

Józef K. KUROWSKI\*

## PROCESY SYNDYNAMICZNE W ZBIOROWISKACH LEŚNYCH WYWOŁANE ODWODNIENIEM SIEDLISK

SYNDYNAMIC PROCESSES IN FOREST COMMUNITIES  
AS A RESULT OF HABITATS' DRAINAGE

***Abstract.** The paper presents study on transformations of boggy forest ecosystems *Ribeso nigri-Alnetum Sol.-Görn.(1975)1987* and *Vaccinio uliginosi-PineHtum Kleist. 1929* as a result of water drainage. The study area is located in the vicinity of Belchatów brown coal open pit and it has being influenced by water drainage since 1975. The most common symptom of the forest community degeneration in the drained habitats is xerophytisation, i.e. the replacement of hygrophilous plant species by mesophilous or even xerophilous ones. Xerophytisation of hygrophilous communities results directly in their regression. The following process – a secondary succession – creates secondary vicarious communities, which have a mesophilous character. The alder swamp forest undergoes transformation to the oak-hornbeam forest *Tilio-Carpinetum* and the boggy pine forest converts to the mixed forest *Querco roboris-Pinetum*.*

***Key words:** dynamic of forest communities, anthropogenic habitat drainage, forest xerophytisation, Belchatów brown coal basin.*

---

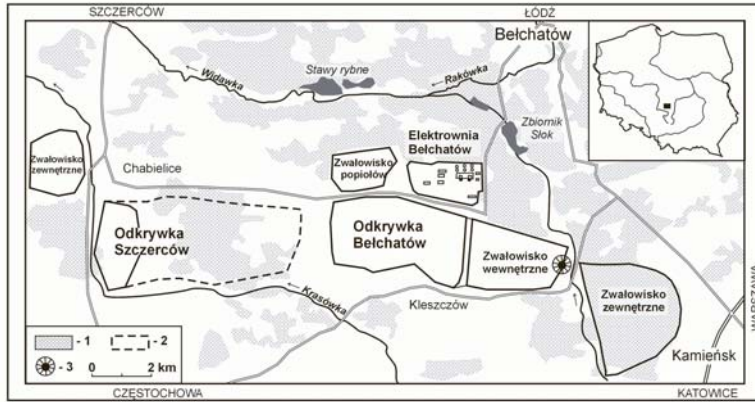
\* Uniwersytet Łódzki, Wydział Biologii i Ochrony Środowiska, Instytut Ekologii i Ochrony Środowiska, Katedra Geobotaniki i Ekologii Roślin, ul. Banacha 12/16, 90-237 Łódź, e-mail: [kjk@biol.uni.lodz.pl](mailto:kjk@biol.uni.lodz.pl)

*Pamięci Profesora Janusza B. Falińskiego (1934–2004)*  
– wybitnego ekologa, badacza dynamiki roślinności

## 1. WPROWADZENIE

Antropogeniczne przemiany szaty roślinnej są przedmiotem licznych badań (Tuxen 1966, Sukopp 1969, Kornaś 1972, 1981, Faliński 1966, 1986 i in., Olaczek 1972, 1974, 1982, Ellenberg 1982, Ozenda 1986, Korpel 1989, Bengtsson i in. 2000, Walker, Moral 2003). Istotę synantropizacji definiuje się jako proces zastępowania składników swoistych, autochtonicznych przez ubikwistyczne, allochtoniczne. W miejsce naturalnych układów, uzależnionych od czynników endo- i egzogennych, powstają układy wtórne, uwarunkowane działaniem przede wszystkim czynników egzogennych (Faliński 1972, 1991). Twórcy teorii degeneracji zbiorowisk roślinnych: Faliński (1966, 1986) i Olaczek (1972, 1974) zaproponowali system pojęć dotyczących zmian ilościowych (fazy degeneracji) oraz zmian jakościowych (formy degeneracji). Teoria ta ułatwiła interpretację obserwowanych zmian zachodzących w zbiorowiskach leśnych pod wpływem różnorodnych czynników antropogenicznych, tj. antropopresji (Olaczek 1972). Faliński (1986, 1991) wyróżnił i zdefiniował 6 podstawowych procesów ekologicznych zachodzących w zbiorowiskach roślinnych: fluktuację, sukcesję pierwotną, sukcesję wtórną, degenerację, regenerację i regresję. W niniejszej pracy są one nazywane procesami syndynamicznymi. Przeobrażenia szaty roślinnej zachodzące pod wpływem antropopresji, odznaczają się wielokierunkowością i zróżnicowaną dynamiką. Dotyczy to zarówno przyczyn, przejawów, jak i skutków. Problemem wpływu odwodnienia na szatę roślinną zajmowało się wielu badaczy, m.in. Czyżewska i Jakubowska-Gabara (1985), Mamiński (1986), Kawalec (1987), Olaczek i in. (1990), Babczyńska-Sendek i in. (1992), Kurowski (1993), Herbich (1994), Czerwiński (1995), Kucharski (1999), Roy i in. (2000) i Sarkkola i in. (2005).

Badania przeprowadzono w Bełchatowskim Okręgu Przemysłowym (BOP) położonym w Polsce środkowej, zajmującym powierzchnię około 250 km<sup>2</sup> (Kozłowski 1987, Kurowski 1993, Materiały Dyrekcji Kopalni, 2005 i in.) (ryc. 1). Obiektem badań były kompleksy leśne na terenie BOP, a przedmiotem badań – florystyczne i fitosocjologiczne przemiany lasów higrofilnych i mezofilnych poddanych osuszeniu. Charakterystyka obiektu badań wraz z lokalizacją badanych kompleksów leśnych i powierzchni obserwacyjnych przedstawiona została we wcześniejszych pracach autora (Kurowski 1984, 1993). Głównym celem badań było wyróżnienie i charakterystyka procesów syndynamicznych zachodzących w fitocenozach leśnych w warunkach permanentnego odwodnienia siedlisk oraz poznanie schematów przekształceń leśnych zbiorowisk higrofilnych: olsu porzeczkowego *Ribeso nigri-Alnetum* (RnA) i boru sosnowego bagiennego *Vaccinio uliginosi-Pinetum* (Vu-P). W pracy przyjęto hipotezę zakładającą, że sztuczne



Ryc. 1. Teren badań – Bełchatowski Okręg Przemysłowy; 1 – lasy, 2 – przyszły zasięg odkrywki Szczerców, 3 – centrum lejka depresyjnego w 1977 r.

Fig. 1. Study area – The Bełchatów Industrial Region; 1 – forests, 2 – future area of the Szczerców Open Pit, 3 – centre of the depression crater in 1977

odwodnienie siedlisk jest najważniejszym czynnikiem antropogenicznym wywołującym różnorodne przemiany zbiorowisk leśnych w rejonie kopalni odkrywkowej. Ponieważ odwodnienie to nadal utrzymuje się, różnorodne reakcje fitocenozy leśnych, rozwijających się na glebach hydrogenicznych i semihydrogenicznych, prowadzą do zmian degeneracyjnych, regresyjnych, a następnie sukcesyjnych. Wpływ odwodnienia na ekosystemy leśne jest wielokierunkowy, a wywołane procesy są na ogół nieodwracalne i mogą przyczynić się do synantropizacji szaty roślinnej na terenie BOP.

