

ROLA ZAGŁĘBIEN BEZODPŁYWOWYCH JAKO LOKALNYCH ZBIORNIKÓW SEDYMENTACYJNYCH W KRAJOBRAZIE MŁODOGLACJALNYM SUWALSKIEGO PARKU KRAJOBRAZOWEGO

Krzysztof Micun¹

¹ Katedra Ochrony i Kształtowania Środowiska, Politechnika Białostocka, ul. Wiejska 45A, 15-351 Białystok, e-mail: k.micun@pb.edu.pl

STRESZCZENIE

W pracy podjęto próbę określenia wielkości sedymentacji w dnach zagłębień bezodpływowych Suwalskiego Parku Krajobrazowego oraz rozpoznania utworów je wypełniających. Na podstawie przeprowadzonych analiz utworów zbadano wielkość i rodzaj przekształceń zachodzących w zagłębieniach bezodpływowych w holocenie. Stwierdzono w nich obecność alochtonicznych osadów mineralnych, oraz autochtonicznych osadów jeziornych i biogenicznych. Pierwszą grupę stanowiły deluwia piaszczysto – gliniaste o maksymalnej miąższości do 1m. Do drugiej zaliczono mułki i ily jeziorne o miąższości kilkudziesięciu centymetrów oraz gytie i torfy o łącznej miąższości sięgającej 9 m. Sekwencja osadów w zagłębieniach Snołda, Łuśnin, Linówek wykazała wtórność depozycji deluwii w stosunku do akumulacji biogenicznej, która miała miejsce przez cały holocen. Gromadzenie osadów stokowych nasilało się jedynie w okresach wzrostu działalności gospodarczej na tym terenie. Duże nachylenia stoków i znaczne głębokości zagłębień bezodpływowych sprzyjają rozwojowi procesów stokowych. Materiał zdeponowany w obniżeniach pozostaje w nich unieruchomiony. Ogranicza to przestrzennie zasięg denudacji i tym samym oddziałuje stabilizująco na morfologię krajobrazu młodoglacjalnego.

Słowa kluczowe: zagłębienia bezodpływowe, krajobraz młodoglacjalny, deluwia.

THE ROLE OF KETTLE HOLES AS LOCAL SEDIMENTARY RESERVOIRS OF THE EARLY POST-GLACIAL LANDSCAPE OF SUWAŁKI LANDSCAPE PARK

SUMMARY

The study is an attempt to determine the size of sedimentation at the bottoms of the small kettle holes of Suwałki Landscape Park as well as the deposits that fill them. The size and the type of the transformations occurring in the kettle holes during the Holocene were determined on the basis of conducted analyses. The presence of allochtonic mineral deposits and autochtonic lacustrine and biogenic deposits was affirmed. The first group consisted of loam colluvium with a maximum thickness of up to 1m. The other one contains lacustrine clays and silts with a maximum thickness of several tens of centimeters and gyttjas and peats with a total thickness of up to 9 m. Sediments' sequence in Snołda, Łuśnin and Linówek depressions indicated a secondary nature of the colluvium deposition in relations to the biogenic accumulation that took place throughout the Holocene. Hillslope sediments accumulation intensified only in

times of economic activity growth in the area. Steep gradients of slopes and considerable depth of kettle holes favor the development of hillslope processes. The material accumulated in the depressions remains immobilised. This limits the spatial extent of the denudation and thus stabilises the morphology of early post-glacial landscape.

Keywords: kettle hole, early post-glacial landscape, colluvium.

WPROWADZENIE

Cechą charakterystyczną krajobrazów młodoglacjalnych jest obecność licznych zagłębień bezodpływowych. Obniżenia takie utożsamiane są z oczkami polodowcowymi i stanowią lokalne zbiorniki akumulacji osadów organicznych i mineralnych. Wśród obszarów młodoglacjalnych tereny Suwalskiego Parku Krajobrazowego wyróżniają się dużą ilością i różnorodnością zagłębień bezodpływowych. Pochodzenie zagłębień bezodpływowych w rzeźbie glacialnej najczęściej tłumaczy się wytopianiem brył martwego lodu [Galon, Roszkówna 1967; Klimaszewski 1981; Marks 1996; Błaszkiwicz 2005, 2008] lub nierównomierną akumulacją utworów lodowcowych [Klatkova 1997]. Okres ich powstawania przypada na schyłek plejstocenu i początek holocenu [Stasiak 1971], chociaż opisano w literaturze formy starsze [Błaszkiwicz 2005].

Akumulacja osadów alochtonicznych i autochtonicznych w oczkach polodowcowych trwa przez cały holocen. W wyniku akumulacji zagłębienia zmieniają stopniowo swoją morfologię, ulegają wypłyceciu, a ich zbocza stają się łagodniejsze. Często naturalne procesy przekształceń przyspiesza swoją działalnością człowiek. W wielu przypadkach bezpośrednia ingerencja prowadzi do włączenia zagłębień w odpływ powierzchniowy, co praktycznie powoduje ich likwidację. W związku z powyższym formy te odgrywają szczególną rolę w funkcjonowaniu krajobrazu młodoglacjalnego. Stąd niezwykle ważne staje się rozpoznanie procesów je kształtujących.

