

**PAŃSTWOWY INSTYTUT GEOLOGICZNY
PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY**

OPRACOWANIE ZAMÓWIONE PRZEZ MINISTRA ŚRODOWISKA

**OBJAŚNIENIA
DO MAPY GEOŚRODOWISKOWEJ POLSKI
1:50 000**

Arkusz JEZIORANY (138)



MINISTERSTWO
ŚRODOWISKA

Warszawa 2012

Autorzy: Marek Gałka*, Izabela Bojakowska*, Paweł Kwecko*
Hanna Tomassi-Morawiec*, Krystyna Wojciechowska**

Główny koordynator MGŚP: Małgorzata Sikorska-Maykowska*

Redaktor regionalny planszy A: Katarzyna Strzeмиńska*

Redaktor regionalny planszy B: Joanna Szyborska-Kaszycka*

Redaktor tekstu: Joanna Szyborska-Kaszycka *

* Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa

** Przedsiębiorstwo Geologiczne POLGEOL SA, ul. Berezyńska 39, 03-908 Warszawa

ISBN.....

Spis treści

I.	Wstęp – <i>M. Gałka</i>	3
II.	Charakterystyka geograficzna i gospodarcza – <i>M. Gałka</i>	4
III.	Budowa geologiczna – <i>M. Gałka</i>	6
IV.	Złoża kopalin – <i>M. Gałka</i>	10
V.	Górnictwo i przetwórstwo kopalin – <i>M. Gałka</i>	13
VI.	Perspektywy i prognozy występowania kopalin – <i>M. Gałka</i>	16
VII.	Warunki wodne – <i>M. Gałka</i>	18
	1. Wody powierzchniowe.....	18
	2. Wody podziemne.....	18
VIII.	Geochemia środowiska.....	21
	1. Gleby – <i>P. Kwecko</i>	21
	2. Osady wodne – <i>I. Bojakowska</i>	24
	3. Pierwiastki promieniotwórcze – <i>H. Tomassi-Morawiec</i>	27
IX.	Składowanie odpadów – <i>K. Wojciechowska</i>	30
X.	Warunki podłoża budowlanego – <i>M. Gałka</i>	36
XI.	Ochrona przyrody i krajobrazu – <i>M. Gałka</i>	38
XII.	Zabytki kultury – <i>M. Gałka</i>	40
XIII.	Podsumowanie – <i>M. Gałka, K. Wojciechowska</i>	42
XIV.	Literatura	43

I. Wstęp

Arkusze Jeziorany Mapy geośrodowiskowej Polski (MGP) w skali 1:50 000 zostały wykonane w Oddziale Górnośląskim Państwowego Instytutu Geologicznego – Państwowego Instytutu Badawczego w Sosnowcu (plansza A) oraz Państwowym Instytucie Geologicznym – Państwowym Instytucie Badawczym w Warszawie i w Przedsiębiorstwie Geologicznym Polgeol SA w Warszawie (plansza B), zgodnie z „Instrukcją opracowania Mapy geośrodowiskowej Polski w skali 1:50 000” (2005). Przy jego opracowywaniu wykorzystano informacje zamieszczone w Mapie geologiczno-gospodarczej Polski w skali 1:50 000 arkusz Jeziorany (Jurczak-Drabek, 2006).

Mapa geośrodowiskowa składa się z dwóch plansz – plansza A zawiera zaktualizowaną treść Mapy geologiczno-gospodarczej Polski, a plansza B warstwę informacyjną „Zagrożenia powierzchni ziemi”, opisującą tematykę geochemii środowiska i warunki do składowania odpadów.

Plansza A przedstawia dane zgrupowane w następujących warstwach informacyjnych: kopaliny, górnictwo i przetwórstwo, wody powierzchniowe i podziemne, warunki podłoża budowlanego oraz ochrona przyrody i zabytków kultury.

Dane i oceny geośrodowiskowe zaprezentowane na planszy B zawierają elementy wiedzy o środowisku przyrodniczym, niezbędne przy optymalnym typowaniu funkcji terenów w planowaniu przestrzennym poszczególnych jednostek administracji państwowej. Wskazane na mapie naturalne warunki izolacyjności podłoża są wskazówką nie tylko dla bezpiecznego składowania odpadów, lecz także powinny być uwzględniane przy lokalizowaniu innych obiektów, zaliczanych do kategorii szczególnie uciążliwych dla środowiska i zdrowia ludzi, lub mogących pogarszać stan środowiska. Informacje dotyczące zanieczyszczenia gleb i osadów dennych wód powierzchniowych są użyteczne do wskazywania optymalnych kierunków zagospodarowania terenów zdegradowanych.

Mapa adresowana jest przede wszystkim do instytucji, samorządów terytorialnych i administracji państwowej zajmujących się racjonalnym zarządzaniem zasobami środowiska przyrodniczego. Analiza jej treści stanowi pomoc w realizacji postanowień ustaw o zagospodarowaniu przestrzennym i prawa ochrony środowiska. Informacje zawarte w mapie mogą być wykorzystywane w pracach studialnych przy opracowywaniu strategii rozwoju województwa oraz projektów i planów zagospodarowania przestrzennego, a także w opracowaniach ekofizjograficznych. Przedstawiane na mapie informacje środowiskowe stanowią ogromną pomoc

przy wykonywaniu wojewódzkich, powiatowych i gminnych programów ochrony środowiska oraz planów gospodarki odpadami.

Przy sporządzaniu tej mapy wykorzystano materiały archiwalne i publikowane z zasobów: Centralnego Archiwum Geologicznego Państwowego Instytutu Geologicznego – Państwowego Instytutu Badawczego, Urzędu Marszałkowskiego Województwa Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie, Instytutu Uprawy, Nawożenia i Gleboznawstwa w Puławach, Wojewódzkiego Inspektoratu Ochrony Środowiska w Olsztynie oraz urzędów administracji lokalnej. Zebrane informacje uzupełnione zostały zwiadem terenowym przeprowadzonym w sierpniu 2011 roku.

Mapa jest opracowana w wersji cyfrowej. Dane dotyczące złóż kopalin zostały zamieszczone w kartach informacyjnych opracowanych dla komputerowej bazy danych o złożach.

II. Charakterystyka geograficzna i gospodarcza

Obszar objęty arkuszem Jeziorany rozciąga się między 53°50' a 54°00' szerokości geograficznej północnej i 20°30' a 20°45' długości geograficznej wschodniej.

Pod względem administracyjnym omawiany obszar należy do województwa warmińsko-mazurskiego. Przeważająca jego część znajduje się w granicach administracyjnych powiatu olsztyńskiego, w skład którego wchodzi gminy: Jeziorany, Barczewo, Dywity i Dobre Miasto. Niewielki fragment w północnej części obszaru arkusza należy do gminy Lidzbark Warmiński (powiat lidzbarski).

Według podziału fizyczno-geograficznego Polski (Kondracki, 2001) cały obszar arkusza leży w obrębie mezoregionu Pojezierze Olsztyńskie, które jest częścią makroregionu Pojezierze Mazurskie (fig.1).

Pojezierze Olsztyńskie jest zachodnią częścią Pojezierza Mazurskiego. Jest to obszar wysoczyzny polodowcowej powstałej w czasie recesji zlodowacenia wisły. Jest on zróżnicowany morfologicznie, deniwelacje terenu dochodzą do 100 m, a w centralnej części obszaru wzniesienia moren czołowych sięgają nawet do około 200 m n.p.m. Wysokość względna niektórych form morfologicznych dochodzi do 70 m. W północno-zachodniej części arkusza oraz w rejonie jeziora Wadąg przeważają osady akumulacji wodnolodowcowej. Zdecydowanie większą część powierzchni omawianego obszaru stanowi wysoczyzna falista, z różnorodnymi formami akumulacyjnymi i zagłębieniami bezodpływowymi. W niektórych z nich powstały jeziora. Obniżenia morfologiczne wypełniają utwory organiczne. W południowej i środkowej części obszaru arkusza występują faliste powierzchnie sandrowe i zastoiskowe oraz tarasy

kemowe. Powierzchnia terenu wyraźnie obniża się w kierunku doliny Symsarny i jeziora Wadąg do około 120 m n.p.m. (Morawski, 2003).

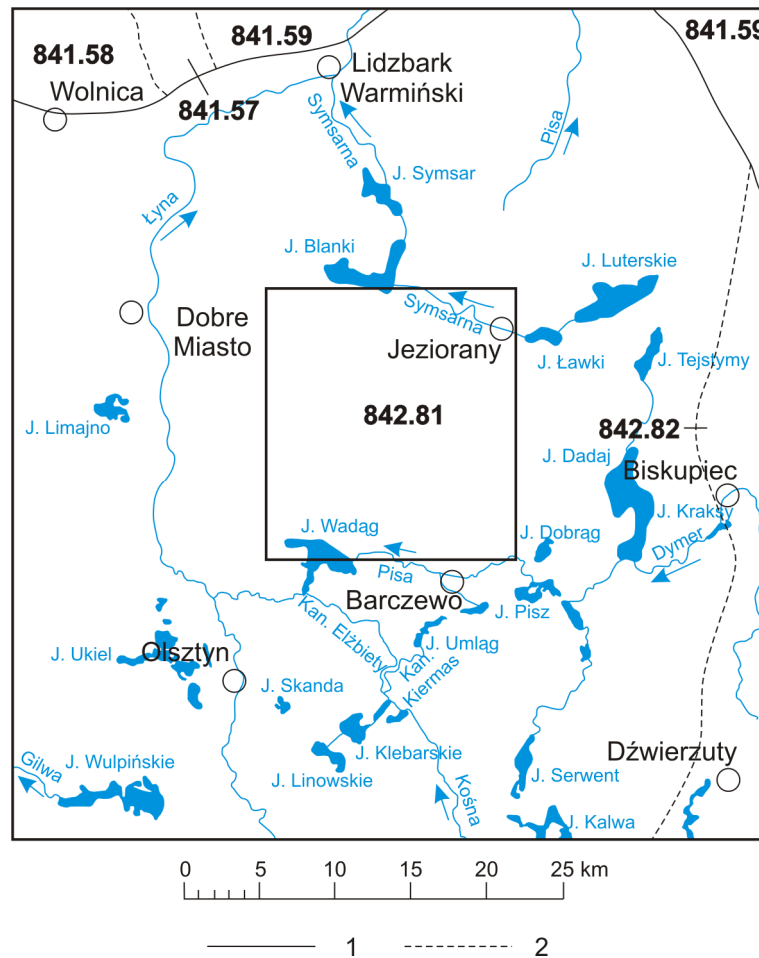


Fig. 1. Położenie arkusza Jeziorany na tle jednostek fizycznogeograficznych wg J. Kondrackiego (2001)

1 – granica makroregionu, 2 – granica mezoregionu,

Prowincja: Niż Wschodniobałtycko-Białoruski,

Podprowincja: Pobrzeża Wschodniobałtyckie,

Mezoregion Niziny Staropruskiej: 841.57 – Wzniesienia Górowskie, 841.58 – Równina Ornecka, 841.59 – Równina Sępopolska

Mezoregiony Pojezierza Mazurskiego: 842.81 – Pojezierze Olsztyńskie, 842.82 – Pojezierze Mrągowskie

Pod względem klimatycznym obszar arkusza Jeziorany należy do mazurskiej dzielnicy klimatycznej (Wiszniewski, 1973). Charakteryzuje ją wysoka względna wilgotność powietrza (średnio około 70%) oraz średnie roczne temperatury powietrza od +6,5 do +7,2°C. Roczne opady atmosferyczne nieco przekraczają średnią krajową i wynoszą od 620 do 650 mm/rok. Pokrywa śnieżna utrzymuje się od 80 do 100 dni w roku. W ciągu roku przeważają wiatry z kierunku zachodniego i północno-zachodniego.

Użytki rolne obejmują około 60% powierzchni całego arkusza. Występują tu gleby chronione zaliczane do klas bonitacyjnych IIIa, IIIb i IVa. Lasy zajmują kilka procent powierzchni arkusza i występują głównie w południowej i północnej części arkusza mapy.

W granicach opisywanego obszaru znajdują się fragmenty miast Jeziorany i Barczewo, które są siedzibami gmin. Miasto Jeziorany liczy około 3,5 tysiąca mieszkańców. Działalność gospodarcza na jego terenie związana jest z przetwórstwem rolno-spożywczym i produkcją wyrobów z drewna. Na obszarze arkusza Jeziorany znajduje się północna część miasta Barczewo, które liczy około 7,5 tysięcy mieszkańców. Zlokalizowane są w nim: tartak, młyn, zakłady mechaniki pojazdowej, stacje paliw oraz liczne placówki usługowe. Pozostały obszar arkusza ma charakter typowo rolniczy, gdzie dominuje gospodarka oparta na byłych państwowych gospodarstwach rolnych. Częstymi uprawami na tym terenie są buraki cukrowe i pszenica. Znaczna część obszarów rolnych nie jest obecnie użytkowana. Hodowlę bydła i trzody chlewnej również prowadzi się w ograniczonym zakresie. Na omawianym obszarze nie ma większych zakładów przemysłowych. Działają tu jedynie drobne zakłady usługowe i niewielkie sklepy. W okolicy jezior intensywnie rozwija się budownictwo rekreacyjne, co powoduje zmianę zagospodarowania terenu z typowo rolniczego na rekreacyjny i agroturystyczny. W rejonie Kronowa, Łapki, Derca i Nowych Włók prowadzi się eksploatację piasków i żwirów. Mieszkańcy wszystkich miejscowości znajdujących się na obszarze arkusza Jeziorany zaopatrywani są w wodę z sieci wodociągów. Sieć kanalizacyjna obejmuje praktycznie tylko Jeziorany i Barczewo.

Sieć dróg na obszarze arkusza jest dobrze rozwinięta i do każdej wsi prowadzi droga asfaltowa. W południowej części obszaru arkusza znajduje się fragment drogi krajowej nr 16, która łączy Ogrodniki (na wschodniej granicy państwa) z Olsztynem. Z północnego-wschodu na południe przebiega droga nr 595 Jeziorany-Barczewo.

III. Budowa geologiczna

Budowę geologiczną obszaru arkusza opracowano na podstawie Szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1:50 000 arkusz Jeziorany (Morawski, 2003).

Teren objęty arkuszem Jeziorany w całości położony jest na obszarze syneklizy perybałtyckiej. Podłoże krystaliczne występuje na głębokości około 1900 m. Osady paleozoiczne reprezentowane są przez: kompleks mułowców dolnego kambru o miąższości około 60 m oraz piaskowce, dolomity i anhydryty permu o miąższości do 200 m. Z okresu mezozoiku pochodzą osady: triasu (400 m iłowców i mułowców), jury (500 m mułowców i piaskowców) i kredy (400 m piaskowców, margli i mułowców).

Utwory kenozoiczne o łącznej miąższości przekraczającej 260 m zostały rozpoznane na całym obszarze arkusza Jeziorany. Pod względem stratygraficznym obejmują one cały pale-

ogen i neogen. Osady paleogenu reprezentowane są przez piaskowce bardzo drobnoziarniste i piaski drobnoziarniste kwarcowo-glaukonitowe paleocenu. Na nich zalegają piaski glaukonitowe z łyszczkami eocenu o miąższości około 40 m oraz kompleks utworów oligoceńskich o miąższości od 70 do 116 m. Są to: piaski kwarcowo-glaukonitowe (warstwy mosińskie dolne), piaski kwarcowe i mułki (warstwy czempińskie), mułowce i piaski oraz mułki piaszczyste (warstwy mosińskie górne). Z okresu neogenu rozpoznane zostały mioceńskie piaski i mułki z wkładkami węgla brunatnych z rejonu Kronowa i Dągów o miąższości do 90 m. Na nich występują ility i mułki pstry z wkładkami węgla brunatnych pliocenu o miąższości dochodzącej do 50 m (Morawski, 2003).

Osady czwartorzędowe na obszarze arkusza Jeziorany tworzą ciągłą pokrywę (fig. 2). Są bardzo zróżnicowane pod względem miąższości, od około 40 m w części południowo-zachodniej, w rejonie Dołęgi-Rożnowo, do 179 m w Radostach, 156 m w Słupach oraz 147 m w Jezioranach. Miąższość osadów czwartorzędowych ma związek z urozmaiconą rzeźbą powierzchni podczwartorzędowej jak również z przebiegiem procesów denudacyjnych, erozyjnych i akumulacyjnych w plejstocenie i holocenie. Profil utworów plejstocenu reprezentowany jest przez osady glacialne i wodnolodowcowe zlodowaceń: najstarszych, południowopolskich, środkowo- i północnopolskich. Osady zlodowaceń najstarszych (narwi) i interglacjału augustowskiego zostały stwierdzone tylko w głębokich strukturach powierzchni podczwartorzędowej w postaci: glin zwałowych (do 30 m w części północnej), piasków i żwirów wodnolodowcowych (do 40 m w Jezioranach).

Łądołód zlodowaceń południowopolskich wkraczał trzykrotnie na obszar arkusza Jeziorany pozostawiając piaski i żwiry wodnolodowcowe o miąższości kilkunastu metrów, z poziomem bruku w spągu w Jezioranach, a następnie gliny zwałowe o miąższości do 34 m, które reprezentują zlodowacenie nidy. Kolejne dwa poziomy glin zwałowych są związane ze zlodowaceniem sanu. Profil osadów zlodowaceń południowopolskich kończą piaski i żwiry wodnolodowcowe o miąższości do 11 m stwierdzone w Kronowie. Łączna miąższość osadów zlodowaceń południowopolskich waha się od 80 m w południowo-zachodniej części obszaru arkusza do około 20 do 50 m na pozostałym obszarze.

Na osadach zlodowaceń południowopolskich występują piaski i mułki rzeczno-jeziorne interglacjału mazowieckiego, nawiercone w Radostach, Barczewku, Kronowie, o miąższości od 20 do 50 m. Osady tego typu występują pod przykryciem osadów lodowcowych zlodowaceń środkowopolskich.

