyspieszenie sukcesji i wytyczenie jej pożądanego kierunku, aż do ustalenia właściwych zgrupowań roślin.

W przypadku, gdy warunki w danej okolicy zmieniły się znacznie, bezpośrednio odtworzenie potencjalnej roślinności staje się niemożliwe. W takim przypadku przy projektowaniu składu roślin należy brać pod uwagę tzw. bank nasion, tzn. poznać skład nasion, pośród których istnieją potencjalnie ważne, pożądane gatunki. Przy

kształtowaniu roślinności nowo pojawiające się gatunki muszą pochodzić z zewnątrz bądź z "glebowego banku nasion". Część składu gatunkowego nasion z banku pochodzi z dawnych zespołów roślin istniejących przed wprowadzeniem intensywnego rolnictwa. Gatunki [40], które znikają ze zgrupowań, ale są obecne wciąż w glebie (jako nasiona), stanowią wspomniany stały bank nasion. Niektóre z tych gatunków mogą pojawić się samoistnie na określonym obszarze po zmianie warunków siedliskowych.

Inni autorzy sugerują, że przy projektowaniu roślinności zastępczej warto poznać, poprzez badania na stałych poletkach, naturalną sukcesję [20, 22]. Następnie należy porównać rezultaty tych badań z bankiem nasion, stosując technikę "wywoływania nasion" [40]. Ocenę znaczenia potencjalnego należy przeprowadzić na podstawie badań fenologicznych i wg klasyfikacji ważności [3, 30, 33, 41]. Tylko niektóre gatunki, których nasiona są w glebie stale, nadają się do restauracji roślinności, dlatego uzupełnia się je innymi ważnymi gatunkami, których nasiona są znajdowane w glebie tylko okresowo [5, 33], umożliwiając w ten sposób dobór roślin o składzie zbliżonym do naturalnego. Wymienieni autorzy dokonali wyboru roślin, ustalając dominanty w różnych stadiach przejściowych sukcesji. Wśród tych roślin były grupy gatunków o różnych funkcjach:

- a) konserwujące — *Andromeda polifolia*, *Scheuchzeria palustris*,
- b) łatwo roznoszące się, rozprzestrzeniające się w terenie suchym z dostępnymi substancjami mineralnymi — *Carex canescens*, *Trichophorum alpinum*.

Zgodnie z opinią DePuit [13] gatunki muszą charakteryzować się zdolnością do szybkiej adaptacji, wzrostu i przeżywania w określonych warunkach. Kiedy możemy pozwolić sobie na długi okres sukcesji, to dobry efekt daje roślinność krzewiasta, szybko wykształcająca duże pokrycie. Przyspieszenie w pierwszych stadiach sukcesji roślinności można uzyskać przy użyciu kilku gatunków wieloletnich, np. odpornych na zmienne warunki środowiskowe traw. Bardzo dobre pod tym względem są również *Medicago lupulina* i *Alopecurus myosuroides*. Gdy istnieje bardzo małe pokrycie gleby roślinami, to ważne znaczenie dla przyspieszenia sukcesji mają *Inula viscosa* i *Spartium junceum*.

Parker i McNeilly [29] dla trwałego pokrycia roślinnością terenu o piaszkowych glebach początkowo próbowali dać mieszkankę rajgrasu (*Lolium perenne*) i koniczyny białej (*Trifolium reepens*), ale okazało się, że koszty utrzymania były bardzo wysokie — 8-krotne w roku ścinanie roślinności. W drugim etapie wprowadzili roślinność o niskich wymaganiach pokarmowych. Na początku doświadczenia, żeby pokryć powierzchnię, siano mieszkankę traw mało wymagających, stwarzając podstawę dla sukcesji i utrzymania roślin o większych wymaganiach. Do siewu wybrano gatunki, które rosną na naturalnych łąkach w tym regionie, w następujących proporcjach:

1. *Agrostis alba* — 40%
2. *Festuca rubra* — 45%
3. *Festuca longifolia* — 5%

Później dosiewano gatunki, które na tych terenach zwykle dominują. Na początku stabilizowano warunki polowe preparatem vinamul, nawożono i wapnowano glebę.

