Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu
Wydział Leśny i Technologii Drewna
Katedra Botaniki i Siedliskoznawstwa Leśnego

Jakub Löffler

Autoreferat rozprawy doktorskiej

Zbiorowiska roślinne i zróżnicowanie siedliskowe lasu mieszanego wilgotnego mezoregionu Równiny Opalenicko-Wrzesińskiej

Plant communities and habitat diversity of mesotrophic humid mixed forests of mesoregion Opalenicko-Wrzesińska plain

Rozprawa doktorska
wykonanej pod kierunkiem
prof. dr. hab. Pawła Rutkowskiego
w Katedrze Botaniki i Siedliskoznawstwa Leśnego

Poznań 2023

Wstęp

Na przestrzeni dziesięcioleci, przez badaczy proponowane były różne koncepcje typologiczne (Szymański 2000), a w roku 1964 przyjęto do powszechnego stosowania system typologiczny opracowany w Instytucie Badawczym Leśnictwa przez Mroczkiewicza oraz Tramplera. Ponieważ system ten miał służyć przede wszystkim jego praktycznemu wykorzystaniu, aby zachować przejrzystość oraz łatwość stosowania, zastosowano w nim uproszczenia a wyodrębnianie poszczególnych jednostek oparto na dających się łatwo określić cechach siedliska oraz drzewostanu: typie gleby, warunkach wilgotnościowych, bonitacji drzewostanu oraz gatunkach różnicujących występujących w runie. Mimo, iż przy klasyfikowaniu siedlisk zwracano uwagę na element florystyczny ekosystemu leśnego, twórcy wdrożonej do powszechnego użytku klasyfikacji siedliskowej nie przedstawili jakie są stosunki między wyodrębnionymi przez nich typami siedliskowymi lasu a asocjacjami roślinnymi postulowanymi przez fitosocjologów. Zaznaczyli jednak, że na podstawie ich badań oraz analizy statystycznej można założyć istnienie między zbiorowiskami leśnymi a typami siedliskowymi lasu zależności, co do współwystępowania. Twórcy klasyfikacji typologicznej stwierdzili, że zebrane przez nich dane nie były wystarczające do precyzyjnego wyodrębnienia zbiorowisk roślinnych, wskazali jednocześnie na konieczność prowadzenia dalszych badań nad tym zagadnieniem (Mroczkiewicz, Trampler 1964).

Od lat dziewięćdziesiątych ubiegłego stulecia, ochrona środowiska przyrodniczego nabrała szczególnego znaczenia w świadomości społecznej wielu krajów stając się jednym z najważniejszych zagadnień prawa międzynarodowego (Dokumenty Końcowe Konferencji Narodów Zjednoczonych 1992). W dokumentach oraz deklaracjach szeregu państw wiele uwagi poświęcono zasobom leśnym, wyznaczając tym samym ramy przyszłej polityki leśnej wielu krajów na świecie, w tym Polski (Polityka leśna państwa 1997). W tym okresie leśnictwo przeszło znaczące przemiany. Ochrona przyrody przestała być jedynie wypadkową ochrony interesów gospodarczych, stając się jednym z podstawowych elementów gospodarki leśnej. Coraz większą uwagę zaczęto zwracać na pozaprodukcyjne funkcje lasu w tym także funkcje związane z ochroną różnorodności biologicznej, trwałości lasu, zasobów genowych, wód i gleby oraz kształtowaniem klimatu (Bellon i in. 1995, Bernadzki 1995, Barzdajn i in. 1999, Rykowski 2006, Brzeziński 2008).

1. Cel pracy

Celem rozprawy było poznanie zróżnicowania zbiorowisk roślinnych na siedlisku lasu mieszanego wilgotnego w zasięgu mezoregionu Równiny Opalenicko-Wrzesińskiej, ustalenie wpływu gospodarki leśnej na szatę roślinną lasu mieszanego wilgotnego, poznanie stopnia synantropizacji badanej flory, form degeneracji zbiorowisk roślinnych oraz określenie spektrum tego typu siedliskowego lasu. Poznanie powyższych cech szaty roślinnej oraz zmienności lasu mieszanego wilgotnego pozwoli ustalić, w jakim stopniu dotychczasowy sposób gospodarowania przyczynia się do przemian szaty roślinnej

2. Hipotezy badawcze

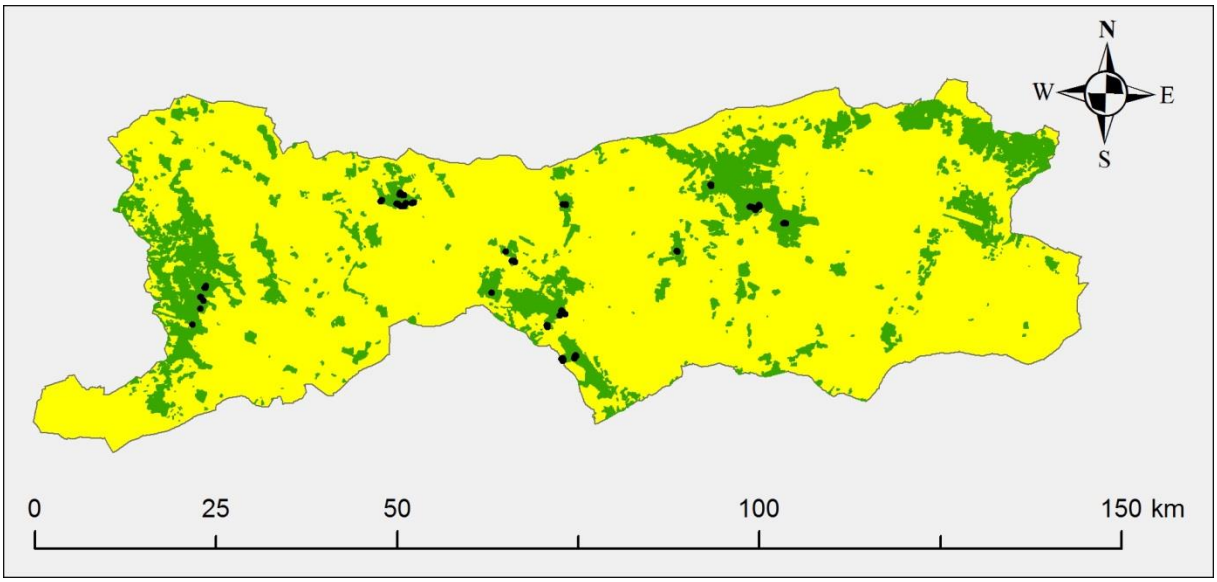
W pracy przyjęto następujące hipotezy badawcze:

1. Roślinność lasu mieszanego wilgotnego charakteryzuje się wysoką heterogenicznością w zakresie zróżnicowania zbiorowisk roślinnych.
2. Kryteria diagnozowania lasu mieszanego wilgotnego wypływają na zróżnicowanie zbiorowisk roślinnych występujących w tym typie siedliskowym.
3. Roślinność potencjalna może stanowić podstawę zagospodarowania/kwalifikowania siedlisk opisywanych jako lasy mieszane wilgotne.
4. Szata roślinna lasu mieszanych wilgotnych charakteryzuje się wysokim stopniem synantropizacji.