## 2. PRZYCZYNY PRZEMIAN FITOCENOZ LEŚNYCH I ICH REAKCJE NA ODWODNIENIE SIEDLISK

Do najważniejszych przyczyn wywołujących zmiany w ekosystemach leśnych BOP należą:

- 1) odwodnienie złoża węgla brunatnego;
- 2) deforestacja, zręby wielkopowierzchniowe (obszar odkrywek, elektrowni, zwałowisk i in.), przecinki (drogi, linie energetyczne, kanały i in.);
- 3) zanieczyszczenia pyłowe i gazowe (elektrownia, taśmociągi, składowiska popiołu i żużlu, transport, zwałowiska);
- 4) eksploatacja torfu;
- 5) budowa kanałów zastępujących przekładane odcinki rzek i odprowadzających wodę z odwodnień.

Najważniejszą, kompleksową przyczyną jest odwodnienie górotworu w dwóch złożach: Bełchatów (od 1975 r.) i Szczerców (od 2000 r.), powodujące zanik

wód powierzchniowych i gruntowych oraz przesuszenie siedlisk. System odwodnienia wgłębnego w rejonie odkrywki Bełchatów obejmuje około 300 studni o głębokości do 350 m; dla odkrywki Szczerców zaplanowano podobną liczbę studni. Ich wydajność – ponad 280 mln m<sup>3</sup> wody rocznie – oznacza poważne zubożenie środowiska przyrodniczego. Woda jest odprowadzana do Widawki i Krasówki (dorzecze Warty), tylko część tych zasobów zużywa elektrownia. Odwodnienie złoża spowodowało obniżenie zwierciadła wody (w centrum o prawie 300 m) oraz powstanie i rozszerzanie się leja depresyjnego. Obecnie jego powierzchnia wynosi ok. 1000 km<sup>2</sup>. Centrum depresji ulega przemieszczeniu na zachód, tj. zgodnie z kierunkiem odwodnienia i eksploatacji węgla (Kozłowski 1987, Kuszneruk 1987, Kurowski 1993, Materiały Dyrekcji Kopalni, 2005).

W pierwszych latach odwodnienia w badanych fitocenozach leśnych zaobserwowano reakcje i wczesne zmiany poprzedzające wystąpienie procesów syndynamicznych. Należą do nich, składające się na trywializację flory:

- zmniejszenie liczebności i zagęszczenia gatunków hydro- i higrofilnych;
- ustępowanie gatunków hemerofobnych, zwłaszcza hydro- i higrofitów: w fitocenozach *RnA*: *Hottonia palustris*, *Calla palustris*, *Scirpus sylvaticus*, *Carex acutiformis* i in. oraz w płatach *VuP*: *Eriophorum vaginatum*, *Andromeda polifolia*, *Oxycoccus palustris* i in., a ponadto ograniczenie rozwoju torfowców, wątrobowców i grzybów;
- wnikanie gatunków hemerofilnych, zwłaszcza ubikwistycznych nitrofilnych mezofitów (*Urtica dioica*, *Galium aparine*, *Rubus sp. pl.* i in.) oraz pojawienie się neofitów (np. *Padus serotina*, *Acer negundo*, *Impatiens parviflora*);
- zwiększone wydzielanie się posuszu oraz ograniczenie przyrostu drzew i drzewostanów.

### 3. PROCESY SYNDYNAMICZNE ZACHODZĄCE W FITOCENOZACH

#### 3. 1. Fluktuacja

Fluktuacja jest powszechnym zjawiskiem we wszystkich typach zbiorowisk leśnych BOP, bez względu na stopień ich antropogenicznych przekształceń. W zbiorowiskach lasów higrofilnych fluktuacja obejmuje różnorodne przemiany o charakterze dostosowawczym do zmieniających się nagle warunków abiotycznych i biotycznych. Obserwuje się tu zwiększony obsiew drzew (m.in. brzozy i olchy) i krzewów oraz rozwój mezofitów wypełniających luki po ustępujących hydro- i higrofitach. „Ratunkowa” rola fluktuacji szybko traci na znaczeniu, ponieważ następują zmiany degeneracyjne, a następnie zmiany regresyjne, obejmujące całe obszary siedliskowe lasów higrofilnych w zasięgu leja depresyjnego.

Zjawisko fluktuacji posiada szczególne znaczenie w zbiorowiskach o typie gospodarki wodnej przemysłowej, w których w związku z odwodnieniem siedlisk nie wystąpiła natychmiast degeneracja i nie pojawiła się regresja, tj. w płatach

dąbrowy świetlistej *Potentillo albae-Quercetum*, grądu wysokiego *Tilio-Carpinetum calamagrostietosum*, boru mieszanego sosnowo-dębowego *Quercus-roboris-Pinetum*, boru sosnowego świeżego *Leucobryo-Pinetum* i boru sosnowego suchego (chrobotkowego) *Cladonio-Pinetum*. W badanych fitocenozach, utrzymuje się względnie trwałe skład gatunkowy.

### 3. 2. Degeneracja

Najpowszechniejszym przejawem degeneracji fitocenozy leśnych na siedliskach podlegających osuszaniu jest zastępowanie gatunków roślin higrofilnych przez mezofilne oraz pojawienie się kserofitów (m.in. *Calamagrostis epigeios*, *Festuca ovina* i *Deschampsia flexuosa*). Tę formę degeneracji można nazwać kserofityzacją, która oznacza zarówno zmiany florystyczne jak i siedliskowe prowadzące bezpośrednio do regresji zbiorowisk higrofilnych.

Największą dynamikę wykazuje degeneracja w lasach olszowych bagiennych *Ribeso nigri-Alnetum* (tab. 1, ryc. 2) i borach sosnowych bagiennych *Vaccinio uliginosi-Pinetum* (tab. 2, ryc. 3). W fitocenozach olsowych *RnA*, zlokalizowanych w odległości do około 5 km względem centrum leja depresyjnego, po 2–3 latach od rozpoczęcia odwodnienia obserwuje się zdecydowane wycofywanie się gatunków hydro- i higrofilnych (*Hottonia palustris*, *Calla palustris*, *Caltha palustris*, *Scirpus sylvaticus*, gatunki rodzaju *Sphagnum*, *Thelypteris palustris*, *Carex acutiformis* i in.). Jednocześnie stwierdzono wkraczanie mezofitów, głównie nitrofilnych: *Rubus idaeus*, *R. plicatus*, *Galium aparine* i *Lamium maculatum*. Po 5 latach degeneracja obejmuje wszystkie biochory olsowe położone w odległości do 6 km od centrum leja depresyjnego. Rozpoczyna się regresja gatunków stenohydrycznych i powszechna trywializacja flory. Degeneracja fitocenozy *RnA* nasila się; po około 5 latach permanentnego odwodnienia pojawiają się gatunki grądowe, które dostają się tu z sąsiednich ekosystemów grądowych *Tilio cordatae-Carpinetum betuli*. Postępująca wymiana gatunków prowadzi do zaniku cech naturalnego zbiorowiska olsowego. Wyróżnione, poza kserofityzacją, formy degeneracji to fruticetyzacja (Olaczek 1974), zwana także – w węższym zakresie – rubietyzacją (Ratyńska, Szwed 1995) i ruderalizacja (Czerwiński 1995, Łaska 2001, Rambouskova 1984), nazywana również geranietyzacją (Brzeg, Krotoska 1984). Niektóre reakcje fitocenozy odpowiadają charakterystyce innych form wyróżnionych przez Czerwińskiego (1995), tj. łągowieniu oraz ubożeniu prowadzącemu do tworzenia się zbiorowisk kałużowych, tj. zubożałych florystycznie, zwykle pozbawionych gatunków charakterystycznych zespołu. Podobne zmiany degeneracyjne w płatach *RnA* w odległości ponad 10 km od centrum leja depresji pojawiały się zwykle po około 10 latach od rozpoczęcia odwodnienia, natomiast w fitocenozach tego zespołu zlokalizowanych w odległości ponad 16 km od centrum nie stwierdzono zmian, ani we florze, ani w strukturze lasu.