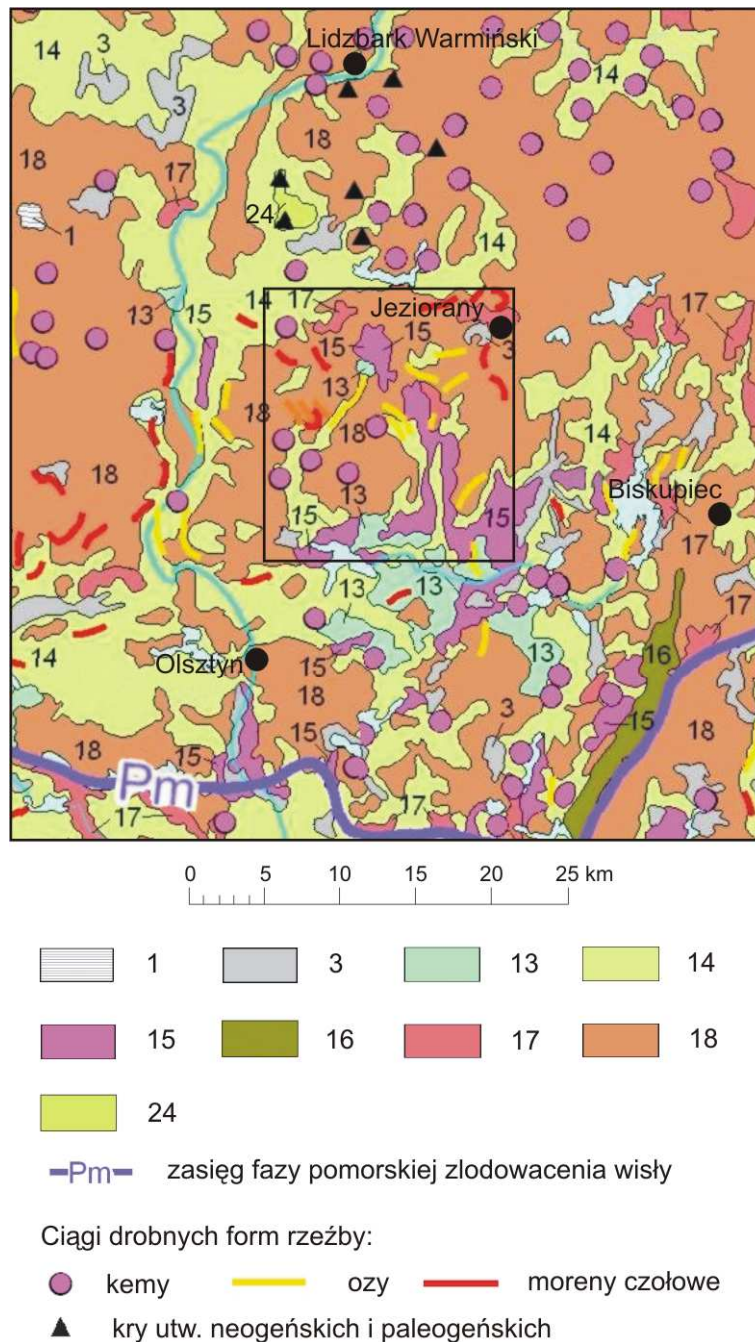


Fig. 2. Położenie arkusza Jeziorany na tle Mapy geologicznej Polski w skali 1:500 000 wg L. Marksa, A. Bera, W. Gogołka, K. Piotrowskiej (red.) (2006)

Czwartorzęd; holocen: 1 – piaski, mułki, iły i gytie jeziorne, – 3 – piaski, żwiry, mady rzeczne oraz torfy i namuły; plejstocen, zlodowacenia północnopolskie, 13 – iły, mułki i piaski zastoiskowe, 14 – piaski i żwiry sandrowe, 15 – piaski i mułki kemów, 16 – piaski, mułki i żwiry ozów, 17 – żwiry, piaski, głązy i gliny moren czołowych, 18 – gliny zwałowe, ich zwierzeliny oraz piaski i żwiry lodowcowe, zlodowacenie środkowopolskie: 24 – piaski i żwiry sandrowe.

Zachowano oryginalną numerację z Mapy geologicznej Polski... (Marks i in. red, 2006)

Osady zlodowaceń środkowopolskich są powszechne na powierzchni badanego obszaru. Tworzą je dwa lub trzy kompleksy glin zwałowych oraz towarzyszących im osadów akumulacji zastoiskowej i wodnolodowcowej, zlodowacenia odry i warty. Występują one w postaci piasków i żwirów wodnolodowcowych (w Radostach, Kronowie Międzyzylesiu o miąższości

około 20 m), piasków i mułków zastoiskowych o miąższości do 4 m we wschodniej części arkusza. Osady okruczowe rozdzielone są piaskami i mułkami rzeczno-jeziornymi o miąższości do 11 m w okolicy Kronowa.

W czasie interglacjału eemskiego nastąpiła denudacja osadów zlodowaceń środkowopolskich. W dolinach rzek zachowały się piaski rzeczne o miąższości dochodzącej do około 15 m (w Lekitach), a w rejonie Ustnik-Wojtówko zidentyfikowano serię piasków drobnoziarnistych i mułków o miąższości do 25 m, pod przykryciem osadów ostatniego zlodowacenia (Morawski, 2003).

Ostatnie ogniwo plejstocenu na obszarze arkusza Jeziorany stanowią osady zlodowaceń północnopolskich (wisły). Tworzą one ciągły poziom o miąższości od kilkunastu do ponad 80 m. W kompleksie osadów zlodowacenia wisły można wyróżnić cztery zasadnicze poziomy stratygraficzne: dwa dolne – zastoiskowy i wodnolodowcowy, główny – glacialny i górny recesyjny – wodnolodowcowo-zastoiskowy. Gliny zwałowe na omawianym obszarze budują wysoczyznę polodowcową lub pokrywają różnorodne formy akumulacyjne. Stanowią one przeważnie zwarty kompleks, sporadycznie dwudzielny lub w postaci szeregu warstw oddzielonych osadami przemytymi. Miąższość tego poziomu wynosi od kilkunastu do ponad 20 m, a w przypadku kiedy obejmują kilka poziomów, nawet kilkadziesiąt metrów (Jeziorany 130 m, Radostowo 90 m). Poziom wodnolodowcowo-zastoiskowy obejmuje osady i formy powstałe w kilku etapach deglacjacji badanego obszaru. Są to co najmniej dwa poziomy sandrowe, trzy poziomy tarasów kemowych oraz dwie generacje zastoisk. Poziom ten występuje na większej części obszaru arkusz Jeziorany, a jego miąższość przekracza 20 m. Osadem, który kończy sedimentację stadiału głównego zlodowaceń północnopolskich są ropy i mułki zbiorników bezodpływowych, które leżą zwykle na piaskach wodnolodowcowych, a ich miąższość wynosi około 4 m w rejonie Studzianki, 6 m w rejonie Derca i kilkadziesiąt centymetrów w rejonie Międzylesia (południowo-zachodnia część obszaru).

Na obszarze arkusza Jeziorany występują również osady czwartorzędu z pogranicza plejstocenu i holocenu – gliny piaszczyste deluwialne o miąższości do kilku metrów, piaski eoliczne występujące sporadycznie o miąższości do 2 m, piaski i żwiry stożków napływowych o miąższości do kilku metrów rozpoznane u podnóża stromych stoków (w rynnach subglacialnej Lamkowo-Barczewo), piaski den dolinnych rzeczne osadzone w korytach Pisy, Orzechówki i Kirsny oraz gliny, żwiry i głązy rezydualne występujące w Lekitach.

Z okresu holocenu pochodzą piaski i mułki stożków napływowych, o miąższości od 2 do 3 m, występujące w rejonie Barczewka, przy ujściu Orzechówki do jeziora Wadąg oraz

u ujścia Kirsny, kreda jeziorna oraz gytie rozpoznane wokół zarastających jezior i jako wypełnienie wyschniętych mis pojeziornych w północno-wschodniej części obszaru (miąższość do 4,0 m), a także torfy i namuły torfiaste występujące powszechnie w obrębie zabagnionych den dolinnych. Największe torfowiska zlokalizowane są w rejonie: Jezioran, Studnicy oraz Krokowa, na północ od Lamkowa, na zachód od Kronowa i w rejonie Dąbrówki Wielkiej (Morawski, 2003).

IV. Złóża kopalin

Aktualnie w granicach obszaru arkusza Jeziorany udokumentowanych jest osiemnaście złóż czwartorzędowych piasków i żwirów. Złoże „Kronowo II” (Zaprzelski, 1995) zostało wyeksploatowane i wykreślone z Bilansu zasobów. Charakterystykę gospodarczą złóż i ich klasyfikację przedstawiono w tabeli 1.

Piaski i żwiry udokumentowano w złożach: „Nowe Włoki” (Zaprzelski, 1998), „Nowe Włoki II” (Zaprzelski, Bieniek, 2005), „Nowe Włoki III” (Zaprzelski, 2007), „Kronowo” (Nosal, 1993), „Kronowo III” (Zaprzelski, 1999, Olik, 2009), „Kronowo IV” (Bobel, 2000), „Kronowo V” (Kuczyński, 2004), „Kronowo VI” (Olik, 2010b), „Kronowo Kolonia” (Bobel, 2001), „Kronowo Kolonia I” (Kuczyński, 2005), „Łapka” (Sadowski, 2003, Januszkiewicz, 2007), „Łapka I” (Lipiński, 2005, Januszkiewicz, Babel, 2007, 2009).

W pozostałych złożach występują piaski: „Nowe Włoki IV” (Krupiński, 2010), „Derc” (Bobel, 1999, 2009, 2010a), „Studzianka” (Bobel, 2010b), „Kronowo Kolonia II” (Kuczyński, 2007), „Kronowo Kolonia III” (Olik, 2010a), „Łapka 2” (Januszkiewicz, Babel, 2010).

Złóża „Kronowo V”, „Studzianka”, „Łapka” zostały udokumentowane w 2 polach, a złoże „Łapka I” w 3 polach.

W złożach zlokalizowanych na zachód od Kronowa występują piaski i żwiry wodnolodowcowe w formie wąskiego ozu o długości około 3 km oraz rozległego sandru. Złóża piasków i żwirów położone na północ od Nowych Włók, w Studziance oraz na wschód od Derca powstały w wyniku akumulacji wodnolodowcowej w formie kemów.

Parametry geologiczno-górnice i jakościowe piasków i żwirów przedstawiono w tabeli 2.

Tabela 1

Złoże kopalin i ich charakterystyka gospodarcza oraz klasyfikacja

Nr złoże na mapie	Nazwa złoże	Rodzaj kopaliny	Wiek kompleksu litologiczno-suwrowcowego	Zasoby geologiczne bilansowe (tys. t.)	Kategoria rozpoznania	Stan zagospodarowania złoże	Wydobycie (tys. t.)	Zastosowanie kopaliny	Klasyfikacja złoże		Przyczyny konfliktowości złoże
				wg stanu na 31.12.2010 r. (Szuflicki i in. red., 2011)					Klasy 1-4	Klasy A-C	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Derc	p	Q	620	C ₁	G	-	Skb	4	B	W
2	Nowe Włóki II*	pż	Q	209	C ₁	Z	-	Skb, Sd	4	B	W
3	Nowe Włóki	pż	Q	0	C ₁ +C ₂	Z	-	Skb, Sd	4	B	W
4	Kronowo III	pż	Q	328	C ₁ +C ₂	Z	-	Skb, Sd	4	A	-
5	Kronowo IV	pż	Q	220	C ₁ +C ₂	Z	-	Skb	4	A	-
6	Kronowo V	pż	Q	3 700	C ₂	N	-	Skb, Sd	4	A	-
7	Kronowo	p,pż	Q	565	C ₁ *	Z	-	Skb	4	A	-
8	Kronowo Kolonia	pż	Q	2260	C ₁	G	-	Skb	4	A	-
9	Kronowo Kolonia I	pż	Q	783	C ₁	G	10	Skb, Sd	4	A	-
10	Łapka	pż	Q	691	C ₁	G	-	Skb, Sd	4	A	-
11	Łapka I	pż	Q	2263	C ₁	G	445	Skb, Sd	4	A	-
12	Studzianka**	p	Q	722	C ₁	N	-	Skb, Sd	4	B	W
13	Nowe Włóki III	pż	Q	247	C ₁	G	-	Skb, Sd	4	B	W
14	Nowe Włóki IV	p	Q	148	C ₁	G	-	Skb, Sd	4	B	W
15	Kronowo Kolonia III	p	Q	4828	C ₁	G	-	Skb, Sd	4	A	-
16	Kronowo Kolonia II	p	Q	1384	C ₁	G	469	Skb, Sd	4	A	-
17	Kronowo VI	pż	Q	3127	C ₁	N	-	Skb, Sd	4	A	-
18	Łapka 2	p	Q	10528	C ₁	G	-	Skb, Sd	4	A	-
	Kronowo II	pż	Q	-	-	ZWB	-	-	-	-	-

Rubryka 2 * – brak złoże w Bilansie..., zasoby podano według dokumentacji geologicznej, ** – złoże udokumentowano w 2011 r., zasoby według dokumentacji geologicznej

Rubryka 3 – pż – piaski i żwir; p – piaski

Rubryka 4 – Q – czwartorzęd;

Rubryka 6 – kategoria rozpoznania zasobów udokumentowanych: kopalin stałych – C₁, C₂; złoże zarejestrowane (kategoria przypisana umownie) – C₁*

Rubryka 7 – złoże: G – zagospodarowane, N – niezagospodarowane, Z – zaniechane, ZWB – złoże wykreślone z bilansu

Rubryka 9 – kopaliny skalne: Sd – drogowe, Skb – kruszyw budowlanych;

Rubryka 10 – złoże: 4 – powszechne; licznie występujące, łatwo dostępne;

Rubryka 11 – złoże: A – mało konfliktowe, B – konfliktowe

Rubryka 12 – W – ochrona wód podziemnych

Tabela 2

Parametry geologiczno-górniczne złóż i parametry jakościowe piasków i żwirów

Numer złoża na mapie	Nazwa złoża	Rodzaj kopaliny	Powierzchnia złoża [ha]	Warunki hydrogeologiczne	Mięszszość złoża od-do (śr.) [m]	Grubość nadkładu od-do (śr.) [m]	Stosunek nadkładu do miąższości złoża (N/Z)	Zawartość frakcji < 2 mm od-do (śr.) [%]	Zawartość pyłów mineralnych od-do (śr.) [%]	Gęstość nasypowa w stanie zagęszczonym od-do (śr.) [t/m ³]
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Derc	p	4,11	S	2,2–14,7 (6,8)	0,3–2,3 (0,8)	0,11	56,1 C85,1 (76,6)	7,2–10,7 (8,8)	1,9–2,0 (1,9)
2	Nowe Włóki II	pż	1,70	CZ	2,2–9,5 (5,7)	0,3–1,8 (0,8)	0,22	67,2–89,7 (70,3)	0,7–3,8 (1,5)	1,8–2,1 (1,9)
3	Nowe Włóki	pż	1,75	CZ	2,0–8,5 (5,9)	0,3–3,0 (1,3)	0,28	54,0–70,0 (62,8)	4,4–8,0 (5,8)	1,8–1,9 (1,9)
4	Kronowo III	pż	2,25	S	5,6–18,0 (10,1)	0,7–6,0 (3,0)	0,29	46,3–81,1 (65,0)	1,5–4,8 (2,5)	2,0–2,1 (2,0)
5	Kronowo IV	pż	4,82	S	5,4–12,2 (9,7)	2,4–9,2 (4,9)	0,51	59,4–75,7 (67,2)	2,6–16,0 (8,2)	1,9–2,0 (1,9)
6	Kronowo V	pż	18,46	CZ	4,8–18,7 (10,5)	0,4–8,5 (4,4)	0,42	62,0–75,0 (69,5)	2,0–6,5 (4,2)	1,8–2,0 (1,9)
7	Kronowo	p,pż	4,02	S	4,2–11,3 (7,1)	0,0–3,8 (1,4)	0,13	45,3–99,0 (85,0)	1,0–4,5 (2,6)	2,0–2,1 (2,0)
8	Kronowo Kolonia	pż	19,87	CZ	5,0–22,0 (14,3)	0,8–6,7 (3,9)	0,27	58,8–83,3 (71,5)	1,9–4,9 (4,1)	1,9–2,0 (1,9)
9	Kronowo Kolonia I	pż	7,04	S	8,5–24,7 (17,0)	0,3–8,5 (3,9)	0,28	58,0–81,5 (70,7)	1,2–4,1 (2,6)	1,8–2,0 (1,8)
10	Łapka	pż	5,23 (2 pola)	CZ	3,7–20,7 (12,9)	0,2–4,8 (2,0)	0,16	29,1–73,6 (55,7)	1,9–7,3 (4,7)	1,8–2,1 (2,0)
11	Łapka I	pż	20,49 (3 pola)	S	4,4–14,9 (10,1)	0,4–9,2 (5,2)	0,50	27,3–84,1 (57,8)	1,0–8,0 (4,7)	1,8–2,1 (2,0)
12	Studzianka	p	4,79 (2 pola)	CZ	3,1–16,3 (9,6)	0,4–7,0 (3,0)	0,31	65,0–99,7 (93,0)	0,9–7,9 (3,0)	1,6–1,9 (1,7)
13	Nowe Włóki III	pż	1,88	CZ	2,0–13,7 (7,1)	0,0–2,0 (0,9)	0,13	65,0–75,0 (69,6)	0,7–3,8 (1,5)	1,6–1,9 (1,8)
14	Nowe Włóki IV	p	1,89	CZ	2,6–6,3 (4,3)	0,0–3,5 (1,9)	0,48	66,4–96,6 (83,6)	3,3–8,2 (5,3)	1,6–1,9 (1,8)
15	Kronowo Kolonia III	p	16,11	CZ	6,1–27,2 (15,6)	0,0–6,5 (3,3)	0,23	57,2–98,9 (76,0)	0,6–3,8 (2,1)	1,7–1,9 (1,8)
16	Kronowo Kolonia II	p	8,02	CZ	3,6–23,4 (14,8)	0,4–4,5 (2,2)	0,16	72,5–89,9 (81,0)	0,1–1,0 (0,5)	1,6–1,8 (1,8)
17	Kronowo VI	pż	11,23	CZ	5,0–17,1 (13,5)	0,0–9,5 (5,2)	0,36	55,6–82,4 (68,7)	0,5–2,6 (1,5)	1,8–2,0 (1,9)
18	Łapka 2	p	33,03	CZ	6,5–29,0 (18,7)	0,6–12,0 (6,8)	0,16	32,6–98,4 (78,1)	3,3–15,0 (7,2)	1,5–1,9 (1,7)

Objaśnienia: Rubryka 3: p – piasek, pż – piasek i żwir

Rubryka 5: CZ – złożo częściowo zawodnione, S – złożo suche

Złóża występujące na obszarze arkusza Jeziorany sklasyfikowano z punktu widzenia ich ochrony oraz ochrony środowiska (tabela 1). Z punktu widzenia ich ochrony są to złoża zaliczane do klasy 4 powszechne, licznie występujące i łatwo dostępne. Klasyfikację sozologiczną przeprowadzono uwzględniając stopień kolizyjności eksploatacji górniczej danego złoża w odniesieniu do elementów środowiska przyrodniczego. Złoża: „Derc”, „Nowe Włóki”, „Nowe Włóki II”, „Nowe Włóki III”, „Nowe Włóki IV” i „Studzianka” zaklasyfikowano do złóż konfliktowych (klasa B), gdyż położone są w granicach strefy ochronnej głównego zbiornika wód podziemnych (GZWP) nr 213 – Zbiornik międzymorenowy Olsztyn. Pozostałe złoża występujące na obszarze arkusza Jeziorany należą do małokonfliktowych (klasa A).