Celem pracy było poznanie wielkości sedymentacji w dnach zagłębień bezodpływowych i zbadanie osadów je wypełniających, oraz określenie rodzaju i wielkości przekształceń zachodzących w niewielkich zagłębieniach bezodpływowych w krajobrazie młodoglacjalnym Suwalskiego Parku Krajobrazowego.

MATERIAŁY I METODY

We wstępnym etapie badań dokonano wyboru obiektów pod względem ich cech morfologicznych. Cechy morfologiczne i morfometryczne form określono na podstawie analizy mapy topograficznej w skali 1:10 000 ark. Jeleniewo oraz ortofotomapy dostępnej na stronie www.geoportal.2.gov.pl. Powierzchnię całkowitą zagłębień mierzono do górnej krawędzi zboczy. Pomierzono również powierzchnię zlewni i dna zagłębienia, długość, szerokość maksymalną i średnią głębokość, a także powierzchnię zbiornika wodnego (tab. 1).

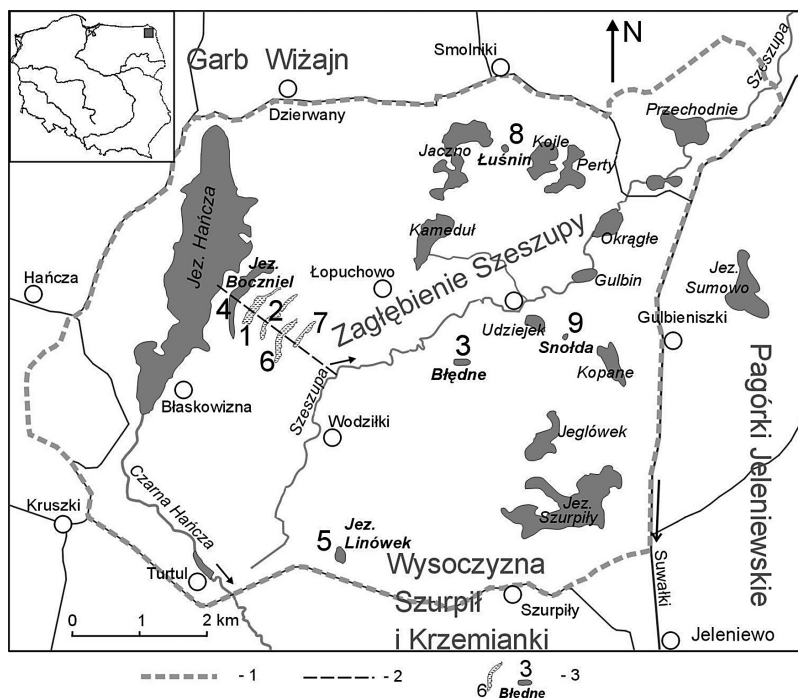
Tabela 1. Cechy morfologiczne zagłębień bezodpływowych w Suwalskim Parku Krajobrazowym**Table 1.** Morphologic features of the small kettle holes in the Suwałki Landscape Park

Nazwa zagłębienia	Powierzchnia zagłębienia			Głębokość średnia [m]	Wysokość [m n.p.m.]	Maks. nachyl. zboczy [%]	Jezioro [ha]	Kształt zagłębienia
	całkow. [ha]	zlewni [ha]	dna [ha]					
Błaskowizna 1	20,87	24,66	7,07	12,0	230,0	32,61	–	podłużny
Błaskowizna 2	11,25	19,41	4,52	10,5	230,0	51,26	–	podłużny
Błędne	7,96	15,22	3,77	8,5	180,5	32,61	2,49	owalny
Boczniel	43,94	52,91	23,8	12,5	227,6	52,38	16,69	podłużny
Linówek	15,84	21,02	8,94	10,0	199,5	49,30	2,55	nieregularny
Łopuchowo 1	13,52	23,34	5,28	12,5	217,5	42,37	0,05	podłużny
Łopuchowo 2	10,84	15,04	3,53	17,0	206,0	45,83	–	podłużny
Łuśnin	3,52	7,74	1,19	15,0	164,3	24,51	0,52	owalny
Snolda	4,16	7,18	1,46	14,0	163,5	32,79	0,46	owalny

W trakcie prac terenowych wykonano 28 sondowań świdrem ręcznym, maksymalnie do głębokości 10 m w utworach mineralnych i organicznych. Sondowania lokalizowano w górnej, środkowej i dolnej części stoku oraz w dnach obniżień. Na podstawie sondowań sporządzono przekroje geologiczne. W zależności od zróżnicowania utworów pobrano 50 próbek do analiz uziarnienia metodą sitową, dla drobniejszych frakcji uzupełnioną o analizę areometryczną metodą Prószyńskiego [Ostrowska, Gawliński, Szczubiałka 1991]. Pozwoliło to na rozpoznanie utworów występujących w otoczeniu obniżień i wyodrębnienie osadów deluwialnych w obniżeniach. Utwory organiczne wstępnie rozpoznano makroskopowo, a następnie przeprowadzono uproszczoną analizę mikroskopową torfów [Tobolski 2000]. Umożliwiło to rozpoznanie budowy torfowisk w wybranych zagłębieniach i oszacowanie wielkości akumulacji biogenicznej.