W zbiorowisku boru bagiennego *Vaccinio uliginosi-Pinetum* już w ciągu 2–3 lat po rozpoczęciu odwodnienia wystąpiły symptomy degeneracji. Proces ten rozpoczyna się zwykle od zdecydowanego zmniejszenia liczebności, a nawet

**Tabela 1. Zmienność pokrycia grup gatunków typowych dla poszczególnych etapów przemian fitoleja depresyjnego w 1977 r. (na podstawie dokumentacji fitosocjologicznej z 5. stałych powierzchni**  
 Table 1. Variation of cover index for typical species at respective stages of transformation of alder of the depression crater in 1977 (based on phytosociological documentation from 5 permanent observation

<b>Typ zbiorowiska</b>	Type of community
<b>Rok</b>	Year
<b>Dominujący proces syndynamiczny</b>	Dominant syndynamic process
<b>Nazwa gatunku</b>	Name of species
<b>Drzewa i krzewy</b>	Trees and shrubs
<i>Alnus glutinosa</i> , a	
<b>Krzewy – promotorzy sukcesji wtórnej</b>	Shrubs – initiators of secondary succession:
<i>Padus avium</i> , <i>Frangula alnus</i> , <i>Corylus avellana</i> , b, c	
<b>Drzewa i krzewy łąkowe</b>	Trees and shrubs of oak-hornbeam forest:
<i>Quercus robur</i> , <i>Sambucus racem.</i> , <i>Populus tremula</i> , <i>Carpinus betulus</i> , <i>Acer platanoides</i> , <i>A. pseud.</i> , b, c	
<i>Rubus idaeus</i> , <i>R. plicatus</i> , <i>R. caesius</i> , b, c	
<b>Drzewa i krzewy (łącznie) w warstwach b, c</b>	Trees and shrubs (altogether) in layers b and c
<b>Runo</b>	Herb layer
<b>Hydrofity:</b>	Hydrophytes:
<i>Hottonia palustris</i> , <i>Oenanthe aquatica</i> , <i>Calla palustris</i> , <i>Cardamine amara</i> , <i>Caltha palustris</i> , <i>Scirpus sylvaticus</i>	
<b>Higrofity:</b>	Hygrophytes
<i>Thelypteris palustris</i> , <i>Sphagnum palustre et al.</i> , <i>Carex acutiformis</i> , <i>Iris pseudoacorus</i> , <i>Carex elongata</i>	
<b>Mezofity nitrofilne (łąkowe):</b>	Nitrophilous mesophytes (flood plain)
<i>Urtica dioica</i> , <i>Galium aparine</i> , <i>Lamium maculatum</i>	
<b>Mezofity łąkowe:</b>	Mesophytes of oak-hornbeam forest:
<i>Aegopodium podagraria</i> , <i>Anemone nemorosa</i> , <i>Paris quadrifolia</i> , <i>Festuca gigantea</i> , <i>Milium effusum</i> , <i>Asarum europaeum</i> , <i>Hepatica nobilis</i> , <i>Galeobdolon luteum</i>	
<b>Kserofity:</b>	Xerophytes:
<i>Calamagrostis epigejos</i> , <i>Festuca ovina</i>	
<b>Suma średnich procentów pokrycia grup gatunków runa</b>	Sum of average percentages cover indices for herb layer species (<1 = 0,7)

zaniku *Carex echinata*, *Eriophorum vaginatum*, *Polytrichum commune*, gatunków rodzaju *Sphagnum*, *Andromeda polifolia*, *Oxycoccus palustris* i in. Jednocześnie obserwuje się systematyczne zmniejszanie się pokrycia obydwu gatunków charakterystycznych zespołu, tj. *Ledum palustre* i *Vaccinium uliginosum*. Zwalnianą przestrzeń w runie zajmują ubikwistyczne gatunki mezofilne: *Dryopteris carthusiana*, *Moehringia trinervia*, *Trientalis europaea*, a następnie *Poa pratensis*, *Anthoxanthum odoratum*, *Luzula pilosa* i in. W końcowym etapie zaawansowanej degeneracji pojawiają się gatunki traw siedlisk suchych. Bór bagienny traci cechy naturalne i przyjmuje charakter zbiorowiska zubożonego florystycznie (ryc. 4). Wymiana higrofitów na mezofity, a także pojawienie się kserofitów jest klasycznym przykładem kserofityzacji, prowadzącej do nieodwracalnych zmian w fitocenozach boru bagiennego. Wyraźnie zwiększony udział traw pozwala na wyróżnienie innej formy degeneracji, tj. cespityzacji, natomiast stwierdzony na niektórych powierzchniach rozwój jeżyn *Rubus sp. pl.* i innych krzewów świadczy o wystąpieniu frutycytacji (Olaczek 1974).

**cenoz olsu *Ribeso nigri-Alnetum* w kompleksach leśnych położonych w odległości 4–6 km od centrum obserwacyjnych)**

swamp forest *Ribeso nigri-Alnetum* phytocoenoses in forest complexes located 4–6 km from the centre plots)

<i>Ribeso nigri-Alnetum</i>		<i>Alnus-Urtica</i>	<i>Alnus-Corylus-Urtica</i>	<i>? Tilio-Carpinetum</i>
naturalny natural	zdegenerowany degenerated			
1977	1982	1987	1991	2003
degeneracja degeneration	regresja regression	sukcesja wtórna secondary succession		kreatywna creative
		inicjacja initiation		
średnie procenty pokrycia (obliczone dla jednej powierzchni) average percentage cover index (calculated per single plot)				
67,5	42,5	37,5	37,5	33,5
22,2	27,2	33,0	44,5	38,0
1,4	3,6	5,8	12,0	22,2
2,7	2,7	9,7	16,2	8,3
<b>26,3</b>	<b>33,5</b>	<b>48,5</b>	<b>72,7</b>	<b>68,5</b>
6,6	1,7	–	–	–
52,9	30,1	8,9	4,1	–
19,4	18,3	63,4	57,7	20,8
5,6	10,4	18,0	37,6	54,5
–	–	–	0,7	1,4
<b>84,5</b>	<b>60,5</b>	<b>90,3</b>	<b>100,1</b>	<b>76,7</b>

### 3. 3. Regeneracja

Zjawisko regeneracji fitocenoz leśnych występuje niemal wyłącznie w zbio-  
rowiskach rozwijających się poza siedliskami hydrogenicznymi i semihydroge-  
nicznymi. W objętych monitoringiem lasach i borach mieszanych o charakterze  
mezofilnym występuje jednocześnie kilka procesów syndynamicznych; są to zwy-  
kle fluktuacja, degeneracja i regeneracja. Na zdecydowanej większości badanych  
powierzchni na siedliskach grądowych *Tilio-Carpinetum* występuje drzewostan  
antropogenicznego pochodzenia, zwykle ze znacznym udziałem sosny *Pinus syl-*  
*vestris*, która nie odnawia się i wraz z wiekiem ulega spontanicznemu wydzielaniu  
się. Jest to powszechna forma regeneracji grądu – można ją nazwać depinetyzacją  
(Kurowski 2004). Nie jest ona jednak związana z efektem odwodnienia. Podobne  
zjawisko stwierdzono również w dąbrowie *Potentillo albae-Quercetum* z do-  
minacją sosny w drzewostanie.