V. Górnictwo i przetwórstwo kopalin

Na obszarze arkusza Jeziorany w 2011 roku eksploatacja piasków i żwirów prowadzona jest z 10 złóż.

Złożo „Derc” posiada koncesję wydaną w 2010 roku przez Marszałka Województwa Warmińsko-Mazurskiego na wydobywanie piasku ważną do 2020 roku. Powierzchnia obszaru górniczego wynosi 4,22 ha, a terenu górniczego 6,10 ha. Wydobycie piasku z tego złoża prowadzi się od 2000 roku. Rozległe wyrobisko eksploatacyjne ma głębokość około 10 m. Eksploatacja prowadzona jest w sposób ciągły systemem odkrywkowym, koparką łyżkową, a transport urobku odbywa się samochodami. Kopalina wykorzystywana jest w budownictwie bez przeróbki.

Eksploatacja piasku i żwiru ze złoża „Nowe Włóki III” prowadzona jest od 2008 r. Koncesję na eksploatację kopaliny ważną do 2017 r. wydał Starosta Olsztyński w 2008 r. Powierzchnia obszaru górniczego wynosi 1,88 ha, a terenu górniczego 3,56 ha.

Ten sam przedsiębiorca rozpoczął w 2011 roku wydobycie piasku z sąsiedniego złoża „Nowe Włóki IV”. Koncesja na wydobywanie piasku została wydana przez Starostę Olsztyńskiego i jest ważna do 2020 r. Powierzchnia obszaru górniczego wynosi 1,87 ha, a terenu górniczego 3,66 ha. Wydobycie surowca w obu złożach prowadzone jest systemem odkrywkowym jednym piętrem wydobywczym, a transport urobku odbywa się samochodami. Rekultywacja terenów poeksploatacyjnych obu złóż prowadzona będzie w kierunku wodnym. Kopalina wykorzystywana jest w budownictwie i drogownictwie bez przeróbki.

Na południowy zachód od Kronowa eksploatowane są cztery złoża piasków i żwirów. Wydobycie z nich prowadzi jedna spółka, a surowiec poddawany jest kruszeniu, przesiewaniu

i sortowaniu w zakładzie przeróbczym znajdującym się w wyrobisku nieczynnego złoża „Kronowo IV”.

Eksploatację piasku i żwiru ze złoża „Kronowo Kolonia” rozpoczęto w 2002 r. Koncesja na eksploatację kopaliny jest ważna do 2017 roku. Powierzchnia obszaru górniczego wynosi 20,18 ha, a terenu górniczego 22,16 ha. Wydobycie prowadzone jest systemem odkrywkowym, dwoma poziomami eksploatacyjnymi, przy zastosowaniu koparki do wydobywania kopaliny również spod lustra wody. Kruszywo ma zastosowanie w budownictwie. Przewiduje się rekultywację terenów poeksploatacyjnych w kierunku leśnym.

Eksploatacja piasku i żwiru ze złoża „Kronowo Kolonia I” trwa od 2007 r. Koncesja na eksploatację kopaliny jest ważna do 2026 roku. Powierzchnia obszaru górniczego wynosi 7,04 ha, a terenu górniczego 9,47 ha. Wydobycie prowadzone jest systemem odkrywkowym, dwoma poziomami eksploatacyjnymi, przy zastosowaniu koparki. Kruszywo ma zastosowanie w budownictwie i do budowy dróg. Przewiduje się rekultywację terenów poeksploatacyjnych w kierunku leśnym.

Wydobycie piasku ze złoża „Kronowo Kolonia II” trwa od 2009 r. Koncesja na eksploatację kopaliny jest ważna do 2024 roku. Powierzchnia obszaru górniczego wynosi 8,02 ha, a terenu górniczego 12,99 ha. Wydobycie prowadzone jest systemem odkrywkowym, jednym poziomem eksploatacyjnym, przy zastosowaniu koparki. Kruszywo ma zastosowanie w budownictwie i do budowy dróg. Przewiduje się rekultywację terenów poeksploatacyjnych w kierunku leśnym.

Eksploatację piasku ze złoża „Kronowo Kolonia III” rozpoczęto w 2011 r. Uzyskana w 2009 roku koncesja na eksploatację kopaliny jest ważna do 2018 roku. Powierzchnia obszaru górniczego wynosi 16,20 ha, a terenu górniczego 21,13 ha. Wydobycie prowadzone jest w sposób ciągły systemem odkrywkowym, jednym poziomem eksploatacyjnym, przy zastosowaniu koparki. Kruszywo ma zastosowanie w budownictwie i do budowy dróg. Przewiduje się rekultywację terenów poeksploatacyjnych w kierunku leśnym.

Wydobycie piasków i żwirów z trzech złóż w rejonie Łapki prowadzi jeden przedsiębiorca. Eksploatacja piasku i żwiru ze złoża „Łapka” prowadzona jest od 2003 r. Koncesja na eksploatację kopaliny wydana przez Wojewodę Warmińsko-Mazurskiego w 2003 r. jest ważna do 2024 r. Powierzchnia obszaru górniczego złożonego z 2 pól wynosi 5,23 ha, a terenu górniczego wspólnego dla obu pól 10,4 ha. Wydobycie surowca prowadzone jest w obrębie pola południowego, metodą odkrywkową, systemem ścianowo-zabierakowym kilkoma poziomami, w tym z piętra zawodnionego, przy zastosowaniu koparek. W granicach terenu gór-

niczego złoża „Łapka” znajduje się zakład przeróbczy, gdzie odbywa się przesiewanie, sortowanie i płukanie kopaliny. W wyniku wydobycia kopaliny ze złoża powstało rozległe wyrobisko o zawodnionym dnie. Rekultywacja terenów poeksploatacyjnych prowadzona będzie w kierunku rolnym i częściowo wodnym. Kopalina wykorzystywana jest w budownictwie i drogownictwie.

Eksploatację piasku i żwiru ze złoża „Łapka I” rozpoczęto w 2006 r. Koncesję na eksploatację kopaliny ważną do 2027 r. wydał Marszałek Województwa Warmińsko-Mazurskiego. Obszar i teren górniczy wyznaczono odrębnie dla 3 pól. Sumaryczna powierzchnia obszaru i terenu górniczego wynosi 23,48 ha. Eksploatacja jest prowadzona w największym polu (środkowym) systemem odkrywkowym, jednym poziomem wydobywczym, przy zastosowaniu koparki. Surowiec transportowany jest do zakładu przeróbczego, który znajduje się w granicach sąsiedniego złoża „Łapka”. Rekultywacja wyrobiska będzie prowadzona w kierunku wodnym lub rolnym.

Koncesję na eksploatację piasków ze złoża „Łapka 2” uzyskano w 2011 roku i w tym też roku rozpoczęto wydobycie. Koncesja jest ważna do 2046 roku. Powierzchnia obszaru i terenu górniczego wynosi 39,59 ha. Wydobycie jest prowadzone systemem odkrywkowym, jednym poziomem wydobywczym, przy zastosowaniu koparki. Surowiec transportowany jest do zakładu przeróbczego, który znajduje się w granicach sąsiedniego złoża „Łapka”. Kopalina ze złoża ma zastosowanie w budownictwie i drogownictwie. Rekultywacja terenów poeksploatacyjnych będzie prowadzona w kierunku wodnym lub rolnym.

Eksploatacja piasków i żwirów z pięciu złóż występujących na obszarze arkusza Jeziorany została zaniechana.

Wydobycie piasku i żwiru na złożu „Kronowo” prowadzono w latach 1996–2002. Zasoby pozostające w złożu nie zostały rozliczone i nie podjęto starań o nową koncesję. Wyrobisko zostało zrehabilitowane.

Wydobycie piasku i żwiru ze złoża „Kronowo III” odbywało się w latach 1999–2008. Po zakończeniu eksploatacji zasoby rozliczono dodatkiem (Olik, 2009). Przewiduje się rekultywację wyrobiska w kierunku wodnym, ale jak dotąd prac nie podjęto.

Złoże piasku i żwiru „Kronowo IV” było eksploatowane od 2000 r. Eksploatacja została zaniechana w 2008 roku, lecz zasobów pozostających w złożu nie rozliczono. Prac rekultywacyjnych nie podjęto, a w wyrobisku istnieje zakład przeróbczy, do którego przewożony jest samochodami surowiec z sąsiednich złóż.

Złoże „Nowe Włóki” było eksploatowane w latach 2000-2008. Eksploatacja została zaniechana lecz zasobów pozostających w złożu nie rozliczono. W wyniku eksploatacji surowca powstało wyrobisko, które nie zostało zrehabilitowane.

Piaski i żwiry ze złoża „Nowe Włóki II” były eksploatowane w latach 2007-2009. Eksploatacja została zaniechana bez rozliczenia zasobów. Wyrobisko poeksploatacyjne zostało zrehabilitowane w kierunku wodnym.

W latach 1995 do 2000 prowadzono eksploatację piasku i żwiru ze złoża „Kronowo II”, które zostało wykreślone z bilansu zasobów. Teren poeksploatacyjny nie został zrehabilitowany.

W pobliżu miejscowości „Derc” udokumentowano punkt występowania kopaliny, gdzie prowadzono w przeszłości eksploatację piasków i żwirów na potrzeby miejscowej ludności. Dla tego punktu wykonano kartę informacyjną.

VI. Perspektywy i prognozy występowania kopalin

Podstawą dla oceny perspektyw surowcowych na obszarze arkusza Jeziorany są: Szczegółowa mapa geologiczna Polski w skali 1:50 000 arkusz Jeziorany (Morawski, 2003), wyniki prac geologiczno-poszukiwawczych oraz własne obserwacje w terenie.

Obszar arkusza Jeziorany został dobrze rozpoznany pod względem występowania kopalin. Występują tu: piaski i żwiry, kreda jeziorna i torfy.

Na podstawie dostępnych materiałów archiwalnych na terenie analizowanego arkusza wyznaczono cztery obszary perspektywiczne piasków i żwirów. Nie wytypowano obszarów prognostycznych z uwagi na brak szczegółowego rozpoznania geologiczno-złożowego i jakościowego.

W północnej części obszaru mapy w okolicy miejscowości Studzianka, znajduje się płat czwartorzędowych piasków i żwirów akumulacji wodnolodowcowej w formie kemu (Morawski, 2003), w obrębie którego udokumentowano złoże „Studzianka”. Są to osady drobno- i średnioziarniste, kwarcowe, barwy jasno żółtej i żółtej, z drobnymi żwirami w części spągowej. Parametry jakościowe kopaliny powinny być zbliżone do tych jakie stwierdzono w złożu.

W południowo-wschodniej części arkusza, na wschód od miejscowości Kronowo, w latach siedemdziesiątych ubiegłego stulecia były prowadzone badania zwiadowcze za kruszywem naturalnym, które dały wyniki pozytywne (Solczak, 1978) i tam też wyznaczono obszar perspektywiczny występowania piasków i żwirów. Przebadany był północny odcinek

rozległego sandru ciągnącego się od Kronowa w kierunku południowym. Występują tam piaski i żwiry o miąższości od 2 do 6 m przy grubości nadkładu od 0,5 do 4,5 m.

Na południe i zachód od Kronowa w obrębie sandru udokumentowano kilka złóż wokół których także wyznaczono obszar perspektywiczny. Parametry jakościowe kopaliny z obu obszarów perspektywicznych powinny być zbliżone do parametrów złóż udokumentowanych w rejonie Kronowa.

W zachodniej części obszaru arkusza, w pobliżu miejscowości Nowe Włóki wyznaczono obszar perspektywiczny piasków i żwirów. Na tym terenie występują osady wodnolodowcowe w formie sandru, w obrębie którego zostały udokumentowane 4 złoża piasków i żwirów. Przewiduje się, że parametry jakościowe kopaliny w obszarze perspektywicznym są podobne do parametrów złóż udokumentowanych w tym rejonie. Występują tam piaski i żwiry o miąższości od 2 do 7 m przy grubości nadkładu od 0,3 do 3,5 m (Morawski, 2003).

W latach osiemdziesiątych i dziewięćdziesiątych ubiegłego stulecia, na obszarze województwa olsztyńskiego były prowadzone intensywne prace poszukiwawcze za złożami kredy jeziornej (Bandurska-Kryłowicz, 1983; Kwaśniewska, 1983; Muszyńska, 1991). Przy zachodnim skraju arkusza mapy w okolicy miejscowości Nowe Włóki, na południu w pobliżu miejscowości Słupy i na wschodzie w rejonie Czerwonego Boru wyznaczono obszary perspektywiczne występowania kredy jeziornej. Osadzała się ona wokół zarastających jezior lub wypełniała misy pojeziorne. Są to osady silnie wapniste, białe lub jasnoszare. W spągu około czterometrowej warstwy kredy jeziornej występuje gytia barwy beżowo-zielonkawej, a w stropie torf i namuły (Bandurska-Kryłowicz, 1983).

Na obszarze arkusza Jeziorany rozpoznano i udokumentowano wiele wystąpień torfów, które jednak ze względu na niewielką miąższość nie spełniają kryteriów bilansowości. Uwzględniając kryteria hydrogeologiczne, prawne oraz rolniczo-gospodarcze (Ostrzyżek, Dembek, 1996) wyznaczono osiem rejonów perspektywicznych torfów. Torfy brunatne i czarno-brunatne występują na opisywanym terenie powszechnie, wypełniając zagłębienia bezodpływowe, misy pojeziorne oraz rynny i dolinki cieków. Na ogół torfy występują cienką warstwą na namulach torfiasto-piaszczystych, gytiach i kredzie jeziornej (Morawski, 2003). Największe torfowiska są usytuowane w dnie doliny rzeki Pisy w południowej części obszaru arkusza. Dominują torfowiska niskie. Występują tu torfy turzycowe, turzycowo-trzcinowe, olchowe o miąższości od 2 m do 3,2 m, popielności od 3,0 do 36,0 % i stopniu rozkładu od 20 do 60%. Surowiec z wyznaczonych obszarów może być przydatny dla rolnictwa.

Na mapę naniesiono jeden obszar o negatywnych wynikach występowania kredy jeziornej, który usytuowany jest w okolicy miejscowości Krokowo (Muszyńska, 1991). W otworach badawczych nawiercono kredę jeziorną o zmiennych miąższościach rzędu kilkudziesięciu centymetrów w otoczeniu torfu i gytii wapiennej.

VII. Warunki wodne

1. Wody powierzchniowe

Obszar arkusza Jeziorany pod względem hydrograficznym należy do zlewni Łyny, która jest dopływem Pregoły. Północno-wschodnia część terenu badań odwadniana jest przez prawobrzeżny dopływ Łyny, Symsarnę. Płyynie ona przez miasto Jeziorany i zmierzając do jeziora Blanki opuszcza teren arkusza. Centralna i południowa część obszaru badań odwadniana jest przez rzekę Pisę Warmińską i jej dopływy – płynące z północy na południe: Wipsówkę, Maruny, Orzechówkę oraz bezimienne cieki, których ujściem jest Pisa lub połączone z nią jeziora. Pisa płynie ze wschodu na zachód przy południowej granicy arkusza i wpada do jeziora Wadąg. Jest ono dużym i głębokim zbiornikiem, którego powierzchnia wynosi 494,5 ha, a głębokość maksymalna 35,5 m.

Jakość rzek i jezior jest badana w ramach monitoringu środowiska przez Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Olsztynie (Raport..., 2010). Ocena jakości wód powierzchniowych w 2009 roku została przeprowadzona zgodnie z zapisami rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 20 sierpnia 2008 roku w sprawie sposobu klasyfikacji stanu jednolitych części wód powierzchniowych (Rozporządzenie..., 2008). Według wstępnej oceny jednolita część wód powierzchniowych „Wadąg od wypływu z jeziora Pisz do wypływu z jeziora Wadąg” charakteryzuje się umiarkowanym stanem ekologicznym, natomiast rzeka Symsarna w punkcie Ustnik poniżej Jezioran charakteryzuje się umiarkowanym stanem ekologicznym. Stan ekologiczny wód jeziora Wadąg określono jako zły (V klasa) przy dobrym stanie chemicznym. Stanu ogólnego nie określono.

2. Wody podziemne

Zgodnie z podziałem hydrogeologicznym (Paczyński, red. 1993–1995) teren arkusza Jeziorany należy do regionu III – mazurskiego. Wody podziemne o charakterze użytkowym na obszarze arkusza Jeziorany związane są z utworami wodonośnymi piętra czwartorzędowego oraz z osadami porowymi: miocenu, oligocenu i paleocenu.

Na przeważającej części obszaru arkusza Jeziorany, w obrębie czwartorzędowego piętra wodonośnego, wykształcone są trzy poziomy międzymorenowe oraz poziom wód gruntowych. Struktury wodonośne piętra czwartorzędowego związane są z piaszczystymi i piaszczysto-żwirowymi osadami sandrów i form akumulacji szczelinowej (Lidzbarski, 2004).

