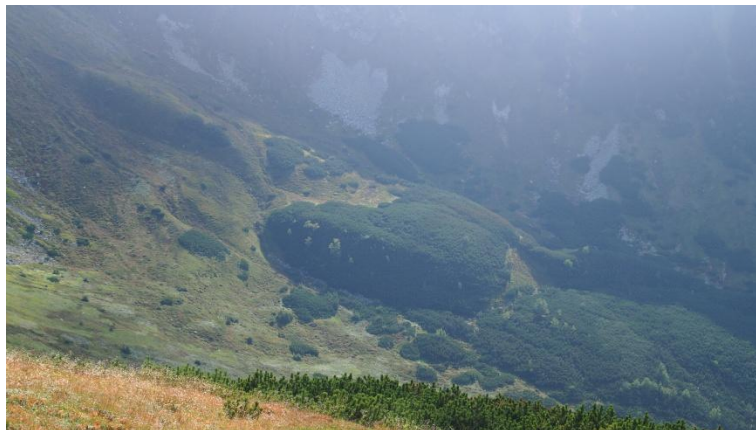


Zróżnicowanie florystyczne zarośli *Pinus mugo* w Tatrzańskim Parku Narodowym



Zespół autorski:

dr Anna Maria Ociepa

dr inż. Anna Delimat

mgr inż. Kacper Foremnik

dr hab. Piotr Górski

dr Maciej Kozak

mgr Jan Kucharzyk

dr inż. Elżbieta Muter

prof. dr hab. Adam Stebel

mgr Katarzyna Topolska

prof. dr hab. Michał Węgrzyn



**Dofinansowano ze środków funduszu leśnego przez
Lasy Państwowe**

**Kościelisko — Zakopane – Kraków - Poznań- Warszawa -
Sosnowiec**

listopad 2025

Wstęp

Początki badań fitosocjologicznych w Tatrach przypadają na lata dwudzieste XX w (m.in. (Szafer i in. 1927, Pawłowski i in. 1928), Były przeprowadzone tuż po wyodrębnieniu się fitosocjologii jako dziedziny naukowej (Górski i in. 2023). Niemniej od tego czasu minęło 100 lat i klasyfikacja fitosocjologiczna mocno się zmieniła (np. Chytrý i in., 2024), natomiast w polskich Tatrach wciąż posługiwano się jednostkami z początku XX wieku. W ostatnich latach powstały nowoczesne prace fitosocjologiczne (Zięba i in. 2018, Pielech i in. 2021, Szwagrzyk i in. 2024), jednakże nie objęły one zarośli kosodrzewiny, w stosunku do których nadal stosuje się stare ujęcia np. Piękoś-Mirkowa & Mirek (1996) podają, tak jak opisał to Bogumił Pawłowski (Szafer i in. 1927, Pawłowski i in. 1928), że zespół *Pinetum mughi carpaticum* dzieli się na 2 podzespoły: *Pinetum mughi carpaticum calcicolum* i *Pinetum mughi carpaticum silicicolum*. Jednostki te nie są zgodne z aktualnym kodeksem nomenklatury fitosocjologicznej. W Planie Ochrony Tatrzańskiego Parku Narodowego (Rozporządzenie...) wymienione są tylko karpackie zarośla kosodrzewiny (*Pinetum mugo carpaticum*). Zagadnienia charakterystyki fitosocjologicznej zarośli kosodrzewiny w Tatrzańskim Parku Narodowym zostały podjęte w pracy magisterskiej wykonanej na Akademii Rolniczej (obecnie Uniwersytet Rolniczy) w Krakowie (Szczygielski 2001), jednakże wyniki badań nie zostały opublikowane. Warto wspomnieć, że zarośla kosodrzewiny w TPN były przedmiotem licznych współczesnych badań (np. Zwijacz-Kozica 2010), jednakże poza ww. pracą magisterską nie obejmowały one zagadnień fitosocjologicznych.

Zarówno w Alpach, jak i w Karpatach zostało wyróżnionych szereg zbiorowisk roślinnych w obrębie zarośli kosodrzewiny, odzwierciedlających jej zróżnicowanie zarówno na podłożu zasobnym w węglan wapnia, jak i na ubogim podłożu (Šibík et al. 2010). Na Słowacji wyróżnia się następujące zespoły, podzespoły i warianty zarośli kosodrzewiny (Valachovič et al. 2021):

- *Seslerio albicans-Pinetum mugo* (Šoltésová 1974) Šibík in Jarolímek et. al. 2008
- *Adenostylo alliariae-Pinetum mugo* (Sillinger 1933) Šoltésová 1974
 - *Adenostylo alliariae-Pinetum mugo corthusetosum matthiolii* Šibík et al. 2010
 - *Adenostylo alliariae-Pinetum mugo athyrietosum distentiolii* (Hadač 1956) Šibík et al. 2010

- *Drypterido dilatatae-Pinetum mugo* Unar in Unar et al. 1985
 - *Drypterido dilatatae-Pinetum mugo typicum* Šibík et al. 2010
 - *Drypterido dilatatae-Pinetum mugo sphagnetosum nemorei* (Unar in Unar et al. 1985) Šibík et al. 2010
- *Cetrario islandicae-Pinetum mugo* Hadač
 - *Cetrario islandicae-Pinetum mugo typicum* Šibík et al. 2010
 - wariant z *Sphagnum capillifolium*
 - wariant typowy

Kosodrzewina w Tatrach występuje przede wszystkim w piętrze subalpejskim sięgającym po ok. 1800 m n. p. m. (Górski i in. 2023), pojawia się także w piętrach reglowych.

Tatry są jedynym miejscem w Polsce, gdzie mogły w pełni rozwinąć się różne zespoły roślinne zarośli kosodrzewiny, także te wymagające wapiennego podłoża.

Metodyka

Obszar badań stanowiły zarośla kosodrzewiny w Tatrzańskim Parku Narodowym, zaliczane do priorytetowego siedliska Natura 2000: 4070 Zarośla kosodrzewiny (*Pinetum mugo*), które według planu ochrony TPN (Rozporządzenie...) zajmuje powierzchnię 2515,87 ha. Nie brano pod uwagę zarośli kosodrzewiny na torfie (należących do priorytetowego siedliska 91D0 Bory i lasy bagienne), które były przedmiotem osobnych badań (Ociepa i in. 2001). Warstwę shp z siedliskiem 4070 zarośla kosodrzewiny sporządzoną w związku z przygotowaniem planu ochrony TPN przecięto z siecią kwadratów ATPOL (Zajac & Zajac 2001) o wymiarach 1 km x 1 km. W ten sposób uzyskano 106 kwadratów z zaroślami kosodrzewiny. Po wyłączeniu kwadratów bardzo trudnych terenowo i dodaniu kwadratów, w których zarośla kosodrzewiny występują, a nie zostały umieszczone w ww. warstwie shp wybrano 75 kwadratów (1 km x 1 km).

W obrębie tak wybranych kwadratów wykonywano od 1 do 5 zdjęć fitosocjologicznych. Liczba zdjęć w danym kwadracie zależała przede wszystkim od powierzchni zarośli kosodrzewiny w tym kwadracie, a także od ich zróżnicowania.

Zdjęcia fitosocjologiczne wykonano zgodnie z metodą Braun-Blanqueta (Braun-Blanquet, 1964; Dzwonko, 2008), na powierzchniach kołowych o wielkości 100 m² (promień 5,64 m). W miejscu wykonywania zdjęcia fitosocjologicznego zbierano do kopert poszczególne gatunki mchów, wątrobowców i porostów rosnących na ziemi, z zapisaniem na kopercie ilościowości w skali Braun-Blanqueta dla danego taksonu. Następnie gatunki były oznaczane przez specjalistów: mchy przez prof. dr hab. Adama Stebla, wątrobowce przez dr hab. Piotra

Górskiego, a porosty przez prof. dr hab. Michała Węgrzyna. Zebrane materiały zostaną przekazane do zielnika Tatrzańskiego Parku Narodowego.

Dla środka każdego zdjęcia fitosocjologicznego określono współrzędne geograficzne za pomocą odbiornika GPS, natomiast wysokość n.p.m., ekspozycję i nachylenie stoku odczytano z numerycznego modelu terenu TPN.

Dane zbierano w terenie za pomocą papierowych formularzy lub w aplikacji VegApp (S. Schmidtlein 2014, www.vegapp.de), następnie dane zostały zintegrowane w postaci bazy danych w programie Turboveg (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 dostępnych regionalnych opracowań fitosocjologicznych, a w szczególności opracowań Šibík a i in (2010) i Valachoviča i in. (2021). 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). Przyjęto, że gatunki diagnostyczne osiągają istotną statystycznie wartość współczynnika fitosocjologicznej (phi) większą niż 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.

Badania prowadzono od 25 czerwca do 6 października 2025 roku.

Wyniki

Tabela 1 Tabela synoptyczna prezentująca wierność (współczynnik Phi) gatunków notowanych w pięciu wyróżnionych jednostkach syntaksonomicznych (A1 – najwyższa warstwa drzew, A3 – najniższa warstwa drzew, B – warstwa krzewów, C – warstwa zielna, D - warstwa mszaków i porostów)