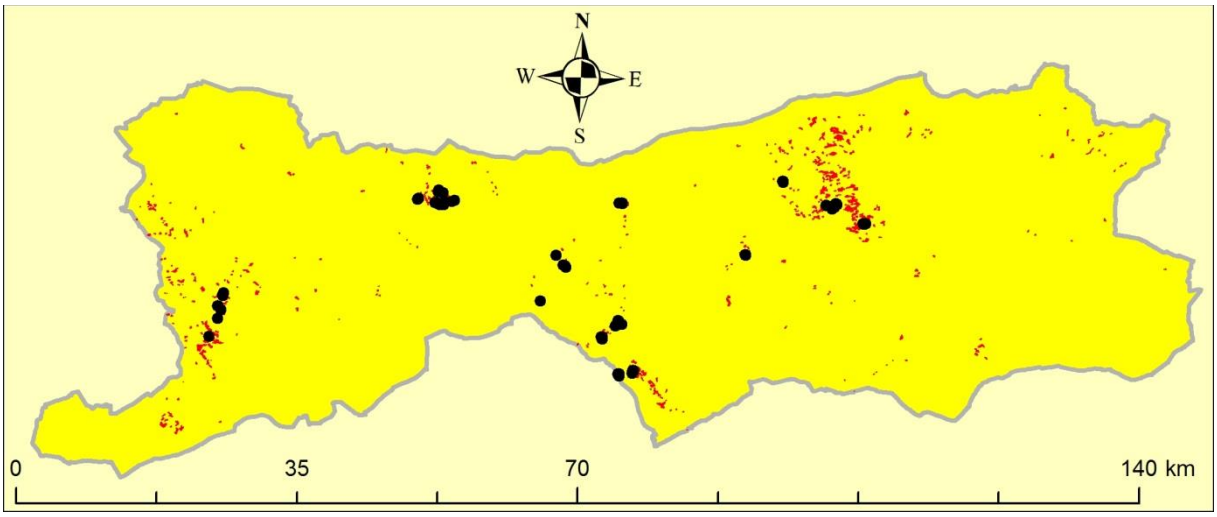
3. Materiały i metody

Granice obszaru badań wyznaczone na podstawie warstwy mapy numerycznej obejmującej podział Polski na mezoregiony, otrzymanej z Banku Danych o Lasach, według stanu na 2018 r. Do granic tak wyznaczonego obszaru dostosowano granice kompleksów leśnych oraz opisy wydzieleń leśnych, zawierających dane o typie siedliskowym lasu, typie i podtypie gleby oraz utworze geologicznym, otrzymane również z Banku Danych o Lasach. W programie ArcGIS 10.1, wykorzystując narzędzie Intersect (zakładka Geoprocessing), na podstawie otrzymanych warstw map numerycznych dokonano połączenia danych o glebach i utworach geologicznych obszarów leśnych Polski z granicą mezoregionu Równiny Opalenicko-Wrzesińskiej, uzyskując w ten sposób dane służące do opracowania charakterystyki geologiczno-glebowej powierzchni lasu mieszanego wilgotnego obszaru badań.

Prace terenowe wykonano podczas sezonów wegetacyjnych w latach 2018-2019. Wykonano 84 zdjęcia fitosocjologiczne w 63 oddziałach leśnych opisanych w planach urządzenia lasu jako las mieszany wilgotny. Liczba i rozmieszczenie powierzchni badawczych uzależniona była od usytuowania kompleksów leśnych położonych w obrębie Równiny Opalenicko-Wrzesińskiej (ryc. 1) oraz od miejsc występowania siedlisk lasu mieszanego wilgotnego, jako przedmiotu badań (ryc. 2).



Ryc. 1. Lokalizacja skupisk powierzchni badawczych (czarne punkty) na tle kompleksów leśnych (zielone kontury) Równiny Opalenicko-Wrzesińskiej



Ryc. 2. Lokalizacja skupisk powierzchni badawczych (czarne punkty) na tle obszarów występowania siedlisk lasu mieszanego wilgotnego (czerwone kontury) w obrębie Równiny Opalenicko-Wrzesińskiej

Siedliska lasu mieszanego wilgotnego koncentrują się w nadleśnictwach: Czerniejewo, Babki, Konstantynowo oraz Grodzisk (ryc. 3).

Ryc. 3. Rozprzestrzenienie lasów mieszanych wilgotnych (czerwone kontury) w mezoregionie Równiny Opalenicko-Wrzesińskiej

Zdjęcia fitosocjologiczne wykonano metodą Braun-Blanqueta (1964). Nomenklaturę taksonomiczną podano za Mirkiem i in. (2002) oraz uzupełniono za Rutkowskim L. (2014), przynależność gatunków do rodzin podano za Mirkiem i in. (2002) i Rutkowskim L. (2014). Nomenklaturę mszaków podano za Ochyrą i in. (2003). Nomenklaturę syntaksonomiczną przyjęto za Matuszkiewiczem W. (2001). Pochodzenie gatunków (grupy historyczno-geograficzne) opracowano opierając się na koncepcji Thellunga (1915), a do określenia form życiowych wykorzystano klasyfikacje Raunkiaera (1905) korzystając z prac Jackowiaka (1990), Zarzyckiego i in. (2002), Tokarskiej-Guzik i in (2002). Inwazyjność opracowano za Tokarską-Guzik i in. (2012). Formy degeneracji podano zgodnie z pracą Olaczka (1972) uzupełnione w oparciu o propozycję podaną przez Ratyńską i Szweda (1995). Typy oraz podtypy gleb poddano zgodnie z Czępińska-Kamińska i in. (2000) oraz Systematyką gleb Polski (1989).

Grupowania zdjęć dokonano za pomocą metody średnich połączeń ważonych (WPGMA), która pozwala na łączenie grup na podstawie wartości średnich podobieństw lub odległości między wszystkimi możliwymi parami obiektów z obu grup, przy czym przy obliczaniu średnich podobieństw nie uwzględnia się liczby obiektów w grupach (Sneath, Sokal 1973, Dzwonko 2007). Grupowanie wykonano dla danych ilościowych. Do celów analizy

statystycznej skalę Braun-Blanqueta przekształcono zgodnie z propozycją van der Maarela (1979). Sposób przekształcenia prezentuje tabela nr 1.

Tabela 1. Sposób przekształcenia skali Braun-Blanqueta

Skala Braun-Blanqueta	Skala przekształcona dla celów klasyfikacji metodą WPGMA
r	1
+	2
1	3
2	5
3	7
4	8
5	9

Na podstawie metody średnich połączeń ważonych wyodrębniono wśród opisanych zbiorowisk roślinnych grupy oraz podgrupy o zbliżonych właściwościach. Dla wskazanych podgrup obliczono stopnie stałości oraz współczynniki pokrycia, których zestawienie dało podstawę dla tabeli syntetycznej zbiorowisk.

Dla grup zbiorowisk roślinnych obliczono procentowy udział wystąpień gatunków, dla których zbliżone do optimum warunki siedliskowe dla danego czynnika określa ta sama wartość ekologicznych liczb wskaźnikowych przyjętych za Zarzyckim i in. (2002). Dla gatunków o szerszych skalach ekologicznych, w przypadku, gdy ekologiczne liczby wskaźnikowe wyrażono w postaci zakresu warunków siedliskowych, zastosowano wartości średnie zgodnie z propozycją przedstawioną w pracy Roo-Zielińskiej (2018). Przeanalizowano następujące wskaźniki: świetlny, termiczny, wilgotności gleby, trofizmu, kwasowości gleby, granulometryczności gleby oraz zawartości materii organicznej. Obliczono dla nich podstawowe statystyki opisowe takie jak: wartość minimalna, maksymalna, średnia, mediana, dolny i górny kwartyl oraz odchylenie standardowe. Za pomocą testu Kruskala-Wallisa ustalono, które z warunków siedliskowych poddanych analizie różnią się pomiędzy poszczególnymi grupami zbiorowisk w sposób istotny. Szczegółowe różnice w wyodrębnionych typach zbiorowisk leśnych określono za pomocą testu dla porównań wielokrotnych. Wszystkie obliczenia statystyczne wykonano na poziomie istotności $\alpha=0,05$. Do obliczeń wykorzystano programy MS Excel oraz Statistica 13.0.

