

Prądnik. Prace Muz. Szafera	35	027–050	2025
-----------------------------	----	---------	------

JERZY SZWAGRZYK¹, REMIGIUSZ PIELECH²,
ANTONI ZIĘBA³, TOMASZ ZWIJACZ-KOZICA³,
JAN BODZIARCZYK^{*1}

¹Katedra Bioróżnorodności Leśnej, Wydział Leśny, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie
al. 29 Listopada 46, 31-4125 Kraków; *e-mail: rlbodzia@cyf-kr.edu.pl

²Instytut Botaniki, Wydział Biologii, Uniwersytet Jagielloński, ul. Gronostajowa 3, 30-387 Kraków

³Tatrzański Park Narodowy, Kuźnice 1, 34-500 Zakopane

ZRÓŻNICOWANIE FLORYSTYCZNE LASÓW Z UDZIAŁEM JODŁY W TATRZAŃSKIM PARKU NARODOWYM

Floristic variability of silver fir forests in Tatra National Park

Abstract. This paper presents a phytosociological classification of silver fir forests in Tatra National Park, based on 227 relevés distributed across the entire area where *Abies alba* forests occur in the Polish part of the Tatra Mountains. The classification was obtained using a modified TWINSpan algorithm. As a result, the relevés were divided into seven clusters. Five clusters (1–4 and 7) could be identified as representing specific plant associations. The remaining two clusters (5 and 6) were more difficult to interpret as they were closely related to beech forests of the *Lonicero alpigenae-Fagion sylvaticae* alliance. Among the clusters identified as specific plant associations, only one had previously been described from Tatra National Park, while two represent communities new to Poland.

Key words: *Abies alba*, phytosociology, syntaxonomy, Western Carpathians

WSTĘP

Fitosocjologiczna klasyfikacja lasów i borów jodłowych od dawna sprawiała badaczom duże problemy. Stąd zapewne bierze się mnogość różnorodnych ujęć, z których część (na przykład: Świąś, 1974) została już praktycznie zapomniana przez fitosocjologów. W podręczniku J.M. Matuszkiewicza (2008) jedliny są reprezentowane praktycznie tylko przez zespół *Abietetum polonicum* – którego nazwa, notabene, jest anachroniczna i nie odpowiada współczesnym kryteriom nazewnictwa syntaksonomicznego (Theurillat i in., 2020). Opisany po raz pierwszy w Polsce z masywu Babiej Góry zespół mezofilnej jedliny *Galio rotundifolii-Abietetum* (Celiński & Wojterski, 1978) w ogóle nie znalazł się w podręczniku Matuszkiewicza (2008), zastąpiony tam przez świerczynę *Galio-Piceetum* oraz eutroficzny las jodłowy opisany jako zbiorowisko *Abies alba-Oxalis acetosella*.

Trudności z klasyfikacją jedlin wynikają w dużej mierze z braku gatunków charakterystycznych, a nawet dobrych gatunków wyróżniających dla poszczególnych zbiorowisk. Zarazem jedliny charakteryzują się współwystępowaniem roślin reprezentujących, z jednej

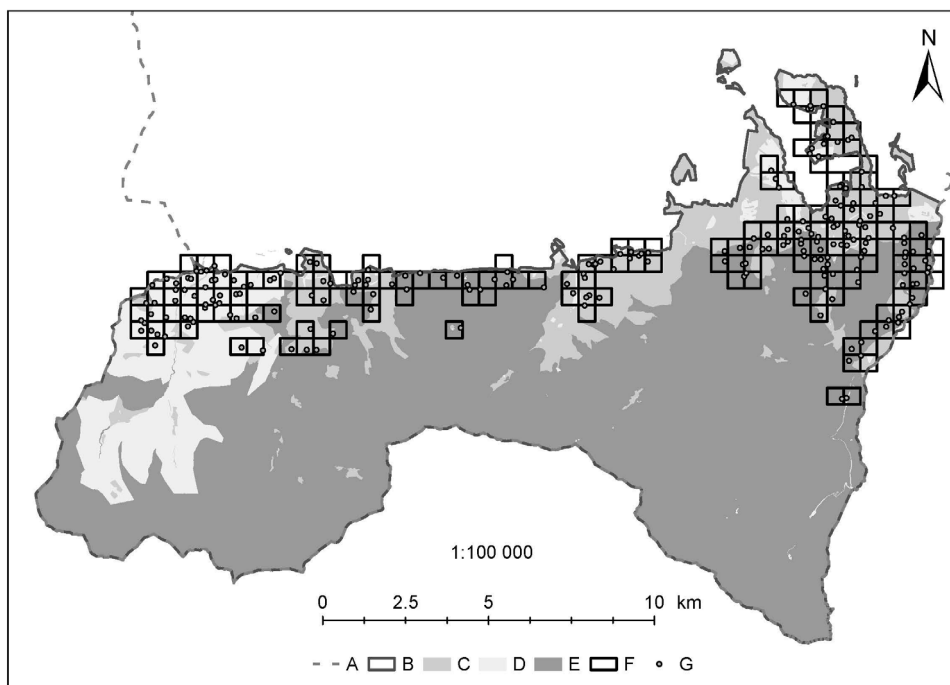
strony lasy liściaste *Carpino-Fagetea sylvaticae*, a z drugiej strony bory *Vaccinio-Piceetea*, co jeszcze bardziej utrudnia ich klasyfikację. W niektórych przypadkach żyzne jedliny były traktowane jako zdegradowane postaci buczyn (Matuszkiewicz, 1977). Ponieważ w karpackich buczynach jodła jest częstym, a nieraz wręcz współpanującym składnikiem drzewostanu, rozdzielenie jedlin od buczyn nie zawsze bywa łatwe (Bodziarczyk & Pancer-Koteja, 2004). Co więcej, skład gatunkowy drzewostanów bukowo-jodłowych często się zmienia; już przed stu laty opisywano zjawisko „naturalnego płodozmianu” (Kosina, 1929) polegającego na tym, że pod drzewostanem z przewagą buka często odnawia się głównie jodła, a pod drzewostanem zdominowanym przez jodłę – buk. Nowsze prace, opisujące zdecydowanie lepsze odnawianie się buka i wypieranie przez niego jodły wskazują na kompleks czynników historycznych, które niegdyś sprzyjały większemu udziałowi jodły w drzewostanach, a obecnie już nie występują, przez co przewagę zdobywa buk (Vrška i in., 2009; Klopčič & Bončina, 2011). Z kolei inne publikacje sugerowały, że udział buka i jodły w drzewostanach na żyznych siedliskach w dolnym reglu Karpat jest powiązany z podłożem geologicznym i z charakterystyką powstających na nim gleb (Szwagrzyk, 1988).

Celem przeprowadzonych w roku 2024 badań było ustalenie stanowiska syntaksonomicznego lasów jodłowych występujących w Tatrzańskim Parku Narodowym (TPN). Podczas wykonanych w roku 2018 badań florystycznych na siatce stałych powierzchni badawczych, zebrano bardzo obszerny materiał, który wskazywał na duże zróżnicowanie lasów z udziałem jodły w Tatrach (Pielech i in., 2021), wykraczając poza ramy nakreślone we wcześniejszych publikacjach fitosocjologicznych z tego terenu (Piękoś-Mirkowa & Mirek, 1996). Część zbiorowisk stwierdzonych wówczas w TPN nie znajdowało odpowiednika w aktualnej klasyfikacji zbiorowisk leśnych Polski (Matuszkiewicz, 2008). Dane zebrane w oparciu o sieć regularnie rozmieszczonych punktów nie były wystarczającą podstawą do przeprowadzenia pełnej analizy fitosocjologicznej, pozwalającej na rozstrzygnięcie stanowiska syntaksonomicznego tatrzańskich lasów jodłowych. Wskazywało to na pilną potrzebę dokonania pełnej charakterystyki tatrzańskich jedlin w oparciu o aktualny materiał zebrany zgodnie z metodyką wykonywania zdjęć fitosocjologicznych (Dzwonko, 2008) oraz analizę danych przy użyciu współczesnych metod stosowanych w klasyfikacji numerycznej zbiorowisk roślinnych.

MATERIAŁ I METODY

Obiekt badań stanowiły lasy ze znaczącym udziałem jodły, występujące w granicach Tatrzańskiego Parku Narodowego, identyfikujące siedliska przyrodnicze Natura 2000: 9130, 9110, 9410 i 9150, występujące w granicach TPN na łącznym obszarze ponad 1000 ha. Obszar występowania lasów jodłowych na terenie Tatrzańskiego Parku Narodowego podzielono na kwadraty (w liczbie 174) o wymiarach 500 × 500 m (ryc. 1). W obrębie każdego z kwadratów wykonywano, zgodnie z metodą Braun-Blanqueta (Braun-Blanquet, 1964; Dzwonko, 2008), zdjęcia fitosocjologiczne wielkości 200 m² na powierzchniach kołowych o promieniu 8 metrów. Na każdej powierzchni zdjęcia fitosocjologicznego zbierano do kopert poszczególne gatunki mszaków rosnących na ziemi, z zapisaniem na kopercie ich ilościowości w skali Braun-Blanqueta.

Wybór fitocenozy, na której wykonano zdjęcie fitosocjologiczne w obrębie danego kwadratu oparto o następujące kryteria: reprezentatywność i jednorodność płatu oraz co najmniej 20% udział jodły w drzewostanie. Udział ten był szacowany na podstawie rzutu koron drzew.