Gatunek	Warstwa/Klaster	1	2	3	4	5
Gatunki diagnostyczne dla <i>Sesleria albicans</i>-<i>Pinetum mugo</i>						
<i>Epipactis atrorubens</i>	C	80.2	---	---	---	---
<i>Pimpinella major</i>	C	76.6	---	---	---	---
<i>Bellidiastrum michelii</i>	C	74.9	---	---	---	---
<i>Calamagrostis varia</i>	C	74.9	---	---	---	---
<i>Carlina acaulis</i>	C	74.9	---	---	---	---
<i>Scabiosa lucida</i>	C	74.9	---	---	---	---
<i>Fragaria vesca</i>	C	71.2	---	---	---	---
<i>Neottia ovata</i>	C	69.5	---	---	---	---
<i>Phyteuma orbiculare</i>	C	63.8	---	---	---	---
<i>Prenanthes purpurea</i>	C	63.8	---	---	---	---
<i>Carduus defloratus</i>	C	57.7	---	---	---	---
<i>Laserpitium latifolium</i>	C	57.7	---	---	---	---
<i>Leontodon hispidus</i>	C	57.7	---	---	---	---
<i>Orthilia secunda</i>	C	57.7	---	---	---	---
<i>Ranunculus breynicus</i>	C	57.7	---	---	---	---
<i>Sesleria caerulea</i>	C	57.7	---	---	---	---
<i>Galium anisophyllum</i>	C	54.2	---	2.3	---	---
<i>Carex sempervirens</i>	C	53.1	---	---	---	---
<i>Juniperus communis</i>	B	51.8	---	---	---	---
<i>Clematis alpina</i>	C	51.2	---	---	---	---
<i>Crepis jacquinii</i>	C	51.2	---	---	---	---
<i>Lotus corniculatus</i>	C	51.2	---	---	---	---
<i>Pyrola minor</i>	C	51.2	---	---	---	---
<i>Picea abies</i>	C	50.5	---	---	---	---
<i>Astrantia major</i>	C	46	---	---	---	---
<i>Campanula rotundifolia</i>	C	45.4	6.1	---	---	---
<i>Ctenidium molluscum</i>	D	44	---	---	---	---
<i>Gymnadenia odoratissima</i>	C	44	---	---	---	---
<i>Prunella vulgaris</i>	C	44	---	---	---	---
<i>Sesleria tatrae</i>	C	44	---	---	---	---
<i>Trisetum alpestre</i>	C	44	---	---	---	---
<i>Rhytidiadelphus triquetrus</i>	D	43.2	---	10.4	---	---
<i>Soldanella carpatica</i>	C	42.9	18.5	---	---	---
<i>Hieracium murorum</i>	C	41.8	---	---	---	---
<i>Luzula luzuloides</i>	C	41.8	---	---	---	---

Gatunek	Warstwa/Klaster	1	2	3	4	5
<i>Heracleum sphondylium</i>	C	41.7	2.7	---	---	---
<i>Sorbus aucuparia</i>	C	41.2	---	---	---	---
<i>Festuca sp.</i>	C	38.2	---	---	---	---
<i>Hypnum cupressiforme</i>	D	38.2	---	---	---	---
<i>Salix alpina</i>	C	38.2	---	---	---	---
<i>Valeriana tripteris</i>	C	38.2	---	---	---	---
<i>Acer pseudoplatanus</i>	B	35.6	---	---	---	---
<i>Agrostis capillaris</i>	C	35.6	---	---	---	---
<i>Androsace chamaejasme</i>	C	35.6	---	---	---	---
<i>Antenaria dioica</i>	C	35.6	---	---	---	---
<i>Carex digitata</i>	C	35.6	---	---	---	---
<i>Daphne mezereum</i>	C	35.6	---	---	---	---
<i>Epilobium montanum</i>	C	35.6	---	---	---	---
<i>Festuca tatrae</i>	C	35.6	---	---	---	---
<i>Fissidens dubius</i>	D	35.6	---	---	---	---
<i>Gymnadenia conopsea</i>	C	35.6	---	---	---	---
<i>Lonicera nigra</i>	C	35.6	---	---	---	---
<i>Moneses uniflora</i>	C	35.6	---	---	---	---
<i>Parnassia palustris</i>	C	35.6	---	---	---	---
<i>Poa nemoralis</i>	C	35.6	---	---	---	---
<i>Potentilla erecta</i>	C	35.6	---	---	---	---
<i>Thymus species</i>	C	35.6	---	---	---	---
<i>Tofieldia calyculata</i>	C	35.6	---	---	---	---
<i>Alchemilla sp.</i>	C	33.5	6.1	---	---	---
<i>Rhytiadelphus squarrosus</i>	D	31.7	---	---	9.3	---
<i>Plagiomnium affine</i>	D	30.7	---	---	---	---
<i>Hieracium bifidum</i>	C	28.9	1.9	---	---	---
<i>Hieracium nigrescens</i>	C	28.9	1.9	---	---	---
<i>Tortella tortuosa</i>	D	27.2	2.4	6	---	---
<i>Polygonatum verticillatum</i>	C	26.2	10.4	---	---	---
Gatunki diagnostyczne dla Adenostylo alliariae-Pinetum mugo						
<i>Mutellina adonidifolia</i>	C	---	51.2	---	---	---
<i>Luzula alpinopilosa</i>	C	---	45.7	---	---	---
<i>Poa alpina</i>	C	---	45.7	---	---	---
<i>Sciuro-hypnum reflexum</i>	D	---	40.6	---	---	---
<i>Geum montanum</i>	C	---	40.6	---	---	---
<i>Bistorta officinalis</i>	C	---	39.8	---	---	---
<i>Veratrum lobelianum</i>	C	---	37.3	---	---	---
<i>Geranium sylvaticum</i>	C	---	34.3	---	---	---
<i>Rumex arifolius</i>	C	---	34.3	---	---	---
<i>Salix silesiaca</i>	B	17.9	33.9	---	---	---
<i>Gentiana punctata</i>	C	---	32.8	---	---	7.2
<i>Chamaenerion angustifolium</i>	C	---	30.1	---	---	---
<i>Hypericum maculatum</i>	C	20.9	30	---	---	---
<i>Brachythecium glareosum</i>	D	---	27.9	---	---	---

Gatunek	Warstwa/Klaster	1	2	3	4	5
<i>Doronicum austriacum</i>	C	---	27.9	---	---	---
<i>Thymus pulegioides</i>	C	---	27.9	---	---	---
<i>Rubus idaeus</i>	C	---	27	19.3	---	---
Gatunki diagnostyczne dla <i>Drypterido dilatatae</i>-<i>Pinetum mugo</i> podzespołu nawapiennego						
<i>Plagiochila porelloides</i>	D	3.4	---	54.8	---	---
<i>Asplenium viride</i>	C	---	---	53.6	---	---
<i>Barbilophozia barbata</i>	D	---	---	53.6	---	---
<i>Barbilophozia hatcheri</i>	D	---	---	49.8	---	1.9
<i>Rhodiola rosea</i>	C	---	8.1	40.6	---	---
<i>Dryopteris filix-mas</i>	C	---	---	39.5	---	---
<i>Barbilophozia lycopodioides</i>	D	---	---	39.2	---	2.6
<i>Ptilidium ciliare</i>	D	---	---	37.7	---	13.1
<i>Ribes alpinum</i>	B	---	---	37.1	---	---
<i>Saxifraga moschata</i>	C	---	---	37.1	---	---
<i>Neoorthocaulis attenuatus</i>	D	---	---	33.8	---	10.2
<i>Dicranum scoparium</i>	D	---	---	32.2	26.8	17.3
<i>Viola biflora</i>	C	---	23.8	30.9	---	---
<i>Polytrichastrum alpinum</i>	D	---	---	29.1	---	3.6
<i>Spinulum annotinum</i>	C	---	---	28.2	---	---
<i>Salix caprea</i>	B	6.6	---	27.4	---	---
<i>Thymus pulcherimus</i>	C	6.6	---	27.4	---	---
<i>Orthodicranum montanum</i>	D	---	---	26.9	3.9	---
<i>Swertia perennis</i>	C	---	9.6	25.6	---	---
<i>Urtica dioica</i>	C	---	9.6	25.6	---	---
Gatunki diagnostyczne dla <i>Drypterido dilatatae</i>-<i>Pinetum mugo</i>						
<i>Dryopteris dilatata</i> agg.	C	---	---	---	52.6	---
<i>Calamagrostis villosa</i>	C	---	---	5.1	45.7	---
<i>Homogyne alpina</i>	C	7.1	---	---	43.5	---
<i>Polytrichastrum formosum</i>	D	---	---	---	41.6	24.3
<i>Avenella flexuosa</i>	C	---	---	---	37.1	13.2
<i>Sphagnum girgensohnii</i>	D	---	---	---	36.7	17.5
<i>Polytrichum commune</i>	D	---	---	---	28.2	---
<i>Plagiothecium curvifolium</i>	D	---	19.7	---	26.8	---
<i>Lophocolea heterophylla</i>	D	---	1.3	---	26.6	---
<i>Hylocomiastrum umbratum</i>	D	---	---	---	26	---
<i>Rhytidiadelphus subpinnatus</i>	D	---	---	---	26	---
Gatunki diagnostyczne dla <i>Cetrario islandicae</i>-<i>Pinetum mugo</i>						
<i>Anastrepta orcadensis</i>	D	---	---	---	---	63.3
<i>Huperzia selago</i>	C	---	3.7	---	---	55.8
<i>Cetraria islandica</i>	D	---	---	---	---	49.4
<i>Neoorthocaulis floerkei</i>	D	---	---	---	---	48.4
<i>Bazzania trilobata</i>	D	---	---	---	---	46.6
<i>Mylia taylorii</i>	D	---	---	---	---	39.8
<i>Racomitrium lanuginosum</i>	D	---	---	---	---	38.9
<i>Sphagnum capillifolium</i>	D	---	---	---	16.4	37.2

