

AKTUALNY STAN PŁA TORFOWCOWEGO W DYSTROFICZNYM JEZIO-
RZE SMOLAK 28 LAT PO ZAKOŃCZENIU WAPNOWANIA
I NAWOŻENIA MINERALNEGO

Andrzej Hutorowicz

Instytut Rybactwa Śródlądowego im. St. Sakowicza, ul. Oczapowskiego 10, 10-719 Olsztyn
e-mail: ahut@infish.com.pl

Streszczenie. Przeprowadzono pomiary szerokości oraz powierzchni zajmowanej przez pływający pomost torfowcowy w humusowym jeziorze Smolak po 28 latach od zakończenia wapnowania i nawożenia tego jeziora. Stwierdzono postępujące zanikanie pła torfowcowego, objawiające się powstawaniem i powiększaniem istniejących oczek wody w pasie torfowców okalającym jezioro. W 2002 roku pło torfowcowe otaczało zaledwie 51% linii brzegowej, zajmując nieco ponad 3% całkowitej powierzchni jeziora. Przyczyną zanikania jest niewątpliwie zasadowy odczyn wody.

Słowa kluczowe: jezioro dystroficzne, pło torfowcowe, wapnowanie i nawożenie, wieloletnie tendencje zmian

WSTĘP

Brzegi jezior dystroficzných porastają torfowce, tworząc charakterystyczne dla tej grupy jezior torfowiska pływające [20]. Pokrywają one przybrzeżną część lustra wody. W ich obrębie wyraźnie zarysowuje się strefowy układ roślinności. Najmłodszy, najcieńszy i najmniej zwarty zewnętrzny pas (przy granicy zwierciadła wody) zazwyczaj nie przekracza 0,5 m szerokości. Tworzą go *Sphagnum* i turzyce, spośród których dominuje *Carex limosa* L. [17, 14, 20]. Druga, znacznie grubsza i bardziej zwarta, strefa osiąga do 4 m. szerokości. Dominują w niej różne gatunki *Sphagnum* oraz *Rhynchospora alba* (L.) Vahl., przy dużym udziale *Drosera* spp., *Menyanthes trifoliata* L. i *Comarum palustre* L. [17]. Trzecia strefa, tworzona przez torfowce z *Eriophorum vaginatum* L. oraz krzewinki z rodziny *Ericaceae*, może osiągać ponad 10 m szerokości. Często jest to najwyższa część torfowiska. Między nią a następną strefą (bór bagienny) może występować zato-

piony okrajek [20]. Połączenie pływającego kobierca torfowców z warstwą osadów następuje pod trzecią strefą pła [17].

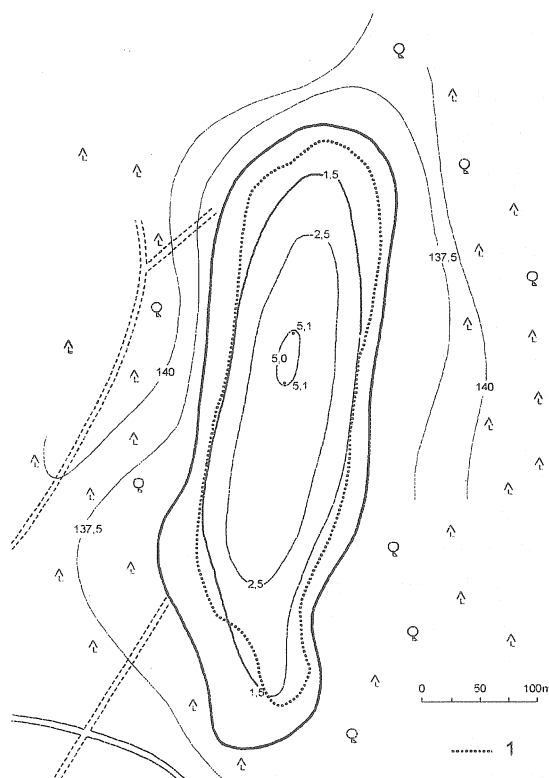
Torfowiska pełnią istotną funkcję strukturotwórczą w ekosystemach jezior dystroficznych. Stanowią one filtr ograniczający dopływ substancji mineralnych docierających drogą wodną z gleb zlewni do wody tych jezior [4]. Pływający kobierzec torfowców jest obfitym źródłem kwasów humusowych, które są stale odbierane przez wodę jeziorną [20]. Wielkość ładunku kwasów humusowych, a właściwie stosunek ładunku kwasów humusowych i ładunku substancji mineralnych determinuje kierunek ewolucji jezior. Jedynie nadmiar kwasów humusowych umożliwia związanie całego ładunku substancji mineralnych i powoduje zakwaszenie wody. Zapewnia to trwałość kompleksów mineralno-humusowych, co z kolei jest warunkiem nieodwracalności procesu dystrofizacji [5, 19].