**Tabela 2. Zmienność pokrycia grup gatunków typowych dla poszczególnych etapów przemian fitocenozy od centrum leja depresyjnego w 1977 r. (na podstawie dokumentacji fitosocjologicznej z 6. stałych po-**  
**Table 2. Variation of cover index for typical species at respective stages of transformation of forest boggy pine**  
**crater in 1977 (based on phytosociological documentation from 6 permanent observation plots)**

<b>Typ zbiorowiska</b>	Type of community
<b>Rok</b>	Year
<b>Dominujący proces syndynamiczny</b>	Dominant syndynamic process
<b>Nazwa gatunku</b>	Name of species
<b>Drzewa i krzewy</b>	Trees and shrubs
<i>Pinus sylvestris</i> ,	a
“	b, c
<i>Betula pubescens</i> , <i>B. pendula</i> ,	a
“	b, c
<i>Quercus robur</i> ,	a
“	b, c
<i>Frangula alnus</i> , <i>Rubus plicatus</i> ,	
<i>R. idaeus</i> ,	b, c
<b>Inne: Others</b>	
<i>Sorbus aucuparia</i> , <i>Populus tremula</i> ,	b, c
<b>Runo</b>	Herb layer
<b>Gatunki torfowiskowe (higrofity):</b>	Peat species (hygrophytes):
<i>Sphagnum nemoreum</i> , <i>Sph. cuspid. et al.</i> ,	<i>Polytrichum commune</i> , <i>Eriophorum vaginatum</i> , <i>E. angustifolium</i> ,
<i>Carex echinata</i> , <i>Andromeda polifolia</i> ,	<i>Oxycoccus palustris</i>
<i>Molinia caerulea</i>	
<b>Gatunki charakterystyczne zespołu (borowe higrofity):</b>	Community characteristic species (hygrophytes of
coniferous forest):	coniferous forest):
<i>Ledum palustre</i> , <i>Vaccinium uliginosum</i>	
<b>Pozostałe gatunki borowe (borowe mezofity):</b>	Other species of coniferous forest (mesophytes of coniferous
forest)	forest)
<i>Vaccinium myrtillus</i> , <i>V. vitis-idaea</i> ,	<i>Pteridium aquilinum</i> ,
<i>Melampyrum pratense</i> , <i>Trientalis europaea</i> ,	<i>Pleurozium schreberi</i>
<i>Calluna vulgaris</i>	
<b>Ubikwistyczne gatunki mezofilne:</b>	Cosmopolitan mesophytes:
<i>Dryopteris carthusiana</i> ,	<i>Moehringia trinervia</i> ,
<i>Anthoxanthum odoratum</i> ,	<i>Luzula pilosa</i> ,
<i>Holcus lanatus</i> ,	<i>Poa pratensis</i> ,
<i>Chamaenerion angust.</i> ,	<i>Oxalis acetosella</i> ,
<i>Veronica officinalis</i>	
<b>Kserofity:</b>	Xerophytes: <i>Calamagrostis epigejos.</i> ,
	<i>Festuca ovina</i> ,
	<i>Deschampsia flexuosa</i>
<b>Suma średnich procentów pokrycia gatunków runa</b>	
Sum of average percentages cover indices for herb layer species	c
	d

### 3. 4. Regresja

Na obszarze objętym zasięgiem leja depresyjnego wszystkie zbiorowiska lasów higrofilnych ulegają najpierw zmianom degeneracyjnym, a następnie regresyjnym. Proces regresji objął w pierwszej kolejności (po około 10 latach od rozpoczęcia odwodnienia) fitocenozy *Ribeso nigri-Alnetum* zlokalizowane w odległości do około 6 km od centrum depresji. Po następnych 5 latach regresja wystąpiła w lasach bagiennych w odległości do 16 km od centrum leja depresyjnego. Obecnie również ta odległość stanowi granicę występowania regresji w bełchatowskich olsach. Początek procesu regresji charakteryzuje się zanikiem

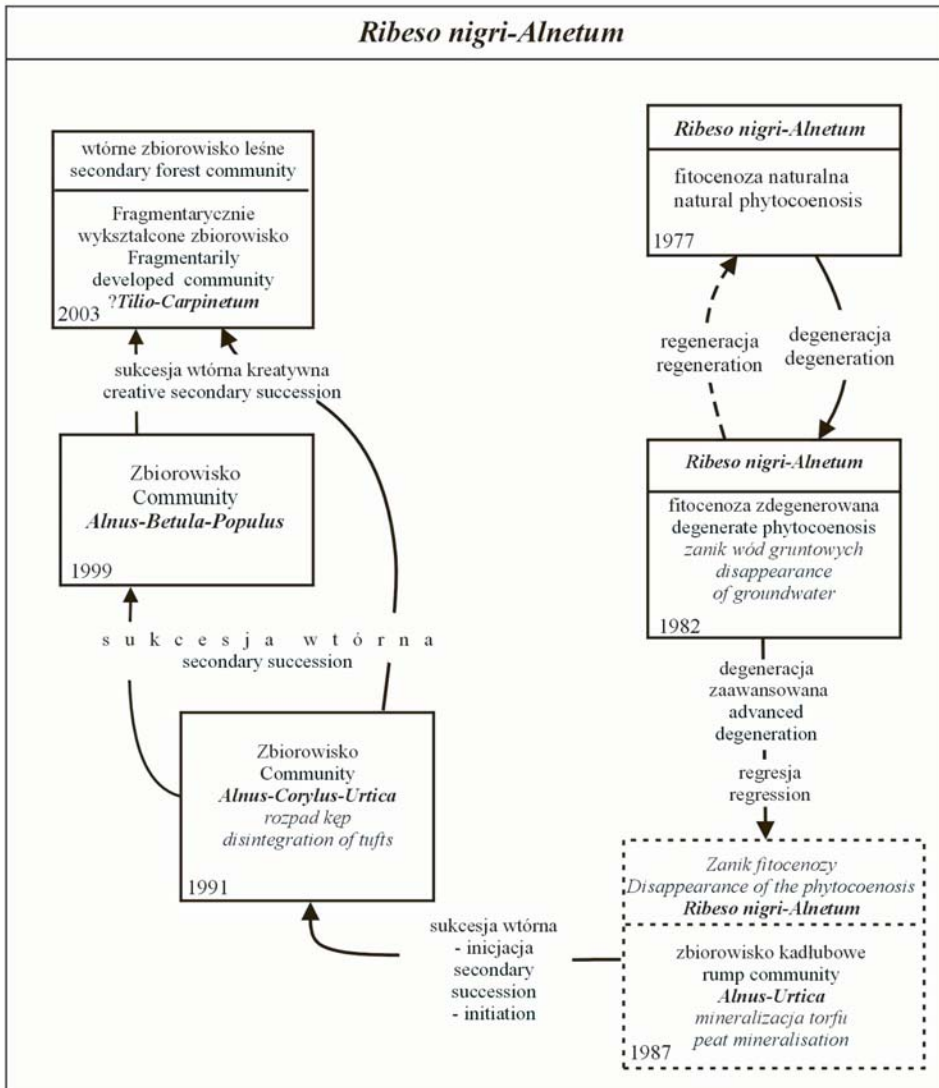


**boru bagiennego *Vaccinio uliginosi-Pinetum* w kompleksach leśnych położonych w odległości 2–5 km wierzchni obserwacyjnych)**