Ryc. 1. Rozmieszczenie kwadratów o wymiarach 500 x 500 m, w których wykonano zdjęcia fitosocjologiczne
 A – granica TPN, B – wyznaczone kwadraty, C – strefa ochrony czynnej, D – strefa ochrony krajobrazowej, E – strefa ochrony ścisłej, G – lokalizacja zdjęć fitosocjologicznych

Fig. 1. Distribution of the 500 × 500 m squares in which phytosociological relevés were made

A – boundaries of Tatra National Park, B – square borders, C – active management zone, D – landscape protection zone, E – strict protection zone, G – location of phytosociological relevés

W przypadku kwadratów z większym udziałem powierzchniowym lasów jodłowych wykonywano dwa lub trzy zdjęcia fitosocjologiczne. Ich lokalizacje odzwierciedlały naturalne zróżnicowanie jedlin w danym kwadracie, a minimalna odległość pomiędzy granicami zdjęć fitosocjologicznych wynosiła 50 m. Dla środka każdego zdjęcia fitosocjologicznego określono współrzędne geograficzne za pomocą odbiornika GPS oraz wzniesienie n.p.m., ekspozycję [°] i nachylenie stoku [°].

W sumie wykonano 227 zdjęć fitosocjologicznych w płatach z udziałem jodły. Po przeprowadzeniu badań terenowych, zebrane mszaki zdeponowano w Dyrekcji TPN, skąd zostały one wysłane do oznaczenia przez ekspertów: prof. dr. hab. Adama Stebla oraz dr. hab. Piotra Górskiego.

Dane zbierane w terenie za pomocą aplikacji VegApp (S. Schmidtlein, www.vegapp.de) zostały wyeksportowane i zintegrowane w postaci bazy danych w programie Turbveg (Hennekens & Schaminée, 2001). Klasyfikację numeryczną wykonano w programie JUICE (Tichý, 2002) za pomocą udoskonalonego algorytmu TWINSpan (Roleček i in., 2009). Przyjęto cztery przedziały (ang. *cut levels*) wyróżniania tzw. pseudo-gatunków,

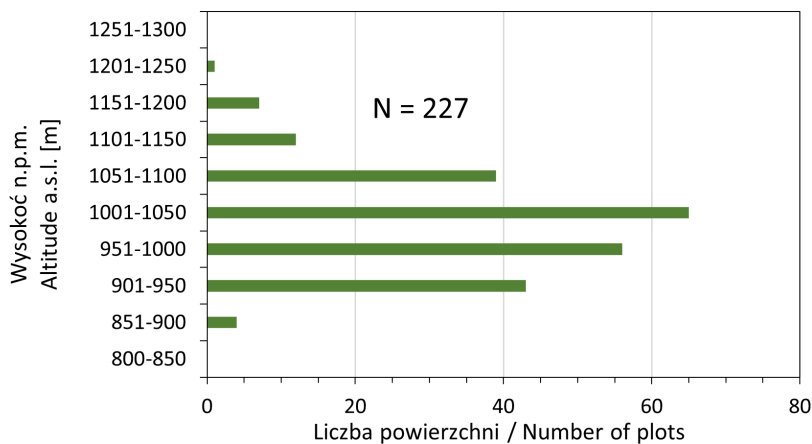
tj. 0%, 3%, 5% i 25%. Jako miarę odległości wykorzystano *total inertia*, minimalną wielkość grupy ustalono na 5, natomiast jako metodę zatrzymania algorytmu dzielącego TWINSpan przyjęto podział na maksymalnie 10 odrębnych klastrów.

Wyróżnione jednostki zidentyfikowano na podstawie hierarchiczno-florystycznej klasyfikacji zbiorowisk roślinnych Europy (Mucina i in., 2016) oraz w szczególności regionalnych opracowań dla Karpat Zachodnich (Ujházyová i in., 2021; Valachovič i in., 2022). Dla każdej jednostki zdefiniowano zestawy gatunków diagnostycznych, stałych i dominujących. Gatunki diagnostyczne przyjęto w oparciu o statystyczne miary wierności fitosocjologicznej wykorzystując współczynnik *phi* (Chytrý i in., 2002) z korektą dla grup nierównej wielkości (Tichý & Chytrý, 2006). Przyjęto, że gatunki diagnostyczne osiągają istotną statystycznie wartość współczynnika wierności fitosocjologicznej (*phi*) większą lub równą 0,25, natomiast gatunki stałe to te, które przekraczają frekwencję 40%. Za gatunki dominujące uznano te, które osiągają pokrycie 25% w co najmniej 5% zdjęć danej grupy. Ponadto zróżnicowanie florystyczne oraz charakterystykę syntaksonomiczną wyróżnionych jednostek przedstawiono za pomocą tabeli synoptycznej.

WYNIKI

Ogólna charakterystyka jedlin tatrzańskich

Lasy z udziałem jodły na terenie Tatrzańskiego Parku Narodowego występują w przedziale wysokości od 883 m n.p.m. do 1214 m n.p.m.; średnia wysokość to 1052 m n.p.m. +/- 66,66. Najwięcej jedlin zlokalizowano w środkowych przedziałach wysokości od 901 do 1100 m n.p.m. Bardzo niewiele płatów występuje poniżej 900 m n.p.m. oraz powyżej 1100 m n.p.m. (ryc. 2).



Ryc. 2. Rozmieszczenie wysokościowe jedlin tatrzańskich

Fig. 2. Distribution of silver fir forests across elevation belts

Zajmują one w zasadzie wszystkie ekspozycje dość równomiernie. Najczęściej jednak występują na ekspozycji wschodniej i zbliżonej do niej (EEN i EES), do których przywiązana jest 1/3 badanych płatów (32,2%). Natomiast najrzadziej zajmowane są ekspozycje południowe, stanowiące tylko 7% badanych płatów (ryc. 3).

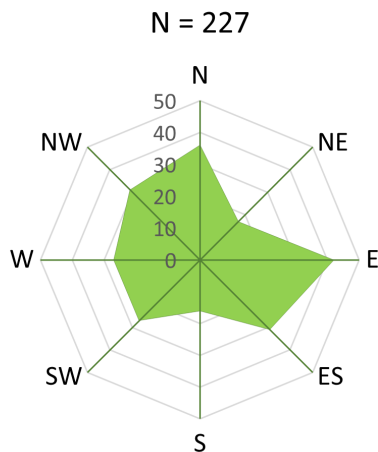
Większość jedlin (52,4%) stwierdzonych w Tatrzańskim Parku Narodowym występuje na stokach o umiarkowanym nachyleniu – nie przekraczających 20°, 28,6% na stokach stromych (21–30°) i 18,9% na stokach bardzo stromych (31–45°). Spora część lasów jodłowych (18,1%) zajmuje zbocza łagodne, w terenie prawie płaskim, nie przekraczające 10° nachylenia (ryc. 4). Średnie nachylenie terenu w obrębie jedlin tatrzańskich wynosi 20,8° ± 9,96, maksymalne 43° i minimalne 3°

Tatrzańskie lasy jodłowe wyróżniają się dużym zwarcim drzew. Zdecydowana większość (72%) badanych płatów osiąga zwarcie ponad 60%. Średnia wartość zwarcia wynosi 71,3% ± 15,63, maksymalna 100% a minimalna 25% (ryc. 5). Drzewostan wykazuje zróżnicowanie pionowe na trzy warstwy, przy czym największą różnorodność strukturalną stwierdzono, kiedy zwarcie drzew było niezbyt wysokie, na ogół do 40%. Przy wyższym zwarcim ogólnym, wyraźną dominację przejmowała najwyższa warstwa A1. Pomimo, że maksymalne zwarcie wszystkich wyróżnionych warstw jest podobne (A1 = 95, A2 = 90 i A3 = 80%), to wartości średnie poszczególnych warstw są bardzo zróżnicowane, odpowiednio dla A1 = 54,8%, dla A2 = 16,8% i dla A3 = 9,7%.

Pokrycie niższych warstw roślinności (B, C i D) było bardzo zróżnicowane i wahało się od 1 do 100%. Średnie pokrycie warstwy B (krzewy i podrostry) wynosiło 20,8% ± 21,65, przy czym aż 91% płatów nie przekracza 50% pokrycia tej warstwy, a 67% nie przekracza 20%.

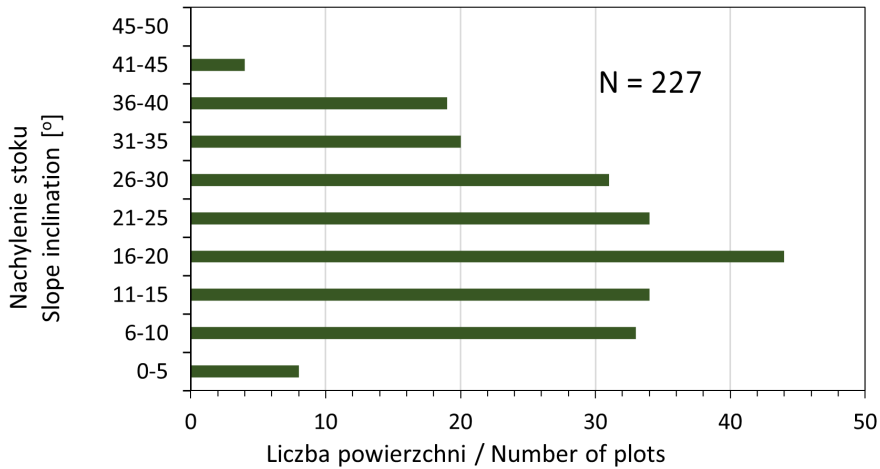
Warstwa C (runo leśne oraz naloty drzew i krzewów) średnio pokrywa powierzchnię na poziomie 45,5%, ale połowa powierzchni nie przekracza 40% pokrycia, a tylko 21% powierzchni (48) osiąga pokrycie warstwy C powyżej 70%. Warstwa D (mszaki) jest rozwinięta najslabiej, jej średnie pokrycie niewiele przekracza 30%, a 50% płatów nie przekracza pokrycia 25%; płaty o pokryciu powyżej 50% reprezentuje 26% powierzchni (60 powierzchni) (ryc. 6).