Ogólny zarys tendencji zmian pomostu torfowcowego został przedstawiony w monografii jeziora Smolak, opisującej wieloletnie zmiany tego ekosystemu, jakie zachodziły w ciągu dwudziestu trzech lat po ukończeniu wapnowania i nawożenia [10]. Opublikowany tam został plan batymetryczny jeziora z początku lat pięćdziesiątych, na którym był zaznaczony zasięg pła torfowcowego. Na podstawie literatury zestawiono też dane o składzie gatunkowym roślinności przed wapnowaniem i nawożeniem mineralnym, oraz o zmianach w okresie wapnowania. Zakwestionowano wcześniejsze doniesienia o całkowitym ustąpieniu pła w okresie wapnowania [1]. Ponowna inwentaryzacja składu gatunkowego pła torfowcowego w jeziorze Smolak została przeprowadzona dopiero w 1994 roku [2]. Zaobserwowano też powiększanie się „oczek wody” w zwartej powierzchni mszaru [10]. Wskazują one na proces stopniowego zanikania pływającego pomostu torfowcowego w jeziorze. W literaturze brak jest jednak oceny tempa tych zmian. Nie ma też dokładnej, udokumentowanej planem, oceny szerokości pływającego pomostu torfowcowego, stanowiącej podstawę do weryfikacji wcześniejszych spostrzeżeń, mówiących o postępującym zanikaniu pływającego kobierca torfowcowego. Celem niniejszego opracowania była więc ocena aktualnego stanu oraz tempa zanikania pła torfowcowego w jeziorze Smolak.

MATERIAŁ I METODY

Przed wapnowaniem i nawożeniem, tj. na początku lat 50. ub. stulecia, roślinność porastała około 35% powierzchni jeziora [13, 15]. Niemal całe jezioro otaczał zwarty pas „turzyc rosnących na torfie”. Sporządzony w Instytucie Rybactwa Śródlądowego w pierwszej połowie lat pięćdziesiątych plan batymetryczny jeziora pokazuje, że przy południowo-zachodnim brzegu na powierzchnię wody nasuwał się pas torfowców o szerokości około 45 m. Pomost torfowcowy był najwyższy (ok. 7 m) przy brzegu północno-wschodnim (Rys. 1). W obrębie mszaru notowano *Drosera rotundifolia* L., *Calla palustris* L. i *Menyanthes trifoliata*. W południowej części jeziora odnotowano kilka pojedynczych stanowisk *Typha latifolia* L., a przy brzegu południowo-zachodnim *Nymphaea alba* L. [1, 18].

Na skutek długotrwałego wapnowania zmieniły się parametry fizyczne



Rys. 1. Plan batymetryczny jeziora Smolak z połowy lat pięćdziesiątych z zaznaczonym zasięgiem pła torfowcowego (1)

Fig. 1. Bathymetric map of the Lake Smolak from 50th years with the range of mossy floating mats

i chemiczne wody w jeziorze [21]. Spowodowało to wyraźne ograniczenie zasięgu pła torfowcowego. Bnińska [1] podała, że pło torfowcowe całkowicie ustąpiło z brzegów jeziora już w 1973 roku. W zamian rozwinął się przerywany pas szuwaru tworzony przez *Typha latifolia* i *Phragmites communis* Trin. (= *Ph. australis* (Cav.) Trin. ex Steud.). Drugi z tych gatunków w naturalny sposób zasiedlił jezioro w 1972 roku.