*Vaccinio uliginosi-Pinetum* phytocoenoses in forest complexes located 2–5 km from the centre of the depression

<i>Vaccinio uliginosi-Pinetum</i>		zbior. kadlub. improved community <i>? Molinio-Pinetum</i>	<i>Pinus-Frangula- Rubus</i>	<i>Pinus-Quercus- Pteridium</i>	<i>? Quercus- roboris-Pinetum</i>
naturalny natural	zdegenerowany degenerated				
1977–78	1982–83	1986–87	1991	1999	2003
degeneracja degeneration	regresja regression	sukcesja wtórna secondary succession			
		inicjacja initiation	zaawansowana advanced	kreatywna creative	
średnie procenty pokrycia (obliczone dla jednej powierzchni) average percentage cover index (calculated per single plot)					
64,6	50,0	41,7	41,7	37,5	37,5
3,5	3,7	3,7	2,9	2,8	4,8
13,4	5,3	6,2	5,8	7,1	7,1
6,6	9,0	11,1	16,4	12,5	13,0
–	–	–	–	0,7	1,0
1,6	3,8	4,2	7,4	10,3	10,2
5,6	11,4	22,6	40,7	37,6	33,3
–	0,7	1,3	3,2	3,7	4,8
30,7	7,2	1,2	0,7	-	-
16,7	17,7	18,1	18,1	10,6	5,4
48,4	29,8	15,1	11,0	8,8	4,6
77,5	96,0	104,2	123,2	144,8	143,5
3,3	4,2	3,3	3,3	3,6	3,5
2,8	9,7	13,6	20,8	20,9	18,7
–	0,7	1,4	3,1	6,1	9,3
123,6	115,1	109,9	131,6	132,3	122,5
56,5	50,2	47,0	48,6	62,5	62,5

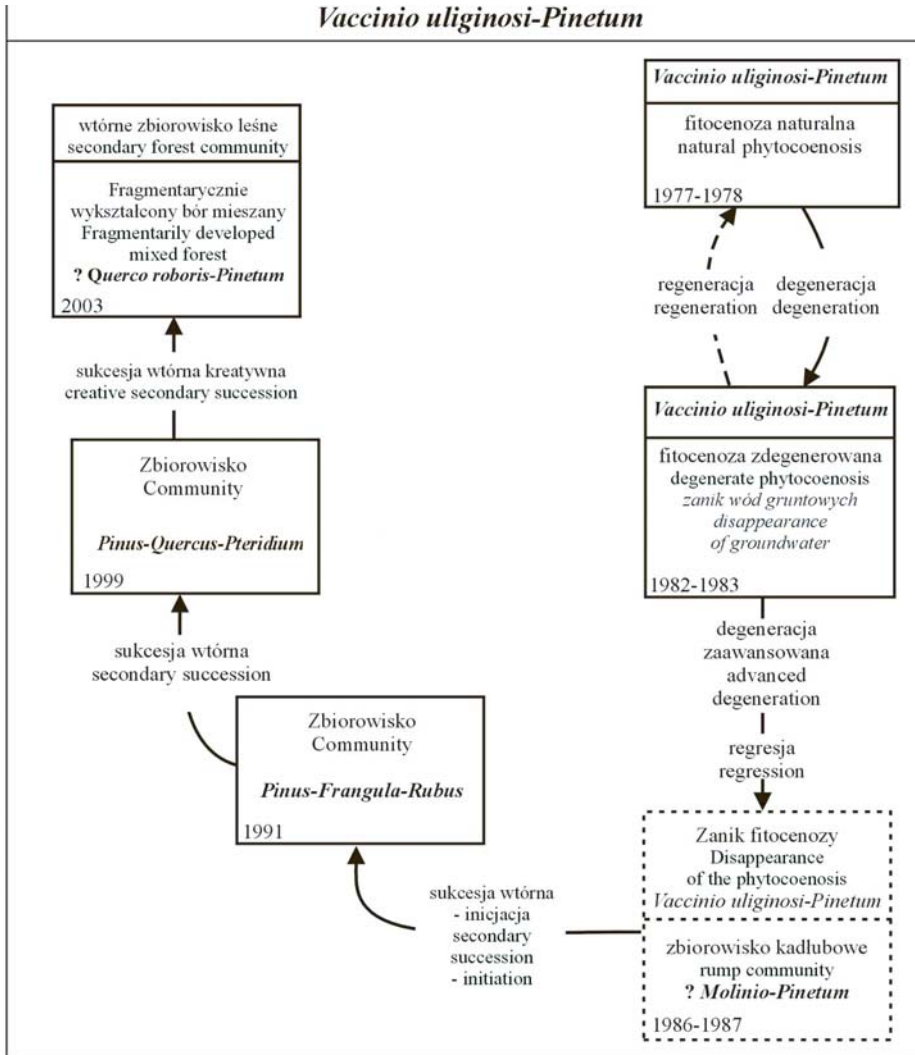
gatunków hydro- i higrofilnych. Ich miejsce zajmują gatunki powszechnie występujące w łąkach, zwłaszcza *Urtica dioica*, *Galium aparine*, *Lamium maculatum*, rzadziej *Deschampsia caespitosa* i *Poa trivialis* (tab. 1). Pierwsze 3 gatunki wykazują zdecydowaną ekspansję w drugiej fazie regresji – stwierdzono to na licznych powierzchniach. Olsy w zaawansowanej regresji upodabniają się nieco do zbiorowisk łąkowych *Fraxino-Alnetum* i *Poo trivialis-Alnetum* (Czerwiński 1995, Jakubowska-Gabara 1985, Olaczek 1972). Jednocześnie zmienia się struktura warstwowa. Na skutek licznego wydzielania się *Alnus glutinosa* i in. gatunków drzew (m.in. brzozy omszonej) następuje wyraźne zmniejszenie zwarcia warstwy



**Ryc. 2. Schemat przekształceń fitocenozy *Ribeso nigri-Alnetum* pod wpływem odwodnienia siedliska w BOP w latach 1977–2003**

Pattern of transformations of *Ribeso nigri-Alnetum* phytocoenoses caused by habitat drainage in the Belchatów Industrial Region (BOP) in 1977–2003

drzewostanowej, natomiast wzmocniony rozwój (w powstających lukach) wykazują *Frangula alnus*, *Padus avium* i *Corylus avellana*. Wpływa to wydatnie na wzrost zwarcia przede wszystkim warstwy podszycia. Powstaje zbiorowisko kadłubowe *Alnus-Urtica*, zwane przez Czerwińskiego (1995) olszyną pokrzywową. W stosunku do naturalnego zbiorowiska posiada ono mniej różnorodną, wyraźnie zużożoną florę, odmienną wewnętrzną strukturę przestrzenną oraz zmienioną (w porównaniu ze zbiorowiskiem naturalnym) fizjonomię. Jednocześnie następuje



**Ryc. 3. Schemat przekształceń fitocenozy *Vaccinio uliginosi-Pinetum* pod wpływem osuszania siedliska w BOP w latach 1977–2003**

Pattern of transformations of *Vaccinio uliginosi-Pinetum* phytocoenoses caused by habitat drainage in the Belchatów Industrial Region (BOP) in 1977–2003

zdecydowana degradacja gleby: czarna ziemia i torf ulegają murszeniu (ryc. 5), a potężne kępy – destrukcji.

