

Magdalena Malec

Zakład Ekologii Instytutu Botaniki im. W. Szafera PAN
ul. Lubicz 46, 31–512 Kraków
magda.malec@ib-pan.krakow.pl

Received: 8.01.2009

Reviewed: 20.05.2009

OCENA PROCESU TORFOTWÓRCZEGO NA WYBRANYCH TORFOWISKACH WYSOKICH W BIESZCZADZKIM PARKU NARODOWYM

Evaluation of peat-formation process of selected raised peat-bogs in the Bieszczady National Park

Abstract: The main goal of the paper was estimation peat-formation process in the areas of three chosen peat-bogs with ombrogenous alimentation located in the territory of the Bieszczady National Park, using Canadian method described by Rochefort et al. (1997).

Key words: Canadian method, frame, peat formation, degree of coverage, peat vegetation, moss layer, raised peat-bogs.

Wstęp

Wszystkie mokradła, w tym również torfowiska, należą do ekosystemów zagrożonych wyginięciem. W wyniku ekspansywnej działalności człowieka kurczy się areal zajmowany przez obszary wodno-błotne. W wyniku tego zmniejsza się liczebność lub w skrajnych przypadkach giną bezpowrotnie rzadkie gatunki roślin i zwierząt.

Do największych zagrożeń tych cennych i rzadkich ekosystemów należą zabiegi melioracyjne, polegające głównie na odwodnieniach. Obecnie zabiegi tego typu są rzadko wykonywane na torfowiskach, lecz systemy melioracyjne pozostawione na tych terenach z lat minionych nadal oddziałują w sposób niekorzystny na gospodarkę wodną. Bardzo dużym zagrożeniem dla torfowisk jest również eksploatacja, szczególnie prowadzona w sposób nielegalny, a co za tym idzie niekontrolowany. Torf był wydobywany od stuleci, już rzymski uczoney Pliniusz Starszy w dziele pt. „Historia naturalna” wspomina o wydobyciu torfu (Tobolski 2000). Na obecny stan ekosystemów torfowiskowych niekorzystnie wpływa również zanieczyszczenie wód, zarówno opadowych, gruntowych jak i powierzchniowych.

wych, globalne zmiany klimatyczne oraz tak aktualna w ostatnich latach budowa autostrad i dróg szybkiego ruchu.

Szczególnie cennymi ekosystemami są zbiorowiska torfowisk wysokich, które charakteryzują się specyficznymi stosunkami wodnymi i unikatową roślinnością.

Torfowisk ombrogenicznych zlokalizowanych w Bieszczadach Zachodnich wg Marka i Pałczyńskiego (1964) nie możemy zaliczyć do żadnego z typów wyróżnionych przez Kulczyńskiego. Torfowiska te są bowiem wypiętrzone kopulasto, nie odnajdujemy na nich typowych kępek i dolinek oraz nie występuje tu również regeneracja soczewkowa. Torfowiska te możemy umiejscowić na granicy dwóch typów torfowisk opisywanych przez Osvalda (za Marek i Pałczyński 1964), a mianowicie pomiędzy torfowiskami powstałymi pod wpływem klimatu o stale dodatnim bilansie opadu i parowania, a torfowiskami powstającymi w okresowo ujemnym bilansie wodnym. Bieszczadzkie torfowisk wysokich nie możemy zaliczyć również do torfowisk typu górskiego, gdyż zlokalizowane są one w dolinach rzecznych. Torfowiska te są typem pośrednim pomiędzy torfowiskami niżowymi i górkimi (Dyakowska za Marek i Pałczyński 1964).

Lipka (1995), na podstawie wykonanych przekrojów niwelacyjno-stratygraficznych, potwierdził ich odrębność morfologiczną i rozwojową w stosunku do innych torfowisk typu wysokiego, znajdujących się w Polsce.

Torfowiska te, ze swoją odrębnością, unikatową szatą roślinną i bogactwem gatunkowym, są bardzo istotne ze względu na ochronę bioróżnorodności.