Stosowano również deszczowanie i ściółkowanie powierzchnię gleby liśćmi drzew, co w efekcie wpływa na skład roślin. Po kilku latach zaprzestano nawożenia, a następnie przez koszenie odtworzono półnaturalną łąkę, co jest praktykowane często w Holandii. W wyniku zachodzącej sukcesji stopniowo malał udział gatunków wymagających na rzecz gatunków o małych wymaganiach pokarmowych, przy ogólnym wzroście bogactwa gatunkowego [3].

VII. Warianty rozwiązań

Problem technologii ochrony gatunków obejmuje wiele wariantów, a mianowicie:

1. Czasowe wyłączenia gruntów z produkcji rolnej;
 - a) powrót do rolnictwa w określonej przyszłości:
 - zabezpieczenie żyzności i stanu gleby ("konserwacja"),
 - poprawa żyzności gleby albo program poprawy jakości gleb, kształtowanie ich według zasad tzw. rolnictwa ekologicznego, obejmujące m.in. redukcje zabiegów orki, duży udział w płodozmianie roślin motylkowych.
2. Zmiana kwalifikacji użytkowania gruntów;
 - a) tereny publiczne:
 - drogi,
 - parki,
 - tereny rekreacyjne,
 - tereny pod budownictwo,
 - zalesienie gruntów najślabszych,
 - b) prywatne tereny rekreacyjne,
 - c) tereny otwarte z roślinnością półnaturalną:
 - tereny z odtworzoną roślinnością potencjalną,
 - tereny ze skonstruowanym analogicznie do naturalnego zespołem powstałym z połączenia gatunków roślinności potencjalnej oraz gatunków o dużej użyteczności,
 - tereny z uformowanym nowym zespołem roślin dostosowanym do zmien- nego siedliska.

VIII. Proponowane rozwiązania

W każdym przypadku proponuje się rozwiązanie systemowe polegające na odtworzeniu trwałej pokrywy roślin, skutecznie chroniącej zasoby gleby i wody gruntowej. Jest to szczególnie istotne w przypadku gleb lekkich (ale nie najślabszych — klasy VI), gdzie rośnie tylko szczytliwa siwa. Można bowiem niezależnie od zasobów gleb osiągnąć tzw. samonawożenie [32] przy jednoczesnym efekcie zapobieżenia

erozji. Jest to możliwe, gdy nastąpi znaczna poprawa struktury gleby oraz zostanie zmagazynowana znaczna ilość materii organicznej. Niezależnie od sposobu zabezpieczenia gleby przed erozją należy walczyć z chwastami, zarówno trującymi, jak uciążliwymi, np. z skrzypem błotnym, szczawiem, ostem, a także krzewami. Oczywiście nie może być mowy o stosowaniu herbicydów. W tym celu należy niszczyć niedojady po przepasieniu, ażeby nie wydały nasion. Ruń trzeba wykaszać z przeznaczeniem na siano, względnie stosować mulczowanie (ściółkowanie), polegające na drobnym pocięciu i pozostawieniu na ścierni traw.

Przy różnej długości okresów wyłączeń (ugorowania) proponuje się następujące rozwiązania celów:

- ugorowanie jednoroczne — rośliny motylkowe jednoroczne (strączkowe),
- ugorowanie do 3 lat — rośliny motylkowe + trawy,
- ugorowanie do 5 lat — rośliny motylkowe + trawy, rośliny wieloletnie.

W przypadku wyłączenia gruntów z eksploatacji rolniczej na czas dłuższy niż 5 lat należy określić nowe przeznaczenie pola i nowy sposób jego użytkowania. Natomiast gdy teren pozostanie na stałe wyłączony spod użytkowania bezpośredniego, należy na nim kolejno uformować:

- roślinność trwałą zbliżoną do naturalnej,
- wprowadzić zadrzewienia i nasadzenia leśne.