OBIEKTY BADAŃ

Badaniami objęto 9 zagłębień bezodpływowych w różnych częściach Suwalskiego Parku Krajobrazowego (rys. 1). Wybrane obiekty leżą na terenie rozległego wytopiska nazywanego Zagłębieniem Szeszupy [Pietkiewicz 1928] i w południowej części Garbu Wiżajn. Zajmują powierzchnie od 3,5 do ponad 40 ha. W większości przypadków w ich dnach występują niewielkie zbiorniki wodne. Są to jeziora Linówek, Błędne, Łuśnin, Snolda, Boczniel. W pozostałych zagłębieniach jeziora są w stanie zaniku (Łopuchowo 1) lub nie występują (Błaskowizna 1, Błaskowizna 2, Łopuchowo 2). Wybrane obiekty zaliczane są do zagłębień podtypu wysoczyzno-



Rys. 1. Lokalizacja obiektów badań na terenie Suwałskiego Parku Krajobrazowego:

1 – granica parku krajobrazowego, 2 – linia przekroju, 3 – obiekty badań

Fig. 1. Location of the research objects in Suwałki Landscape Park: 1 – border of the landscape park, 2 – cross-section line, 3 – research objects

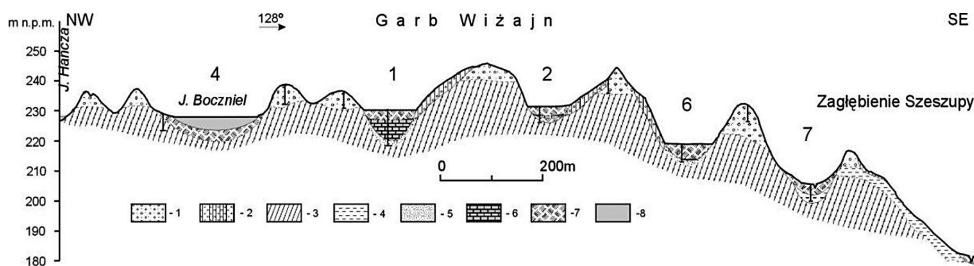
wego o przewadze funkcji retencyjno-regulującej nad funkcjami alimentacyjną i drenującą [Jarmużyńska, Kaftan 1988].

Pod względem morfologii analizowane zagłębienia można podzielić na obiekty owalne (Linówek, Sności) lub silnie wydłużone (Błaskowizna, Bocznajel, Łopuchowo). Wszystkie charakteryzują się znaczną głębokością w stosunku do otaczającego terenu. Średnio wynosi ona około 15 m, a maksymalnie może osiągać ponad 25 m. Stoki są strome, o nachyleniach sięgających 30° (30 – 52%) (tab. 1).

WYNIKI BADAŃ

Obecna rzeźba tego terenu kształtowała się w czasie zlodowacenia wisły [Ber 1972, 1981, 2000]. Na powierzchni terenu występują utwory lodowcowe i wodnolodowcowe pochodzące z tego zlodowacenia oraz utwory holocenijskie. Do pierwszej grupy należą piaski, żwiry, gliny i głązy lodowcowe moren czołowych, gliny zwałowe moreny dennej, mułki i ropy zastoiskowe oraz piaski, mułki, ropy kemów. Drugą grupę stanowią torfy oraz namuły zagłębien bezodpływowych [Ber 1972].

Największe formy wypukłe utworzone są z żwirów, piasków i głazów lodowcowych, na zboczach otulonych glinami. Otaczają one obniżenia Boczniel, Błaskowizna 1, 2, Łopuchowo 1, 2. W dnach tych obniżeń występują utwory trudno przepuszczalne: gliny, ropy, mułki o zróżnicowanej miąższości (rys. 2). Wzniesienia wokół zagłębień Łuśnin, Snołda zbudowane są z piasków i mułków kemów, a w ich dnach przeważają holoceneskie namuły piaszczyste, przechodzące w centralnej części w namuły torfiaste i torfy małej miąższości. Zagłębienie Linówek znajduje się w otoczeniu piasków i żwirów fluwioglacjalnych wyższego poziomu sandrowego, a jego dno wypełniają holoceneskie torfy.



