

Aleksandra Mazurkiewicz¹, Rita Rakowska², Wojciech Różański³, Józef Mitka¹

Received: 30.03.2018

Reviewed: 23.07.2018

Ogród Botaniczny, Instytut Botaniki, Uniwersytet Jagielloński

ul. Kopernika 31, 31–501 Kraków

aleksandra.mazurkiewicz@doctoral.uj.edu.pl

jozef.mitka@uj.edu.pl

² Zakład Ekologii Roślin, Instytut Botaniki, Uniwersytet Jagielloński

ul. Gronostajowa 3, 30–387 Kraków

rita.rakowska@doctoral.uj.edu.pl

³ Zakład Bioróżnorodności Leśnej, Instytut Ekologii i Hodowli Lasu

Wydział Leśny, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie

Al. 29 Listopada 46, 31–425 Kraków

rlrozans@cyf-kr.edu.pl

CZY ZBIOROWISKO DĘBOWO-SOSNOWEGO BORU MIESZANEGO (*PINO-QUERCETUM*) DALEJ ISTNIEJE W POŁUDNIOWEJ CZĘŚCI PUSZCZY NIEPOŁOMICKIEJ?

Do mixed oak-pine (*Pino-Quercetum*) forests in southern part
of the Niepołomice Forest still exist?

Abstract: The Niepołomice Forest has been a well described area in terms of its forest communities since the 1970s. Altogether, 178 phytosociological relevés with dominance of *Vaccinium myrtillus*, collected over the last c. 40 years, were classified, and those from more recent times (2008–2016) compared with the older ones. The relevés studied were classified into eight groups: two groups of swamp-pine forest *Vaccinio uliginosi-Pinetum* and six of mixed oak-pine *Pino-Quercetum* forests, all located in southern part of the forest complex. The swamp-pine forest lost certain character species: *Andromeda polifolia*, *Eriophorum vaginatum*, *Ledum palustre*. However, the most conspicuous finding was the disappearance of mesophilous species previously noted within the mixed oak-pine forests, in this forest grasses: *Festuca gigantea*, *Milium effusum* and *Poa trivialis*. Instead, a newcomer, the invasive shrub *Padus serotina*, appeared. Generally, the mixed oak-pine forests preserved their integrity in the area under study, however their species composition changed.

Key words: forest dynamics, forest site eutrophication, herb layer, *Pino-Quercetum*, long-term changes, Niepołomice Forest.

Wstęp

Puszcza Niepołomicka, zróżnicowany i duży kompleks leśny położony nieopodal Krakowa, jest obiektem zainteresowań przyrodników począwszy od 19. wieku (Besser 1809; Raciborski 1884; Krupa 1887, 1882). Szczególnie licznie, począwszy od lat 70. minionego stulecia, prowadzone są tu badania dotyczące

szeroko pojętej ochrony przyrody i funkcjonowania ekosystemu leśnego w warunkach presji człowieka (Banasik 1978), w tym fitosocjologiczne i florystyczne, których podsumowanie znajduje się w opracowaniu Dubiela (2003).

Metoda fitosocjologiczna, poza tradycyjnym zastosowaniem pozwalającym na wyróżnianie zespołów i zbiorowisk roślinnych (Feoli i Lagonegro 1982; Sokołowski 1993; Vacek i Matějka 2003), umożliwia także określenie dynamiki roślinności (Faliński 1986; 1995; Barabasz 1997; Holeksa i Woźniak 2003) i opisanie stref przejścia pomiędzy zbiorowiskami roślinnymi (Czapiewska i in. 2017).

Zagadnienie przekształceń zbiorowisk leśnych spotyka się w ostatnim czasie z dużym zainteresowaniem badaczy (Czerepko 2011). Materiały fitosocjologiczne, zebrane w monografii przygotowanej pod redakcją Matuszkiewicz (2007) wskazują, że na obszarze Polski w ostatnich dziesięcioleciach mają miejsce zmiany w poszczególnych typach fitocenoz leśnych, obejmujące także procesy zanikania zespołów leśnych, na przykład świetlistej dąbrowy. W tym przypadku należy wymienić bezpośredni wpływ działalności człowieka związany ze zmianą sposobu gospodarowania, ale również oddziaływanie pośrednie, na przykład poprzez zanieczyszczenia powietrza (Lee 1998; Walther i in. 2002).

Wpływ tych niekorzystnych oddziaływań nie ominął także Puszczy Niepołomickiej. Rabunkowa eksploatacja jej zasobów poprzez zręby zupełne, stosowane już w 19. wieku, a zwłaszcza w okresie II wojny światowej, i powszechne wprowadzanie monokultury sosny (sosnomania), doprowadziły do naruszenia równowagi biocenotycznej zbiorowisk leśnych w południowej części kompleksu leśnego. Zlokalizowana na zachód od Puszczy Niepołomickiej Huta im. Lenina (obecnie ArcelorMittal Poland S.A. Oddział w Krakowie) emitowała w okresie powojennym ogromne ilości gazowych i pyłowych zanieczyszczeń, przyczyniając się dodatkowo do jej degradacji (Grodziński i in. 1984). Ich wpływ objawiał się m.in. zamieraniem drzew, zwłaszcza sosny. Zagrożenie to zostało wyeliminowane pod koniec lat osiemdziesiątych ubiegłego wieku, poprzez modernizację zakładu hutniczego (Wertz 2009). Nie zmienia to jednak faktu, że obecnie Puszcza nadal pozostaje w zasięgu oddziaływania zanieczyszczeń atmosfery pochodzących z aglomeracji Krakowa i Górnośląskiego Okręgu Przemysłowego (Grodzińska i Szarek-Łukaszewska 2001). Także intensywna zabudowa miejscowości i powstanie gęstej sieci dróg, w tym wybudowanie na południowej granicy Puszczy autostrady A4, obniżenie poziomu wód gruntowych, zmiana form użytkowania gruntów oraz pojawienie się gatunków obcych, w tym inwazyjnych, mogą obecnie wpływać negatywnie na siedliska leśne.

Przemiany zbiorowisk leśnych w Polsce w ostatnich dekadach są faktem (Matuszkiewicz i in. 2007), często jednak pozostaje kwestią otwartą ich charakter. W naszych badaniach uwagę koncentrujemy na problemie trwałości (*persistence*) (Grimm i Wissel 1997) zbiorowiska sosnowo-dębowego boru mieszanego.