1. Rozwiązania w skali pojedynczego pola

Okres krótkotrwały (1–3 lat)

W tak krótkim czasie w zasadzie nie uwzględnia się procesu sukcesji. Ugorowanie czarne nie powinno być wykonywane, względnie dopuszczalne co najwyżej na 1 rok. Zaleca się natomiast zadarnianie gleby roślinami motylkowymi. Zwarta pokrywa roślinna hamuje rozwój chwastów, a ponadto wzmacnia strukturę gleby roślinnością dającą dużą masę korzeniową. Nastąpi zatem wzrost masy związków próchnicznych, co powinno dać korzyści w latach następnych. Procesy produkcyjne powinny przebiegać bardziej stabilnie, w sposób mniej uzależniony od zmian pogody w sezonie [7, 8, 9, 15]. Zwiększenie zdolności retencyjnych gleby korzystnie wpływa na zasoby wód gruntowych, chroniąc je przed zanieczyszczeniami przesączającymi się przez profil glebowy pola. Dobór roślin uzależniony jest od długości okresu użytkowania oraz jakości gleb (V Seminarium Płodozmianowe "Synteza i Perspektywa Nauki o Płodozmianach" Olsztyn 25–26.09.1991). Na glebach słabych w krótkim jednorocznym okresie ugorowania można wysiać rośliny w formie międzyplonu ozimego (żyto, wyka ozima) bądź wiosną — łubin żółty, groch pastewny (peluszka), owies, seradela. Gatunki te mogą być wysiewane łącznie. Jeśli gospodarstwo dysponuje własnymi zasobami, można dodawać nasiona gryki, gorczyca, facelii, rzepaku, rzepiku, słonecznika i innych. Jesienią, a najlepiej wiosną, można przyorać zieloną masę roślin, najlepiej po rozdrobnieniu części nadziemnych. Pozostawienie roślinności na zimę zabezpiecza maksymalne gromadzenie wody w tym okresie.

Okres dłuższy (powyżej 3 lat)

Referaty wygłoszone na Sympozjum Europejskiej Federacji Łąkarskiej, które odbyło się w Graz (Austria) we wrześniu 1991, wykazują, że najlepszym sposobem zabezpieczenia przed erozją jest trwałe zadarnienie gleby, zwiększające ponadto zasobność gleby w substancje organiczne. W każdym typie rozwiązania proponuje się tworzenie systemu łąkowego opartego początkowo na gatunkach roślin o dużych wymaganiach pokarmowych ze względu na zdolność zgromadzenia w glebie ornej dużej ilości związków pokarmowych. Na glebach wyłączonych z produkcji na czas nieokreślony proponuje się stopniowe odchodzenie od tego typu roślinności i nawożenia na rzecz formowania roślinności o małych wymaganiach, wzorowanych na strukturze roślinności naturalnej. Na glebach (dobrych) bardziej związłych zalecany jest wysiew mieszanek traw i roślin motylkowych, zwłaszcza koniczyny, lucerny sierpowatej, komonicy różkowej. Spośród traw zaleca się wiechlinę łąkową, kostrzewę łąkową, dalej — życicę trwałą i wielokwiatową, jak również mietlicę białawą — tę ostatnią na stanowiska wilgotne. Powinny być to mieszanki co najmniej 3-gatunkowe. Zalecany byłby wysiew w proporcji: 70% traw i 30% roślin motylkowych. Optymalny wysiew mieszanki zawiera się w granicach 25–30 kg/ha. Pastwiska o tym składzie mogą być z powodzeniem wykorzystywane przez trzodę i drób. W przypadku zapotrzebowania na użytkowanie kośne należałoby uwzględnić — jako dodatek — wysiew traw wysokich, jak tymotka, kostrzewa łąkowa, kupkówka. Mieszanki winny być wysiewane w roślinność ochronną, najlepiej w zhoża jare.

Formowanie roślinności półnaturalnej. Ze względu na powszechny wpływ człowieka na zmieniające się warunki siedliskowe zachodzi konieczność formowania zespołu, który nie ma dokładnego odpowiednika w naturze, właśnie o charakterze roślinności półnaturalnej. Czym bardziej zostało zmienione środowisko, tym problem formowania roślinności zastępczej staje się trudniejszy. Sprawa ta jest szczególnie nagląca na terenach, które w przeszłości charakteryzowały się dużym udziałem terenów podmokłych, np. część woj. konińskiego zajęta niegdyś przez torfowiska. Po zmianie stosunków wodnych (osuszenie terenu) powstały tam gleby pobagienne stopniowo ulegające przemianom oraz degradacji aż do wykształcenia typów obecnie występujących. Tego rodzaju zmiany przyrodnicze są praktycznie nieodwracalne. Obecnie w wielu innych rejonach Polski uwidacznia się tendencja do dalszego przesuszania terenu z różnych przyczyn: z powodu zmian w krajobrazie, na skutek urbanizacji, działalności przemysłowej, np. kopalni odkrywkowych węgla brunatnego i związanych z nimi lejów depresyjnych (np. Bełchatów).