Rozkład stopni stałości gatunków w lasach jodłowych TPN (ryc. 7) odbiega od wzorcowego rozkładu stałości w zespołach leśnych (Dzwonko, 2008) i wskazuje na wyraźną niejednorodność tej grupy. Piąty stopień stałości wykazuje tylko sześć gatunków, w tym jodła (w warstwie A1 i C), której wysoka stałość jest wynikiem przyjętej metody wyboru płatów (udział jodły w drzewostanie na poziomie co najmniej 20% był warunkiem wykonania w danym miejscu zdjęcia fitosocjologicznego). Na pierwszym miejscu pod względem frekwencji znalazł się szczawik zajęczy *Oxalis acetosella*, gatunek cienistych lasów

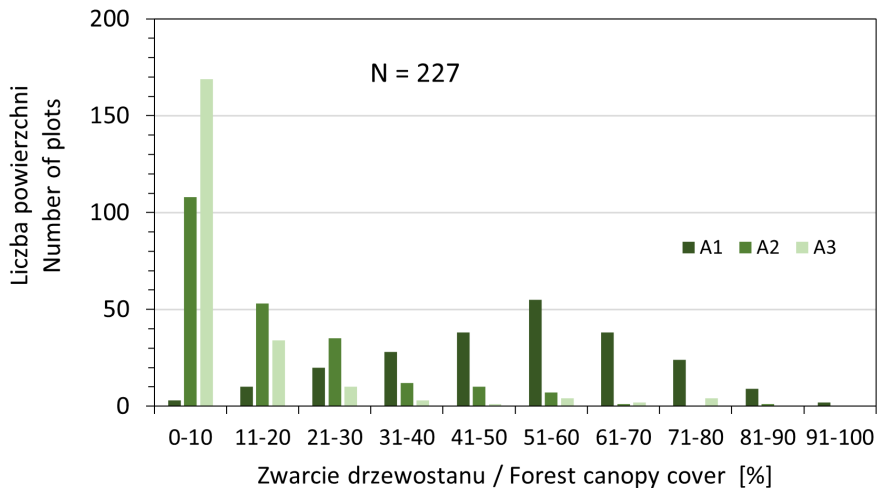


Ryc. 3. Zróżnicowanie jedlin tatrzańskich w zależności od ekspozycji stoków

Fig. 3. Distribution of silver fir forests on slopes of various aspects



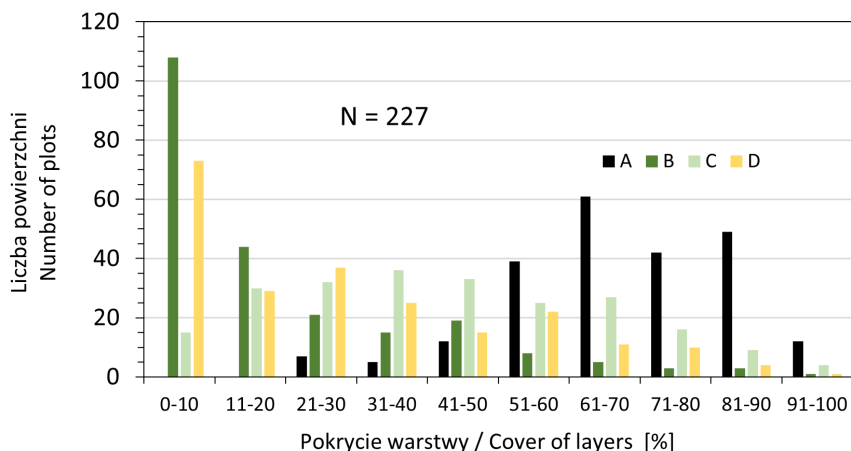
Ryc. 4. Zróżnicowanie warunków występowania jedlin tatrzańskich w zależności od nachylenia terenu
 Fig. 4. Distribution of silver fir forests on slopes of various inclinations



Ryc. 5. Rozkłady zwarcia drzew w wyróżnionych warstwach jedlin tatrzańskich
 Objasnienia: A1 – najwyższa dominująca warstwa drzew, A2 – niższa warstwa drzew, A3 – najniższa warstwa drzew

Fig. 5. Distribution of silver fir forests across forest canopy cover classes

Key: A1 – dominant tree layer, A2 – co-dominant tree layer, A3 – subcanopy trees

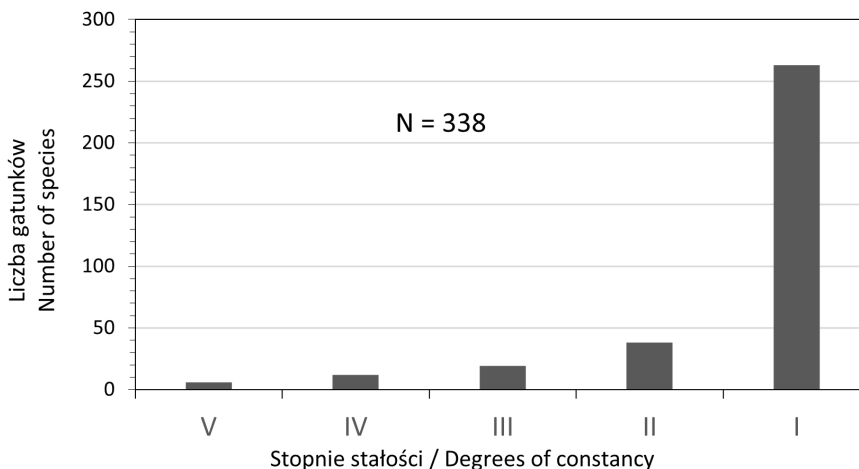


Ryc. 6. Pokrycie wyróżnionych warstw roślinności

Objaśnienia: A – warstwa drzew, B – warstwa krzewów, C – warstwa roślinności zielnej, D – warstwa mszaków.

Fig. 6. Percentage cover of the lower layers of forest vegetation

Key: A – tree layer, B – shrubs and tree saplings layer, C – forest floor vegetation layer, D – bryophytes layer



Ryc. 7. Rozkład gatunków roślin naczyniowych oraz mszaków w stopniach stałości w lasach jodlowych TPN. Gatunki drzew uwzględniono oddzielnie w każdej z warstw roślinności

Objaśnienia: Stopnie stałości: V – frekwencja gatunku 80–100%, IV – 60–80%, III – 40–60%, II – 20–40%, I – 0–20%

Fig. 7. Plant species representing various constancy classes in the silver fir forests of Tatra National Park

Key: Constancy classes: V – frequency between 80 and 100%, IV – frequency between 60 and 80%, III – frequency between 40 and 60%, II – frequency between 20 and 40%, I – frequency below 20%

Tabela 1. Ranking gatunków roślin naczyniowych oraz mszaków, które uzyskały frekwencję co najmniej 40% w badanych płatach jedlin TPN (czyli III, IV i V stopień stałości). Gatunki drzewiaste uwzględniono oddzielnie w każdej z warstw roślinności

A1 – najwyższa warstwa drzew, A2 – niższa warstwa drzew, A3 – najniższa warstwa drzew, B – warstwa krzewów (podrostu i podszytu), C – warstwa roślinności zielnej, D – warstwa mszaków

Table 1. Ranking of vascular plant species with frequencies of at least 40% (constancy classes V, IV and III) in the analysed silver fir forests. Woody species are listed separately for each vegetation layer

A1 – dominant tree layer, A2 – lower canopy tree layer, A3 – subcanopy tree layer, B – shrubs and tree saplings layer, C – forest floor vegetation layer, D – bryophytes layer

Gatunek / Species	Warstwa / Layer	Frekwencja Frequency [%]
<i>Abies alba</i>	A1	98,7
<i>Oxalis acetosella</i>	C	92,1
<i>Abies alba</i>	C	86,3
<i>Prenanthes purpurea</i>	C	83,7
<i>Athyrium filix-femina</i>	C	81,9
<i>Vaccinium myrtillus</i>	C	80,6
<i>Sorbus aucuparia</i>	C	77,5
<i>Homogyne alpina</i>	C	72,2
<i>Hieracium murorum</i>	C	70,5
<i>Polygonatum verticillatum</i>	C	70,0
<i>Calamagrostis arundinacea</i>	C	69,2
<i>Dryopteris carthusiana</i>	C	67,4
<i>Picea abies</i>	B	65,2
<i>Picea abies</i>	C	65,2
<i>Maianthemum bifolium</i>	C	64,3
<i>Polytrichastrum formosum</i>	D	64,3
<i>Sanicula europaea</i>	C	62,6
<i>Rubus idaeus</i>	C	60,4
<i>Petasites albus</i>	C	57,7
<i>Dicranum scoparium</i>	D	57,7
<i>Carex sylvatica</i>	C	56,8
<i>Lamium galeobdolon</i>	C	55,9
<i>Abies alba</i>	B	54,6
<i>Gentiana asclepiadea</i>	C	54,6
<i>Senecio nemorensis agg.</i>	C	54,2
<i>Cardamine glandulifera</i>	C	49,8
<i>Eurhynchium angustirete</i>	D	49,8
<i>Abies alba</i>	A2	48,9
<i>Fragaria vesca</i>	C	48,9
<i>Phegopteris connectilis</i>	C	48,5
<i>Acer pseudoplatanus</i>	C	48,0
<i>Galium rotundifolium</i>	C	47,6
<i>Thuidium tamariscinum</i>	D	45,8
<i>Dryopteris dilatata</i>	C	43,6
<i>Luzula luzulina</i>	C	43,2
<i>Hylocomium splendens</i>	D	41,9
<i>Avenella flexuosa</i>	C	40,5

o bardzo różnym stopniu żyzności. Zwracają uwagę także inne gatunki występujące w piątym stopniu stałości, które związane są z lasami bukowymi, ale poza Tatrami nie osiągają tak wysokiej stałości, np. przęnąt purpurowy *Prenanthes purpurea*; poza tym wietlica samicza *Athyrium filix-femina* czy borówka czernica *Vaccinium myrtillus* (tab. 1).