Gatunek	Warstwa/Klaster	1	2	3	4	5
<i>Sphagnum quinquefarium</i>	D	---	---	18.6	---	30.3
<i>Polytrichum strictum</i>	D	---	---	---	---	29.4
<i>Bazzania tricrenata</i>	D	---	---	---	---	28.6
<i>Empetrum hermaphroditum</i>	C	---	8.7	---	---	27.6
Gatunki diagnostyczne dla kilku syntaksonów						
<i>Picea abies</i>	B	42.9	---	42.9	---	---
<i>Pseuathyrium alpestre</i>	C	---	45.7	---	37.4	---
Inne						
<i>Acer pseudoplatanus</i>	C	25	---	---	---	---
<i>Achillea millefolium</i>	C	25	---	---	---	---
<i>Aconitum firmum</i>	C	16.7	7.3	---	---	---
<i>Aconitum sp.</i>	C	---	19.6	---	---	---
<i>Actaea spicata</i>	C	25	---	---	---	---
<i>Adenostyles alliariae</i>	C	---	24.6	---	---	---
<i>Adoxa moschatellina</i>	C	25	---	---	---	---
<i>Alchemilla glaucescens</i>	C	25	---	---	---	---
<i>Allium montanum</i>	C	25	---	---	---	---
<i>Anemonastrum narcissiflorum</i>	C	---	19.6	---	---	---
<i>Angelica archangelica</i>	C	---	19.6	---	---	---
<i>Anthoxanthum alpinum</i>	C	25	---	---	---	---
<i>Arabis alpina</i>	C	---	19.6	---	---	---
<i>Athyrium filix-femina</i>	C	21.5	---	---	---	---
<i>Betula pubescens</i>	C	---	---	---	11.6	---
<i>Betula pubescens</i>	B	---	12.5	---	6.8	---
<i>Blepharostoma trichophyllum</i>	D	21.5	---	---	---	---
<i>Brachythecium rivulare</i>	D	---	19.6	---	---	---
<i>Brachythecium salebrosum</i>	D	---	19.6	---	---	---
<i>Sciuro-hypnum starkei</i>	D	6.8	11.1	---	4.4	---
<i>Brachythecium velutinum</i>	D	---	24.6	---	---	---
<i>Briza media</i>	C	25	---	---	---	---
<i>Calamagrostis arundinacea</i>	C	---	19.6	---	---	---
<i>Calluna vulgaris</i>	C	21.8	---	---	---	---
<i>Calypogeia azurea</i>	D	8.8	---	---	18.7	---
<i>Calypogeia integristipula</i>	D	7.9	---	---	13.5	0.2
<i>Calypogeia neesiana</i>	D	---	---	---	16.3	0.9
<i>Calypogeia sphagnicola</i>	D	---	---	---	6.5	5.5
<i>Campanula alpina</i>	C	---	---	---	---	11
<i>Campanula cochlearifolia</i>	C	25	---	---	---	---
<i>Campylium stellatum</i>	D	16.7	7.3	---	---	---
<i>Cardamine amara</i>	C	---	19.6	---	---	---
<i>Cardaminopsis halleri</i>	C	25	---	---	---	---
<i>Carex brachystachys</i>	C	25	---	---	---	---
<i>Carex firma</i>	C	25	---	---	---	---
<i>Carex nigra</i>	C	---	---	---	11.6	---
<i>Carex pilulifera</i>	C	---	---	---	11.6	---

Gatunek	Warstwa/Klaster	1	2	3	4	5
<i>Cephalozia bicuspidata</i>	D	---	---	---	9.2	7.8
<i>Fuscocephaloziopsis lunulifolia</i>	D	---	---	---	17.1	4
<i>Chaerophyllum hirsutum</i>	C	16.7	7.3	---	---	---
<i>Cicerbita alpina</i>	C	21.1	8.4	---	---	---
<i>Cladonia bellidiflora</i>	D	---	15.2	---	---	10.1
<i>Cladonia coccifera</i>	D	---	---	---	0.5	18.3
<i>Cladonia coniocraea</i>	D	---	---	---	11.6	---
<i>Cladonia cornuta</i>	D	---	---	---	---	24.8
<i>Cladonia digitata</i>	D	---	---	---	6.5	5.5
<i>Cladonia fimbriata</i>	D	---	---	---	---	11
<i>Cladonia furcata</i>	D	---	---	---	---	19.2
<i>Cladonia gracilis</i>	D	---	---	---	---	15.6
<i>Cladonia imbricata</i>	D	---	---	---	3.8	10.8
<i>Cladonia macilentata</i>	D	---	---	---	---	11
<i>Cladonia macroceras</i>	D	---	20.3	---	---	5.2
<i>Cladonia macrophylla</i>	D	---	---	---	---	11
<i>Cladonia mitis</i>	D	---	---	---	---	15.6
<i>Cladonia phyllophora</i>	D	---	---	---	---	11
<i>Cladonia pleurota</i>	D	---	---	---	1.9	14.9
<i>Cladonia pocillum</i>	D	---	19.6	---	---	---
<i>Cladonia pyxidata</i>	D	---	---	14.4	---	17.1
<i>Cladonia rangiferina</i>	D	---	---	---	---	15.6
<i>Cladonia squamosa</i>	D	---	---	---	---	22.2
<i>Dactylorhiza viridis</i>	C	25	---	---	---	---
<i>Daphne mezereum</i>	B	25	---	---	---	---
<i>Delphinium elatum</i>	C	---	19.6	---	---	---
<i>Deschampsia caespitosa</i>	C	18.7	---	---	3.8	---
<i>Dicranodontium denudatum</i>	D	21.8	---	---	---	---
<i>Dicranum flexicaule</i>	D	---	---	---	---	19.2
<i>Dicranum fuscescens</i>	D	---	---	---	3.8	10.8
<i>Dryas octopetala</i>	C	25	---	---	---	---
<i>Dryopteris carthusiana</i>	C	---	5.5	17.5	4.9	---
<i>Entodon concinnus</i>	D	25	---	---	---	---
<i>Epilobium alpestre</i>	C	---	19.6	---	---	---
<i>Festuca carpatica</i>	C	---	19.6	---	---	---
<i>Gentiana asclepiadea</i>	C	---	16.7	---	18.3	---
<i>Gentianella lutescens</i>	C	25	---	---	---	---
<i>Gymnocarpium dryopteris</i>	C	25	---	---	---	---
<i>Helianthemum nummularium</i>	C	16.7	7.3	---	---	---
<i>Herzogiella striatella</i>	D	---	---	---	---	11
<i>Hieracium alpinum</i>	C	---	---	---	11.6	---
<i>Hieracium caesium</i>	C	25	---	---	---	---
<i>Hieracium sp.</i>	C	25	---	---	---	---
<i>Hieracium villosum</i>	C	25	---	---	---	---
<i>Hylocomium splendens</i>	D	22.9	---	4.3	---	12.1

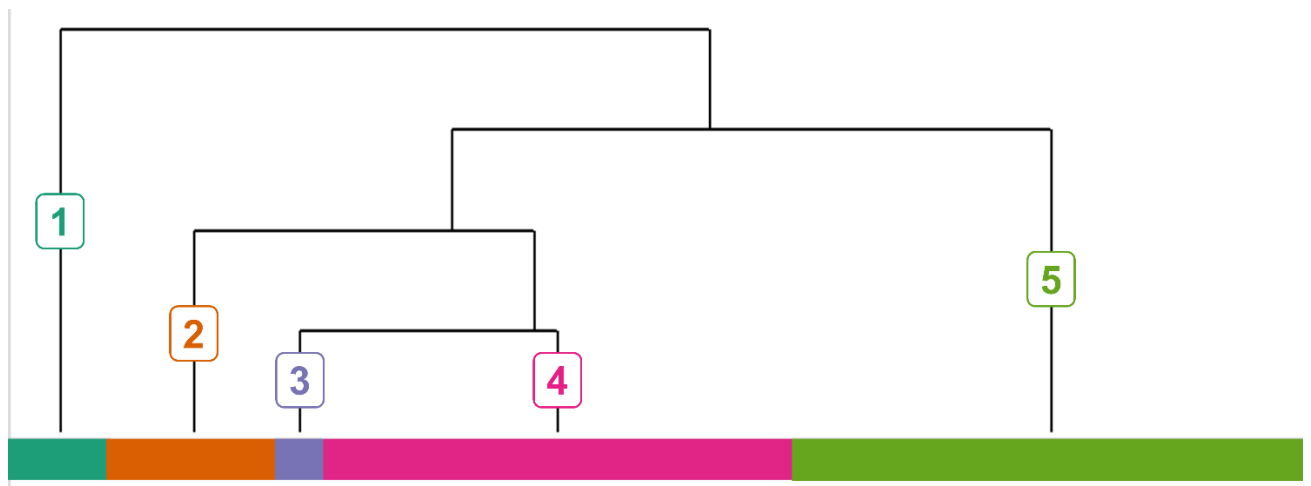
Gatunek	Warstwa/Klaster	1	2	3	4	5
<i>Hypnum pallescens</i>	D	---	19.6	---	---	---
<i>Trommsdorffia uniflora</i>	C	---	19.6	---	---	---
<i>Hypogymnia physodes</i>	D	---	19.6	---	---	---
<i>Juncus filiformis</i>	C	---	---	---	11.6	---
<i>Orejuncus trifidus</i>	C	---	17.8	---	---	19.7
<i>Juniperus communis</i>	C	18.9	---	---	---	---
<i>Larix decidua</i>	B	25	---	---	---	---
<i>Lecidoma demissum</i>	D	---	19.6	---	---	---
<i>Leontodon incanus</i>	C	25	---	---	---	---
<i>Leontopodium nivale</i>	C	25	---	---	---	---
<i>Lepidozia reptans</i>	D	25	---	---	---	---
<i>Leucanthemum rotundifolium</i>	C	---	15.4	---	1.7	---
<i>Linum perenne</i>	C	25	---	---	---	---
<i>Neottia cordata</i>	C	25	---	---	---	---
<i>Lophozia guttulata</i>	D	---	---	---	3.8	10.8
<i>Lophozia sp.</i>	D	---	---	---	---	11
<i>Lophozia ventricosa</i>	D	---	---	---	0.5	18.3
<i>Lophozia wenzelii</i>	D	---	12.9	---	---	5.9
<i>Luzula sylvatica</i>	C	10.4	0.4	12.6	---	---
<i>Maianthemum bifolium</i>	C	25	---	---	---	---
<i>Melampyrum pratense</i>	C	---	---	---	---	11
<i>Monotropa hypopitys</i>	C	25	---	---	---	---
<i>Nardus stricta</i>	C	---	19.5	---	6.4	---
<i>Obtusifolium obtusum</i>	D	---	---	---	16.4	---
<i>Oligotrichum hercynicum</i>	D	---	---	---	---	11
<i>Oreochloa disticha</i>	C	---	---	---	---	11
<i>Oxalis acetosella</i>	C	1.7	8.4	---	22.3	---
<i>Oxyria digyna</i>	C	---	---	---	11.6	---
<i>Paris quadrifolia</i>	C	25	---	---	---	---
<i>Pellia endiviifolia</i>	D	---	---	---	11.6	---
<i>Phyteuma spicatum</i>	C	---	19.6	---	---	---
<i>Picea abies</i>	A	---	---	---	11.6	---
<i>Picea abies</i>	A1	---	---	---	12.1	2.8
<i>Pinguicula alpina</i>	C	---	19.6	---	---	---
<i>Pinus cembra</i>	B	---	---	---	11.6	---
<i>Pinus cembra</i>	A1	---	---	---	---	15.6
<i>Pinus mugo</i>	B	---	---	---	---	---
<i>Pinus mugo</i>	C	25	---	---	---	---
<i>Placynthiella uliginosa</i>	D	---	---	---	6.5	5.5
<i>Plagiomnium undulatum</i>	D	25	---	---	---	---
<i>Plagiothecium nemorale</i>	D	---	---	---	16.4	---
<i>Bukiella undulata</i>	D	---	---	---	11.6	---
<i>Plantago media</i>	C	25	---	---	---	---
<i>Pleurozium schreberi</i>	D	12.4	---	---	18.2	22
<i>Poa annua</i>	C	---	19.6	---	---	---