Potencjalną roślinnością dla terenów Polski, wg Matuszkiewicza [24], są następujące zbiorowiska leśne:

- grądy (lasy dębowo-grabowe) dominujące na niżu,
- olesy i łągi (łąg topolowo-wierzbowy, łąg wiązowo-jesionowy lub łąg jesionowo-olszowy) występujące w miejscach wilgotnych,
- dąbrowy i bory (światlista dąbrowa, bór mieszany, bór świeży) — na terenach przesuszonych, oraz bór suchy — na glebach piaszczystych.

Według danych zawartych w literaturze regeneracja tych zbiorowisk na terenach porolnych może trwać około 150–180 lat.

Dotychczas brakuje wystarczającej liczby szczegółowych obserwacji, które umożliwiłyby dokładniejszą prognozę etapów sukcesji na wszystkich typach siedlisk. W świetle licznych, częściowo już cytowanych, informacji literaturowych można założyć, że roślinność zielna na ugorowanych obszarach powinna przetrwać kilkadziesiąt lat. Trwałość zadarnienia w znacznym stopniu zależy od właściwego doboru gatunków roślin w pierwszych latach sukcesji. Stąd temu właśnie problemowi należy poświęcić szczególną uwagę w badaniach poprzedzających opracowanie technologii szczegółowych. Ponadto silne zadarnienie umożliwia utrzymywanie się fazy bezleśnej przez długi okres, nie dopuszczając do rozwoju siewek drzew i krzewów. Przywrócenie tak konserwowanych gruntów rolnictwu nie będzie wymagało większych nakładów pracy i kosztów, nawet po kilkudziesięciu latach ugorowania.

Należy zatem utworzyć wielogatunkowe zbiorowiska o składzie możliwie zgodnym z roślinnością potencjalną, zawierające ponadto gatunki roślin dobrze konserwujących glebę.

Głównym zadaniem jest stworzenie systemu roślinności samoutrzymującej strukturę. Podstawę do szukania rozwiązań stanowi sukcesja wtórna. Istnieje możliwość skrócenia drogi sukcesji wówczas, kiedy zna się dobrze strukturę i funkcję poszczególnych etapów seralnych i ich znaczenie w kształtowaniu warunków środowiska. Odpowiedni dobór gatunków skraca wyraźnie czas sukcesji, zachowując pozytywny efekt poszczególnych etapów rozwojowych biocenoz dla rozwoju siedliska. Podstawę zabiegów stanowi właściwy dobór roślin uwzględniający charakterystyczne dla okolicy zbiorowiska, wymagania siedliskowe gatunków, szybkość adaptacji, skład roślinności potencjalnej terenu, warunki glebowo-wodne itd. W przypadku długiego, wieloletniego okresu ugorowania powinno nastąpić stopniowe przekształcenie łąki z gatunkami o dużych wymaganiach troficznych do zbiorowisk niskoprodukcyjnych, złożonych z roślin o małych wymaganiach, funkcjonujących w sposób analogiczny do roślinności naturalnej.

Tworzenie takiej roślinności w konkretnych warunkach może być wzorowane na istniejących już na podobnych siedliskach półnaturalnych i antropogenicznych darniowych zbiorowisk łąkowych i pastwiskowych.

Już w fazie wysokoproduktywnej łąki skład gatunkowy można zasilić o niektóre gatunki charakterystyczne dla naturalnych zbiorowisk roślinnych tego terenu (np. tymotka, wiechlina i kostrzewa), a następnie, w miarę postępującej sukcesji, zwiększać dalej udział roślinności naturalnej. Gatunki traw, których nasiona dostępne są w handlu, można wysiewać już na początku ugorowania.