Pierwszy międzymorenowy poziom wodonośny występuje na całym obszarze arkusza. Związany on jest z osadami wodnolodowcowymi zlodowaceń północnopolskich i zlodowacenia warty. Strop utworów wodonośnych najczęściej występuje na głębokości od 20 do 50 m, przy czym w dolinach rzek i w otoczeniu jeziora Wadąg płyczej niż 10 m, a w strefach kulminacji terenu przekracza 50 m. Miąższość warstwy wodonośnej waha się od 20 do 40 m. Średnia wartość współczynnika filtracji wynosi 27 m/d (maksymalnie 207 m/d), przewodność przekracza 200m²/d, a wydajność potencjalna studni mieści się w przedziale od 50 do 90 m³/h. Zwierciadło wody miejscami ma charakter napięty i stabilizuje się na rzędnych od 115 do 125 m p.p.t. Napięcie zwierciadła wód spowodowane jest zaleganiem w stropie glin zwałowych. Wody pierwszego międzymorenowego poziomu wodonośnego zasilanie są poprzez infiltrację opadów atmosferycznych. Lokalne bazy drenażu dla wód podziemnych z obszaru arkusza stanowią doliny rzek: Pisy, Symsarny, Kirsny i ich dopływów. Jakość wody z omawianego poziomu na przeważającej części obszaru arkusza Jeziorany jest dobra, średnio twarda (49 mval/l) o suchej pozostałości do 716 mg/dm³, pH 7,2. Zawartości składników charakterystycznych są następujące: żelazo ogólne mieści się w przedziale od 1 do 6 mg/dm³, mangan od 0,1 do 0,3 mg/dm³, chlorki od 3 do 115 mg/dm³ (najczęściej nie przekraczają one 20 mg/dm³), siarczany od 0,2 do 160 mg/dm³, a azotany nie przekraczają dopuszczalnych zawartości. Na przeważającej części obszaru arkusza Jeziorany pierwszy międzymorenowy poziom wodonośny pełni rolę głównego poziomu, z którego zaopatruje się w wodę większość użytkowników ujęć wiejskich i komunalnych. Ujęcia komunalne z pierwszego międzyglinowego poziomu czwartorzędowego mają wydajności od 56 m³/h w Kronowie do 200 m³/h w Dągach (Lidzbarski, 2004).

Drugi międzymorenowy poziom wodonośny występuje w obrębie piaszczystych utworów zlodowaceń środkowopolskich (najczęściej odry), przede wszystkim w północnej i południowej części obszaru arkusza. Charakteryzuje się on następującymi wartościami parametrów hydrogeologicznych: miąższość warstwy wodonośnej wynosi od 4,2 do 56 m (średnio 19,6 m), wydajność potencjalna studni od 30 do około 100 m³/h, współczynnik filtracji od 1,4 do 151,2 m/d (średnio 18,4 m/d), przewodnictwo wodne od 12 do 635m²/d (średnio 208 m²/d). Poziom ten najlepiej wykształcony jest w okolicy: Kronowa, Barczewa i Jezioran.

Wody podziemne drugiego międzymorenowego poziomu wodonośnego są średnio twarde ($4,28,6 \text{ mval/dm}^3$) o odczynie obojętnym (pH 7,3). Posiadają następujące średnie zawartości parametrów: żelazo $3,46 \text{ mg/dm}^3$, mangan $0,21 \text{ mg/dm}^3$, chlorki najczęściej nie przekraczają 25 mg/dm^3 , a koncentracja związków azotowych nie przekracza dopuszczalnych norm. Ujmowany jest on w ujęciu miejskim w Jezioranach ($97 \text{ m}^3/\text{h}$), na terenie zakładów rolnych w Radostowie ($68 \text{ m}^3/\text{h}$), Szynowie ($54 \text{ m}^3/\text{h}$) i Ustniku ($64 \text{ m}^3/\text{h}$).

Trzeci poziom międzymorenowy występuje w obrębie głębokich struktur kopalnych w rejonie miejscowości Słupy i Jeziorany na głębokości 140 do 160 m p.p.t. Około 25 metrową warstwę wodonośną stanowią osady piaszczyste zlodowacenia najstarszego. Przewodnictwo wodne tego poziomu jest niskie, na ogół nie przekracza $60 \text{ m}^2/\text{d}$. Skład chemiczny wód trzeciego poziomu międzymorenowego jest zbliżony do opisanych powyżej. Wyróżnia je jedynie bardzo niska koncentracja chlorków (średnio $9,9 \text{ mg/dm}^3$) i nieco wyższa zawartość strontu (do $1,3 \text{ mg/dm}^3$). W Jezioranach omawiany poziom wodonośny łączy się z drugim poziomem międzymorenowym i jest tam głównym źródłem zaopatrzenia w wodę (Lidzbarski, 2004).

Piaszczyste utwory miocenu, oligocenu i plejstocenu, pozostają ze sobą w łączności hydraulicznej i stanowią piętro wodonośne w centralnej oraz wschodniej części obszaru arkusza Jeziorany. Łączna miąższość warstwy wodonośnej może dochodzić do 100 m. Zwierciadło ma charakter subartezyjski i stabilizuje się na rzędnych od 120 do 125 m n.p.m. Przewodność omawianego poziomu wodonośnego jest zróżnicowana od 200 do $600 \text{ m}^2/\text{d}$, a wydajności potencjalne studni osiągają do $60 \text{ m}^3/\text{h}$ (w Jezioranach). Wody tego poziomu nie odbiegają zasadniczo swoim składem chemicznym od wód piętra czwartorzędowego. Charakteryzuje się on następującymi parametrami – twardość od 4 do $6,0 \text{ mval/dm}^3$, pH od 7,0 do 7,8. Zawartość żelaza mieści się w przedziale od 0,6 do $11,2 \text{ mg/dm}^3$, zawartość manganu od 0,01 do $0,20 \text{ mg/dm}^3$, zawartość chlorków nie przekracza $7,1 \text{ mg/dm}^3$. Zawartość siarczanów i związków azotowych jest niska co wynika z całkowitej izolacji tego poziomu od czynników antropogenicznych. Wody tego poziomu nie mają większego znaczenia użytkowego, stanowią rezerwowe źródło zaopatrzenia mieszkańców w wodę.

Przeważająca część obszaru arkusza Jeziorany znajduje się w zasięgu dwóch głównych zbiorników wód podziemnych (fig. 3) – GZWP nr 205 – Subzbiornik Warmia, obejmującego wodonośne utwory trzeciorzędu i kredy (nieudokumentowany i nie został naniesiony na mapę) oraz czwartorzędowego GZWP nr 213 – Zbiornik międzymorenowy Olsztyn (Nowakowski i in., 2007). W dokumentacji określono warunki hydrogeologiczne determinujące ustalenie obszaru ochronnego tego zbiornika. Ze względu na łatwe przenikanie zanieczyszczeń

do wód na obszarze całego zbiornika wyznaczono strefę ochronną. Całkowita powierzchnia zbiornika wynosi 1577 km², zasoby dyspozycyjne 300 tys. m³/d, a ujęcia mają średnią głębokość od 20 do 50 m.

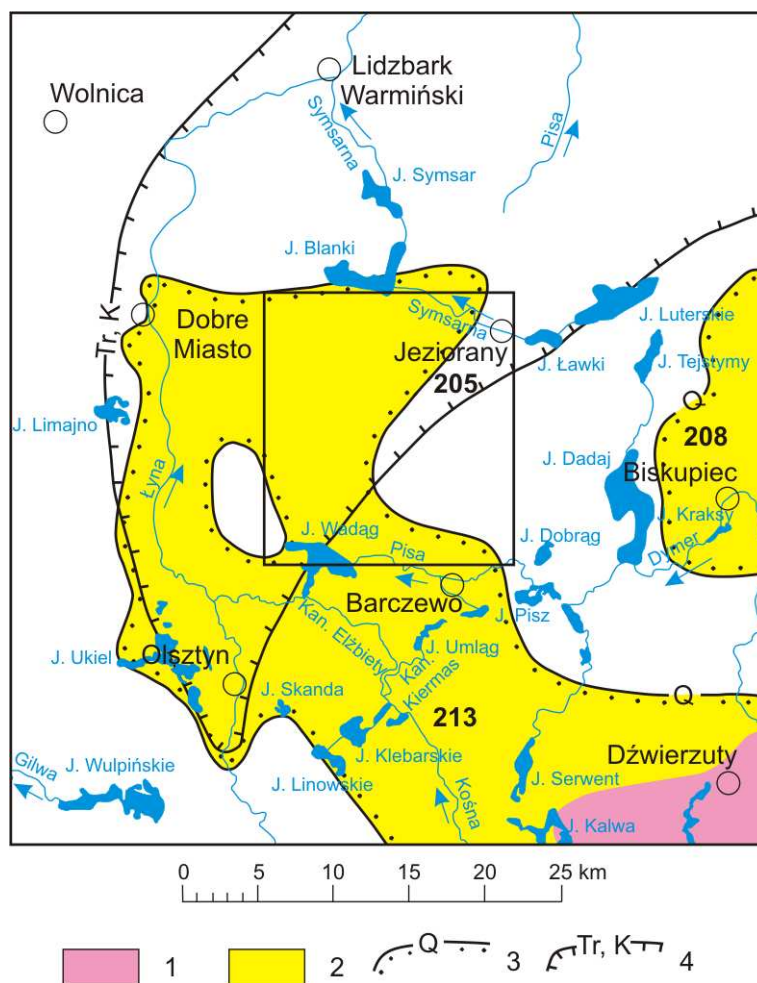


Fig. 3. Położenie arkusza Jeziorka na tle obszarów głównych zbiorników wód podziemnych (GZWP) w Polsce wymagających szczególnej ochrony, w skali 1:500 000 wg A. S. Kleczkowskiego red. (1990)

1 – obszar wysokiej ochrony (OWO), 2 – obszar najwyższej ochrony (ONO), 3 – granica GZWP w ośrodku porowym, 4 – granica GZWP w ośrodku szczelinowo-porowym,

Numer i nazwa GZWP, wiek utworów wodonośnych: 205 – Subzbiornik Warmia, trzeciorzęd (Tr), kreda (K); 208 – Zbiornik międzymorenowy Biskupiec, czwartorzęd (Q); 213 – Zbiornik międzymorenowy Olsztyn, czwartorzęd (Q)

VIII. Geochemia środowiska

1. Gleby

Kryteria klasyfikacji gleb

Dla oceny zanieczyszczenia gleb zastosowano wartości dopuszczalne stężeń metali określone w Załączniku do Rozporządzenia Ministra środowiska z dnia 9 września 2002 r. w sprawie standardów gleby oraz standardów jakości ziemi (DzU nr 165 z dnia 4 październi-

ka 2002 r., poz. 1359). Dopuszczalne wartości pierwiastków dla poszczególnych grup użytkowania, ich zakresy oraz przeciętne zawartości w glebach z terenu arkusza 138 – Jeziorany, umieszczono w tabeli 3. W celu porównania tabelę uzupełniono danymi o przeciętnej zawartości (median) pierwiastków w glebach terenów niezabudowanych Polski (najmniej zanieczyszczonych w kraju).

Tabela 3

Zawartość metali w glebach (w mg/kg)

Metale	Wartości dopuszczalne stężeń w glebie lub ziemi (Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 9 września 2002 r.)			Zakresy zawartości w glebach na arkuszu 138 – Jeziorany N=6	Wartość przeciętnych (median) w glebach na arkuszu 138 – Jeziorany N=6	Wartość przeciętnych (median) w glebach obszarów niezabudowanych Polski ⁴⁾ N=6522
	Grupa A ¹⁾	Grupa B ²⁾	Grupa C ³⁾	Frakcja ziarnowa <1 mm Mineralizacja HCl (1:4)		
		Głębokość (m p.p.t.) 0–0,3 0–2,0			Głębokość (m p.p.t.) 0–0,2	
As Arsen	20	20	60	<5	<5	<5
Ba Bar	200	200	1000	7–56	30	27
Cr Chrom	50	150	500	2–10	6	4
Zn Cynk	100	300	1000	13–54	39	29
Cd Kadm	1	4	15	<0,5	<0,5	<0,5
Co Kobalt	20	20	200	<1–4	2	2
Cu Miedź	30	150	600	<1–8	5	4
Ni Nikiel	35	100	300	1–8	7	3
Pb Ołów	50	100	600	5–12	9	12
Hg Rtęć	0,5	2	30	<0,05–0,06	<0,05	<0,05
Ilość badanych próbek gleb z arkusza 138 – Jeziorany w poszczególnych grupach użytkowania				¹⁾ grupa A a) nieruchomości gruntowe wchodzące w skład obszaru poddanego ochronie na podstawie przepisów ustawy Prawo wodne, b) obszary poddane ochronie na podstawie przepisów o ochronie przyrody; jeżeli utrzymanie aktualnego poziomu zanieczyszczenia gruntów nie stwarza zagrożenia dla zdrowia ludzi lub środowiska – dla obszarów tych stężenia zachowują standardy wynikające ze stanu faktycznego, ²⁾ grupa B – grunty zaliczone do użytków rolnych z wyłączeniem gruntów pod stawami i gruntów pod rowami, grunty leśne oraz zadrzewione i zakrzewione, nieużytki, a także grunty zabudowane i zurbanizowane z wyłączeniem terenów przemysłowych, użytków kopalnych oraz terenów komunikacyjnych, ³⁾ grupa C – tereny przemysłowe, użytki kopalne, tereny komunikacyjne, ⁴⁾ Lis, Pasieczna, 1995 – Atlas geochemiczny Polski 1:2 500 000 N – ilość próbek		
As Arsen	6					
Ba Bar	6					
Cr Chrom	6					
Zn Cynk	6					
Cd Kadm	6					
Co Kobalt	6					
Cu Miedź	6					
Ni Nikiel	6					
Pb Ołów	6					
Hg Rtęć	6					
Sumaryczna klasyfikacja badanych gleb z obszaru arkusza 138 – Jeziorany do poszczególnych grup użytkowania (ilość próbek)						
	6					

Materiał i metody badań laboratoryjnych

Dla oceny zanieczyszczenia gleb wykorzystano wyniki ze zbioru analiz chemicznych wykonanych do „Atlasu geochemicznego Polski 1:2 500 000” (Lis, Pasieczna, 1995). Próbki gleb pobierano za pomocą sondy ręcznej z wierzchniej warstwy (0,0–0,2 m) w regularnej siatce 5x5 km. Pobierana gleba o masie około 1000 g była suszona w temperaturze pokojowej, kwartowana i przesiewana przez sita nylonowe o wymiarach oczka 2 mm.

Przedmiotem zainteresowania była grupa metali, której źródłem są zanieczyszczenia antropogeniczne, a więc pierwiastki słabo związane i łatwo ługowalne z gleb. Gleby mineralizowano w kwasie solnym (HCl 1:4), w temperaturze 90°C, w ciągu 1 godziny. Oznaczenia As, Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Ni, Pb i Zn wykonano za pomocą atomowej spektrometrii emisyjnej ze wzbudzeniem plazmowym (ICP-AES *Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrometry*) z zastosowaniem spektrometrów: PV 8060 firmy Philips i JY 70 Plus Geoplasma firmy Jobin-Yvon. Analizy Hg przeprowadzono metodą absorpcyjnej spektrometrii atomowej techniką zimnych par (CV-AAS *Cold Vapour Atomic Absorption Spectrometry*) z użyciem spektrometru Perkin-Elmer 4100 ZL z systemem przepływowym FIAS-100. Wszystkie oznaczenia wykonano w laboratorium Państwowego Instytutu Geologicznego w Warszawie. Kontrolę jakości gwarantowały analizy wielokrotne tych samych próbek umieszczanych losowo w seriach analitycznych oraz stosowanie materiałów referencyjnych (wzorce Montana Soil, SRM 2710, SRM 2711, IAEA/Soil 7).

Prezentacja wyników

Zastosowana gęstość pobierania próbek (1 próbka na około 25 km²) nie jest dostateczna do wykreślenia izoliniowej mapy zawartości pierwiastków zgodnie z zasadami przyjętymi w kartografii (dla skali 1:50 000 konieczne jest opróbowanie w siatce 0,5x0,5 km, czyli jedna próbka – jedna informacja na 1 cm² mapy dla całego arkusza). Wyniki badań geochemicznych zostały więc przedstawione na mapie w postaci punktów.

Lokalizację miejsc pobierania próbek (wraz z numeracją zgodną z bazą danych) przedstawiono na mapie w postaci kwadratów wypełnionych kolorem przyjętym dla gleb zaklasyfikowanych do grupy A zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 9 września 2002 r.

Zanieczyszczenie gleb metalami

Wyniki badań geochemicznych gleb odniesiono zarówno do wartości stężeń dopuszczalnych metali określonych w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 9 września

2002 r., jak i do wartości przeciętnych określonych dla gleb obszarów niezabudowanych całego kraju (tabela 3).

Przeciętne zawartości: arsenu, kadmu, kobaltu, ołowiu i rtęci w badanych glebach arkusza są na ogół niższe lub równe w stosunku do wartości przeciętnych (median) w glebach obszarów niezabudowanych Polski. Wyższe wartości median wykazują: bar, chrom, cynk, miedź oraz nikiel, przy czym wzbogacenie w nikiel jest ponad dwukrotne w stosunku do przyjętych wartości przeciętnych.

Z uwagi na zbyt niską gęstość opróbowania dane prezentowane na mapie nie umożliwiają oceny zanieczyszczenia gleb z terenu całego arkusza. Pozwalają tylko na oszacowanie ich stanu w miejscach pobrania i w niezbyt odległym otoczeniu.