Opis terenu i metodyka badań

Badaniami zostały objęte 3 wybrane torfowiska wysokie („Wołosate”, „Litmirz” i „Tarnawa”), zlokalizowane w Bieszczadzkiem Parku Narodowym, w tzw. „krajnie dolin”.

W celu dokonania oceny stanu procesu torfotwórczego zastosowano metodę kanadyjską, opisaną przez Rochefort i in. (1997). Metoda ta polega na procentowym określeniu stopnia pokrycia badanej powierzchni przez trzy grupy roślin: mchy torfowce, mchy brunatne i rośliny naczyniowe. Do metody kanadyjskiej wykorzystuje się przenośną ramkę o wymiarach 75 cm x 75 cm, podzieloną na 9 kwadratów o wymiarach 25 cm x 25 cm każdy.

Stopień pokrycia powierzchni przez poszczególne grupy roślin określono w czterech narożnych kwadratach, a w ten sposób uzyskane wyniki stały się podstawą do obliczenia średniego pokrycia dla całej ramki. Na trzech wytypowanych torfowiskach wyznaczono transekty badawcze o łącznej długości 829 m (torfowisko „Tarnawa” – 159 m, „Wołosate” – 222,9 m, „Litmirz” – 447,1 m). Na każdym z wyznaczonych transektów wykonano w sumie 24 pomiary metodą Rochefort i in. (1997), po 8 na każdym obiekcie.

Wyniki badań terenowych zostały poddane analizie statystycznej. Aby ocenić różnice między pokryciem badanych torfowisk przez poszczególne grupy roślin zastosowano analizę wariancji w klasyfikacji prostej przy zastosowaniu testu F Fischera-Snedecora. Test ten pozwala odrzucić bądź przyjąć hipotezę zerową, zakładającą że średnie pokrycie powierzchni badanych torfowisk przez poszczególne grupy roślin nie różni się w sposób istotny (Łomnicki 2002; Kala 2005). W celu ustalenia współzależności między średnim stopniem pokrycia powierzchni torfowisk przez rośliny naczyniowe i mchy torfowce wyznaczono współczynnik korelacji liniowej. Zależność korelacyjna polega na tym, że wartościom jednej zmiennej (X) przypisane są określone średnie wartości drugiej zmiennej (Y). Współczynnik korelacji liniowej Pearsona oblicza się na podstawie następującego wzoru:

$$r(X, Y) = r(Y, X) = \frac{\text{cov}(X, Y)}{s_x s_y}$$

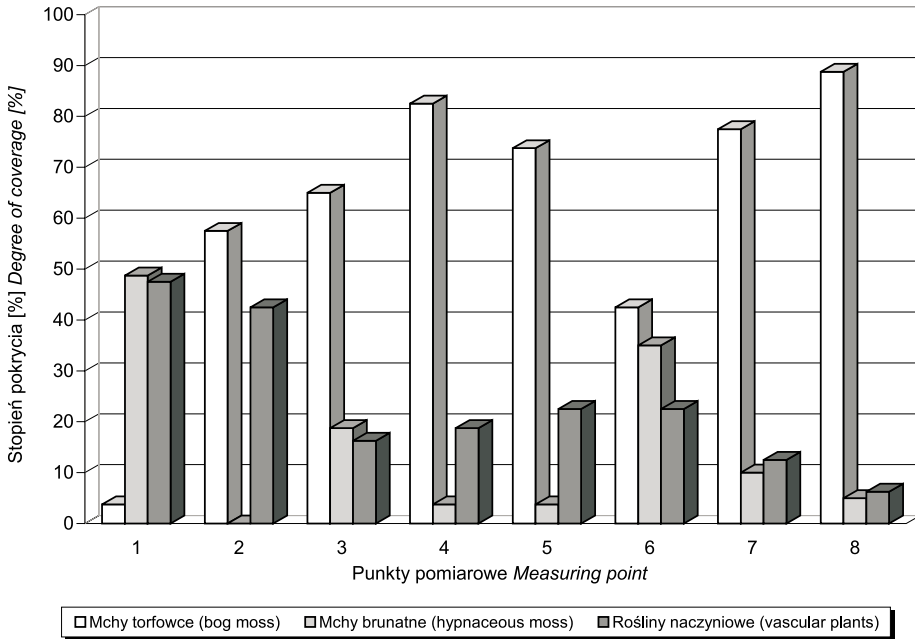
gdzie: $\text{cov}(X, Y)$ – kowariancja między zmiennymi X a Y, s_x, s_y – odchylenie standardowe zmiennych (Zeliaś 2000). Wykorzystując obliczone wartości współczynnika r i liczebności próby na podstawie nomogramów wyznaczono przedziały ufności dla współczynników korelacji (Krysicki i in. 2006).