Gatunek	Warstwa/Klaster	1	2	3	4	5
<i>Pohlia nutans</i>	D	---	---	---	---	19.2
<i>Polygala amara</i>	C	25	---	---	---	---
<i>Polygonum viviparum</i>	C	25	---	---	---	---
<i>Polystichum lonchitis</i>	C	---	19.6	---	---	---
<i>Potentilla aurea</i>	C	16.7	7.3	---	---	---
<i>Primula elatior</i>	C	16.8	24	---	---	---
<i>Pseudoleskeella catenulata</i>	D	---	19.6	---	---	---
<i>Ptilium crista-castrensis</i>	D	---	---	---	9.2	7.8
<i>Racomitrium canescens</i>	D	---	---	---	11.6	---
<i>Racomitrium microcarpon</i>	D	---	22.2	---	---	---
<i>Ranunculus platanifolius</i>	C	---	---	---	11.6	---
<i>Ranunculus thora</i>	C	25	---	---	---	---
<i>Rhizomnium punctatum</i>	D	16.7	7.3	---	---	---
<i>Rhytidiadelphus loreus</i>	D	14.1	---	---	4.1	10.9
<i>Ribes alpinum</i>	C	---	19.6	---	---	---
<i>Ribes petraeum</i>	C	---	24.6	---	---	---
<i>Ribes petraeum</i>	B	---	19.6	---	---	---
<i>Rosa pendulina</i>	B	---	19.6	---	---	---
<i>Rosa pendulina</i>	C	---	19.6	---	---	---
<i>Rumex alpinus</i>	C	---	19.6	---	---	---
<i>Salix caprea</i>	C	---	---	---	11.6	---
<i>Salix retusa</i>	C	---	19.6	---	---	---
<i>Salix silesiaca</i>	C	---	---	---	11.6	---
<i>Salix sp.</i>	B	---	---	---	11.6	---
<i>Sambucus racemosa</i>	C	---	---	---	11.6	---
<i>Sanionia uncinata</i>	D	11.4	3.5	---	4.1	---
<i>Saxifraga paniculata</i>	C	---	16.8	21.7	---	---
<i>Scapania aequiloba</i>	D	---	19.6	---	---	---
<i>Sedum alpestre</i>	C	---	19.6	---	---	---
<i>Sempervivum montanum</i>	C	---	24.6	---	---	---
<i>Senecio nemorensis</i> agg.	C	5.7	18.9	18.9	---	---
<i>Silene dioica</i>	C	---	24.6	---	---	---
<i>Silene vulgaris</i>	C	---	19.6	---	---	---
<i>Solidago virgaurea</i> agg.	C	2.1	24.9	---	---	---
<i>Sorbus aucuparia</i>	B	19	2.5	15	---	---
<i>Sorbus aucuparia</i>	A3	---	---	---	11.6	---
<i>Sphagnum russowii</i>	D	---	---	---	---	11
<i>Sphagnum subsecundum</i>	D	---	---	---	---	11
<i>Stellaria nemorum</i>	C	---	15.4	---	1.7	---
<i>Stereocaulon alpinum</i>	D	---	---	---	---	11
<i>Syntrichia norvegica</i>	D	---	19.6	---	---	---
<i>Taraxacum sp.</i>	C	25	---	---	---	---
<i>Thymus alpestris</i>	C	16.7	7.3	---	---	---
<i>Trapeliopsis granulosa</i>	D	---	8.8	---	---	8
<i>Trifolium pratense</i>	C	25	---	---	---	---

Gatunek	Warstwa/Klaster	1	2	3	4	5
<i>Tritomaria quinquedentata</i>	D	---	---	---	---	11
<i>Vaccinium gaultherioides</i>	C	---	---	---	6.5	5.5
<i>Vaccinium myrtillus</i>	C	---	15	---	19.3	19.5
<i>Vaccinium vitis-idaea</i>	C	23.3	---	---	---	23.9
<i>Veronica officinalis</i>	C	25	---	---	---	---
<i>Warnstorfia fluitans</i>	D	25	---	---	---	---

Wyniki analiz numerycznych – informacje wstępne

W wyniku klasyfikacji dzielącej TWINSPAN wyróżniono 5 syntaksonów, które zidentyfikowano na poziomie zespołu w 4 przypadkach i jednej nieokreślonej grupy najprawdopodobniej rangi podzespołu. Na rycinie 1 przedstawiono drzewo klasyfikacyjne z ww. 5 grupami.



Rysunek 1. Dendrogram prezentujący wyniki klasyfikacji dzielącej TWINSPAN.

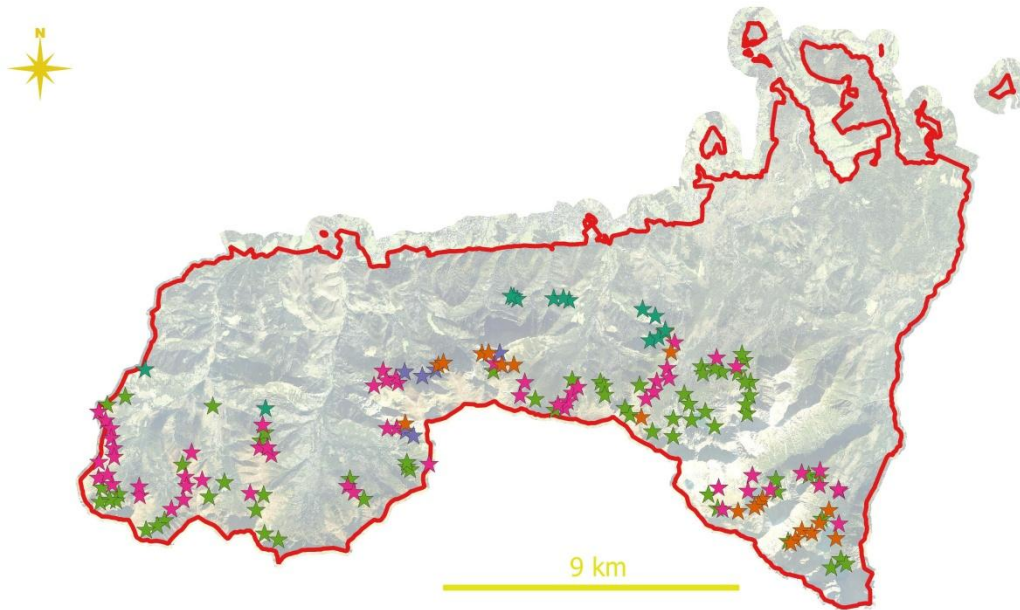
klaster 1: *Seslerio albicans-Pinetum mugo* (Šoltésová 1974) Šibík in Jarolímek et. al. 2008

klaster 2: *Adenostylo alliariae-Pinetum mugo* (Sillinger 1933) Šoltésová 1974

klaster 3: *Drypterido dilatatae-Pinetum mugo* Unar in Unar et al. 1985 podzespół nawapienny

klaster 4: *Drypterido dilatatae-Pinetum mugo* Unar in Unar et al. 1985

klaster 5: *Cetrario islandicae-Pinetum mugo* Hadač



Rysunek 2. Rozmieszczenie zdjęć fitosocjologicznych: szarzielony kolor – klaster 1, pomarańczowy kolor – klaster 2, fioletowy kolor – klaster 3, różowy kolor – klaster 4, trawiastozielony kolor – klaster 5

Charakterystyka wyróżnionych jednostek

Poniżej dla każdej z wyróżnionych jednostek przedstawiono zestawy gatunków diagnostycznych, stałych i dominujących. Gatunki wysoce diagnostyczne (o wartość współczynnika fitosocjologicznego (ϕ) większej niż 0,5) i wysoce stałe (o frekwencji przekraczającej 80 %) oznaczono pogrubioną czcionką. Nazwy roślin naczyniowych podano za GBIF (Govaerts 2024), mchów za Ochyrą i in. (2003), wątrobowców za Klamą i Górskim (2018), porostów za Fałtynowiczem i in. (2024) i Hammer (2001). W przypadku gatunków, które mogą występować w kilku warstwach roślinności podano symbol warstwy: B – warstwa krzewów, C- warstwa zielna.

Klaster 1

Liczba zdjęć: 13

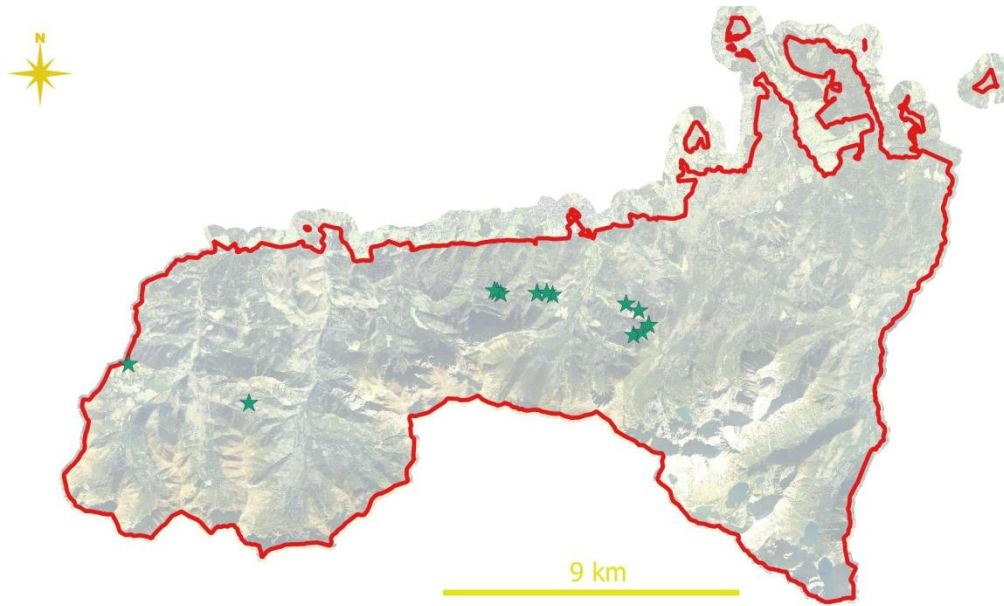
Diagnoza: *Seslerio albicans-Pinetum mugo* (Šoltésová 1974) Šibík in Jarolímek et. al. 2008