2. Osady wodne

W warunkach naturalnych osady gromadzące się na dnie rzek i jezior powstają w wyniku akumulacji materiału (m.in. ziaren kwarcu, skaleni, minerałów węglanowych, minerałów ilastych), pochodzącego z erozji i wietrzenia skał na obszarze zlewni oraz materiału powstałego w miejscu sedimentacji (szczątki obumarłych organizmów roślinnych i zwierzęcych oraz wytrącające się z wody substancje). Na terenach uprzemysłowionych, zurbanizowanych oraz rolniczych do osadów trafiają również substancje, takie jak metale ciężkie i trwałe zanieczyszczenia organiczne (TZO), zawarte w ściekach przemysłowych, komunalnych i z ferm hodowlanych odprowadzanych do wód powierzchniowych. Wzrost stężenia metali ciężkich i TZO we współcześnie powstających osadach jest również skutkiem ich depozycji z atmosfery oraz spływu deszczowego i roztopowego z terenów zurbanizowanych (metale ciężkie, WWA) i rolniczych (arsen, rtęć, pestycydy chloro-organiczne) (Rocher i in. 2004; Reiss i in., 2004; Birch i in., 2001; Howsam, Jones, 1998; Mecray i in., 2001; Lindström, 2001; Pulford i in., 2009; Ramamoorthy, Ramamoorthy, 1997; Wildi i in., 2004). Występujące w osadach metale ciężkie i inne substancje niebezpieczne mogą akumulować się w łańcuchu troficznym do poziomu który jest toksyczny dla organizmów, zwłaszcza drapieżników, a także mogą stwarzać ryzyko dla ludzi (Vink, 2009, 1999; Albering i in., 1999, Liu i in., 2005; Šmejkalová i in., 2003). Osady o wysokiej zawartości szkodliwych składników są potencjalnym ogniskiem zanieczyszczenia środowiska. Część szkodliwych składników zawartych w osadach może ulegać ponownemu uruchomieniu do wody w następstwie procesów chemicznych i biochemicznych przebiegających w osadach, jak również mechanicznego poruszenia wcześniej odłożonych zanieczyszczonych osadów na skutek naturalnych procesów albo podczas transportu bądź bagrowania (Sjöblom i in., 2004; Bordas, Bourg, 2001). Także pod-

czas powodzi zanieczyszczone osady mogą być przemieszczane na gleby tarasów zalewowych albo transportowane w dół rzek (Gocht i in., 2001; Gabler, Schneider 2000; Weng, Chen, 2000). Przemieszczenie na tarasy zalewowe zanieczyszczonych osadów powoduje wzrost stężenia metali ciężkich i trwałymi zanieczyszczeniami organicznymi w glebach (Bojakowska, Sokołowska, 1996; Bojakowska i in., 1995; Miller i in., 2004; Middelkoop, 2000).

Kryteria oceny osadów

Jakość osadów dennych, w aspekcie ich zanieczyszczenia metalami ciężkimi oraz wielopierścieniowymi węglowodorami aromatycznymi (WWA) i polichlorowanymi bifenyłami (PCB) oceniono na podstawie kryteriów zawartych w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 16 kwietnia 2002 r. we sprawie rodzajów oraz stężeń substancji, które powodują, że urobek jest zanieczyszczony (DzU Nr 55 poz. 498 z 14 maja 2002 r.). Dla oceny jakości osadów wodnych ze względów ekotoksykologicznych zastosowano wartości *PEL* (ang. *Probable Effects Levels – przypuszczalne szkodliwe stężenie*) – określające zawartość pierwiastka, WWA i PCB, powyżej której prawdopodobny jest szkodliwy wpływ zanieczyszczonych osadów na organizmy wodne. W tabeli 4 zamieszczono dopuszczalne zawartości pierwiastków oraz trwałych zanieczyszczeń organicznych (TZO) w osadach wydobywanych podczas regulacji rzek, kanałów portowych i melioracyjnych, obowiązujące w Polsce oraz wartości tła geochemicznego dla osadów wodnych Polski i wartości *PEL*.

Tabela 4.

Zawartość pierwiastków i trwałych zanieczyszczeń organicznych w osadach wodnych (mg/kg)

Parametr	Rozporządzenie MS*	<i>PEL</i> **	Tło geochemiczne
Arsen (As)	30	17	<5
Chrom (Cr)	200	90	6
Cynk (Zn)	1000	315	73
Kadm (Cd)	7,5	3,5	<0,5
Miedź (Cu)	150	197	7
Nikiel (Ni)	75	42	6
Ołów (Pb)	200	91	11
Rtęć (Hg)	1	0,49	<0,05
WWA _{11 WWA} ***		5,683	
WWA _{7 WWA} ****	8,5		
PCB	0,3	0,189	

* – ROZPORZĄDZENIE Ministra Środowiska z dnia 16 kwietnia 2002 r.

** – MACDONALD D i in., 2000.

*** – suma acenaftylenu, acenaftenu, fluorenu, fenantrenu, antracenu, fluorantenu, pirenu, benzo(a)antracenu, chryzenu, benzo[a]pirenu, dibenzo[ah]antracenu

**** – suma benzo(a)antracenu, benzo[b]fluorantenu, benzo[k]fluorantenu, benzo[a]pirenu, dibenzo[ah]antracenu, indeno[1,2,3-cd]pirenu, benzo[ghi]perylenu)

Materiały i metody badań laboratoryjnych

W opracowaniu wykorzystane zostały dane z bazy *OSADY* zawierającej wyniki monitoringowych badań geochemicznych osadów wodnych Polski wykonywanych na zlecenie Głównego Inspektora Ochrony Środowiska w ramach Państwowego Monitoringu Środowiska (PMŚ).

Próbki osadów rzecznych są pobierane ze strefy brzegowej koryt rzecznych, spod powierzchni wody, z przeciwnej strony do nurtu, w miejscach, gdzie tworzący się osad charakteryzuje się większą zawartością frakcji mułkowo-ilastej, zaś osady jeziorne są pobierane z głęboczków jezior. W badaniach analitycznych wykorzystano frakcję ziarnowa drobniejsza niż 0,2 mm. Zawartości arsenu, chromu, kadmu, ołowiu, miedzi, niklu i cynku oznaczono metodą atomowej spektrometrii emisyjnej ze wzbudzeniem plazmowym (ICP-OES), z roztworów uzyskanych po rozтворzeniu próbek osadów wodą królewską, a oznaczenia zawartości rtęci wykonano z próbki stałej metodą spektrometrii absorpcyjnej z zateżaniem na amalgamatorze. Zawartości wielopierścieniowych węglowodorów aromaty-cznych (WWA) – acenaftylenu, acenaftenu, fluorenu, fenantrenu, antracenu, fluorantenu, pirenu, benzo(a)antracenu, chryzenu, benzo(b)fluorantenu, benzo(k)fluorantenu, benzo(a)pirenu, indeno(1,2,3-cd)pirenu, dibenzo(a,h)antracenu, benzo(ghi)perylenu oznaczono przy użyciu chromatografu gazowego z detektorem spektrometrem mas (GC-MSD), a oznaczenia polichlorowanych bifenyli (kongenery PCB28, PCB52, PCB101, PCB118, PCB153, PCB138, PCB180) wykonano przy użyciu chromatografu gazowego z detektorem wychwytu elektronów (GC-ECD). Wszystkie oznaczenia wykonano w Centralnym Laboratorium Chemicznym Państwowego Instytutu Geologicznego w Warszawie.

Prezentacja wyników

Lokalizację miejsc opróbowania osadów przedstawiono na mapie w postaci trójkąta o odmiennych kolorach dla osadów zaklasyfikowanych do zanieczyszczonych (czerwony) lub niezanieczyszczonych (fioletowy) i o nieprzekroczonych wartościach *PEL* (niebieski) pod względem zawartości potencjalnie szkodliwych pierwiastków oraz w postaci koła o odmiennych kolorach dla osadów zaklasyfikowanych do zanieczyszczonych (czerwony) lub niezanieczyszczonych (fioletowy) i o nieprzekroczonych wartościach *PEL* (niebieski) pod względem zawartości trwałych zanieczyszczeń organicznych. Przy klasyfikacji stosowano zasadę zaliczania osadów do danej grupy, gdy zawartość żadnego pierwiastka lub związku organicznego nie przewyższała górnej granicy wartości dopuszczalnej w tej grupie. W przypadku zakwalifi-

kowania osadu do zanieczyszczonego każdy punkt opisano na mapie symbolami pierwiastków lub związków organicznych decydujących o zanieczyszczeniu.

Zanieczyszczenie osadów

Spośród jezior znajdujących się na arkuszu zbadane zostały osady jeziora Wadąg (tab. 5). Osady jeziora charakteryzują się względnie niskimi zawartościami potencjalnie szkodliwych pierwiastków, zbliżonymi do ich wartości tła geochemicznego. Odnotowane zawartości wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych w osadach jeziora są porównywalne z przeciętnie spotykanymi w osadach jezior. Stwierdzone zawartości pierwiastków śladowych i WWA w osadach jeziora są niższe od ich dopuszczalnych stężeń według rozporządzenia Ministra Środowiska, są one także niższe od ich wartości *PEL*, powyżej której obserwuje się szkodliwe oddziaływanie na organizmy wodne.

Dane prezentowane na mapie umożliwiają jedynie ocenę zanieczyszczenia osadów w miejscach pobrania i w niezbyt odległym otoczeniu. Powinny być jednak sygnałem dla odpowiednich urzędów i władz wskazującym na konieczność podjęcia badań szczegółowych i wskazania źródeł zanieczyszczeń, nawet w przypadku, gdy przekroczenia zawartości dopuszczalnych zaobserwowano tylko dla jednego pierwiastka lub związku organicznego.

Tabela 5

Zawartość pierwiastków i trwałych zanieczyszczeń w osadach jeziornych (mg/kg)

Parametr	Wadąg 2010 r.
Arsen (As)	11
Chrom (Cr)	14
Cynk (Zn)	94
Kadm (Cd)	<0,5
Miedź (Cu)	17
Nikiel (Ni)	12
Ołów (Pb)	20
Rtęć (Hg)	0,195
WWA ₁₁ WWA*	1,856
WWA ₇ WWA**	2,098
PCB***	0,0036

* – suma acenaftylenu, acenaftenu, fluorenu, fenantrenu, antracenu, fluorantenu, pirenu, benzo(a)antracenu, benzo[a]pirenu, dibenzo[ah]antracenu

** – suma benzo(a)antracenu, benzo[b]fluorantenu, benzo[k]fluorantenu, benzo[a]pirenu, dibenzo[ah]antracenu, indeno[1,2,3-cd]pirenu, benzo[ghi]perylenu

*** – suma PCB28, PCB52, PCB101, PCB118, PCB153, PCB138, PCB180

3. Pierwiastki promieniotwórcze

Materiał i metody badań

Do określenia dawki promieniowania gamma i stężenia radionuklidów poczarobylskiego cezu wykorzystano wyniki badań gamma-spektrometrycznych wykonanych dla Atlasu

Radioekologicznego Polski 1:750 000 (Strzelecki i in., 1993,1994). Pomiary gamma-spektrometryczne wykonywano wzdłuż profili o przebiegu N-S, przecinających Polskę co 15". Na profilach pomiary wykonywano co 1 kilometr, a w przypadku stwierdzenia stref o podwyższonej promieniotwórczości pomiary zagęszczano do 0,5 km. Sonda pomiarowa była umieszczona na wysokości 1,5 metra nad powierzchnią terenu, a czas pomiaru wynosił 2 minuty. Pomiary wykonywano spektrometrem GS-256 produkowanym przez „Geofizykę” Brno (Czechy).

Prezentacja wyników

Z uwagi na to, że gęstość opróbowania nie pozwala na opracowanie map izoliniowych w skali 1:50 000, wyniki przedstawiono w formie słupkowej (fig. 4) dla dwóch krawędzi arkusza mapy (zachodniej i wschodniej). Zabieg taki jest możliwy, gdyż te dwie krawędzie są zbieżne z generalnym przebiegiem profili pomiarowych. Wykresy słupkowe sporządzono jedynie dla punktów zlokalizowanych na opisywanym arkuszu, natomiast do interpretacji wykorzystano informacje zawarte w profilach na arkuszu sąsiadującym wzdłuż zachodniej lub wschodniej granicy opisywanego arkusza.

Prezentowane wyniki dawki promieniowania gamma obejmują sumę promieniowania pochodzącego od radionuklidów naturalnych (uran, potas, tor) i sztucznych (cez).

Wyniki

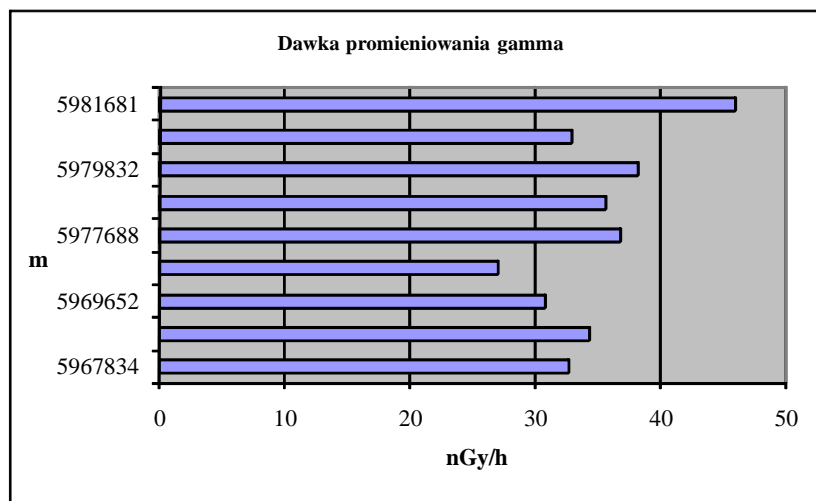
Wartości dawki promieniowania gamma wzdłuż profilu zachodniego wahają się w przedziale od około 22 do około 46 nGy/h. Przeciętnie wartość ta wynosi około 34 nGy/h i jest zbliżona do średniej dla obszaru Polski wynoszącej 34,2 nGy/h. Wzdłuż profilu wschodniego wartości promieniowania gamma zmieniają się od około 24 do około 59 nGy/h i przeciętnie wynoszą około 39 nGy/h.

Na omawianym arkuszu pomierzone wartości promieniowania gamma są dość wyrównane (przeważają dawki z przedziału wartości 3050 nGy/h), co świadczy o tym, że podobnymi wartościami promieniowania gamma cechują się gliny zwałowe zlodowacenia północnopolskiego dominujące wzdłuż obu profili pomiarowych oraz utwory wodnolodowcowe (piaski i żwiry) z tego samego okresu zlodowacenia, występujące podrzędnie na omawianym arkuszu.

Stężenia radionuklidów poczarnobylskiego cezu zmierzone wzdłuż obu profili są generalnie bardzo niskie, charakterystyczne dla obszarów bardzo słabo zanieczyszczonych. Wzdłuż profilu zachodniego wynoszą od 1,6 do 11,5 kBq/m², a wzdłuż profilu wschodniego wahają się od 0,9 do 9,7 kBq/m².

138 W

PROFIL ZACHODNI



138 E

PROFIL WSCHODNI

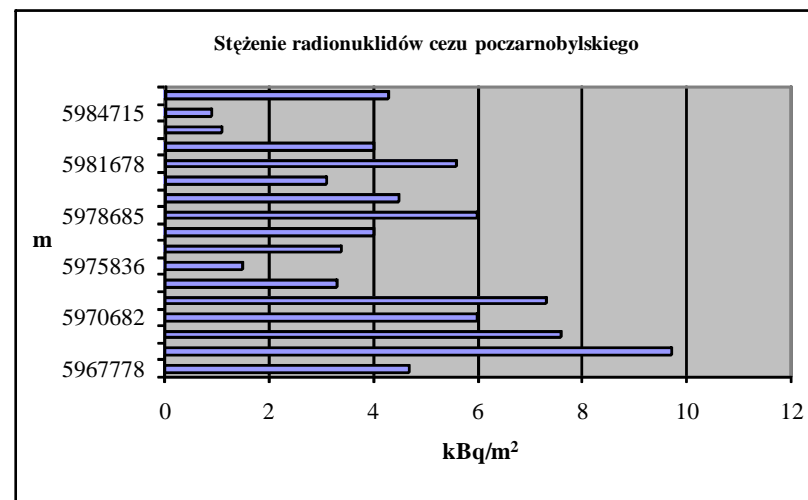
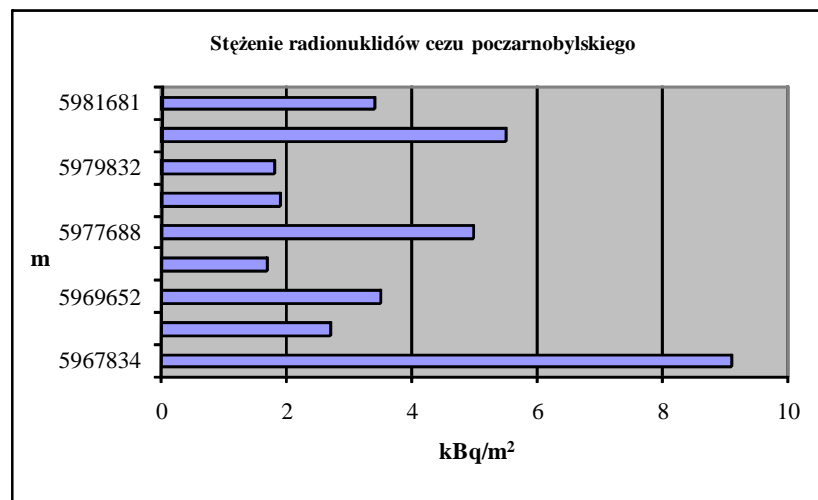
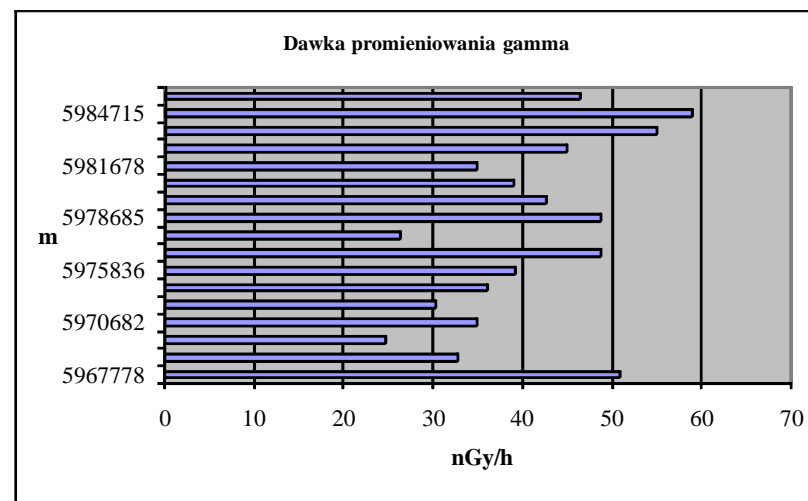


Fig. 4. Zanieczyszczenie gleb pierwiastkami promieniotwórczymi na obszarze arkusza Jeziorany (na osi rzędnych – opis siatki kilometrowej arkusza)

Nieco podwyższona lokalnie wartość stężenia cezu w profilu zachodnim (ok. 11 kBq/m²) jest związana z niezbyt intensywną anomalią występującą między Olsztynem, Piszem a Ostrołką i nie stwarza żadnego zagrożenia radiologicznego dla ludności.

