

## Dynamika wahań poziomu wody na zdegradowanych torfowiskach bałtyckich

Filip Duda<sup>1</sup>, Ewa Woźniak<sup>1</sup>, Katarzyna Jereczek-Korzeniewska<sup>1</sup>, Roman Cieśliński<sup>1</sup>



F. Duda



E. Woźniak



K. Jereczek-  
-Korzeniewska



R. Cieśliński

**Diversity of water level fluctuations in degraded Baltic raised bogs.** Prz. Geol., 65: 526–532.

*Abstract.* Baltic-type raised bog (dome-shaped) is a type of peatbog with predominant atmospheric water supply and a convex shape, known as the dome. In Poland, 72 Baltic peatbogs have been distinguished, with various degrees of transformation, in the coastal zone and lake districts of the South Baltic Sea. None of them has natural water conditions. Their common name indicates significant similarities due to water supply conditions. However, due to the differences in morphology, both primary and secondary (resulting

from the different course and scale of anthropogenic transformations), they may be expected to show some variability within the subtype. The aim of the paper is to present the diversity of water-level fluctuations in degraded Baltic raised bogs. An attempt was made to answer the question how strong the diversity of fluctuations is, both within each object and between two objects situated close to each other. Moreover, speed and value of the response of water level to atmospheric precipitation were analysed. The spatial scope of the paper covers two Baltic raised bogs in the lower part of the Leba River valley: Czarne Bagno and Lebskie Bagno. To answer the questions asked, the results of measurements of water level and precipitation on the peat bogs were used. The study found that both the bogs show high dynamics in the variation of groundwater level. Lowering of the water level on both peatlands has always been recorded in the summer months, whilst its increase, which lasted until spring, has been observed in autumn. The water retention amount and water level on the peatlands were influenced primarily by precipitation. Extreme meteorological conditions that make it less conspicuous is the variation resulting from factors such as location in different parts of the bog, or type of degradation.

**Keywords:** peatbog, degradation, water-level fluctuations, precipitation

Torfowiska wysokie powstają w warunkach wysokiego poziomu wody oraz dominacji zasilania atmosferycznego, co jest warunkiem występowania ombrofilnej roślinności torfotwórczej i powstania pokładu torfu wysokiego (Okruszko, 2009). Występujące na terenie Polski torfowiska wysokie dzieli się na: torfowiska typu bałtyckiego, kontynentalnego oraz kotłowe (Żurek, Tomaszewski, 1996). Zasięg występowania torfowisk bałtyckich ogranicza się do pobrzeży i pojezierzy południobałtyckich. Miejsce ich występowania jest ściśle uzależnione od wilgotnego i chłodnego klimatu panującego w pobliżu Bałtyku (Herbichowa, 2003). Cechą wyróżniającą torfowiska bałtyckie jest wyraźnie wypukły kształt, określanymi mianem kopuły (Gore, 1983). Według Lipki i Stabryły (2012) tego typu torfowiska są najbardziej typowym mokradłem.

Dla powiększenia się warstwy torfu na torfowiskach wysokich, istotnym jest utrzymywanie się wysokiego poziomu wody, o niewielkich wahanach sezonowych. Dobre warunki dla wzrostu mchów torfowców występują, gdy zwierciadło wody znajduje się na głębokości ok. 1–22 cm p.p.t. (Tuittila i in., 2004). Na skutek postępującej antropopresji, szczególnie melioracji w XIX i w pierwszej połowie XX w., a także eksploatacji torfu, torfowiska wysokie typu bałtyckiego ulegały przekształceniom. Dlatego też, współcześnie żadne z nich nie posiada już całkowicie naturalnych stosunków wodnych (Herbichowa, 1998).

Zmiana stosunków wodnych pociągnęła za sobą zróżnicowanie i pogorszenie warunków wodnych, które to

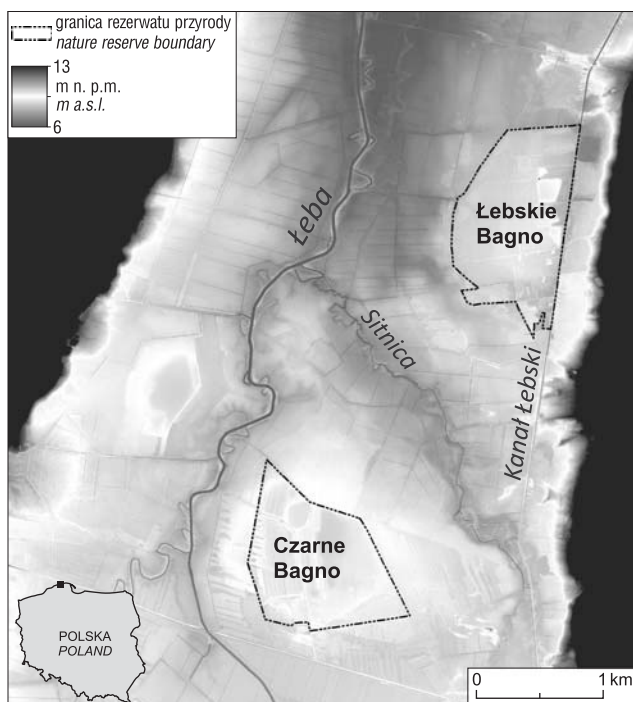
warunki są istotną składową warunków siedliskowych. Wartość torfowisk wysokich wynika przede wszystkim z unikatowości samego ekosystemu oraz ich roli jako siedliska dla roślin wysokotorfowiskowych. Rozpoznanie warunków wodnych na torfowiskach przekształconych jest szczególnie istotne dla ich zachowania i restytucji

Badania hydrologiczne na torfowiskach bałtyckich były prowadzone od lat 80 XX w. (np. Machnikowski, 1985; Błaszowska, 1990). Jednak dopiero upowszechnienie automatycznych urządzeń rejestrujących w pierwszej dekadzie XXI w., umożliwiło prowadzenie monitoringu hydrologicznego, które pozwalały na szersze i bardziej szczegółowe badanie zróżnicowania warunków wodnych. O potrzebie prowadzenia tego typu badań wskazują liczne prace dążące do renaturyzacji roślinności wysokotorfowiskowej, których istotnym elementem są zabiegi ochrony czynnej mające na celu poprawę warunków wodnych.

### CEL PRACY

Celem pracy jest przedstawienie zróżnicowania wahań poziomu wody na zdegradowanych torfowiskach bałtyckich. W jego ramach podjęto próbę odpowiedzi na pytanie jak znaczne jest zróżnicowanie wahań zarówno wewnątrz każdego obiektu, jak i pomiędzy dwoma obiektami położonymi w niewielkiej odległości od siebie. Ponadto przeprowadzono analizę reakcji zmian poziomu wody na opad atmosferyczny.

