

**PAŃSTWOWY INSTYTUT GEOLOGICZNY  
PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY**

---

OPRACOWANIE ZAMÓWIONE PRZEZ MINISTRA ŚRODOWISKA

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

**Arkusze MAŻUCIE (38), BANIE MAZURSKIE (69)**



MINISTERSTWO  
ŚRODOWISKA

Warszawa 2012

Autorzy planszy A: Bogusław Bąk\*, Adam Szelaĝ\*,  
Autorzy planszy B: Izabela Boĝakowska\*, Paweł Kwecko\*, Hanna Tomassi-Morawiec\*, Grażyna Hrybowicz\*\*

Główny koordynator MGŚP: Małgorzata Sikorska-Maykowska\*

Redaktor regionalny planszy A: Albin Zdanowski\*

Redaktor regionalny planszy B: Joanna Szyborska-Kaszycka\*

Redaktor tekstu: Iwona Walentek\*

\* 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>A. Szelaq</i> .....	3
II.	Charakterystyka geograficzna i gospodarcza – <i>A. Szelaq</i> .....	4
III.	Budowa geologiczna – <i>B. Bqk</i> .....	7
IV.	Złóża kopalin – <i>B. Bqk, A. Szelaq</i> .....	12
V.	Górnictwo i przetwórstwo kopalin – <i>B. Bqk, A. Szelaq</i> .....	19
VI.	Perspektywy i prognozy występowania kopalin – <i>B. Bqk, A. Szelaq</i> .....	22
VII.	Warunki wodne – <i>A. Szelaq</i> .....	24
	1. Wody powierzchniowe.....	24
	2. Wody podziemne.....	26
VIII.	Geochemia środowiska .....	28
	1. Gleby – <i>P. Kwecko</i> .....	28
	2. Osady wodne – <i>I. Bojakowska</i> .....	31
	3. Pierwiastki promieniotwórcze – <i>H. Tomassi-Morawiec</i> .....	34
IX.	Składowanie odpadów – <i>G. Hrybowicz</i> .....	37
X.	Warunki podłoża budowlanego – <i>B. Bqk, A. Szelaq</i> .....	44
XI.	Ochrona przyrody i krajobrazu – <i>A. Szelaq</i> .....	45
XII.	Zabytki kultury – <i>A. Szelaq</i> .....	51
XIII.	Podsumowanie – <i>A. Szelaq, B. Bqk, G. Hrybowicz</i> .....	52
XIV.	Literatura .....	54

## I. Wstęp

Arkusze Banie Mazurskie i Mazucie Mapy geosrodowiskowej Polski w skali 1:50 000 zostały opracowane w Oddziale Karpackim Państwowego Instytutu Geologicznego – Państwowego Instytutu Badawczego w Krakowie (plansza A) oraz w Państwowym Instytucie Geologicznym – Państwowym Instytucie Badawczym w Warszawie i Przedsiębiorstwie Geologicznym POLGEOL S.A w Warszawie (plansza B). Mapę wykonano zgodnie z Instrukcją opracowania Mapy geosrodowiskowej Polski w skali 1:50 000, (Instrukcja..., 2005). Przy opracowaniu wykorzystano materiały archiwalne i informacje zamieszczone na arkuszach Banie Mazurskie i Mazucie Mapy geologiczno-gospodarczej Polski (MGGP) w skali 1:50 000 wykonanych w Oddziale Karpackim Państwowego Instytutu Geologicznego – Państwowego Instytutu Badawczego w Krakowie (Bąk, Szelań, 2006). Opracowanie sporządzono na podkładzie topograficznym w skali 1:50 000 w układzie 1942.

Mapa geosrodowiskowa Polski składa się z dwóch plansz. Plansza A zawiera zaktualizowane treści Mapy geologiczno-gospodarczej Polski 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 geosrodowiskowe 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 przeznaczona jest głównie do praktycznego wspomagania regionalnych i lokalnych działań gospodarczych. Służyć ma instytucjom, samorządom terytorialnym i administracji państwowej w podejmowaniu decyzji dotyczących gospodarki zasobami środowiska przyrodniczego oraz planowania przestrzennego. Przedstawiane na niej informacje środowiskowe mogą stanowić pomoc przy wykonywaniu wojewódzkich, powiatowych i gminnych programów ochrony środowiska oraz planów gospodarki odpadami. Mapa może też być przydatna w kształtowaniu proekologicznych postaw lokalnych społeczności oraz w edukacji na wszystkich szczeblach nauczania.

W opracowaniu przeanalizowano i wykorzystano materiały archiwalne pochodzące z Centralnego Archiwum Geologicznego Państwowego Instytutu Geologicznego w Warszawie, Urzędu Wojewódzkiego i Marszałkowskiego w Olsztynie, Wojewódzkiego Inspektoratu Ochrony Środowiska w Olsztynie, Instytutu Upraw, Nawożenia i Gleboznawstwa w Puławach oraz urzędów powiatowych i gminnych, a także zasobów internetu.

Mapa wykonywana jest w wersji cyfrowej, a dane dotyczące złóż kopalin zostały zamieszczone w kartach informacyjnych dla komputerowej bazy danych o złożach.

## **II. Charakterystyka geograficzna i gospodarcza**

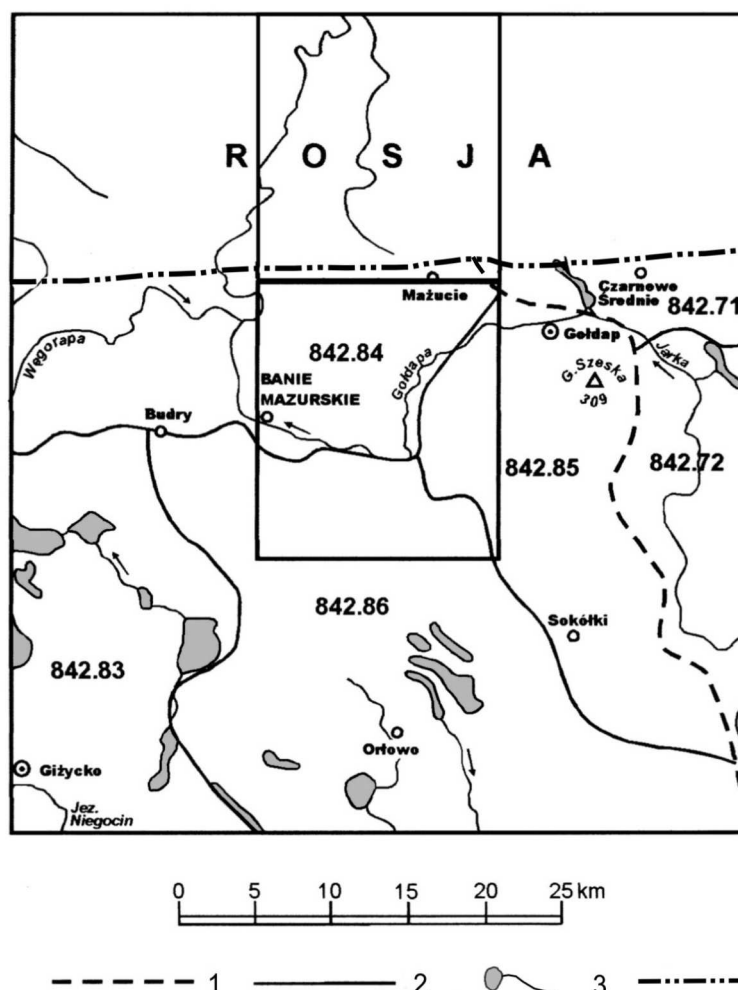
Obszar arkusza Banie Mazurskie rozciąga się między 22°00' a 22°15' długości geograficznej wschodniej oraz 54°10' a 54°20' szerokości geograficznej północnej, natomiast obszar arkusza Mażucie wyznaczają współrzędne: 22°00'–22°15' długości geograficznej wschodniej i 54°20'–54°30' szerokości geograficznej północnej. Przez południową część arkusza Mażucie przebiega granica państwa.

Pod względem administracyjnym arkusze Banie Mazurskie i Mażucie położone są w północno-wschodniej części województwa warmińsko-mazurskiego, na pograniczu powiatów giżyckiego i oleckiego. W powiecie giżyckim leżą gminy Banie Mazurskie i Kruklanki, natomiast gminy Gołdap i Kowale Oleckie należą do powiatu oleckiego. Arkusz Mażucie należy do dwóch gmin: Banie Mazurskie i Gołdap, natomiast od północy graniczy z Obwodem Kaliningradzkim należącym do Rosji.

Zgodnie z podziałem fizycznogeograficznym obszar arkuszy położony jest na styku Pojezierza Mazurskiego i Pojezierza Litewskiego (Kondracki, 2002) (fig. 1).

W granicach arkusza Banie Mazurskie wyróżnia się trzy mezoregiony należące do Pojezierza Mazurskiego. Na południu jest to Pojezierze Ełckie zajmujące wschodni skraj mazurskiego lobu lodowcowego. Charakterystyczne dla tego obszaru jest silnie pagórkowate ukształtowanie powierzchni. Kulminacje wzniesień przekraczają wysokość 200 m n.p.m. (na południe od Grodziska 209,7 m). Jezior jest dużo, ale rozmieszczonych nierównomiernie. Ich większe skupiska znajdują się poza granicami arkusza.

Północną część arkusza Banie Mazurskie oraz niemal cały obszar arkusza Mażucie znajduje się w zasięgu Krainy Węgorapy. W stosunku do otoczenia wyróżnia się ona prawie całkowitym brakiem jezior, niższym położeniem (charakter kotliny) oraz odmiennym typem ukształtowania powierzchni. Jej cechą charakterystyczną jest wykształcona sieć rzeczna w postaci wypływającej z jeziora Mamry Węgorapy i jej dopływu Gołdapy. Rzeki te silnie meandrując utworzyły doliny wcinające się w otoczenie na głębokość sięgającą 20 m.



**Fig. 1. Położenie arkuszy Mażucie i Banie Mazurskie na tle jednostek fizycznogeograficznych wg J. Kondrackiego (2002)**

1 – granica makroregionu, 2 – granica mezoregionu, 3 – jeziora, 4 – granica państwa

Prowincja: Niż Wschodniobałtycko-Białoruski

Podprowincja: Pojezierze Wschodniobałtyckie

Makroregiony: Pojezierze Litewskie, Pojezierze Mazurskie

Mezoregiony Pojezierza Litewskiego: 842.71 – Puszcza Romincka, 842.72 – Pojezierze Zachodniosuwalskie

Mezoregiony Pojezierza Mazurskiego: 842.83 – Kraina Wielkich Jezior Mazurskich, 842.84 – Kraina Węgorzapy, 842.85 – Szeskie Wzgórza, 842.86 – Pojezierze Elckie

Od strony zachodniej zaznacza się w krajobrazie zalesione obniżenie wytopiskowe pokryte piaszczystymi wałami kemów zwane Niecką Skaliską. Od wschodu otaczają ją wzgórza morenowe – Pagórki Rogalskie, osiągające na zachód od miejscowości Rogale wysokość 200 m n.p.m.

Na wschód od Gołdapy, wyraźnym garbem w krajobrazie w postaci ciągu moren czołowych, odznaczają się Szeskie Wzgórza. Najwyższym ich wzniesieniem jest Góra Szeska – 309 m n.p.m (poza arkuszem). W granicach mapy pas wzgórz kształtuje się na wysokości 150–190 m n.p.m osiągając kulminację na północ od Grabowa (Góra Stroma – 228 m).

Wschodni skrawek arkusza Mażucie zajmuje Puszcza Romincka – pagórkowaty teren morenowy pokryty lasami, należąca do Pojezierza Litewskiego.

Arkusze Banie Mazurskie i Mażucie położone są w Mazursko-Podlaskim regionie klimatycznym (Woś, 1996) zachowując swą odrębność w stosunku do pozostałych części kraju. Cały ten region, pomimo stosunkowo niewielkiej odległości od morza Bałtyckiego, pozostaje pod wpływem rozciągającego się na wschód bloku kontynentalnego. Sprawia to, że panują tutaj najsurowsze warunki klimatyczne całej nizinnej części kraju. Krótkie, ciepłe lato trwa około trzech miesięcy. Najcieplejszym miesiącem jest lipiec ze średnią temperaturą około 17°C. Jesień trwa niespełna dwa miesiące, a temperatura spada w tym okresie do około 6°C. Surowa zima rozpoczyna się zwykle w trzeciej dekadzie listopada i trwa do pierwszej dekady kwietnia. Średnia temperatura powietrza waha się w tym okresie od -6,7 do -2,7°C, a do rzadkości nie należą temperatury przekraczające -20°C. Zwarta pokrywa śnieżna zalega około 2,5 miesiąca, a ilość dni mroźnych lub z przymrozkami wynosi około 150. Roczne opady atmosferyczne, których najwięcej przypada na okres czerwiec-sierpień osiągają 550–600 mm (Lorenc (red), 2005).

Wyróżniającym elementem krajobrazu tego obszaru są lasy, które pokrywają około 35% powierzchni arkuszy. Są one pozostałością dawnej puszczy porastającej te ziemie. Zbiorowisko leśne stanowią bory mieszane będące oazą zwierzyny łownej. Dominują lasy dębowe i olchowe z udziałem świerka lub sosny. Największy kompleks leśny rozciąga się południkowo powyżej miejscowości Banie Mazurskie (Lasy Skaliskie) oraz w południowej części obszaru. Skrawek Puszczy Rominckiej sięga arkusza Mażucie. Na pozostałej części obszaru arkusza dominują grunty rolne.