W kompleksach borów bagiennych *Vaccinio uliginosi-Pinetum* zlokalizowanych w bezpośrednim sąsiedztwie odkrywki Bełchatów regresja wystąpiła po 10 latach od rozpoczęcia odwodnienia. Na skutek osuszenia siedlisk większość badanych fitocenozy uległa najpierw degeneracji, następnie przekształceniu w zbiorowiska kadłubowe, przypominające bór sosnowy wilgotny *Molinio-Pinetum*



**Ryc. 4. Płat osuszonego boru bagiennego *Vaccinio uliginosi-Pinetum* (degeneracja)**

Fig. 4. A fragment of drained boggy coniferous forest *Vaccinio uliginosi-Pinetum* (degeneration)



**Ryc. 5. Drzewostan olszowy po drastycznym osuszeniu siedliska i mineralizacji torfu – zanik naturalnych cech olsu *Ribesio nigri-Alnetum***

Fig. 5. Alder stand after drastic sites' drainage and peat mineralisation – disappearance of natural features of alder swamp forest *Ribesio nigri-Alnetum*



**Ryc. 6. Bór bagienny po 10 latach osuszania siedliska – zanik naturalnych cech zespołu *Vaccinio uliginosi-Pinetum* (regresja)**

Fig. 6. Boggy coniferous forest after 10 years of habitat's drainage – disappearance of natural features of *Vaccinio uliginosi-Pinetum* community (regression)

(tab. 2). Ten zubożały bór, pozbawiony gatunków torfowiskowych i in. higrofitów, z licznym posuszem (brzoza omszona, w mniejszym stopniu – sosna i brzoza brodawkowata) podlega dalszemu rozpadowi, tak strukturalnemu, jak i pod względem funkcji (ryc. 6). Mineralizacja torfu i powszechna degradacja gleby dopełniają charakterystyki regresji borów bagiennych. W nielicznych biochorach *VuP*, w zasięgu leja depresyjnego, proces regresji toczy się znacznie wolniej. Jeszcze obecnie na suchych od lat siedliskach tam, gdzie biomasa runa uległa wyraźnemu zmniejszeniu (Kurowski 1993) nadal występują, kwitną i owocują zarówno *Ledum palustre* jak i *Vaccinium uliginosum*, a drzewostan nie odznacza się nadmiernym wydzieleniem się posuszu.

### 3. 5. Sukcesja wtórna

Na obszarach biochor *Ribeso nigri-Alnetum*, *Fraxino-Alnetum*, *Carici remotae-Fraxinetum*, *Tilio-Carpinetum stachyetosum*, *Vaccinio uliginosi-Pinetum*, *Molinio-Pinetum* i śródleśnych torfowisk, tam gdzie wystąpiła regresja pojawia się proces sukcesji wtórnej. Jej inicjacja, tempo rozwoju i kierunki uzależnione są od aktualnego składu florystycznego rozpadających się struktur uprzednio występujących zbiorowisk. W jej efekcie las higrofilny ulega stopniowemu przekształceniu w las mezofilny.

W kompleksach olsowych *RnA* inicjacja sukcesji wtórnej rozpoczyna się po przynajmniej częściowym rozpadzie drzewostanu (posusz) oraz po wycofaniu się flory szuwarowej (*Carex acutiformis* i in.) i olsowej. Jest to stadium charakteryzujące się rozpadem murszejących kęp. Ma ono miejsce około 15 lat od rozpoczęcia odwodnienia. Niektóre gatunki krzewiaste, zwłaszcza *Corylus avellana* i *Frangula alnus* wykazują zdecydowaną progresję – na wielu badanych powierzchniach stają się głównymi dominantami w podszyciu. Z mniejszym udziałem występują: *Sambucus racemosa*, *S. nigra*, *Salix cinerea*, *S. caprea* i in. Powszechnym zjawiskiem jest masowe pojawienie się jeżyn, zwłaszcza: *Rubus*



**Ryc. 7. Stadium rozpadu kęp w olsie – inicjacja zbiorowiska *Alnus-Corylus-Urtica* (sukcesja wtórna)**

Fig. 7. Stage of tufts disintegration in alder swamp forest – initiation of *Alnus-Corylus-Urtica* (secondary succession)

*idaeus* i *R. plicatus*. Tworzy się inicjalne zbiorowisko zaroślowo-leśne *Alnus-Corylus-Urtica* (ryc. 7), w którym pojawiają się gatunki grądowe: zielne (*Anemone nemorosa*, *Aegopodium podagraria* i in.) i drzewiaste (*Carpinus betulus*, *Acer platanoides*, *A. pseudoplatanus* i in.). Jednostka ta jest zbliżona do wyróżnionego przez Czerwińskiego (1995) zbiorowiska zastępczego *Alnus-Rubus*, posiadającego związki dynamiczne z grądem. Na tendencje sukcesyjne olsu w kierunku grądu wskazywali Pawłowski i Zarzycki (1972) oraz Herbich (1994). W drugim stadium sukcesji dominujące dotychczas w runie ubikwistyczne gatunki łęgowe, głównie nitrofilne mezofity (*Lamium maculatum*, *Galium aparine*, *Urtica dioica* i in.) są sukcesywnie wypierane przez gatunki grądowe: zielne, krzewiaste i drzewiaste.

Na obszarze niektórych biochor olsowych około 20 lat od początków odwodnienia kształtuje się krótkotrwałe zastępcze zbiorowisko antropogeniczne *Alnus-Betula-Populus* w typie lasu mieszanego wilgotnego ze słabo zwartym, młodym drzewostanem, złożonym z gatunków zanikającego olsu (*Alnus glutinosa*, *Padus avium*, *Betula pendula*) oraz nowo pojawiających się: *Populus tremula*, *Quercus robur*, *Carpinus betulus*, *Sorbus aucuparia*, *Acer platanoides*, *A. pseudo-platanus*, *Fraxinus excelsior*, *Pinus sylvestris* i in. Obecnie, po niemal 30 latach od początków odwodnienia, w 3. stadium sukcesji wtórnej kreatywnej tworzą się coraz bardziej zwarte wtórne zbiorowiska leśne, przypominające najczęściej fragmentarycznie wykształcony grąd *Tilio-Carpinetum*, jednakże bez kompletnej flory i typowej struktury warstwowej. W runie występują m.in.: *Anemone nemorosa*, *Aegopodium podagraria*, *Hepatica nobilis*, *Paris quadrifolia*, *Asarum europaeum*, *Milium effusum* i *Festuca gigantea* (tab. 1, ryc. 2).