<sup>1</sup> Wydział Oceanografii i Geografii, Instytut Geografii, Katedra Hydrologii, Uniwersytet Gdański, ul. Bażyńskiego 4, 80-952 Gdańsk; filduda@gmail.com, ewa.wozniak@ug.edu.pl, geokjk@ug.edu.pl, georc@univ.gda.pl.



**Ryc. 1.** Położenie Czarne Bagno i Łebskie Bagno we fragmencie dolnej części Pradoliny Łeby

**Fig. 1.** Situation of Czarne Bagno and Łebskie Bagno within in the lower part of the Łeba valley

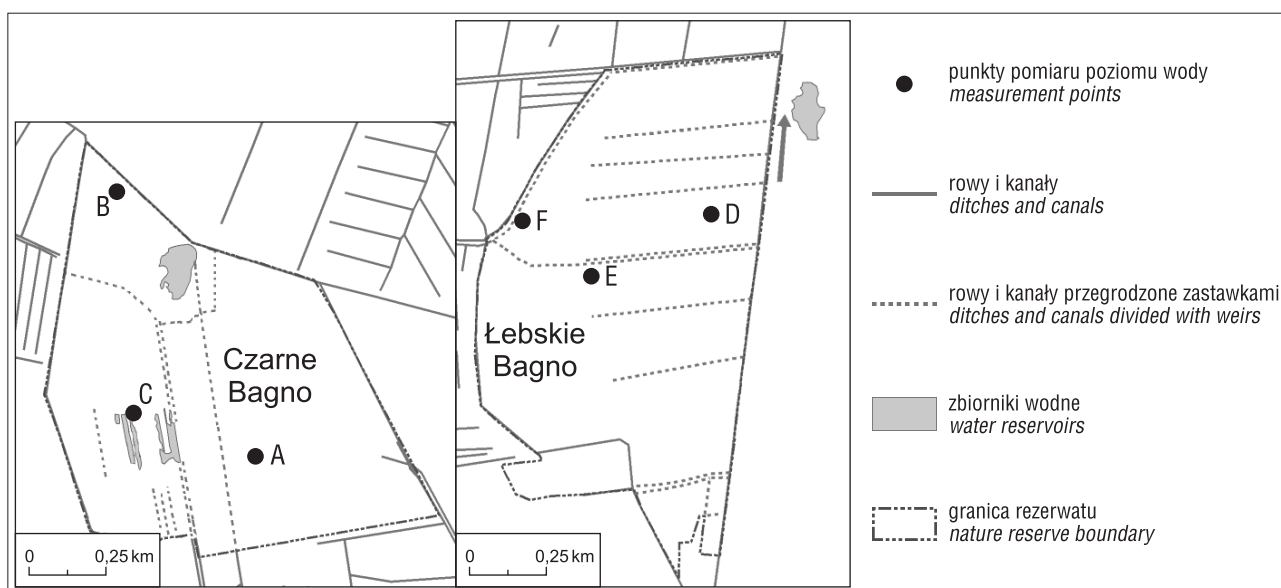
Zakres pracy obejmuje dwa najlepiej zachowane torfowiska bałtyckie w dolnej części pradoliny Łeby: Czarne Bagno i Łebskie Bagno (ryc. 1), gdzie kopuła torfowiska wysokiego nadbudowała się na wypełniających dno doliny rzecznej torfach niskich (Herbichowa i in., 2007c). Podlegają one ochronie rezerwatowej, a ich fragmenty są kwalifikowane wg Załącznika I Dyrektywy Siedliskowej, jako: 7120 – Torfowiska wysokie zdegradowane, zdolne do naturalnej i stymulowanej regeneracji (Herbich, Herbichowa, 2011). Obserwacje prowadzono w lata 2012–2015, z których pochodzą dane dotyczące wahań poziomu wody i miesięcznych sum opadów.

## MATERIAŁY I METODY BADAŃ

W pracy wykorzystano wyniki pomiarów z funkcjonującej na badanych obiektach, sieci monitoringu hydrologicznego. Składa się na nią 25 piezometrów na Czarnym Bagnie i 13 piezometrów na Łebskim Bagnie. Piezometry zostały wyposażone w czujniki (Mini Diver) do automatycznego pomiaru i rejestracji poziomu wody. Zostały zaprogramowane na pomiar z interwałem 8-godzinnym.

Do przedstawienia zróżnicowania wahań poziomu wody w latach 2012–2015 wybrano sześć punktów pomiarowych – po trzy z każdego rezerwatu (ryc. 2). Wybór został oparty na kryterium położenia w stosunku do współczesnej morfologii badanych torfowisk. Punkty A i D są zlokalizowane na nieeksploatowanych fragmentach wierzchołków (centralnej, najwyższej części) kopuł Czarne Bagno i Łebskiego Bagno, natomiast punkty C i E są zlokalizowane w ich fragmentach podlegających w przeszłości eksploatacji torfu. Punkty B i F znajdują się w sąsiedztwie rowów opaskowych, obejmujących skraj obecnych systemów hydrologicznych torfowisk wysokich.

Do przedstawienia wielkości opadów wykorzystano dane pomiarowe z dwóch typów urządzeń. Dla lat 2012–2013 wykorzystano wyniki pomiarów z dwóch stacji meteorologicznych (Davis Vantage Pro) zainstalowanych w centralnych częściach obu torfowisk. Pod koniec 2012 r. w miejscowości Redkowice (3 km od wschodniej granicy Czarne Bagno, 2,9 km od południowego krańca Łebskiego Bagno) zainstalowano deszczomierz laserowy (Thies Clima LPM). Wyniki pomiarów z deszczomierza laserowego zestawiono z danymi pochodzącymi z deszczomierzy z 2013 r. Z powodu awarii stacji meteorologicznych, sumy opadów dla lat 2014–2015 uzyskano jedynie z deszczomierza laserowego. Ze względu na zastosowanie w pierwszym roku pomiarów standardowych deszczomierzy bez podgrzewacza, uzyskane wyniki z miesięcy zimowych mogą być niedoszacowane.