Gleby pokrywające ten obszar zaliczają się generalnie do średniej i dobrej klasy jakości. Przeważają gleby brunatne wykształcone na żwirach, piaskach i glinach zwałowych. Zdecydowana ich większość (około 75%) zaliczana jest do gleb chronionych dla użytkowania rolniczego (klasy I–IVa).

Omawiany obszar jest słabo zaludniony – około 20 osób/km<sup>2</sup> (poza gminą Gołdap, gdzie średnia jest dwukrotnie wyższa). Sieć osadniczą tworzą wsie, osady i przysiółki. Przeważają małe wsie liczące kilkadziesiąt mieszkańców. Największą miejscowością na tym terenie jest wieś gminna Banie Mazurskie licząca około 1500 mieszkańców. Pełni ona na tym terenie funkcje administracyjne i centrum społeczno-kulturalnego, w tym m.in. mniejszości ukraińskiej licznie zamieszkującej te tereny. Swoją siedzibę mają tu Zarząd Główny Ukraińskiego Towarzystwa Społeczno-Kulturalnego i koła Związku Ukraińców w Polsce.

Generalnie jest to region o charakterze rolniczym. Grunty rolne zajmują około 60% powierzchni terenu, co sprawia, że dla większości ludności rolnictwo jest jedynym źródłem utrzymania. Dominuje uprawa zbóż, a w produkcji zwierzęcej trzoda chlewna i bydło. Po

likwidacji licznych na tych terenach Państwowych Gospodarstw Rolnych zaczęły powstawać wielkopowierzchniowe gospodarstwa rolne (prywatne lub dzierżawione przez podmioty prywatne), nastawione na jeden rodzaj produkcji. Powoduje to powstanie monokultur o dużych powierzchniach. Część odłogowanych obszarów porolnych przejęły Lasy Państwowe, prowadząc na tych terenach akcję zalesień, szczególnie na obszarach przyległych do granicy państwowej. Poza rolnictwem powstają nowe podmioty gospodarcze. Dominującymi branżami są handel i usługi, zauważalne są początki agroturystyki (Panasik, 2005; Warmia..., 2005).

Pobliski Gołdap (poza arkuszem) Rozporządzeniem Ministra Zdrowia został w 2000 r. uzdrowiskiem klimatyczno-borowinowym, a gmina – gminą uzdrowiskową. Profil leczniczy obejmuje m. in.: schorzenia narządów ruchu, reumatyczne, reumatologiczne, a także choroby układu oddechowego i nerwowego.

Niezaprzeczalnym atutem tych okolic jest możliwość spokojnego wypoczynku na łonie natury nieskażonej rozwiniętym przemysłem, a pełne uroków obszary leśne i interesująca okolica przyciągają coraz więcej turystów. Dwie rzeki – Węgorapa i Gołdapa są ważnymi szlakami turystycznymi spływów kajakowych łącząc system Wielkich Jezior Mazurskich poprzez Pregołę z Morzem Bałtyckim.

Większość miejscowości posiada sieć wodociągową, co w połączeniu z prawidłową na ogół agrotechniką i dobrze zorganizowaną gospodarką odpadami sprawia, że środowisko naturalne jest tutaj dobrze zachowane.

Dostępność komunikacyjna, która jest istotnym elementem z punktu widzenia możliwości rozwoju regionu, jest atutem obszaru objętego arkuszami Banie Mazurskie i Mażucie. Układ komunikacyjny oparty jest o dwa główne kierunki komunikacyjne regionu. Jeden, to biegnąca równoleżnikowo droga wojewódzka nr 650 Węgorzewo-Banie Mazurskie-Gołdap. Drugi ciąg komunikacyjny, przebiegający południkowo, prowadzi z południa przez Banie Mazurskie w kierunku granicy państwa. Uzupełnieniem jest sieć dróg lokalnych łączących miejscowości regionu.

### **III. Budowa geologiczna**

Budowę geologiczną omawianego obszaru przedstawiono na podstawie Szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1:50 000, arkusze Banie Mazurskie i Mażucie (Pochocka-Szwarc, 2006) oraz objaśnień do cytowanej mapy (Pochocka-Szwarc, 2003). Położenie arkuszy na tle szkicu geologicznego regionu przedstawia figura 2 (Marks i inni (red.), 2006).

Omawiane arkusze leżą na platformie wschodnioeuropejskiej, na pograniczu dwóch jednostek prekambryjsko-paleozoicznych: północno-zachodniego skłonu wyniesienia mazur-

skiego i obniżenia nadbałtyckiego (syneklizy perybałtyckiej), a ściślej na jego części zwanej monokliną kętrzyńską.

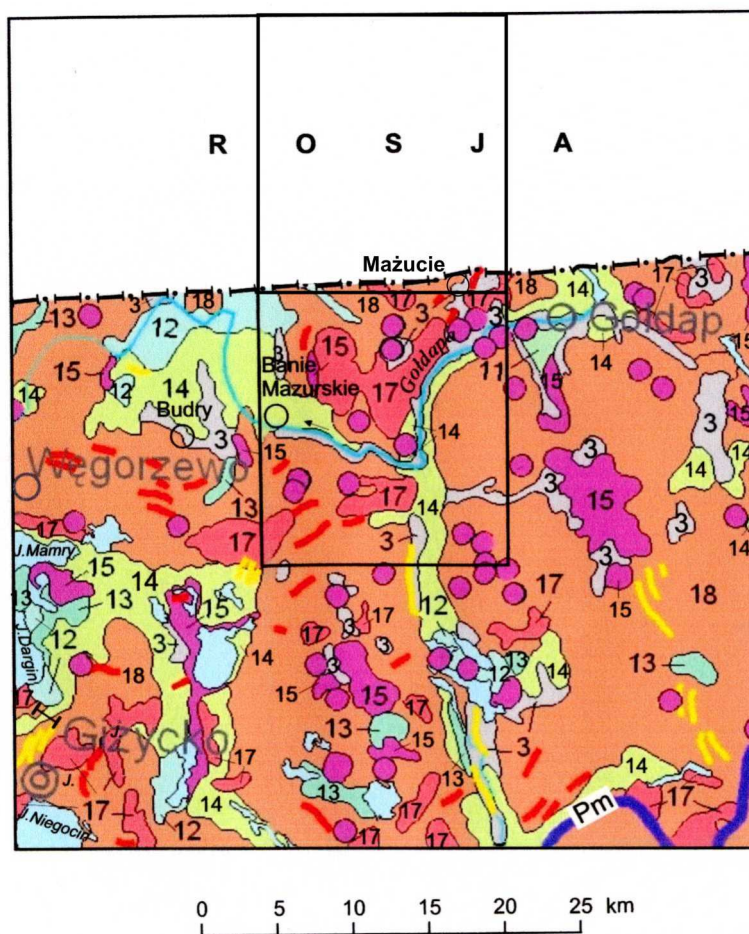


Fig. 2. Położenie arkuszy Mażucie i Bania i Mazurskie na tle Mapy geologicznej Polski w skali 1:500 000 wg. L. Marksa, A. Bera, W. Gogolka, K. Piotrowskiej (red) (2006)

Czwartorzęd; holocen: 3 – piaski, żwiry, mady rzeczne oraz torfy i namuły; plejstocen, zlodowacenia północno-polskie; 12 – piaski i mułki jeziorne, 13 – iły, mułki i piaski zastoiskowe; 14 – piaski i żwiry sandrowe, 15 – piaski i mułki kemów, 17 – żwiry, piaski, glazy i gliny moren czołowych, 18 – gliny zwałowe, ich zwietrzliny oraz piaski i żwiry lodowcowe;  
*a* – zasięg fazy pomorskiej zlodowacenia Wisły  
 Ciągi drobnych form rzeźby: *b* – ozy; *c* – moreny czołowe; *d* – kemy;  
*e* – jeziora; *f* – rzeki, *g* – granica państwa

*Zachowano oryginalną numerację z Mapy geologicznej L. Marksa i innych (2006)*

Wyniesienie mazurskie rozciąga się od strefy Teisseyre’a-Tornquista poza granicę Polski na teren Białorusi. Powierzchnia stropowa krystaliku podnosi się w kierunku wschodnim. Grubość osadów mezozoicznych i kenozoicznych osiąga 2000 m w zachodniej jego części

i maleje do 350 m przy granicy Polski. Tylko południowo-wschodnia część arkusza Banie Mazurskie znajduje się w granicach wyniesienia mazurskiego.

Obniżenie nadbałtyckie jest to rozległa depresja w obrębie podłoża krystalicznego platformy wschodnioeuropejskiej, wypełniona skałami osadowymi wendu (neoproterozoik) występujących w obniżeniach podłoża krystalicznego i starszego paleozoiku (kambro-syluru) występującego w centralnej partii obniżenia. Utwory młodsze od syluru (być może lokalnie dewon, perm, mezozoik i paleogen) występują na całym obszarze arkusza. Południowa część obniżenia leżąca na terenie Polski zwana jest monokliną kętrzyńską. Charakteryzuje się ona mniejszymi miąższościami i płytszymi facjami osadów kambro-syluru w części wschodniej (Stupnicka, 1989).

Podłoże krystaliczne na omawianym terenie (kompleks mazurski) występuje prawdopodobnie na głębokości rzędu 1600–1800 m. W otworze w Rogalach skały prekambryjskie nawiercono na głębokości około 1630 m. W profilu tego otworu można wyróżnić utwory starszego paleozoiku (mułowce, piaskowce, iłowce, wapienie iłołupki i dolomity). Na ich zerodowanej powierzchni zalegają niezgodnie piaskowce, dolomity i mułowce permu. Skały mezozoiczne nawiercono na głębokości około 680 m. Są to iłowce i mułowce z wkładką wapieni oolitowych (trias), piaskowce, wapienie, margle i mułowce (jura). Utwory kredy nawiercone w tym otworze (głębokość około 230 m), reprezentowane są przez piaski drobno- i średnioziarniste kredy dolnej oraz kredę piszącą, margle i opoki zaliczane do kredy górnej.

Skały kredy górnej (mastrycht) występują przypuszczalnie na całym obszarze arkuszy Banie Mazurskie i Mażucie jako wychodnie na powierzchni podpaleogeńskiej i podczwartorzędowej. Są to głównie piaski mułkowate, margliste, przechodzące w mułowce piaszczyste z glaukonitem i ze szczątkami fauny.

Osady paleogenu nawiercono na głębokościach: w Budziskach – 253 m, Ziemianach – 194 m, Mażuciu – 212 m i Rogalach – 216 m. W Rogalach ich miąższość wynosi 22 m. Są to piaski kwarcowe z glaukonitem, miejscami zawierające szczątki roślinne oraz mułowce piaszczyste z glaukonitem i detrytusem muszli małży, świadczące o wieku paleoceńskim. Osadów późnego paleogenu i neogenu nie stwierdzono – prawdopodobnie uległy one zniszczeniu w wyniku erozyjnej i egzaracyjnej działalności lądolodów.

Powierzchnię podczwartorzędową, najprawdopodobniej na całym obszarze arkusza, stanowią osady paleogenu. Jej rzeźba wykazuje niewielkie zróżnicowanie. Największe obniżenia spągu czwartorzędu, do około 75 m poniżej poziomu morza występują w środkowej części omawianego obszaru, koło Rogali.

Obszar arkusza pokrywa zwarty kompleks utworów plejstocenu związany ze zlodowaczeniami południowopolskimi, środkowopolskimi i północnopolskimi. Przewiercono go w kilku otworach badawczych. Jego miąższość waha się od około 190 m do ponad 250 m. W profilu tych osadów główną rolę odgrywają gliny zwałowe (przypisane do sześciu zlodowaceń), których łączna miąższość, lokalnie może stanowić nawet 85% stwierdzonych utworów czwartorzędowych.

Najstarszymi nawierconymi osadami plejstocenu są, reprezentujące zlodowaczenia południowopolskie, cztery poziomy glin zwałowych podścielone (w obniżeniach powierzchni podczwartorzędowej) i przedzielone osadami wodnolodowcowymi piaszczystymi i piaszczysto-żwirowymi. Towarzyszą im również ility, mułki bądź piaski zastoiskowe. Ze schyłkiem zlodowacenia sanu 2 (wilgi) nastąpiła akumulacja osadów jeziorno-lodowcowych, tzw. kompleksu czerwonych osadów ilastych, o miąższości dochodzącej do 4 m, będących charakterystycznym poziomem stratygraficznym dla Polski północno-wschodniej. Na omawianym terenie stwierdzono je w otworze w Budziskach. Gliny zwałowe zlodowaceń południowopolskich występują jako ciągła pokrywa na obszarze całego arkusza. Łączna miąższość osadów tych zlodowaceń może przekraczać nawet 60 m.

Osady interglacjału mazowieckiego na tym obszarze są reprezentowane przez ility, mułki i piaski jeziorne z kopalną florą, zawierające lokalnie gliny w spływach. Obecność glin zwałowych z przewarstwieniami piasków i żwirów wodnolodowcowych zlodowacenia liwca została stwierdzona we wszystkich otworach kartograficznych na obszarze arkusza. Ich miąższość może dochodzić do 30 m. Z recesją tego lądolodu związana była sedimentacja zastoiskowa iłów i mułków oraz piasków i żwirów wodnolodowcowych. Te ostatnie w profilu otworu w Mażuciach osiągają miąższość ponad 30 m.