Zubożenie florystyczne i strukturalne borów bagiennych *Vaccinio uliginosi-Pinetum* na terenach odwodnionych świadczy o zaniku cech naturalnych fitocenoz. Niespełna 15 lat od początku odwodnienia na zdegradowanym obszarze dawniej bezodpływowych niecek i u podnóży wydm, na siedliskach kwaśnych, ze zmurzałym torfem rozpoczyna się sukcesja wtórna. Niezbyt zwarty drzewostan ze znacznym udziałem posuszu czynnego (*Betula pubescens*, *B. pendula*, *Picea abies* i in.) i rozkładający się posusz bierny są czynnikami sprzyjającymi rozwojowi gatunków ubikwistycznych, głównie mezofitów. Są wśród nich pospolite gatunki traw (*Anthoxanthum odoratum*, *Poa pratensis* i in.), jeżyn (*Rubus plicatus*, *R. idaeus* i in.), a także nalot krzewów (zwłaszcza *Frangula alnus*) i drzew (*Betula pendula*, *Quercus robur*, *Sorbus aucuparia* i in.). Tworzy się krótkotrwałe zbiorowisko zastępcze zaroślowo-leśne *Pinus-Frangula-Rubus*. Po 20 latach od rozpoczęcia odwodnienia w podroście zaznacza się zwiększony udział *Quercus robur*; w runie swoją liczebność wyraźnie zwiększa *Vaccinium myrtillus*; coraz liczniej pojawia się *Pteridium aquilinum* i in. Kształtuje się nowa kompozycja florystyczna typu: *Pinus-Quercus-Pteridium*. To wtórne zbiorowisko posiada charakter zbliżony do siedliskowego typu z pogranicza boru wilgotnego i świeżego. Następne, bardziej zaawansowane stadium sukcesji wtórnej dotyczy okresu ponad 25 lat, licząc od początków odwodnienia. W tym czasie kształtuje się zwarta warstwa runa z dominacją *Vaccinium myrtillus* i stałym udziałem *Pteridium aquilinum*. Rośliny te są bardzo okazałe; osiągają najwyższy wśród wszystkich zbiorowisk borowych



**Fot. 8.** Zbiorowisko zbliżone do boru mieszanego *Quercus robur-Pinetum* po 25 latach odwodnienia siedliska boru bagiennego (sukcesja wtórna)

Fig. 8. Community similar to mixed coniferous forest *Quercus robur-Pinetum* after draining of boggy coniferous forest for 25 years (secondary succession)

stan biomasy (Kurowski 1993). W warstwie mszystej wyłącznym dominantem staje się *Pleurozium schreberi*. Jednocześnie następuje zdecydowany wzrost zwarcia warstwy podszycia, a w mniejszym stopniu niższej warstwy drzew. W podroście, poza dębem, stale pojawiają się obydwie gatunki brzoź, sosna oraz osika. Spontaniczne przemiany składające się na sukcesję wtórną kreatywną prowadzą w kierunku zbiorowiska zbliżonego do boru mieszanego świeżego *Quercus robur-Pinetum typicum* (tab. 2, ryc. 3 i 8).

#### 4. PODSUMOWANIE

1. Sztuczne odwodnienie siedlisk jest w rejonie kopalni odkrywkowej najważniejszym czynnikiem sprawczym degeneracji, regresji, sukcesji wtórnej i innych procesów syndynamicznych zachodzących w fitocenozach leśnych.

2. Najważniejsze reakcje i zmiany fitocenoz na siedliskach hydrogenicznych i semihydrogenicznych dotyczą składu florystycznego, struktury przestrzennej i populacyjnej oraz funkcjonowania ekosystemów leśnych.

3. Najpowszechniejszym przejawem degeneracji fitocenoz leśnych na siedliskach podlegających osuszaniu jest zastępowanie gatunków roślin higrofilnych przez mezofilne, a w skrajnych przypadkach, nawet przez kserofilne. Tę formę degeneracji nazwano kserofityzacją, która oznacza zarówno zmiany składu florystycznego jak i siedliska. Kserofityzacja zbiorowisk higrofilnych prowadzi bezpośrednio do ich regresji. Stwierdzone formy degeneracji fitocenoz leśnych na siedliskach bagiennych i wilgotnych (w kolejności wg częstotliwości występowania) przedstawiają się następująco: kserofityzacja, ubożenie florystyczne, ruderalizacja (= geranietyzacja), fruticetyzacja (= rubietyzacja), cespityzacja i łągowienie. Ponadto na badanym terenie występują inne formy degeneracji: pinetyzacja, mo-

notypizacja, juwenalizacja, neofityzacja, fagetyzacja i bryofityzacja. Nie są one jednak związane z efektem odwodnienia.

4. Na obszarze oddziaływania leja depresyjnego regresji ulegają wszystkie typy leśnych zbiorowisk higrofilnych. Są to: *Ribeso nigri-Alnetum*, *Fraxino-Alnetum*, *Carici remotae-Fraxinetum*, *Tilio-Carpinetum stachyetosum*, *Vaccinio uliginosi-Pinetum*, *Molinio-Pinetum* i *Sphagnetum magellanici pinetosum*. Czas wystąpienia i tempo regresji są dodatnio skorelowane z odległością dzielącą kompleksy lasów bagiennych i wilgotnych od centrum leja depresji (Kurowski 1993).

5. W wyniku sukcesji wtórnej zachodzącej po wcześniejszym wystąpieniu regresji naturalnego zbiorowiska powstają wtórne zbiorowiska zastępcze. W swoim rozwoju poprzedzone są często stadiami zaroślowymi i zaroślowo-leśnymi z dominacją pionierskich gatunków drzewiastych. Są to zbiorowiska krótkotrwałe, nie zrównoważone dynamicznie, posiadające w stosunku do zbiorowisk naturalnych, zubożałą florę. Dawne lasy higrofilne ulegają stopniowemu, spontanicznemu przekształceniu w lasy mezofilne, które po prawie 30 latach są tylko fragmentarycznie wykształcone, chociaż florystycznie oraz częściowo fizjonomicznie i strukturalnie przypominają określone zbiorowiska naturalne.

6. Przemiany badanych ekosystemów leśnych prowadzą m.in. do synantropizacji szaty roślinnej (w tym do znacznego zubożenia naturalnej różnorodności fitocenotycznej) oraz do redukcji naturalnej różnorodności siedliskowej.

*Autor składa serdeczne podziękowania Panu mgr Marcinowi Kiedrzyńskiemu za pomoc w opracowaniu artykułu.*

Praca została złożona 4.09.2006 r. i przyjęta przez Komitet Redakcyjny 9.03.2007 r.

## SYNDYNAMIC PROCESSES IN FOREST COMMUNITIES AS A RESULT OF HABITATS' DRAINAGE

### Summary

Studies on the dynamics of forest communities have been conducted in the Bełchatów Industrial Region since 1977. Water drainage a brown coal open frompit is the most important persisting anthropogenic factor in the area. The drainage system of the open pit comprises of 300 wells (up to 350 m deep). Habitat drainage causes varied reactions and dynamic processes in the forests, especially in hydrogenic and semihydrogenic soils. Studies have been conducted in permanent observation plots: phytosociological, dendrometric and ecological (Kurowski 1993). The main aims of the project are to identify and describe syndynamic processes and to examine transformation models of hygrophilous forest communities, in particular the alder swamp forest *Ribeso nigri-Alnetum* and the boggy pine forest *Vaccinio uliginosi-Pinetum*.

The following processes have been observed: degeneration, regeneration, fluctuation, regression and secondary succession. The replacement of hygrophilous plant species by mesophilous or even xerophilous ones is a common symptom of degeneration in forest phytocoenoses. The phenomenon, known as xerophytisation, is recognized as one of degeneration forms. Sec-



dary succession usually follows regression and leads to the formation of short-lived secondary communities. As a result of persistent habitat drainage the alder swamp forest *Ribesio nigri-Alnetum* has been transforming into a community resembling the oak-hornbeam forest *Tilio-Carpinetum* while the boggy pine forest *Vaccinio uliginosi-Pinetum* has become similar to the pine-oak forest *Quercu roboris-Pinetum*.