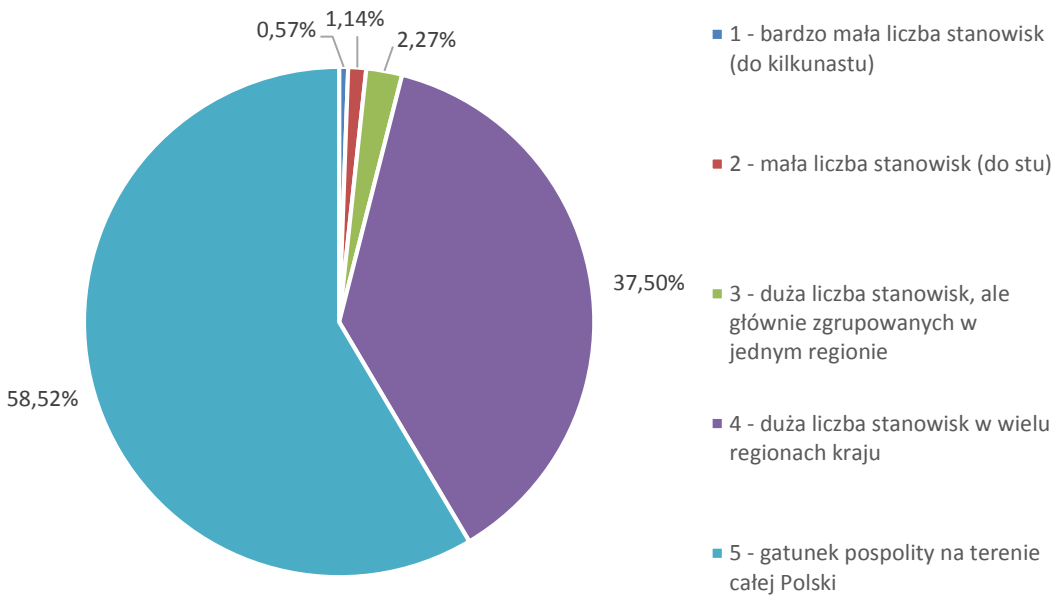
4. Synteza wyników

4.1. Zróżnicowanie siedliskowe

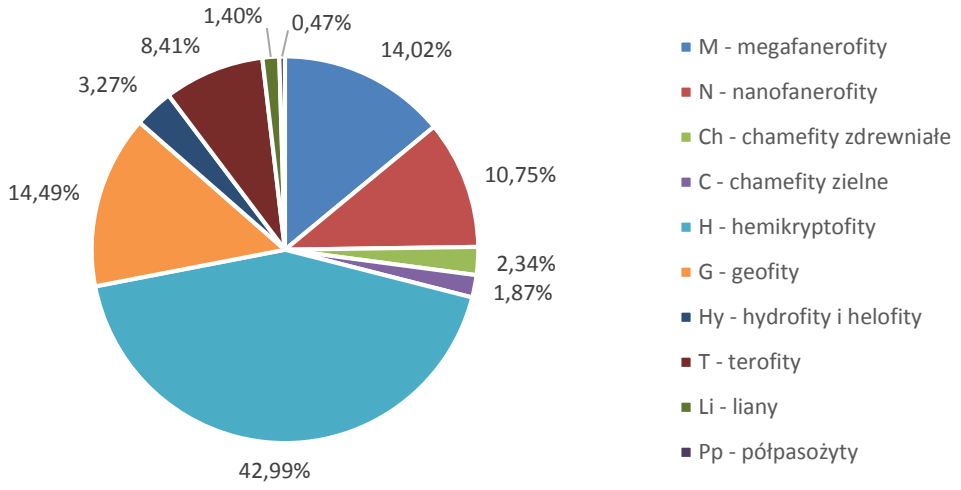
Na podstawie analizy danych pozyskanych z Banku Danych o Lasach wykazano, że w skali całego mezoregionu Równiny Opalenicko-Wrzesińskiej łączna powierzchnia lasów wynosi 56626.46 ha. Na las mieszany wilgotny przypada 1950,15 ha. W obrębie lasów mieszanych wilgotnych wyróżniono 40 rodzajów utworów geologicznych oraz 38 podtypów gleb. Wśród utworów geologicznych dominują piaski wodno-lodowcowe (Qfgp), natomiast wśród podtypów gleb przeważają gleby gruntowo-glejowe murszaste (Gms). Najczęstszą kombinację gleb i utworów geologicznych tworzą gleby gruntowo-glejowe właściwe (Gw) wykształcone z piasków wodno-lodowcowych (90).

4.2. Flora zbiorowisk roślinnych

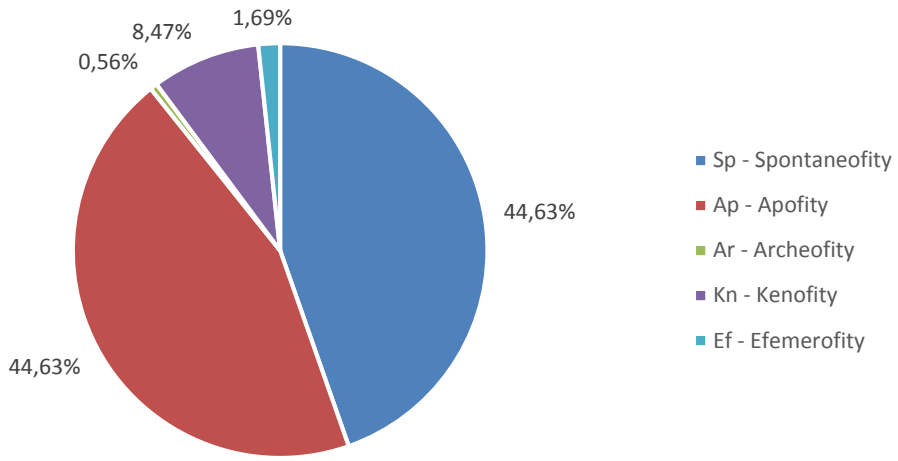
W zbiorowiskach roślinnych lasu mieszanego wilgotnego w mezoregionie Równiny Opalenicko-Wrzesińskiej, w wykonanych zdjęciach fitosocjologicznych stwierdzono występowanie 178 taksonów roślin naczyniowych oraz 4 gatunki mszaków. W badanych płatach dominowały gatunki pospolite na terenie całego kraju (ryc. 4). Analiza zróżnicowania form życiowych wskazuje na dominację hemikryptofitów (ryc. 5.). Pod względem pochodzenia, dominują gatunki rodzime – spontaneofity i apofity (ryc. 6_



Ryc. 4. Procentowy udział gatunków według liczebności stanowisk na terenie Polski



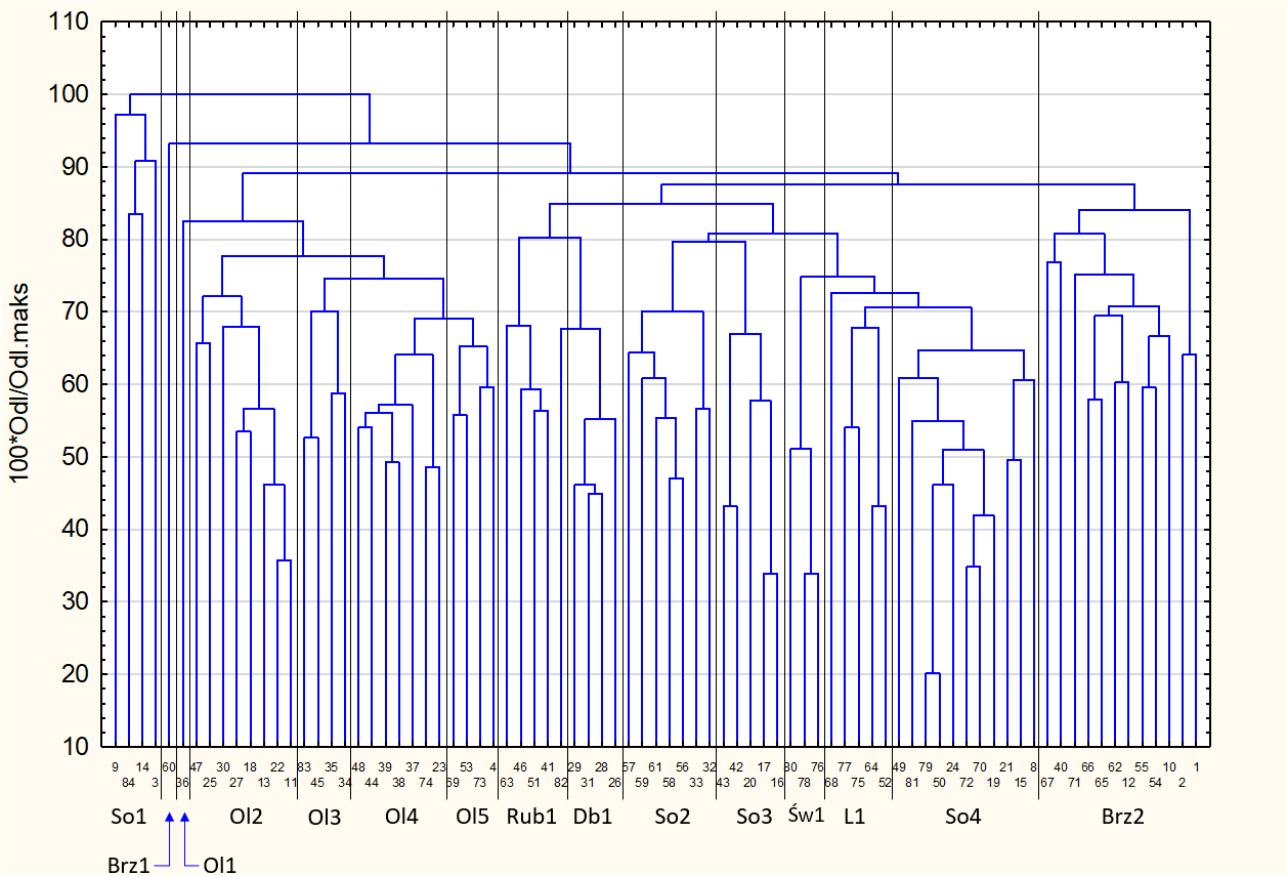
Ryc. 5. Procentowy udział gatunków według form życiowych