Wyniki i dyskusja

Wszystkie badane obiekty były poddane zabiegom melioracyjnym, zarówno w sposób bezpośredni jak i pośredni, przez odwodnienie terenów przyległych. W wyniku tych zabiegów biocenozy torfowiskowe uległy znacznemu podsuszeniu, a to z kolei doprowadziło do ekspansji roślinności obcej dla tych ekosystemów, głównie drzew i krzewów, które wypierają gatunki torfotwórcze ściśle związane z egzystencją torfowisk.

Pojawianie się gatunków roślin należących do takich jednostek syntaksonomicznych jak: *Alnetea glutinosae* czy *Epilobietea angustifolii* wskazuje na stopniową degradację torfowisk wysokich tego regionu, będącą pozostałością działalności przedsiębiorstwa „Igloopol” z okresu 1970–1980. Szczególnie dobrze problem ten rysuje się nam na torfowisku „Wołosate”, gdzie cała południowo-wschodnia część kopuły porośnięta jest przez wierzbówkę koprzyca *Chamaenerion angustifolium* – gatunek, dla którego właściwym siedliskiem są zręby, skraje lasów, połoniny i osepiska (Malec 2006). Dlatego obok oceny tempa przyrostu wierzchniej warstwy akrotelmu oraz stanu szaty roślinnej, tak istotna jest ocena stanu zaawansowania procesu torfotwórczego, która wskazuje nam na „kondycję” torfowiska. Torfowisko „Wołosate”

Z analizy stopni pokrycia powierzchni badanego torfowiska przez trzy grupy roślin: mchy torfowce, mchy brunatne i rośliny naczyniowe (8 punktów pomiarowych) wynika, że aż w 7 punktach pomiarowych przeważają mchy torfowce (Ryc. 1).



Ryc. 1. Stopień pokrycia powierzchni torfowiska przez 3 grupy roślin (Torfowisko „Wołosate”).
Fig. 1. Degree of coverage of layer by 3 groups of plants (Peat-bogs „Wołosate”).