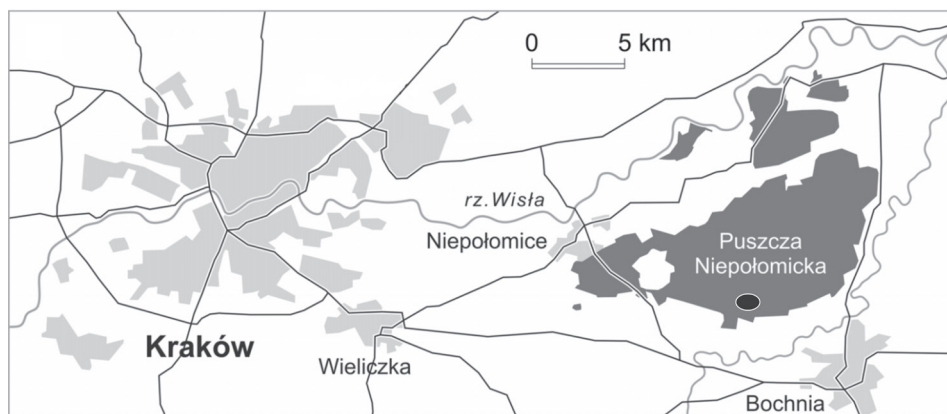
Celem niniejszej pracy jest określenie trwałości płatów zespołu boru mieszanego *Pino-Quercetum* w południowej części Puszczy Niepołomickiej, począwszy od lat 70. ubiegłego wieku, na podstawie porównania w czasie ich składu gatunkowego roślin naczyniowych. W tym celu wykorzystano zdjęcia fitysocjologiczne pochodzące z ostatnich dekad ubiegłego wieku oraz współcześnie wykonane w 2008 i 2016 r. Wynik porównania pozwolił na wysunięcie wniosków dotyczących długoterminowego charakteru zmian badanych płatów zbiorowiska leśnego. Szczególnie interesujące jest zagadnienie trwałości zespołu boru mieszanego *Pino-Quercetum* w aspekcie kierunkowej tendencji zmian runa leśnego boru mieszanego, odnotowanej pod koniec ubiegłego wieku (Mitka 1995; Rakowska i in. 2018). Czy proces ten, prowadzący do zaniku płatów boru mieszanego w południowej części Puszczy Niepołomickiej, posiada trwały charakter – jest tematem niniejszej pracy.

W pracy przyjęto ujęcie syntaksonomiczne boru mieszanego i bagiennego za Medwecka-Kornaś (1972), a nazwy roślin naczyniowych za Mirek i in. (2002).

Metodyka badań

Badania prowadzono w południowej części Puszczy Niepołomickiej (Ryc. 1), w pobliżu miejscowości Stanisławice, na siedlisku świeżego boru mieszanego reprezentowanego przez zespół boru mieszanego sosnowo-dębowego *Pino-Quercetum* w drzewostanach dojrzałych (powyżej około 60 lat) nie wykazujących śladów użytkowania gospodarczego.

Do badań wykorzystano 178 zdjęć fitysocjologicznych wykonanych metodą Braun-Blanqueta w latach 1970–1995 przez W. Różańskiego, J. Mitkę, M. Danka



Ryc. 1. Położenie Puszczy Niepołomickiej. Zaznaczono teren badań. Źródło: Suliński 1981, zmienione.

Fig. 1. Localization of the Niepołomice Forest. The area of investigations marked. Source: Suliński 1981, modified.

i Z. Bednarza, które wykorzystano jako wyjściowy materiał porównawczy. Aktualne dane fitosocjologiczne pochodzą z pracy Łaptosza (2009) r. i zdjęć własnych autorów (JM, AM, RR), zebranych w ciągu jednego sezonu wegetacyjnego w 2016 roku (Mazurkiewicz 2018). Ze względu na brak informacji dotyczącej dokładnej lokalizacji większości zdjęć fitosocjologicznych wykonanych w pierwszym okresie (lata 70.–95. ubiegłego wieku), aktualne powierzchnie próbne wybrano na podstawie kryterium obecności *Vaccinium myrtillus* na siedlisku boru mieszanego oraz – w przypadku pięciu zdjęć wykonanych w rezerwacie przyrody „Długosz królewski” – dodatkowo obecności *Osmunda regalis*. Zdjęcia reprezentują typowe płaty zbiorowisk boru mieszanego i boru wilgotnego w oddziale leśnym 268 i sąsiednich (Ryc. 1).

W zdjęciach wyróżniano dwie warstwy drzew (a1 i a2), warstwę krzewów (b), runa (c) oraz mchów (d). Dla każdej warstwy (za wyjątkiem warstwy d) sporządzono listę gatunków. Starsze zdjęcia wykonano w 7-stopniowej skali ilościowości Braun-Blanqueta, nowsze według 9-stopniowej skali van der Maarela (Dzwonko 2007). Dla obliczeń numerycznych dokonano następującej transformacji danych (pierwsza wartość – skala Braun-Blanqueta, druga, w nawiasie – transformacja według van der Maarela): r – (1): liczba osobników bardzo mała (jeden okaz), pokrycie 1%; + – (2): liczba osobników niewielka (kilka okazów), pokrycie nie przekraczające 5%; 1 – (3): pokrycie 2–5%; [2⁻] – (4): pokrycie 6–10%; 2 – (5): pokrycie 6–25%, (6–15%); [2⁺] – (6): pokrycie 16–25%; 3 – (7): pokrycie 26–50%; 4 – (8): pokrycie 51–75%; 5 – (9): pokrycie ponad 75%.

Klasyfikację numeryczną zdjęć fitosocjologicznych przeprowadzono przy użyciu programu MULVA-5 (Wildi i Orlóci 1995). W obliczeniach wykorzystano metodę średnich połączeń nieważonych UPGMA (*unweighted pair-group method using arithmetic averages*) i algorytm wiązania drzewa minimalnej wariancji (Dzwonko 2007). W rezultacie otrzymano uporządkowaną tabelę fitosocjologiczną odzwierciedlającą strukturę blokową gatunków i zdjęć. Dla każdej z grup obliczono stałość występowania gatunków: I – 1–20%; II – 21–40%; III – 41–60%; IV – 61–80%; V – 81–100% (Dzwonko 2007). Kryterium czasu pochodzenia zdjęć nie miało wpływu na wynik klasyfikacji. Stąd w jednej grupie mogły się znaleźć zdjęcia pochodzące z różnych okresów: „stare” (1970–1995) i „nowe” (2008 i 2016). Nazwy wyróżnionych obiektywnie ugrupowań na podstawie procedury klasyfikacyjnej posiadają charakter roboczy.

Wyniki

Klasyfikacja numeryczna pozwoliła na wyróżnienie 8 grup (typów) zbiorowisk o następującej charakterystyce fitosocjologicznej (Tabela 1):

1. Bór mieszany *Pino-Quercetum* z udziałem gatunków mezofilnych (G1)

Grupa została wyróżniona na podstawie 16 zdjęć wykonanych w latach

1982–1995 (Tabela 1). Warstwę drzew tworzą *Pinus sylvestris*, *Quercus robur* i *Betula pendula*. Podszyt jest zdominowany przez *Frangula alnus*. Grupa została wyróżniona na podstawie obecności gatunków mezotroficznych i zrębowych jak: *Festuca gigantea*, *Milium effusum*, *Poa trivialis*, *Rubus hirtus*, *R. idaeus*, *Senecio fuchsii* i *Urtica dioica*. Do gatunków wyróżniających należy *Galium aparine* i *Rumex acetosella*. Wysoką stałością charakteryzują się: *Carpinus betulus* (warstwa c), *Melampyrum pratense*, *Impatiens parviflora*, *Pteridium aquilinum* i *Veronica officinalis*.

2. Bór bagienny *Vaccinio uliginosi*-Pinetum (G2)

Grupę tworzą 4 zdjęcia wykonane w latach 70. ubiegłego wieku (Tabela 1). Jej wyróżnikiem jest występowanie *Vaccinium uliginosum* i obecność gatunków torfowiskowych z klasy *Oxycocco-Sphagnetea*: *Andromeda polifolia*, *Ledum palustre* i *Eriophorum vaginatum*. Warstwę drzew tworzą: *Pinus sylvestris*, *Betula pubescens* i *B. pendula*, w domieszce *Abies alba*. Podszyt tworzy podrost wymienionych gatunków rodzaju *Betula* i *Frangula alnus*. Poza wymienionymi wysoką stałością charakteryzują się: *Molinia arundinacea/caerulea*, *Dryopteris carthusiana* i *Frangula alnus* (warstwy b i c).