Podstawowy cel, tj. utworzenie trwałej pokrywy roślinności o cechach zbiorowiska naturalnego, można osiągnąć stopniowo, w miarę jak przez okres co najmniej kilku lat doprowadzi się do zubożenia gleby w łatwo dostępne substancje pokarmowe. Od etapu łąki z gatunkami wysokoproduktywnymi i o dużych wymaganiach pokarmowych — np. z dużym udziałem kupkówki — należy zwiększyć udział gatunków z

rodzimej flory, mniej wymagających, jak np. kostrzewy czerwonej. Uzupełnienie składu gatunkowego trawami wysokimi powoduje szybsze wyczerpywanie się zasobów wodnych i pokarmowych, a w następstwie przyhamowanie wzrostu biomasy, co ograniczy liczbę pokosów. Należy tak prowadzić koszenie, żeby umożliwić proces dalszego samoobsiewania się traw. W końcowej fazie, po kilku latach, powinno wystarczyć wykonanie 1 pokosu rocznie, połączonego z mulczowaniem siana, względnie wykonywanie pokosów nawet co kilka lat.

Należy jednak jeszcze raz podkreślić, że całkowite zaniechanie ingerencji człowieka w funkcjonowanie takich nowo utworzonych zbiorowisk byłoby bardzo niebezpieczne. W określonych sytuacjach mogą bowiem one podlegać degradacji, co prowadzioby, rzecz jasna, także do degradacji gleb. Noryśkiewicz [27] do podstawowych przyczyn tego procesu w zbiorowiskach łąkowych zalicza następujące:

- jednostronna eksploatacja,
- brak składników pokarmowych (szczególnie potasu i fosforu) w wypadku wywożenia siana,
- zmiana stosunków wodnych, a mianowicie: przesuszenie terenu, które powoduje wypadanie szeregu gatunków, i zmniejszenie stopnia zadarnienia związane z niszczeniem darni przez wydeptywanie, wypas i przez dziki,
- brak doraźnych zabiegów pielęgnacyjnych, takich jak rozrzucanie kretowisk, niwelowanie uszkodzonej przez zwierzęta darni, usuwanie łajniaków.

Takim niekorzystnym zjawiskom należy bezwzględnie przeciwdziałać zanim ujawnią się ich negatywne skutki.

2. Kształtowanie nowego krajobrazu

W przypadku, kiedy problem wyłączeń obejmuje duże przestrzenie pól, np. całe okolice z dominującymi glebami słabymi, przy formowaniu roślinności należy uwzględnić zmiany, które mogą wystąpić w krajobrazie. Krajobraz już istniejący ma często indywidualny charakter, własny wyraz, jak również cechy struktury i funkcji odzwierciedlające własną historię rozwoju. Proponowane rozwiązania powinny obejmować odpowiednie ukształtowanie krajobrazu, w tym również zadrzewienie, w sposób odpowiadający wymogom współczesnej wiedzy o ochronie i kształtowaniu środowiska.

IX. Charakter kosztów konserwacji

Pobieżna analiza kosztów zabiegów uwidacznia, że najwięcej środków należałoby przeznaczyć na wstępny etap formowania roślinności zastępczej. Stosowanie wzmacniających glebę upraw z użyciem roślin motylkowych wymaga znacznych nakładów. Zastosowanie trwałej pokrywy łąkowej na okres kilkuletni wymaga średniej wielkości

kosztów założenia (koszty siewu i eksploatacji, pokosy). Natomiast dalsze etapy formowania trwałej roślinności są tańsze ze względu na niższą produktywność, a co za tym idzie — brak kosztów wykonywania pokosów, a także dzięki efektom samonawożenia i samoobsiewania. W wypadku tworzenia zbiorowisk półnaturalnych, w miarę upływu czasu, koszt konserwacji maleje praktycznie do zera.