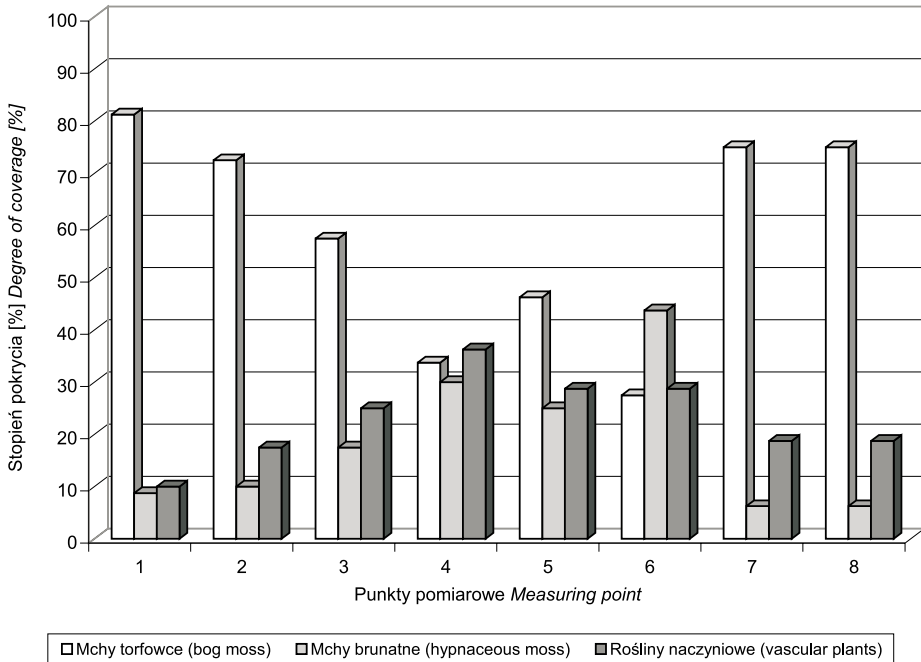
Średni stopień pokrycia powierzchni dla tej grupy wynosi na torfowisku „Wołosate” aż 61,41%. Najniższa wartość została odnotowana w punkcie pomiarowym nr 1 i wynosiła ona 3,75%, a najwyższa 88,75% została zarejestrowana w punkcie nr 8. Średni stopień pokrycia przez dwie pozostałe grupy roślin jest zdecydowanie mniejszy niż w przypadku mchów torfowców i wynosi dla roślin naczyniowych 23,59%, a dla mchów brunatnych 15,63%.

Pokrycie roślinami naczyniowymi waha się w granicach od 6,25% w punkcie numer 8 do 47,5% w punkcie 1.

Na badanym terenie zauważano tylko jedno miejsce, w którym nie występowały mchy brunatne (pkt. nr 2). Maksymalne pokrycie terenu przez tę grupę roślin zauważono w punkcie numer 1 i wynosiło ono 48,75% (Malec 2006).

Torfowisko „Litmirz”

Badane torfowisko porośnięte jest w przeważającej większości przez roślinność mszystą. Tylko w przypadku dwóch punktów pomiarowych mchy torfowce nie były grupą dominującą (punkty nr 4, 6) (Ryc. 2).



Ryc. 2. Stopień pokrycia powierzchni przez 3 grupy roślin (Torfowisko „Litmirz”).

Fig. 2. Degree of coverage of layer by 3 groups of plants (Peat-bog „Litmirz”).

Udział mchów torfowców wynosi średnio na 58,59%, przy wartościach wahających się w granicach od 27,5% (punkt nr 6) do 81,25% (punkt nr 1).

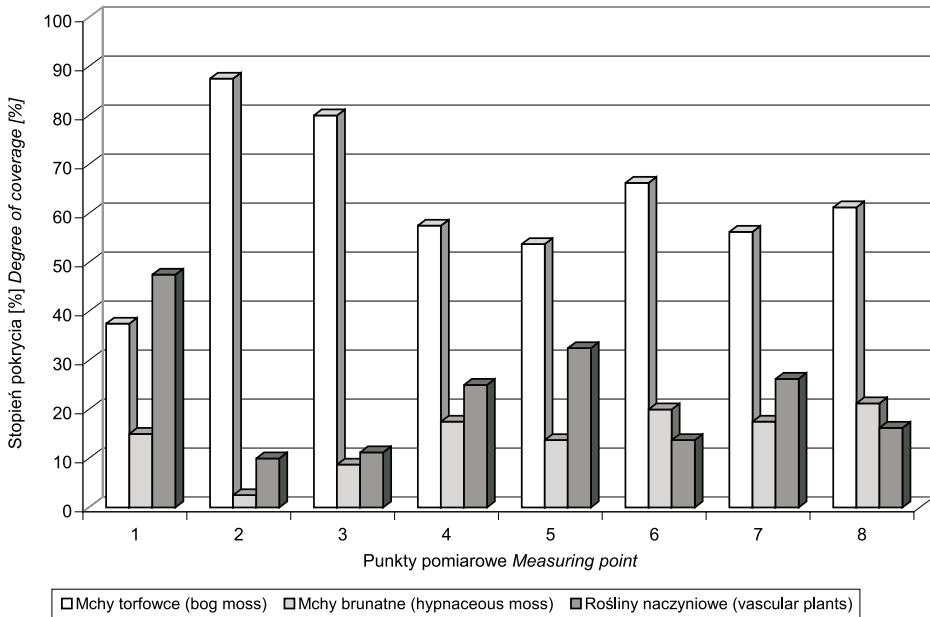
Udział mchów brunatnych jest zdecydowanie mniejszy, bowiem zajmują one powierzchnię 18,44%. Swoje minimum – 6,25% osiągają w dwóch punktach (nr 7 i 8), a maksimum wynoszące 43,75% w punkcie o numerze 6.