IX. Składowanie odpadów

Zasady wydzielenia potencjalnych obszarów lokalizacji składowisk odpadów

Przy określaniu obszarów predysponowanych do lokalizowania składowisk uwzględniono zasady i wskazania zawarte w „Ustawie o odpadach” (Ustawa..., 2001) oraz w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 24 marca 2003 r. w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących lokalizacji, budowy, eksploatacji i zamknięcia, jakim powinny odpowiadać poszczególne typy składowisk odpadów (Rozporządzenie..., 2003) i Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 26 lutego 2009 r. zmieniającym rozporządzenie w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących lokalizacji, budowy, eksploatacji i zamknięcia, jakim powinny odpowiadać poszczególne typy składowisk odpadów (Rozporządzenie..., 2009).

Z uwagi na skalę i specyfikę opracowania kartograficznego w nielicznych przypadkach przyjęto zmodyfikowane rozwiązania w stosunku do wymienionych aktów prawnych, umożliwiające późniejszą weryfikację i uszczegółowienie rozpoznania na etapie projektowania składowisk.

Przedstawione na Mapie geośrodowiskowej Polski w skali 1:50 000 warunki lokalizacyjne dla przyszłych składowisk odpadów są zróżnicowane w nawiązaniu do 3 typów składowisk:

- N – odpadów niebezpiecznych,
- K – odpadów innych niż niebezpieczne i obojętne,
- O – odpadów obojętnych.

Lokalizowanie składowisk odpadów podlega ograniczeniom z uwagi na wyspecyfikowane wymagania ochrony litosfery, hydrosfery i atmosfery. Specyfikacja ta obejmuje:

- wyłączenie terenów, na których bezwzględnie nie można lokalizować składowisk odpadów,
- warunkowe ograniczenia lokalizacji odpadów, wymagające akceptacji odpowiednich władz i służb,
- wymagania dotyczące naturalnych cech izolacyjnych podłoża i skarp potencjalnych składowisk.

Na mapie, w nawiązaniu do powyższych kryteriów, wyznaczono:

- obszary o bezwzględny zakazie lokalizowania składowisk odpadów,
- obszary o warunkach izolacyjnych spełniających przyjęte kryteria dla określonego typu składowisk odpadów,
- obszary możliwej lokalizacji składowisk odpadów nieposiadające naturalnej warstwy izolacyjnej.

Występowanie w strefie przypowierzchniowej gruntów spoistych o wymaganej izolacyjności pozwala wyróżnić potencjalne obszary dla lokalizowania składowisk (POLs). W ich obrębie wydzielono rejony wyspecyfikowanych uwarunkowań (RWU) na podstawie:

- izolacyjnych właściwości podłoża – odpowiadających wyróżnionym wymaganiom składowania odpadów,
- rodzajów warunkowych ograniczeń lokalizacyjnych składowisk wynikających z przyjętych obszarów ochrony.

Lokalizowanie przyszłych składowisk odpadów w obrębie RWU posiadających wymienione ograniczenia warunkowe będzie wymagało ustaleń z lokalnymi władzami oraz dokumentami planistycznymi dotyczącymi zagospodarowania przestrzennego.

Wymagania dotyczące naturalnych cech izolacyjnych podłoża i ścian bocznych potencjalnych składowisk są uzależnione od typu składowanych odpadów (tabela 6).

Tabela 6

Charakterystyka naturalnej bariery geologicznej w odniesieniu do typu składowanych odpadów

Typ składowiska	Wymagania dotyczące naturalnej bariery geologicznej		
	miąższość [m]	współczynnik filtracji [m/s]	rodzaj gruntów
N – odpadów niebezpiecznych	≥ 5	$\leq 1 \times 10^{-9}$	iły, iłolupki
K – odpadów innych niż niebezpieczne i obojętne	≥ 1	$\leq 1 \times 10^{-9}$	
O – odpadów obojętnych	≥ 1	$\leq 1 \times 10^{-7}$	gliny

Ocena wykształcenia naturalnej bariery geologicznej pozwala na wyróżnienie:

- warunków izolacyjności podłoża zgodnych z wymaganiami dla określonego typu składowisk (przyjętymi w tabeli 6),
- zmiennych właściwości izolacyjnych podłoża (warstwa izolacyjna znajduje się pod przykryciem osadami piaszczystymi o miąższości do 2,5 m, miąższość lub jednorodność warstwy izolacyjnej jest zmienna).

Warstwa tematyczna „Składowanie odpadów” wraz z warstwą „Geochemia środowiska” wchodzi w skład warstwy informacyjnej „Zagrożenia powierzchni ziemi” i są przedstawione razem na Planszy B Mapy geosrodowiskowej Polski. Jednocześnie na dołączonej do

materiałów archiwalnych mapie dokumentacyjnej przedstawiono lokalizację otworu wiertniczego, którego profil wykorzystano przy konstrukcji wydzieleń terenów POLS.

Tło dla przedstawianych na Planszy B informacji stanowi stopień zagrożenia głównego użytkowego poziomu wodonośnego przeniesiony z arkusza Jeziorany Mapy hydrogeologicznej Polski w skali 1:50 000 (Lidzbarski, 2004). Stopień zagrożenia wód podziemnych wyznaczono w pięciostopniowej skali (bardzo wysoki, wysoki, średni, niski, bardzo niski) i jest on funkcją nie tylko wartości parametrów filtracyjnych warstwy izolacyjnej (odporności poziomu wodonośnego na zanieczyszczenia), ale także czynników zewnętrznych, takich jak istnienie na powierzchni ognisk zanieczyszczeń czy obszarów prawnie chronionych. Stopień ten jest parametrem zmiennym i syntetyzującym różne naturalne i antropogeniczne uwarunkowania. Dlatego też obszarów o różnym stopniu zagrożenia nie należy wprost porównywać z wyznaczonymi na Planszy B terenami pod składowanie odpadów. Wydzielone tereny o dobrej izolacyjności (POLS) mogą współwystępować z obszarami o różnym zagrożeniu jakości wód podziemnych.

Obszary o bezwzględny zakazie lokalizacji składowisk odpadów

Na obszarze objętym arkuszem Jeziorany bezwzględny wyłączeniu z możliwości składowania odpadów podlegają:

- strefa ochrony udokumentowanego głównego zbiornika wód podziemnych nr 213 Olsztyn,
- zabudowa Jezioran i Barczewa będących siedzibami urzędów miasta i gminy,
- rezerwat przyrody „Ustnik” (faunistyczny),
- tereny leśne o powierzchni powyżej 100 hektarów,
- obszary bagienne, podmokłe, łąki wykształcone na glebach pochodzenia organicznego,
- obszary płytkiego (do 5 m) występowania głównego piętra wodonośnego (Orzechowo, rejon Radostowo – Studnica),
- powierzchnie erozyjnych i akumulacyjnych tarasów holocenijskich w obrębie dolin rzek: Maruna, Pisa, Wipsówka, Orzechówka, Symsarna, Kirsna i pozostałych cieków,
- strefy (do 250 m) wokół jezior: Wadąg, Pierścień, Krokowo i pozostałych akwenów,
- tereny o nachyleniu powyżej 10° (Kolonia Radostowo, Kolonia Orzechowo, Radostowo, Studnica, Kalis, Ustnik, Wojtówko, Jeziorany, Kolonia Krokowo, Kolonia Studzianka, na północny wschód od Radostów, Kolonia Nowe Włóki, Kronowo, Kolonia Ruszajny, Maruny, Barczewko, Słupy,

- obszary zagrożone powierzchniowymi ruchami masowymi ziemi (na wschód od Orzechowa, rejonu Radostowa, Kalis – Ustnik, Tłokowa, Wójtówka, Lekit, Kolonia Królewo – Jeziorany, Krokowa, Barczewka, Marun – wzdłuż doliny rzeki Maruny (Grabowski (red.) i in., 2007).

Obszary bezwzględnie wyłączone z możliwości składowania odpadów zajmują ponad 95% powierzchni analizowanego terenu.

Około 70% powierzchni terenów objętych arkuszem Jeziorany pozostaje w zasięgu głównego zbiornika wód podziemnych nr 205 (Subzbiornik Warmia). Z chwilą jego udokumentowania, przede wszystkim wyznaczenia stref jego ochrony i zasilania, obszary wskazane do składowania odpadów mogą zostać wykluczone z zagospodarowania tego typu. Prace dokumentacyjne zbiornika są w trakcie realizacji.

Charakterystyka i ograniczenia warunkowe obszarów spełniających wymagania dla składowania odpadów obojętnych

Ze względu na wymagania dotyczące naturalnych cech izolacyjnych podłoża i ścian bocznych potencjalnych składowisk odpadów analizowano obszary, gdzie bezpośrednio na powierzchni występują grunty spoiste spełniające kryteria przepuszczalności (tabela 6) lub grunty spoiste, których strop znajduje się nie głębiej niż 2,5 m p.p.t.

Obszary rekomendowane do składowania odpadów obojętnych wskazano w granicach wysoczyzny falistej o wysokości względnej 2–5 m i nachyleniu około 5°. Jej powierzchnię budują gliny zwałowe zlodowacenia wisły zlodowaceń północnopolskich.

Stanowią one główny poziom glacialny na tym terenie, ich miąższość wynosi od kilkunastu do ponad 20 m, miejscami może dochodzić do ponad 35 m.

Prawdopodobnie lokalnie gliny wisły położone są bezpośrednio na glinach starszych zlodowaceń, tworząc wspólny poziom izolacyjny o miąższościach rzędu 130 m – Jeziorany, 90 m – Radostowo (dane z przekroju geologicznego – obszary bezwzględnie wyłączone z możliwości składowania odpadów). Są to zwykle gliny mułkowo-piaszczyste, lokalnie mułkowo-ilaste, ze żwirami i gładzikami, do głębokości paru metrów zwykle brązowe, niżej ciemnoszare. W granicach obszaru wskazanego w rejonie Kolonii Międzylesie należy zwrócić uwagę na niewielkie zagłębienia w powierzchni wysoczyzny wypełnione torfami.

W północno-zachodniej części analizowanego terenu, występują gliny zwałowe martwego lodu. Nie odbiegają one litologicznie od glin budujących wysoczyznę, jedynie na kulminacjach terenu mogą być bardziej piaszczyste i zwiertzałe. Ich miąższość może wynosić od kilku metrów do ponad 20 metrów.

W miejscach, w których na glinach zwałowych występują piaski wodnolodowcowe o niewielkiej (do 2 m) miąższości warunki izolacyjne określono na zmienne (mniej korzystne). Budowa składowisk odpadów w ich granicach wiąże się z koniecznością zdjęcia przepuszczalnego nadkładu.

Na mapie wytypowano również obszary możliwej lokalizacji składowisk odpadów pozbawione naturalnej izolacji. Na powierzchni występują tu przepuszczalne osady czwartorzędowe. Budowa składowisk odpadów w ich obrębie wymaga wykonania dodatkowej przesłony podłoża obiektów, syntetycznej lub mineralnej.

Obszary rekomendowane do składowania odpadów obojętnych wskazano na terenie gmin Dobre Miasto, Jeziorany i Barczewo. Są one położone przy drogach dojazdowych, a ich powierzchnia pozwala na lokalizację ewentualnych składowisk w dogodnej odległości od zabudowań miejscowości.

Środowiskowym ograniczeniem warunkowym budowy składowisk odpadów w części obszarów wytypowanych na terenie gminy Dobre Miasto jest ich położenie w granicach Obszaru Chronionego Krajobrazu Dolina Dolnej Łyny (p). Nie ma on charakteru bezwzględnego zakazu. Powinien być jednak rozpatrywany indywidualnie w ocenie oddziaływania na środowisko potencjalnego składowiska, w dalszej procedurze w ustaleniach z odpowiednimi służbami: nadzoru budowlanego, gospodarki wodnej, ochrony przyrody, konserwatora zabytków oraz administracji geologicznej.

Obszary rekomendowane do składowania odpadów obojętnych znajdują się na terenach, dla których stopień zagrożenia wód określono na niski. Główny użytkowy poziom wodonośny związany z osadami czwartorzędu jest dobrze lub częściowo izolowany od zanieczyszczeń powierzchniowych, a stopień jego odporności określono na niski. Jedynie niewielki wschodni fragment obszaru wskazanego w gminie Tłokowo i północna część obszaru wskazanego w okolicach Kolonii Kronowa to obszary, dla których stopień zagrożenia wód określono na średni (ze względu na możliwość częściowej redukcji warstw słabo przepuszczalnych).

Charakterystyka i ograniczenia warunkowe obszarów spełniających wymagania dla składowania odpadów innych niż obojętne i niebezpieczne (komunalnych)

W granicach powierzchniowego występowania mułków i ilów zastoiskowych zlodowacenia wisły wskazano dwa obszary rekomendowane do składowania odpadów komunalnych. Osady te powstały w zastoisku, w schyłkowej fazie deglacjacji i pokryły cienką warstwą zarówno gliny zwałowe tworzące powierzchnię wysoczyzny falistej, jak i osady wodnomorenowe, wodnolodowcowe, rynnowe i sandrowe wykształcone na ogół w postaci piasków i pia-

sków ze żwirami (Morawski, 2003). Ze względu na niejednorodne wykształcenie litologiczne osadów zastoiskowych oraz ich niewielką miąższość ich własności izolacyjne określono na mniej korzystne (zmienne). Decyzję o lokalizacji składowisk w ich granicach musi poprzedzić dokumentacja geologiczno-inżynierska, która pozwoli na ewentualne potwierdzenie ciągłości występowania gruntów o zawartości frakcji ilastej powyżej 30% i miąższości powyżej 1 m. Obszary rekomendowane do składowania odpadów komunalnych zlokalizowane są na terenie gminy Barczewo, w Ruszajnach i Kolonii Ruszajny.

Środowiskowym ograniczeniem warunkowym budowy składowisk odpadów w okolicach Ruszajn jest położenie wytypowanego obszaru w granicach Obszaru Chronionego Krajobrazu Pojezierza Olsztyńskiego (p).

Warunki hydrogeologiczne w granicach obszarów wskazanych do składowania odpadów komunalnych są korzystne. Główny użytkowy poziom wodonośny stanowią utwory drugiego poziomu międzymorenowego zalegające na głębokości 10–62 m, pod kompleksem glin zwałowych i utworów zastoiskowych. Stopień zagrożenia wód określono na niski, w Ruszajnach, ze względu na obecność ognisk zanieczyszczeń na średni.

Składowisko w Podleśnej zamknięto w 2005 r. Obiekt jest w trakcie rekultywacji. Prowadzony jest monitoring wód podziemnych i opadowych oraz gazu składowiskowego.

Odpady z terenów objętych arkuszem wywożone są na składowisko w Bartoszycach i do Międzygminnego Zakładu Przerobu Odpadów Komunalnych w Sękitach w gminie Bisztynek.

Ocena najbardziej korzystnych warunków geologicznych i hydrogeologicznych

Warunki geologiczne rozpatrywane pod kątem składowania odpadów są korzystne. Zarówno gliny zwałowe rekomendowane jako naturalna bariera geologiczna dla składowania odpadów obojętnych, jak i iły zastoiskowe przewidziane do składowania odpadów komunalnych spełniają przyjęte kryteria izolacyjności.

Przy wyborze miejsca ewentualnych inwestycji tego typu w pierwszej kolejności powinno się rozpatrywać miejsca powierzchniowego występowania osadów zastoiskowych oraz teren w bezpośrednim sąsiedztwie otworu wiertniczego wykonanego w rejonie miejscowości Tłokowo, w profilu którego stwierdzono występowanie glin zwałowych o 72 m miąższości.

Wody podziemne zasilane są głównie poprzez infiltrację opadów. Występowanie wód podziemnych związane jest z utworami w piętrach czwartorzędu, miocenu, oligocenu i paleocenu. Pod względem hydrogeologicznym najlepsze warunki ma południowo-zachodnia część obszaru wskazanego w rejonie Tłokowa w gminie Jeziorany. Główny użytkowy poziom wodonośny tworzą utwory drugiego i trzeciego poziomu wodonośnego pozostające w łączności

hydraulicznej. Warstwa wodonośna występuje na głębokości 70–120 m, pod zwartym kompleksem glin zwałowych. Odporność głównego użytkowego poziomu wodonośnego określono na dobrą, a stopień jego zagrożenia zanieczyszczeniami antropogenicznymi na bardzo niski.

Charakterystyka wyrobisk poeksploatacyjnych

Wyrobiska złóż eksploatowanych na terenach, w których można lokalizować składowiska odpadów są zawodnione i nie powinny być rozpatrywane jako miejsca składowania odpadów.

Przedstawione na mapie tereny i miejsca predysponowane do składowania wyróżnionych typów odpadów należy traktować jako podstawę późniejszych wariantowych propozycji lokalizacyjnych i w nawiązaniu do nich projektowania odpowiednich badań geologicznych i hydrogeologicznych. Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 24 marca 2003 roku w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących lokalizacji, budowy, eksploatacji i zamknięcia, jakim powinny odpowiadać poszczególne typy składowisk na obszarze planowanego składowania odpadów i jego otoczenia oraz zmieniającego je Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 26 lutego 2009 roku wymagane jest przeprowadzenie badań geologicznych i hydrogeologicznych, których wyniki opracowuje się w formie dokumentacji geologiczno-inżynierskiej i hydrogeologicznej, dołączonych do wniosku o wydanie decyzji o warunkach zabudowy i zagospodarowania terenu dla składowiska odpadów.

Wyznaczone na mapie obszary powinny być uwzględnione przy typowaniu wariantów lokalizacyjnych nie tylko składowisk odpadów, ale również na etapie uzgodnienia warunków zabudowy i zagospodarowania terenu przy rozpatrywaniu lokalizacji obiektów szczególnie uciążliwych dla środowiska i zdrowia ludzi oraz obiektów mogących pogorszyć stan środowiska. Oprócz uwzględnienia ograniczeń prawnych, odnoszących się do tego typu inwestycji, przedstawione na mapie obszary potencjalnej lokalizacji składowisk obejmują zasięgi występowania w podłożu warstwy utworów słabo przepuszczalnych, stanowiących dobrą naturalną izolację dla położonych głębiej poziomów wodonośnych.