Zlodowacenia środkowopolskie (odry i warty) na omawianym obszarze pozostawiły po sobie dwa lub trzy poziomy glin zwałowych oraz rozdzielające je osady wodnolodowcowe, zastoiskowe i jeziorno-rzeczne wykształcone jako piaski, piaski ze żwirami, lokalnie piaski gliniaste, mułki lub ility. Mają one bardzo zmienne rozprzestrzenienie i zmienną miąższość, obserwuje się częste przejścia facjalne. Z recesją tego zlodowacenia związana jest sedimentacja wodnolodowcowa prawie 50 metrowej miąższości piasków i żwirów.

Osady zlodowaceń północnopolskich (zlodowacenie wisły – stadiał środkowy i górny) pokrywają całą powierzchnię arkuszy Banie Mazurskie i Mażucie. Ich maksymalna miąższość wynosi około 60-70 m. Główną rolę w budowie geologicznej i geomorfologii omawianego obszaru, odgrywają osady stadiału górnego tego zlodowacenia i późniejsza deglacjacja (procesy zachodzące podczas wycofywania się lądolodu).

Przewodnim poziomem ostatniego okresu lodowcowego są gliny zwałowe charakteryzujące się jasnobrązową lub brązową barwą i silną piaszczystością, które lokalnie mogą być pylaste. Rozprzestrzenione są one we wschodniej części omawianego obszaru i tworzą rozległe powierzchnie falistych wysoczyzn morenowych. Osiągają one miąższość do 12 m. Podścielają je piaski i żwiry wodnolodowcowe, które rozpoczynają kompleks osadów stadiału górnego. Na zachód od Bań Mazurskich towarzyszą im gliny moren z wyciśnięcia, w których występują zaburzenia glacictektoniczne. Podobne osady występują na wschód od Niecki Skaliskiej (tzw. Kruckie i Klewińskie Góry).

Mułki, piaski, żwiry i gliny zwałowe akumulacyjnych moren czołowych tworzą Wzgórze Piłackie (tylko ich wschodnia część na omawianym terenie), Lisie Góry koło Grunajek i Boćwinek oraz pojedyncze wzgórza ciągnące się poprzez Audyniskie Góry w stronę Mażucia (Zieliński, 1992). Stanowią one dobrze wykształconą strefę postoju lądolodu.

Piaski i żwiry wodnolodowcowe dolne dokumentują najstarszą na tym terenie równinę sandrową. Osady te otaczają od południa Lisie Góry i ciągną się do Puszczy Boreckiej. Występują także koło Rożyńska i Audyniszek (Zieliński, 1993).

W północno-wschodniej części arkusza w okolicy Bałupian występuje podłużna forma szczelinowa zbudowana z piasków i mułków. Występują tu też kemy zbudowane głównie z ilów i mułków. W północnej części obszaru, od zachodniej strony masywu morenowego Kruckich Gór, występuje mułkowo-piaszczysty, miejscami ze żwirami, taras kemowy.

Piaski i żwiry wodnolodowcowe środkowe budują wyższą równinę sandrową, dokumentującą odpływ wód lodowcowych z okolic Bałupian, w kierunku południowym. W osady te wcina się swoją doliną rzeka Gołdapa.

Najmłodsza równina sandrowa, utworzona z piasków i żwirów wodnolodowcowych górnych, zaczyna się w okolicach Boćwinki i Sabałówki, ciągnąc się w kierunku zachodnim w kierunku Wróbli i Bań Mazurskich. Równina kończy się rozległym stożkiem sandrowym (delta) na obszarze Niecki Skaliskiej. Wzdłuż doliny Gołdapy od Różyńska rozciąga się taras sandrowy.

Położony w północno zachodniej części omawianego terenu fragment równiny jeziornej Niecki Skaliskiej wypełniają ily i mułki jeziorne peryglacialne. Ich miąższość przekracza tutaj 10 m.

Pod koniec plejstocenu i we wczesnym holocenie tworzyły się piaski i mułki jeziorne, głównie w Niece Skaliskiej (okolice Rapy). W okresie tym, w różnych miejscach, powstały piaski i gliny deluwialne, kilkumetrowej miąższości. Tworzyły się one także na obszarach wylesionych przez człowieka.

Najmłodsze osady czwartorzędu (holocen) na obszarze arkuszy Banie Mazurskie i Mażucie reprezentowane są przez piaski i żwiry rzeczne o miąższości około 4 m, występujące w dolinie Gołdapy. Kreda jeziorna i gytie oraz torfy występują głównie w północnej części omawianego terenu, w okolicach Rapy, Żabina, Bałupian i Mażucia. W rozległym obniżeniu tzw. Wielkim Bagnie, przez które przebiega granica państwa, ich miąższość dochodzi do 8 m. W obrębie obniżeń bezodpływowych i w dolinach mniejszych cieków wodnych występują: piaski humusowe, namuły torfiaste (czasem torfy) i namuły den dolinnych.

#### **IV. Złoża kopalin**

Na omawianym obszarze znaczenie surowcowe mają: kopaliny okruczowe (piaski ze żwirami), torfy i kredy jeziorne. Na terenie arkusza Mażucie udokumentowano cztery złoża torfu, z których jedno – „Niedrzwica” znajduje się częściowo na sąsiadującym od południa arkuszu Banie Mazurskie. W obrębie obszaru tego ostatniego arkusza udokumentowano ponadto dwa złoża kredy jeziornej oraz dziewięć złóż piasków ze żwirem (Szuflicki i inni (red.), 2010). Z powodu wyczerpania zasobów kopaliny wykreślono z ewidencji zasobów następujące złoża: w 1983 r. zarejestrowane złożo „Juchnajcie” (Chyliński, Sadowski, 1980); pod koniec lat 90. zarejestrowane złożo piasku i żwiru „Rogale I”, a w 2010 r. udokumentowane złożo piasku i żwiru „Bałupiany III” (Ceckowski, Tatarata, 2004a, 2010). Charakterystykę gospodarczą oraz klasyfikację sozologiczną złóż przedstawiono w tabeli 1.

Udokumentowane i zarejestrowane na omawianym obszarze złoża piasków i żwirów są generalnie pochodzenia lodowcowego i wodnolodowcowego (Pochocka-Szwarc, 2006). W okolicach Bałupian, w strefie wzgórz czołowomorenowych, zlokalizowane są trzy złoża piasków ze żwirem: „Bałupiany” (Tulska, 1979) i „Bałupiany IV” (Mazur, 2007a) i „Wiłkajcie” (Mazur, 2007b). Podobne złoża, w obrębie wzgórz czołowo morenowych i miejscami tarasów kemowych znajdują się w okolicach Rogali: „Rogale” (Sadowski, 1978), „Rogale II” (Sadowski, 1988), „Rogale III” (Ceckowski, Tatarata, 2004b), jakkolwiek (Sadowski, 1978) podaje, że są to piaski i żwiry sandrowe stadiału górnego zlodowacenia wisły. W Kulszach złożo o tej samej nazwie zlokalizowane jest w obrębie spiętrzonej moreny czołowej stadiału górnego zlodowacenia wisły (Sadowski, 1984). W złożu „Surminy” (Sadowski, 1993a) kopalinę stanowią piaski i żwiry wodnolodowcowe stadiału górnego zlodowacenia wisły.

## 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, tys. m <sup>3*</sup> )	Kategoria rozpoznania	Stan zagospodarowania złoże	Wydobycie (tys. t, tys. m <sup>3*</sup> )	Zastosowanie kopaliny	Klasyfikacja złoże		Przyczyny konfliktowości złoże
				wg stanu na rok 2010 (Szufflicki i inni (red), 2011)					Klasy 1 – 4	Klasy A – C	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>Arkusze Mażucie</b>											
1	Wiłkajcie Niedzwica III	t	Q	945,10*	C <sub>1</sub>	G*	–	Sr	4	B	K, L, Z, Gl
2	Niedzwica II	t	Q	166,51*	C <sub>1</sub>	N	–	I	2	B	K, L, Z, Gl
3	Niedzwica III	t	Q	0,55*	B	G	0,01*	I	2	B	K, L, Z, Gl
4	Niedzwica	t	Q	1013,76*	C <sub>1</sub>	G	7,99*	Sr	4	B	K, L, Z, Gl
<b>Arkusze Banie Mazurskie</b>											
1	Niedzwica	t	Q	1013,76*	C <sub>1</sub>	G	7,99	Sr	4	B	K, L, Z, Gl
2	Bałupiany	pż, p	Q	228	C <sub>1</sub> *	Z	–	Sd	4	A	
4	Zabin	kj	Q	48,6	C <sub>1</sub>	Z	–	Sr	4	B	N, K, Gl
5	Rapa	kj	Q	7,7	C <sub>1</sub>	Z	–	Sr	4	B	N, K, Gl
		t	Q	3,20*	C <sub>1</sub>		–	Sr	4	B	
6	Rogale II	pż	Q	70	C <sub>1</sub> *	Z	–	Sd, Sb	4	A	-
7	Rogale	pż	Q	296	C <sub>1</sub> *	Z	–	Sd, Sb	4	A	-
8	Rogale III	pż	Q	343	C <sub>1</sub>	G	–	Sd, Sb	4	A	-
10	Kulsze	pż	Q	230	C <sub>1</sub> *	G	–	Sd, Sb	4	A	-
11	Surminy	pż	Q	35	C <sub>1</sub>	N*	–	Sd, Sb	4	A	-
12	Wiłkajcie	p, pż	Q	423	C <sub>1</sub>	G	3	Sd, Sb	4	A	-
13	Bałupiany IV	pż, p	Q	472	C <sub>1</sub>	G	36	Sd, Sb	4	A	-

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	Rogale I	pż	Q	–	–	ZWB	–	Sd, Sb	–	–	–
	Bałupiany III	pż	Q	–	–	ZWB	–	Sd, Sb	–	–	–
	Juchnajcie	pż	Q	–	–	ZWB	–	Sb	–	–	

Rubryka 3: p – piaski, pż – piaski i żwiry, kj – kreda jeziorna, t – torf

Rubryka 4: Q – czwartorzęd,

Rubryka 6: C<sub>1</sub>\* – złoża zarejestrowane (kategoria przypisana umownie)

Rubryka 7: złoża: G – zagospodarowane, G\* – nieeksploatowane, ale posiada koncesję, OG i TG, N – niezagospodarowane, N\* – faktycznie zaniechane, Z – zaniechane,  
ZWB – złoża wykreślone z bilansu (zlokalizowane na mapie dokumentacyjnej zamieszczonej w materiałach archiwalnych);

Rubryka 9: Sd – drogowe, Sb – budowlane, Sr – rolnicze, I – inne (torf dla celów leczniczych – borowina)

Rubryka 10: 2 – rzadkie w skali całego kraju lub skoncentrowane w określonym regionie, 4 – powszechnie występujące, łatwo dostępne

Rubryka 11: A – małokonfliktowe, B – konfliktowe

Rubryka 12: K – ochrona krajobrazu, L – ochrona lasów, Z – konflikt zagospodarowania terenu (strefa ochrony uzdrowiskowej), Gl – ochrona gleb, N – obszar NATURA 2000

Wszystkie wymienione złoża są małe lub bardzo małe, o powierzchni od 0,10 do 2,46 ha. Najczęstszą formą złożową są soczewy, bądź gniazda. Serie złożowe stanowią utwory piaszczysto-żwirowe, z różną ilością gładów. Piaski najczęściej są różnoziarniste ze zmiennym udziałem żwirów. Fragmenty wzbogacone we frakcję żwirową tworzą przewarstwienia, gniazda i soczewy. Tylko w złożu „Bałupiany”, w stropie serii złożowej występują piaski drobno- i średnioziarniste uznane za kopalinę towarzyszącą.

W złożu „Bałupiany IV”, które udokumentowano do stosunkowo dużej głębokości (głębokość spągu serii złożowej 7,9 do 28,2; śr. 15,7 m) seria złożowa jest dwudzielna. Górną część stanowi materiał zwałowy gruby, bezładnie ułożony – piaski i żwiry z gładami z wkładkami gliny zwałowej zawierającej dużo materiału okrucowego. W partii dolnej materiał jest warstwowany – piaski różnoziarniste ze żwirami drobnymi, czasem z gładami i gładzikami. Nadkład w omawianych złożach stanowią zazwyczaj gleby piaszczyste, bądź zaglinione piaski drobnoziarniste. W spągu większości złóż znajdują się piaski i żwiry zaglinione, piaski pylaste, a w złożu „Wiłkajcie” piaski drobnoziarniste. Tylko w złożach w okolicach Bałupian nawiercono miejscami gliny zwałowe.

Kopalina z większości opisanych złóż nadaje się do celów budowlanych i drogowych, tylko ze złoża „Bałupiany” miała zastosowanie także do wyrobu mas bitumicznych. Kopalinę ze złoża „Kulsze”, z uwagi na przydatność, podzielono na dwa rodzaje: pospółka do betonu zwykłego oraz pospółka do budowy i konserwacji dróg o nawierzchni żwirowej. Dla obu rodzajów kopaliny odrębnie określono parametry geologiczno-górniczne i jakościowe oraz obliczono zasoby, które wynoszą odpowiednio 189 tys. ton i 41 tys. ton.