3. Bór mieszany *Pino-Quercetum* wariant z *Sambucus nigra* (G3)

Grupę tworzy 10 zdjęć wykonanych w latach 1978–1984 (Tabela 1). W warstwie drzew występują *Pinus sylvestris*, *Quercus robur* i *Betula pendula*, w podszycie *Q. robur*, *B. pendula* i *Frangula alnus*. Grupa została wyróżniona na podstawie obecności gatunków runa: *Sambucus nigra* (warstwa c), *Fragaria vesca* i *Cerastium holosteoides*. Pozostałe gatunki o wysokiej stałości to: *Carex brizoides*, *C. pilulifera*, *Chamaenerion angustifolium*, *Galeopsis bifida*, *Maianthemum bifolium*, *Mycelis muralis* i *Stellaria longifolia*.

4. Uboga, sucha postać boru mieszanego *Pino-Quercetum* (G4)

Grupę tworzy 10 zdjęć wykonanych przez W. Różańskiego oraz jedno zdjęcie z 2016 roku (Tabela 1). W warstwie drzew dominują *Pinus sylvestris* i *Quercus robur*, z domieszką *Q. petraea*. Te same gatunki, wraz z *Frangula alnus* i *Sorbus aucuparia*, tworzą warstwę słabo rozwiniętego podszytu. Grupa została wyróżniona na podstawie obecności *Calluna vulgaris*, który rzadko pojawia się w pozostałych zdjęciach; wysoką stałość posiada *Vaccinium vitis-idaea*.

5. Przekształcone, zdegradowane zbiorowisko boru bagiennego *Vaccinio uliginosi*-Pinetum z *Carex brizoides* (G5)

Grupę tworzy 6 zdjęć wykonanych w latach 1988–2016 (Tabela 1). Jej głównym wyznacznikiem jest obecność *Alnus glutinosa* w warstwie drzew, w podszycie i w runie, nie występuje ona bowiem w żadnym z pozostałych zdjęć. Gatunkiem dominującym w drzewostanie jest *Pinus sylvestris*, domieszkę tworzą *Quercus robur*, *Betula pendula* i *B. pubescens*. Podszyt zdominowany jest przez

Frangula alnus, pojawia się w nim także *Sorbus aucuparia*. Runo tworzy *Carex brizoides*, *Oxalis acetosella* i *Pteridium aquilinum*.

6. Typowy bór mieszany *Pino-Quercetum* (G6A) i typowy bór mieszany *Pino-Quercetum* facja z *Festuca gigantea* (G6B)

Bór mieszany *Pino-Quercetum* zróżnicowany na wariant typowy oraz fację z *Festuca gigantea* (Tabela 1). Wariant typowy reprezentowany jest przez 77 zdjęć wykonanych w latach 1972–2016, natomiast mniej różnorodna gatunkowo facja z *Festuca gigantea* – przez 19 zdjęć pochodzących z lat 1984–1995. W warstwie drzew dominują *Pinus sylvestris* i *Quercus petraea*, nieco rzadziej występuje *Betula pendula*, sporadycznie *Picea abies*. W wariacie typowym sporadycznie w warstwie drzew występuje *Sorbus aucuparia*. Podszyt reprezentowany jest przez *Frangula alnus* i gatunki pochodzące z warstwy drzew. Grupa zdjęć wyróżniona przez: *Convallaria majalis*, *Galeopsis bifida*, *Impatiens noli-tangere*, *Lysimachia nummularia*, *Mycelis muralis*, *Poa nemoralis*, *Polygonatum odoratum*, *Populus tremula*, *Stellaria nemorum*; wszystkie z bardzo niskimi wartościami stałości.

7. Bór mieszany *Pino-Quercetum* wariant z *Padus serotina* (G7)

Grupa wyróżniona na podstawie 36 zdjęć fitosocjologicznych wyłącznie z 2008 i 2016 roku (Tabela 1). W warstwie drzew dominuje *Pinus sylvestris*, mniejsze udziały posiadają *Betula pendula* i *Quercus robur*. Zaznacza się sporadyczny udział w warstwie drzew *Carpinus betulus*. Gatunkiem wyróżniającym jest *Padus serotina* (warstwy b i c). Warstwa podszytu charakteryzuje się występowaniem, obok *Padus serotina*, także *Sorbus aucuparia* oraz tam, gdzie brak *Carpinus betulus* – *Frangula alnus*. W runie występują: *Dryopteris carthusiana*, *Molinia arundinacea/caerulea*, *Trientalis europaea* i *Rubus plicatus*.

Dyskusja

Klasyfikacja numeryczna, wykonana na podstawie zdjęć fitosocjologicznych pochodzących z siedlisk borowych badanego obszaru, pozwoliła na wyróżnienie ośmiu typów zbiorowisk leśnych związanych z występowaniem *Vaccinium myrtillus*. Spośród nich sześć należy do różnych postaci boru mieszanego *Pino-Quercetum*, dwa – boru bagiennego *Vaccinio uliginosi-Pinetum*. Każdemu z nich, w mniejszym bądź większym stopniu, można przypisać różnicujący układ warunków siedliskowych, przede wszystkim uwilgotnienia gleby uzależniony od poziomu wód gruntowych. Stosunkowo długi okres czasu, obejmujący blisko 40 lat, pozwala na przeprowadzenie porównań składu gatunkowego badanych płatów leśnych.

Postawione pytanie dotyczyło trwałości składu gatunkowego płatów zespołu boru mieszanego *Pino-Quercetum*. Jako wyjściową hipotezę założono kontynuację procesu obserwowanego pod koniec ubiegłego wieku zaniku płatów boru

Tabela 1. Stopnie stałości (I – V) gatunków w poszczególnych warstwach roślinności w typach zbiorowisk wyróżnionych na podstawie wyniku klasyfikacji zdjęć fitosocjologicznych (MULVA): G1 - bór mieszany *Pino-Quercetum* z udziałem gatunków mezofilnych, G2 - bór bagienny *Vaccinio uliginosi-Pinetum*, G3 - bór mieszany *Pino-Quercetum* wariant z *Sambucus nigra*, G4 - uboga, sucha postać boru mieszanego *Pino-Quercetum*, G5 – przekształcony i zdegradowany bór bagienny *Vaccinio uliginosi-Pinetum* z udziałem *Carex brizoides*, G6A - typowe zbiorowisko boru mieszanego *Pino-Quercetum*, G6B - bór mieszany *Pino-Quercetum* wariant z *Festuca gigantea*, G7 - bór mieszany *Pino-Quercetum* wariant z *Padus serotina*. bd – brak danych.