W czwartym stopniu stałości stwierdzono 12 gatunków, w tym dwa gatunki drzew: świerk pospolity *Picea abies* i jarząb pospolity *Sorbus aucuparia* oraz w runie typowe gatunki acydofilne, jak: podbiałek alpejski *Homogyne alpina*, jastrzębiec leśny *Hieracium murorum* czy trzcinnik leśny *Calamagrostis arundinacea*. W trzecim stopniu stałości zwracają uwagę gatunki związane z buczynami i siedliskami generalnie lasowymi, jak żywiec gruczołowaty *Cardamine granduligera*, gajowiec żółty *Lamium galeobdolon*, turzycza leśna *Carex sylvatica* czy jawor *Acer pseudoplatanus* w warstwie C.

Klasyfikacja numeryczna

W wyniku klasyfikacji dzielącej TWINSPAN wyróżniono siedem syntaksonów, które zidentyfikowano na poziomie zespołu lub związku fitosocjologicznego. Na rycinie 8 przedstawiono drzewo klasyfikacyjne z niżej wymienionymi siedmioma grupami oznaczonymi kolorami.

klaster 1: *Calamagrostio villosae-Abietetum albae* Ellenberg et Klözli 1972

klaster 2: *Vaccinio myrtilli-Abietetum albae* Zeidler 1953

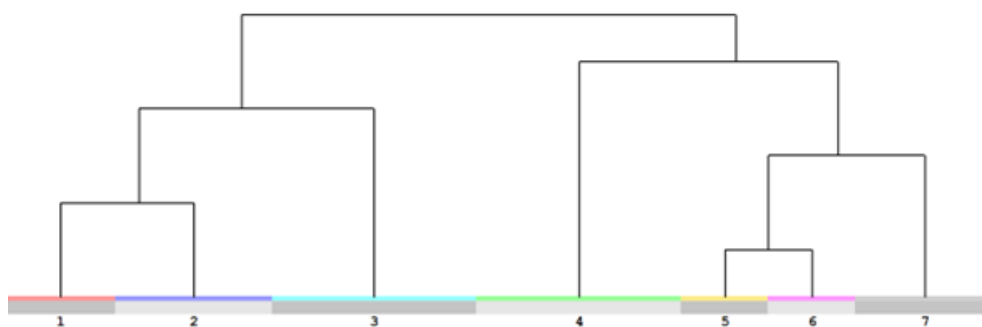
klaster 3: *Equiseto sylvatici-Abietetum albae* Moor ex Kuoch 1954

klaster 4: *Calamagrostio variae-Abietetum albae* (Sillinger 1933) Fajmonová

klaster 5–6: *Lonicero alpigenae-Fagion sylvaticae*

klaster 7: *Galio rotundifolii-Abietetum albae* Wraber 1959

Klastry 1–4 oraz 7 zostały zidentyfikowane do poziomu zespołu. W przypadku klastrów 5–6 zidentyfikowano je wyłącznie na poziomie związku *Lonicero alpigenae-Fagion sylvaticae*. W przypadku lasów bukowych, wyróżnianie jednostek niższego rzędu, tj. zespołów, powinno zostać przeprowadzone na szerszym materiale zebranym w TPN w poprzednich latach.



Ryc. 8. Dendrogram prezentujący wyniki klasyfikacji dzielącej TWINSPAN lasów jodłowych w Tatrzańskim Parku Narodowym

Fig. 8. Results of the multi-dimensional TWINSPAN analysis showing the variability of silver fir forests in Tatra National Park

Charakterystyka wyróżnionych jednostek

Poniżej dla każdej z wyróżnionych jednostek przedstawiono zestawy gatunków diagnostycznych, stałych i dominujących. Gatunki wysoce diagnostyczne, wysoce stałe i wysoce dominujące oznaczono pogrubioną czcionką.

Klaster 1

Liczba zdjęć: 25

Diagnoza: *Calamagrostio villosae-Abietetum albae* Ellenberg et Klözli 1972

Gatunki diagnostyczne: *Calamagrostis villosa*, *Polytrichastrum formosum*.

Gatunki stałe: *Abies alba*, *Athyrium filix-femina*, *Calamagrostis villosa*, *Deschampsia flexuosa*, *Dicranum scoparium*, *Dryopteris carthusiana*, *Eurhynchium angustirete*, *Fagus sylvatica*, *Hieracium murorum*, *Homogyne alpina*, *Maianthemum bifolium*, ***Oxalis acetosella***, *Picea abies*, *Pleurozium schreberi*, *Polygonatum verticillatum*, ***Polytrichastrum formosum***, *Prenanthes purpurea*, *Soldanella montana*, *Sorbus aucuparia*, *Thuidium tamariscinum*, *Vaccinium myrtillus*.

Gatunki dominujące: *Abies alba*, *Eurhynchium angustirete*, *Fagus sylvatica*, *Picea abies*, *Plagiothecium undulatum*, *Vaccinium myrtillus*.

Klaster 2

Liczba zdjęć: 36

Diagnoza: *Vaccinio myrtilli-Abietetum albae* Zeidler 1953

Gatunki diagnostyczne: *Bazzania trilobata*, *Plagiochila asplenioides*, *Plagiothecium undulatum*, *Pleurozium schreberi*, *Polytrichastrum formosum*, *Rhytidiadelphus loreus*, ***Sphagnum girgensohnii***.

Gatunki stałe: *Abies alba*, *Athyrium filix-femina*, *Calamagrostis arundinacea*, *Deschampsia flexuosa*, *Dicranum scoparium*, ***Dryopteris carthusiana***, *Dryopteris dilatata*, ***Homogyne alpina***, *Maianthemum bifolium*, ***Oxalis acetosella***, *Picea abies*, *Plagiochila asplenioides*, *Plagiomnium affine*, *Plagiothecium undulatum*, *Pleurozium schreberi*, ***Polytrichastrum formosum***, *Prenanthes purpurea*, *Rhytidiadelphus loreus*, *Rubus idaeus*, *Soldanella montana*, *Sorbus aucuparia*, *Sphagnum girgensohnii*, *Thuidium tamariscinum*, ***Vaccinium myrtillus***.

Gatunki dominujące: *Abies alba*, *Picea abies*, *Plagiochila asplenioides*, ***Plagiothecium undulatum***, *Polytrichastrum formosum*, ***Rhytidiadelphus loreus***, *Sorbus aucuparia*, ***Sphagnum girgensohnii***, *Vaccinium myrtillus*.

Klaster 3

Liczba zdjęć: 47

Diagnoza: *Equiseto sylvatici-Abietetum albae* Moor ex Kuoch 1954

Gatunki diagnostyczne: *Circaea alpina*, *Doronicum austriacum*, *Equisetum sylvaticum*, *Galium rotundifolium*, *Leucanthemum waldsteinii*, *Polytrichastrum formosum*, *Soldanella montana*, *Thelypteris phegopteris*, *Veronica officinalis*.

Gatunki stałe: *Abies alba*, *Acer pseudoplatanus*, ***Athyrium filix-femina***, *Calamagrostis arundinacea*, *Carex sylvatica*, *Circaea alpina*, *Cardamine glanduligera*, *Dicranum scoparium*, ***Dryopteris carthusiana***, *Dryopteris dilatata*, *Eurhynchium angustirete*, *Galium rotundifolium*, *Gentiana asclepiadea*, *Hieracium murorum*, ***Homogyne alpina***, *Hylocomium splendens*, ***Lamiastrum galeobdolon***, *Leucanthemum waldsteinii*,

Lonicera nigra, *Luzula luzulina*, *Maianthemum bifolium*, *Mycelis muralis*, ***Oxalis acetosella***, *Petasites albus*, ***Picea abies***, *Plagiochila asplenioides*, *Plagiomnium affine*, *Pleurozium schreberi*, *Polygonatum verticillatum*, ***Polytrichastrum formosum***, ***Prenanthes purpurea***, *Rubus idaeus*, *Sanicula europaea*, *Senecio nemorensis* agg., *Soldanella montana*, ***Sorbus aucuparia***, ***Thelypteris phegopteris***, *Thuidium tamariscinum*, ***Vaccinium myrtillus***, *Veronica officinalis*.

Gatunki dominujące: ***Abies alba***, *Calamagrostis villosa*, ***Oxalis acetosella***, ***Picea abies***, *Plagiochila asplenioides*, *Polytrichastrum formosum*, *Vaccinium myrtillus*.

Klaster 4

Liczba zdjęć: 47

Diagnoza: ***Calamagrostio variae-Abietetum albae*** (Sillinger 1933) Fajmonová

Gatunki diagnostyczne: *Aster bellidiastrum*, *Calamagrostis arundinacea*, ***Campanula rotundifolia*** agg., *Carex alba*, ***Carex digitata***, ***Cirsium erisithales***, ***Clematis alpina***, *Coeloglossum viride*, ***Daphne mezereum***, *Digitalis grandiflora*, *Euphorbia amygdaloides*, *Fragaria vesca*, *Galium odoratum*, *Galium rotundifolium*, ***Galium schultesii***, *Gentiana asclepiadea*, *Hieracium murorum*, *Hylocomium splendens*, *Leontodon hispidus*, *Lilium martagon*, *Listera ovata*, ***Melampyrum sylvaticum***, *Mercurialis perennis*, *Moneses uniflora*, *Monotropa hypopitys*, *Orthilia secunda*, *Pimpinella major*, *Prunella vulgaris*, ***Rhytidadelphus triquetrus***, *Sesleria varia*, *Soldanella carpatica*, ***Solidago virgaurea***, *Tortella tortuosa*, *Valeriana tripteris*.