Rośliny naczyniowe zajmują na badanym torfowisku średnio 22,97% powierzchni. Najwyższą wartość równą 36,25% osiągają w punkcie pomiarowym numer 4, a najniższą 10% w punkcie numer 1 (Malec 2006).

Torfowisko „Tarnawa”

Analizując rycinę 3 zauważamy, że na badanym terenie występowały wszystkie grupy roślin. Tylko w jednym punkcie pomiarowym mchy torfowce nie zajmowały największej powierzchni (punkt nr 1).

Średni stopień pokrycia powierzchni przez mchy torfowce wynosi 62,5%. W punkcie nr 2 odnotowano maksymalny stopień pokrycia przez tę grupę roślin, wynoszący 87,5%, a w punkcie numer 1 minimalny, równy 37,5% (Ryc. 3).



Ryc. 3. Stopień pokrycia powierzchni przez 3 grupy roślin (Torfowisko „Tarnawa”).

Fig. 3. Degree of coverage of layer by 3 groups of plants (Peat-bog „Tarnawa”).

Zdecydowanie niższym średnim stopniem pokrycia, wynoszącym 14,53%, charakteryzują się mchy brunatne. Swoje maksimum (21,25%) osiągają w punkcie nr 8, a minimum, wynoszące zaledwie 2,5%, w punkcie nr 2.

Rośliny naczyniowe pokrywają powierzchnię badanego terenu w stopniu od 47,5% w punkcie nr 1 do 10% w punkcie nr 2. Średni stopień pokrycia dla tej grupy roślin wynosi 22,81% (Malec 2006).

Porównując wyniki badań przeprowadzonych na meliorowanych, ale nie eksploatowanych torfowiskach wysokich w Bieszczadach Zachodnich, z badaniami przeprowadzonymi przez Zajęc (2003) na eksploatowanych torfowiskach Kotliny Orawsko-Nowotarskiej, zauważamy pewne różnice. Mianowicie, jeżeli chodzi o zależności pomiędzy średnim stopniem pokrycia powierzchni przez mchy tor-

fowce a pokryciem przez rośliny naczyniowe, zarówno w Bieszczadach jak i Kotlinie Orawsko-Nowotarskiej otrzymano podobne wyniki. Zasadnicza różnica występuje przy analizie statystycznej stopnia pokrycia powierzchni torfowiska przez trzy grupy roślinności: mchy torfowce, mchy brunatne i rośliny naczyniowe. Zajac (2003) w swojej pracy zauważa istotną różnicę w stopniu pokrycia powierzchni przez poszczególne grupy roślin między badanymi obiektami, co dowodzi istnienia różnic siedliskowych między torfowiskami. Takie różnice nie zostały zauważone pomiędzy bieszczadzskimi torfowiskami, na których panują podobne warunki rozwojowe dla roślin.

Analiza statystyczna wyników badań

Aby ustalić, czy istnieją różnice między średnim pokryciem powierzchni trzech badanych torfowisk przez poszczególne grupy roślin, wykorzystano analizę wariancji w klasyfikacji prostej (Tab. 1, 2, 3).

Tabela 1. Analiza wariancji stopnia pokrycia torfowisk przez mchy torfowce.