Badania przeprowadzone w latach 1994-1995 [2] nie wykazały obecności hydrofitów zanurzonych. W jeziorze i strefie brzegowej stwierdzono występowanie 61 gatunków roślin naczyniowych, w tym 10 gatunków roślin szuwarowych. Mszar torfowcowy budowały 4 gatunki torfowców: *Sphagnum magellanicum* Brid., *S. palustre* L. (= *S. latifolium* Hedw.), *S. recurvum* P. Beauv. (= *S. apiculatum* Lindb.) i *S. rubellum* Wills., 4 gatunki mchów właściwych: *Calliergon stramineum* (Brid.) Kindb., *Calliergonella cuspidata* (Hedw.) Loeske (= *Calliergon cuspidatum* (Hedw.) Loeske, *Polytrichum commune* Hedw., *Polytrichum strictum* Menz. ex Brid.), oraz 16 roślin naczyniowych. Rośliny o liściach pływających reprezentowały niezbyt liczne *Nymphaea alba*. W 1994 roku na jednym stanowisku występował też *Nuphar lutea*, a w 1995 roku *Potamogeton natans* L. Gatunek ten towarzyszył *Phragmites australis*, która budowała płat o długości 5 m i szerokości 3 m przy północno-wschodnim brzegu jeziora [2].

Radziej [16] szacował, że mszar torfowcowy otaczał około 80% linii brzegowej. Według Dziedzica [2] najszersze fragmenty pła znajdowały się w południowej części jeziora. Przy południowo-zachodnim brzegu pło miało 7-8 m szerokości, a przy południowym 20-25 m. Kobierzec torfowców w północnej części jeziora był znacznie węższy. Brzegi zachodni i wschodni otaczał wąski pas *Sphagnum*, o szerokości od 2 do 3 m. Jedynie przy północno-wschodnim brzegu strefa pła osiągała od 8 do 12 m szerokości. W obrębie pła można było obserwować wyraźne strefy podobne do opisanych przez Sobotkę [17] z sucharów Wigerskiego Parku Narodowego [2]. Natomiast według Hutorowicza [10] przy brzegu wschodnim w północnej części jeziora zbiorowiska torfowiskowe występowały kępami, a północno-zachodni brzeg na odcinku ok. 200 m był zupełnie odsłonięty.

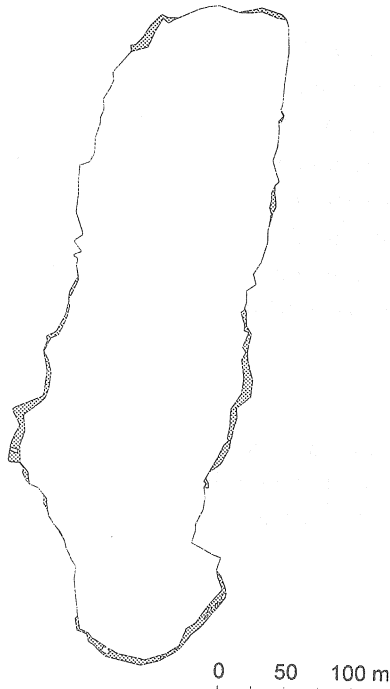
Inwentaryzację aktualnego stanu kobierca torfowców przeprowadzono w dniach 13 i 14 listopada 2002 roku, metodą transektu opasującego cały brzeg jeziora. Obniżony poziom lustra wody pozwolił precyzyjnie ustalić granicę pływającego pomostu torfowcowego. Na niektórych odcinkach, o najmniejszym nachyleniu misy w południowej części jeziora, granicę wyznaczono w miejscu występowania dość wyraźnego zatopionego okrajka. Za pomocą urządzenia po-

miarowego GPS eMap wyznaczono 319 punktów, rejestrując jednocześnie przebytą trasę (track log points). Zebrane dane, po uprzednim odrzuceniu pomiarów obarczonych grubym błędem, posłużyły do wykreślenia mapy zasięgu pływającego kobierca torfowcowego. Rozmieszczenie punktów odwzorowano w układzie współrzędnych geograficznych przy pomocy programu Waypoint. Skalę odległości wyznaczono na podstawie mapy topograficznej GUGiK w skali 1:100 000. Dodatkowo zweryfikowano ją na podstawie pomiaru odległości pomiędzy dwoma wybranymi punktami. Pomiar szerokości oraz powierzchni pasa torfowcowego przeprowadzono przy pomocy programu pomiarowego MultiScan.