Rys. 2. Przekrój geologiczny od Jeziora Hańcza do Zagłębienia Szeszupy (obiekty 4,1,2,6,7): 1 – żwiry i piaski z głazami, lodowcowe, 2 – żwiry gliniaste i głazy lodowcowe, 3 – gliny, 4 – ropy zastoiskowe i jeziorne, 5 – piaski ze żwirami, ablacyjne, 6 – gytie, 7 – torfy, 8 – woda

Fig. 2. Geological cross-section between Lake Hańcza and the Szeszupa river depression (objects 4,1, 2, 6, 7): 1 – glacial gravels, sands and boulders, 2 – glacial clayey gravels and boulders, 3 – tills, 4 – ice-dammed and lacustrine clays, 5 – ablation sands with gravels, 6 – gyttjas, 7 – peats, 8 – water

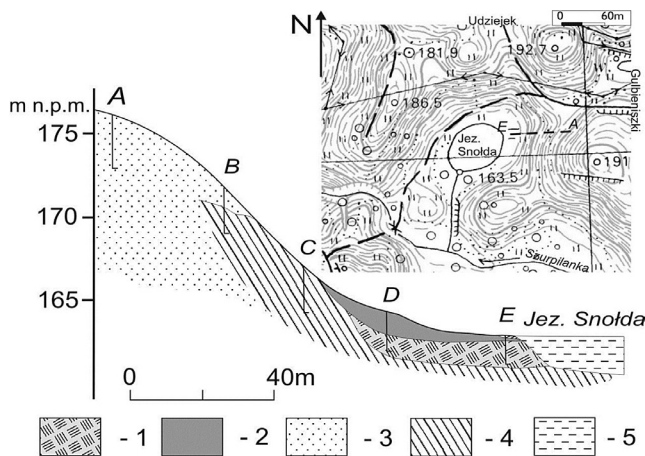
Zagłębienia bezodpływowe stanowią lokalne zbiorniki sedymentacji osadów alochtonicznych i autochtonicznych. Pod względem osadów dennych badane obiekty można podzielić na dwie grupy: zagłębienia z przewagą osadów mineralnych i zagłębienia z przeważającymi osadami organicznymi. Pierwszą grupę charakteryzuje obecność deluwii w dolnych partiach stoków i w dnie. Tak wykształcone osady denne stwierdzono w zagłębieniach: Błędne, Łuśnin, Snołda, a częściowo również Linówek i Łopuchowo 1. Miąższość deluwii wzrasta w miarę przemieszczania w dół stoku, aby osiągnąć największe wartości u ich podnóża, następnie ich ilość zmniejsza się ku środkowi zagłębienia, jednak nigdzie nie przekracza 1 m. W dolnej partii zbocza deluwia mają grubość od 0,4 do 0,7 m. Największą zmierzono w zagłębieniach Linówek (1,0 m), Snołda i Łuśnin (0,9 m). Skład granulometryczny deluwii jest zróżnicowany w zależności od lokalnych warunków litologicznych. Z reguły są to piaski gliniaste, niekiedy utwory zwięzlejsze. W deluwii zagłębienia Snołda przeważa frakcja piaszczysta (52–55%), ale domieszka frakcji ilastej przekracza 35%. W najniższych położeniach wzrasta udział żwirów do prawie 20%, a maleje ropy (tab. 2).

Tabela 2. Udział procentowy ziaren różnych frakcji w deluwjach wybranych zagłębień bezodpływowych. Średnica ziarna w jednostkach ϕ i w mm

Table 2. The percentage of different grain fractions in colluvium in selected kettle holes. Grain diameter in units of ϕ and in mm

Obiekt		Fracja żwirowa	Fracja piaszkowa					Fracja pyłowa		Fracja ilowa		
Nazwa próbki	Głębokość [cm]		-1	0	0,32	1	2	3,32	4,32	5,64	7,64	8,96
		>2	1	0,8	0,5	0,25	0,1	0,05	0,02	0,005	0,002	<0,002
Snolda II	30–50	16,08	15,13	0,86	3,10	10,96	21,19	5,69	5,92	6,60	7,06	7,41
Snolda III	30–50	2,72	2,66	2,06	2,46	4,93	23,54	19,65	7,84	8,37	19,09	6,68
Snolda III	70–90	21,77	10,34	4,10	2,42	7,51	18,72	7,04	5,04	5,58	10,29	7,19
Snolda IV	30–50	7,80	6,12	4,02	1,63	3,07	11,73	9,33	11,60	9,62	26,78	8,30
Snolda V	30–50	18,60	14,73	18,01	4,69	5,94	11,59	4,11	4,85	4,31	7,97	5,20
Łopuchowo 1/ II	30–50	5,97	6,67	0,31	2,98	15,69	40,51	6,10	5,53	4,53	7,83	3,88
Łopuchowo 1/ III	50–70	20,98	9,89	0,30	3,29	13,84	26,55	5,69	4,49	4,15	6,40	4,42
Łopuchowo 1/ IV	50–70	23,31	9,97	0,59	6,13	14,60	26,98	2,85	3,73	2,56	5,03	4,25
Łuśnin	50–70	6,98	7,23	3,55	4,68	18,08	26,16	7,59	5,82	5,30	6,32	8,29