Table 1. Constancy values (I – V) of species in the particular forest layers in types of plant communities recognized on the basis of the classification (MULVA) of the phytosociological relevés: G1 – mixed oak-pine forests *Pino-Quercetum* with the share of the mesophilous species, G2 – swamp pine forest *Vaccinio uliginosi-Pinetum*, G3 - mixed oak-pine forests *Pino-Quercetum* variant with *Sambucus nigra*, G4 – poor and dry variant of mixed oak-pine forests *Pino-Quercetum*, G5 – disturbed and degraded swamp pine forest *Vaccinio uliginosi-Pinetum* with *Carex brizoides*, G6A – typical oak-pine forests *Pino-Quercetum*, G6B – oak-pine forests *Pino-Quercetum* variant with *Festuca gigantea*, G7 - oak-pine forests *Pino-Quercetum* variant with *Padus serotina*. bd - lack of data.

typ zbiorowiska type of community		G1	G2	G3	G4	G5	G6A	G6B	G7
liczba zdjęć number of relevés		16	4	10	10	6	77	19	36
lata wykonania zdjęć period of study		1982- 1995	1970- 1972	1978- 1984	1971- 2016	1988- 2016	1972- 2016	1984- 1995	2008- 2016
grupa zdjęć group of relevés		Stare Old	Stare Old	Stare Old	Stare i nowe Old and new	Stare i nowe Old and new	Stare i nowe Old and new	Stare Old	Nowe New
zwarcie drzewostanu (%) cover of tree layer (%)	A1	25-40	10-80	bd.	30-90	20-70	0-90	20-70	0-90
	A2	15-30	0	bd.	0-60	0-40	0-60	0-50	0-90
zwarcie warstwy krzewów (%) cover of shrub layer (%)	B	1-30	10-40	bd.	20-100	15-75	0-9	5-70	0-50
pokrycie warstwy runa (%) cover of herb layer (%)	C	75-100	70-100	bd.	25-100	80-100	10-100	70-100	1-100
pokrycie warstwy mszaków (%) cover of moss layer (%)	D	5-20	60-90	bd.	0-100	5-40	0-80	0-30	0-80

typ zbiorowiska type of community		G1	G2	G3	G4	G5	G6A	G6B	G7
Drzewa Trees									
<i>Abies alba</i>	A1		II						I
	B					I	I		I
<i>Alnus glutinosa</i>	A1					II			
	A2					III			
	B					IV			
	C					I			
<i>Betula pubescens</i>	A1		III						
	B		III						
	C		III		I		I	I	
<i>Betula pendula</i>	A1		IV	II	II	IV	II	I	II
	A2	I		II		II	I	I	I
	B		III	IV	III		I		I
	C	I	II		I		I	II	I
<i>Carpinus betulus</i>	A1								I
	A2								I
	B				I				I
	C	V					I	I	I
<i>Picea abies</i>	A1						I		I
	A2						I		I
	C								I
<i>Pinus sylvestris</i>	A1	V	IV	V	V	V	V	V	V
	A2				I	I			I
	B				IV				
	C	V	III	II	III		III	III	III
<i>Quercus robur</i>	A1			III	III	II	I	I	II
	A2	V		III	II	II	III	V	III
	B		II	V	III	I	I	I	I
	C	V	II	I	III	III	IV	IV	IV
<i>Quercus rubra</i>	A1								I
	A2				I				
	B	I							
	C						I		II

typ zbiorowiska type of community		G1	G2	G3	G4	G5	G6A	G6B	G7
<i>Quercus petraea</i>	A1				I				I
	A2						I		
	B		II		III				
	C		II		I		I		I
<i>Acer pseudoplatanus</i>	A2								I
	C						I		
<i>Fagus silvatica</i>	B				I				I
	C					I			I
<i>Larix decidua</i>	C								I
Krzewy Shrub layer									
<i>Frangula alnus</i>	A1							I	
	B	V	V	V	IV	V	V	V	III
	C	V	V	V	II	IV	IV	V	III
<i>Padus avium</i>	C								I
<i>Padus serotina</i>	B								II
	C								III
<i>Salix cinerea</i>	B		II						
<i>Sambucus nigra</i>	B						I		
	C			IV			I		
<i>Sambucus racemosa</i>	C	II					I		
<i>Sorbus aucuparia</i>	A1						I		
	A2						I		
	B		II		I	II	I	I	II
	C	V	II	V	II	V	IV	V	V
Runo Herb layer									
<i>Agrostis alba</i>	C						I		
<i>Agrostis tenuis</i>	C	IV		II	II	I	II	IV	I
<i>Andromeda polifolia</i>	C		III						
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	C				I				
<i>Athyrium filix-femina</i>	C	I		I		II	I	III	I
<i>Calamagrostis arundinacea</i>	C				II	I	II	I	I

typ zbiorowiska type of community		G1	G2	G3	G4	G5	G6A	G6B	G7
<i>Calamagrostis epigeios</i>	C	I			I		I	II	
<i>Calluna vulgaris</i>	C		II		III		I		I
<i>Carex brizoides</i>	C	II		V	I	V	II	III	II
<i>Carex leporina</i>	C	II	II		II		I	I	
<i>Carex pilulifera</i>	C	I		III			I	I	I
<i>Cerastium holosteoides</i>	C			II					
<i>Chamaenerion angustifolium</i>	C	II		V			I	II	I
<i>Convallaria majalis</i>	C				I		I		I
<i>Deschampsia caespitosa</i>	C	II				I	I	I	I
<i>Deschampsia flexuosa</i>	C	I	II	I	II	I	II	II	II
<i>Deschampsia sp.</i>	C	I							
<i>Dryopteris filix-mas</i>	C							I	
<i>Dryopteris carthusiana</i>	C	IV	IV	V	II	V	IV	V	V
<i>Epilobium montanum</i>	C							I	
<i>Eriophorum vaginatum</i>	C		III						
<i>Festuca gigantea</i>	C	V				III	I	V	
<i>Festuca rubra</i>	C		II		I				II
<i>Fragaria vesca</i>	C			III			I	I	
<i>Galeopsis sp.</i>	C	II							
<i>Galeopsis bifida</i>	C	IV		V			II	V	I
<i>Galeopsis speciosa</i>	C								I
<i>Galeopsis tetrahit</i>	C				II		I		I
<i>Galium aparine</i>	C	IV							
<i>Galium verum</i>	C					I			
<i>Gymnocarpium dryopteris</i>	C						I		
<i>Hieracium lachenalii</i>	C	I					I		
<i>Holcus lanatus</i>	C					II	I	I	

typ zbiorowiska type of community		G1	G2	G3	G4	G5	G6A	G6B	G7
<i>Hypericum perforatum</i>	C	I							
<i>Hypochoeris radicata</i>	C			I					
<i>Impatiens noli-tangere</i>	C						I		
<i>Impatiens parviflora</i>	C	III				II	I	I	II
<i>Juncus conglomeratus</i>	C						I		
<i>Juncus effusus</i>	C	II	II	I			I	I	
<i>Ledum palustre</i>	C		V						
<i>Lonicera sp.</i>	C						I		I
<i>Luzula pilosa</i>	C	V	III	V	IV	II	III	V	III
<i>Lysimachia nummularia</i>	C						I		
<i>Lysimachia vulgaris</i>	C					I	I		I
<i>Maianthemum bifolium</i>	C			III	I	I	I	I	II
<i>Malachium aquaticum</i>	C	I					I	I	
<i>Melampyrum pratense</i>	C	IV	III	IV	II		I	I	II
<i>Melampyrum sylvaticum</i>	C				II				
<i>Melica nutans</i>	C	I							
<i>Milium effusum</i>	C	V					I	II	I
<i>Moehringia trinervia</i>	C	V		V	I	I	III	V	II
<i>Molinia arundinacea/caerulea</i>	C	IV	V	V	III	V	V	V	IV
<i>Mycelis muralis</i>	C			V			I	III	I
<i>Osmunda regalis</i>	C		II			I	I		I
<i>Oxalis acetosella</i>	C	I		IV	I	V	IV	V	III
<i>Poa annua</i>	C			I		I	I		
<i>Poa nemoralis</i>	C						I		
<i>Poa palustris</i>	C					I	I	I	
<i>Poa trivialis</i>	C	III					I	II	
<i>Polygonatum multiflorum</i>	C						I		I