**Ryc. 2.** Współczesna sieć hydrograficzna na Czarnym Bagnie (I) i Łebskim Bagnie (II)

**Fig. 2.** Present-day hydrographic network of Czarne Bagno (I) and Łebskie Bagno (II)

## WPLYW ANTROPOPRESJI NA TORFOWISKA WYSOKIE

Kształt kopuł torfowisk bałtyckich w stanie naturalnym jest na ogół regularny. Obecnie są widoczne istotne zmiany w ukształtowaniu terenu, będące rezultatem ingerencji człowieka. W zachodniej części Czarnego Bagna widoczne jest obniżenie terenu. Jest to najsilniej przekształcony fragment torfowiska, gdzie w latach 1988–1989, po trwałym obniżeniu poziomu wody, eksploatowano torf na skalę przemysłową. Na powierzchni blisko 10 ha wykorzystywano metodę frezerową, natomiast na obszarze ok. 8 ha pozyskiwano torf za pomocą koparki, tworząc podłużne równoległe wykopy w odległości ok. 10 m. Eksploatację torfu zakończono w 1990 r. Ponadto zmeliorowano powierzchnię blisko 8 ha w północno-zachodnim skraju torfowiska, gdzie nie doszło do eksploatacji (Herbich, Herbichowa, 2011). W sąsiedztwie rowów melioracyjnych na wielu fragmentach torfowiska istnieją pojedyncze zagłębienia poeksploatacyjne, powstałe na skutek ekstensywnego wydobycia torfu w latach wcześniejszych. Na pozostałych fragmentach Czarnego Bagna stwierdzono obniżenie poziomu terenu w wyniku osiadania torfu po odwodnieniu (Herbichowa i in., 2007a).

Na Łebskim Bagnie występują liczne doły potorfowe (obecnie wypełnione wodą – torfianki), jako pozostałość po eksploatacji torfu metodą tradycyjną (blokową, cegiełkową) od XIX w. Wydobycie torfu nasilono w latach 50.–70. XX w. Również na Łebskim Bagnie stwierdzono osiadanie kopuły (Herbichowa i in., 2007b). Znaczny wpływ na ukształtowanie powierzchni terenu miała budowa Kanału Łebskiego, który stanowi sztuczną liniową granicę kopuły, a wzdłuż którego wytyczono wschodnią granicę rezerwatu (Numeryczny Model Terenu, 2011; Mapa topograficzna 1 : 10 000).

Spowodowane działalnością człowieka przekształcenia, którym podlegały torfowiska bałtyckie, są przyczyną zmiany ich pierwotnej morfologii. W budowie kopuł torfowisk wysokich w stanie naturalnym można wyróżnić trzy główne części. Centralną, najwyższą część zajmowała bezleśna wierzchowina pokryta mszarem. W miarę oddalania się od środkowej części, na stokach kopuły, pojawia się roślinność drzewiasta. Kraniec kopuły, w strefie kontaktu z wodami gruntowymi jest nazywany okrajkiem. Współcześnie, na naturalną budowę zdecydowanej większości torfowisk bałtyckich, nakładają się skutki przekształceń antropogenicznych. Pozwala to na podział torfowiska na części odróżniające się pod względem rodzaju i stopnia przekształceń.

Pierwotnie Czarne Bagno i Łebskie Bagno były drenowane jedynie przez Łebę i jej prawobrzeżne dopływy (obecnie skanalizowane, poza Sitnicą). W latach 1776–1779 wykopano Kanał Łebski wzdłuż wschodniej krawędzi pradoliny Łeby. W wyniku rozszerzenia prac melioracyjnych w pradolinie w XIX w., Czarne Bagno i Łebskie Bagno zostały związane z Łebą i Kanałem Łebskim siecią rowów i kanałów. Rowy rozcinające kopuły torfowisk wysokich, rowy opaskowe i kanały melioracyjne stały się odbiornikami odpływu powierzchniowego, a także częściowo odpływu podziemnego z kopuł torfowisk. Na Czarnym Bagnie częścią silnie zmeliorowaną jest zachodni i południowy fragment kopuły. Biorąc pod uwagę układ powierzch-

niowy i geometryczny sieci odwadniającej, można zaobserwować dominujący północno-zachodni kierunek spływu wód. Po opuszczeniu obszaru Czarnego Bagna wody są odprowadzane za pośrednictwem dwóch rowów, uchodzących po niespełna 400 m do Łeby. Na Czarnym Bagnie istnieje jeden naturalny zbiornik – Jezioro Czarne w północnej części rezerwatu, o maksymalnym zasięgu zwierciadła w porze wilgotnej ok. 2,3 ha. W wyniku prac ochronnych pod koniec pierwszej dekady XXI w. w południowo-zachodniej części Czarnego Bagna powstały zbiorniki na miejscu wyrobiska po frezowaniu torfu. W okresie dużego uwilgotnienia powierzchnia lustra wody przekracza 3 ha (kwiecień 2013), w okresie suchym nie przekracza 1,5 ha (czerwiec 2015).

W wyniku budowy Kanału Łebskiego i sieci rowów, częściowo został odwrócony kierunek odpływu wód z Łebskiego Bagna (sztucznie nadany wschodni kierunek). Odpływ z części centralnej torfowiska zachodził za pośrednictwem rowów znajdujących ujście w Kanale Łebskim. Dodatkowo powstały okalające rowy opaskowe, wzmacniające odpływ z obszarów peryferyjnych. Niewielkie, izolowane wyrobiska pozostałe po eksploatacji przybrały charakter torfianek.

Po ustanowieniu, w roku 2006, rezerwatów przyrody na Czarnym Bagnie i Łebskim Bagnie, rozpoczęły się zabiegi ochronne. Najnowsze prace podjęto w latach 2011–2013 w ramach projektu: „Renaturalizacja siedlisk i roślinności na zdegradowanych torfowiskach wysokich woj. pomorskiego” (POLiŚ. 05.01.00-00-327/10). Zgodnie z jego założeniami, za czynnik warunkujący renaturyzację siedlisk i roślinności uznano: podniesienie poziomu wody gruntowej i zwiększenie uwilgotnienia powierzchni torfowisk (Plan realizacji..., 2010). Mając na względzie morfologię obszarów (brak barier nieprzepuszczalnych, izolujących kopuły torfowisk wysokich, do torfów niskich wypełniających dno pradoliny), za podstawowy element zabiegów ochronnych uznano zatrzymanie odpływu rowami odwadniającymi. W tym celu podwyższono drewniano-kamienne zastawki na części rowów. Na Czarnym Bagnie, od początku istnienia rezerwatu, zbudowano 105 zastawek. W obrębie powierzchni poeksploatacyjnych za bardziej efektywne uznano zasypanie rowów (łącznie na długości 680 m) i tworzenie zbiorników wodnych na wyrobiskach po pozyskiwaniu torfu metodą frezowania. Na Łebskim Bagnie wybudowano 62 zastawki na rowach opaskowych i drenujących wierzchowinę torfowiska, z ujściem do Kanału Łebskiego. Odpływ w Kanale Łebskim pozostał niezakłócony. Dodatkowo na wierzchowinach obu torfowisk wykonywano wycinę samosiewów brzozy i częściowo sosny (Plan realizacji..., 2010).