## LITERATURA

- Babczyńska-Sendek B., Kimsa T., Wika S. 1992. Szata roślinna Wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej w warunkach antropopresji. Prądnik. Prace Muz. Szafera, 5: 47-63.
- Brzeg A., Krotoska T. 1984. Zbiorowisko *Pinus-Geranium robertianum* – forma zniekształcenia grądu. Bad. Fizj. nad Polską Zach. 35, B: 43-66.
- Bengtsson J., Nilsson S. G., Franc A., Menozzi P. 2000. Biodiversity, disturbances, ecosystem function and management of European forests. For. Ecol. Manag., 132/1: 39-50.
- Czerwiński A. 1995. Geobotanika w ochronie środowiska lasów Podlasia i Mazur. Politechnika Białostocka, 1-345.
- Czyżewska K., Jakubowska-Gabara J. 1985. Szata roślinna przyszłego Bełchatowskiego Okręgu Przemysłowego oraz zachodzące w niej zmiany we wstępnym okresie inwestycji. [W:] Zmiany w środowisku przyszłego Bełchatowskiego Okręgu Przemysłowego (red. S. Liszewski). PWN. Warszawa – Łódź, 127-140.
- Ellenberg, H. 1982. Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in Okologischer Sicht. E. Ulmer, Stuttgart, 1-990.
- Faliński J. B. 1966. Próba określenia zniekształceń fitocenozy. System faz degeneracyjnych zbiorowisk roślinnych. Ekol. Pol., B, XII, 1: 31-42.
- Faliński J. B. 1972. Synantropizacja szaty roślinnej – próba określenia istoty procesu i głównych kierunków badań. Phytocoenosis, 1.3: 157-170.
- Faliński J. B. 1986. Vegetation dynamics in temperate lowland primeval forests. Ecological studies in Białowieża forest. Geobotany 8. Dr. W. Junk Publishers. Dordrecht, 537 ss.
- Faliński J. B. 1991. Procesy ekologiczne w zbiorowiskach leśnych. Phytocoenosis, (NS) 3, Sem. Geobot., 1: 17-41.
- Herbich J. 1994. Przestrzenno-dynamiczne zróżnicowanie roślinności dolin w krajobrazie młodogłaciowym na przykładzie Pojezierza Kaszubskiego. Monogr. Botan., 76: 1-174.
- Jakubowska-Gabara, J. 1985. Zespoły leśne Wysoczyzny Rawskiej i ich antropogeniczne zniekształcenia. Monogr. Bot., 65: 1-148.
- Kawalec A. 1987. Wpływ wyrobisk kopalni piasku na kształtowanie się przyrostów drzewostanów sosny zwyczajnej. Prace i Studia pod red. S. Godzika, PAN, Wrocław, Warszawa, 114 ss.
- Kornaś J. 1972. Wpływ człowieka i jego gospodarki na szatę roślinną Polski – flora synantropijna. [W:] Szata roślinna Polski (red. W. Szafer, K. Zarzycki). T. I: 95-128.
- Kornaś J. 1981. Oddziaływanie człowieka na florę: mechanizmy i konsekwencje. Wiad. Bot., 3: 165-182.
- Korpel S. 1989. Pralesy Slovenska. Ed. Veda. Bratislava, 1-329.
- Kozłowski Z. 1987. Rozwój górnictwa odkrywkowego w ZGE “Bełchatów” [W:] Krajowa Konferencja nt. “Ochrona Środowiska naturalnego w BOP”. Bełchatów, 117-130.
- Kucharski L. 1999. Szata roślinna łąk Polski Środkowej i jej zmiany w XX stuleciu. Wyd. Uniwersytetu Łódzkiego. Łódź, 1-167.
- Kurowski J. K. 1984. Sieć stałych powierzchni badawczych w lasach Bełchatowskiego Okręgu Przemysłowego. Prace Inst. Bad. Leśn., 631: 3-22.
- Kurowski J. K. 1993. Dynamika fitocenozy leśnych w rejonie kopalni odkrywkowej Bełchatów. Wyd. Uniwersytetu Łódzkiego. Łódź, 1-173.

- Kurowski J. K. 2004. La dégradation et la régénération de phytocénoses forestières: l' exemple de la Pologne Centrale. *Natura Mosana*, 57, 3: 57-76.
- Kuszneruk J. 1987. Lej depresyjny KWB "Bełchatów" – prognozy i rzeczywistość. [W:] Krajowa Konferencja nt. "Ochrona środowiska naturalnego w BOP". Bełchatów, 36-46.
- Łaska G. 2001. The disturbance and vegetation dynamics: a review and an alternative framework. *Plant Ecol.*, 157: 77-99.
- Mamiński M. 1986. Zbiorowiska roślinne torfowisk Bełchatowskiego Okręgu Przemysłowego. *Acta Univ. Lodz., Folia Bot.*, 4: 85-137.
- Materiały Dyrekcji Kopalni Węgla Brunatnego Bełchatów. 2005. Bełchatów, 1-32.
- Olaczek R. 1972. Formy antropogenicznej degeneracji leśnych zbiorowisk roślinnych w krajobrazie rolniczym Polski niżowej. Wyd. Uniwersytetu Łódzkiego. Łódź, 1-170.
- Olaczek R. 1974. Kierunki degeneracji fitocenoz leśnych i metody ich badania. *Phytocoenosis* 3. 3/4: 179-190.
- Olaczek R. 1982. Synantropization of phytocoenoses. *Memor. Zool.*, 37: 93-112.
- Olaczek R., Kucharski L., Pisarek W. 1990. Zanikanie obszarów podmokłych i jego skutki środowiskowe na przykładzie województwa piotrkowskiego (zlewnie Pilicy i Warty). *Stud. Ośrod. Dokum. Fizjogr.*, 18: 141-199.
- Ozenda P. 1986. La cartographie ecologique et ses applications. Masson. Paris, 1-160.
- Pawłowski B., Zarzycki K. 1972. Dynamika zbiorowisk roślinnych. [W:] Szata roślinna Polski (red. W. Szafer, K. Zarzycki), T. I. PWN, Warszawa, 481-501.
- Rambouskova H. 1984. Some notes on forest ruderalisation. *Preslia*, 56: 117-123.
- Ratyńska H., Szwed W. 1995. Degeneracja grądu na terenie Agroekologicznego Parku Krajobrazowego. *Parki Nar. Rezer. Przyr.*, 13: 99-113.
- Roy V., Ruel J-C, Plamondon A. P. 2000. Establishment, growth, survival of natural regeneration after clearcutting and drainage on forested wetlands. *For. Ecol. Manage.*, 129: 253-267.
- Sarkkola S., Hokka H., Lacho R., Paivanen J., Penttila T. 2005. Stand structural dynamics on drained peatlands dominated by Scots pine. *For. Ecol. Manage.*, 206: 135-152.
- Sukopp H. 1969. Der Einfluss des Menschen auf die Vegetation. *Vegetatio*, 17: 360-371.
- Tuxen R. 1966. Antropogene Vegetation. Bericht uber das Internationale Symposium in Stolzenau a. Weser 1961 der Intern. Vereinigung fur Vegetationskunde. W. Junk. Den Haag.
- Walker L. R., Moral R. 2003. Primary succession and ecosystem rehabilitation. Cambridge University Press, 1-442.