Ryc. 6. Procentowy udział gatunków według grup geograficzno-historycznych

4.3. Charakterystyka zbiorowisk roślinnych

Grupowanie zdjęć fitosocjologicznych metodą średnich połączeń ważonych (WPGMA) pozwoliło na wskazanie 15 skupień zdjęć o zbliżonych cechach drzewostanowych oraz florystycznych (ryc. 7).



Ryc. 7. Diagram grupowania zdjęć fitosocjologicznych metodą średnich połączeń ważonych (WPGMA) reprezentujących płaty roślinności na siedlisku lasu mieszanego wilgotnego w mezoregionie Równiny Opalenicko-Wrzesińskiej

Wyodrębniono następujące skupienia: Brz1, Brz2 (w których przeważającą część płatów stanowią zdjęcia reprezentujące drzewostany o dominującej roli brzozy brodawkowatej *Betula pendula*), Db1 (drzewostan dębu szypułkowego *Quercus robur*), L1 (drzewostany klonu jaworu *Acer pseudoplatanus*, graba pospolitego *Carpinus betulus* oraz buka pospolitego *Fagus sylvatica*), Ol1, Ol2, Ol3, Ol4, Ol5 (przeważnie drzewostany o dominującej roli olszy czarnej *Alnus glutinosa*), Rb1 (drzewostany różnych gatunków drzew, których runo jest zdominowane przez rodzaj *Rubus*), So1, So2, So3, So4 (drzewostany o dominującej roli sosny zwyczajnej *Pinus sylvestris*) oraz Św1 (drzewostany świerka pospolitego *Picea abies*). Z uwagi na fakt, że zgrupowania Brz1 oraz Ol1 mają charakter zbiorów jednoelementowych, po porównaniu ich składów florystycznych względem pozostałych skupień podjęto decyzję, aby w dalszych analizach zgrupowania te były rozpatrywane wspólnie z innymi, podobnymi zbiorami. Zgrupowanie Brz1 do celów dalszych analiz jest rozpatrywane razem ze zgrupowaniem Brz2, zgrupowanie Ol1 jest rozpatrywane wspólnie ze zgrupowaniem Ol3.

Skupienia reprezentujące podobne fitocenozy scharakteryzowano wspólnie, tworząc tym samym większe grupy zbiorowisk wymienione poniżej:

1. Zubożałe leśne zbiorowiska na odwodnionych siedlisk łęgowych i olsowych – skupienia Ol1, Ol2, Ol3, Ol4, Ol5.
2. Zubożałe leśne zbiorowiska z dębem szypułkowym *Quercus robur*, grabem pospolitym *Carpinus betulus*, klonem jaworem *Acer pseudoplatanus* oraz bukiem zwyczajnym *Fagus sylvatica* – skupienia Db1, L1.
3. Leśne zbiorowiska zastępcze z brzozą brodawkowatą *Betula pendula* – skupienia Brz1, Brz2.
4. Leśne zbiorowiska zastępcze o runie silnie zdominowanym przez rodzaj *Rubus* – skupienie Rb1.
5. Leśne zbiorowiska zastępcze z sosną zwyczajną *Pinus sylvestris* – skupienia So1, So2, So3, So4.
6. Leśne zbiorowiska zastępcze ze świerkiem pospolitym *Picea abies* – skupienie Św1.

Charakterystykę wyżej wymienionych grup przedstawiono w kolejnych podrozdziałach.

5. Dyskusja

Typ siedliskowy lasu, poprzez wpływ na dobór składu gatunkowego drzewostanu, stanowi podstawę prowadzenia gospodarki leśnej. W przypadku typów siedliskowych lasu o szerokim spektrum ekologicznym, jakimi są m.in. lasy mieszane wilgotne, metody ich określania nie oddają w pełni ich zróżnicowania (Rutowski P. 2012, Konatowska, Rutkowski P. 2022). Zasady techniczno-hodowlane z 1953 roku oraz Zasady hodowlane (1961, 1969), przy podziale siedlisk leśnych nie wyodrębniały typu lasu mieszanego wilgotnego. Siedliska tego rodzaju, wchodziły w skład typu siedliskowego lasów mieszanych (bez zróżnicowania ze względu na stopień uwilgotnienia). Dla siedlisk tych, w Krainie Wielkopolsko-Pomorskiej wskazywano na główną rolę sosny oraz dębu. Zasady hodowli lasu z 1979 r. uszczegółowiły podział siedlisk leśnych wyodrębniając typ siedliskowy lasu mieszanego wilgotnego. Skład gatunkowy drzewostanów w Krainie Wielkopolsko-Pomorskiej w tym typie siedliskowym lasu został określony ze wskazaniem dwóch gatunków głównych, w tym dębu w roli wiodącej, bez podania jego przynależności gatunkowej oraz *Pinus sylvestris*. Kolejne wydania Zasad hodowli lasu (1988, 2003, 2012) nie wprowadzały istotnych zmian w tym zakresie. Wskazania hodowlane doprecyzowały Siedliskowe podstawy hodowli lasu z 1990 r. wskazując, obok

sosny, na *Quercus robur*. W 2004 r. ówczesne (i w dalszym ciągu obowiązujące) wydanie Siedliskowych podstaw hodowli lasu (2004) powiązało skład gatunkowy drzewostanów w każdym z typów siedliskowych lasu ze zbiorowiskami roślinnymi, podając dla lasu mieszanego wilgotnego w Krainie III Wielkopolsko-Pomorskiej trzy typy: grabowo-dębowy dla zespołów *Galio sylvatici-Carpinetum* oraz *Tilio-Carpinetum*, a także dębowo-sosnowy lub sosnowo-dębowy dla zespołu *Querco roboris-Pinetum,* w podzespole *Querco roboris-Pinetum coryletosum.* Żaden z wymienionych dokumentów nie odnosił się do licznych przypadków występowania zbiorowisk zastępczych w poszczególnych typach siedliskowych oraz zasad ich zagospodarowania. Nieprecyzyjna w tym zakresie jest także aktualnie obowiązująca Instrukcja wyróżniania i kartowania w Lasach Państwowych typów siedliskowych lasu oraz zbiorowisk roślinnych (Instrukcja urządzania lasu 2012), która siedliska w stanie naturalnym (N1) i zbliżonym do naturalnego (N2) definiuje jako ekosystem znajdujący się w stanie równowagi ekologicznej, polegającej na zgodności naturalnej lub mało zmienionej szaty roślinnej z warunkami siedliska, z drugiej jednak strony odnosząc stan zbliżony do naturalnego (N2) nie do szaty roślinnej, tylko do zgodności składu gatunkowego drzewostanu z typem drzewostanu. W takim ujęciu drzewostan o realnym składzie dębowo-sosnowym może być zgodny z przyjętym dębowo-sosnowym typem drzewostanu także wtedy, gdy typ drzewostanu jest niezgodny z potencjalną szatą roślinną.