## WYNIKI

W latach 2012–2015 roczne amplitudy wahań poziomu zwierciadła wody na badanych torfowiskach mieściły się w zakresie od 31 cm (Łebskie Bagno) do 98 cm (Czarne Bagno). Obniżenie się poziomu zwierciadła wody było rejestrowane w miesiącach letnich. W latach 2012 i 2013, po spadku w okresie lata, poziom wody wracał do stanu zbliżonego do pierwotnego do jesieni. Lata 2014 i 2015 odróżniały się od dwóch poprzedzających czasem trwania oraz głębokością wspomnianego obniżenia poziomu wody.

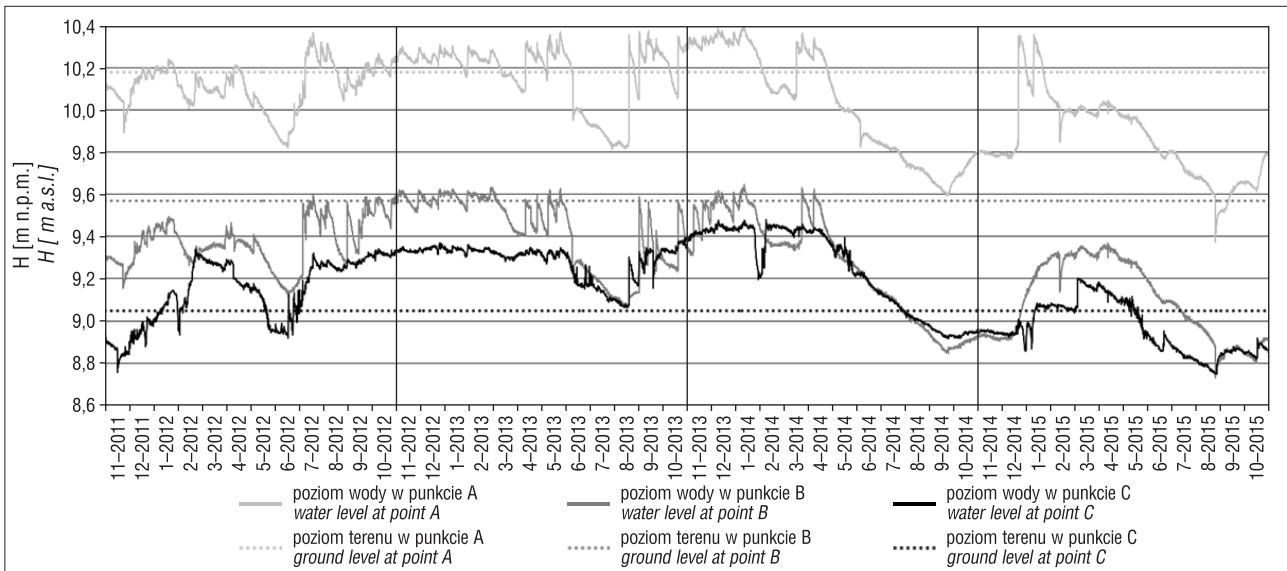
Ponowny wzrost poziomu wody, we wszystkich punktach na Łebskim Bagnie oraz w punkcie A na Czarnym Bagnie, rozpoczął się dopiero w drugiej połowie września 2014 r. i trwał do stycznia 2015 r. W pozostałych punktach na Czarnym Bagnie wzrost poziomu wody był obserwowany od grudnia do kwietnia. Stany maksymalne w 2015 r. w większości punktów były niższe od stanów maksymalnych z lat poprzedzających (ryc. 3, 4).

Najwyższy średni roczny poziom zwierciadła wody na Czarnym Bagnie zaobserwowano w roku 2013. Najwyższe stany rejestrowano w punkcie A (ryc. 5). Na wysokie średnie poziomy zwierciadła wody w latach 2012 i 2013 wpłynął długotrwały okres wysokiego stanu wody, utrzymujący się od sierpnia 2012 r. do czerwca 2013 r. (ryc. 3).

W roku 2013 przyrost retencji (porównując początek i koniec roku hydrologicznego) w badanych punktach wyniósł średnio 17 cm. W kolejnym roku zanotowano obniżenie się poziomu wody średnio o 10 cm. Rok 2014

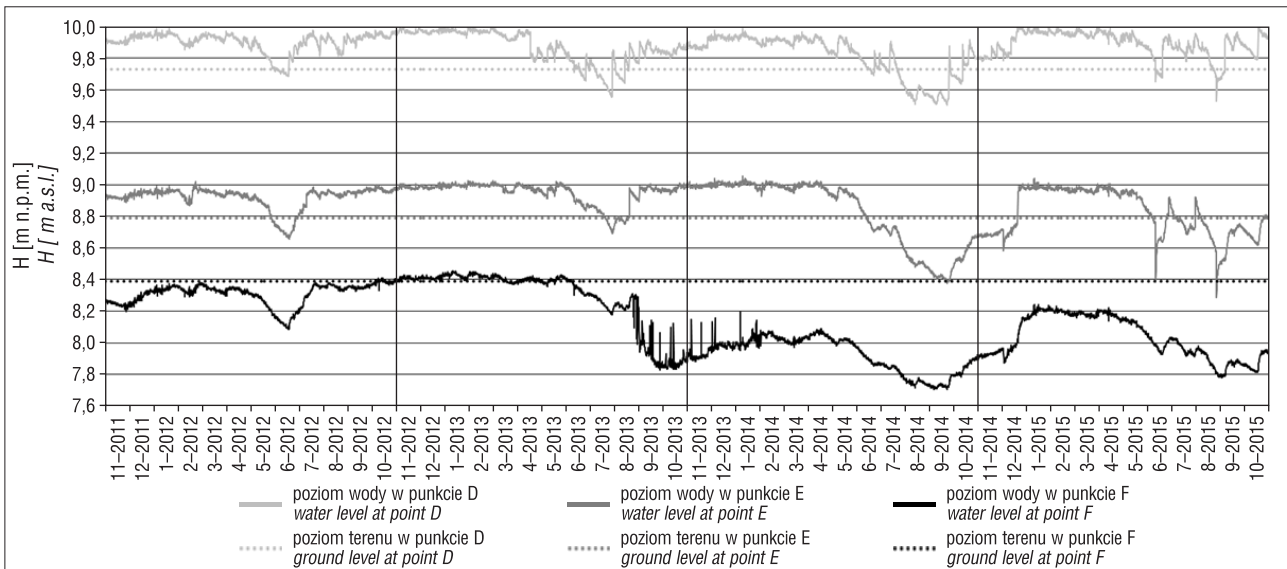
był zdecydowanie odmienny – średni spadek retencji wyniósł 58 cm (43 cm w punkcie B, 50 cm w punkcie A, 82 cm w punkcie C). W 2015 r. zarejestrowano dalsze, mniejsze niż w roku poprzedzającym, spadki poziomu wody (w punktach A i B o ok. 2 cm, w punkcie C o 10 cm).