Literatura

- [1] Atkinson D., Sturgess P.W. 1990. Restoration of sand-dune communities following deforestation. W: Terrestrial and aquatic ecosystems: perturbation and recovery. ed. Oscar Ravera. Ellis Horwood series in Environmental Management, Science and Technology: 392–395.
- [2] Bagnaresi V., Ferrari C., Muzzi E., Rossi G. 1990. Revegetation by minimal intervention of a clay quarry in the northern Apennines (Italy); preliminary results. W: Terrestrial and aquatic ecosystems: perturbation and recovery. ed. Oscar Ravera. Ellis Horwood series in Environmental Management, Science and Technology: 410–416.
- [3] Bakker J. P. 1989. Nature management by grazing and cutting. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- [4] Bakker J. P. 1989. Nature management by grazing and cutting. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- [5] Bakker J. P., Boss A. F., Hoogveld J., Muller H. J. 1990. The role of seed bank in restoration management of semi-natural grasslands. W: Terrestrial and aquatic ecosystems: perturbation and recovery. ed. Oscar Ravera. Ellis Horwood series in Environmental Management, Science and Technology: 449–455.
- [6] Barcikowski A., Bohr R., Budzyński O., Nienartowicz A. 1979. Próba bilansu energetycznego na obszarze dorzecza rzeki Drwęcy w granicach województwa toruńskiego. Materiały konferencji "Elementy programu ochrony i kształtowania środowiska dorzecza rzeki Drwęcy". TNT, Toruń.
- [7] Batalin M. 1959. Nawozowe działanie pastewnego łubinu żółtego i jego resztek późniwnych pod żyto. *Roczn. Nauk Roln.* 69-A-4.
- [8] Batálin M. 1962. Studium pod resztkami późniwnymi roślin uprawianych w łanie. *Roczn. Nauk Roln.* 98-D.
- [9] Batalin M. 1960. Działanie nawozów zielonych uprawianych jako plony główne. *Roczn. Nauk Roln.* 83-A-2.
- [10] Berendse F., Oomes M. J. M., Altena H. J., Elberse W. Th. 1991. Restoration of species-rich grassland communities. W: Terrestrial and aquatic ecosystems: perturbation and recovery. ed. Oscar Ravera. Ellis Horwood series in Environmental Management, Science and Technology: 456–463.
- [11] Brown V. K. 1982. The phytophagous insect community and its impact on early successional habitats. Proceedings of the 5th International Symposium on Insect-Plant Relationships, Wageningen, 1982 (ed. J. H. Visser & A. K. Minks). Pudoc, Wageningen: 205–213.
- [12] Brown V. K. 1985. Insect herbivores and plant succession. *Oikos* 44: 17–22.
- [13] DePuit E. J. 1986. Western revegetation in perspective: past progress, present status and future needs. W: Schuster M. A & Zuck R. H. (eds), Proceedings: High altitude revegetation workshop no. 7. Colorado Water Res. Inst. Inf. Ser. No. 58, Forst Collins, CO: 6–34.
- [14] De Wit C. T. 1988. The agricultural environment in the European Community. *Ecol. Bull.* 39: 204–211.
- [15] Gonet Z. 1960. Studia nad nawożeniem gleb piaszczystych nostrzykiem i łubinem. *Zesz. Nauk. Wyższ. Szk. Roln. Wrocław*, 39.
- [16] Golley G. B. 1991. Transferring theoretical knowledge to application in understanding the response of ecosystems to perturbation. W: Terrestrial and aquatic ecosystems: Perturbation and recovery.