Gatunki diagnostyczne: *Acer pseudoplatanus* (B), *Agrostis capillaris*, *Androsace chamaejasme*, *Antenaria dioica*, ***Bellidiastrum michelii***, *Astrantia major*, *Calamagrostis varia*, *Campanula rotundifolia*, ***Carduus defloratus***, *Carex digitata*, *Carex firma*, ***Carex***

sempervirens, *Carlina acaulis*, *Clematis alpina*, *Ctenidium molluscum*, *Crepis jacquinii*, *Daphne mezereum* (C), *Epilobium montanum*, *Epipactis atrorubens*, *Festuca tatrae*, *Fissidens dubius*, *Fragaria vesca*, *Galium anisophyllum*, *Gymnadenia conopsea*, *Gymnadenia odoratissima*, *Heracleum sphondylium*, *Hieracium bifidum*, *Hieracium murorum*, *Hieracium nigrescens*, *Hypnum cupressiforme*, *Juniperus communis* (B), *Laserpitium latifolium*, *Leontodon hispidus*, *Lonicera nigra* (C), *Lotus corniculatus*, *Luzula luzuloides*, *Moneses uniflora*, *Neottia ovata*, *Orthilia secunda*, *Parnassia palustris*, *Picea abies* (B), *Picea abies* (C), *Pimpinella major*, *Phyteuma orbiculare*, *Plagiomnium affine*, *Poa nemoralis*, *Polygonatum verticillatum*, *Potentilla erecta*, *Prenanthes purpurea*, *Prunella vulgaris*, *Pyrola minor*, *Ranunculus breyninus*, *Rhytidiadelphus squarrosus*, *Rhytidiadelphus triquetrus*, *Salix alpina*, *Scabiosa lucida*, *Sesleria tatrae*, *Sesleria caerulea*, *Soldanella carpatica*, *Sorbus aucuparia* (C), *Tofieldia calyculata*, *Tortella tortuosa*, *Trisetum alpestre*, *Valeriana tripteris*.

Gatunki stale: *Avenella flexuosa*, *Bellidiastrum michelii*, *Calamagrostis varia*, *Carlina acaulis*, *Epipactis atrorubens*, *Fragaria vesca*, *Galium anisophyllum*, *Homogyne alpina*, *Hylocomium splendens*, *Neottia ovata*, *Phyteuma orbiculare*, *Picea abies* (B), *Picea abies* (C), *Pimpinella major*, *Pinus mugo* (B), *Pleurozium schreberi*, *Prenanthes purpurea*, *Rhytidiadelphus triquetrus*, *Scabiosa lucida*, *Soldanella carpatica*, *Sorbus aucuparia* (B), *Sorbus aucuparia* (C), *Vaccinium myrtillus*, *Vaccinium vitis-idaea*.

Gatunki dominujące: *Ctenidium molluscum*, *Festuca tatrae*, *Hylocomium splendens*, *Pinus mugo* (B), *Pleurozium schreberi*, *Trisetum alpestre*, *Vaccinium myrtillus*, *Vaccinium vitis-idaea*.



Rysunek 3. Rozmieszczenie zdjęć fitosocjologicznych reprezentujących klaster 1

Klaster 2

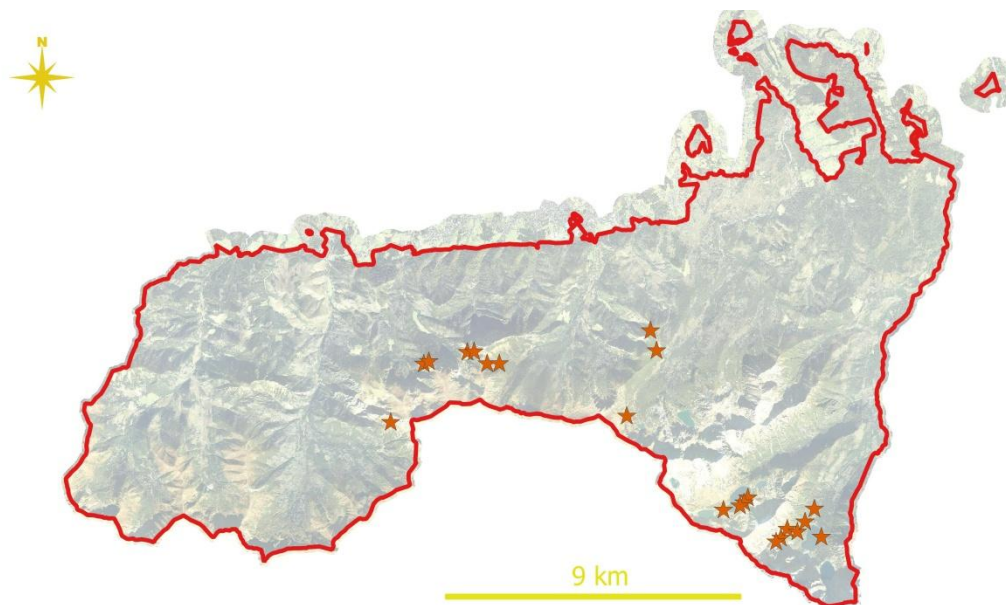
Liczba zdjęć: 21

Diagnoza: *Adenostylo alliariae-Pinetum mugo* (Sillinger 1933) Šoltésová 1974

Gatunki diagnostyczne: *Bistorta officinalis*, *Brachythecium glareosum*, *Chamaenerion angustifolium*, *Doronicum austriacum*, *Gentiana punctata*, *Geranium sylvaticum*, *Geum montanum*, *Hypericum maculatum*, *Luzula alpinopilosa*, ***Mutellina adonidifolia***, *Poa alpina*, *Pseudathyrium alpestre*, *Rubus idaeus*, *Rumex arifolius*, *Salix silesiaca* (B), *Sciuro-hypnum reflexum*, *Thymus pulegioides*, *Veratrum lobelianum*.

Gatunki stale: *Picea abies* (B), ***Pinus mugo*** (B), *Pseudathyrium alpestre*, *Rubus idaeus*, *Vaccinium myrtillus*.

Gatunki dominujące: *Calamagrostis villosa*, *Hylocomium splendens*, *Hypnum cupressiforme*, *Oreojuncus trifidus*, *Pinus mugo* (B), *Rubus idaeus*, *Vaccinium myrtillus*



Rysunek 4. Rozmieszczenie zdjęć fitosocjologicznych reprezentujących klaster 2

Klaster 3

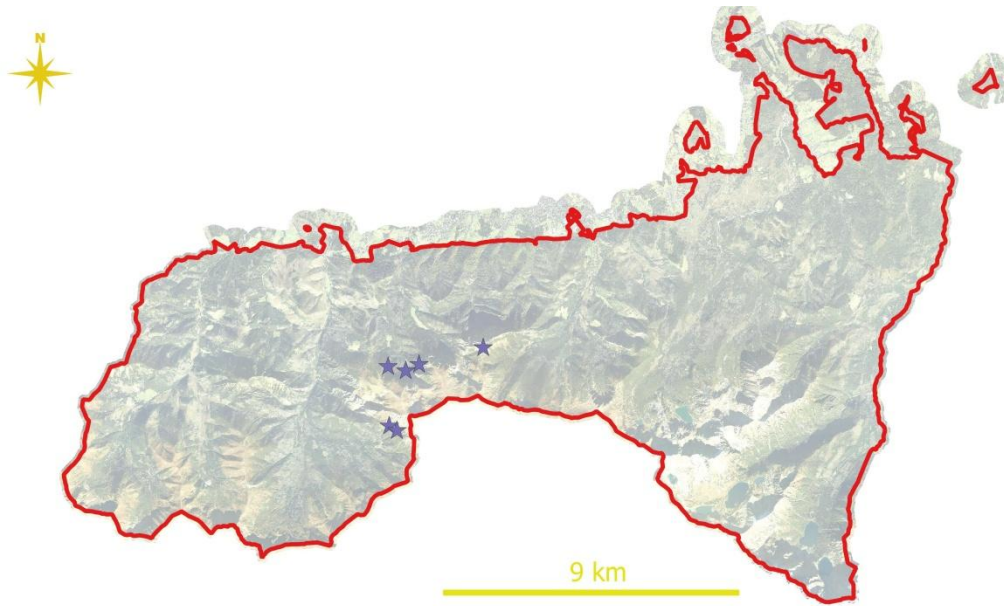
Liczba zdjęć: 6

Diagnoza: *Drypterido dilatatae-Pinetum mugo* Unar in Unar et al. 1985 podzespół nawapienny

Gatunki diagnostyczne: *Asplenium viride*, *Barbilophozia barbata*, *Barbilophozia hatcheri*, *Barbilophozia lycopodioides*, *Dicranum scoparium*, *Dryopteris filix-mas*, *Neoorthocaulis attenuatus*, *Orthodicranum montanum*, *Picea abies* (B), *Plagiochila porelloides*, *Polytrichastrum alpinum*, *Ptilidium ciliare*, *Rhodiola rosea*, *Ribes alpinum*, *Salix caprea* (B), *Saxifraga moschata*, *Spinulum annotinum*, *Swertia perennis*, *Thymus pulcherimus*, *Urtica dioica*, *Viola biflora*.

Gatunki stale: *Asplenium viride*, *Barbilophozia barbata*, *Barbilophozia hatcheri*, *Barbilophozia lycopodioides*, *Dicranum scoparium*, *Hylocomium splendens*, *Picea abies* (B), *Pinus mugo* (B), *Plagiochila porelloides*, *Ptilidium ciliare*, *Rubus idaeus*, *Sorbus aucuparia* (B), *Vaccinium myrtillus*.