X. Warunki podłoża budowlanego

Na obszarze arkusza Jeziorany dokonano oceny warunków geologiczno-inżynierskich podłoża budowlanego z pominięciem: obszarów występowania złóż kopalin, rezerwatu przyrody, obszarów leśnych gleb chronionych klasy IIIaIVa, łąk na glebach pochodzenia organicznego i rejonów zwartej zabudowy. Obszary o korzystnych i niekorzystnych warunkach dla

budownictwa wydzielono między innymi na podstawie Szczegółowej mapy geologicznej Polski, arkusz Jeziorany (Morawski, 2003).

Waloryzację geologiczno-inżynierską przeprowadzono zgodnie z kryteriami określonymi w „Instrukcji...” (2005). Korzystne dla budownictwa są obszary wysoczyznowe, na których występują grunty spoiste w stanie twaroplastycznym, półzwałowym i zwałowym a także grunty niespoiste średnio zagęszczone i zagęszczone. Reprezentowane są przez mało skonsolidowane gliny zwałowe oraz piaski gliniaste i piaski o różnej granulacji, pochodzące ze zlodowaceń północnopolskich. Poziom wód gruntowych na tych obszarach utrzymuje się głębiej niż 2 m p.p.t. We wschodniej części arkusza występują obszary akumulacji zastoiskowej (jeziornej), gdzie panują gorsze warunki geologiczno-inżynierskie, aniżeli na obszarach akumulacji glacialnej. Obszary o warunkach korzystnych występują w postaci płatów różnej wielkości w obrębie całej powierzchni arkusza, są one większe obszarowo i jest ich więcej od obszarów utrudniających budownictwo. Najwięcej terenów korzystnych dla budownictwa znajduje się w centralnej części badanego obszaru pomiędzy miejscowościami: Radosty, Lamkowo, Szynowo i Nowe Włóki.

Obszary o warunkach niekorzystnych, utrudniających budownictwo wyznaczono w rejonach występowania gruntów niespoistych w stanie luźnym (piaski drobne) i gruntów organicznych holocenijskich takich jak: torf, namuły torfiaste, namuły piaszczyste i mułki. Zwierciadło wody gruntowej na tych obszarach występuje zazwyczaj płycej niż 2 m p.p.t. Obszary o niekorzystnych warunkach budowlanych występują na równinach torfowych oraz w obniżeniach wytopiskowych. Są to torfy i piaski z wkładkami mułków zlokalizowane w dolinach rzek: Pisy, Orzechówki i Symsarny.

Na obszarze arkusza występują zaburzenia glacictektoniczne pomiędzy miejscowościami Lamkowo-Barczewo, które utrudniają warunki posadowienia. W takim przypadku konieczne jest sporządzenie dokumentacji geologiczno-inżynierskiej poprzedzającej projekt budowlany. Tereny utrudniające budownictwo występują też wzdłuż brzegów jeziora Wadąg i mniejszych jezior ze względu na bardzo płytko występujące tam zwierciadło wody gruntowej (około 1 m p.p.t.).

Na obszarze arkusza wytypowano kilka obszarów predysponowanych do występowania ruchów masowych. Występują one na zboczach form morenowych i zagłębieniach bezodpływowych oraz na stoku wysoczyzny w rejonie Jezioran, na stoku wysoczyzny w okolicy Orzechowa, Jesionowa i Radostowa, na stoku równiny zastoiskowej i tarasu kemowego w rejonie Barczewka oraz na zboczach rynny na północ od Barczewa (Grabowski red., 2007).

XI. Ochrona przyrody i krajobrazu

Walory przyrodniczo-krajobrazowe terenu objętego arkuszem Jeziorany są chronione poprzez ustanowienie: rezerwatu faunistycznego, obszarów chronionego krajobrazu i pomników przyrody.

W zasięgu badanego obszaru arkusza Jeziorany znajdują się fragmenty czterech obszarów chronionego krajobrazu utworzonych rozporządzeniem Wojewody Warmińsko-Mazurskiego. Przez północno-zachodni fragment terenu badań przebiega granica obszaru chronionego krajobrazu „Doliny Dolnej Łyny” (OCHK DDŁ). Jego całkowita powierzchnia wynosi 16 429,9 ha. W zachodniej i południowo-zachodniej części arkusza znajduje się fragment obszaru chronionego krajobrazu „Doliny Środkowej Łyny” (OCHK DSŁ), którego całkowita powierzchnia wynosi 15 307,8 ha. W północnej części obszaru badań rozciąga się fragment obszaru chronionego krajobrazu „Doliny Symsarny” (OCHK DS) o całkowitej powierzchni 19 329,8 ha, a w południowo-wschodnim narożniku mapy znajduje się mały fragment obszaru chronionego krajobrazu „Pojezierza Olsztyńskiego” (OCHK PO) o powierzchni 40 997,4 ha. Cechą charakterystyczną wymienionych obszarów chronionego krajobrazu są rozległe kompleksy lasów, torfowisk i bagien o zróżnicowanej florze i faunie. Rozciągają się one w dorzeczu rzeki Łyny i Symsarny. W ich granicach znajduje się znaczna część jezior Pojezierza Olsztyńskiego. W rzeźbie terenu dominują formy płaskie, piaszczyste i zabagnione równiny z jeziorami. W ekosystemach jeziornych występują liczne gatunki rzadkich roślin oraz wiele gatunków fauny, głównie ptactwa wodnego. Obszary chronionego krajobrazu spełniają niezwykle ważną rolę w utrzymaniu równowagi stosunków wodnych i klimatycznych rejonu, a ze względu na bardzo malowniczy krajobraz przyciągają wielu turystów.

W granicach arkusza Jeziorany znajduje się faunistyczny rezerwat przyrody „Ustnik” (tabela 7), który podlega ochronie ścisłej. Rezerwat utworzono w 1991 roku w celu ochrony miejsc lęgowych, obszaru wypoczynku i żerowania wielu rzadkich i zagrożonych wyginięciem ptaków wodno-błotnych. Jego całkowita powierzchnia wynosi 32,5 ha. Jest to płytki śródlądowy zbiornik z bogatą roślinnością przybrzeżną i wodną, obfitujący w bezkręgowce wodne. Stanowi jedną z ciekawszych ostoj ptactwa wodno-błotnego, w tym perkoza zausznika.

Na obszarze arkusza Jeziorany znajdują się cenne drzewa i grupy drzew, które zostały uznane za pomniki przyrody żywej. Ich wykaz przedstawiono w tabeli 7. Są to stare i okazałe: dęby szypułkowe, lipy drobnolistne i cisy, które wymagają ochrony. Wśród pomników przyrody na uwagę zasługuje stanowisko pióropusznika strusiego, położone w dolinie rzeki Orze-

chówki oraz stanowisko pełnika europejskiego liczące kilkaset egzemplarzy, na powierzchni 2,25 ha na północ od wsi Maruny.

Tabela 7

Wykaz rezerwatów i pomników przyrody

Lp.	Forma ochrony	Miejscowość	gmina	Rok zatwierdzenia	Rodzaj obiektu (powierzchnia w ha)
			powiat		
1	2	3	4	5	6
1	R	Ustnik	<u>Jeziorany</u> Olsztyn	1991	Fn – „Ustnik” (32,5)
2	P	Kolonia Radostowo	<u>Jeziorany</u> Olsztyn	1995	Pż – cis
3	P	Kolonia Radostowo	<u>Jeziorany</u> Olsztyn	1994	Pż – cis
4	P	Słupy	<u>Dywity</u> Olsztyn	2001	Pż – 5 lip drobnolistnych
5	P	Słupy	<u>Dywity</u> Olsztyn	1995	Pż – dąb szypułkowy
6	P	Barczewko (Leśnictwo Łęgajny)	<u>Barczewo</u> Olsztyn	1986	Pż – pióropusznik strusi (około 2 000 sztuk)
7	P	Maruny	<u>Barczewo</u> Olsztyn	1991	Pż – dąb szypułkowy
8	P	Maruny	<u>Barczewo</u> Olsztyn	1991	Pż – stanowisko pełnika europejskiego, kilkaset sztuk

Rubryka 2 **R** – rezerwat, **P** – pomnik przyrody

Rubryka 6 rodzaj rezerwatu: **Fn** – faunistyczny

rodzaj pomnika przyrody: **Pż** – żywej

W Polsce realizowany jest program ECONET, którego celem jest przedstawienie obszarów o walorach przyrodniczych, mających najwyższą rangę krajową oraz europejską. Położenie arkusza Biskupiec na tle systemów ECONET (Liro, red., 1998) przedstawia figura 5.

Do południowo-wschodniego narożnika mapy dochodzi fragment obszaru węzłowego o znaczeniu międzynarodowym 13M – Zachodniomazurskiego, natomiast nie ma tu terenów chronionych w ramach systemu Natura 2000.

Użytki rolne występują głównie w centralnej i północnej części obszaru badań oraz na zachód i południe od miasta Jeziorany. Należą one do gleb chronionych klas bonitacyjnych IIIa, IIIb i IVa; te ostatnie zajmują około 60% powierzchni spośród wszystkich wymienionych klas. W obrębie gleb chronionych występują gleby kompleksu pszennego dobrego, żytniego bardzo dobrego i żytniego wadliwego. Pod względem typologicznym są to gleby brunatne właściwe, brunatne wylugowane i kwaśne oraz bielicowe i pseudobielicowe. Gleby brunatne to przeważnie gliny lekkie, lessy, piaski gliniaste mocne na glinie średniej i lekkiej, natomiast bielicowe i pseudobielicowe wykazują skład pyłów gliniastych mocnych na glinach lekkich. W obrębie łąk organicznych występują gleby: torfowe i murszowo-torfowe oraz mułowo-torfowe i torfowo-mułowe.

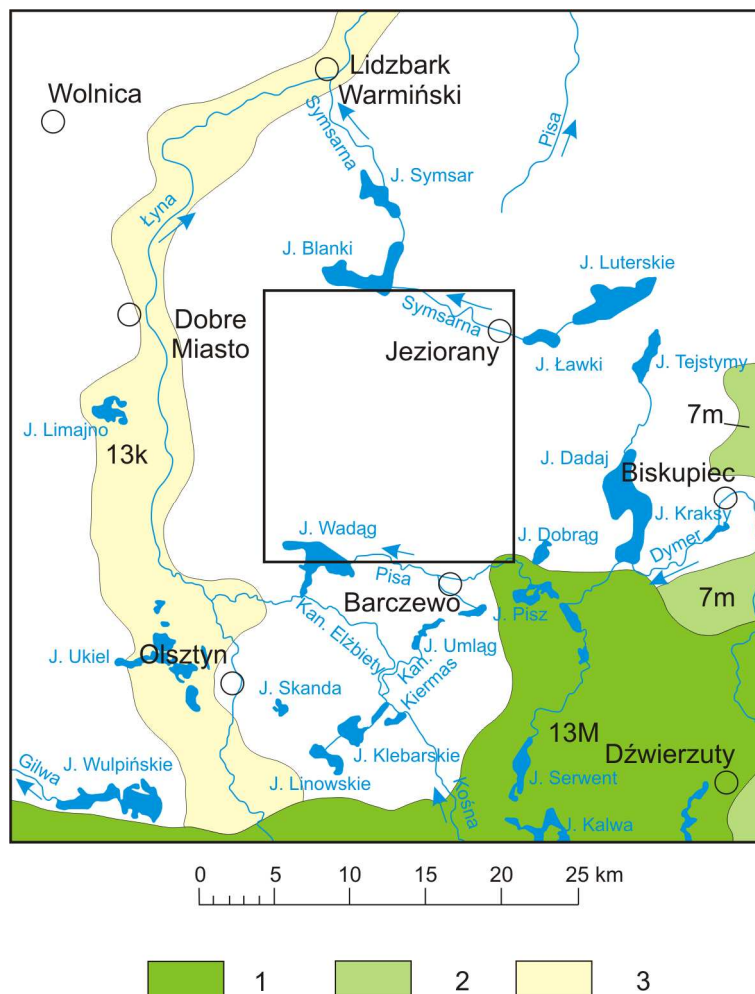


Fig. 5. Położenie arkusza Jeziorany na tle systemu ECONET (Liro red., 1998)

System ECONET

1 – obszar węzłowy o znaczeniu międzynarodowym, jego numer i nazwa: 13M – obszar Zachodniomazurski; 2 – międzynarodowy korytarz ekologiczny, jego numer i nazwa: 7m – Mazurski; 3 – korytarz ekologiczny o znaczeniu krajowym, jego numer i nazwa: 13k – Łyna.

Lasy zajmują nieznaczną powierzchnię obszaru arkusza Jeziorany. Niewielkie kompleksy leśne występują w południowej części terenu i należą do obszaru chronionego krajobrazu „Doliny Środkowej Łyny” i „Pojezierza Olsztyńskiego”. Cechą charakterystyczną zespołów leśnych jest dość duży udział monokultur iglastych. Panujące warunki klimatyczne i glebowe sprawiają, że głównymi gatunkami w lasach są sosny, świerki, brzozy, dęby, olchy oraz modrzewie, graby i jesiony.

XII. Zabytki kultury

Obszar arkusza Jeziorany nie jest w całości przebadany pod względem archeologicznym. Wykopaliska były prowadzone jedynie w południowo-wschodniej i południowej części obszaru mapy w okolicy miejscowości. Na tych terenach występowały zasięgi prahistorycznych i średniowiecznych kultur i grup kulturowych. Najwięcej stanowisk archeologicznych

o dużej wartości poznawczej oraz wpisanych do rejestru zabytków przedstawiają ślady osadnictwa z okresu neolitu poprzez epokę kamienia, brązu, żelaza, aż po okres nowożytny. W okolicy miejscowości Maruny i na południe od Barczewka (nad jeziorem Wadąg) występują grodziska kultury pruskiej z okresu od IX do XII w., które są wpisane do rejestru zabytków. W miejscowości Słupy zachował się gródek strażniczy z okresu średniowiecza.

W granicach arkusza znajdują się fragmenty dwóch miast – Jeziorany i Barczewo. Historia Jezioran jest odzwierciedleniem historii Warmii. Miasto powstało w drugim etapie kolonizacji Prus, po podboju krzyżackim. Prawa miejskie miasto otrzymało w 1338 r., niszczone było przez liczne pożary w czasie kolejnych wojen. Do dziś w mieście przetrwało wiele zabytkowych budynków, które zostały objęte ochroną konserwatorską. Są to: gotycki kościół pw. św. Bartłomieja wzniesiony w latach 1360-1390, z barokowym ołtarzem z XVIII w., kościół ewangelicki, odcinki murów obronnych z basztą gotycką, dawny zamek biskupów warmińskich (obecny urząd miasta), dom z wieżą strażacką przy ulicy Konopnickiej, 2 spichlerze i 2 kapliczki przydrożne. Ponadto w Jezioranach do rejestru zabytków wpisany jest układ urbanistyczny miasta, a w jego obrębie objętych ochroną konserwatorską zostało kilkadziesiąt obiektów zabytkowych z XIX i XX w, głównie kamieniczek i domów.

Miasto Barczewo znajduje się w południowo-wschodniej części obszaru arkusza Jeziorany. Jego malownicze położenie w otoczeniu lasów i jezior nad rzeką Pisą jest ciekawym punktem na trasie turystycznej w kierunku Wielkich Jezior Mazurskich. Miasto powstało jako osada obronna, a prawa miejskie uzyskało w 1364 r. Od 1772 roku było pod zaborem pruskim. Barczewo było bardzo zniszczone w czasie działań wojennych. Większość zabytków, które są objęte opieką konserwatorską znajduje się w granicach arkusza Barczewo. Na obszarze arkusza Jeziorany znajduje się zespół dworca PKP z końca XIX wieku oraz relikty bramy miejskiej przy ulicy Mostowej.

Zabytki architektoniczne podlegające ochronie konserwatorskiej i wpisane do rejestru zabytków zachowały się również w mniejszych miejscowościach.

W Tłokowie znajduje się kościół pw. św. Jana Chrzciciela, z XIV w. w stylu gotyckim z barokowym ołtarzem, barokowa kaplica św. Rocha oraz cmentarz parafialny. Także w Radoszowie zachował się kościół z XVIII w., cmentarz rzymsko-katolicki oraz 5 kapliczek przydrożnych. Z kolei w Orzechowie zabytkami są kościół pw. Niepokalanego Poczęcia Najświętszej Marii Panny; cmentarz rzymsko-katolicki, plebania i szkoła.

W miejscowości Jasionowo do rejestru zabytków wpisano kościół filialny pw. św. Marcina i cmentarz rzymsko-katolicki, we Frączkach, kościół pw. św. Marii Magdaleny; plebanię i 5 kapliczek, w Krokowie kaplicę św. Marii Magdaleny.

Kolejnymi zabytkami są: barokowy kościół św. Mikołaja, cmentarz i drewniana chałupa w Lamkowie, kaplica filialna pw. Matki Boskiej Szkaplerznej w Nowych Włókach oraz kościół, 2 cmentarze i 8 kapliczek w Barczewku.

Zespoły dworsko-folwarczne znajdują się w miejscowościach: Kalis, Słupy, Ustnik i Wójtówko.

Na obszarze arkusza Jeziorany do rejestru zabytków wpisanych jest wiele kapliczek przydrożnych i oprócz wymienionych powyżej znajdują się one w następujących miejscowościach: Gady, Podleśna, Różnowo i Tuławki. W miejscowości Maruny i Szynowo opieką konserwatorską są objęte parki podworskie.

XIII. Podsumowanie

Obszar arkusza Jeziorany położony jest w województwie warmińsko-mazurskim i prawie w całości należy do powiatu olsztyńskiego. Cały omawiany teren leży w obrębie mezoregionu Pojezierza Olsztyńskiego. Największymi miejscowościami na opisywanym terenie są Jeziorany i Barczewo. Ludność zamieszkująca omawiany obszar znajduje zatrudnienie głównie w: rolnictwie, rzemiośle, handlu i usługach oraz w przemyśle wydobywczym, związanym z eksploatacją złóż kopalin.

Na obszarze arkusza jest aktualnie udokumentowanych osiemnaście złóż piasków i żwirów, z których dziesięć jest aktualnie eksploatowanych. Kopalina jest wykorzystywana w budownictwie i do budowy dróg. Wyznaczono cztery obszary perspektywiczne piasków i żwirów, cztery kredy jeziornej i osiem dla torfów.