Podobnie przedstawia się skład granulometryczny deluwji w zagłębieniach Błędne, Łuśnin i Linówek. W zbiornikach tych często obserwuje się „zazębianie” utworów organicznych dna z deluwjami ze stoku. W obniżeniach Błędne, Linówek i Snolda warstwa deluwji przykrywa torfy (rys. 3). W Linówku ma ona grubość 0,9 m, a w Snoldzie 0,3 m. Dowodzi to jednoznacznie wtórności procesów

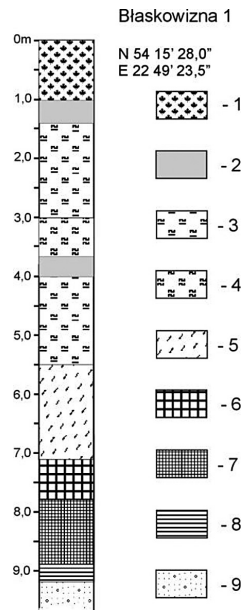


Rys. 3. Przekrój przez wschodnie zbocze obniżenia Snolda: 1 – torf, 2 – deluwia, 3 – piaski kemów, 4 – glina, 5 – woda

Fig. 3. Snolda kettle hole east slope cross-section: 1 – peat, 2 – colluvium, 3 – kame sands, 4 – till, 5 – water

stokowych w stosunku do akumulacji biogenicznej lub wskazuje na ich paralelny przebieg, w przypadku „zazębienia”.

W drugiej grupie obniżen deluwia prawie nie występują, a dna ich wypełniają niemal wyłącznie utwory organiczne i jeziorne. Stoki aż do podnóży są „czyste”, jedynie lokalnie pojawiają się głązy narzutowe pochodzące ze zboczy. Utwory jeziorne i organiczne w tych zagłębieniach osiągają znaczne miąższości: Błaskowizna 1–9,1 m (nawet ponad 10 m – Gałka, Sznel 2013), Łopuchowo 1–6,5 m, Łopuchowo 2–6,3 m. W obiekcie Błaskowizna 1 osady biogeniczne są podścielone 20 cm warstwą mułków jeziornych, zalegającą na piaskach różnoziarnistych ze żwirkami pochodzenia ablacynego (rys. 4). W spągu torfowiska występuje gytia drobnodetrytusowa oliwkowo-szara i grubodetrytusowa oliwkowa o łącznej miąższości 2,0 m. Na niej zalega torf mszysty i mszysto-zielny, oliwkowo-zielony, silnie rozłożony. Od głębokości 5,3 m do powierzchni występują torfy przejściowe i wysokie, głównie sfagnowo-wełniankowe i wełniankowe o średnim stopniu rozkładu. Przewarstwienia torfu wełniankowego stwierdzono na głębokości 1,4–2,1 m i 3,0–3,7 m (rys. 4). Na głębokości od 1 do 4 m torfy są silnie uwodnione, w takim stopniu, że pomiędzy 1,0–1,4 i 3,7–4,0 nie udało się pobrać osadu. Jest to zapewne zanikająca soczewka wodna. Podobnie przedstawia się sekwencja osadów jeziornych i torfów w zbiornikach Błaskowizna 2, Łopucho-

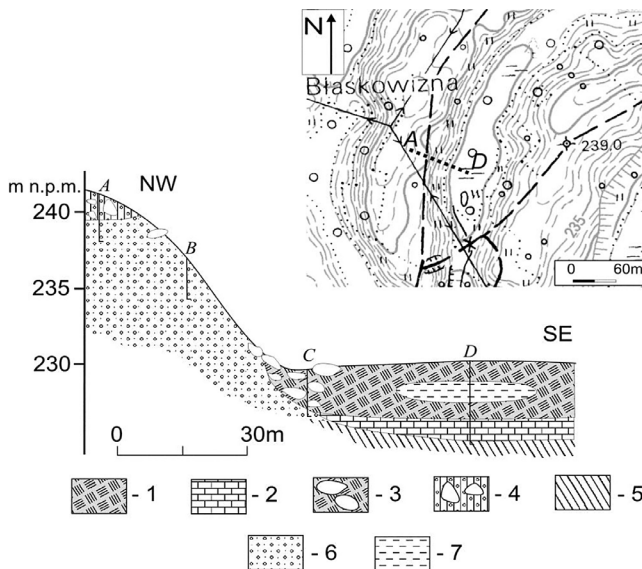


Rys. 4. Sondowanie w zagłębieniu Błaskowizna 1: 1 – torf torfowcowy, 2 – woda, 3 – t. wełniankowo-torfowcowy, 4 – torf wełniankowy, 5 – t. mechowiskowy, 6 – gytia grubo detrytusowa, 7 – gytia drobnodetrytusowa, 8 – il, 9 – piasek ze żwirami

Fig. 4. Błaskowizna 1 kettle hole drilling: 1 – Sphagnum peat, 2 – water, 3 – cotton-grass - Sphagnum peat, 4 – cotton-grass peat, 5 – moss peat, 6 – coarse detritus gyttja, 7 – fine detritus gyttja, 8 – lacustrine clay, 9 – sand with gravels

wo 1 i 2. Tam również w spągu występuje gytia drobno- i grubodetrytusowa, ale jej miąższość nie osiąga 1 m. Na niej zalegają torfy mszyste i mszysto-zielne lub zielne. Nie we wszystkich zbiornikach wykształciły się torfowiska wysokie (Boczniel, Błaskowizna 2, Łopuchowo 1) lub ich występowanie ogranicza się tylko do niewielkich powierzchni w środkowej części obniżenia (Łopuchowo 2).