Gatunki dominujące: *Pinus mugo* (B), *Hylocomium splendens*, *Pleurozium schreberi*, *Ptilidium ciliare*, *Spinulum annotinum*



Rysunek 5. Rozmieszczenie zdjęć fitosocjologicznych reprezentujących klaster 3

Klaster 4

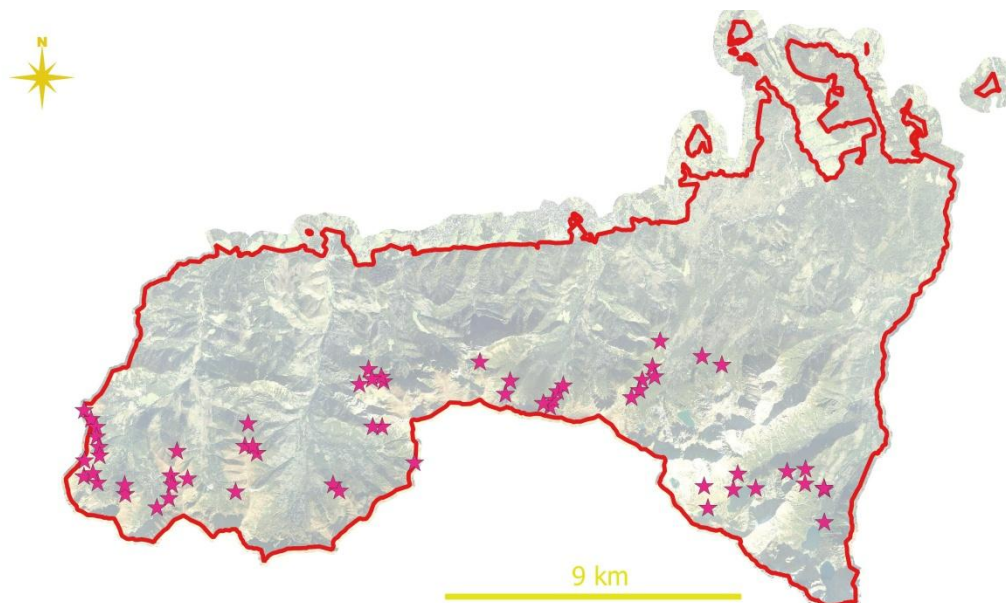
Liczba zdjęć: 60

Diagnoza: *Drypterido dilatatae-Pinetum mugo* Unar in Unar et al. 1985

Gatunki diagnostyczne: *Avenella flexuosa*, *Calamagrostis villosa*, *Dicranum scoparium*, *Dryopteris dilatata* agg., *Homogyne alpina*, *Hylocomiastrum umbratum*, *Lophocolea heterophylla*, *Plagiothecium curvifolium*, *Polytrichastrum formosum*, *Polytrichum commune*, *Pseudathyrium alpestre*, *Sphagnum girgensohnii*.

Gatunki stałe: *Avenella flexuosa*, *Calamagrostis villosa*, *Dicranum scoparium*, *Dryopteris dilatata* agg., ***Homogyne alpina***, *Hylocomium splendens*, ***Pinus mugo*(B)**, *Pleurozium schreberi*, *Polytrichastrum formosum*, *Pseudathyrium alpestre*, ***Vaccinium myrtillus***.

Gatunki dominujące: *Calamagrostis villosa*, *Dicranum scoparium*, *Pinus mug* (B), *Pseudathyrium alpestre*, *Sphagnum girgensohnii*, *Sphagnum quinquefarium*, *Vaccinium myrtillus*



Rysunek 6. Rozmieszczenie zdjęć fitosocjologicznych reprezentujących klaster 4

Klaster 5

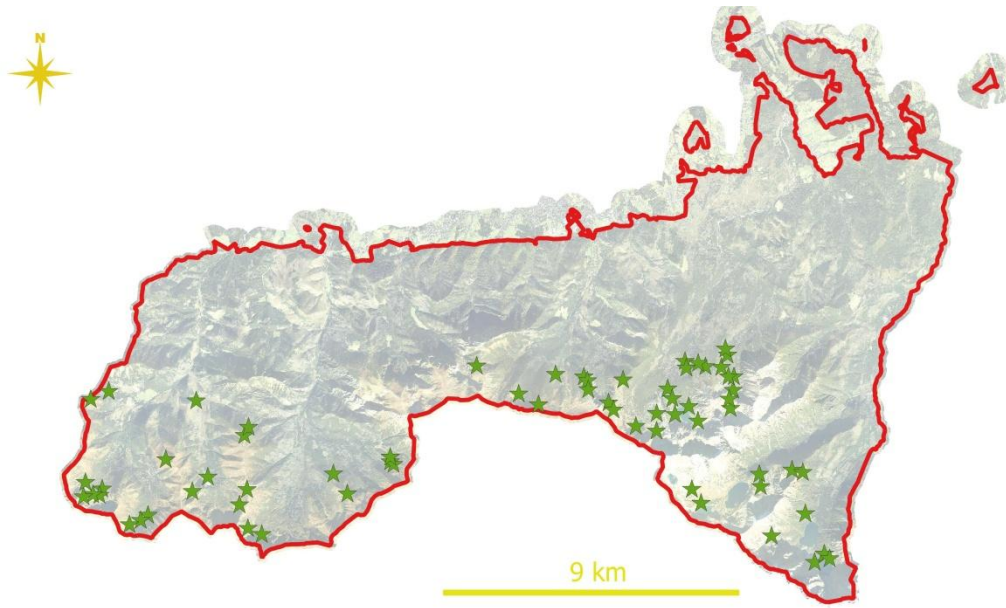
Liczba zdjęć: 66

Diagnoza: *Cetrario islandicae-Pinetum mugo* Hadač

Gatunki diagnostyczne: *Anastrepta orcadensis*, *Bazzania tricrenata*, *Bazzania trilobata*, *Cetraria islandica*, *Empetrum hermaphroditum*, ***Huperzia selago***, *Mylia taylorii*, *Neoorthocaulis floerkei*, *Polytrichum strictum*, *Racomitrium lanuginosum*, *Sphagnum capillifolium*, *Sphagnum quinquefarium*.

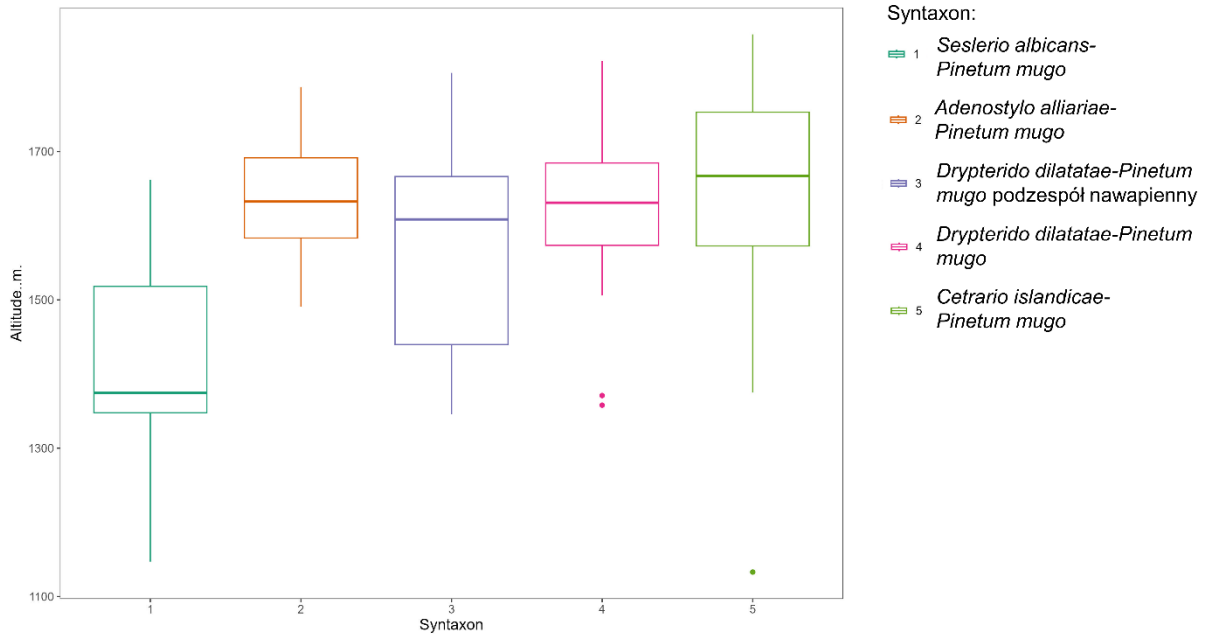
Gatunki stale: *Anastrepta orcadensis*, *Avenella flexuosa*, *Cetraria islandica*, ***Dicranum scoparium***, *Huperzia selago*, *Hylocomium splendens*, ***Pinus mugo* (B)**, *Pleurozium schreberi*, *Polytrichastrum formosum*, *Sphagnum quinquefarium*, ***Vaccinium myrtillus***, *Vaccinium vitis-idaea*.

Gatunki dominujące: *Avenella flexuosa*, *Dicranum scoparium*, *Hylocomium splendens*, *Pinus mugo* (B), *Pleurozium schreberi*, *Sphagnum capillifolium*, *Sphagnum girgensohnii*, *Sphagnum quinquefarium*, *Vaccinium myrtillus*, *Vaccinium vitis-idaea*.



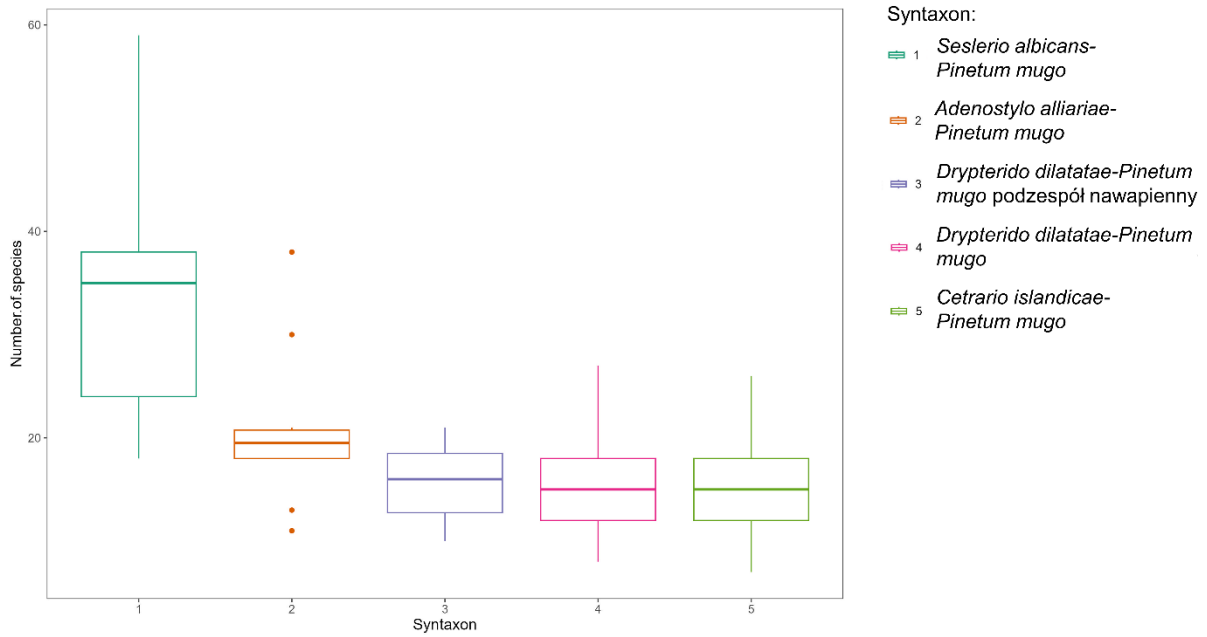
Rysunek 7. Rozmieszczenie zdjęć fitosocjologicznych reprezentujących klaster 5