WYNIKI

Pływające torfowisko nie tworzyło jednolitego pasa okalającego brzegi jeziora. Stwierdzono występowanie 10 fragmentów pła. Jednak tylko trzy z nich miały długość zawierającą się w przedziale od 142 do 177 m. Długość pozostałych fragmentów wahała się od 8 do 54 m. Łącznie pływające pło otaczało 653 m linii brzegowej, co stanowiło zaledwie 51% jej całkowitej długości. Najdłuższy odcinek całkowicie odsłoniętego brzegu (niespełna 200 m), tak jak to donosiły wcześniejsze opracowania, znajdował się przy północno-zachodnim brzegu (Rys. 2). Przy brzegu północno-wschodnim długość linii brzegowej pozbawionej osłony wynosiła 193 m, chociaż stwierdzono tu występowanie dwóch małych fragmentów pływającego pomostu o łącznej długości 37 m. Długie pasy pomostu występowały wyłącznie w południowej części jeziora.

Pływające pło torfowcowe jeziora Smolak było niezbyt szerokie. Spośród 76 pomiarów szerokości, 24% ogólnej liczby (18 pomiarów) mieściło się w granicach od 1 do 2 m szerokości, natomiast prawie 50% wartości pomiarów – w przedziale do 3 m szerokości (Rys. 3). Najszersze fragmenty pła występowały w niewielkiej zatoczce przy brzegu zachodnim. Średnia szerokość pła wynosiła tu 7,2 m, a zakres zmienności zawierał się w przedziale od 5 do 9 m. Ten fragment pła należał do większego płatu ciągnącego się wzdłuż brzegu zachodnio-południowego. Średnia szerokość pomostu w całym płacie była już jednak dwukrotnie mniejsza (3,7 m), natomiast zakres zmienności znacznie większy (1-9 m). Podobną szerokość maksymalną pomostu (~9 m) stwierdzono przy północno-zachodnim brzegu jeziora. Jednak średnia szerokość tego niewielkiego płatu (54 m długości) była już nieco mniejsza (4,7 m).

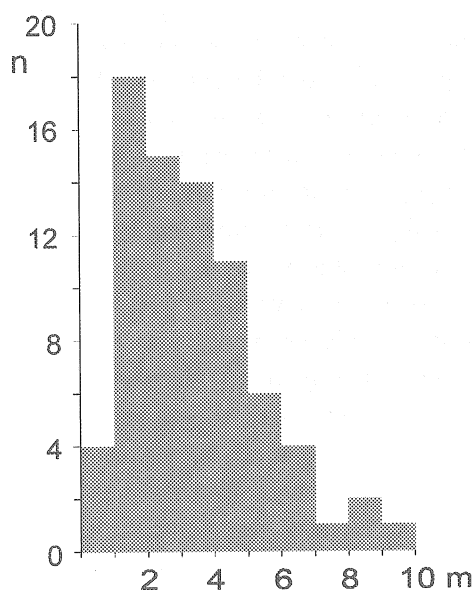


Rys. 2. Pływający pomost torfowcowy w jeziorze Smolak w listopadzie 2002 r.

Fig. 2. The mossy floating mats in the Lake Smolak in November 2002

Płat pływającego pła położony przy południowym brzegu jeziora był stosunkowo wąski. Średnia szerokość wynosiła tu 3,4 m, a maksymalna zaledwie około 6 m. W tym płacie znajdowało się aż siedem, z ogólnej liczby ośmiu, niewielkich oczek otwartej wody, a w części zachodniej także mała zatoczka o wymiarach 7 x 4 m. Najprawdopodobniej powstała ona na skutek przerwania wąskiego pasa torfowców oddzielających oczko wody od otwartego lustra wody. Wymiary pozostałych oczek wody w tym płacie pła wahały się od 2 x 2,5 m do 5 x 2 m. Prostokątne oczko wody o wymiarach 6 x 3 m stwierdzono także w płacie pła przy zachodnim brzegu jeziora (Rys. 3).