Parametry geologiczno-górniczne i jakościowe dla złóż kopalin okrucowych zestawiono w tabeli 2.

Złóża torfu zlokalizowane są w pobliżu granicy z obwodem Kaliningradzkim, w okolicach miejscowości Mażucie, Niedrzwica, Bałupiany, na terenie tzw. Wielkiego Bagna (Das Grosse Bruchmoor). Jest ono typowym torfowiskiem pojeziernym, położonym na lokalnym dziale wodnym, pomiędzy dorzecziami rzek Rominty i Gołdapy. Spąg całego obniżenia wypełnionego torfami i gytiami stanowią piaski fluwioglacjalne. Obszary złóż są w przewadze zalesione lub pokryte zagajnikami.

Tabela 2

**Parametry geologiczno-górnice i wybrane jakościowe złóż kopalin okruchowych na obszarze arkusza Banie Mazurskie**

Nazwa złoża Parametr	Bałupiany		Bałupiany IV	Wiłkajcie	Rogale II	Rogale	Rogale III	Kulsze		Surminy
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Rodzaj kopaliny	pż	p	pż	p	pż	pż	pż	pż <sup>1)</sup>	pż <sup>2)</sup>	pż
Powierzchnia złoża (ha)	2,46		1,98	1,99	2,08	4,8	1,8	1,37	0,32	0,45
Miąszość złoża (m)	5,1–20,2; 9,0	4,4–9,2; 7,1	7,9–27,9; 14,5	11,5–17,9; 13,86	4,4–7,8; 5,7	3,3–10,3; 5,1	9,5–10,2; 9,8	5,8–8,0; 6,8	5,2–7,5; 6,5	2,8–4,8; 3,8
Grubość nadkładu (m)	0,0–9,8 3,6		0,0–0,3; 0,12	0,8–2,4 1,28	0,3–1,9; 0,9	0,7	0,2–0,5; 0,4	0,2–2,5 1,2	0,3–1,5 0,9	0,6–1,5 0,9
N/Z	0,4		0,00–0,02	0,06–0,13	0,16	0,16	0,04	0,02–0,41	0,04–0,29	0,28
Zawodnienie	suche		częściowo zawodnione	suche	suche	suche	częściowo zawodnione	suche		suche
Zawartość ziarn <2 mm (%)	53,5–70,9; 60,6	87,7–89,1 88,7	51,2–70,1; 60,5	72,5–84,0; 78,25	54,6–78,0; 66,4	45,8–67,0; 58,9	42,6–54,3; 47,2	60,8–80,5; 69,4	50,8–66,3; 60,2	60,0–65,0; 63,0
Zawartość pyłów mineralnych (%)	0,8–2,2 1,4	2,3–7,7 4,0	1,4–1,8 1,6	6,8–8,4; 7,6	1,7–4,0 3,0	0,7–4,8 2,3	0,6–1,3 0,9	0,8–3,4; 2,0	6,9–7,7 7,2	4,8–6,3 5,4
Gęstość nasypowa w stanie utrzęsionym (t/m <sup>3</sup> )	1,99–2,04; 2,02	1,787–1,792 1,79	1,825–1,915; 1,861	1,827–1,828; 1,8275	1,93–2,10; 2,00	bd	bd	1,94–2,04; 1,98	1,99–2,08; 2,02	1,98

p – piaski, pż – piaski i żwiry

pż<sup>1)</sup> – piasek ze żwirem do produkcji betonu zwykłego

pż<sup>2)</sup> – piasek ze żwirem do budowy, napraw i konserwacji dróg o nawierzchni żwirowej

bd – brak danych

Obszar Wielkiego Bagna (około 190 ha) w powojennej Polsce dokumentowano po raz pierwszy w 1956 r. Wykonano to z dokładnością odpowiadającą kategorii C<sub>2</sub>. W takiej formie cały ten obszar, pod nazwą „Niedrzwica (A i B)” znalazł się w potencjalnej bazie zasobowej torfów (Ostrzyżek, Dembek, 1997). W 1962 r. Instytut Geografii PAN wykonał szczegółową dokumentację dla części Wielkiego Bagna o powierzchni 122 ha, nazwanego „Niedrzwica”. Dokumentacja ta, według ówczesnych kryteriów Komisji Zasobów przy Ministerstwie Rolnictwa, odpowiadała w zasadzie kategorii B rozpoznania zasobów torfu.

Dokumentacja geologiczna w kategorii C<sub>1</sub> dla złoża torfu „Niedrzwica” (Turowski, 1996) została zatwierdzona przez Wojewodę Suwalskiego w 1997 r. Rozpoznaniem objęto obszar o powierzchni 62,3 ha. Zasoby bilansowe torfu według stanu na koniec 1995 r. wynosiły 1208,8 tys. m<sup>3</sup>, a pozabilansowe 307,5 tys. m<sup>3</sup>. Oszacowano też zasoby gytyi (373,9 tys. m<sup>3</sup>) występującej w spągu złoża torfu, ale nie na całym obszarze, tylko w zagłębieniach. Nie określono jednak jej jakości i nie zatwierdzono tych zasobów. Obszar złoża w przewadze pokrywają tereny zadrzewione i zakrzewione, częściowo las mieszany bagienny, zarośnięte stare wyrobiska, w mniejszym stopniu łąki i pastwiska. Złoże jest typu mieszanego, występują w nim trzy typy torfu: wysoki, przejściowy i niski, a dominującymi rodzajami są: mszarny, brzezinowy i mechowiskowo-turzycowiskowy. Parametry górnictwo-geologiczne i jakościowe podano w tabeli 3.

Złoże torfu „Wiłkajcie-Niedrzwica III” (Turowski, 2001) stanowi północny fragment rozległego torfowiska „Niedrzwica” udokumentowanego w 1962 r. przez Instytut Geografii PAN. Powierzchnię złoża pokrywają las mieszany bagienny i zarośla brzoźowe (blisko 60% powierzchni) oraz stare wyrobiska porośnięte mszarami i roślinnością przejściową. Torfowisko zbudowane jest w warstwach stropowych z torfu wysokiego, mszystego, z wyraźną przewagą torfowców, o przeciętnej miąższości 1,5–2,0 m. Pod torfem mszystym występuje miąższa warstwa torfu przejściowego, mszarnego, przeważnie torfowcowo-turzycowego, który na okrajach złoża wyklinowuje się na powierzchnię. Torfy typu niskiego budują warstwy przyspągowe. Obszar złoża był zmeliorowany jeszcze przed II wojną światową. Kopalina ze złoża nadaje się na torfy ogrodnicze, rolnicze, mieszanki nawozowe i podłoża torfowe. Torf mszarny wysoki i przejściowy może być komponentem do wyrobów w I klasie jakości.

Złoże „Niedrzwica II” zlokalizowane w najbardziej wschodniej części Wielkiego Bagna, zostało udokumentowane w kategorii C<sub>1</sub> (Sokołowski, Ćwiertniewski, 1996), a dwa lata później w kategorii B (Sokołowski, Ćwiertniewski, 1998), jako złoże torfu leczniczego (borowiny). Powierzchnię torfowiska porasta bór bagienny oraz olszyna bagienna. Torfowisko w przeważającej części jest typu przejściowego, a stan bakteriologiczny torfu nie budzi za-

strzeżeń, jest to więc dobry surowiec balneologiczny. Teren złoża leży w zlewni Gołdapy i jest zmeliorowany.

W 2004 r. ze złoża „Niedzwica II”, wydzielono maleńkie (0,04 ha) złożo „Niedzwica III” (Ceckowski, Tatarata 2004c,d). Celem było uzyskanie koncesji na wydobycie borowiny.

Tabela 3

**Parametry geologiczno-górnice i wybrane jakościowe złóż torfu**

Nazwa złoża Parametr	Wiłkajcie Niedzwica III <sup>1)</sup>	Niedzwica II <sup>1)</sup>	Niedzwica III <sup>1)</sup>	Niedzwica <sup>2)</sup>
1	2	3	4	5
Powierzchnia złoża (ha)	37,00	6,96	0,04	62,30
Miąższość złoża (m)	0,25–8,5; 3,33	1,0–4,0; 1,9	1,0–1,5	0,0–5,8; 2,43
Grubość nadkładu (m)	0,0	0,2	0,2	0,0
N/Z	0	0,11	0,16	0
Zawartość wody (%)	90,9	–	90,1	89,8
Popielność (%)	4,52	–	–	4,50
Stopień rozkładu (%)	27,00	< 30	21,87	29,50
Odczyn pH	4,36	3,64-4,06	4,2	4,4
Ciężar objętościowy (t/m <sup>3</sup> )	0,908	–	1,2	0,903
Zawartość substancji nieorganicznych (%)	–	3,9-10,6; 6,9	5,47	–
Miano Coli	–	> 1	> 1	–
Miano B perfringens	–	> 0,1	> 0,1	–

- 1) złożo zlokalizowane na arkuszu Banie Mazurskie
- 2) złożo zlokalizowane na arkuszach Banie Mazurskie i Mażucie

Dwa złoża kredy jeziornej przydatnej do odkwaszania gleb w rolnictwie, zlokalizowane są w północno zachodniej części arkusza Banie Mazurskie, w tym samym zagłębieniu pojeziornym. W złożu „Rapa” (Zaprzelski, Bieniek, 1993) na obszarze około 7,5 ha udokumentowano kredę jeziorną o miąższości 0,3–3,17 m, średnio 1,55 m, oraz jako kopalinę towarzyszącą, leżącą w nadkładzie torf o grubości 0,3–1,25 m, średnio 0,64 m. Średni stosunek miąższości torfu do kredy wynosi 0,46. Seria złożowa podścielona jest gytą wapienno-detrytusową, przechodzącą głębiej w gytę ilastą. Kreda jeziorna o ciężarze objętościowym 1,25 t/m<sup>3</sup> zawiera tu średnio 44,2 % CaO. Kopalinę towarzyszącą stanowią torfy niskie, o ciężarze objętościowym 0,8 t/m<sup>3</sup>. Teren złoża pokrywały łąki i pastwiska.

W złożu „Żabin” (Ceckowski i inni, 2001) na powierzchni 0,99 ha udokumentowano kredę jeziorną o miąższości 3,5–4,1 m, średnio 3,7 m. Nadkład darniowo-torfowy ma grubość 0,3–0,5 m. Stosunek miąższości nadkładu do miąższości złoża N/Z wynosi około 0,10. Średnie parametry jakościowe kredy są następujące: zasadowość ogólna – 43,5% CaO; wilgotność – 59,2%; ciężar objętościowy – 1,3 t/m<sup>3</sup>. Teren złoża pokrywały użytki rolne w klasach I–IV.

Klasyfikacji sozologicznej złóż dokonano zgodnie z obowiązującymi wytycznymi dokumentowania złóż kopalin (Zasady..., 1999). Z punktu widzenia ochrony kopalin złoża piasków i żwirów budowlanych i drogowych, kredy jeziornej oraz torfów przeznaczonych do celów rolniczych zaliczono do kategorii 4, tj. złóż kopalin pospolitych, występujących powszechnie na terenie całego kraju. Dwa złoża torfów leczniczych (borowiny) zaliczono do kategorii 2, rzadkie w skali całego kraju. Z punktu widzenia konfliktowości eksploatacji, do kategorii B, złóż konfliktowych, zaliczono wszystkie złoża torfów i kredy jeziornej z uwagi na położenie w obszarach NATURA 2000 i chronionego krajobrazu, na terenach leśnych i podmokłych oraz łąkach na podłożu organicznym oraz w strefie „C” ochrony uzdrowiskowej (dotyczy złóż torfu). Złoża kruszyw naturalnych piaszczysto-żwirowych zaliczono do małokonfliktowych, możliwych do eksploatacji bez specjalnych ograniczeń.

## **V. Górnictwo i przetwórstwo kopalin**

Aktualnie koncesjonowana działalność wydobywcza w obrębie arkuszy Mażucie i Banie Mazurskie ogranicza się do eksploatacji torfu ze złoża „Niedrzwica”, borowiny ze złoża „Niedrzwica III” oraz piasków ze żwirem ze złóż: „Bałupiany IV”, „Wiłkajcie”, „Rogale III” i „Kulsze” Ważną koncesję na wydobycie posiada też użytkownik złoża torfu „Wiłkajcie-Niedrzwica III”.

Historia eksploatacji torfu z obszaru Wielkiego Bagna sięga XIX w. Z początkiem XX w. obszar ten został zmeliorowany (system rowów, przepustów i śluz) przez Niemców, w taki sposób, aby można było regulować poziom zwierciadła wody – obniżać na czas eksploatacji i podnosić aby torfowisko mogło się regenerować.

Na obszarze obecnego złoża „Niedrzwica” wydobycie torfu rozpoczęło się z początkiem ubiegłego wieku i koncentrowało się w południowej części obszaru złoża. Wyrobiska miały około 14 ha powierzchni i były głębokie do 1,5 m. Ich pozostałości są widoczne do dziś. Po II wojnie światowej ta część złoża nie była już eksploatowana. Mniejsze przedwojenne wyrobiska znajdują się w północno zachodniej części złoża. Torf był wykorzystywany na opał lub jako ściółka (stropowe partie słabiej rozłożonego torfu).