typ zbiorowiska type of community		G1	G2	G3	G4	G5	G6A	G6B	G7
<i>Polygonatum odoratum</i>	C	I					I		
<i>Polygonum hydropiper</i>	C						I	I	I
<i>Polygonum mite</i>	C							I	I
<i>Populus tremula</i>	C						I		
<i>Pteridium aquilinum</i>	C	V	III	III	II	V	II	II	II
<i>Rubus hirtus</i>	C	IV				I	I	II	II
<i>Rubus idaeus</i>	C	V				I	I	III	I
<i>Rubus plicatus</i>	C	V				IV	IV	V	IV
<i>Rumex acetosella</i>	C	III							I
<i>Senecio fuchsii</i>	C	V					I		
<i>Solanum dulcamara</i>	C	II		I			I	I	
<i>Stellaria longifolia</i>	C	V		V			II	IV	I
<i>Stellaria media</i>	C			I	I		I		
<i>Stellaria nemorum</i>	C						I		
<i>Taraxacum officinale</i>	C						I		
<i>Trientalis europaea</i>	C	V	III	V	III	IV	IV	IV	IV
<i>Urtica dioica</i>	C	V				I	I	II	
<i>Vaccinium uliginosum</i>	C	I	V				I		I
<i>Vaccinium vitis-idaea</i>	C	III	III	III	V	I	II	I	II
<i>Vaccinium myrtillus</i>	C	V	V	V	V	V	V	V	V
<i>Veronica officinalis</i>	C	IV		I			I		I

mieszanego, związanego z eutrofizacją siedliska leśnego i wycofaniem się gatunków oligotroficznych, acidofilnych (Mitka 1993a, 1993b, 1995). Ich miejsce zajmowały gatunki mezofilne (neutrofilne), należące do klasy zbiorowisk lasów liściastych *Querc-Fagetea*. Uzyskano wynik wskazujący na zmianę składu gatunkowego płatów zespołu boru mieszanego *Pino-Quercetum*, jednak nie prowadzącą do ich dezintegracji.

Dobitnym przykładem zaniku tendencji rozwoju gatunków runa lasu o charakterze lasu liściastego *Querc-Fagetea* na siedlisku boru mieszanego jest fakt, iż żadne ze zdjęć wykonanych w 2008 i 2016 r. nie obejmowało grupy G1 składającej się na bór mieszany *Pino-Quercetum* z udziałem gatunków mezofilnych, grupy G3

obejmującej bór mieszany *Pino-Quercetum* wariant z *Sambucus nigra* oraz G6B charakteryzującej *Pino-Quercetum* fację z *Festuca gigantea* (G6B). Nie udało się również odnaleźć w ostatnim okresie płatów typowych dla grupy G2, tj. boru bagiennego *Vaccinio uliginosi-Pinetum*. To zbiorowisko leśne uległo zapewne bezpowrotnej i całkowitej degradacji w południowej części Puszczy Niepołomickiej.

Niektóre warianty siedliskowe boru mieszanego *Pino-Quercetum*, notowane w ostatnich dekadach ubiegłego wieku, znalazły swoją kontynuację w materiale uzyskanym w roku 2008 i 2016. Należą tu: grupa G4 obejmująca ubogą postać boru mieszanego *Pino-Quercetum*, G5 – przekształcone, zdegradowane zbiorowisko boru bagiennego *Vaccinio uliginosi-Pinetum* i G6A – typowy bór mieszany *Pino-Quercetum*.

Odnotowano również pojawienie się płatów nie istniejących uprzednio, tworzących grupę G7, tj. *Pino-Quercetum* wariant z *Padus serotina*.

Bez wątpienia w borze mieszanym w południowej części Puszczy Niepołomickiej w latach 1980–1990 notowana była *Molinia arundinacea* (Mitka 1990). Obecnie gatunek jest rzadki i zastąpiony został tu przez *Molinia caerulea* lub *M. arundinacea* o cechach nawiązujących do *M. caerulea*. Dubiel (2003) dla *M. arundinacea* w Puszczy Niepołomickiej podaje następującą diagnozę: niezbyt często, lecz masowo w wilgotnych postaciach boru.

Uzyskane wyniki badań wskazują na istotne przeobrażenia puszczańskich zbiorowisk borowych południowej części Puszczy Niepołomickiej. Zwraca uwagę zanik gatunków typowych dla boru bagiennego *Vaccinio uliginosi-Pinetum* w Puszczy Niepołomickiej (*Andromeda polifolia*, *Eriophorum vaginatum*, *Ledum palustre*), wpisujący się w problem ich zamierania w skali całego kraju (Danielewicz, Wiatrowska 2015). Szczególnie interesujący jest fakt, że wśród zdjęć wykonanych w 2008 i 2016 r. żadne nie zostało przypisane do grup charakteryzujących się stałym udziałem gatunków mezotroficznych i nitrofilnych (*Festuca gigantea*, *Milium effusum*, *Poa trivialis* i *Sambucus nigra*), a także zrębowych, światłolubnych (*Rubus idaeus*, *R. hirtus* i *Chamaenerion angustifolium*). Wynik ten nie potwierdza obserwowanej do końca ubiegłego wieku postępującej eutrofizacji siedliska borów mieszanych w południowej części Puszczy Niepołomickiej, której towarzyszył zanik *Vaccinium myrtillus* (Mitka 1990, 1993a, 1993a, 1995; Różański i Kutyna 2001; Kapusta 2006; Rakowska i in. 2018). Nie jest to jednak równoważne ze stwierdzeniem, że liczba płatów boru mieszanego z udziałem *Vaccinium myrtillus* nie uległa z czasem zmniejszeniu. Kurczenie się zasięgu *Vaccinium myrtillus* w skali całej Puszczy ma zapewne miejsce. Zjawisko to, ze względu na przyjętą metodykę, nie było przedmiotem badań. Wydaje się jednak, że zanik *Vaccinium myrtillus* w Puszczy Niepołomickiej jest wywołany wieloma czynnikami o charakterze globalnym, lecz także w dużej mierze jest ubocznym rezultatem pozyskiwania drewna w lesie gospodarczym.

Uzyskane wyniki potwierdzają obecność płatów zespołu boru mieszanego *Pino-Quercetum* w południowej części Puszczy Niepołomickiej. Jednak aktualny ich skład gatunkowy odbiega od stwierdzonego w ostatnich dekadach ubiegłego wieku. Najbardziej spektakularna zmiana dotyczy pojawienia się *de novo* płatów z udziałem gatunku inwazyjnego – czeremchy amerykańskiej *Padus serotina*. Jest to gatunek o niewielkich wymaganiach siedliskowych, mający szerokie spektrum ekologiczne (Tokarska-Guzik i in. 2012). Jego owoce są chętnie zjadane przez ptaki, co przyczynia się do rozprzestrzeniania nasion na drodze endozoochorii (Dajdok i Śliwiński 2009). W Puszczy Niepołomickiej czeremcha amerykańska kolonizuje obszary leśne pod luźnymi, dojrzałymi (91–120 lat) drzewostanami, w których pokrycie warstwy runa jest małe, nie przekraczające 20%, na glebach świeżych, obojętnych, o wskaźniku trofizmu przekraczającym 4 (gleby eutroficzne) (Gazda, Fijała 2010). Tworzy zagrożenie dla odnowienia rodzimych gatunków drzew (Chmura 2004).