Występowanie najniższych poziomów wody we wszystkich analizowanych punktach, jest ze sobą silnie skorelowane. W roku 2012 występowały one w pierwszej dekadzie czerwca, w 2013 na przełomie lipca i sierpnia, w 2014 pod koniec pierwszej dekady września, w 2015 r. w ostatniej dekadzie sierpnia. Wysokie stany wód w punktach pomiarowych również występują w podobnych okresach. Ze względu na to, że są one długotrwałe (kilkumiesięczne), nie występuje pojedyncza kulminacja. Najniższe amplitudy wahań poziomu wody są widoczne w punktach A i B w roku 2012 oraz w punkcie C w latach 2013 i 2015. W 2013 r. amplitudy były nieznacznie wyższe niż w roku poprzedzającym. W roku 2014 były z kolei znacznie wyższe niż w



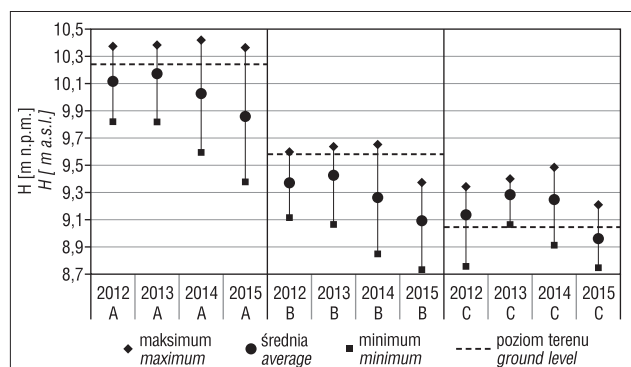
Ryc. 3. Zmiany poziomu wody na Czarnym Bagnie w latach 2012–2014

Fig. 3. Water-level changes in Czarny Bagno in 2012–2014



Ryc. 4. Zmiany poziomu wody na Łebskim Bagnie w latach 2012–2014

Fig. 4. Water-level changes in Łebskie Bagno in 2012–2014



**Ryc. 5.** Średnie roczne poziomy wody i amplitudy wahań poziomu wody na Czarnym Bagnie w latach 2012–2015

**Fig. 5.** Mean annual water levels and annual amplitudes of water-level fluctuations in Czarne Bagno in 2012–2015

dwóch poprzednich latach – średnio o blisko 50%. W kolejnym roku zarejestrowane amplitudy były niższe niż w poprzedzającym w punktach B i C, natomiast w punkcie A amplituda była o 16 cm wyższa (ryc. 5).

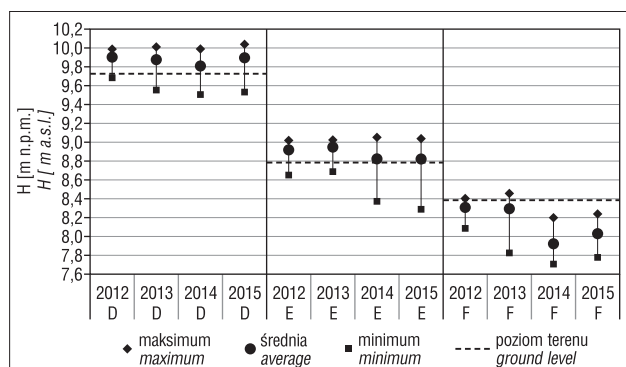
Poziom wody w punktach zlokalizowanych na Łebskim Bagnie był na ogół wyższy niż na Czarnym Bagnie. Średni poziom zwierciadła wody w punktach D i E w roku znajdował się w każdym z lat nad poziomem terenu, natomiast w punkcie F od 9 do 47 cm poniżej poziomu terenu (ryc. 6).

Wahania poziomu wody w latach 2012–2014 na Łebskim Bagnie przedstawia rycina 4. Minimalne poziomy wody były bardzo silnie zsynchronizowane pomiędzy punktami: w 2012 r. wystąpiły 18 czerwca, w 2013 r. w dniach 28–30 lipca. W 2014 r. w punkcie F – 3 sierpnia, natomiast w punktach D i E wystąpiły kolejno 23 i 25 września, a w 2015 r. – 26 i 29 sierpnia.

W roku 2012 amplitudy wahań były zbliżone we wszystkich punktach, a w kolejnym były największe w skrajnym fragmencie torowika (punkt F). Natomiast w latach 2014–2015 były największe w znajdującym się na obszarze poeksploatacyjnym w centralnej części torowiska punkcie E (ryc. 6).

## DYSKUSJA

Powstanie i rozwój torowisk wysokich jest związany z występowaniem dodatniego klimatycznego bilansu wodnego (przewagą opadu atmosferycznego nad parowaniem) przez przeważającą część roku (Morrison, 1955). Na torowiskach przekształconych udział opadu atmosferycznego, który jest retencjonowany, a co za tym idzie wzrost poziomu wody, może być mniejszy ze względu na zwiększenie odpływu powierzchniowego z ich obszaru (sieć melioracyjna). Ponadto ze względu na wzrost zróżnicowania hydrograficznego i geomorfologicznego w obrębie torowisk (m.in. występowanie sztucznych elementów sieci hydrograficznej oraz zmian w ukształtowaniu terenu na skutek eksploatacji torfu) reakcja poziomu wody na opad atmosferyczny (bądź jego brak) w poszczególnych ich częściach może być różna. Liczni autorzy, m.in. Pawlaczyk (2007) czy Wołejko i in. (2004), wskazują, że postępujące zadrzewianie (w szczególności brzozy) na wierzchołkach torowisk wysokich, jest czynnikiem, który przyczynia się do wzrostu ewapotranspiracji zarówno transpiracji z samych roślin w okresie wegetacyjnym, jak i parowania terenowego