Powierzchnia całkowita jeziora (powierzchnia otwartej wody + powierzchnia pływającego pomostu torfowcowego) wynosiła 63 700 m². Pływający pomost torfowcowy zajmował zaledwie nieco ponad 3% tej powierzchni (Tab. 1). Powierzchnia niewielkich oczek wodnych w obrębie pła wahała się od ok. 1 do 14 m². Łącznie ich powierzchnia stanowiła nieco powyżej 2% sumarycznej powierzchni pływającego pomostu torfowcowego.



Rys. 3. Rozkład szerokości pływającego pomostu torfowcowego w jeziorze Smolak w listopadzie 2002 r. (n=76)

Fig. 3. Distribution of width of the mossy floating mats in Lake Smolak in November 2002 (n=76)

Tabela 1. Powierzchnia pomostu torfowcowego w jeziorze Smolak w listopadzie 2002 r.
Table 1. The surface of the mossy floating mats in Lake Smolak in November 2002

Obiekty – Objects	Powierzchnia – Area (m ²)
Pływający pomost torfowcowy – Mossy floating mats	2100
„Oczka wody” w pomoście torfowcowym – “Water patches” on mossy mats:	
minimalna – minimal	0,9
maksymalna – maximal	14,5
średnia – mean	6,1
mediana – median	5,3
całkowita – total	48,8

DYSKUSJA

Stopień zarośnięcia jezior dystroficznych zależy od wielu czynników. Jednym z najważniejszych ośrodków ekspansji roślin w tego typu jeziorach jest pływający pomost torfowcowy. Zarastaniu jezior sprzyja dobrze rozwinięta linia brzegowa, mała powierzchnia jeziora, łagodny stok misy jeziornej i otoczenie jeziora borem sosnowym [17]. Natomiast duża powierzchnia jeziora, krótka linia brzegowa, duża głębokość jeziora, stromy stok misy jeziornej, mineralny brzeg wpływają

hamująco na tempo tego procesu. Bardzo istotnym elementem wpływającym na tempo zarastania jest odczyn wody. Wapnowanie średnio kwaśnego (pH 6,5) jeziora Thrush w stanie Minnesota (USA) spowodowało całkowite, szybkie ustąpienie *Sphagnum platyphyllum*, który porastał głęboki litoral tego jeziora [6]. Ustępowanie torfowców z torfowisk obserwowano również w czasie wapnowania zlewni norweskiego jeziora Røynelandsvatn [8] oraz pięciu jezior w Szwecji [3]. Wzrost odczynu i zawartości wapnia przyczyniły się do obumierania torfowców, szczególnie *S. papillosum*, w wapnowanym torfowisku będącym zlewnią bezpośrednią jeziora Loch Fleet w Szkocji [9]. Zasadowy odczyn wody jest toksyczny dla torfowców [7]. W jeziorze Smolak zasadowy odczyn wody (pH>7,0) utrzymuje się nieprzerwanie od zakończenia wapnowania, tj. od 1974 roku [10, 11]. Powoduje to zanikanie pływającego pomostu torfowcowego w jeziorze, o czym świadczy powstawanie nowych i powiększanie się istniejących oczek wodnych w obrębie pomostu torfowcowego. Proces ten nie przebiega gwałtownie, jednak wobec braku wcześniejszych pomiarów trudno oszacować jego tempo. Utrzymujące się jeszcze płyty pomostu torfowcowego były dość duże, pomimo że po 1990 roku dość często notowano zasadowy odczyn wody przy powierzchni (w 24% pomiarów pH>8,0, a w latach 1996-1999 aż 20% pomiarów pH>9,0) [11].