Gatunki stałe: ***Abies alba***, *Acer pseudoplatanus*, *Athyrium filix-femina*, ***Calamagrostis arundinacea***, *Cardamine trifolia*, ***Carex digitata***, *Carex sylvatica*, *Chaerophyllum hirsutum*, *Cirsium erisithales*, *Clematis alpina*, *Daphne mezereum*, *Deschampsia flexuosa*, *Dicranum scoparium*, *Dryopteris dilatata*, *Euphorbia amygdaloides*, *Eurhynchium angustirete*, *Fagus sylvatica*, ***Fragaria vesca***, *Galium rotundifolium*, ***Gentiana asclepiadea***, ***Hieracium murorum***, ***Homogyne alpina***, *Hylocomium splendens*, *Lamiastrum galeobdolon*, *Listera ovata*, *Maianthemum bifolium*, *Mercurialis perennis*, *Mycelis muralis*, ***Oxalis acetosella***, ***Petasites albus***, *Phyteuma spicatum*, ***Picea abies***, ***Polygonatum verticillatum***, ***Prenanthes purpurea***, *Rhytidadelphus triquetrus*, *Rubus idaeus*, ***Sanicula europaea***, *Senecio nemorensis* agg., ***Soldanella carpatica***, ***Solidago virgaurea***, ***Sorbus aucuparia***, *Vaccinium myrtillus*, *Valeriana tripteris*, *Veronica officinalis*, *Viola reichenbachiana*.

Gatunki dominujące: ***Abies alba***, ***Calamagrostis arundinacea***, ***Hylocomium splendens***, ***Picea abies***.

Klaster 5

Liczba zdjęć: 20

Diagnoza: ***Lonicero alpigenae-Fagion sylvaticae*** p.p.

Gatunki diagnostyczne: *Cardamine trifolia*, *Cardamine glanduligera*, *Fraxinus excelsior*, *Isoethecium alopecuroides*, *Plagiothecium curvifolium*, *Veronica montana*.

Gatunki stałe: ***Abies alba***, *Acer pseudoplatanus*, *Actaea spicata*, *Athyrium filix-femina*, *Calamagrostis arundinacea*, *Cardamine trifolia*, *Carex sylvatica*, ***Cardamine glanduligera***, ***Dryopteris carthusiana***, *Dryopteris filix-mas*, ***Fagus sylvatica***, *Fraxinus excelsior*, *Hieracium murorum*, *Lamiastrum galeobdolon*, *Lonicera nigra*, ***Oxalis acetosella***, *Paris quadrifolia*, *Petasites albus*, *Phyteuma spicatum*, ***Picea abies***, ***Polygonatum verticillatum***,

Prenanthes purpurea, *Rubus idaeus*, ***Sanicula europaea***, *Senecio nemorensis* subsp. *nemorensis*, *Sorbus aucuparia*, *Thelypteris phegopteris*, *Vaccinium myrtillus*, *Veronica montana*, *Viola reichenbachiana*.

Gatunki dominujące: ***Abies alba***, ***Fagus sylvatica***, ***Petasites albus***, ***Picea abies***.

Klaster 6

Liczba zdjęć: 20

Diagnoza: ***Lonicera alpigenae-Fagion sylvaticae*** p.p.

Gatunki diagnostyczne: *Actaea spicata*, *Aruncus dioicus*, *Asarum europaeum*, *Asplenium viride*, *Cardamine trifolia*, *Ctenidium molluscum*, *Dryopteris filix-mas*, *Fissidens dubius*, *Fraxinus excelsior*, *Mercurialis perennis*, *Paris quadrifolia*, *Phyteuma spicatum*, *Polystichum aculeatum*, *Thalictrum aquilegifolium*, *Valeriana dioica* subsp. *simplicifolia*.

Gatunki stałe: ***Abies alba***, ***Acer pseudoplatanus***, *Actaea spicata*, *Aruncus dioicus*, *Asarum europaeum*, ***Athyrium filix-femina***, ***Calamagrostis arundinacea***, *Cardamine trifolia*, *Carex sylvatica*, *Clematis alpina*, *Crepis paludosa*, *Ctenidium molluscum*, *Cardamine glanduligera*, *Dryopteris carthusiana*, *Dryopteris filix-mas*, *Eurhynchium angustirete*, ***Fagus sylvatica***, *Fragaria vesca*, *Fraxinus excelsior*, *Gentiana asclepiadea*, *Geranium robertianum*, *Hieracium murorum*, *Homogyne alpina*, *Lamiastrum galeobdolon*, *Lonicera nigra*, *Maianthemum bifolium*, *Mercurialis perennis*, *Mycelis muralis*, ***Oxalis acetosella***, *Paris quadrifolia*, ***Petasites albus***, ***Phyteuma spicatum***, ***Picea abies***, ***Polygonatum verticillatum***, ***Prenanthes purpurea***, *Ranunculus plataniifolius*, *Rubus idaeus*, ***Sanicula europaea***, *Senecio nemorensis* agg., ***Sorbus aucuparia***, *Valeriana tripteris*, *Viola reichenbachiana*.

Gatunki dominujące: ***Abies alba***, *Cardamine trifolia*, *Eurhynchium angustirete*, ***Fagus sylvatica***, ***Picea abies***, *Sanicula europaea*.

Klaster 7

Liczba zdjęć: 32

Diagnoza: ***Galio rotundifolii-Abietetum albae*** Wraber 1959

Gatunki diagnostyczne: *Chaerophyllum hirsutum*, *Circaea alpina*, *Cardamine bulbifera*, *Epilobium montanum*, *Fragaria vesca*, *Galium rotundifolium*, *Thelypteris phegopteris*, *Viola reichenbachiana*.

Gatunki stałe: ***Abies alba***, ***Acer pseudoplatanus***, ***Athyrium filix-femina***, ***Calamagrostis arundinacea***, *Carex sylvatica*, *Chaerophyllum hirsutum*, *Circaea alpina*, *Crepis paludosa*, *Cardamine bulbifera*, *Cardamine glanduligera*, *Deschampsia flexuosa*, *Dryopteris carthusiana*, *Dryopteris dilatata*, *Dryopteris filix-mas*, *Epilobium montanum*, *Eurhynchium angustirete*, *Fagus sylvatica*, ***Fragaria vesca***, ***Galium rotundifolium***, *Gentiana asclepiadea*, *Geranium robertianum*, ***Hieracium murorum***, *Homogyne alpina*, *Lamiastrum galeobdolon*, *Lonicera nigra*, *Luzula luzulina*, *Luzula luzuloides*, *Maianthemum bifolium*, *Mycelis muralis*, ***Oxalis acetosella***, *Paris quadrifolia*, ***Petasites albus***, *Phyteuma spicatum*, ***Picea abies***, *Plagiomnium affine*, ***Polygonatum verticillatum***, *Polytrichastrum formosum*, ***Prenanthes purpurea***, *Rubus idaeus*, ***Sanicula europaea***, *Senecio nemorensis* subsp. *nemorensis*, *Sorbus aucuparia*, *Thelypteris phegopteris*, *Thuidium tamariscinum*, *Vaccinium myrtillus*, *Veronica officinalis*, *Viola reichenbachiana*.

Gatunki dominujące: ***Abies alba***, ***Calamagrostis arundinacea***, ***Fagus sylvatica***, ***Picea abies***, ***Sanicula europaea***, *Thuidium tamariscinum*.

DYSKUSJA

Lasy z przewagą jodły rosną w polskiej części Tatr, od ich podnóża po nieco ponad 1200 m n.p.m., chociaż powyżej 1100 m jest ich bardzo niewiele. W porównaniu z tatrzańskimi buczynami (Szwagrzyk i in., 2024) zajmują przeciętnie nieco niższe położenia. Jedliny występujące w TPN charakteryzują się stosunkowo dużym zwarcie drzewostanu, co silnie kontrastuje ze zbiorowiskami zdominowanymi przez świerka, które po halnym wietrze z roku 2013 oraz po kilku falach gradacji kornika, są obecnie w znacznej mierze silnie przerzedzone. Jodła obecnie odznacza się też dobrą zdrowotnością i niską śmiertelnością wśród dużych drzew, przez co jej udział w drzewostanach TPN stopniowo wzrasta (Bodziarczyk i in., 2019). Jedliny zajmują też w porównaniu z buczynami (Szwagrzyk i in., 2024) stoki o wyraźnie mniejszym nachyleniu. Nie wykazują przywiązania do konkretnej ekspozycji. Spotyka się je na różnym podłożu geologicznym, chociaż wyraźna jest u nich tendencja do licznego występowania na podłożu fliszowym.