Powojenna eksploatacja rozpoczęła się w latach 70. ubiegłego wieku, a prowadziły ją okoliczne PGR-y. W 1992 r. złożę przejęła firma „Torfex” i eksploatuje je do dziś na mocy ważnej do 2019 r. koncesji. Złożę ma ustanowiony obszar (69,14 ha) i teren (72,36) górniczy. Od kilkunastu lat prace górnicze prowadzone są metodą powierzchniowego skrawania (frezowania) z zachowaniem spągowej półki ochronnej o miąższości 0,5 m, przy pełnej mechanizacji procesu technologicznego. Aktualnie eksploatowana jest południowo-wschodnia część

złoża. Wyrobisko wgłębne o powierzchni kilkunastu ha dochodzi w centralnej części do 3 m głębokości. Przez teren złoża „Niedrzwica” przebiega przedwojenny nasyp kolejowy wykorzystywany jako droga jezdna. Złoże jest intensywnie odwadniane za pomocą gęstej sieci rowów odprowadzających wodę generalnie do rzeki Gołdapy. Pożądaną ze względu na technologię wydobywania obniżony poziom wody gruntowej na polach eksploatacyjnych jest regulowany przy pomocy pompy o wydajności 1 m<sup>3</sup>/minutę. Możliwość grawitacyjnego odwadniania północnej części złoża limituje przepust betonowy pod nasypem kolejowym na poziomie 147,68 m n.p.m.

Wydobycie torfu ze złoża „Niedrzwica” wahało się w minionych latach od 8 do 22 tys. m<sup>3</sup>/rok. Przedmiotem produkcji jest torf ogrodniczy i uniwersalny substrat torfowy kierowany na rynek krajowy i na eksport. Zakład przetwórczy znajduje się w bezpośrednim sąsiedztwie złoża, po jego wschodniej stronie, przy nasypie kolejowym.

Prywatni przedsiębiorcy, którzy posiadają od 2001 r. (w 2007 i 2010 r. nastąpiły zmiany użytkowników) koncesję na wydobywanie torfu z tego złoża ważną do 2021 r., jak dotąd nie podjęli tu działalności górniczej. Obszar i teren górniczy o powierzchni 34,6 ha obejmuje większą część udokumentowanego złoża.

Pozyskiwanie borowiny z małego złoża torfu „Niedrzwica III” odbywa się na mocy koncesji ważnej do 2025 r., wydanej spółce jawnej „WITAL”, która zaopatruje wień szpital sanatoryjny w Gołdapi. Ustanowiono tu obszar i teren górniczy o powierzchniach odpowiednio 0,04 i 1,63 ha. W obrębie obszaru górniczego znajduje się kilka zawodnionych wkopów o rozmiarach 1x1 lub 1x2 m i głębokich do 1 m. Wielkość wydobywania waha się od 0,01 do 0,03 tys. m<sup>3</sup> rocznie.

Torfowisko, na którego obszarze udokumentowane jest złoże „Wiłkajcie–Niedrzwica III” było eksploatowane przypuszczalnie od dziesiątków lat, aż do końca II wojny światowej. Wyrobiska po tej działalności można obserwować do dziś. Obejmują one kilkanaście hektarów powierzchni i dzielą się na dwa rodzaje: głębokie, które porasta pływający kożuch roślinności typu przejściowego oraz wyrobiska płytkie, porośnięte roślinnością typu wysokiego. Wykorzystanie torfu było podobne jak z obszaru złoża „Niedrzwica”.

Na omawianym terenie eksploatowano też, na podstawie ważnych koncesji, kredę jeziorną w złożu „Rapa” (w latach 1996-2004), i „Żabin” (2001-2002). Skala wydobywania była rzędu od kilku do dwudziestu kilku tys. ton/rok. Pozostały po nich wyrobiska wypełnione wodą, które zarybiono i przeznaczono pod wędkarstwo.

Koncesjonowane wydobywanie piasków i żwirów ogranicza się aktualnie do czterech złóż: „Bałupiany IV”, „Wiłkajcie”, „Kulsze” i „Rogale III”. Użytkownikiem złóż „Bałupiany IV”

i „Wiłkajcie” jest firma „Gal-Inst”. Ustanowione dla złóż obszary górnicze mają powierzchnię tę samą co złoża (1,98 ha i 1,99 ha), a tereny górnicze są większe (odpowiednio 3,47 ha i 3,43 ha). Eksploatację rozpoczęto w nich w 2008 r., przy czym złoża „Bałupiany IV” zlokalizowane jest częściowo na obszarze dawnego wyeksploatowanego złoża „Bałupiany” i obejmuje swoim terenem górniczy całe jego wyrobisko, w którym zlokalizowano zakład przeróbczy i składowiska produkowanych na sprzedaż surowców. Wyrobisko złoża „Bałupiany IV” jest dwupoziomowe – w części wschodniej stokowe, suche, w części północno-zachodniej wgłębne, częściowo zawodnione. Eksploatacja kopaliny ze złoża „Wiłkajcie” prowadzona jest w obrębie wyrobiska stokowo-wgłębne, z warstwy suchej. Koncesje na wydobywanie są odpowiednio do 2019 i 2021 r. Wydobywanie ze złoża „Bałupiany IV” kształtuje się na poziomie około 40 tys. t/rok, zaś ze złoża „Wiłkajcie”, w ostatnich latach, spadło z poziomu 62 tys. t (2009 r.) do 3 tys. ton w 2010 r.

Złoża „Kulsze” i „Rogale III” posiadają małe (kilkunastoarowe) suche wyrobiska stokowe, o głębokości około 3–5 m. Składowisk nadkładu w zasadzie brak. Materiał nadkładowy bezładnie rozrzucony jest wokół wyrobisk. Kopalina bez uszlachetniania jest dostarczana do odbiorcy. Użytkownikami są prywatni przedsiębiorcy posiadający ważne do (odpowiednio) 2021 r. i 2114 r. koncesje na wydobywanie kopaliny. Obszary górnicze opisywanych złóż mają – 1,99 i 1,44 ha, a tereny górnicze – 3,96 i 2,35 ha powierzchni. Złoża „Rogale III” aktualnie nie jest eksploatowane.

W przeszłości eksploatowane były tu złoża piasków i żwirów: „Bałupiany”, „Rogale”, „Rogale I”, „Rogale II”, „Juchnajcie”, „Surminy” i „Bałupiany III”. W większości wypadków pozostały po nich samorekultywujące się (zarastające) 1-2 hektarowe wyrobiska stokowe („Rogale”, „Bałupiany III”) lub mniejsze stokowo-wgłębne „Juchnajcie” i „Surminy”. Przy złożu „Bałupiany” istniał zakład przeróbczy i wytwórnia mas bitumicznych, a obecnie w jego wyrobisku znajduje się zakład przeróbczy kopaliny złoża „Bałupiany IV”. Wyrobisko po wykreślonym z ewidencji zasobów złożu „Rogale I” zostało zrehabilitowane (teren wyrównany, rośnie lasy), a o złożu „Rogale II” brak jest informacji i nie widać też śladów po wyrobisku.

W drugiej połowie XX w. na obrzeżach wsi i w okolicach PGR-ów, powstawały liczne, przeważnie drobne wyrobiska, w których okresowo lub sezonowo, pozyskiwano piasek i pospółkę. Część z nich funkcjonuje do dziś, ale skala tej działalności maleje. Znajdują się one koło Bałupian, Radkiewmów, Kulszy, Bań Mazurskich, Boćwinki, Lisów, Zawad i Grodziska. Dla czterech z nich sporządzono karty występowania kopaliny.

## VI. Perspektywy i prognozy występowania kopalin

Perspektywy i prognozy surowcowe na obszarze objętym arkuszami Mażucie i Banie Mazurskie dotyczą możliwości wykorzystywania torfów, piasków i pospółek oraz w dużo mniejszym stopniu glin dla ceramiki budowlanej (Kozłowski (red.), 1978).

Na omawianym terenie brak jest dużych złóż kopalin okruchowych. Typowe dla tego terenu jest występowanie utworów piaszczysto-żwirowych, często z głazami, pochodzenia lodowcowego i wodnolodowcowego. Niestety są one zazwyczaj zaglinione, czasem z przerozami mułkowymi lub nadmierną zawartością pyłów mineralnych. Wśród tego typu osadów trafiają się odosobnione soczewy piasków i żwirów o dobrej jakości i korzystnych parametrach geologiczno-górnictwowych. Wyznaczanie obszarów perspektywicznych w tego rodzaju osadach nastęrcza szereg trudności, a często jest niecelowe, ponieważ możliwości udokumentowania małych złóż dotyczą całej jednostki litologiczno-surowcowej. Praktyka poszukiwawcza złóż piaszczysto-żwirowych na takich terenach często ogranicza się do badania niewielkich obszarów w miejscach, gdzie znajdują się „dzikie” wyrobiska tych kopalin.

W drugiej połowie ubiegłego wieku prowadzono prace zwiadowcze za kruszywem naturalnym, zwłaszcza żwirowym, przydatnym dla budownictwa i drogownictwa. Prace geologiczno-rozpoznawcze przeprowadzone w okolicach wsi Bałupiany i Rogale okazały się obiecujące i udokumentowano tam po kilka złóż piasków i żwirów. Badania w rejonie Żabina i Radkiewmów (Sadowski, 1993b) okazały się negatywne tak dla znalezienia złóż piasku, jak i piasków ze żwirem, gdyż seria złożowa była małej miąższości. W Lisach (Sadowski, 1982), piaski i żwiry tworzyły małą formę gniazdową w morenie spiętrzonej, a kopalina od lat wybierana była na „dziko”. W Surminach, z pięciu otworów wykonanych w miejscach wcześniejszych kopanek piasków ze żwirem (Sadowski, 1987), trzy okazały się negatywne, a dwa pozabilansowe (mały obszar, nieznaczne zasoby kopaliny).

Autorzy na podstawie obserwacji terenowych (punkty występowania kopaliny), Szczegółowej mapy geologicznej Polski (Pochocka, Szwarc, 2006) i dokumentacji złożowych, pokusili się o wyznaczenie trzech obszarów perspektywicznych dla kopalin okruchowych. Dwa dla piasków i żwirów – pierwszy w rejonie Rogali, w bezpośrednim sąsiedztwie dwóch udokumentowanych złóż „Rogale” i „Rogale III”. W obrębie osadów czołowo morenowych można się spodziewać częściowo zawodnionej serii okruchowej o miąższości 5–10 m, która występuje pod nakładem piaszczysto-gliniasto-żwirowym o grubości do 1 m. Zawartość ziarn do 2 mm może tu sięgać w granicach 40–60%, a zapylenie maksymalnie 5%. W drugim obszarze, w okolicach Lisów i Zawad, także w obrębie wzgórza czołowo morenowego, moż-

na się spodziewać piaszczysto-żwirowej serii złożowej o miąższości 4–7 m. Nadkładu nie przekracza grubości 1 m. W ocenie makroskopowej (dwa punkty występowania kopaliny) zapylenie serii użytecznej nie powinno większe niż 10%, a zawartość frakcji żwirowej waha się od 30–50%.

Mały obszar perspektywiczny dla piasków wodnolodowcowych wyznaczono w okolicy Dąbia, opierając się na danych uzyskanych z istniejącego tu od dziesiątków lat dużego i ciągle wykorzystywanego wyrobiska (pkt. 2). Jego granicę wyznaczono po morfologii (lokalne wzgórze). Można się tu spodziewać serii złożowej o miąższości powyżej 5 m. Występuje tu piasek drobno- i średnioziarnisty z gładzami i niskiej zawartości pyłów.

Obszary opisywanych arkuszy leżą w regionie o jednym z najwyższych w Polsce wskaźniku zatorfienia (Bolewski (red.), 1980; Ilnicki, 2002). Torfowiska w północnej i południowej części omawianych obszarów (przeważnie niskie i o małej miąższości) z uwagi na położenie w terenach leśnych i chronionego krajobrazu, nie zostały uwzględnione w potencjalnej bazie zasobowej torfów (Ostrzyżek, Dembek, 1997). Z torfowisk wytypowanych przez wspomnianych autorów, największe i najwartościowsze znajduje się na obszarze arkusza Mazucie, w okolicach Niedrzwicy. Po udokumentowaniu na nim czterech złóż torfu (patrz rozdział IV), pozostał jeszcze około 45 hektarowy obszar prognostyczny wyznaczony w obrębie torfowiska wysokiego i przejściowego, o stosunkowo korzystnych parametrach (tabela 4). Na terenie arkusza Banie Mazurskie, jako prognostyczne (8 obszarów), wytypowane zostały tylko małe (do 6 ha) torfowiska niskie, o małych zasobach i przeciętnych parametrach jakościowych (Ostrzyżek, Dembek 1997), (tabela 4). Zlokalizowane są one w południowej i południowo-wschodniej części omawianego terenu. W ich spągu bardzo często występują gytie organiczne, które nie mają znaczenia praktycznego. Większość torfowisk nie była dotychczas eksploatowana. Na niewielką skalę pozyskiwano torf tylko z obszaru VI w okolicach Gieralisk.