**Ryc. 6.** Średnie roczne poziomy wody i amplitudy wahań poziomu wody na Łebskim Bagnie w latach 2012–2015

**Fig. 6.** Mean annual water levels and annual amplitudes of water-level fluctuations in Łebskie Bagno in 2012–2015

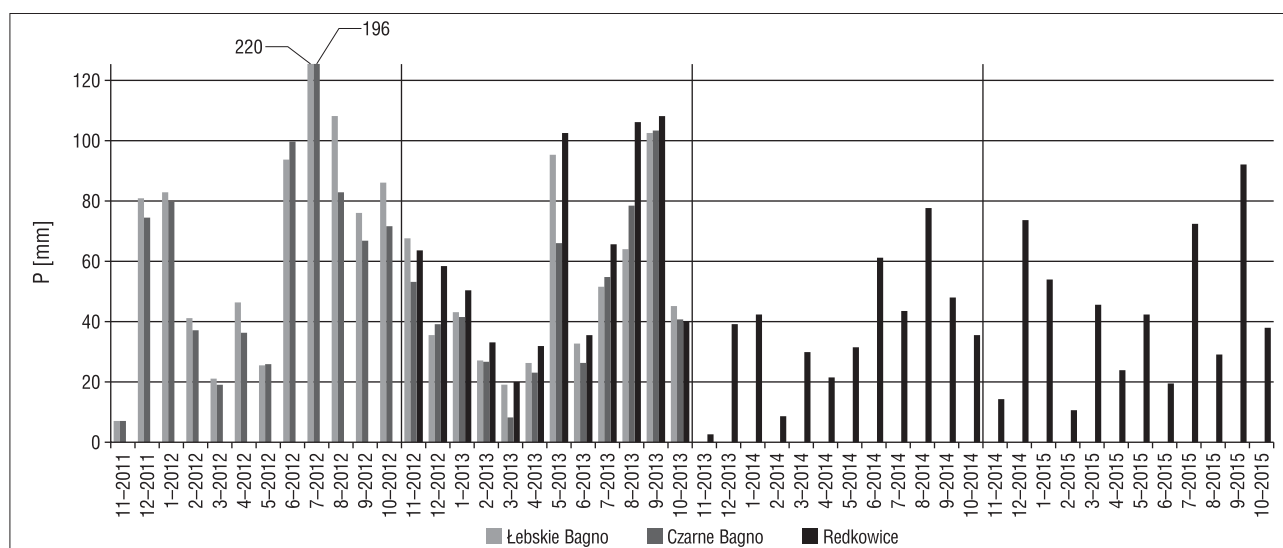
związanego z penetrowaniem podłoża torfowego przez systemy korzeniowe. Według badań z obszaru Kanady transpiracja brzozy na zdegradowanych torfowiskach może stanowić 2/3 ogółu ewapotranspiracji z badanej jednostki powierzchni terenu (Fay, Lavoie, 2009). Ponadto, zwiększone napowietrzenie podłoża – dostawanie się tlenu w głąb torfu, przyspiesza proces rozkładu materii organicznej.

Analizowane lata zaklasyfikowano wg kryteriów Kaczorowskiej (1962), odnosząc roczne sumy opadów do średniej sumy z wielolecia 1961–2000, tj. 688 mm (Fac-Beneda, 2005) ze stacji w Lęborku położonej ok. 9 km na południowy wschód od skrajnych fragmentów torowisk. Zgodnie z przyjętymi kryteriami 2012 był rokiem bardzo wilgotnym (Łebskie Bagno) i wilgotnym (Czarne Bagno), lata 2013 i 2015 były suchymi, natomiast rok 2014 bardzo suchym.

Wysokie sumy opadów w drugiej połowie 2012 r. (Czarne Bagno 541 mm, Łebskie Bagno 608 mm), szczególnie bardzo wilgotny lipiec (ryc. 7), przyczyniły się do retencjonowania znacznej ilości wody. Wysokie stany wody utrzymywały się do maja 2013 r. Ze względu na mniejszą sumę opadów w tym roku, po okresie letnim poziom wody znajdował się na nieznacznie niższym poziomie niż na wiosnę (druga połowa roku 2013 – 455 mm, Redkowice). Spadek poziomu wody w okresie letnim 2014 r. był większy. Suma opadów w drugiej połowie roku była o 160 mm niższa niż w drugiej połowie roku poprzedzającego. Rok 2015 był kolejnym rokiem z sumą opadów niższą od średniej z wielolecia. Ze względu na niskie sumy opadów, poziom zwierciadła wody nadal utrzymywał się poniżej poziomu z lat 2012–2013.

Rozkład czasowy i zakres wahań poziomu wody w latach 2012–2013 jest podobny do średnich obserwowanych na najslabiej zmeliorowanych częściach torowisk wysokich w północnych Niemczech (torfowisko Köningsmoor). Zmiany poziomu wody w latach 2014–2015 przypominają bardziej te obserwowane na torfowiskach silnie zmeliorowanych (Ingram, 1983).

Najwyższym średnim poziomem i głębokością wody, przez największą część analizowanego okresu najbliższej poziomu terenu, charakteryzują się położone we wschodnich częściach Czarne Bagna i Łebskiego Bagna punkty A i D. W ich bezpośrednim otoczeniu nie prowadzono eksploatacji torfu. Powyższe parametry hydrologiczne potwier-



Ryc. 7. Miesięczne sumy opadów na Czarnym Bagnie i Łebskim Bagnie w latach 2012–2015  
 Fig. 7. Monthly precipitation sums in Czarne Bagno and Łebskie Bagno in 2012–2015

dzają, że reprezentują one części torfowisk o warunkach zbliżonych do szczytów naturalnej kopuły.

Wyniki pomiarów zwierciadła wody z centralnych części omawianych torfowisk, w miejscu pierwotnych szczytów ich kopuł (punkty C i E), charakteryzują się niższym średnim jego poziomem, niż w poprzednio opisywanych nieeksploatowanych fragmentach. Stoi to w sprzeczności z przedstawianymi w literaturze przedmiotu schematami prezentującymi układ zwierciadła wody na torfowiskach wysokich w stosunku do powierzchni terenu, gdzie jest ono zbliżone do powierzchni terenu w części centralnej i obniża się na obrzeżach torfowiska (Ivanov, 1953; Ingram, 1982). Rozbieżność jest widoczna także przy porównywaniu uzyskanych wyników z wynikami pomiarów zarówno prowadzonych na torfowiskach bałtyckich z obszaru Polski, np. torfowisko Wieliszewo (Pacowski, 1967), jak i na torfowiskach wysokich w Europie Zachodniej, np. Dun Moss w Szkocji (Ingram, 1983). Wskazuje to na istotną rolę przekształceń badanych torfowisk. Zmiana rzeźby terenu w wyniku prowadzonej eksploatacji torfu powoduje istotną zmianę zróżnicowania przestrzennego warunków wodnych w obrębie badanych torfowisk.