Prawdopodobnie zanikanie pomostu, szczególnie w południowej części jeziora, polega na zmniejszaniu się miąższości pływającego pasa torfowców. Sobotka [17] stwierdziła istnienie dość wyraźnej tendencji do zwiększania się miąższości pomostu wraz z jego szerokością. Niemniej w niektórych sucharach suwalszczyzny obserwowała dość duże zróżnicowanie stosunku tych parametrów, np. pomost o szerokości około 10 m w Sucharach Wschodnim i Wielkim był stosunkowo cienki w porównaniu ze znacznie węższym pomostem w Sucharze Zachodnim. Dodatkowo grubość pomostu w jednym jeziorze nie była jednakowa.

Współcześnie jezioro Smolak jest bardzo słabo zarośnięte. Sobotka [17] stwierdziła, że w grupie sucharów znajdujących się w otoczeniu jeziora Wigry, a także Sucharów Osińskich, najbardziej zarośnięte zbiorniki miały zarośnięte około 50% powierzchni, a najslabiej – poniżej 20%. Wpływ pływającego pomostu torfowców na proces dystrofizacji jeziora Smolak jest więc raczej niewielki. Przypuszczenia te potwierdzają badania Kruka [12], prowadzone w układzie zeutrofizowanego jeziora humusowego. Wykazały one istnienie tendencji do umiarkowanego retencjonowania azotu przez torfowisko w ciągu roku o obfitych w opadach, a słabe wymywanie – w okresach ich deficytu. Podobnie zmieniały się procesy retencji i wymywania metali (Ca, Mg, K i Na), w zależności od zwiększonej retencji i przepływu wody przez torfowisko. Silnie wymywane były nato-

miast różne formy fosforu, a szczególnie rozpuszczonego fosforu organicznego. Proces ten był wzmacniany podczas gwałtownych roztopów, gdy zwiększonemu ładunkowi fosforu zawiesinowego towarzyszyło wypłukiwanie z niego frakcji rozpuszczonej.

Zaniknięcie pasa mszaru torfowcowego okalającego brzegi jeziora Smolak spowodowało niewątpliwie zmianę ilości i jakości ładunku substancji humusowych dopływających ze zlewni. Według Górniaka [5] głównym źródłem rozpuszczonych substancji humusowych dla wód jezior dystroficznych otoczonych pierścieniem torfowisk wysokich i przejściowych jest strefa przylegająca do otwartej wody.

WNIOSEK

Przeprowadzone badania wskazują, że szerokość i udział pływającego pomostu torfowcowego w ogólnej powierzchni jeziora mogą być dobrym indykatorem stanu zbiornika humusowego. Potwierdzają to również niepublikowane wyniki pomiarów szerokości pła torfowcowego w zeutrofizowanym humusowym jeziorze Kacze (Mszar), w którym stwierdzono obecność bardzo niewielkich płatów pływającego pomostu torfowcowego, chociaż całe jezioro otoczone jest mszarem przechodzącym w bór bagienny (Hutorowicz, mat. niepubl).

PIŚMIENNICTWO

1. **Bnińska M.:** Elementy produktywności jezior na tle nawożenia. Instytut Ryb. Śródl. Olsztyn, praca doktorska, 1979.
2. **Dziedzic J.:** Flora of vascular plants of Lake Smolak and the adjacent peatbog twenty years after the end of an experimental fertilisation. Arch. Ryb. Pol., 6, 247-262, 1998.
3. **Eriksson F.:** Macrophyte vegetation in limed lakes. Inf. Soetvattenslab. Drottningholm, 9, 1988.
4. **Górniak A.:** The soils of the catchment areas of the polyhumic lakes of Wigry National Park. Polish J. Soil Sci. 26, 157-165, 1993.
5. **Górniak A.:** Substancje humusowe i ich rola w funkcjonowaniu ekosystemów słodkowodnych. Diss. Univ. Vars. 448, Białystok, 1996.
6. **Hagley C. A., Wright D., Owen C. J., Eiler P., Danks M.:** Changes in aquatic macrophytes after liming Thrush Lake, Minnesota. Restor. Ecol., 4, 307-312, 1996.
7. **Hillbricht-Ilkowska A., Dusoge K., Ejsmont-Karabin J., Jasser I., Kufel I., Ozimek T., Rybak J. I., Rzepecki M., Węgleńska T.:** Long term effects of liming in a humic lake: ecosystem processes, biodiversity, food web functioning (Lake Flosek, Masurian Lakeland, Poland). Pol. J. Ecol., 46 (4): 347-415, 1998.
8. **Hindar A., Kroglund F., Lydersen E., Skiple A., Høgberget R.:** Liming of wetlands in the acidified Lake Røyneilandsvatn catchment in southern Norway: effects on stream water chemistry. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 53, 985-993, 1996.