Temat przemian zbiorowisk *Pino-Quercetum* był podejmowany wielokrotnie, głównie w odniesieniu do terenów południowej Polski. W latach 60. ubiegłego wieku zespół ten porastał 37% powierzchni Ojcowskiego Parku Narodowego (Medwecka-Kornaś i Kornaś 1963) i był tam wtedy dominującym zbiorowiskiem leśnym. Jego duży udział wynikał z zalesiania tych terenów pod koniec 19. wieku i przeprowadzonych wcześniej zrębów (Michalik 1974). Grąd *Tilio-Carpinetum* zajmował wówczas 16% Parku (Sołtysik-Lelek i Barabasz-Krasny 2011). W latach 90. ubiegłego wieku, ponad 30 lat po ustanowieniu Ojcowskiego Parku Narodowego, sytuacja uległa zmianie – nastąpiła regeneracja grądów, które zajmują obecnie 40% leśnej powierzchni Parku (Partyka 2005), natomiast występowanie *Pino-Quercetum* ogranicza się obecnie do rozproszonych płatów na ubogich i suchych siedliskach (Partyka 2001). Zmiany te tłumaczy się przede wszystkim wpływami zanieczyszczeń przemysłowych i zaburzeń mikoryzy, jednak niebagatelną rolę odgrywają również czynniki klimatyczne (Medwecka-Kornaś i Gawroński 1990). Postępujące obumieranie drzew iglastych, głównie jodły i sosny, przyczyniło się do powstania luk, stopniowo zajmowanych przez gatunki liściaste. Należy więc zadać pytanie, dlaczego – pomimo zbliżonych warunków klimatycznych i wpływu zanieczyszczenia powietrza (Grodziński i in. 1984) – podobne tendencje nie mają miejsca w Puszczy Niepołomickiej? Być może odpowiadają za to czynniki edaficzne. W Ojcowskim Parku Narodowym zespół *Pino-Quercetum* rozwijał się głównie na żyznych glebach płowych (Medwecka-Kornaś 2006), których siedliska odpowiadają potencjalnej roślinności grądów. W Puszczy Niepołomickiej są to oligotroficzne gleby bielcowe i rdzawe bielcowe.

Identyfikacja i systematyka zespołu *Pino-Quercetum* (szerzej borów mieszanych) jest przedmiotem dyskusji, a ich trwałość, zwłaszcza pod wpływem gospodarki człowieka, jest przedmiotem badań fitosocjologicznych i ekologicz-

nych (Matuszkiewicz 2001; Medwecka-Kornaś i Gawroński 1990; 1991). Początkowo (Matuszkiewicz i Polakowska 1955; Medwecka-Kornaś 1952) wskazywano na trwały, klimaksowy charakter płatów zespołu boru mieszanego sosnowo-dębowego. Ostatecznie na znaczeniu zyskał pogląd (np. Matuszkiewicz 2001; Medwecka-Kornaś 2011), że bory mieszane tworzą z natury typologicznie przejściową grupę, pośrednią między lasami iglastymi a liściastymi. Gleby boru mieszanego posiadają skład mechaniczny o charakterze przejściowym pomiędzy siedliskami leśnymi i borowymi, i uważane są za niewystarczająco żyzne dla rozwoju zbiorowisk grądowych (Prusinkiewicz 1997). Stąd też wynikają trudności w ich identyfikacji i charakterystyce, opartej raczej na swoistej kombinacji grup gatunków, niż na gatunkach charakterystycznych. Matuszkiewicz (2001) wyróżnia w tej grupie zespoły: *Quercus roboris-Pinetum* kontynentalny bór mieszany i *Serratulo-Pinetum* subborealny bór mieszany (związek *Dicrano-Pinion*, rząd *Cladonio-Piceetalia*, klasa *Vaccinio-Piceetea*), występujący przede wszystkim w Polsce północno-wschodniej. Nas interesuje najbardziej pozycja pierwszego z wymienionych. Według Medweckiej-Kornaś (2011) takie ujęcie dębowo-sosnowych borów mieszanych nie obejmuje tego typu zbiorowisk w Polsce południowej. Według Autorki porastają one tu, jako *Pino-Quercetum*, w przeciwieństwie do borów mieszanych pozostałych regionów kraju, gleby powstałe na utworach lessowych. Po drugie posiadają w zestawie gatunki nie występujące w reszcie kraju, np. *Hieracium sabaudum*. Według autorów niniejszej pracy, zespół *Quercus roboris-Pinetum* nie jest synonimem *Pino-Quercetum*. Matuszkiewicz (2001) wyróżnia grupę zbiorowisk pod nazwą „dąbrowy acydofilne i bory mieszane”. Autor pozostawia ją bez komentarza, proponując jednak charakterystyczną kombinację gatunków, z których: *Dicranum scoparium*, *Pleurozium schreberi*, *Frangula alnus*, *Luzula pilosa*, *Maianthemum bifolium*, *Pteridium aquilinum*, *Polypodium formosum*, *Melampyrum pratense*, *Sorbus aucuparia* i *Vaccinium myrtillus* są często spotykane (lub były spotykane) w płatach boru mieszanego, natomiast *Calamagrostis arundinacea* i *Veronica officinalis* występują w borach mieszanych Puszczy Niepołomickiej niezbyt często lub rzadko (Dubiel 2003). W związku z powyższym dla tej kombinacji gatunków wydaje się celowe utrzymanie nazwy „*Pino-Quercetum*”. Jeśli dodać do tego zestawu dodać *Convallaria majalis*, przedstawiona kombinacja gatunkowa pozostaje w zgodności z charakterystyką zespołu podaną przez Medwecką-Kornaś (1972).

Równie trudna do określenia jest kwestia trwałości *Pino-Quercetum*. Medwecka-Kornaś i Gawroński (1990, 1991) kładą nacisk na zanik gatunków runa charakterystycznych dla *Pino-Quercetum* (i wyższych syntaksonów) i stopniowe wycofywanie się tego zbiorowiska z Ojcowskiego Parku Narodowego pod koniec ubiegłego wieku. Jednocześnie wskazują, że każde z badanych drzewostanów zaburzone było w różnym stopniu i w odmienny sposób, co mogło być pierwotną przyczyną braku stabilnego charakteru zbiorowiska. Badania autorów

niniejszego opracowania, w odniesieniu do lokalizacji *Pino-Quercetum* w południowej części Puszczy Niepołomickiej, wskazują raczej na relatywną trwałość zbiorowiska leśnego. Dynamiczny charakter *Pino-Quercetum* w Ojcowskim Parku Narodowym (obok wpływu działalności człowieka) może wynikać z jego obecności na glebach brunatnych i rędzinach wytworzonych na lessie, które są żyzniejsze od gleb południowej części Puszczy Niepołomickiej. Tu bor bór mieszany rozwija się na glebach gliniasto-piaszczystych. Obecne zaburzenia (m.in. zanieczyszczenie powietrza) i tendencje regeneracyjne stwierdzone w południowej części Puszczy Niepołomickiej nie prowadzą do przekształcania się płatów zespołu w kierunku lasu liściastego z klasy *Querco-Fagetea*. Niemniej jednak, silne odnowienie czeremchy amerykańskiej w borze mieszanym Puszczy Niepołomickiej (Gazda, Fijała 2010) może tę sytuację w przyszłości zmienić.