Biorąc pod uwagę maksymalną głębokość zwierciadła wody odpowiednią dla rozwoju mchów torfowców, podawaną przez autorów fińskich, tj. 22 cm p.p.t. (Tuittila i in., 2004), warunki wodne zarówno na eksploatowanych, jak i nieeksploatowanych częściach obu torfowisk mogą być przez większą część roku odpowiednie dla rozwoju torfowców (co za tym idzie dla tworzenia się torfu). Dotyczy to roku wilgotnego i następującego po nim roku suchego (2012–2013). W bardzo suchym 2014 r. jedynie w nieeksploatowanym fragmencie Łebskiego Bagna (punkt D) poziom wody nie spadł poniżej 22 cm p.p.t. W pozostałych punktach poziom wody poniżej tej głębokości utrzymywał się od blisko dwóch (punkt E) do ośmiu miesięcy (punkt B). W roku 2015, pomimo wyższej rocznej sumy opadów niż w roku poprzedzającym, w punkcie B przez cały rok poziom wody był niższy niż 22 cm p.p.t.

Należy zatem pamiętać, że najważniejszym czynnikiem determinującym główne cechy torfowisk jest ich lokalizacja oraz panujące tam warunki hydrologiczne (Mitsch, Gosse-

link, 2007), na które nakłada się działalność człowieka, w sposób istotny wpływająca na kształtowanie się stosunków wodnych tych obszarów. Zainteresowanie gospodarcze mokradłami było dokumentowane w Europie już od średniowiecza (Charman, 2002), zaś w Polsce jako początki ich wykorzystywania podaje się XVII–XVIII w. (Ilnicki, 2002). W wyniku działalności człowieka w ostatnich stuleciach uległy one osuszeniu i odwodnieniu (Dembek i in., 2004), co doprowadziło do spadku retencji całkowitej (Okruszko, 1968). Według Pietruczenia (1993) ubytek masy wody z torfowisk Polski w wyniku melioracji w XX w. wyniósł ok. 160 mln m<sup>3</sup>. Zmiany jakie zachodzą na mokradłach (torfowiskach) dotyczą nie tylko północnej Polski, gdzie ich liczba jest największa (Churski, 1993), lecz także są znane z nielicznych torfowisk południowej Polski, z których najlepiej zbadano pod tym względem torfowiska Kotliny Orawsko-Nowotarskiej (Łajczak, 2002, 2013). Łajczak (2013) stwierdził, że 2/3 ilości wody zretencjonowanej w torfowiskach Karpat gromadzą szczątkowe kopuły wysokotorfowiskowe, głównie na Podhalu i Orawie. Straty wynikające z ich eksploatacji określił on na 79 mln m<sup>3</sup> wody.

## WNIOSKI

Na podstawie uzyskanych wyników można stwierdzić, że na obu analizowanych torfowiskach obserwuje się dużą dynamikę zmienności poziomu wód podziemnych. Roczne amplitudy wahań poziomu zwierciadła wody, mieściły się w zakresie od 31 cm (Łebskie Bagno) do 98 cm (Czarne Bagno). Poziom wody w punktach zlokalizowanych na Łebskim Bagnie był na ogół wyższy niż na Czarnym Bagnie.

Obniżenie się poziomu zwierciadła wody na obu torfowiskach było rejestrowane w miesiącach letnich, zaś wzrost – jesienią i trwał do wiosny. W latach 2012 i 2013 na obu torfowiskach po spadku w okresie lata do jesieni poziom wody wracał do stanu zbliżonego do pierwotnego. Lata 2014 i 2015 odróżniły się od dwóch poprzednich lat dłuższym czasem trwania oraz głębokością wspomnianego obniżenia się poziomu wody. W 2014 r. ponowny wzrost

poziomu wody rozpoczął się dopiero w drugiej połowie września.

Potwierdza to, że głównym źródłem zasilania tych torfowisk w wodę jest opad atmosferyczny. W trakcie czterech pomiarów, na wielkość retencji bardzo wyraźnie zaznaczył się wpływ wyjątkowo niskich opadów atmosferycznych w 2014 r. (suma opadów w drugiej połowie roku 2014 była o 160 mm niższa niż w drugiej połowie roku poprzedzającego). Wpływ na nieskompensowanie widocznego niedoboru wody miały warunki hydrometeorologiczne w 2015 r. (również suchym). W tym okresie wydaje się to być najważniejszym czynnikiem determinującym zmiany poziomu wody na torfowiskach. Skrajne warunki meteorologiczne powodują zmniejszenie znaczenia takich czynników jak położenie w różnych częściach torfowiska czy rodzaj degradacji.

Reakcja zwierciadła wody w torfowiskach na zmiany warunków meteorologicznych jest silna. W roku suchym, zwierciadło wody przez dłuższe okresy może się utrzymywać poniżej poziomu korzystnego dla wzrostu torfowców, pomimo prowadzonych prac ochronnych zmierzających do zatrzymania wody w torfowisku. Jednak, ze względu na krótki czteroletni okres badań, podejmowanie próby oceny skuteczności podjętych prac jest nieuprawnione. Wnioskowanie utrudnia również niedostatek innych obiektów umożliwiających przeprowadzenie porównań zachodzących przemian, w szczególności torfowisk bałtyckich o podobnej wielkości oraz genezie, zarówno w pełni naturalnych, jak i przekształconych.

Autorzy składają serdeczne podziękowania recenzentom – prof. Ryszardowi Krzysztofowi Borówce oraz prof. Adamowi Choińskiemu za cenne uwagi. Wyniki pomiarów poziomu wód na torfowiskach pochodzą z sieci piezometrów sfinansowanej ze środków Regionalnej Dyrekcji Ochrony Środowiska w Gdańsku oraz z projektu „Renaturalizacja siedlisk i roślinności na zdegradowanych torfowiskach wysokich woj. pomorskiego” (RenSiedTorf, POIiŚ. 05.01.00-00-327/10). Stacje meteorologiczne były zainstalowane w ramach wymienionego projektu.