Prace poruszające problem relacji między systemem syntaksonomicznym oraz typologią leśną wskazują na powiązanie siedliska lasu mieszanego wilgotnego ze zbiorowiskami roślinnymi borów mieszanych, kwaśnych lasów oraz ubogich postaci grądów (Sokołowski i in. 1997, Czępińska-Kamińska i in. 2000, Siedliskowe podstawy hodowli lasu 2004, Sikorska i Lasota 2007, Rutkowski P. 2012). Cechą wspólną tych odmiennych ekologicznie typów ekosystemów leśnych jest różny ilościowo i jakościowo, jednak istotny udział gatunków drzew liściastych (zwłaszcza dębów), które stanowią ważną składową wymienionych zbiorowisk. Przekonanie o znaczeniu dębu w procesie prowadzenia gospodarki leśnej na omawianym siedlisku wyraża się w typach lasu (wskazujących na ogólny cel hodowlany) zawartych w Siedliskowych podstawach hodowli lasu (2004) oraz przykładowych typach drzewostanów oraz proponowanych przykładowych składach gatunkowe upraw (Zasady hodowli lasu 2012). Siedliskowe podstawy hodowli lasu podają dla lasu mieszanego wilgotnego, w Krainie Wielkopolsko-Pomorskiej, trzy typy lasu: grabowo-dębowy, sosnowo-dębowy i dębowo-sosnowy. W każdym z wymienionych przypadków *Quercus robur* jest wyróżniany jako gatunek główny oraz gatunek drugiego piętra. Zasady hodowli lasu (2012) jako gatunki główne w przykładowym typie drzewostanu proponują *Pinus sylvestris* oraz

Quercus robur, przy czym gatunkiem dominującym jest w tym wypadku *Quercus robur*, a udział *Pinus sylvestris* powinien wynosić nie mniej niż 20%. Jako gatunki domieszkowe proponowane są: *Picea abies, Betula pendula, Fagus sylvatica, Acer pseudoplatanus, Alnus glutinosa* oraz *Tilia cordata*. Rzadkość występowania drzewostanów dębowych w typie siedliskowym będącym przedmiotem badań nie pokrywa się z przedstawionymi zasadami. Pokazuje to równocześnie, że dla siedliska lasu mieszanego wilgotnego dotychczas proponowane rozwiązania hodowlane znajdują ograniczone zastosowanie w praktyce leśnej. *Quercus robur* występuje we wszystkich wyodrębnionych grupach zbiorowisk, zwykle jednak osiąga niewielką stałość oraz stopień pokrycia. Jego udział najsilniej zaznacza się w warstwie runa. Brak natomiast drzewostanów tworzonych przez *Quercus petraea*, co jest zgodne z Siedliskowymi podstawami hodowli lasu z 1990, które jako gatunek dębu zalecany dla siedlisk lasu mieszanego wilgotnego wskazywały dąb szypułkowy. Płaty zbiorowisk o dominującej roli *Quercus robur* odgrywają niewielką rolę w ogólnym obrazie roślinności rzeczywistej omawianego typu siedliskowego lasu. Dominująca ich część, w wyniku grupowania metodą WPGM została zebrana w grupie Db1. Z uwagi na skład drzewostanu (*Quercus robur* oraz *Carpinus betulus)* zinwentaryzowane zbiorowiska wykazują podobieństwo do zbiorowisk grądów. Przewaga *Quercus robur* w drzewostanach grądowych użytkowanych gospodarczo jest typowym zniekształceniem roślinności tych zbiorowisk roślinnych, ponieważ gatunek ten jest preferowany przez gospodarkę leśną z uwagi na jego znaczenie gospodarcze. Runo omawianych drzewostanów jest słabo wykształcone. Mimo wilgotnego charakteru siedliska brak w runie gatunków charakterystycznych dla grądów niskich. Utrudnia to jednoznaczną klasyfikację zbiorowiska. Opisywane drzewostany zostały w znacznym stopniu opanowane przez *Padus serotina*, której bujny rozrost może wpływać ograniczająco na gatunki dna lasu. Redukcyjny wpływ nadmiernej ekspansji tego gatunku na różnorodność biologiczną jest znany (Halarewicz 2011, 2012). Na osobne omówienie, zasługuje zbiorowisko *Quercus robur-Iris pseudacorus*, które w wyniku grupowania metodą WPGMA weszło w skład grupy Ol2. Wskazany płat występuje w lokalnym zagłębieniu terenu. Charakteryzuje go luźny drzewostan dębowy, pod którym rozwinięta warstwa runa zdominowana jest przez *Iris pseudacorus*, przy współudziale gatunków łąkowych (m. in. *Lysimachia vulgaris, Juncus conglomeratus*). *Iris pseudacorus*, który dominuje w runie, wśród zbiorowisk leśnych występuje przeważnie w zbiorowiskach olsów lub łęgów jesionowo-olszowych. Mimo, iż występuje na siedlisku wilgotnym, z punktu widzenia typologii leśnej, skład gatunkowy runa wskazuje na jego pokrewieństwo ze zbiorowiskami olsów. Ten nietypowy układ przyrodniczy, mimo iż ubogi florystycznie, nawiązuje do zbiorowiska

dębniaka turzycowego *Quercus robur-Carex elongata*. Brak gatunków charakterystycznych utrudnia jednak jednoznaczną diagnozę. Zbiorowisko dębniaka turzycowego znane jest głównie z północno-wschodniej Polski (Sokołowski 1972b, 1980), jednak było również notowane w Wielkopolsce (Brzeg, Wojterska 1996, 2001, Brzeg, Kasprowicz 2001) oraz w Krainie Śląskiej (Rutkowski P. 2012). Matuszkiewicz W. (2001) o warunkach hydrologicznych w miejscach występowania dębniaka turzycowego pisze: „w okresach suchszych, latem i wczesną jesienią poziom wody opada nawet na głębokość 150 centymetrów". Takie warunki wodne mogą być utożsamiane z siedliskami wilgotnymi w ujęciu typologii leśnej, co pozwala podejrzewać ze zbiorowisko to może być włączone w spektrum zbiorowisk roślinnych powiązanych z siedliskiem lasu mieszanego wilgotnego.

Carpinus betulus występuje na terenie całego kraju, przede wszystkim na nizinach i pogórzu, rzadziej w górach (Boratyńska 1993). Zwykle jest najpospolitszym drzewem w składzie naturalnych wielogatunkowych lasów liściastych (Faliński, Pawlaczyk 1993), które dominują w obrazie roślinności potencjalnej Polski (Matuszkiewicz J. M. 2008). Fitocenozy o przeważającej roli *Carpinus betulus* wykazują niewielkie znaczenie w obrazie roślinności rzeczywistej na siedlisku lasu mieszanego wilgotnego. Hodowla tego gatunku znajduje uzasadnienie w Siedliskowych podstawach hodowli lasu (2004) w postaci typu lasu grabowo-dębowego, tam, gdzie roślinność potencjalną reprezentuje *Galio sylvatici-Carpinetum* (lub innych postaci grądów poza granicami Wielkopolski). Z uwagi na ograniczone możliwości zastosowania drewna grabowego w przemyśle drzewnym (Surmiński 1993), pomimo ważnej roli ekologicznej jaką gatunek ten ogrywa w zbiorowiskach naturalnych, jego rola w gospodarce leśnej jest ograniczona. Niewielki udział drzewostanów grabowych jest więc wynikiem faworyzowania w ramach gospodarki leśnej dębu kosztem konkurującego z nim grabu. Badania Tinya i in. (2020) wskazują na konieczność usuwania grabu wtedy, gdy zamierza się odnowić dęba bezszypułkowego, ale ten sam tok postępowania odnosił się (i odnosi współcześnie) do dębu szypułkowego. Grab bowiem, z uwagi na większą tolerancję względem zacienienia wygrywa konkurencję z odnowieniem dębu.