Podsumowanie i wnioski

Badane leśne zbiorowiska borowe w południowej części Puszczy Niepołomickiej uległy przeobrażeniom w ostatnich 40. latach. Dotyczy to przede wszystkim boru bagiennego *Vaccinio uliginosi-Pinetum*, gdzie zagładzie uległy przede wszystkim gatunki torfowiskowe z klasy *Oxycocco-Sphagnetea*, tworzące jego trwałą składnik. W mniejszym stopniu zmieniły się płaty boru mieszanego. Największa zmiana dotyczy zaniku płatów boru mieszanego z udziałem mezofilnych gatunków traw lasu liściastego i gatunków nitrofilnych. Wynik ten wskazuje na powstrzymanie procesu eutrofizacji siedliska leśnego, obserwowanego w ostatnich dekadach ubiegłego wieku. W zamian, pojawiły się płaty z udziałem gatunku inwazyjnego *Padus serotina*. Zasadniczo bór mieszany w badanym obszarze zachował swoją integralność. Przyszłość *Pino-Quercetum* w Puszczy Niepołomickiej nie jest możliwa do przewidzenia, zważywszy na postępujące w ostatnich dziesięcioleciach zmiany klimatu i długoterminowy wpływ gatunku inwazyjnego.

Podziękowania

Badania sfinansowano ze środków na działalność statutową Instytutu Botaniki UJ. Autorzy dziękują dr Pawłowi Kapuście (Instytut Botaniki PAN) za dyskusję nad zagadnieniem eutrofizacji siedliska leśnego Puszczy Niepołomickiej.

Literatura

- Banasik J. 1978. Przyrodnicza bibliografia Puszczy Niepołomickiej ze szczególnym uwzględnieniem lat 1946–1977. *Studia Naturae*, Seria A 14: 205–223.
- Barabasz B. 1997. Zmiany roślinności łąk w północnej części Puszczy Niepołomickiej w ciągu 20 lat. *Studia Naturae*, Seria A 43: 1–99.

- Besser W. 1809. *Primitiae Florae Galiciae Austriacae utriusque*. I, II. Sumpt. Ant. Doll., Vienna.
- Chmura D. 2004. Penetration and naturalisation of invasive alien plant species (neophytes) in woodlands of Silesian Upland (southern Poland). *Nature Conservation* 60: 3–11.
- Czapiewska N., Paż S., Dyderski M. K., Jagodziński A. M. 2017. Continuum of floristic composition between two plant communities – *Carici elongatae-Alnetum* and *Fraxino-Ulmetum*. *Leśne Prace Badawcze/Forest Research Papers* 78: 285–296.
- Czerepko J. 2011. Długookresowe zmiany roślinności w zespole sosnowego boru bagiennego *Vaccinio uliginosi-Pinetum* Kleist 1929. *Leśne Prace Badawcze* 72: 21–29.
- Dajdok Z., Śliwiński M. 2009. Rośliny inwazyjne Dolnego Śląska. *Polski Klub Ekologiczny – Okręg Dolnośląski*, Wrocław.
- Danielewicz W., Wiatrowska B. 2015. Różnorodność i przemiany dendroflory Polski. *Studia i Materiały CEPL w Rogowie* 42: 13–26.
- Dubiel E. 2003. Rośliny naczyniowe Puszczy Niepołomickiej. *Prace Botaniczne* 37: 1–313.
- Dzwonko Z. 2007. Przewodnik do badań fitosocjologicznych. Instytut Botaniki Uniwersytetu Jagiellońskiego, Poznań-Kraków.
- Faliński J. 1986. Vegetation dynamics in temperate lowland primeval forests. *Ecological studies in Białowieża Forest*. *Geobotany* 8: 1–537.
- Faliński J. 1995. Study area in the Białowieża Forest. In: J. B. Faliński, Mułenko W. (ed.) *Cryptogramous plants in the forest communities of Białowieża National Park*. *Phytocoenosis* 7. *Archivum Geobotanicum* 4: 25–34.
- Feoli E., Lagonegro M. 1982. Syntaxonomical analysis of beech woods in the Apennines (Italy) using the program package IAHOPA. *Vegetatio* 50: 129–173.
- Gazda A., Fijała M. 2010. Obce gatunki drzewiaste w południowym kompleksie Puszczy Niepołomickiej. *Sylwan* 154: 333–340.
- Grodzińska K., Szarek-Lukaszewska G. 2001. Response of mosses to the heavy metal deposition in Poland – an overview. *Environmental Pollution* 114: 443–451.
- Grodziński W., Weiner J., Maycock P.F. (eds.) 1984. *Forest Ecosystems in Industrial Regions. Studies on the Cycling of Energy Nutrients and Pollutants in the Niepołomice Forest, Southern Poland*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, *Ecological Studies* 49.
- Grim V., Wissel C. 1997. Babel, or the ecological stability discussions: an inventory and analysis of terminology and a guide for avoiding confusion. *Oecologia* 109: 323–334.
- Holeksa J., Woźniak G. 2003. Wpływ wyboru płatów roślinnych do zdjęć fitosocjologicznych na obraz zróżnicowania roślinności (studium metodyczne w lasach Babio-górskiego Parku Narodowego). *Phytocoenosis Seminarium Geobotanicum* 9: 71–80.
- Kapusta P. 2006. Struktura zmienności przestrzennej ekosystemów leśnych Puszczy Niepołomickiej. Rozprawa doktorska. Instytut Nauk o Środowisku, Uniwersytet Jagielloński, Kraków.
- Krupa J. 1877. Wykaz roślin zebranych w obrębie W. Ks. Krakowskiego oraz w puszczy Niepołomickiej w r. 1876. *Sprawozdania Komisji Fizjograficznej* 11: 84–128.
- Krupa J. 1882. Przyczynek do florystyki roślin naczyniowych. *Sprawozdania Komisji Fizjograficznej* 16: 205–2014.
- Lee J. 1998. Unintentional experiments with terrestrial ecosystems: ecological effects of sulphur and nitrogen pollutants. *J. Ecol.* 86: 1–12.
- Łaptosz J. 2009. Zmiany w płatach leśnych Puszczy Niepołomickiej w okolicy Stanisławic w ostatnich 25 latach. Praca magisterska, Instytut Botaniki, Uniwersytet Jagielloński, Kraków.