Perspektywiczne złożowo nagromadzenie kredy jeziornej znajduje się w dolinie Węgorapy w pobliżu wsi Rapa, w niewielkiej odległości od zaniechanych w ostatnich latach złóż tej kopaliny („Rapa” i „Żabin”). Obszar ten zajmuje powierzchnię około 34 ha. Średnia miąższość kopaliny wynosi prawdopodobnie 2,5 m, a szacunkowe zasoby około 840 tys. m<sup>3</sup> (Tołkanowicz, 1994, 2001).

W latach 70. ubiegłego wieku poszukiwano w okolicach Gołdapi iłów do produkcji wyrobów cienkościennych (Salachna, 1972). Na obszarze arkusza Banie Mazurskie, we wsi Wróble, nawiercono tylko jedną wkładkę takich iłów, o miąższości 1,2 m, uznano je więc za nieprzydatne do praktycznego wykorzystania.

Obszar omawianego arkusza jest objęty koncesją na poszukiwanie gazu łupkowego w osadach paleozoicznych (kambr, ordowik, sylur) zalegających na głębokości około 1180–1640 m (otwór w Rogalach). Koncesję posiada Silurian Energy Services Sp. z o.o.

Tabela 4

### Wykaz obszarów prognostycznych

Numer obszaru na mapie	Powierzchnia (ha)	Rodzaj kopaliny	Wiek kompleksu litologiczno-surowcowego	Parametry jakościowe	Średnia grubość nadkładu (m)	Grubość Kompleksu litologiczno-surowcowego (m)	Zasoby w kategorii D <sub>1</sub> (tys.m <sup>3</sup> )	Zastosowanie kopaliny
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>Arkusz Mażucie</b>								
I	45,0	t	Q	P – 3,4 % R – 14 %	bd	max. 5,50 śr. 2,46	738	Sr
<b>Arkusz Banie Mazurskie</b>								
I	2,0	t	Q	P – 14,0 % R – 40 %	bd	max. 2,60 śr. 2,23	45	Sr
II	2,0	t	Q	P – 14,0 % R – 35 %	bd	max. 2,00 śr. 1,81	36	Sr
III	3,8	t	Q	P – 11,2 % R – 35 %	bd	max. 2,80 śr. 2,44	92	Sr
IV	3,0	t	Q	P – 14,0 % R – 40 %	bd	max. 3,60 śr. 2,77	83	Sr
V	1,3	t	Q	P – 14,0 % R – 40 %	bd	max. 2,80 śr. 2,43	30	Sr
VI	5,5	t	Q	P – 14,2 % R – 42 %	bd	max. 3,00 śr. 2,36	100	Sr
VII	1,3	t	Q	P – 23,0 % R – 40 %	bd	max. 2,80 śr. 2,57	32	Sr
VIII	3,0	t	Q	P – 23,0 % R – 40 %	bd	max. 3,20 śr. 2,68	80	Sr

Rubryka 3: t – torf

Rubryka 4: Q – czwartorzęd

Rubryka 5: P – popielność, R – stopień rozkładu

Rubryka 6: bd – brak danych

Rubryka 9: Sr – rolnicze

## VII. Warunki wodne

### 1. Wody powierzchniowe

Pod względem hydrograficznym obszar arkuszy Banie Mazurskie i Mażucie położony jest w dorzeczu Pregoi i Wisły, należących do zlewni Morza Bałtyckiego. Nieomal cały analizowany obszar leży w dorzeczu Węgorapy (lewego dopływu Pregoi). Jedynie południowo-wschodni skrawek odwadnia Biebrza poprzez swój prawy dopływ – rzekę Ełk. Zlewnie oddziela dział wodny II rzędu.

Największym ciekim powierzchniowym tego regionu jest Węgorapa, która jednakże zaznacza się tutaj tylko incydentalnie w rejonie miejscowości Rapa. Przeważającą część

obszaru odwadnia jej prawobrzeżny dopływ – Gołdapa. Jej źródła znajdują się w okolicy wsi Szarejki (poza omawianymi arkuszami), a rzeka w swym górnym biegu (aż do jeziora Gołdap) nosi nazwę Jarka i ma charakter górski. Gołdapa wpływa na teren arkusza Banie Mazurskie powyżej miejscowości Kośmidry i płynie na południe. W rejonie miejscowości Boćwinka skręca gwałtownie na zachód i meandrując pomiędzy morenowymi wzgórzami opuszcza obszar arkusza po minięciu miejscowości Banie Mazurskie. W miejscowości Nowe Boćwinki i Grunajki wybudowane są jazy piętrzące wodę na potrzeby wybudowanych tam elektrowni wodnych. W okolicach Bałupian rzeka zbiera wody z sieci rowów odwadniających.

Naturalne zbiorniki powierzchniowe to nieduże, najczęściej bezimienne jeziora zaliczane do grupy jezior wytopiskowych (zastoiskowych) grupujących się głównie w północnej części obszaru. Do największych należą jeziora Jagielskie i Czupowskie.

Stan czystości wód powierzchniowych kontroluje na tym terenie Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Olsztynie zgodnie z rozporządzeniami wykonawczymi Prawo Wodne (DzU z 2005 r. nr 239, poz. 2019 z późniejszymi zmianami). Ma on na celu pozyskanie informacji o stanie wód powierzchniowych dla potrzeb planowania w gospodarowaniu wodami oraz oceny osiągnięcia celów środowiskowych. Ocena jakości wód powierzchniowych badanych w 2009 roku wykonano na podstawie rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 20 sierpnia 2008 roku w sprawie sposobu klasyfikacji stanu jednolitych części wód powierzchniowych (DzU nr 162, poz.1008) (Rozporządzenie..., 2008). Wprowadza ono, jako zasadę generalną, ocenę stanu wód, która jest wypadkową stanu ekologicznego i fizykochemicznego, a określa go gorszy ze stanów. W rzek przepływających przez arkusze Budry i Budry N wstępnej ocenie poddano wody Gołdapy (Raport..., 2010).

Ocena wód Gołdapy obejmuje odcinek od wypływu z jeziora Gołdap (poza arkuszem) do ujścia Kanału Brożajckiego (poza arkuszem). Prowadzono ją punktach monitoringowych także znajdujących się poza granicami arkusza. Potencjał (stan) ekologiczny badanego odcinka jednolitych części wód powierzchniowych w granicach arkusza oceniono na umiarkowany z uwagi na obniżające jakość parametry fizykochemiczne.

Zgodnie z założeniami programowymi Państwowego Monitoringu Środowiska na lata 2007-2009 nie prowadzono monitoringu jezior znajdujących się w granicach omawianego arkusza.

## 2. Wody podziemne

Arkusze Banie Mazurskie i Mażucie, pod względem hydrogeologicznym, należą do regionu mazowiecko-mazursko-podlaskiego (II), subregionu nadmorskiego (II<sub>1</sub>) (Paczyński (red.), 1995). W podziale wg jednostek jednolitych części wód podziemnych (JCWPd) jest to Region Narwi, Pregoły i Niemna (Paczyński, Sadurski (red.), 2007). W podziale przedstawionym na Mapie hydrogeologicznej Polski w skali 1:200 000, tereny arkuszy leżą w regionie suwalsko-podlaskim (VII) (Bieniaszewska i inni, 1981).

Omawiany obszar należy do najslabiej rozpoznanych pod względem hydrogeologicznym w tym rejonie. Wody podziemne występują w utworach czwartorzędowych, bardzo zróżnicowanych tak pod względem miąższości jak i wodoności. W obrębie kompleksu czwartorzędowego wydziela się jeden lub dwa poziomy wodonośne o charakterze użytkowym – górny i główny (Filar, 2004a,b).

Górny, przypowierzchniowy poziom wodonośny związany jest z piaszczystymi i piaszczysto-żwirowymi osadami zlodowaceń północnopolskich (zlodowacenie wisły). Tworzy go na ogół jedna, lokalnie dwie warstwy wodonośne wśród glin zwałowych. Występuje on płytko, zwykle na głębokości 3–15 m, i nie tworzy ciągłego, szeroko rozprzestrzenionego poziomu. Zasilany jest głównie w drodze bezpośredniej infiltracji opadów atmosferycznych lub przesączania przez półprzepuszczalne gliny. Poziom ten ujmowany jest studniami m. in. w Pietraszkach, Radkiewmach, Klewinach, Jagodczanach, Mażuciu, o zmiennej wydajności od 5 do 90 m<sup>3</sup>/h.

Główny użytkowy poziom wodonośny związany jest z piaskami, żwirami i otoczkami zlodowaceń środkowopolskich (zlodowacenie odry, warty). Jest poziomem o dominującym zasięgu i znaczeniu gospodarczym na obszarze obydwu arkuszy. Warstwa wodonośna zalega na głębokości od 40-90 m (w części centralnej i północnej) do ponad 100 m na południowym wschodzie. Poziom ten przykryty jest mięszką (powyżej 30 m) warstwą glin zwałowych. Na przeważającym obszarze potencjalne wydajności studni mieszczą się przedziale 30-70 m<sup>3</sup>/h, jakkolwiek lokalnie mogą być zarówno znacznie wyższe jak i niższe.

Obszar arkuszy Banie Mazurskie i Mażucie zaopatrywany jest w wodę wyłącznie z ujęć podziemnych. Zaopatrują one zarówno odbiorców indywidualnych jak i zbiorowych. Udokumentowane zasoby pojedynczej studni są zróżnicowane i wahają się od 4,5 m<sup>3</sup>/h w miejscowości Zawady do 72 m<sup>3</sup>/h w Lisach i 90 m<sup>3</sup>/h w Radkiewmach.

Największe ujęcia zespołowe dostarczające wodę dla potrzeb komunalnych znajdują się w Baniach Mazurskich, Budzisku, Boćwinie oraz Żabinie. Szereg ujęć wód podziemnych wykorzystywanych jest tylko okresowo lub w niewielkim stopniu przez gospodarstwa rolne

i ośrodki wypoczynkowe. Nieomal wszystkie miejscowości w granicach arkusza podłączone są do sieci wodociągowej, co powoduje, że większość studni kopanych jest nieczynna lub używana sporadycznie do celów gospodarczych. Nie zmienia to faktu, że wykorzystanie udokumentowanych zasobów wód podziemnych jest niewielkie (nie przekracza 5%). Wyraźne ograniczenie poboru wody, które nastąpiło w ostatnich latach, spowodowane zostało głównie ograniczeniem hodowli i likwidacją PGR.

Generalnie wody górnego i głównego poziomu wodonośnego ujmowane na arkuszu są wodami słodkimi typu  $\text{HCO}_3\text{-Ca}$ , o mineralizacji rzędu 330-335  $\text{mg/dm}^3$ . Ze względu na ponadnormatywne zawartości manganu i żelaza są wodami średniej jakości – klasy IIb, wymagającymi prostego uzdatniania. Wody dobrej jakości, klasy II, występują na niewielkim obszarze w północnej części mapy.

Głębokość występowania poziomu wodonośnego, typ naturalnej izolacji, rodzaj ognisk zanieczyszczeń i intensywność ich oddziaływania, obecność lasów i obszarów chronionych są najważniejszymi czynnikami wpływającymi na ocenę zagrożenia wód podziemnych. W obrębie arkuszy Banie Mazurskie i Mażucie stopień zagrożenia czwartorzędowego poziomu wodonośnego jest niski i bardzo niski. Wynika to z uwarunkowań naturalnych – nieomal na całym obszarze pokrywa go warstwa osadów słabo- lub nieprzepuszczalnych (glin), o miąższości od 50 do 100 m, oraz braku obiektów uciążliwych dla środowiska.

Głównymi ogniskami zanieczyszczeń są na tym obszarze oczyszczalnie ścieków, nieskanalizowane wioski, rozproszone i nieuporządkowane drobne składowiska odpadów, zrzuty ścieków nieoczyszczonych z gospodarstw rolnych, a także stacje paliw. Wymogiem podstawowym staje się uporządkowanie gospodarki wodno-ściekowej poprzez budowę nowoczesnych oczyszczalni i kanalizację osiedli mieszkaniowych, organizację składowisk odpadów, nawozów, środków ochrony roślin i racjonalną nimi gospodarę.

W obrębie północno-wschodniego krańca arkusza znajduje się czwartorzędowy, główny zbiornik wód podziemnych nr 202 – Sandr Gołdap (Kleczkowski, red., 1990). Nie ma on opracowanej dokumentacji hydrogeologicznej, a jego granice zaznaczone zostały na szkicu (fig. 3).

Położona kilka kilometrów na wschód od granic arkuszy miejscowość Gołdap, decyzją Ministra Zdrowia, uzyskała w 2001 r. status uzdrowiska, natomiast obszar gminy w granicach administracyjnych znajduje się w strefie ochronnej „C” uzdrowiska.