Fitocenozy z *Fagus sylvatica* również odgrywają niewielką rolę w ogólnej puli wszystkich zinwentaryzowanych zbiorowisk roślinnych. Znikomy udział *Fagus sylvatica* może być następstwem zarówno niekorzystnych warunków siedliskowych, które z uwagi na niską roczną sumę opadów atmosferycznych (patrz ryc. 3) nie sprzyjają bukowi, jak i z uwagi na pewien schematyzm gospodarki leśnej, w której, jeśli w Zasadach hodowli lasu lub w Siedliskowych podstawach hodowli lasu nie podaje się buka w składzie gatunkowym drzewostanów, to się go nie wprowadza. W przypadku dwóch zinwentaryzowanych płatów,

gatunek ten występuje jako panujący w drzewostanie. W dwóch kolejnych tworzył drugie piętro pod drzewostanami sosnowymi. Z uwagi na specyficzne warunki klimatyczne jakimi wyróżnia się Nizina Wielkopolska na tle pozostałych regionów Polski, pod względem wielkości opadów atmosferycznych uchodząc za obszar deficytowy w wodę, hodowla tego gatunku na omawianym obszarze ma ograniczone znaczenie. Zasady hodowli lasu (2012) podają jednak *Fagus sylvatica* jaką jedną z proponowanych domieszek uszlachetniających. Wydaje się to uzasadnione w przypadku kształtowania drzewostanów w typie lasu grabowo-dębowym na siedliskach wilgotnych. Jak podaje Wojterski (1990), gatunek ten odgrywa szczególną rolę w środkowoeuropejskim grądzie niskim *Galio sylvatici-Carpinetum stachyetosum,* niekiedy dominując w drzewostanie, nie przekształcając przy tym runa.

Acer pseudoplatanus odgrywa największą rolę ekologiczną na terenach wyżynnych i górskich, gdzie tworzy własne zbiorowiska roślinne. Na niżu występuje w rozproszeniu, stanowiąc grupowe lub pojedyncze domieszki w żyznych i wilgotnych lasach liściastych. Na Nizinie Wielkopolskiej jest częstym elementem grądów oraz lasów łęgowych, sporadycznie występuje także w olsach (Jutrzenka-Trzebiatowski 1999). Na siedlisku lasu mieszanego wilgotnego w mezoregionie Równiny Opalenicko-Wrzesińskiej tylko w jednym wydzieleniu leśnym stanowił istotny element w drzewostanie oraz w runie w postaci obfitego nalotu. W pozostałych zinwentaryzowanych płatach gatunek ten występował rzadko, osiągając niewielkie pokrycie w warstwie runa. Siedliskowe podstawy hodowli lasu (2004) sugerują, że *Acer pseudoplatanus* może być wykorzystywany jako gatunek drugiego piętra w typie lasu grabowo-dębowego, jednak w ramach omawianego mezoregionu takie rozwiązanie nie jest spotykane. Podobnie jak w przypadku *Fagus sylvatica* Zasady hodowli lasu (2012) podają *Acer pseudoplatanus* jaką jedną z proponowanych domieszek uszlachetniających.

Prace poświęcone relacjom typologii leśnej oraz syntaksonomii często pomijają znaczenie drzewostanów *Alnus glutinosa* oraz *Betula pendula* w kontekście badanego siedliska. Skład gatunkowy drzewostanu o dominującej roli *Alnus glutinosa* nie znajduje swojego odpowiednika w typach drzewostanów proponowanych w Siedliskowych podstawach hodowli lasu (2004) ani w propozycjach typów drzewostanów przedstawionych w Zasadach hodowli lasu (2012) dla lasu mieszanego wilgotnego. Wyniki przeprowadzonych badań pokazują jednak, że gatunki te mają istotne znaczenie w formowaniu zbiorowisk roślinnych na siedlisku lasu mieszanego wilgotnego.

Leśne zbiorowiska zastępcze z *Betula pendula* występują licznie na omawianym siedlisku i stanowią ważny typ roślinności rzeczywistej. Dominująca lub współdominująca rola *Betula pendula* w drzewostanach na siedlisku lasu mieszanego wilgotnego, podobnie jak

w przypadku *Alnus glutinosa*, nie znajduje potwierdzenia w typach lasu przedstawianych w Siedliskowych podstawach hodowli lasu (2004) oraz Zasadach hodowli lasy (2012) dla badanego obszaru. Jest to uzasadnione, ponieważ w warunkach Polski, *Betula pendula* nie tworzy własnych zespołów roślinnych, jednak z uwagi na bardzo szeroką skalę ekologiczną (zarówno pod względem wymagań wilgotnościowych jak i troficznych) gatunek ten występuje w wielu zespołach leśnych (Wojterski 1979). Jak podaje Łukaszewicz (2016), powierzchniowy udział rodzaju *Betula* jako gatunku panującego w lasach Polski wynosi 5,1% i zmniejszył się kilkukrotnie w latach 1996-2016. Panuje on na znacznej części siedlisk lasu mieszanego bagiennego (40,5%), boru mieszanego bagiennego (29,5%) oraz lasu mieszanego wilgotnego (17,1%). Niestety, wspomniany autor nie precyzuje przedstawianych wyników do poszczególnych gatunków, czego powodem jest brak rozróżnienia między *Betula pendula* i *Betula pubescens* w danych dostępnych w Banku Danych o Lasach. Łukaszewicz sygnalizuje jednak, że w warunkach Polski, z uwagi na zmiany zachodzące w środowisku leśnym, większe znaczenie gospodarcze przypada *Betula pendula.* Rutkowski P. (2012) wskazuje na rolę jaką może odgrywać *Betula pendula* (wraz z *Alnus glutinosa)* podczas odtwarzania lasu na powierzchniach o niestabilnych warunkach wodnych. Olszowo-brzozowy typ drzewostanu może być odpowiedzią praktyki leśnej na potrzebę zalesienia powierzchni pierwotnie będącej siedliskiem olsu lub łęgu, na której trudno jest jednoznacznie określić kierunek zachodzących procesów. Taki typ drzewostanu, wydaje się odpowiedni, kiedy brak pewności czy odwodnienie siedliska ma charakter stały. W przypadku, gdy wody gruntowe wrócą do swoich pierwotnych poziomów rolę głównego gatunku w drzewostanie może zająć *Alnus glutinosa,* w przypadku jednak, gdy przesuszenie siedliska ma charakter trwały, to *Betula pendula* zniesie zmiany zachodzące w siedlisku. Jeśli wody gruntowe ustabilizują się na niższych poziomach należy zakładać, że *Betula pendula* może stanowić przedplon dla innych gatunków. Takie rozwiązanie hodowlane może stanowić próbę naśladowania naturalnych procesów, ponieważ w warunkach naturalnej sukcesji gatunek ten odgrywa ważną rolę we wczesnych fazach rozwoju fitocenoz leśnych (Wojterski 1979). Badania na gruntach porolnych (Podrázský, Ulbrichová 2004, Ramion, Rutkowski P. 2007) wskazują na korzystny wpływ tego gatunku na warunki glebowe, a z uwagi na jego cechy takie jak niskie wymagania siedliskowe, szybki wzrost oraz dużą zdolność do rozrostu koron, powszechnie uważa się, że z powodzeniem może być wykorzystywany jako przedplon (Zarzycki 1979, Bernadzki, Kowalski 1983, Bergmann 1993, Ceitel, Iszkuło 2000, Andrzejczyk 2008, Jaworski, Kornik 2011, Łukaszewicz 2016). Ramion oraz Rutkowski P. (2007) zauważają jednak, że możliwość uzyskania odnowienia naturalnego pod okapem drzewostanów *Betula pendula* może być utrudniona ze względu na

częste zadarnianie się dna lasu. Wspomniani autorzy rekomendują podsadzanie gatunków docelowych oraz rozpoczęcie przebudowy w wieku około 25 lat. Problem częstego zadarniania się dna lasu pod okapem *Betula pendula* nie został potwierdzony w drzewostanach na siedlisku lasu mieszanego wilgotnego. Liczne występowanie *Betula pendula* (niekiedy wspólnie z *Alnus glutinosa*), często z domieszką wielu innych gatunków, w zbiorowiskach roślinnych lasu mieszanego wilgotnego pozwala zakładać, że gatunek ten jest świadomie wykorzystywane przez leśników, mimo braku wskazówek w tym zakresie w Zasadach hodowli lasu (2012). Wydaje się, że przedstawienie propozycji składów gatunkowych z szerszym wykorzystaniem tego gatunku oraz ich wprowadzenie do instrukcji hodowlanych wraz ze wskazówkami dla dalszej przebudowy zainicjowanych lub odtwarzanych w ten sposób drzewostanów może być przydatne dla praktyki leśnej, formalizując użycie tego gatunku w proekologicznej hodowli lasu.