- Matuszkiewicz W. 2001. Przewodnik do oznaczania zbiorowisk roślinnych Polski. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa.
- Matuszkiewicz W., Polakowska M. 1955. Materiały do fitosocjologicznej systematyki borów mieszanych w Polsce. Acta. Soc. Bot. Pol. 24 (2): 421–458.
- Matuszkiewicz J., Solon J., Orzechowski M., Kozłowska A., Różański W., Szczygielski M., Matejczuk G., Lorens B., Kowalska A. 2007. Geobotaniczne rozpoznanie tendencji rozwojowych zbiorowisk leśnych w wybranych regionach Polski. Monografie 8, 1–991.
- Mazurkiewicz A. 2018. Długoletnia dynamika zmian składu gatunkowego runa leśnych zbiorowisk borowych *Vaccinio-Piceetea* w południowej części Puszczy Niepołomickiej. Praca magisterska. Instytut Botaniki, Uniwersytet Jagielloński, Kraków.
- Medwecka-Kornaś A. 1952. Zespoły leśne Jury Krakowskiej. Ochr. Przyr. 20: 133–236.
- Medwecka-Kornaś A. 2006. Present state of mixed forest (*Pino-Quercetum*) in Ojców National Park (Southern Poland). Polish Botanical Studies 22: 365–385.
- Medwecka-Kornaś A. 2011. The association *Pino-Quercetum* in the past and present in the forest “Las Wolski” (Kraków, Southern Poland). In: B. Zemanek (ed.) Geobotanist and Taxonomist. A volume dedicated to Professor Adam Zając on the 70th anniversary of his birth. Institute of Botany, Jagiellonian University, Cracow, ss. 91–115.
- Medwecka-Kornaś A. 1972. Zespoły leśne i zaroślowe. W: W. Szafer, K. Zarzycki (red.) Szata Roślinna Polski. 1. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa, ss. 383–441.
- Medwecka-Kornaś A., Kornaś J. 1963. Mapa zbiorowisk roślinnych Ojcowskiego Parku Narodowego. Ochr. Przyr. 29: 17–77.
- Medwecka-Kornaś A., Gawroński S. 1990. The dieback of fir *Abies alba* Mill. And changes in the *Pino-Quercetum* stands in the Ojców National Park (Southern Poland). Vegetatio 87: 175–186.
- Medwecka-Kornaś A., Gawroński S. 1991. Acidophilous mixed forests in the Ojców National Park: thirty years pressure of air pollution. Veröff. Geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel, Zürich 106: 174–207.
- Michalik S. 1974. Antropogeniczne przemiany szaty roślinnej Ojcowskiego Parku Narodowego od początków XIX wieku do roku. Ochr. Przyr. 39: 56–154.
- Mirek Z., Piękoś-Mirkowa H., Zając A., Zając M. 2002. Flowering Plants and pteridophytes of Poland. A checklist. Krytyczna lista roślin kwiatowych i paprotników Polski. Instytut Botaniki im. W. Szafera Polskiej Akademii Nauk, Kraków.
- Mitka J. 1990. Fitocenotyczna i populacyjna reakcja roślin runa boru mieszanego (*Pino-Quercetum*) w Puszczy Niepołomickiej na nawożenie mineralne. Rozprawa doktorska. Instytut Botaniki, Uniwersytet Jagielloński, Kraków.
- Mitka J. 1993a. Eutrofizacja siedliska leśnego Puszczy Niepołomickiej. I. Zmiany poziomu organicznego i mineralno-próchniczego. Sylwan 4: 59–72.
- Mitka J. 1993b. Eutrofizacja siedliska leśnego Puszczy Niepołomickiej. II. Zmiany składu chemicznego roślin runa. Sylwan 5: 47–56.
- Mitka J. 1995. Długoterminowe zmiany roślinności boru mieszanego (*Pino-Quercetum*) w Puszczy Niepołomickiej W: Szata roślinna Parków Narodowych i Rezerwatów Polski Południowej. Przewodnik Sesji Terenowych 50 Zjazdu Towarzystwa Botanicznego. Polish Botanical Studies, Polish Academy of Science 12, ss. 54–58.
- Partyka J. 2001. Przemiany środowiska przyrodniczego Ojcowskiego Parku Narodowego w ciągu ostatniego ćwierćwiecza (1975–2000). Problemy Ekologii Krajobrazu 10: 366–374.

- Partyka J. 2005. Zmiany w użytkowaniu ziemi na obszarze Ojcowskiego Parku Narodowego w ciągu XIX i XX wieku. *Pr. Muz. Szafera* 15: 7–138.
- Prusinkiewicz Z. 1997. Ekologiczna systematyka gleb leśnych polski. *Roczniki Gleboznawcze* 48: 125–132.
- Raciborski M. 1884. Zmiany zaszle we florze okolic Krakowa w ciągu ostatnich lat dwudziestu pięciu pod względem roślin dziko rosnących. *Sprawozdania Komisji Fizjograficznej* 18: 99–126.
- Rakowska R., Mazurkiewicz A., Mitka J. 2018. Długoterminowa dynamika zmian frekwencji gatunków runa boru mieszanego *Pino-Quercetum* w południowej części Puszczy Niepołomickiej (południowa Polska). *Roczniki Bieszczadzkie* 26: 125–136.
- Rózański W., Kutyna J. 2001. Zmiany zbiorowisk Puszczy Niepołomickiej w latach 1970–2000. Poznań. Materiały Sesji i Sympozjów 52 Zjazdu PTB.
- Sokołowski A. 1993. Fitosocjologiczna charakterystyka zbiorowisk leśnych Białowieskiego Parku Narodowego. *Parki Narodowe i Rezerваты Przyrody* 12 (3): 5–190.
- Sołtysik-Lelek A., Barabasz-Krasny B. 2011. Efficiency assessment of different forms of flora and vegetation protection in the Ojców National Park (southern Poland). *Roczniki Akademii Rolniczej w Poznaniu. Botanika-Steciana* 15: 19–30.
- Suliński J. 1981. Zarys klimatu, rzeźby terenu i stosunki wodne w Puszczy Niepołomickiej. W: A. S. Kleczkowski (red.) *Studia Ośrodka Dokument. Fizjogr. Polskiej Akademii Nauk* 9: 25–70.
- Tokarska Guzik B., Dajdok Z., Zając M., Zając A., Urbisz A., Danielewicz W., Hołdyński C. 2012. Rośliny obcego pochodzenia w Polsce ze szczególnym uwzględnieniem gatunków inwazyjnych. Generalna Dyrekcja Ochrony Środowiska, Warszawa.
- Walther G., Post E., Convey P., Menzel A., Parmesan C., Beebee T., Fromentin J., Hoegf-Guldberg O., Bairlein F. 2002. Ecological responses to recent climate change. *Nature* 416: 389–395.
- Wertz J. 2009. Budowa autostrady a ochrona środowiska ziemi tarnowskiej. *Zeszyty Naukowe Małopolskiej Wyższej Szkoły Ekonomicznej w Tarnowie* 2: 67–81.
- Wildi O., Orlóci L. 1996. Numerical exploration of community patterns. A guide to the use of *Mulva-5*. 2nd ed. SPB Academic Publ., Amsterdam.
- Vacek S., Matějka K. 2003. Vegetation changes in beech and spruce stands in the Orlické hory Mts. in 1951–2001. *Journal of Forest Science* 49: 445–473.

Summary

The mixed oak-pine *Pino-Quercetum* forests prevail in the southern part of the Niepołomice Forest. They inhabit oligotrophic forest sites with inclusion of sand-clayey and clayey materials forming an intermediate forest site between pine and oak-hornbeam forests. They disappear in many parts of Poland, including the Ojców National Park (Medwecka-Kornaś, Gawroński 1990, 1991). Also, in the Niepołomice Forest a site eutrophication was noted in stands of the mixed oak-pine forests in the last decades of the 20th century, leading to disrupting of their integrity and change into an oak-hornbeam forest type (Mitka 1995, Rakowska et al. 2018). The aim of the paper was to check a hypothesis on a continuous

disappearing of the mixed oak-pine forests in the Niepołomice Forest. For this purpose we use historical (1970–1990) and recent (2008–2016) phytosociological relevés. In effect of the numerical classification eight groups were obtained, each well discriminated both floristically and ecologically. Among them none was found in recent times including: disturbed oak-pine forest (G1); swamp pine forest *Vaccinio-uliginosi-Pinetum* (G2); oak-pine forest variant with *Sambucus nigra* (G3); oak-pine forest variant with *Festuca gigantea* (G6B). Only a few recent relevés were classified within a group of oligotrophic variant of oak-pine forest (G4), the degraded swamp pine forest (G5), and typical oak-pine forest (G6A). Recent relevés form an inclusive group with invasive species *Padus serotina*. The obtained results point to the ceasing of the process of forest site eutrophication and the persistence of the mixed oak-pine forests in southern part of the Niepołomice Forest, however their future is unclear in face of global climatic change and growing invasion of *Padus serotina*.