Table 1. Analysis of variance of cover degree by bog moss.

Źródło zmienności <i>Variability sources</i>	Sumy kwadratów (SK) <i>Sum of squares</i>	Stopnie swobody (DF) <i>Degrees of freedom</i>	Oszacowanie wariancji ($F_{obl.}$) <i>Variance estimate</i>	F
Całkowita (ogólna) <i>Total</i>	10071,16654	23		0,0746
Między torfowiskami <i>Between peat-bogs</i>	71,0606225	2	35,530311	
Błąd Error	10000,10592	21	476,19552	

Tabela 2. Analiza wariancji stopnia pokrycia torfowisk przez mchy brunatne.

Table 2. Analysis of variance of cover degree by hypnaceous moss.

Źródło zmienności <i>Variability sources</i>	Sumy kwadratów (SK) <i>Sum of squares</i>	Stopnie swobody (DF) <i>Degrees of freedom</i>	Oszacowanie wariancji ($F_{obl.}$) <i>Variance estimate</i>	F
Całkowita (ogólna) <i>Total</i>	3770,249896	23		0,1841
Między torfowiskami <i>Between peat-bogs</i>	64,973959	2	32,4869795	
Błąd Error	3705,275937	21	176,4417113	

Tabela 3. Analiza wariancji stopnia pokrycia torfowisk przez rośliny naczyniowe.**Table 3.** Analysis of variance of cover degree by vascular plants.

Źródło zmienności <i>Variability sources</i>	Sumy kwadratów (SK) <i>Sum of squares</i>	Stopnie swo- body (DF) <i>Degrees of freedom</i>	Oszacowanie wariancji ($F_{obl.}$) <i>Variance estimate</i>	F
Całkowita (ogólna) <i>Total</i>	3059,375	23		0,0094
Między torfowiskami <i>Beetwen peat-bogs</i>	2,73438	2	1,36719	
Błąd <i>Error</i>	3056,64062	21	145,554315	

Oddzielnie dla każdej z grup roślin przeprowadzono testowanie hipotezy zerowej, zakładającej że pomiędzy torfowiskami nie istnieją różnice w średnich stopniach pokrycia powierzchni.

Z tabel 1, 2 i 3 wynika, że oszacowanie wariancji między torfowiskami dla wszystkich 3 grup roślin jest mniejsze niż oszacowanie w grupach (błąd), dlatego bez konieczności porównania z wartościami krytycznymi rozkładu F, zawartymi w tablicach, można przyjąć hipotezę zerową.

W celu ustalenia współzależności pomiędzy średnim stopniem pokrycia powierzchni badanych torfowisk przez dwie grupy roślin – mchy torfowce i rośliny naczyniowe – wyznaczono współczynniki korelacji liniowej i przedziały ufności dla tego współczynnika.

Współczynnik korelacji liniowej r mieści się w przedziale od $-0,8069$ do $-0,9169$ i obliczony jest na poziomie istotności $\alpha = 0,05$ (Tab. 4). Jest to silna odwrotnie proporcjonalna zależność pomiędzy średnim pokryciem powierzchni przez rośliny naczyniowe i mchy torfowce.

Dla trzech badanych torfowisk wyznaczono również przedziały ufności $P \text{ a } < \theta < b) = 1 - \alpha$, które informują nas, że przy założonym z góry poziomie istotności $\alpha = 0,05$ w 95% przypadków współczynnik korelacji dla torfowisk znajdzie się w wyznaczonych zakresach (Tab. 4.) (Malec 2006).

Tabela 4. Współzależność pomiędzy średnim pokryciem powierzchni torfowisk przez mchy torfowce (x) i rośliny naczyniowe (y).**Table 4.** Relationship between mean coverage of peat-bogs area by bog moss (x) and vascular plants (y).