Na siedlisku lasu mieszanego wilgotnego w mezoregionie Równiny Opalenicko-Wrzesińskiej ważny typ roślinności stanowią zbiorowiska nawiązujące do zespołów olsów oraz łęgów jesionowo-olszowych. Wyniki przeprowadzonych badań potwierdzają dotychczasowe obserwacje Zaręby (1988) oraz Rutkowskiego P. (2012), którzy genezy niektórych przypadków lasu mieszanego wilgotnego upatrywali w odwodnionych siedliskach olsów. Zbiorowiska te mają trudny do jednoznacznej oceny charakter z uwagi na niewielką liczbę gatunków charakterystycznych oraz w przypadku zbiorowisk, gdzie możemy podejrzewać ich pochodzenie od zespołów olsowych, także z uwagi na brak charakterystycznej kępkowo-dolinkowej struktury. Zbiorowiska te są podobne do wyodrębnionego przez Olaczka (1972) *Poo trivialis-Alnetum*. Jednak, *Poa trivialis* wystąpiła w badanych płatach tylko jednokrotnie. Wyraźnie swoją obecność zaznaczają gatunki z klasy *Artemisietea vulgaris,* które charakteryzuje duża zdolność do konkurencji na siedliskach eutroficznych. Spośród nich, należy wymienić takie gatunki jak *Urtica dioica, Geranium robertianum, Geum rivale, Geum urbanum,* czy *Galium aparine*. Podczas próby rozróżnienia zbiorowisk *Ribeso nigri-Alnetum* od *Fraxino-Alnetum* liczne występowanie wyżej wymienionych gatunków jest jedną z cech wskazującą na przynależność analizowanego płatu do zespołu *Fraxino-Alnetum* (Matuszkiewicz W. 2001). Należy jednak wspomnieć, że wielu badaczy zauważa, że zbiorowiska olsów, w przypadku odwodnienia, upodabniają się na pewnym etapie degeneracji do łęgów (Olaczek 1972, Jakubowska-Gabara 1985, Czerwiński 1995, Kurowski 2007, Orczewska 2016). Upodobnienie to wyraża się między innymi poprzez zwiększoną obecność gatunków nitrofilnych. Analiza liczb wskaźnikowych pokazuje, że rośliny tworzące te zbiorowiska swoje optimum siedliskowe znajdują w glebach wilgotnych oraz żyznych,

o odczynie zbliżonym do obojętnego. Średnia wartość wskaźnika wilgotności oraz żyzności gleby dla leśnych zbiorowisk zastępczych na odwodnionych siedliskach olsów i łęgów jest najwyższa ze wszystkich wyodrębnionych typów zbiorowisk.

Grupowania zdjęć fitosocjologicznych za pomocą metody średnich połączeń ważonych (WPGMA) pozwoliło na wyodrębnienie sześciu grup oraz szesnastu podgrup zbiorowisk roślinnych. W większości, wspólnym mianownikiem powstałych w wyniku grupowania zbiorów jest rola gatunków panujących w drzewostanie. Wyjątek na tym polu stanowi grupa Rb1, która w wyniku zastosowanie metody WPGMA wyodrębniła się z płatów roślinności silnie zdominowanych przez rodzaj *Rubus*, ponieważ jedynie w tej grupie, jej najsilniejszy wspólny mianownik realizuje się w warstwie runa. Wszystkie zinwentaryzowane zbiorowiska roślinne są w różnym stopniu przekształcone. Większość badanych płatów ma charakter leśnych zbiorowisk zastępczych o niewielkiej liczbie gatunków charakterystycznych, co utrudnia ich jednoznaczną klasyfikację. Rubietyzacja jest formą degeneracji fitocenozy leśnej, która powszechnie występuje na siedlisku lasu mieszanego wilgotnego w mezoregionie Równiny Opalenicko-Wrzesińskiej. Gatunki z rodzaju *Rubus* występują we wszystkich wyodrębnionych grupach, w niektórych podgrupach osiągając wysoką stałość oraz niekiedy znaczny stopień pokrycia. Gatunki tego rodzaju wykazują na ogół większe wymagania świetlne i mają zdolność do szybkiej ekspansji w dnie lasu. Prześwietlenie drzewostanu połączone z przesuszeniem siedliska może prowadzić zazwyczaj do inwazji rodzaju *Rubus* (Kurowski i in. 2008). Dobrym przykładem tego zjawiska są leśne zbiorowiska zastępcze, które w wyniku grupowania znalazły się w grupie Rb1. Drzewostany te są niejednorodne pod względem składu gatunkowego. Wyodrębniona grupa zbiorowisk charakteryzuje się najniższym zwarciem w warstwie drzew spośród wszystkich wyodrębnionych grup (średnio 50%). Jeżyny wyraźnie dominują w runie. Ich występowanie jest problematyczne z punktu widzenia gospodarki leśnej, ponieważ gatunki te w znacznym stopniu mogą utrudniać próby wyprowadzenia nowego pokolenia drzew.

Wiele zinwentaryzowanych płatów zbiorowisk reprezentowanych jest przez drzewostany *Pinus sylvestris* oraz sporadycznie drzewostany *Picea abies.* Udział gatunków iglastych może też być następstwem ich faworyzowania przez praktykę leśną.

Leśne zbiorowiska zastępcze z *Pinus sylvestris* występują często na siedlisku lasu mieszanego wilgotnego. *Pinus sylvestris,* w wyniku wieloletniego protegowania tego gatunku w gospodarce leśnej jest najważniejszym i zajmującym największe areały gatunkiem lasotwórczym w Polsce. Obecność *Pinus sylvestris* w składzie gatunkowym znajduje odzwierciedlenie w Siedliskowych podstawach hodowli lasu (2004), w których dla lasu

mieszanego wilgotnego zaproponowano dwa typy lasu: sosnowo-dębowy oraz dębowo-sosnowy. Na podstawie uzyskanych wyników można stwierdzić, że zbiorowiska roślinne ze znaczącym udziałem *Pinus sylvestris* są ubogie w gatunki charakterystyczne i nie dają podstaw do zaliczenia ich do niższych jednostek syntaksonomicznych w ramach klasy *Vaccinio-Piceetea*. Sporadycznie występują gatunki charakterystyczne dla innych klas, jednak ich pojawianie się w rozpoznanych płatach zbiorowisk nie pozwala na celną diagnozę. Mimo dominacji lub współdominacji w znacznej części powierzchni badawczych *Pinus sylvestris,* inne gatunki z klasy *Vaccinio-Piceetea* występują nielicznie. Spośród nich największe znaczenie mają *Picea abies* współwystępujący w warstwie drzew oraz *Vaccinium myrtillus* w runie. Obecność gatunków o szerokich skalach ekologicznych takich gatunków jak: *Frangula alnus* (So2), *Deschampsia flexuosa* (So2) czy *Pteridium aquilinum* (So3) nie daje jednoznacznej odpowiedzi co do przynależności syntaksonomicznej analizowanych płatów, sugeruje jednak podobieństwo odnotowanych zbiorowisk do zespołów kwaśnych dąbrów oraz borów mieszanych. Wielu badaczy, przestawia pogląd, zgodnie z którym, sztucznie wprowadzone, gospodarcze drzewostany *Pinus sylvestris,* w przypadku ich występowania na siedliskach lasów liściastych wywierają negatywny wpływ na roślinność oraz stan siedliska. Kwestia ta jest powszechnie poruszana w licznych pracach (Olaczek 1972, 1974, 1986, Jakubowska-Gabara 1985). Nowsze doniesienia nie są jednak jednoznaczne w ocenie wpływu sosny na stan siedliska, wskazując na zdolność fitocenoz do regeneracji oraz redegradacji siedliska (Zerbe 2002, Czerepko 2004a, 2004b, Rawlik i in. 2015). Mimo, iż negatywny wpływ *Pinus sylvestris* na stan siedlisk jest dziś kwestionowany, mając na uwadze potrzebę zbliżenia lasów gospodarczych do zbiorowisk naturalnych, zasadnym wydaje się ograniczanie jej udziału na omawianym siedlisku.