Spośród siedmiu klastrow przedstawionych w rozdziale „Wyniki” tylko dwa dają się jednoznacznie utożsamiać z zespołami opisywanymi wcześniej z terenu Tatr oraz innych obszarów górskich Polski południowej. Klaster 2, nazwany tutaj *Vaccinio myrtilli-Abietetum albae* Zeidler 1953, to niemal na pewno to samo co dolnoregłowy bór mieszany *Abieti-Piceetum* (Matuszkiewicz, 2008). Nowa nazwa jest zgodna ze współczesną międzynarodową nomenklaturą syntaksonomiczną (Theurillat i in., 2020). W drugim przypadku (klaster 7) to *Galio rotundifolii-Abietetum albae* Wraber 1959, zespół opisywany wielokrotnie w polskich publikacjach z zakresu fitosocjologii (Celiński & Wojterski, 1978; Wilczek, 1995; Kasprówicz, 1996; Parusel i in., 2004), w monografii Matuszkiewicza (2008) uwzględniony jedynie w randze zbiorowiska *Abies alba-Oxalis acetosella*. Występowanie tego zbiorowiska w Tatrach było już wcześniej sygnalizowane przez niektórych badaczy (Balcerkiewicz & Pawlak, 1978 za Matuszkiewicz, 2008). Wśród gatunków diagnostycznych dla tego zespołu znalazł się też, podobnie jak w jedlinach masywu Babiej Góry (Parusel i in. 2004), świerząbek orzęsiony *Chaerophyllum hirsutum*, gatunek związany zazwyczaj z silnie uwilgotnionymi siedliskami. Klastry numer 5 i 6 to w zasadzie buczyna z przewagą jodły w drzewostanie. Zjawisko takie było już wcześniej wielokrotnie opisywane w literaturze, chociaż zwykle odnosiło się do zespołu *Dentario glandulosae-Fagetum* (Bodziarczyk & Pancer-Koteja, 2004). W tym przypadku buczyna z dominacją jodły w drzewostanie zostały przypisane do związku *Lonicero alpigenae-Fagion sylvaticae*, a klastry 5 i 6 różnią się między sobą nieznacznie. Pozostałe trzy klastry nie znajdują we wcześniejszych publikacjach fitosocjologicznych z obszaru TPN oraz z innych terenów górskich południowej Polski dobrych odpowiedników. Klaster nr 1 to zespół: *Calamagrostio villosae-Abietetum albae* Ellenberg et Klözli 1972. Nie był on wcześniej opisywany u nas; trzcinnik owłosiony *Calamagrostis villosa* był gatunkiem charakterystycznym dla opisywanych wcześniej w Polsce z zespołów *Calamagrostio villosae-Pinetum* – boru sosnowego opisanego po raz pierwszy przez Staszkiwicza (1958) z Kotliny Orawsko-Nowotarskiej oraz sudeckiego świerkowego boru górnoeregłowego *Calamagrostio villosae-Piceetum* (Matuszkiewicz, 2008). Nie znaleziono u nas wcześniej zbiorowisk z trzcinnikiem owłosionym i z panującą w drzewostanie jodłą. Klaster numer 3, reprezentowany przez największą liczbę zdjęć fitosocjologicznych (aż 47) został opisany jako zespół *Equiseto sylvatici-Abietetum albae* Moor ex Kuoch 1954. Być może w jakimś stopniu nawiązuje on do wyróżnionego w TPN zbiorowiska wilgotnych jedlin

zaliczonych do związku *Galio-Abietenion* (Pielech i in., 2021), ale raczej nie można go w pełni utożsamiać z tym zbiorowiskiem. Interesującym przypadkiem jest klastery 4 (także reprezentowany przez 47 zdjęć), opisany jako zespół *Calamagrostio variae-Abietetum albae* (Sillinger, 1933). Nawiązuje on florystycznie zarówno do nawapiennych buczyn ze związku *Lonicero alpigenae-Fagion sylvaticae* (na diagramie podobieństwa jest zlokalizowany nieopodal nich), ale także do ciepłolubnych buczyn *Carici albae-Fagetum* (Bodziarczyk & Pancer-Koteja, 2004). Stanowisko systematyczne tego zbiorowiska (podobnie jak kilku wspomnianych powyżej klastrow) wymaga jeszcze dalszych, pogłębionych analiz, obejmujących zarówno zdjęcia fitosocjologiczne z jedlin, jak i z tatrzańskich buczyn.

Podziękowania

Badania dofinansowano ze środków funduszu leśnego przekazanych przez Lasy Państwowe w 2024 r. Tatrzańskiemu Parkowi Narodowemu.

PIŚMIENNICTWO

- Bodziarczyk, J. & Pancer-Koteja, E. (2004). Mezofilne i ciepłolubne lasy bukowo-jodłowe Pienińskiego Parku Narodowego. *Studia Naturae*, 49, 87–112.
- Bodziarczyk, J., Szwagrzyk, J., Zwijacz-Kozica, T., Zięba, A., Szewczyk, J. & Gazda, A. (2019). Struktura drzewostanów Tatrzańskiego Parku Narodowego – wyniki inwentaryzacji z lat 2016–2017. *Leśne Prace Badawcze*, 80(1), 13–21.
- Braun-Blanquet, J. (1964). *Pflanzensoziologie: Grundzüge der Vegetationskunde*–Springer, Vienna-New York.
- Celiński, F. & Wojterski, T. (1978). Zespoły leśne masywu Babiej Góry. Poznańskie Towarzystwo Przyjaciół Nauk, *Prace Komisji Biologicznej*, 48. Warszawa-Poznań: PWN.
- Chytrý, M., Tichý, L., Holt, J., & Botta-Dukát, Z. (2002). Determination of diagnostic species with statistical fidelity measures. *Journal of Vegetation Science*, 13(1), 79–90. <https://doi.org/10.1111/j.1654-1103.2002.tb02025.x>
- Dzwonko, Z. (1986). Klasyfikacja numeryczna zbiorowisk leśnych polskich Karpat. *Fragmenta Floristica et Geobotanica Polonica*, 30(1), 93–167.
- Dzwonko, Z. (2008). *Przewodnik do badań fitosocjologicznych*. Poznań–Kraków: SORUS & Instytut Botaniki UJ.
- Hennekens, S.M. & Schaminée, J.H.J. (2001). TURBOVEG, a comprehensive data base management system for vegetation data. *Journal of Vegetation Science*, 12(4), 589–591. <https://doi.org/10.2307/3237010>
- Horvát, I., Bertovic, S., Pawłowski, B., Pawłowska, S., Zarzycki, K. (1980). A phytosociological map of Sarnia Skala in the West Tatra Mts. *Ochrona Przyrody*, 43, 75–90.
- Interpretation Manual of European Union habitats, Eur 25*. (2013). European Commission, DG Environment Nature and biodiversity.
- Kasprowicz, M. (1996). Zróżnicowanie i przekształcenia roślinności pięter reglowych masywu Babiej Góry (Karpaty Zachodnie). *Idee Ekologiczne*, 9 (3), 5–214.
- Klopcic, M., Bončina, A. (2011). Stand dynamics of silver fir (*Abies alba* Mill.)-European beech (*Fagus sylvatica* L.) forests during the past century: a decline of silver fir? *Forestry*, 84, 259–271.
- Kosina, J. (1929). Uwagi praktyczne o odnowieniu drzewostanów jodłowych. *Echa Leśne*, 6,4, 4–8.
- Matuszkiewicz, J.M. (1977). Przegląd fitosocjologiczny zbiorowisk leśnych Polski. 4, Bory świerkowe i jodłowe. *Phytocoenosis*, 6, 3, 151–226.

- Matuszkiewicz J.M. (2008). *Zespoły leśne Polski*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Matuszkiewicz, W. (2008). *Przewodnik do oznaczania zbiorowisk roślinnych Polski*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.
- Mucina, L., Bültmann, H., Dierßen, K., Theurillat, J.P., Raus, T., Čarni, A., Šumberová, K., Wolfgang, W., Dengler, J., García, R.G., Chytrý, M., Hájek, M., Di Pietro, R., Iakushenko, D., Pallas, J., Daniëls, F.J.A., Bergmeier, E., Guerra, A.S., Ermakov, N., Valachovič M., Schaminée, J.H.S., Lysenko, T., Didukh, J.P., Pignatti, S., Rodwell, J.S., Capelo, J., Weber, H.E., Solomeshch, A., Dimopoulos, P., Aguiar, C., Hennekens, S.M. & Tichý, L. (2016). Vegetation of Europe: hierarchical floristic classification system of vascular plant, bryophyte, lichen, and algal communities. *Applied Vegetation Science*, 19, 3–264.
- Myczkowski, S. & Lesiński, J. (1974). Rozsiedlenie rodzimych gatunków drzew tatrzańskich. W: S., Myczkowski, (red.), *Studia Ośrodka Dokumentacji Fizjograficznej*, (s. 13–70). Wrocław, Warszawa, Kraków, Gdańsk: Zakład Narodowy im. Ossolińskich, Wydawnictwo PAN.
- Ociepa, A.M., Zięba, A. & Kauzal, P. (2020). Kwaśne buczyny w Tatrzańskim Parku Narodowym. *Parki Narodowe i Rezerваты Przyrody*, 39(4), 33–49.
- Parusel, J.B., Kasprowicz, M. & Holeksa, J. (2004). Zbiorowiska leśne i zaroślowe Babiogórskiego Parku Narodowego (s. 429–475). W: W., Wołoszyn, A., Jaworski & J. Szwagrzyk (red.), *Babiogórski Park Narodowy. Monografia Przyrodnicza*. Kraków: Wyd. Komitetu Ochrony Przyrody PAN i Babiogórskiego Parku Narodowego.
- Piech, R., Różański, W., Zięba, A., Zwijacz-Kozica, T., Kauzal, P., Foremnik, K., Bodziarczyk, J. & Szwagrzyk, J. (2021). Forest communities of the Tatra Mountains: A classification based on a permanent plot inventory in the Tatra National Park (Poland). *Tuexenia*, 41, 11–36.
- Piękoś-Mirkowa, H., Mirek, Z. (1996). Zbiorowiska roślinne. W: Z., Mirek (red.), *Przyroda Tatrzańkiego Parku Narodowego*, (s. 237–274). Zakopane–Kraków: Tatrzański Park Narodowy & Polska Akademia Nauk.
- Roleček, J., Tichý, L., Zelený, D. & Chytrý, M. (2009). Modified TWINSPLAN classification in which the hierarchy respects cluster heterogeneity. *Journal of Vegetation Science*, 20(4), 596–602. <https://doi.org/10.1111/j.1654-1103.2009.01062.x>
- Staszkiwicz, J. (1958). Zespoły sosnowe Borów Nowotarskich. *Fragmenta Floristica et Geobotanica*, 3, 2, 105–129.
- Szafer, W., Pawłowski, B., Kulczyński, S., Stecki, K. & Sokołowski, M. (1927). *Die Pflanzenassoziationen des Tatra-Gebirges*. Teil III, IV, V. PAU, 144, Kraków.
- Szwagrzyk, J. (1988). Związek między podłożem skalnym i udziałem jodły (*Abies alba* Mill.) i buka (*Fagus sylvatica* L.) w lasach LZD Krynica. *Sylvan*, 132, 10, 37–48.
- Szwagrzyk, J., Piech, R., Zięba, A., Zwijacz-Kozica, T. & Bodziarczyk, J. (2024). Fitosocjologiczne zróżnicowanie buczyn w Tatrzańskim Parku Narodowym. *Prądnik. Prace i Materiały Muzeum im. Prof. Władysława Szafera*, 34, 123–142.
- Święś, F. (1974). Geobotaniczna charakterystyka lasów na obszarze dorzecza górnego biegu Białej Dunajcowej w Beskidzie Niskim. Część V. Lasy jodłowo-świerkowe. *Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska*, 29, 366–381.
- Theurillat, J-P., Willner, W., Fernández-González, F., Bültmann, H., Čarni, A., Gigante, D., Mucina, L. & Weber, H. (2020). International Code of Phytosociological Nomenclature. 4th edition. *Applied Vegetation Science*, 24(1), 1–62.
- Tichý, L. 2002. JUICE, software for vegetation classification. *Journal of Vegetation Science*, 13(3), 451–453. <https://doi.org/10.1111/j.1654-1103.2002.tb02069.x>