Specyficzną cechą utworów wypełniających te obniżenia jest obecność głazów wśród torfów w strefie przybrzeżnej. Taką sytuację stwierdzono przy zachodnich brzegach Jeziora Boczniel oraz w zagłębieniu Błaskowizna 2 (rys. 5). Jest to materiał alochtoniczny, który dostał się do obniżenia w efekcie odpadania ze stromych stoków. Mamy tu więc skutek działania procesu kojarzonego z obszarami górskimi i bardzo nietypowego dla terenów nizinnych.



Rys. 5. Przekrój przez zachodnie zbocze obniżenia Błaskowizna 2: 1 – torf, 2 – gytia, 3 – głazy w torfie, 4 – glina z głazami, 5 – glina, 6 – piaski żwiru lodowcowe, 7 – woda

Fig. 5. Błaskowizna 2 kettle hole west slope cross-section: 1 – peat, 2 – gyttja, 3 – boulders in peat, 4 – till with boulders, 5 – till, 6 – glacial sands and gravels, 7 – water

DYSKUSJA

Pochodzenie zagłębień bezodpływowych w krajobrazie młodogłacialnym jest w większości przypadków wytopiskowe po zaniku brył martwego lodu zagrzebanych w utworach morenowych lub sandrowych [Klimaszewski 1981, Klatkowa 1997, Błaskiewicz 2005, 2008]. Bardziej złożoną genezę mają zagłębienia położone na wschód od Jeziora Hańcza: Boczniel, Błaskowizna 1, 2, Łopuchowo 1 i 2. Powstawały one pierwotnie jako efekt egzaracji czyli zdzierania podłoża przez lob lodowcowy

i stanowiły część misy końcowej. Utworzone wówczas zagłębienie końcowe zostało podzielone podczas recesji garbami moren czołowych. Potwierdzeniem złożonej genezy wymienionych zagłębień jest brak jakichkolwiek form związanych z wytańaniem martwego lodu w ich bezpośrednim otoczeniu (kemów, moren martwego lodu, tarasów kemowych).

Wszystkie badane zagłębienia na przełomie plejstocenu i holocenu funkcjonowały jako zbiorniki wodne, na co wskazuje obecność gytii w osadach dennych tych zagłębień. Na istnienie „fazy jeziornej” u schyłku plejstocenu i na początku holocenu na tych obszarach, a także w Polsce północno-wschodniej, wskazywało wielu autorów, min. Żurek [1992], Drzymulska [2006], Kupryjanowicz [2008], Micun [2009].

W tych zbiornikach od początku holocenu, a niekiedy nawet od allrødu i bøllingu następowała akumulacja osadów jeziornych głównie gytii, a następnie torfów. Pokłady gytii osiągają zmienne miąższości, ale maksymalnie w Błaskowiznie 1 przekraczają 7 m [Gałka, Szel 2013]. Procesy łądowacenia tych zbiorników nasiliły się w początkowych fazach holocenu [Stasiak 1971, Gałka i in. 2014] i trwają do czasów obecnych np. w zbiornikach Linówek, Rutka, Szurpiły [Micun 1996].

Na stokach obniżen, z różną intensywnością w czasie i przestrzeni, zachodziły procesy denudacyjne. Największe znaczenie miały spełzywanie i splukiwanie [Smolska 2002]. Niekiedy występowały procesy bardziej gwałtowne np. osuwanie [Micun 1996], a nawet odpadanie, którego efekty zaobserwowano na zboczach obiektów Boczniel i Błaskowizna 2. Aktywność procesów stokowych zależała od wielu czynników, nachylenia i morfologii stoku, budowy geologicznej, warunków klimatycznych i hydrologicznych oraz stanu pokrywy roślinnej. Największym zmianom w czasie holocenu podlegał ostatni czynnik, dlatego można przyjąć, że to pokrycie roślinne stoków regulowało dostawę osadów do zagłębień bezodpływowych. Wielkość denudacji i tym samym wielkość dostawy materiału alochtonicznego do zagłębień wzrastała w okresach wylesień. Wyraźnie zaznacza się korelacja powstawania osadów stokowych z rozwojem działalności gospodarczej człowieka na tym obszarze.