Torfowisko <i>Peat bog</i>	Współczynnik korelacji r <i>Correlation factor r</i>	Przedział ufności dla współczynnika korelacji r ($\alpha = 0,05$) <i>Confidence partition for correlation factor r ($\alpha = 0,05$)</i>
Tarnawa	-0,9169	(-0,98; -0,62)
Litmirz	-0,9113	(-0,97; -0,55)
Wołosate	-0,8069	(-0,95; -0,21)

Wnioski

Z badań stanu zaawansowania procesu torfotwórczego, przeprowadzonych metodą Rochefort i in. (1997) wynika, że warstwa mszysta jest stosunkowo dobrze wykształcona na wszystkich trzech badanych torfowiskach. Średni stopień pokrycia powierzchni przez te grupy roślin wynosi około 60%. Można więc stwierdzić, że mimo zaburzenia stosunków wodnych (obniżenie poziomu zwierciadła wody gruntowej będącego wynikiem odwodnień), proces torfotwórczy został nieznacznie spowolniony a nie zatrzymany.

Analiza wariancji w klasyfikacji prostej, przeprowadzona dla stopni pokrycia powierzchni torfowisk przez mchy torfowce, mchy brunatne i rośliny naczyniowe wykazuje, że nie występują między nimi istotne statystycznie różnice. Dowodzi to, że na wszystkich trzech badanych torfowiskach wysokich panują podobne warunki siedliskowe dla rozwoju badanych grup roślin.

Wyznaczony współczynnik korelacji liniowej r , mieszczący się w przedziale od $-0,8069$ do $-0,9169$, wykazał istnienie silnie odwrotnie proporcjonalnej zależności pomiędzy średnim pokryciem powierzchni przez rośliny naczyniowe i mchy torfowce.

Literatura

- Kala R. 2005. Statystyka dla przyrodników. Wyd. AR im. A. Cieszkowskiego w Poznaniu.
- Krysicki W., Bartos J., Dyczka W., Królikowska K., Wasilewski M. 2006. Rachunek prawdopodobieństwa i statystyka matematyczna w zadaniach, T. 2. Statystyka matematyczna. PWN Warszawa.
- Lipka K. 1995. Stratygrafia torfowisk wysokich w Bieszczadach Zachodnich. W: Torfoznawstwo w badaniach naukowych i praktyce. Sesja Nauk. Falenty Mat. Seminar. IMUZ 34: 89–102.
- Łomnicki A. 2002. Wprowadzenie do statystyki dla przyrodników. Wyd. Naukowe PWN.
- Malec M. 2006. Dynamika wzrostu torfowisk wysokich w Bieszczadach Zachodnich. Praca doktorska AR Kraków, maszynopis.
- Marek S., Pałczyński A. 1962. Torfowiska wysokie w Bieszczadach Zachodnich. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. 34: 254–294.
- Rochefort L., Quinty F., Campeau S. 1997. Restoration of peatland vegetation: the case of damaged or completely removed acrotelm. *Int. Peat J.* 7: 20–28.
- Tobolski K. 2000. Przewodnik do oznaczania torfów i osadów jeziornych. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa.
- Zając E. 2003. Proces samoregeneracji terenów poeksploatacyjnych na torfowiskach w Kotlinie Orawsko-Nowotarskiej. Praca doktorska AR Kraków, maszynopis.
- Zeliaś A. 2000. Metody statystyczne. Wyd. PWE.

Summary

Raised peat-bogs in the territory of so-called „land of valleys” in the Western Bieszczady, with their species wealth and morphological separateness constitute very essential natural component of this region.

The goal of the study was estimation of peat-formation process using the Canadian method described by Rochefort et al. (1997). All investigated peat-bogs were intensively drained in 1980s, and as a result peat biocenoses suffer the considerable drying. It led to deterioration of plant cover in the examined territory. The proof of it is occurrence of the species characteristic for the class *Epilobietea angustifolii*, which displace the typical raised bogs species. The results of research have shown that the moss layer in all three examined objects is well developed. It should be stressed that in all examined peat-bogs the peat formation process was not stopped entirely but only slowed down.