- ed. Oscar Ravera. Ellis Horwood series in Environmental Management, Science and Technology: 41–46.
- [17] Gosz J. R., Likens G. E. & Bormann F. H. 1973. Nutrient release from decomposing leaf and branch litter in the Hubbard Brook Forest, New Hampshire. *Ecol. Monogr.* **43**: 173–191.
- [18] Grime J. P. 1979. Plant strategies and vegetation processes. Wiley, Chichester.
- [19] Faliński J. B. 1986. Sukcesja roślinności na nieużytkach porolnych jako przejaw dynamik ekosystemu wyzwolonego spod długotrwałej presji antropogenicznej. *Wiadomości Botaniczne* **30**(1): 25–50.
- [20] Jochimsen M. E. 1990. Recultivation of raw soils according to natural succession. W: Terrestrial and aquatic ecosystems: perturbation and recovery. ed. Oscar Ravera. Ellis Horwood series in Environmental Management, Science and Technology: 396–401.
- [21] Kohnlein J., Vetter H. 1973. Ernte Rückstände und Wurzelbild, Berlin.
- [22] Londo G. 1976. The decimal quadrats. *Vegetation* **29**: 51–61.
- [23] Maas D., Poschlod P. 1990. Restoration of exploited peat areas in raised bogs: technical management and vegetation development. W: Terrestrial and aquatic ecosystems: perturbation and recovery. ed. Oscar Ravera. Ellis Horwood series in Environmental Management, Science and Technology: 379–386.
- [24] Matuszkiewicz W. 1984. Die Karte der Potentiellen Natürlichen Vegetation von Polen. Braun-Blanquetia, Camerino.
- [25] Morris M. G. 1971. The management of grassland for the conservation of invertebrate animals. W: E. Duffey & A. S. Watt (eds). The scientific management of animal and plant communities for conservation. Symposia of the British Ecological Society, vol. 11. Blackwell, London: 527–552.
- [26] Morris M. G. 1991. The restoration and re-creation of grassland and heathland: the invertebrate component. W: Terrestrial and aquatic ecosystems: perturbation and recovery. ed. Oscar Ravera. Ellis Horwood series in Environmental Management, Science and Technology: 472–478.
- [27] Noryśkiewicz A. 1978. Zbiorowiska roślinne torfowiska Zgniłka oraz zmiany zachodzące w nich pod wpływem gospodarki człowieka. Stud. Soc. Scient. Tor., PWN, Warszawa-Poznań-Toruń.
- [28] Oomes M. J. M., Mooi H. 1985. The effect of management on succession and production of formerly agricultural grassland after stopping fertilization. W: Schreiber K.-F. (ed) Sukzession auf Grünlandbrachen, IVV Symposium 1984. Münstersche Geographische Arbeiten Vol. **20**: 59–67.
- [29] Parker D. M., McNeilly T. 1990. Re-creation of dry Calluna heathland within a nationally important heathland/mire complex. W: Terrestrial and aquatic ecosystems: perturbation and recovery. ed. Oscar Ravera. Ellis Horwood series in Environmental Management, Science and Technology: 434–443.
- [30] Pfadenhauer J., Maas D. 1987. Samenpotential in Niedermoorboden des Alpenvorlandes bei Grünlandnutzung unterschiedlicher Intensität. *Flora* **179**: 85–97.
- [31] Pfadenhauer J. 1990. Restoration of wetlands in southern Germany: principles and concepts. W: Terrestrial and aquatic ecosystems: perturbation and recovery. ed. Oscar Ravera. Ellis Horwood series in Environmental Management, Science and Technology: 387–391.
- [32] Prusinkiewicz Z., Bigos M. 1978. Rhythmicity of accumulation and decomposition of forest litter in three mixed forest stands on the soils with different types of forest floor. *Ekol. Pol.* **26**(3): 325–345.
- [33] Roberts H. A. 1981. Seed banks in soils. *Adv. Appl. Biol.* **6**: 1–56.
- [34] Ryszkowski L., Kędziora A. 1987. Impact of agricultural landscape structure on energy flow and water cycling. *Landscape* **1**: 85–94.
- [35] Simberloff D. S., Wilson E. O. 1969. Experimental zoogeography of islands: The colonization of empty islands. *Ecology* **50**(2): 278–296.
- [36] Simberloff D. S., Wilson E. O. 1970. Experimental zoogeography of islands: A two-year record of colonization. *Ecology* **51**(5): 934–937.
- [37] Simmons I. G. 1979. Ekologia zasobów naturalnych. PWN, Warszawa.

- [38] Skaller M. P. 1981. Vegetation management by minimal intervention: working with succession. *Landscape Planning* **8**: 149–174.
- [39] Skrodzki M. 1972. Studia nad porównaniem plonowania przy czterech systemach rolniczego zagospodarowania stoku. *Zesz. Nauk. Wyższ. Szk. Roln. Olsztyn*, s. A, supl. 11.
- [40] Thompson K., Grime J. P. 1979. Seasonal variation in the seed banks of herbaceous species in ten contrasting grassland habitats. *J. Ecol.* **67**: 893–921.
- [41] Van der Meijden R., Arnolds E. J. M., Adema F., Weeda E. J., Plate C. L. 1983b. Standaardlijst van de Nederlandse Flora. Rijksherbarium, Leiden.
- [42] Vitousek P. M., Gosz J. R., Grier C. C., Melillo J. M., Reiners W. A., Todd R. L. 1979. Nitrate losses from disturbed ecosystems. *Science* **204**: 469–474.
- [43] Whittaker R. H. 1970. The biochemical ecology of higher plants. W: E. Sondheimer and J. B. Simeone (eds.), *Chemical Ecology*: 43–70. New York, Academic Press.