W dnach zagłębień bezodpływowych na terenie Suwalskiego Parku Krajobrazowego stwierdzono obecność osadów mineralnych i organicznych. Obecność deluwii na osadach organicznych wskazuje na pierwszeństwo akumulacji biogenicznej. Początek depozycji osadów organicznych w zagłębieniach tego obszaru miał miejsce około 11 700 BP (Before Present) – Jez. Linówek [Gałka i in. 2014]. Podobne daty zainicjowania sedymentacji osadów biogenicznych uzyskano dla pobliskich obniżen: Jez. Kojle 11600BC (Before Christ) [Gałka, Szel 2013], Hańcza 10900BC [Lauterbach i in. 2011], Wigry 13700BP [Zawisza, Szeroczyńska, 2007]. W tym czasie powstała warstwa osadów maksymalnie przekraczająca 9 m (Błaskowizna 1). Przyjmując w dużym uproszczeniu podobne tempo akumulacji w całym holocenie, otrzymamy średnią, przybliżoną wartość przyrostu osadów biogenicznych 0,6–0,9 mm na rok.

Okres powstawania deluwii nie obejmuje całego holocenu, leżą one na osadach organicznych, a w zagłębieniu Snołda również na glebie kopalnej. Późniejsze uruchomienie procesów stokowych, jak już wspomniano, jest skutkiem intensyfi-

kacji działalności gospodarczej człowieka w tym regionie. Miała ona miejsce w dwóch przedziałach czasowych, około 800 do 1250 n.e. oraz od około 1700 roku do chwili obecnej [Stasiak 1971, Brzozowski, Siemaszko 2005, Gałka i in. 2014]. Zatem możemy stwierdzić, że warunki sprzyjające denudacji na zboczach zagłębień bezodpływowych na terenie Suwalszczyzny istniały przez zaledwie około 750 lat. Uogólniając możemy oszacować, że roczny przyrost deluwiów w tym czasie osiągał wielkość około 1 mm na rok. Podobne wartości erozji dla stoków użytkowanych rolniczo na Suwalszczyźnie podaje Smolska [2002]. Wartości prawie o połowę mniejsze określono dla młodoglacjalnych terenów Pojezierza Gnieźnieńskiego [Szafranski i in. 1997]. Na stokach z naturalną roślinnością te wartości są do 150 razy mniejsze. Zadarnianie stoków obserwowane w ostatnich dziesięcioleciach ograniczyło, zatem znacząco dostawę materiału alochtonicznego do zagłębień i tym samym spowolniło przyrost deluwiów.

WNIOSKI

1. Zagłębienia bezodpływowe są charakterystycznym elementem rzeźby młodoglacjalnej. Stanowią one lokalne zbiorniki sedymentacyjne, będące miejscem gromadzenia osadów alochtonicznych i autochtonicznych. W grupie badanych zagłębień oprócz form typowo wytopiskowych znalazły się formy o genezie egzaracyjno-wytopiskowej.
2. Ewolucja zagłębień bezodpływowych w Suwalskim Parku Krajobrazowym przebiegała podobnie jak na innych terenach młodoglacjalnych. Pod koniec plejstocenu i w początkach holocenu utworzyły się w nich zbiorniki wodne. Jeziora ulegały stopniowo lądowaceniowi, a tempo ich zanikania było zróżnicowane.
3. Depozycja osadów alochtonicznych w zagłębieniach bezodpływowych ulegała znacznemu przyśpieszeniu w okresach intensyfikacji działalności gospodarczej człowieka na tym obszarze. Utworzenie Suwalskiego Parku Krajobrazowego i ograniczenie uprawy na wielu obszarach, zahamowało proces denudacji i dostawę materiału do den zagłębień. Wielkość sedymentacji w zagłębieniach w holocenie sięgała od 0,5 do 1,0 mm na rok.
4. Obecność zagłębień bezodpływowych w krajobrazie młodoglacjalnym, a szczególnie cechy ich morfologii (stromość zboczy, znaczne głębokości), prowokują aktywizację procesów denudacyjnych. Jednocześnie materiał, który trafia do zagłębień w nich pozostaje. Dzięki temu zagłębienia bezodpływowe działają stabilizująco na rzeźbę młodoglacjalną.