9. **Howells G., Dalziel T. R. K.:** A decade of studies at Loch Fleet, Galloway (Scotland): A catchment liming project and restoration of a brown trout fishery. *Freshwat. Forum*, 5, 4-38, 1995.
10. **Hutorowicz A.:** Fitoplankton humusowego jeziora Smolak na tle zmian warunków fizykochemicznych wywołanych wapnowaniem i nawożeniem. *Idee ekologiczne 14 Ser. Zeszyty 7*, ss. 130, 2001.
11. **Hutorowicz A., Hutorowicz J.:** Tendencje zmian wybranych parametrów fizykochemicznych wody w dystroficznym jeziorze Smolak (Kraina Wielkich Jezior Mazurskich) w ciągu 27 lat od zakończenia wapnowania i nawożenia mineralnego. *Acta Agrophysica*, 67, 115-128, 2002.
12. **Kruk M.:** Element retention and loss by hydrologically modified peatlands in the Mazurian Lakeland (north-eastern Poland). I. Peatland with eutrophicated humus lake – pol. ecol. Stud. 23: 3-22, 1997.
13. **Operat zagospodarowania jeziora Smolak.** Instytut Rybactwa Śródlądowego w Olsztynie. Mnskr., ss. 10, [1958].
14. **Podbielkowski Z., Tomaszewicz H.:** Zarys hydrobotaniki. PWN, Warszawa, 1996.
15. **Półtoracka J.:** Plankton roślinny jezior okolic Węgorzewa na tle ich właściwości środowiskowych. *Pol. Arch. hydrob.*, 11, 189-217, 1963.
16. **Radziej J.:** Charakterystyka ważniejszych roślin wodnych i bagiennych jeziora Smolak – Instytut Rybactwa Śródlądowego, Olsztyn (mns.), 1994.
17. **Sobotka D.:** Roślinność strefy zarastania bezodpływowych jezior Suwalszczyzny. *Monogr. Bot.*, 23, 173-258, 1967.
18. **Sosnowska J.:** Zbiorowiska planktonowe trzech jezior mazurskich i zawartość chlorofilu w ich planktonie. *Monogr. Bot.*, 42, 1-151, 1974.
19. **Wojciechowski I.:** Ekologiczne podstawy kształtowania środowiska. PWN, Warszawa, 1987.
20. **Wojciechowski I.:** Funkcjonowanie ekosystemów torfowiskowych. (mns.) ss. 24, 1997.
21. **Zdanowski B., Bnińska M., Korycka A., Sosnowska J. Radziej J., Zachwieja J.:** The influence of mineral fertilization on primary productivity of lakes. *Ekol. Pol.*, 26, 153-192, 1978.

CURRENT CONDITION OF THE PEATMOSS MOOR IN THE DYSTROPHIC LAKE SMOLAK, 28 YEARS AFTER ITS LIMING AND MINERAL FERTILIZATION

Andrzej Hutorowicz

The Stanisław Sakowicz Inland Fisheries Institut, Oczapowskiego str. 10, 10-719 Olsztyn
e-mail: ahut@infish.com.pl

S u m m a r y. The measurements of the width and surface of the mossy floating mats were performed in the humic Lake Smolak 28 year after its liming and fertilization. The proceeding decay of peatmoss moor manifests itself by the forming and enlarging of the existing water eyelets in the peatmoss zone surrounding the lake. In the year 2002 peatmoss moor surrounded only 51% of the shoreline, occupying somewhat above 3% of the total lake area. The reason of this decay is, undoubtedly, alkaline water reaction.

Keywords: dystrophic lake, *Sphagnum* floating mat, liming and fertilization, long-term trend of changes