Zróznicowanie i występowanie zbiorowisk w gradientach środowiskowych



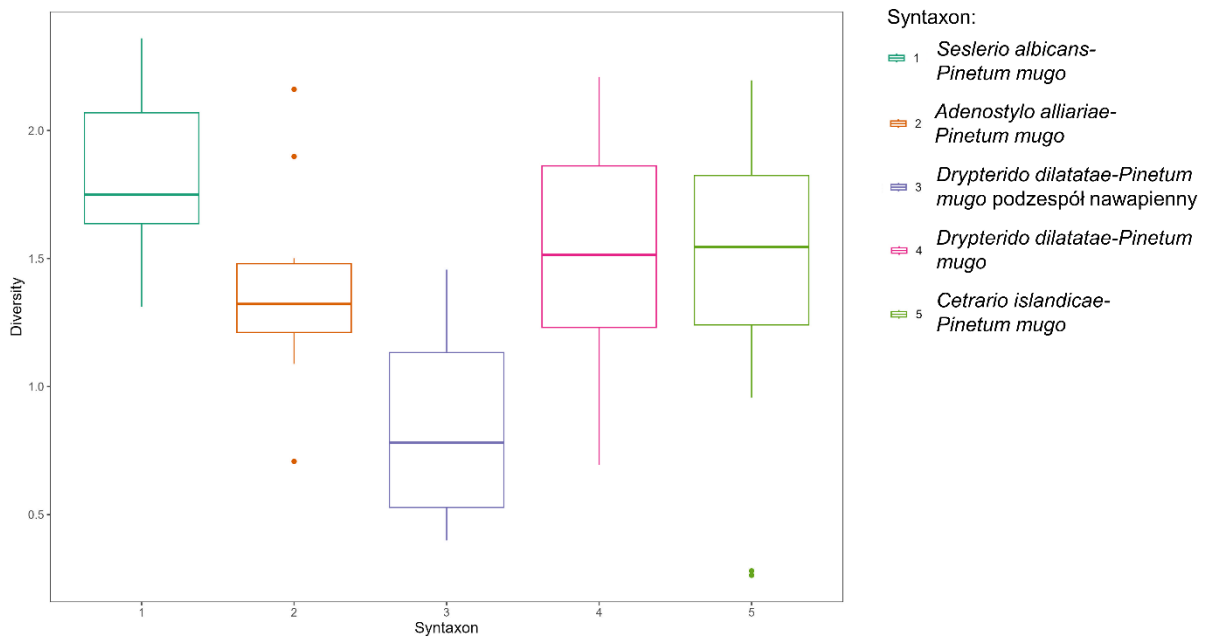
Rysunek 8. Rozmieszczenie syntaksonów w gradiencie wysokościowym.

Syntaksony reprezentujące zarośla kosodrzewiny występują w gradiencie ~1150 m n.p.m. do ~1850 m n.p.m. Podczas gdy większość z nich występuje na podobnej wysokości (mediana 1650 m n.p.m.), *Seslerio albicans-Pinetum mugo* (1) najczęściej lokalizuje się znacznie niżej – na wysokości ok. 1350 m n.p.m. Nieznacznie wyżej w stosunku do pozostałych syntaksonów występuje *Cetrario islandicae-Pinetum mugo* (5), jednakże różnica ta nie jest tak wyraźna jak w przypadku występującego na niższych wysokościach *Seslerio albicans-Pinetum mugo* (1).



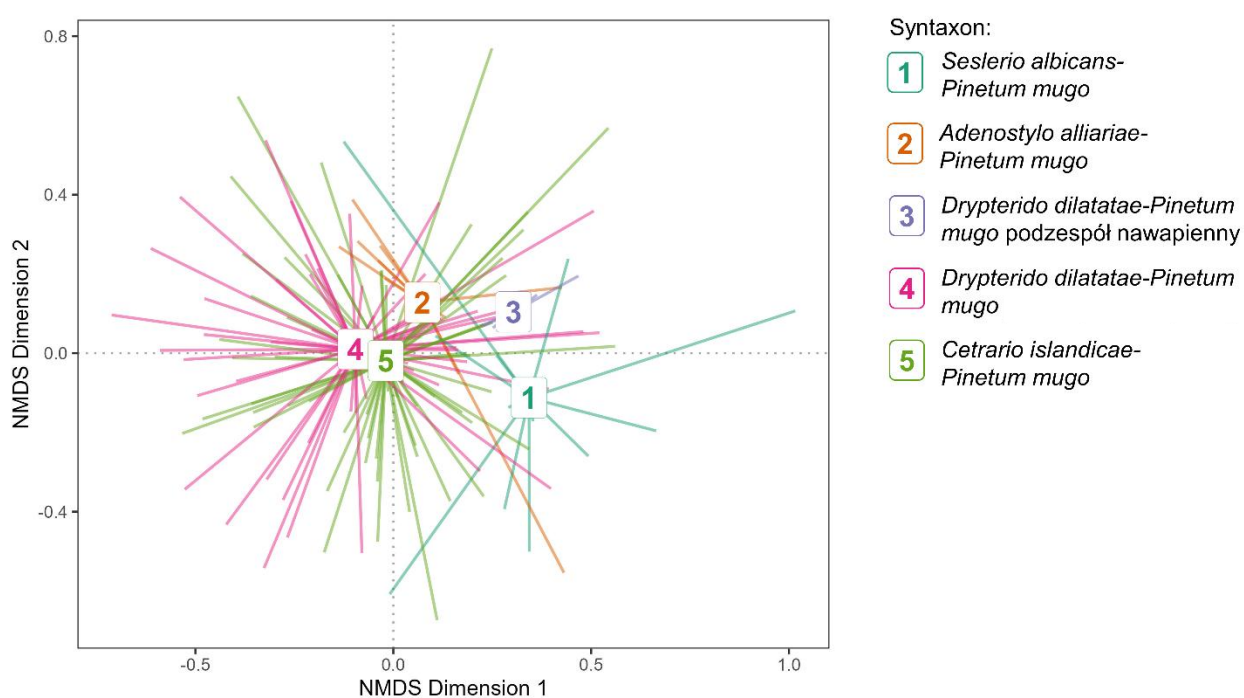
Rysunek 9. Występowanie badanych syntaksów w gradiencie bogactwa gatunkowego

Pod względem bogactwa gatunkowego wyróżnia się *Seslerio albicans-Pinetum mugo* (1). Ten zespół występujący na skałach wapiennych lub dolomitowych osiąga do 60 gatunków (średnio 35), podczas gdy inne syntaksy średnio osiągają liczbę 15 gatunków, a najuboższe jedynie 7-8 gatunków. Na tle pozostałych wyróżnia się *Adenostylo alliariae-Pinetum mugo* (2) tj. ziołoroślowe zbiorowisko zarośli kosodrzewiny, który osiąga średnio 20 gatunków.



Rysunek 10. Występowanie badanych syntaksów w gradiencie różnorodności gatunkowej mierzonej wskaźnikiem Shannona-Wienera

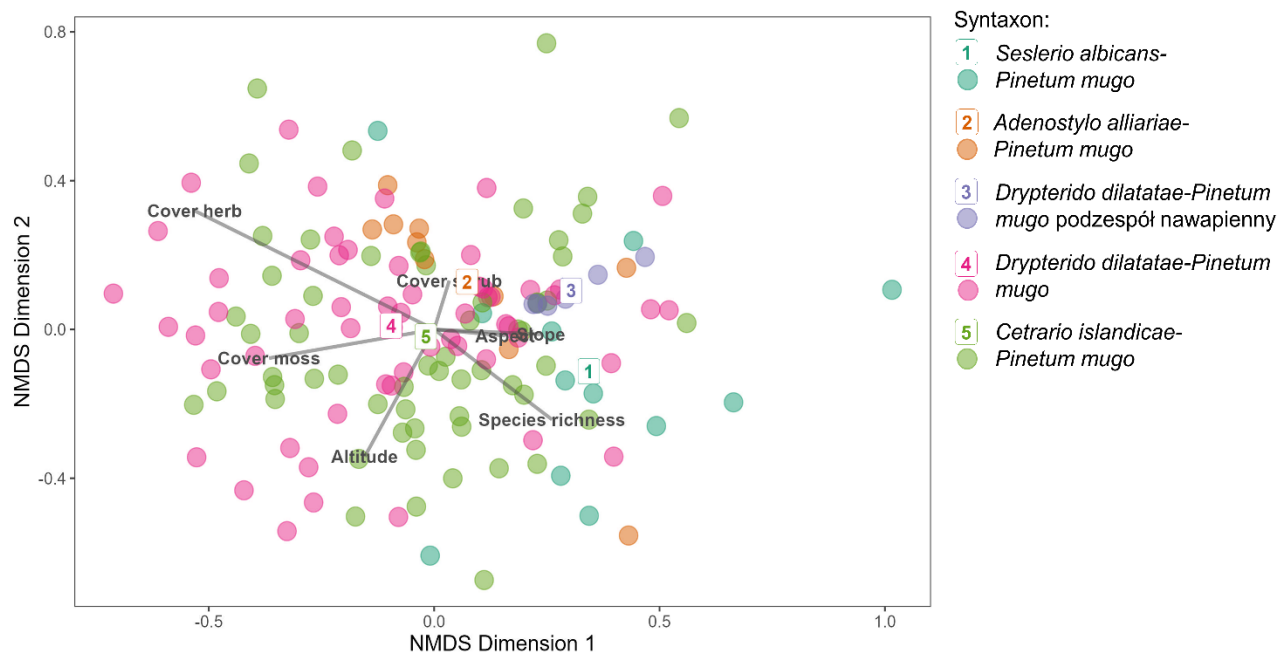
Wyróżnione syntaksonów wykazują dużą zmienność względem siebie pod względem różnorodności gatunkowej mierzonej wskaźnikiem Shannona-Wienera, która bierze pod uwagę zarówno bogactwo gatunkowe jak i jej równomierność tj. im wyższa jego wartość tym zbiorowisko jest mniej zdominowane przez pojedyncze gatunki. Tutaj znów najwyższe wartości reprezentuje *Seslerio albicantis-Pinetum mugo* (1), chociaż nieznacznie za nim plasuje się zespół kosodrzewiny o dużej frekwencji wysokich paproci *Dryopterodo dilatatae-Pinetum mugo* (4) oraz zespół porostowo-torfowcowy *Cetrario islandicae-Pinetum* (5). Zdecydowanie niższe wartości od wszystkich innych grup reprezentuje klastery 3 *Drypterido dilatatae-Pinetum mugo* podzespół nawapienny (3).