Wody podziemne o charakterze użytkowym związane są z utworami wodonośnymi piętra czwartorzędowego (w obrębie którego wykształcone są trzy poziomy międzymorenowe oraz poziom wód gruntowych) oraz z osadami porowymi: miocenu, oligocenu i paleocenu. Głównym poziomem użytkowym, z którego zaopatrywana jest ludność miejscowa w wodę z ujęć komunalnych, jest poziom czwartorzędowy.

Gleby, które wykształciły się z utworów polodowcowych, należą głównie do klas bonitacyjnych: IIIa, IIIb i IVa. Występują one głównie w centralnej i północnej części obszaru badań oraz na zachód i południe od miasta Jeziorany.

Na terenie objętym arkuszem Jeziorany wskazano obszary możliwej lokalizacji składowisk odpadów obojętnych i komunalnych.

Odpady obojętne można składować w granicach powierzchniowego występowania glin zwałowych zlodowacenia wisły. Obszary rekomendowane do tych celów wskazano na terenie gmin Dobre Miasto, Jeziorany i Barczewo.

Naturalną barierę geologiczną dla składowania odpadów komunalnych stanowią ily i mułki zastoiskowe zlodowacenia wisły. Obszary rekomendowane do składowania odpadów komunalnych zlokalizowane są na terenie gminy Barczewo, w rejonie miejscowości Ruszajny i Kolonia Ruszajny.

Warunki hydrogeologiczne rozpatrywane pod kątem składowania odpadów są korzystne. Główne użytkowe poziomy wodonośne są dość dobrze izolowane od zanieczyszczeń powierzchniowych. Stopień ich zagrożenia określono na niski, podrzędnie bardzo niski i średni.

Na analizowanym terenie nie ma wyrobisk poeksploatacyjnych złóż ani punktów niekoncesjonowanego poboru kopalin, które można rekomendować do budowy składowisk odpadów.

Opisywany teren jest dość atrakcyjny pod względem krajobrazowo-przyrodniczym za sprawą występującego tu rezerwatu przyrody i fragmentów czterech obszarów chronionego krajobrazu. W wielu miejscowościach zachowały się zabytki architektoniczne podlegające ochronie konserwatorskiej i wpisane do rejestru zabytków, które są dodatkową atrakcją regionu.

Wymienione walory przyrodnicze, rzeźba terenu, obszary leśne, obecność wielu zbiorników wodnych i czyste powietrze pozwalają upatrywać przyszłość tego obszaru w turystyce, agroturystyce i związanych z nią usługach. Samorządy terytorialne powinny dążyć do ochrony i wzbogacania tych walorów.

XIV. Literatura

- ALBERING H., LEUSEN S., MOONEN E., HOOGEWERFF J., KEINJANS J. (1999) – Human Health Risk Assessment: A Case Study Involving Heavy Metal Soil Contamination After the Flooding of the River Meuse during the Winter of 1993-1994. *Environmental Health Perspectives* 107 (1), 37-43.
- BANDURSKA-KRYŁOWICZ H., 1983 – Sprawozdanie z prac poszukiwawczych złóż kredy jeziornej we wschodniej części województwa olsztyńskiego. *Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol. Warszawa.*

- BIRCH G., SIAKA M., OWENS C. (2001) – The source of anthropogenic heavy metals in fluvial sediments of a rural catchment: Coxs River, Australia. *Water, Air & Soil Pollution*, 126 (1–2): 13–35.
- BOBEL T., 1999 – Dokumentacja geologiczna uproszczona w kat. C₁ złoża kruszywa naturalnego „DERC”. *Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol. Warszawa*.
- BOBEL T., 2000 – Dokumentacja geologiczna uproszczona w kat. C₁+C₂ złoża kruszywa naturalnego „KRONOWO IV”. *Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol. Warszawa*.
- BOBEL T., 2001 – Dokumentacja geologiczna uproszczona w kat. C₁ złoża kruszywa naturalnego „KRONOWO KOLONIA”. *Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol. Warszawa*.
- BOBEL T., 2009 – Dodatek nr 1 do dokumentacji geologicznej uproszczonej w kat. C₁ złoża kruszywa naturalnego „DERC”. *Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol. Warszawa*.
- BOBEL T., 2010a – Dodatek nr 2 do dokumentacji geologicznej uproszczonej w kat. C₁ złoża kruszywa naturalnego „DERC”. *Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol. Warszawa*.
- BOBEL T., 2010b – Dokumentacja geologiczna złoża piasków Studzianka w kat. C₁. *Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol. Warszawa*.
- BOJAKOWSKA I., SOKOŁOWSKA G. (1996) – Heavy metals in the Bystrzyca river flood plain. *Geological Quarterly*, 40 (3): 467-480.
- BOJAKOWSKA I., SOKOŁOWSKA G., LEWANDOWSKI P. (1995) – Metale ciężkie w glebach tarasów zalewowych Pisi. *Prz. Geol.* 44 (1), 75, 1996.
- BORDAS F., BOURG A. (2001) – Effect of solid/liquid ratio on the remobilization of Cu, Pb, Cd and Zn from polluted river sediment. *Water, Air, and Soil Pollution* 128: 391–400.
- GABLER H., SCHNEIDER J. (2000) – Assessment of heavy metal contamination of floodplain soils due to mining and mineral processing in the Harz Mountains, Germany. *Environmental Geology* 39 (7): 774–781.
- GOCHT T., MOLDENHAUER, K.M. AND PÜTTMANN, W. (2001) – Historical record of polycyclic aromatic hydro-carbons (PAH) and heavy metals in floodplain sediments from the Rhine River (Hessische Ried, Germany). *Applied Geochemistry* 16: 1707–1721.

- GRABOWSKI D. (red.), Morawski W., Pochocka-Szwarc K., 2007 – System Osłony Przeciwoświatowej Etap I: Mapa osuwisk i obszarów predysponowanych do występowania ruchów masowych w województwie warmińsko-mazurskim. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- HOWSAM M., JONES K., 1998 – Sources of PAHs in the environment. In: *PAHs and related compounds*. Springer-Verlag. Berlin Heidelberg, p. 137–174.
- Instrukcja** opracowania Mapy geosrodowiskowej Polski w skali 1:50 000. 2005. Państw. Instyt. Geol., Warszawa.
- JANUSZKIEWICZ R., 2007 – Dodatek nr 1 do dokumentacji geologicznej złoża kruszywa naturalnego „ŁAPKA” w kat. C₁. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
- JANUSZKIEWICZ R., BABIEL R., 2007 – Dodatek nr 1 do dokumentacji geologicznej złoża kruszywa naturalnego „ŁAPKA I” w kat. C₁. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
- JANUSZKIEWICZ R., BABIEL R., 2009 – Dodatek nr 2 do dokumentacji geologicznej złoża kruszywa naturalnego „ŁAPKA I” w kat. C₁. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
- JANUSZKIEWICZ R., BABIEL R., 2010 – Dokumentacja geologiczna złoża piasku i piasku ze żwirem „ŁAPKA 2” w kat. C₁. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
- JURCZAK-DRABEK A., 2006 – Mapa geologiczno-gospodarcza Polski w skali 1:50000. Arkusze Jeziorany. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- KLECZKOWSKI A. S. (red.), 1990 – Mapa obszarów głównych zbiorników wód podziemnych (GZWP) w Polsce wymagających szczególnej ochrony, skala 1: 500 000. Akademia Górniczo – Hutnicza w Krakowie.
- KONDRACKI J., 2001 – Geografia regionalna Polski. PWN, Warszawa.
- KRUPIŃSKI K., 2010 – Dokumentacja geologiczna złoża kruszywa naturalnego – piasku ze żwirem „NOWE WŁÓKI IV” w kat. C₁. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
- KUCZYŃSKI A., 2004 – Dokumentacja geologiczna złoża kruszywa naturalnego „KRONOWO V” w kat. C₂. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
- KUCZYŃSKI A., 2005 – Dokumentacja geologiczna złoża piasku ze żwirem „KRONOWO KOLONIA I” w kat. C₁. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
- KUCZYŃSKI A., 2007 – Dokumentacja geologiczna złoża piasku ze żwirem „KRONOWO KOLONIA II” w kat. C₁. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol. Warszawa.

- KWAŚNIEWSKA J., 1983 – Czwartorzędowe osady węglanowe województwa olsztyńskiego. Arch. Przedsiębiorstwa Geol. Warszawa.
- LIDZBARSKI M., 2004 – Mapa hydrogeologiczna Polski 1:50 000 wraz z objaśnieniami arkusz Jeziorany (138). Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
- LINDSTRÖM M., 2001 – Urban land use influences on heavy metal fluxes and surface sediment concentrations of small lakes. *Water, Air & Soil Pollution*, Vol.126 Nos. 3–4 p. 363–383.
- LIPIŃSKI L., 2005 – Dokumentacja geologiczna złoża kruszywa naturalnego „ŁAPKA I” w kat. C₁. Arch. Geol. Urzędu Marszałkowskiego w Olsztynie.
- LIRO A. (red.), 1998 – Koncepcja krajowej sieci ekologicznej ECONET-POLSKA. Fundacja IUCN Poland, Warszawa.
- LIS J., PASIECZNA A., 1995 – Atlas geochemiczny Polski 1:2 500 000. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
- LIU H., PROBST A. LIAO B., 2005 – Metal contamination of soils and crops affected by the Chenzhou lead/zinc mine spill (Hunan, China). *Sci Total Environ.* 339(1–3):153–166, 2005.
- MACDONALD D., INGERSOLL C., BERGER T., 2000 – Development and Evaluation of consensus-based Sediment Development and evaluation of consensus-based sediment quality guidelines for freshwater ecosystems. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology* 39: 20–31.
- MARKS L., BER A., GOGOŁEK W., PIOTROWSKA K. (red.), 2006 – Mapa geologiczna Polski w skali 1 : 500 000. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- MECRAY E. L., KING J. W., APPLEBY P. G., HUNT A. S., 2001 – Historical trace metal accumulation in the sediments of an urbanized region of the Lake Champlain Watershed, Burlington, Vermont. *Water, Air & Soil Pollution* Vol. 125 Nos. 1–4 p 201–230.
- MIDDELKOOP H., 2000 – HEAVY-metal pollution of the river Rhine and Meuse floodplains in the Netherlands. *Geologie en Mijnbouw / Netherlands Journal of Geosciences* 79 (4): 411–428.
- MILLER J., HUDSON-EDWARDS K., LECHCLER P., PRESTON D., MACKLIN M., 2004 – Heavy metal contamination of water, soil and produce within riverine communities of the Rio Pilcomayo basin, Bolivia. *Sci. Total Environ.* 320 (2–3): 189–209.

- MORAWSKI W., 2003 – Szczegółowa mapa geologiczna Polski w skali 1:50 000 wraz z objaśnieniami arkusz Jeziorany (138). Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
- MUSZYŃSKA E., 1991 – Sprawozdanie z prac poszukiwawczych złóż kredy jeziornej w północnej części województwa olsztyńskiego. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
- NOSAL J., 1993 – Karta rejestracyjna złoża kruszywa naturalnego „KRONOWO” Gm. Barczewo, woj. olsztyńskie. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
- NOWAKOWSKI C., SZELEWICKA A., CZERWIŃSKA M., SUCHARZEWSKA M., WĘGRZYN A., 2007 – Dokumentacja określająca warunki hydrogeologiczne dla ustanowienia obszaru ochronnego zbiornika wód podziemnych Olsztyn (GZWP nr 213). Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
- OLIK J., 2009 – Dodatek nr 1 do dokumentacji geologicznej (uproszczonej) w kat. C₁ i C₂ złoża kruszywa naturalnego „KRONOWO III”. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
- OLIK J., 2010a – Dokumentacja geologiczna złoża piasku ze żwirem „KRONOWO KOŁONIA III” w kat. C₁. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
- OLIK J., 2010b – Dokumentacja geologiczna złoża piasku ze żwirem „KRONOWO VI” w kat. C₁. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
- OSTRZYŻEK S. DEMBEK W., 1996 – Zlokalizowanie i charakterystyka złóż torfowych w Polsce spełniających kryteria potencjalnej bazy zasobowej z ustaleniem i uwzględnieniem wymogów związanych z ochroną i kształtowaniem środowiska. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
- PACZYŃSKI B. (red.), 1995 – Atlas hydrogeologiczny Polski 1:500 000. PIG Warszawa.
- PACZYŃSKI B., SADURSKI A. (red.), 2007 – Hydrogeologia regionalna Polski. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- PULFORD I., MACKENZIE A., DONATELLO S., LAURA HASTINGS L. (2009) – Source term characterisation using concentration trends and geochemical associations of Pb and Zn in river sediments in the vicinity of a disused mine site: implications for contaminant metal dispersion processes. *Environmental Pollution* 157(5): 1649-1656
- RAMAMOORTHY S., RAMAMOORTHY S. (1997) – Chlorinated organic compounds in the Environment. Lewis Publishers. pp. 370.

- REISS D., RIHM B., THÖNI C., FALLER M. (2004) – Mapping stock at risk and release of zinc and copper in Switzerland – dose response functions for runoff rates derived from corrosion rate data. *Water, Air, and Soil Pollution* v. 159: 101–113.
- ROCHER V., AZIMI S., GASPERI J., BEUVIN L., MULLER M., MOILLERON R., CHEBBO G. (2004) – Hydrocarbons and metals in atmospheric deposition and roof runoff in Central Paris. *Water, Air, and Soil Pollution* vol. 159:67–86.
- Raport** o stanie środowiska województwa warmińsko-mazurskiego w roku 2010. 2011. Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Olszynie.
- Rozporządzenie** Ministra Środowiska z dnia 16 kwietnia 2002 r. we sprawie rodzajów oraz stężeń substancji, które powodują, że urobek jest zanieczyszczony DzU nr 55 poz. 498 z 14 maja 2002 r.
- Rozporządzenie** Ministra Środowiska z dnia 9 września 2002 r. w sprawie standardów jakości gleby oraz standardów jakości ziemi. DzU nr 165 , poz. 1359
- Rozporządzenie** Ministra Środowiska z dnia 24 marca 2003 r. w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących lokalizacji, budowy, eksploatacji i zamknięcia, jakim powinny odpowiadać poszczególne typy składowisk odpadów. DzU nr 61, poz. 543.
- Rozporządzenie** Ministra Środowiska z dnia 11 lutego 2004 r. w sprawie klasyfikacji dla prezentowania stanu wód powierzchniowych i podziemnych, sposobu prowadzenia monitoringu oraz sposobu interpretacji wyników i prezentacji stanu tych wód. DzU nr 32, poz. 284.
- Rozporządzenie** Ministra Środowiska z dnia 20 sierpnia 2008 roku w sprawie sposobu klasyfikacji stanu jednolitych części wód powierzchniowych DzU nr 162, poz. 1008.
- Rozporządzenie** Ministra Środowiska z dnia 26 lutego 2009 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących lokalizacji, budowy, eksploatacji i zamknięcia, jakim powinny odpowiadać poszczególne typy składowisk odpadów. DzU nr 39, poz. 320.
- SADOWSKI W., 2003 – Dokumentacja geologiczna złoża kruszywa naturalnego „ŁAPKA” w kat. C₁. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
- SJÖBLOM A, HÅKANSSON K., ALLARD B. 2004 – River water metal speciation in a mining region – the influence of wetlands, limning, tributaries, and groundwater. *Water, Air, and Soil Pollution* 152: 173-194.

- SOLCZAK E., 1978 – Sprawozdanie z wykonanych wierceń zwiadowczych za złożami kruszywa naturalnego w okolicy Olsztyńka i Barczewa. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
- STRZELECKI R., WOŁKOWICZ S., SZEWCZYK J., LEWANDOWSKI P., 1993 – Mapy radioekologiczne Polski Część I: Mapa mocy dawki promieniowania gamma w Polsce; Mapa stężeń cezu w Polsce. Skala 1:750000. Wyd. Państw. Instyt. Geol. Warszawa.
- STRZELECKI R., WOŁKOWICZ S., SZEWCZYK J., LEWANDOWSKI P., 1994 – Mapy radioekologiczne Polski Część II: Mapy koncentracji uranu, toru i potasu w Polsce. Wyd. Państw. Instyt. Geol. Warszawa.
- SZUFLICKI M., MALON A., TYMIŃSKI M. (red), 2011 – Bilans zasobów kopalin i wód podziemnych w Polsce wg stanu na 31.12.2010 r. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- ŠMEJKALOVÁ M., MIKANOVÁ O., BORŮVKA L. (2003) – Effects of heavy metal concentrations on biological activity of soil micro-organisms. *Plant & Soil Environ.*, 49 (7): 321–326.
- Ustawa** o odpadach z dnia 27 kwietnia 2001 r. tekst jednolity (DzU nr 185, poz. 1243 z 2010 r.).
- VINK J. (2009) – The origin of speciation: Trace metal kinetics over natural water/sediment interfaces and the consequences for bioaccumulation. *Environmental Pollution* 157: 519–527.
- WENG H., CHEN X. (2000) – Impact of polluted canal water on adjacent soil and groundwater systems. *Environmental Geology* vol. 39 (8): 945–950.
- WILDI W., DOMINIK J., LOIZEAU J., THOMAS R. FAVARGER P. HALLER L., PERROUD A., PEYTREMANN C., 2004 – River, reservoir and lake sediment contamination by heavy metals downstream from urban areas of Switzerland. *Lakes & Reservoirs: Research & Management* 9 (1): 75–87.
- WISZNIEWSKI W. (red.), 1973 – Atlas klimatyczny Polski. IMGW. Warszawa.
- ZAPRZELSKI Z., 1995 – Dokumentacja geologiczna uproszczona w kat. C₁ i C₂ złoża kruszywa naturalnego „KRONOWO II” w miejscowości Kronowo. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
- ZAPRZELSKI Z., 1998 – Dokumentacja geologiczna uproszczona w kat. C₁+C₂ złoża kruszywa naturalnego „NOWE WŁÓKI”. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol. Warszawa.

ZAPRZELSKI Z., 1999 – Dokumentacja geologiczna uproszczona w kat. C₁ i C₂ złoża kruszywa naturalnego „KRONOWO III”. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol. Warszawa.

ZAPRZELSKI Z., 2007 – Dokumentacja geologiczna złoża kruszywa naturalnego „NOWE WŁÓKI III” w kat. C₁. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol. Warszawa.

ZAPRZELSKI Z., BIENIEK A., 2005 – Dokumentacja geologiczna złoża kruszywa naturalnego „NOWE WŁÓKI II” w kat. C₁. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol. Warszawa.