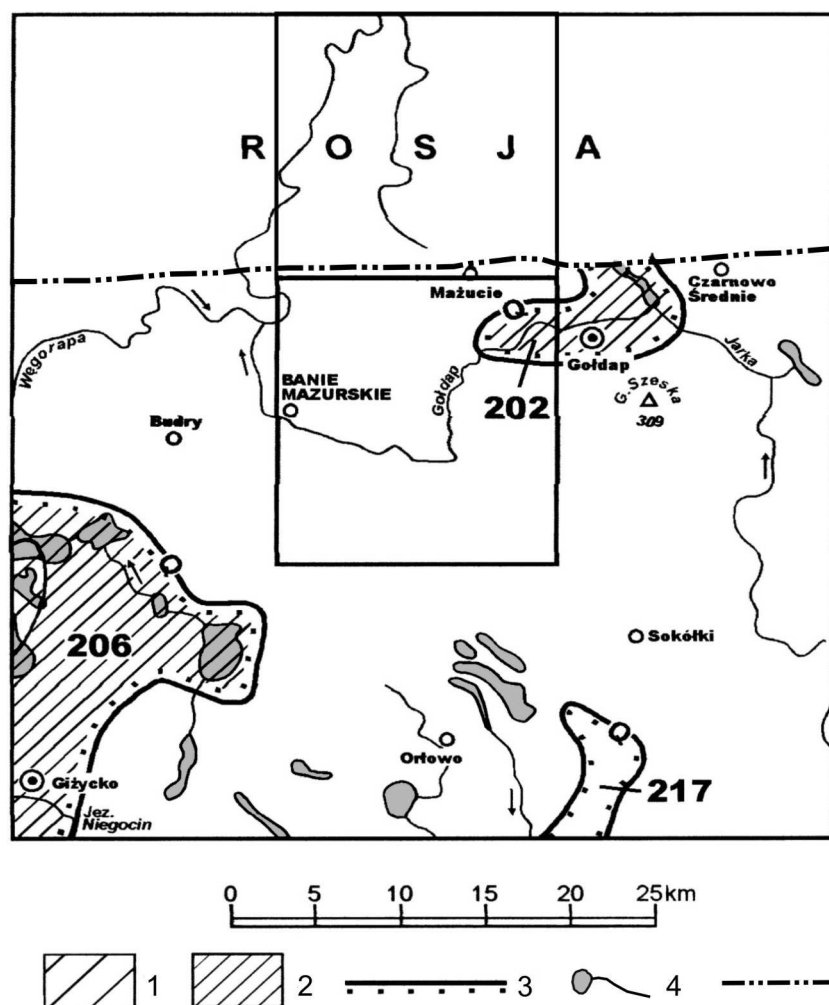


Fig. 3 Położenie arkuszy Mazowiec i Banie Mazurskie na tle obszarów głównych zbiorników wód podziemnych (GZWP) w Polsce wymagających szczególnej ochrony, w skali 1:500 000 wg A. S. Kleczkowskiego (1990)

1 – obszar wysokiej ochrony (OWO), 2 – obszar najwyższej ochrony (ONO), 3 – granica GZWP w ośrodku porównym, 4 – jeziora, 5 – granica państwa  
 Numer i nazwa GZWP, wiek utworów wodonośnych: 202 – Sandr Gołdap, czwartorzęd (Q), 206 – Zbiornik Kętrzyń, czwartorzęd (Q), 217 – Pradolina rzeki Biebrza, 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 października 2002 r., poz. 1359). Dopuszczalne wartości pierwiastków dla poszczególnych grup użytkowania, ich zakresy oraz przeciętne zawartości w glebach z terenu arkusza Banie Mazurskie, umieszczono w tabeli 5. W celu porównania tabelę uzupełniono danymi o przeciętnej zawar-

tości (median) pierwiastków w glebach terenów niezabudowanych Polski (najmniej zanieczyszczonych w kraju).

Tabela 5

**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 Banie Mazurskie	Wartość przeciętnych (median) w glebach na arkuszu Banie Mazurskie	Wartość przeciętnych (median) w glebach obszarów niezabudowanych Polski <sup>4)</sup>
	Grupa A <sup>1)</sup>	Grupa B <sup>2)</sup>	Grupa C <sup>3)</sup>	N=6	N=6	N=6522
				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	<5–7	<5	<5
Ba Bar	200	200	1000	16–56	27	27
Cr Chrom	50	150	500	3–6	5	4
Zn Cynk	100	300	1000	13–32	29	29
Cd Kadm	1	4	15	<0,5	<0,5	<0,5
Co Kobalt	20	20	200	<1–3	2	2
Cu Miedź	30	150	600	3–7	5	4
Ni Nikiel	35	100	300	3–7	5	3
Pb Ołów	50	100	600	7–13	11	12
Hg Rtęć	0,5	2	30	0,05–0,07	0,06	<0,05
Ilość badanych próbek gleb z arkusza Banie Mazurskie w poszczególnych grupach użytkowania				<sup>1)</sup> grupa A		
As Arsen	6	–	–	a) nieruchomości gruntowe wchodzące w skład obszaru poddanego ochronie na podstawie przepisów ustawy Prawo wodne,		
Ba Bar	6	–	–	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,		
Cr Chrom	6	–	–	<sup>2)</sup> 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,		
Zn Cynk	6	–	–	<sup>3)</sup> grupa C – tereny przemysłowe, użytki kopalne, tereny komunikacyjne,		
Cd Kadm	6	–	–	<sup>4)</sup> Lis, Pasieczna, 1995 – Atlas geochemiczny Polski 1:2 500 000		
Co Kobalt	6	–	–	N – ilość próbek		
Cu Miedź	6	–	–			
Ni Nikiel	6	–	–			
Pb Ołów	6	–	–			
Hg Rtęć	6	–	–			
Sumaryczna klasyfikacja badanych gleb z obszaru arkusza Banie Mazurskie 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). Próbkę 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 km<sup>2</sup>) 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 cm<sup>2</sup> 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 5).

Przeciętne zawartości: arsenu, baru, cynku, kadmu, kobaltu i ołowiu 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: chrom, miedź, nikiel oraz rtęć.

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, pochodzącego z erozji i wietrzenia skał na obszarze zlewni (m.in. ziaren kwarcu, skaleni, minerałów węglanowych, minerałów ilastych) 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) a także rolniczych (arsen, rtęć, pestycydy chloroorganiczne) (Rocher i inni, 2004; Reiss i inni, 2004; Birch i inni, 2001; Howsam, Jones 1998; Mecray i inni, 2001; Lindström, 2001; Pulford i inni, 2009; Ramamoorthy, Ramamoorthy, 1997; Wildi i inni, 2004). Wstępujące 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; Albering i inni, 1999; Liu i inni, 2005; Šmejkalová i inni, 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 inni, 2004; Bordas, Bourg, 2001). Także podczas powodzi zanieczyszczone osady mogą być przemieszczane na gleby tarasów zalewowych albo transportowane w dół rzek (Gocht i inni, 2002; Gabler, Schneider, 2000; Weng, Chen, 2000). Przemieszczenie zanieczyszczonych osadów na tarasy zalewowe powoduje wzrost stężenia metali ciężkich i trwałych zanieczyszczeń organicznymi w glebach (Bojakowska, Sokołowska, 1996; Bojakowska i inni, 1995; Miller i inni, 2004; Middelkoop, 2000).

### Kryteria oceny osadów

Jakość osadów dennych, w aspekcie ich zanieczyszczenia metalami ciężkimi oraz wielopierścieniowymi węglowodorami aromatycznymi (WWA) i polichlorowanymi bifenyliami (PCB) oceniono na podstawie kryteriów zawartych w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 16 kwietnia 2002 r. w 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 6 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*.

### 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 (PMS).

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 głębozczków jezior. W badaniach analitycznych wykorzystano frakcję ziarnową drobniejszą 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 roztworzeniu próbek osadów wodą królewską, a oznaczenia zawartości rtęci wykonano z próbki stałej metodą spektrometrii absorpcyjnej z zateżaniem na amalgamatorze. Zawartości wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (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 wychwyty elektronów (GC-ECD).

Wszystkie oznaczenia wykonano w Centralnym Laboratorium Chemicznym Państwowego Instytutu Geologicznego w Warszawie.

Tabela 6

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

Parametr	Rozporządzenie MŚ*	PEL**	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 <sub>11 WWA</sub> ***	–	5,683	–
WWA <sub>7 WWA</sub> ****	8,5	–	–
PCB	0,3	0,189	–

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

\*\* – MACDONALD i inni, 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)

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

Zanieczyszczenie osadów

Na omawianym terenie zlokalizowany jest jeden punkt obserwacyjny *PMŚ* (*Państwowy Monitoring Środowiska*) na rzece Gołdapie w Baniach Mazurskich, z których próbki do ba-

dań są pobierane co trzy lata. Osady Gołdapi charakteryzują się bardzo niskimi zawartościami potencjalnie szkodliwych pierwiastków śladowych. Są one zbliżone do wartości ich tła geochemicznego (tabela 7). Są to zawartości niższe od ich dopuszczalnych stężeń według Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 16 kwietnia 2002 r., 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 7

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

Parametr	Gołdapa Banie Mazurskie
Arsen (As)	<5
Chrom (Cr)	5
Cynk (Zn)	25
Kadm (Cd)	<0,5
Miedź (Cu)	3
Nikiel (Ni)	3
Ołów (Pb)	3
Rtęć (Hg)	0,010
WWA <sub>11</sub> WWA <sup>*</sup>	n.o.
WWA <sub>7</sub> WWA <sup>**</sup>	n.o.
PCB <sup>***</sup>	n.o.

\* – 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 inni, 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. Pomiaru wykonywano spektrometrem GS-256 produkowanym przez „Geofizykę” Brno (Czechy).

### Prezentacja wyników

Wyniki przedstawiono wspólnie dla dwóch arkuszy (arkusz Mażucie i sąsiadujący z nim od południa arkusz Banie Mazurskie), gdyż zdecydowana większość obszaru objętego arkuszem Mażucie znajduje się poza granicami kraju. Z uwagi na to, że gęstość opróbowania nie pozwala na opracowanie map izolinowych w skali 1:50 000, wyniki przedstawiono w formie słupkowej (fig. 4, 5) dla dwóch wspólnych krawędzi arkuszy map (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).

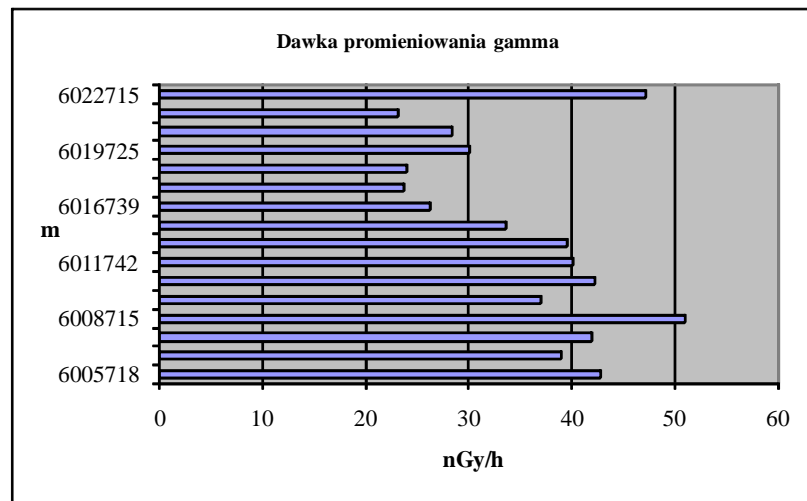
### Wyniki

Wartości dawki promieniowania gamma wzdłuż profilu zachodniego wahają się w przedziale od około 23 do około 58 nGy/h. Przeciętnie wartość ta wynosi około 38 nGy/h i jest nieco wyższa od średniej dla obszaru Polski wynoszącej 34,2 nGy/h. Wzdłuż profilu wschodniego wartości promieniowania gamma zmieniają się od około 20 do około 51 nGy/h i przeciętnie wynoszą około 41 nGy/h.

W profilu zachodnim wyższe wartości promieniowania gamma związane są z glinami zwałowymi zlodowacenia północnopolskiego (40–58 nGy/h), występującymi wzdłuż południowej części profilu oraz na jego krańcu północnym. Wzdłuż północnej części tego profilu pomiarowego przeważają osady jeziorne (mułki, piaski i żwiry), utwory zastoiskowe (iły, mułki i piaski) oraz torfy charakteryzujące się nieco niższymi wartościami promieniowania gamma (około 25–35 nGy/h). W profilu wschodnim zarejestrowane dawki promieniowania gamma są dość wyrównane (przeważają wartości z przedziału 35–50 nGy/h), gdyż wzdłuż tego profilu pomiarowego dominuje jeden typ utworów – gliny zwałowe zlodowacenia północnopolskiego. Lokalnie nieco niższe wartości promieniowania gamma są związane z holocenickimi osadami rzecznyymi (piaski i żwiry) lub z torfami.