- Ujházyová, M., Ujházy, K., Máliš, F., Slezák, M. & Hrivnák, R. (2021). Syntaxonomical revision of the order Fagetalia sylvaticae Pawłowski ex Pawłowski et al. 1928 in Slovakia. *Biologia*, 76, 1929–1968.
- Ujházy, K., Hrivnák, R., Kliment, J., Kollar, J., Novak, P., Malis, F., Slezak, M. & Ujházyová, M. (2021). *Carpino-Fagetalia sylvaticae*. W: M., Valachovic, J., Kliment, K., Hegedusova Vantarova (red.), Rastlinne spolecenstva Slovenska 6. *Vegetacia lesov a krovín*, (s. 317–492). Bratislava: VEDA Vydavatelstvo Slovenskej Akademie Vied.
- Wilczek, Z. (1995). Zespoły leśne Beskidu Śląskiego i zachodniej części Beskidu Żywieckiego na tle zbiorowisk leśnych Karpat Zachodnich. *Prace Naukowe Uniwersytetu Śląskiego w Katowicach* nr 1490. Katowice.
- Valachovič, M., Kliment, J. & Hegedúšová Vantarová, K. (red.) (2021). Rastlinné spoločnosti Slovenska. 6. *Vegetácia lesov a krovín*. Bratislava: Veda.
- Vrška, T., Adam, D., Hort, L., Kolár, T. & Janík, D. (2009). European beech (*Fagus sylvatica* L.) and silver fir (*Abies alba* Mill.) rotation in the Carpathians – a developmental cycle or a linear trend induced by man? *Forest Ecology and Management*, 258, 347–356.
- Willner, W., Jiménez-Alfaro, B., Agrillo, E., Biurrun, I., Campos, J.A., Čarni, A., Casella, L., Csiky, J., Čušterevska, R., Didukh, Y.P., Ewald, J., Jandt, U., Jansen, F., Kački, Z., Kavgaci, A., Lenoir, J., Marinšek, A., Onyshchenko, V., Rodwell, J.S., Schaminée, J.H., Šibík, J., Škvorc, Z., Svenning, J.-C., Tsiripidis, I., Turtureanu, P.D., Tzonev, R., Vassilev, K., Venanzoni, R., Wohlgemuth, T. & Chytrý, M. (2017). Classification of European beech forests: a Gordian Knot? *Applied Vegetation Science*, 20, 494–512.

SUMMARY

This paper presents the results of a phytosociological classification of silver fir forests in Tatra National Park (TNP). The analysis was based on 227 relevés distributed across 174 25-hectare squares, ensuring proportional representation of all parts of the fir forest area in the park (which covers over 1000 hectares). The phytosociological classification was performed using a modified TWINSpan algorithm, which grouped the relevés into seven clusters. Some of these clusters could be identified as representing specific plant communities, while others are more difficult to interpret. Cluster 1, comprising 25 relevés, was identified as *Calamagrostio villosae-Abietetum albae*. This community is reported here for the first time in Poland. Cluster 2, with 37 relevés, was classified as *Vaccinio myrtilli-Abietetum albae* and almost certainly corresponds to the community previously described as *Abieti-Piceetum montanum*. Clusters 3 and 4, each represented by 47 relevés, were identified as *Equiseto sylvatici-Abietetum albae* and *Calamagrostio variae-Abietetum albae*, respectively. Both communities are new to Poland, although they may have been described earlier under different names. Clusters 5 and 6 (20 relevés each) could not be assigned to any specific phytosociological units. However, both showed strong affinities to beech forests and were preliminarily described as belonging to the *Lonicero alpigenae-Fagion sylvaticae* alliance. Cluster 7, with 32 relevés, was identified as *Galio rotundifolii-Abietetum albae*. This plant community has been documented in other Western Carpathian ranges but has not previously been reported from the Polish Tatra Mountains.

Dodatek /Appendix

Tabela synoptyczna /Synoptic table

Tabela synoptyczna prezentująca frekwencję oraz wierność gatunków notowanych w siedmiu wyróżnionych jednostkach syntaksonomicznych. Wartości współczynnika Phi dla gatunków diagnostycznych ($\varphi > 0.25$) i wysoce diagnostycznych ($\varphi > 0.5$) zaznaczono w tabeli odpowiednio wypełnieniem jasno- i ciemnoszarym. Gatunki diagnostyczne zostały posortowane na podstawie stopnia przywiązania do poszczególnych grup. Istotnie statystycznie wartości współczynnika Phi zostały w tabeli podane jako górne indeksy

Wartości frekwencji dla gatunków stałych ($> 40\%$) i wysoce stałych ($> 80\%$) zostały również wyróżnione jasno- i ciemnoszarym wypełnieniem. W nagłówkach tabeli zastosowano jedynie skrócone nazwy syntaksonów

This table presents the values of frequency and fidelity of the species in seven syntaxonomic units. The values of the Phi coefficient for diagnostic species ($\varphi > 0.25$) and highly diagnostic species ($\varphi > 0.5$) were marked with grey and dark grey colour. Diagnostic species were sorted according to their degree of attachment to certain groups. Statistically significant values of the Phi coefficient were given as upper case numbers

Values of frequency for constant ($> 40\%$) and highly constant ($> 80\%$) species were also marked with grey and dark grey colours. In the table only the shortened names of syntaxonomic units were provided

Numer grupy / number of the group	1	2	3	4	5	6	7
Syntakson /syntaxonomic unit	<i>Calamagr. villosae -Abietetum</i>	<i>Vaccinio-Abietetum</i>	<i>Equiseto -Abietetum</i>	<i>Calamagr. variae-Abietetum</i>	<i>Lonicero -Fagion pp.</i>	<i>Lonicero -Fagion pp.</i>	<i>Galio-Abietetum</i>
Liczba zdjęć /Number of relevés	25	36	47	47	20	20	32
Gatunki diagnostyczne zespołu <i>Calamagrostis villosae-Abietetum albae</i>							
Diagnostic species for the association <i>Calamagrostis villosae-Abietetum albae</i>							
<i>Calamagrostis villosa</i>	56 41.1	31	21				16
Gatunki diagnostyczne zespołu / Diagnostic species for the association: <i>Vaccinio myrtilli-Abietetum albae</i>							
<i>Sphagnum girgensohnii</i>	4	58 58.4	15	6			
<i>Plagiochila asplenioides</i>	12	69 44.2	43	11		5	25
<i>Plagiothecium undulatum</i>	40	72 43.9	40	13			12
<i>Pleurozium schreberi</i>	44	67 36.5	43	23			12
<i>Rhytidiadelphus loreus</i>	12	47 34.8	13	19		5	16
<i>Bazzania trilobata</i>	4	22 31.8	4	2			3

Gatunki diagnostyczne zespołu / Diagnostic species for the association *Equiseto sylvatici-Abietetum albae*

<i>Soldanella montana</i>	56	42	72	35.7	4	10	38	
<i>Leucanthemum waldsteinii</i>	12	6	49	33.9	21		34	
<i>Doronicum austriacum</i>	4		17	30.4			3	
<i>Equisetum sylvaticum</i>	8	28	36	30.2			12	
<i>Veronica officinalis</i>	12	19	62	28.5	47	20	5	44

Gatunki diagnostyczne zespołu / Diagnostic species for the association *Calamagrostio variae-Abietetum albae*

<i>Carex digitata</i>				83	66.8	10	30	9
<i>Cirsium erisithales</i>			4	62	66.7		10	
<i>Rhynchospora triquetra</i>	8	6	4	70	59.1		15	12
<i>Valeriana tripteris</i>	4	3	13	94	58.5	15	45	28
<i>Solidago virgaurea</i>	12	3	2	64	54.6		15	12
<i>Daphne mezereum</i>			4	55	54.4		15	9
<i>Campanula rotundifolia</i> agg.				32	53.5			
<i>Melampyrum sylvaticum</i>	4			36	53.4			
<i>Galium schultesii</i>				36	51.5			6
<i>Clematis alpina</i>		3	4	72	50.7	5	50	16
<i>Soldanella carpatica</i>	8	8	13	81	49.7	10	40	28
<i>Listera ovata</i>			2	49	46.6		20	12
<i>Euphorbia amygdaloides</i>			2	45	45.1		15	12
<i>Tortella tortuosa</i>				26	42.3		5	
<i>Carex alba</i>				19	41.1			
<i>Digitalis grandiflora</i>				38	39	5	10	16