## LITERATURA

- BLASZKOWSKA B. (red.) 1990 – Studium warunków gruntowo-wodnych Bielańskich Błot wraz z prognoza zmian wód podziemnych. Wyd. Inst. Ochrony Środ. oddz. Gdańsk, Gdynia.
- CHARMAN D. 2002 – Peatlands and environmental change. John Wiley & Sons, Chichester.
- CHURSKI Z. 1993 – Zmiany hydrologiczne i przestrzenne obszarów podmokłych. [W:] Dynowska I. (red.), Przemiany stosunków wodnych w Polsce w wyniku procesów naturalnych i antropogenicznych. Wyd. UJ, Kraków: 206–210.
- DEMBEK W., PAWLACZYK P., SIENKIEWICZ J., DZIERŻA P. 2004 – Obszary wodno-błotne w Polsce. IMUZ, Falenty.
- FAC-BENEDA J. 2005 – Komentarz do Mapy Hydrograficznej Polski w skali 1 : 50 000, arkusz N-33-60-A Lębork Zachód. Polkart, Rzeszów.
- FAY E., LAVOIE C. 2009 – The impact of birch seedlings on evapotranspiration from a mined peatland: an experimental study in southern Quebec, Canada. *Mires and Peat*, 5: 1–7.
- GORE A.J.P. 1983 – Introduction. [W:] Gore A.J.P. (red.), *Mires: swamp, bog, fen and moor, general studies, Ecosystems of the World*. Elsevier S.P.C., Amsterdam - Oxford - New York.
- HERBICH J., HERBICHOWA M. 2011 – Przyroda rezerwatów Łebskie Bagno i Czarne Bagno. Wyd. FRUG, Gdańsk.
- HERBICHOWA M. 1998 – Ekologiczne studium rozwoju torfowisk wysokich właściwych na przykładzie wybranych obiektów z środkowej części Pobrzeża Bałtyckiego. Wyd. UG, Gdańsk.
- HERBICHOWA M. 2003 – Ochrona siedlisk torfowiskowych w sieci Natura 2000. [W:] Makomaska-Juchiewicz M., Tworek S. (red.), *Ekologiczna sieć Natura 2000. Problem czy szansa*. Inst. Ochr. Przyr. PAN, Kraków: 79–91.
- HERBICHOWA M., HERBICH J., BUDYŚ A., ANTCZAK J., JANKOWSKA M., JASKUŁA R. 2007a – Plan ochrony rezerwatu Czarne Bagno. Maszynopis, RDOŚ Gdańsk.
- HERBICHOWA M., HERBICH J., BUDYŚ A., ANTCZAK J., JANKOWSKA M., JASKUŁA R. 2007b – Plan ochrony rezerwatu Lebskie Bagno. Maszynopis, RDOŚ Gdańsk.
- HERBICHOWA M., PAWLACZYK P., STAŃKO R. 2007c – Ochrona wysokich torfowisk bałtyckich na Pomorzu. Doświadczenia i rezultaty projektu LIFE04NAT/PL/000208 PLBALTBOGS. Wyd. Klubu Przyrodników, Świebodzin.
- ILNICKI P. 2002 – Torfowiska i torf. Wyd. AR w Poznaniu, Poznań.
- INGRAM H.A.P. 1982 – Size and shape in raised mire ecosystems a geophysical model. *Nature*, 297: 300–303.
- INGRAM H.A.P. 1983 – Hydrology. [W:] Gore A.J.P. (red.), *Mires: swamp, bog, fen and moor, general studies. Ecosystems of the World*. Elsevier, Amsterdam - Oxford - New York: 67–150.
- IVANOV K.E. 1953 – *Gidrologia bolot*. Gidrometeoizdat, Leningrad.
- KACZOROWSKA Z. 1962 – Opady w Polsce w przekroju wieloletnim. *Pr. Geogr.*, 33.
- LIPKA K., STABRYŁA J. 2012 – Wielofunkcyjność mokradeł w Polsce i świecie. Współczesne Problemy Kształtowania i Ochrony Środowiska, Monografie, 3: 7–16.
- ŁAJCZAK A. 2002 – Antropogeniczna degradacja torfowisk orawsko-podhalańskich. *Czas. Geogr.*, 73 (1/2): 27–61.
- ŁAJCZAK A. 2013 – Zmniejszenie zasięgu złóż torfu i ich retencji wodnej w Kotlinie Orawsko-Nowotarskiej i w Bieszczadach w wyniku działalności człowieka. *Prz. Geol.*, 61 (9): 532–540.
- MAPA TOPOGRAFICZNA POLSKI 1 : 10 000, 1988, arkusze: 314.141. Chocielewko, 314.123. Janowice. GUGiK, Warszawa.
- MACHNIKOWSKI M. 1985 – Opracowanie przyrodnicze i koncepcja ochrony Bielańskich Błot, Inst. Ochrony Środ. oddz. Gdańsk, Pracownia Geosystemów Nadmorskich, Gdynia.
- MITSCHE W.J., GOSELINK J.G. 2007 – *Wetlands*. John Wiley & Sons, Hoboken, New Jersey.
- MORRISON M.E.S. 1955 – The Water Balance of the Raised Bog. *Ir. Natur. J.*, 11 (11): 303–308.
- NUMERYCZNY Model Terenu 2011 – Informatyczny System Osłony Kraju przed Nadzwyczajnymi Zagrożeniami. CODGiK, Warszawa.
- OKRUSZKO H. 1968 – Przekształcanie się gleb torfowych pod wpływem melioracji. *Wiad. Melior. i Łąkarskie*, 7: 13–30.
- OKRUSZKO T. 2009 – Hydrologia mokradeł. [W:] Mioduszecki W., Dembek W. (red.), *Woda na obszarach wiejskich*. Wyd. IMUZ, Falenty: 91–96.
- PACOWSKI R. 1967 – Biologia i stratygrafia torfowiska wysokiego Wieliszewo na Pomorzu Zachodnim. *Zesz. Probl. Post. Nauk Roln.*, 76: 101–196.
- PAWLACZYK P. 2007 – Ochrona wysokich torfowisk bałtyckich na Pomorzu. Wyd. Klubu Przyrodników, Świebodzin.
- PIETRUCIEN C. 1993 – Zmiany hydrologiczne i przestrzenne obszarów podmokłych. [W:] Dynowska I. (red.), *Przemiany stosunków wodnych w Polsce w wyniku procesów naturalnych i antropogenicznych*. Wyd. UJ, Kraków: 177–205.
- PLAN REALIZACJI PRZEDSIĘWZIĘCIA: Renaturalizacja siedlisk i roślinności na zdegradowanych torfowiskach wysokich woj. pomorskiego 2010 – POIiŚ (maszynopis), RDOŚ Gdańsk.
- TUITTILA E.S., VASANDER H., LAINE J. 2004 – Sensitivity of C sequestration in reintroduced *Sphagnum* to water-level variation in a cutaway peatland restoration. *Ecology*, 12 (4): 483–493.
- WOŁEJKO L., STAŃKO R., PAWLACZYK P., JEREMIACZEK A. 2004 – Poradnik ochrony mokradeł w krajobrazie rolniczym. Wyd. Klubu Przyrodników, Świebodzin.
- ŻUREK S., TOMASZEWSKI H. 1996 – *Badanie bagien*. [W:] Gutry-Korycka M., Werner-Więckowska H. (red.), *Przewodnik do hydrograficznych badań terenowych*. Wyd. PWN, Warszawa.

Praca wpłynęła do redakcji 21.11.2016 r.  
Akceptowano do druku 8.05.2017 r.