Podziękowania

Badania wykonano w ramach realizacji pracy statutowej nr S/WBiIŚ/1/2014

LITERATURA

1. Ber A., 1972. Mapa Geologiczna Polski 1:50 000. Arkusz Jeleniewo wraz z objaśnieniami. Wyd. Geologiczne. Warszawa.
2. Ber A., 1981: Pojezierze Suwalsko-Augustowskie. Przewodnik geologiczny. Wyd. Geologiczne. Warszawa, 192.
3. Ber A., 2000. Plejstocen Polski północno-wschodniej w nawiązaniu do głębszego podłoża i obszarów sąsiednich. Prace Państw. Inst. Geolog., T. CLXX. Warszawa, 170.
4. Ber A., 2006. Pleistocene interglacials and glaciations of northeastern Poland compared to neighbouring areas. *Quat. Int.* 149, 12–23.
5. Błaszkiwicz M., 2005. Późnoglacialna i wczesnoholocenska ewolucja obniżen jeziornych na Pojezierzu Kociewskim (Wschodnia część Pomorza). Prace Geograficzne IGiPZ PAN 201. Warszawa, 192.
6. Błaszkiwicz M., 2008. Wytapianie się pogrzebanych brył martwego lodu w późnym glacialu i wczesnym holocenie a zdarzenia ekstremalne. *Landform Analysis* 8, 9–12.
7. Brzozowski J., Siemaszko J., 2005. Najstarsze dzieje okolic Suwałk. [W:] J. Kopiała (red.) Suwałki miasto nad Czarną Hańczą. Wydawnictwo Hańcza. Suwałki, 67–87.
8. Drzymulska D., 2006. The Late Glacial and Holocene water bodies of Tańboly and Kładkowe Bagno mires (Puszcza Knyszyńska Forest): Genesis and development. *Limnol. Rev.* 6, 73–78.
9. Galon R., Roszkówna L., 1967. Zasięg zlodowaceń skandynawskich i ich stadiów recesyjnych na obszarze Polski. [w:] Czwartorzęd Polski. PWN. Warszawa, 18–38.
10. Gałka M., Sznal M., 2013. Late glacial and Early Holocene development of lakes in northeastern Poland in view of plant macrofossil analyses. *Quat. Int.* 292, 124–135.
11. Gałka M., Tobolski K., Zawisza E., Goslar T., 2014. Postglacial history of vegetation, human activity and lake-level changes at Jezioro Linówek in northeast Poland, based on multi-proxy data. *Vegetation History and Archaeobotany* 23, 123–152.
12. Jarmużyńska T., Kaftan J., 1988. Stan i ocena stosunków wodnych Suwalszczyzny. *Zesz. Nauk. Kom. Nauk PAN. Człowiek i Środowisko* 12/1, 79–93.
13. Klatkowa H., 1997. Zagłębienia bezodpływowe w Polsce środkowej i przydatność analizy ich wypełnień do interpretacji paleogeograficznych. *Acta Universitatis Lodzianensis. Folia Geographica Physica* 1, 23–45.
14. Klimaszewski M., 1981. Geomorfologia. Wydawnictwo Naukowe PWN Warszawa, 1064.
15. Kupryjanowicz M., 2008. Vegetation and climate of the Eemian and Early Vistulian lakeland in northern Podlasie. *Acta Paleobotanica.* 48(1), 3–130.
16. Lauterbach S., Brauer A., Andersen N., Danielopol D.L., Dulski P., Hüls M., Milecka K., Namiotko T., Plessen B., Von Grafenstein U., DecLakes participants, 2011. Multi-proxy evidence for early to mid-Holocene environmental and climatic changes in northeastern Poland. *Boreas* 40, 57–72.
17. Marks L., 1996. Rola martwego lodu w kształtowaniu mis jeziornych obecnych pojezierzy. *Acta Geographica Lodzianensis* 71, 181–193.
18. Micun K., 1996. Naturalne i antropogeniczne zmiany rzeźby okolic Jeziora Szurpiły w neholocenie. *Zesz. Nauk. P.Białost. Inż. Środ* 9, 159–183.
19. Micun K., 2009. Lacustrine deposits in northern part of the Knyszyńska Forest – the remains of water bodies. *Journal of Water and Land Development.* 13b, 137–147.

20. Ostrowska A., Gawliński S., Szczubiałka Z., 1991. Metody analizy i oceny właściwości gleb i roślin. Dział Wydawnictw IOŚ. Warszawa, 334.
21. Pietkiewicz S., 1928. Pojezierze Suwalszczyzny Zachodniej. (Zarys morfologii lodowcowej). *Przegląd Geograficzny* 8, 168–222.
22. Smolska E., 2002. The intensity of soil erosion in agricultural areas in North-Eastern Poland. *Landform Analysis* 3, 25–33.
23. Stasiak J., 1971. Holocen Polski Północno-Wschodniej. *Rozprawy Uniwersytetu Warszawskiego* 47, 1–110.
24. Szafrąński C., Fiedler M., Stasik R., 1997. Wpływ przebiegu warunków meteorologicznych na stopień zagrożenia erozją wodną gleb Pojezierza Gnieźnieńskiego. *Roczniki Akademii Rolniczej w Poznaniu CCXCIV*, 141–149.
25. Tobolski K., 2000. Przewodnik do oznaczania torfów i osadów jeziornych. Wydawnictwo Naukowe PWN. Warszawa, 509.
26. Zawisza E., Szeroczyńska K., 2007. The development history of Wigry Lake as shown by subfossil Cladocera. *Geochronometria* 27, 67–74.
27. Żurek S. 1992. Stratygrafia, rozwój i kierunki sukcesyjne torfowisk strefy wododziałowej w Puszczy Knyszyńskiej. *Zesz. Nauk. Pol. Białost. Inż. Środ.* 5, 253–319.