Rysunek 11. Występowanie syntaksów w przestrzeni wielowymiarowej (NMDS). Cyfry reprezentują centroid każdego syntaksonu, a odchodzące od nich linie symbolizują odległość każdej powierzchni do tego centroidu. Kolory odpowiadają każdemu zbiorowisku.

Podobieństwo składów gatunkowych pomiędzy poszczególnymi syntaksonami zarośli kosodrzewiny można zaobserwować w przestrzeni wielowymiarowej NMDS (Rys. 11 oraz Rys. 12). Na wykresie obrazującym rozmieszczenie każdej powierzchni danego syntaksonu w odniesieniu do ich centroidów (Rys. 11.) widzimy duże podobieństwo pomiędzy poszczególnymi zbiorowiskami. Jest to związane ze stosunkowo małym bogactwem gatunkowym, oraz tym, że analizowany jest jeden typ roślinności tj. zarośla kosodrzewiny. Jednakże można zaobserwować tutaj kilka tendencji. Najbardziej różniącym się od pozostałych jest zespół *Seslerio albicantis-Pinetum mugo* (1), natomiast duże podobieństwo

wykazują zespoły o dużej frekwencji wysokich paproci *Dryopterodo dilatatae-Pinetum mugo* (4), a także porostowo-torfowcowe *Cetrario isldandicae-Pinetum* (5). Równocześnie zespoły te są najbardziej zróżnicowane wewnątrz swoich grup i zajmują najwięcej przestrzeni w tej analizie ordynacyjnej.



Rysunek 12. Rozmieszczenie syntaksonów zarośli kosodrzewiny w przestrzeni wielowymiarowej (NMDS) z pasywnie wpasowanymi zmiennymi środowiskowymi dot. wysokość n.p.m, nachyleniem stoków i ekspozycją, a także ze zmiennymi każdej powierzchni tj. bogactwem gatunkowym, pokryciem warstwy roślin zielnych, mszaków oraz krzewów. Koła reprezentują każdą badaną powierzchnię, a kolory odpowiadają sklasyfikowanym syntaksonom

W przestrzeni wielowymiarowej (NMDS) (Non-metric multidimensional scaling) ze zmiennymi środowiskowymi: wysokością n.p.m oraz nachyleniem stoków, a także zmiennymi związanymi z każdą powierzchnią badawczą tj. bogactwem gatunkowym i pokryciem warstwy mszaków roślin zielnych oraz krzewów (Rys. 12.) widać pewne tendencje związane z różnymi syntaksonami. Szczególnie uwidacznia się silny związek *Seslerio albicans-Pinetum mugo* (1) z bogactwem gatunkowym. Tendencja ta pokrywa się z analizami poszczególnych zbiorowisk roślinnych z bogactwem gatunkowym (Rys. 9.) i można ją utożsamiać z występowaniem tych zbiorowisk na podłożu węglanowym. Wysokość n.p.m. najsilniej związana jest z częścią zbiorowisk *Dryopterodo dilatatae-Pinetum mugo* (4) oraz z *Cetrario isldandicae-Pinetum* (5). W zbiorowisku *Adenostylo alliariae-Pinetum mugo*

(2) widać duży udział warstwy krzewów (*Cover shrub*). Natomiast syntaksony *Seslerio albicantis-Pinetum mugo* (1) i *Drypterido dilatatae-Pinetum mugo* podzespól nawapienny (3) rozwijają się przy najwyższych nachyleniach stoków.

Literatura

- Braun-Blanquet J. 1964. Pflanzensoziologie: Grundzüge der Vegetationskunde – Springer, Vienna-New York: 865.
- 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>
- Chytrý M., Hennekens S. M., Jiménez-Alfaro B., Knollová I., Dengler J., Jansen F., Landucci F., Mucina L. (2024). European Vegetation Classification 2.0: hierarchical expert system and broad habitat units. *Applied Vegetation Science*, 27(1), e12787.
- Dzwonko Z. 2008. Przewodnik do badań fitosocjologicznych, SORUS & Instytut Botaniki UJ, Poznań–Kraków. 304.
- Fałtynowicz W., Czarnota P., Krzewicka B. Wilk K., Jabłońska A., Oset M., Ossowska E. A., Śliwa L., Kukwa M. 2024. Lichens of Poland. A fifth annotated checklist. W Szafer Institute of Botany, Polish Academy of Sciences, Kraków.
- Govaerts R. 2024. The World Checklist of Vascular Plants (WCVP). Royal Botanic Gardens, Kew. Checklist dataset <https://doi.org/10.15468/6h8ucr> accessed via GBIF.org on 2024-06-12.
- Górski P., Ronikier M., Zięba A., Flakus A., Obidziński A. (2023). Tatry. W: A. Obidziński (red.), Śladami Mistrzów. Miejsca fascynacji prekursorów polskiej geobotaniki. Warszawa: Polskie Towarzystwo Botaniczne, Wydawnictwo SGGW.
- Hammer S. 2001. Additions to the Lichen Family Cladoniaceae in Australia, *The Bryologist* 104(4), 560-575.
- 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>
- Klama H., Górski P. 2018. Red List of Liverworts and Hornworts of Poland (4th edition, 2018). *Cryptogamie, Bryologie* 39 (4): 415-441.

- Ochyra R., Żarnowiec J. i Bednarek-Ochyra H. 2003. Census catalogue of Polish mosses. Biodiversity of Poland. Vol. 3. W. Szafer Institute of Botany, Polish Academy of Sciences, Kraków.
- Ociepa A.M., Zięba A., Zwijacz-Kozica T. 2021. *Pinus mugo* shrubs on peat bogs in the Tatra National Park. Plant and Fungal Systematics 66(2): 184–194.
- Pawłowski B., Sokołowski M. & Wallisch K. 1928. Zespoły roślin w Tatrach. Cz. VII: Zespoły roślinne i flora doliny Morskiego Oka. – Rozprawy Wydziału Matematyczno-Przyrodniczego Akademii Umiejętności 6 A/B: 171–311.
- Pielech R., Różański W., Zięba A., Zwijacz-Kozica T., Kauzal P. i in. (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-Mirowa H., Mirek Z. 1996. Zbiorowiska roślinne. [W:] Przyroda Tatrzańskiego Parku Narodowego, Z. Mirek (red.). Tatrzański Park Narodowy, Zakopane, 237 – 274.
- Roleček, J., Tichý, L., Zelený, D., & Chytrý, M. 2009. Modified TWINSpan 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>
- Rozporządzenie 2021. Rozporządzenie ministra klimatu i środowiska z dnia 6 lipca 2021 r. w sprawie ustanowienia planu ochrony dla Tatrzańskiego Parku Narodowego (Dz. U. 2021, poz. 1098).
- Šibík, J., Šibíková, I. & Kliment, J. 2010. The subalpine *Pinus mugo* - communities of the Carpathians with a European perspective. Phytocoenologia 40(2–3): 155–188. <https://doi.org/10.1127/0340-269x/2010/0040-0436>.
- Szafer W., Pawłowski B., Kulczyński S. 1927. Die Pflanzenassoziationen des Tatra-Gebirges. III. Teil Die Pflanzenassoziationen des Kościeliska- Tales. Bull. Int. Acad. Pol. Sc. Lettr. Math. Ser. B. Sci. Nath., Suppl., 2: 13-78.
- Szczygielski M. 2001. Charakterystyka fitosocjologiczna subalpejskich zarośli kosodrzewiny *Pinus mugo* Turra w Tatrzańskim Parku Narodowym – praca magisterska, Wydział Leśny, Akademia Rolnicza, Kraków.
- Szwagrzyk J., Pielech R., Zięba A., Zwijacz-Kozica T. (2024). Fitosocjologiczne zróżnicowanie buczyn w Tatrzańskim Parku Narodowym. Prądnik. Prace i materiały Muzeum im. prof. Władysława Szafera. 34, s. 123–142.
- Schmidtlein, S. and Chitin Software 2024. Vegapp. v.3. www.vegapp.de

- 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>
- Valachovič M., Klimen J., Hegedüšová Vantarová K. (eds) 2021. *Rastlinné spoločenstvá Slovenska 6. Vegetácia lesov a krovín*. VEDA SAV, Bratislava.
- Zając A. & Zając M. (red.). 2001. *Atlas rozmieszczenia roślin naczyniowych w Polsce*. Pracownia Chorologii Komputerowej Instytutu Botaniki Uniwersytetu Jagiellońskiego, Kraków.
- Zięba A., Różański W., Szwagrzyk J. 2018. Syntaxonomy of relic Swiss stone pine (*Pinus cembra*) forests in the Tatra Mountains. *Tuexenia* 38, s. 155–176.
- Zwijacz-Kozica M. 2010. Zróżnicowanie kosodrzewiny w Tatrach, w świetle badań teledetekcyjnych. *Teledetekcja Środowiskowa* 44: 1-61.

Załączniki

1. Lista mchów oznaczonych przez prof. dr hab. Adama Stebla
2. Lista wątrobowców oznaczonych przez dr hab. Piotra Górskiego
3. Lista porostów oznaczonych przez prof. dr hab. Michała Węgrzyna
4. Baza zdjęć fitosocjologicznych w programie Turboveg (tylko wersja elektroniczna)
5. Baza zdjęć fitosocjologicznych w programie Excel (tylko wersja elektroniczna)