Obecność drzewostanów *Picea abies* w badanym regionie nie znajduje uzasadnienia w wytycznych hodowlanych. Należy jednak zaznaczyć, że na siedlisku lasu mieszanego wilgotnego Zasady hodowli lasu (2012) uwzględniają *Picea abies* w roli domieszki. Oznacza to jednak, że jego udział w docelowym składzie gatunkowym drzewostanu nie powinien przekraczać 20%. Jego obecność jest prawdopodobnie wynikiem panującego wśród leśników przekonania o jego wyższej produktywności (względem *Pinus sylvestris)* na siedliskach wilgotnych. Obecność *Picea abies* jako gatunku głównego na omawianym siedlisku ma znaczenie marginalne, jednak jako gatunek współpanujący jest zauważalny w części drzewostanów z sosną (So4). Wykorzystanie świerka do odtwarzania lasu na siedlisku lasu mieszanego wilgotnego można traktować jako próbę optymalnego z punktu widzenia produkcji wykorzystania siedliska. Należy jednak pamiętać, że gatunek ten jest wrażliwy na suszę, co w

niestabilnych warunkach hydrologicznych lasu mieszanego wilgotnego może nastręczać wielu problemów hodowlanych i stanowić zagrożenie dla żywotności drzewostanów. Gatunek ten w granicach mezoregionu znajduje się poza swoim optymalnym zasięgiem, jego promocja na omawianym obszarze oraz siedlisku nie wydaje się być więc uzasadniona.

6. Wnioski

1. Lasy mieszane wilgotne mezoregionu Równiny Opalenicko-Wrzesińskiej wykazują duże zróżnicowanie siedliskowe, na które składa się 40 rodzajów utworów geologicznych oraz 38 podtypów gleb. Objęty badaniami typ siedliskowy lasu porastają zbiorowiska zubożałe florystycznie oraz leśne zbiorowiska zastępcze, wśród których wyróżniono:
    a) Zubożałe leśne zbiorowiska na odwodnionych siedlisk łęgowych i olsowych;
    b) Zubożałe leśne zbiorowiska z dębem szypułkowym *Quercus robur*, grabem pospolitym *Carpinus betulus*, klonem jaworem *Acer pseudoplatanus* oraz bukiem zwyczajnym *Fagus sylvatica*;
    c) Leśne zbiorowiska zastępcze z brzozą brodawkowatą *Betula pendula*;
    d) Leśne zbiorowiska zastępcze o runie silnie zdominowanym przez rodzaj *Rubus*;
    e) Leśne zbiorowiska zastępcze z sosną zwyczajną *Pinus sylvestris*;
    f) Leśne zbiorowiska zastępcze ze świerkiem pospolitym *Picea abies*.

    Zróżnicowanie to potwierdza wysoką heterogeniczność zbiorowisk w obrębie badanego typu siedliskowego lasu.
2. Szata roślinna lasu mieszanego wilgotnego wykazuje wysoki stopień synantropizacji, co wyraża się poprzez zubożenie florystyczne zbiorowisk roślinnych oraz w znacznej części ich zastępczy charakter, stosunkowo wysoki udział gatunków synantropijnych oraz liczne występowanie niektórych gatunków inwazyjnych. Utrudnia to jednoznaczną identyfikację potencjalnych zbiorowisk roślinnych.
3. Wysoki stopień synantropizacji ogranicza możliwości wykorzystania roślinności potencjalnej jako podstawy różnicowania w obszarze badań typów drzewostanu w ramach lasu mieszanego wilgotnego. Można jednak pokusić się o sformułowanie następujących sugestii gospodarczych dotyczących typu siedliskowego lasu stanowiącego przedmiot badań:
    a) dla grupy zubożałych zbiorowisk na odwodnionych siedliskach łęgowych i olsowych;

a. gdy tylko to możliwe, należy dążyć do przywrócenia pierwotnych stosunków wodnych, a w przypadku sukcesu przeklasyfikowanie siedliska oraz zachowanie dotychczasowych drzewostanów;
b. w przypadku, gdy brak pewności co do stabilności w reżimie wodnym, proponuje się typ drzewostanu z udziałem *Alnus glutionosa* oraz *Betula pendula*;

b) dla grupy z udziałem *Quercus robur*, *Carpinus betulus*, *Acer pseudoplatanus* oraz *Fagus sylvatica*, dla której naturalną potencjalną roślinnością wydaje się być grąd środkowoeuropejski *Galio sylvatici-Carpinetum betuli*, proponuje się typ drzewostanu z udziałem pierwszych trzech gatunków (samodzielnie lub w dowolnym ich zmieszaniu). Podobny skład gatunków głównych w drzewostanie proponuje się też dla pozostałych grup zbiorowisk zastępczych;

c) Wynikający z obowiązujących w leśnictwie Zasad hodowli lasu sosnowo-dębowy typ drzewostanu, proponowany dla siedliska lasu mieszanego wilgotnego w Krainie Wielkopolsko-Pomorskiej, utrzymywany od 1979 r., nie oddaje naturalnego, przyrodniczego zróżnicowania typu będącego przedmiotem badań. Można natomiast przyjąć, że przyczynił się on do utrwalania zniekształceń szaty roślinnej w omawianej jednostce. Potwierdza to hipotezę o wpływie kryteriów diagnozowania lasu mieszanego wilgotnego na zróżnicowanie jego zbiorowisk roślinnych. Chcąc przybliżyć skład gatunkowy drzewostanów w typie siedliskowym będącym przedmiotem badań do naturalnego układu szaty roślinnej sugeruje się ograniczanie udziału *Pinus sylvestris* w składach gatunkowych drzewostanów na siedlisku lasu mieszanego wilgotnego.

Bibliografia

1. Czępińska-Kamińska D., Biały K., Brożek S., Chojnicki J., Januszek K., Kowalkowski A., Krzyżanowski A., Okołowicz M., Sienkiewicz A., Skiba S., Wójcik J., Zielony R. (2000): Klasyfikacja gleb leśnych Polski. Wydanie trzecie. Centrum Informacyjne Lasów Państwowych. Warszawa.
2. Dzwonko Z. (2007): Przewodnik do badań fitosocjologicznych. Vademecum Geobotanicum. Instytut Botaniki UJ, Poznań – Kraków.

3. Jackowiak B. (1990): Antropogeniczne przemiany flory roślin naczyniowych Poznania. Wydawnictwo Naukowe UAM, Seria Biologia nr 42, Poznań.

4. Matuszkiewicz W. (2001): Przewodnik do oznaczania zbiorowisk roślinnych Polski. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa. Wydanie trzecie zmienione i uzupełnione. Warszawa.

5. Ochyra R., Żarnowiec J., Bednarek-Ochyra H. (2003): Census catalogue of polish mosses. W: Red. Z. Mirek, Biodiversity of Poland. 3. W. Szafer Institute of Botany, Polish Academy of Sciences, Kraków.

6. Olaczek R. (1974): Kierunki degeneracji fitocenoz leśnych i metody ich badania. Phytocoenosis 3, 3-4, s. 179-190.

7. Ratyńska H., Szwed W. (1995): Degeneracja grądu na terenie Agroekologicznego Parku Krajobrazowego. Parki Narodowe i Rezerwaty Przyrody, 13, s. 99-113.

8. Raunkiaer C. (1905): Planterigets Livsformen (Botanical lives forms). Kjobenharn.

9. Roo-Zielińska E. (2018): Porównanie europejskich skal ekologicznych liczb wskaźnikowych w ocenie środowiska fizycznogeograficznego na podstawie charakterystycznych gatunków roślin wrzosowisk i ubogich muraw bliźniczkowych z klasy Nardo-Callunetea. Przegląd Geograficzny, 90, 3, s. 403-434.

10. Sneath P. H. A., Sokal R.R. (1973): Numerical taxonomy. The principles and practice of numerical classification. Freeman and Comp., San Francisco.

11. Systematyka gleb Polski (1989). Roczniki Gleboznawcze, XL, 3/4, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa.

12. Thellung A. (1915): Pflanzenwanderungen unter dem Einfluss des Menschen. Beiblatt zu den Botanischen Jahrbüchern nr 116, syst., 53, 3-5, s. 37-66.

13. 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.

14. Van der Maarel E. (1979): Transformation of cover-abundance values in phytosociology and its effects on community similarity. Vegetatio, 39, 2, s. 97-114.

15. Zarzycki K., Trzcińska-Tacik H., Różański W., Szeląg Z., Wołek J., Korzeniak U. (2002): Ecological indicator values of vascular plants of Poland. W. Szafer Institute of Botany, Polish Academy of Sciences, Kraków.