<i>Prunella vulgaris</i>		3	11	38	38.3			19
<i>Leontodon hispidus</i>				21	37.6		5	
<i>Hylocomium splendens</i>	24	39	55	77	36.2	5	10	31
<i>Aster bellidiastrum</i>				15	36.1			
<i>Gentiana asclepiadea</i>	36	17	53	96	36.1	25	75	59
<i>Pimpinella major</i>				19	35.1		5	
<i>Sesleria varia</i>				13	33.4			
<i>Orthilia secunda</i>	4		2	26	31.9	5	5	3
<i>Monotropa hypopitys</i>		6	2	23	29.7	5		6
<i>Moneses uniflora</i>				17	29.5		5	3
<i>Galium odoratum</i>			4	30	29		15	16
<i>Calamagrostis arundinacea</i>	28	53	72	98	27.2	50	95	69
<i>Lilium martagon</i>			2	32	26.6	25	20	
<i>Hieracium murorum</i>	68	36	72	98	26.2	45	75	81
<i>Coeloglossum viride</i>			2	17	25.4		5	6

Gatunki diagnostyczne związku / Diagnostic species for the Alliance *Lonicero alpigenae-Fagion sylvaticae*

<i>Veronica montana</i>	4		17	2	50	39.4	15	19
<i>Plagiothecium curvifolium</i>					15	36.2		
<i>Isothecium alopecuroides</i>				26	21.6	35	5	3
<i>Cardamine glanduligera</i>	20	8	70	36	85	26.5	80	69
<i>Actaea spicata</i>			4	19	50		80	49
<i>Phyteuma spicatum</i>		3	26	51	55		90	42
								53

<i>Thalictrum aquilegifolium</i>			6	4	5	35	41.9	3
<i>Polystichum aculeatum</i>				13	5	35	37.5	9
<i>Valeriana simplicifolia</i>			2			20	35.9	3
<i>Aruncus dioicus</i>			9	23	15	45	35.4	9
<i>Paris quadrifolia</i>	8	3	21	40	45	75	35.1	47
<i>Asplenium viride</i>				21	5	35	35.1	6
<i>Dryopteris filix-mas</i>	4		36	38	65	80	33.4	56
<i>Ctenidium molluscum</i>				36	18.4	35	50	32.9
<i>Fissidens dubius</i>				11	20	30	31	
<i>Asarum europaeum</i>	8		15	23	30	50	28.8	22

Gatunki diagnostyczne zespołu / Diagnostic species for the association *Galio rotundifolii-Abietetum albae*

<i>Chaerophyllum hirsutum</i>		3	40	51	10	40	69	34
<i>Epilobium montanum</i>	4	6	36	17	10	30	56	32.7
<i>Viola reichenbachiana</i>			9	64	20	65	70	26.7
<i>Cardamine bulbifera</i>			6	4	35	40	44	26.6

Gatunki diagnostyczne dla więcej niż jednej grupy / Species diagnostic for more than one group

<i>Thelypteris phegopteris</i>	28	28	81	28.2	30	50	30	78	26
<i>Circaea alpina</i>	4	3	55	25.8	13	35	15	66	35.2
<i>Fragaria vesca</i>	8	6	40		98	44.6	60	94	41.2
<i>Mercurialis perennis</i>			11		72	36.1	25	80	42.9
<i>Cardamine trifolia</i>			4		49	16.5	80	44.1	70
<i>Fraxinus excelsior</i>	4		11			45	26.5	60	42.1

<i>Polytrichastrum formosum</i>	100	33.8	97	31.5	96	30.2	32	10	15	66		
<i>Galium rotundifolium</i>	12		11		77	31.1	74	29.4	20	81	35	
Pozostałe gatunki / Other species												
<i>Geranium robertianum</i>					17		15		25	50	47	24.6
<i>Crepis paludosa</i>			8		38		34		25	60	59	23.8
<i>Petasites albus</i>	16		11		60		83	21.4	55	90	84	22.6
<i>Athyrium filix-femina</i>	64		58		100	18.8	70		95	90	100	18.8
<i>Eurhynchium angustirete</i>	48		17		57		66		30	65	56	
<i>Fagus sylvatica</i>	76		22		40		51		90	24.9	85	56
<i>Fissidens taxifolius</i>							2		15	15		
<i>Angelica sylvestris</i>										10		
<i>Polygonatum verticillatum</i>	48		25		79		83		85	85	88	
<i>Brachythecium rivulare</i>					2				5	10		
<i>Rosa pendulina</i>			3		9		19			20	19	
<i>Abies alba</i>	100		100		100		100		100	100	100	
<i>Ranunculus lanuginosus</i>							2		10	15	9	
<i>Herzogiella seligeri</i>					2				5	10		
<i>Luzula sylvatica</i>	36		28		32		40		30	35	34	
<i>Dryopteris carthusiana</i>	76		89		85		13		90	75	72	
<i>Deschampsia flexuosa</i>	56		50		30		60		10	15	41	
<i>Festuca altissima</i>	4				2		4			25	19	
<i>Epipactis helleborine</i>	4				2		4		20	20	12	
<i>Dryopteris dilatata</i>	16		50		66	22.9	47		15	30	47	
<i>Ajuga reptans</i>							6			10	3	

<i>Senecio ovatus</i>	32	11	36	4	5		38
<i>Plagiochila porelloides</i>	12		9	15	15	5	
<i>Lamium galeobdolon</i>	20	8	81	21.1	62	65	75
<i>Luzula luzulina</i>	36	39	70	24.5	26	20	35
<i>Plagiomnium undulatum</i>	4	3	21		9	25	25
<i>Atrichum undulatum</i>	12	8	40	23	2	30	15
<i>Lysimachia nemorum</i>	8	6	30	20.5	2	10	10
<i>Acer pseudoplatanus</i>	40	17	64		60	80	90
<i>Sambucus racemosa</i>	4	6	28	23	2	5	10
<i>Salix caprea</i>			11		13		
<i>Cardamine flexuosa</i>	4	3	9		2		10
<i>Prenanthes purpurea</i>	76	64	87		94	90	95
<i>Gymnocarpium dryopteris</i>	28	14	36		13	15	40
<i>Sorbus aucuparia</i>	88	100	94		94	80	85
<i>Pulmonaria obscura</i>					9		10
<i>Carex pilulifera</i>		11	11		2		5
<i>Aconitum firmum</i>					13		5
<i>Rhizomnium punctatum</i>	4	8	9		4	20	35
<i>Oxalis acetosella</i>	88	86	96		91	95	100
<i>Vaccinium vitis-idaea</i>	4	11	4		11		
<i>Ranunculus repens</i>		3	17		4		
<i>Rubus idaeus</i>	32	53	79		60	50	55
<i>Homogyne alpina</i>	80	86	87		85	15	55
<i>Thuidium tamariscinum</i>	48	50	66		28	35	30
<i>Myosotis scorpioides</i>			13				

<i>Melica nutans</i>	16	8	9	9			3	
<i>Dicranodontium denudatum</i>	16	11	23	15	25		12	
<i>Aegopodium podagraria</i>			2	2		15		
<i>Viola biflora</i>				4		10	6	
<i>Anemone nemorosa</i>			2	11	15	20	9	
<i>Deschampsia caespitosa</i>	4	17	40	23	5	15	31	
<i>Poa nemoralis</i>	4	3		9	10	15	6	
<i>Mnium spinosum</i>	16		4	28	10	15	22	
<i>Gymnadenia conopsea</i>				13		5	3	
<i>Maianthemum bifolium</i>	60	67	72	81	30	50	59	
<i>Mycelis muralis</i>	4	14	51	45	25	60	59	
<i>Luzula luzuloides</i>	28	17	19	26	5	15	41	
<i>Impatiens noli-tangere</i>	4		4	6	10		22	
<i>Ranunculus platanifolius</i>	4		13	36	5	45	31	
<i>Acer platanoides</i>					5	10	3	
<i>Senecio nemorensis agg.</i>	8	25	64	77	19.2	75	70	53
<i>Astrantia major</i>				19	23.4	5	10	6
<i>Primula elatior</i>				30	18.1	15	30	25
<i>Sanicula europaea</i>	16	11	72	83	17.1	85	90	81
<i>Vaccinium myrtillus</i>	100	100	22.9	96	77	50	35	75
<i>Neottia nidus-avis</i>				23	15	35	9	
<i>Stellaria nemorum</i>	4	6	21	2		5	19	
<i>Dicranum scoparium</i>	80	75	72	64	20	20	38	

<i>Ribes alpinum</i>				2		10	3
<i>Plagiomnium affine</i>	32	58	55	30	10	5	47
<i>Plagiothecium nemorale</i>						10	
<i>Carex sylvatica</i>	24	11	74	72	60	65	78
<i>Cirriphyllum piliferum</i>	4		4	11		10	16
<i>Hordelymus europaeus</i>				21	5	30	12
<i>Veratrum lobelianum</i>			13	2	10	30	9
<i>Carex remota</i>		3	11				
<i>Cicerbita alpina</i>			4		25	10	6
<i>Sphagnum capillifolium</i>	8	14		4			
<i>Geum rivale</i>		3	17	4			9
<i>Ulmus glabra</i>					5	10	
<i>Picea abies</i>	100	100	98	96	70	85	97
<i>Silene dioica</i>		3				10	6
<i>Lycopodium annotinum</i>		14	4	6			
<i>Lonicera nigra</i>	16	17	62	40	45	60	66
<i>Hypnum cupressiforme</i>	16	6	9	11			3
<i>Brachythecium velutinum</i>				6	10	15	6
<i>Epipactis atrorubens</i>				11		5	
<i>Heracleum sphondylium</i>				4		10	
<i>Salix silesiaca</i>		6	9	11			6
<i>Caltha palustris</i>		6	11		5		6
<i>Rubus hirtus</i>	4	11	4				6