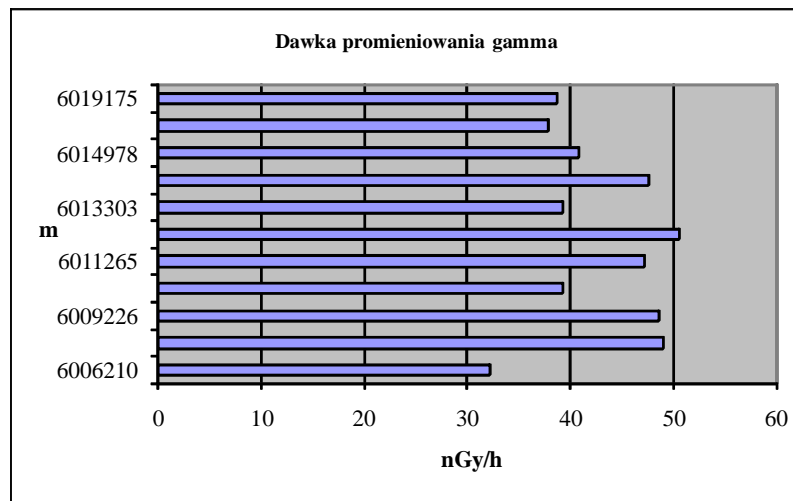
69 W

PROFIL ZACHODNI



69 E

PROFIL WSCHODNI



36

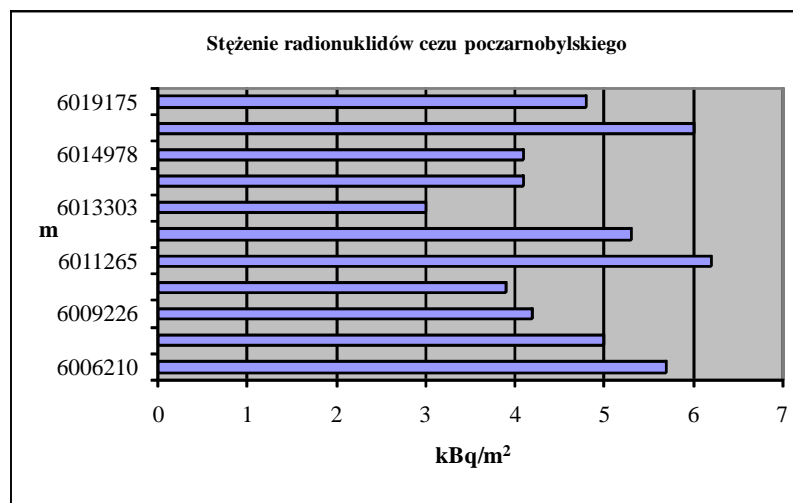
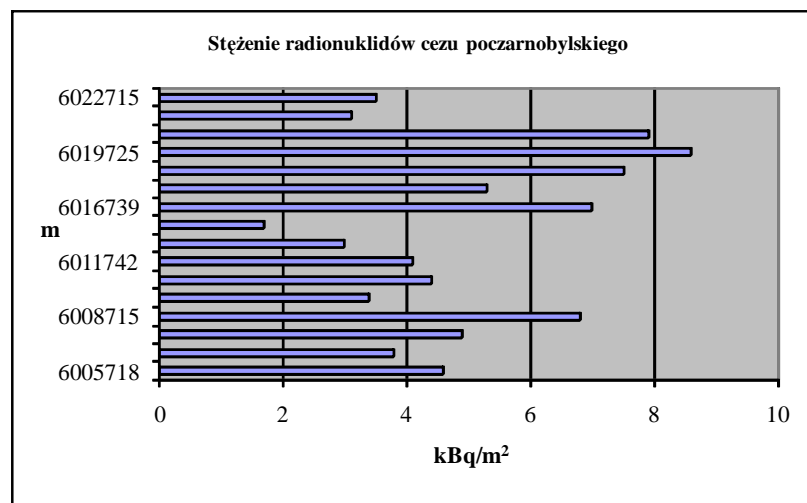


Fig. 4. Zawartość pierwiastków promieniotwórczych w glebach na terenie arkusza Banie Mazurskie (na osi rzędnych – opis siatki kilometrowej arkusza)

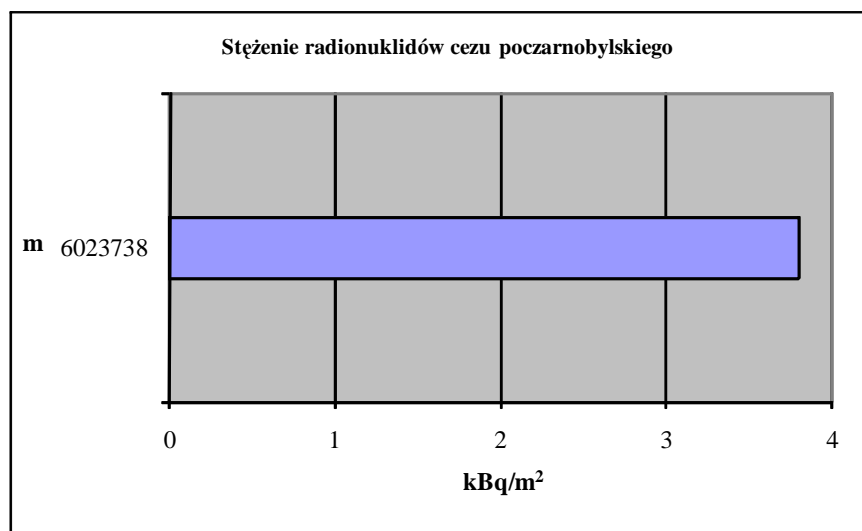
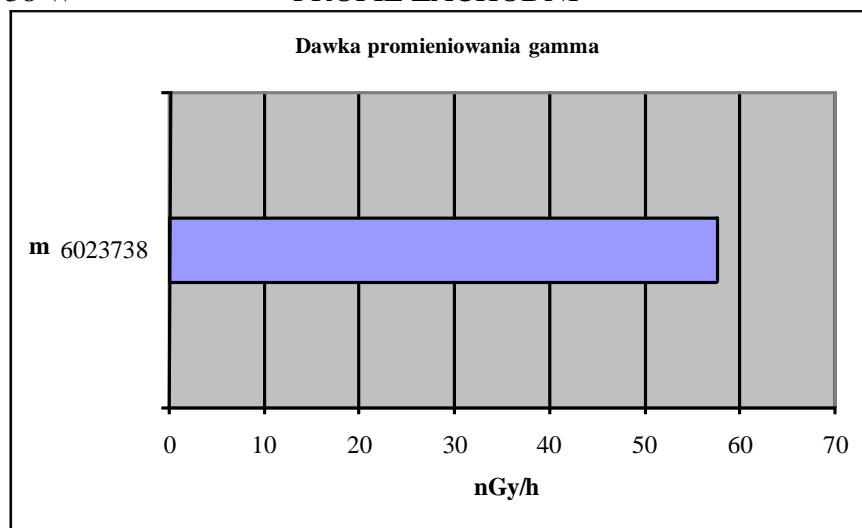


Fig. 5. Zawartość pierwiastków promieniotwórczych w glebach na terenie arkusza Mażucie (na osi rzędnych – opis siatki kilometrowej arkusza)

Zarejestrowane stężenia radionuklidów poczarobylskiego cezu wzdłuż obu profili pomiarowych są bardzo niskie, charakterystyczne dla obszarów bardzo słabo zanieczyszczonych. Wzdłuż profilu zachodniego wynoszą od 1,7 do 8,6 kBq/m<sup>2</sup>, a wzdłuż profilu wschodniego wahają się od 2,6 do 6,2 kBq/m<sup>2</sup>.

## 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 bezwzględnym 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 8).

Ocena wykształcenia naturalnej bariery geologicznej pozwala na wyróżnienie:

- warunków izolacyjności podłoża zgodnych z wymaganiami dla określonego typu składowisk (przyjętymi w tabeli 8),
- 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 otworów wiertniczych, których profile wykorzystano przy konstrukcji wydzieleni terenów POLS.

Tabela 8

### Charakterystyka naturalnej bariery geologicznej w odniesieniu do typu składowanych odpadów

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

Tło dla przedstawianych na Planszy B informacji stanowi stopień zagrożenia głównego użytkowego poziomu wodonośnego przeniesiony z arkuszy Banie Mazurskie i Mażucie Mapy hydrogeologicznej Polski w skali 1:50 000 (Filar, 2004a,b). 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 arkuszami Banie Mazurskie i Mażucie bezwzględny wyłączeniu z możliwości składowania odpadów podlegają:

- zabudowa miejscowości gminnej Banie Mazurskie,
- obszary objęte ochroną prawną w Europejskiej Sieci Ekologicznej NATURA 2000: „Lasy Skaliskie” PLB 280011, „Niecka Skaliska” PLH 280049, „Ostoja Borecka” PLH 280016 (ochrona siedlisk); „Puszcza Borecka” PLB 280006 (ochrona ptaków),
- strefa ochrony „C” uzdrowiska w Gołdapi,
- tereny leśne o powierzchni powyżej 100 hektarów,
- tereny podmokłe, bagienne, łąki wykształcone na glebach organicznych,
- tereny w obrębie tarasów erozyjnych i akumulacyjnych dolin rzek: Gołdapy, Węgorapy, Rowu Bachutka, Nicianki, Czarnej Strugi i pozostałych cieków,
- strefy (do 250 m) wokół jezior: Granicznego, Jagielskiego, Czupowskiego, Jagoczany i pozostałych akwenów,
- obszary zagrożone powierzchniowymi ruchami masowymi: rejon Kiermuszyny Małe – Jezierzyny – Góra Czupowska, Ziemiany – Sapałówka, Juchnajcie, Sokoły, Kośmidry, Grunajki – Boćwinka, Jezioro Wielkie (Grabowski (red.) i inni, 2007),
- tereny o nachyleniu powyżej 10° – rejon Żabina, Góry Koziej, Radkiewm, Jezioro Czupowskiego, na zachód od Gryżewa; rejon Ziemian, Sapałówki, Lasu Janki, Bań Mazurskich, Grodziska, Obszarnickiej Góry, Mażucia (PGR).

Obszary bezwzględnie wyłączone z możliwości składowania odpadów zajmują około 80% powierzchni analizowanego terenu.

#### 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 8) 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 występowania glin zwałowych stadiału górnego zlodowacenia wisły, budujących powierzchnię wysoczyzny morenowej falistej. Lokalnie występują w nich przewarstwienia piasków wodnolodowcowych. Miąższości glin wynoszą od 3 m (Budziska) do 12 m (Ziemiany). Wartości współczynników petrograficznych wskazują na ich zwietrzenie (Pochocka-Szwarc, 2003).

Lokalnie gliny zwałowe stadiału górnego zlodowacenia wisły występują na starszych, mocniej skonsolidowanych glinach stadiału środkowego tworząc wspólny pakiet izolacyjny (przekrój geologiczny, okolice Sapałówki), osiągający około 30 m miąższości. Koło Budzisk poziom izolacyjny o miąższości około 70 m tworzą gliny zwałowe kilku zlodowaceń (otwór 74 na przekroju).

Obszary rekomendowane do składowania odpadów obojętnych wskazano na terenie gmin Banie Mazurskie i Kruklanki. Położone są przy drogach dojazdowych, a ich dość duże powierzchnie umożliwiają lokalizację składowisk odpadów w dogodnej odległości od zabudowy miejscowości.

Na mapie zaznaczono również obszary możliwej lokalizacji składowisk odpadów pozbawione naturalnej izolacji. Na powierzchni terenu występują tu przepuszczalne osady czwartorzędowe. Budowa obiektów wiąże się z koniecznością uszczelnienia ich podłoża dodatkową przesłoną – syntetyczną lub mineralną.

Warunkowymi ograniczeniami budowy składowisk odpadów w granicach części wskazanych obszarów są:

b – bliskość zabudowy Bań Mazurskich,

p – położenie na terenie Obszaru Chronionego Krajobrazu Dolina Gołdapy i Węgorapy.

Nie mają one charakteru bezwzględnych zakazów. Powinny być jednak rozpatrywane indywidualnie w ocenie oddziaływania na środowisko potencjalnego składowiska, a w dalszej procedurze w ustaleniach z odpowiednimi służbami: nadzoru budowlanego, gospodarki wodnej, ochrony przyrody, konserwatorem zabytków oraz administracji geologicznej.

Na obszarach dopuszczonych do składowania odpadów piętra wodonośne związane są z utworami czwartorzędowymi. W północnej części terenu (obszary pozbawione naturalnej izolacji) warstwa wodonośna występuje płytko (3-15 m). Na pozostałych obszarach główny użytkowy poziom wodonośny występuje na głębokości 50-100 m, w okolicy Bań Mazurskich na głębokości 15-50 m.

### Problem składowania odpadów innych niż niebezpieczne i obojętne (komunalnych)

W strefie głębokości do 2,5 m na obszarach możliwej lokalizacji składowisk odpadów nie występują osady, których właściwości izolacyjne spełniałyby kryteria przyjęte dla składowania odpadów komunalnych.

Pod kątem składowania odpadów komunalnych można dodatkowo rozpoznać obszary rekomendowane do składowania odpadów obojętnych wskazane w rejonie miejscowości Budziska w gminie Banie Mazurskie. Według danych z przekroju geologicznego mogą tu występować gliny kilku zlodowaceń (wisły, warty, odry i liwca) położone bezpośrednio na sobie, tworzące warstwę o miąższości około 70 m, w rejonie Sapałówki 30 m (Piechocka-Szwarc, 2003). W rejonie Żabina i Kruków mogą występować pakiety glin o miąższości około 60 m, w okolicy Mieczników 50 metrowe (przekroje hydrogeologiczne wykonane dla MhP).

Dodatkowo można rozpoznać również tereny w bezpośrednim sąsiedztwie otworów hydrogeologicznych, w profilach których stwierdzono występowanie glin zwałowych o dużych miąższościach – Kiermuszyny (71 m), Widgiry (56 m).

Składowisko odpadów komunalnych w Baniach Mazurskich zamknięto w 2010 r. W trakcie opracowania jest aktualizacja dokumentacji rekultywacyjnej. Po zainstalowaniu piezometrów będzie prowadzony monitoring wód podziemnych. Obiekt jest ogrodzony i otoczony pasem zieleni.

Odpady z terenów objętych arkuszem przewożone są na składowisko odpadów komunalnych w Kośmidrach koło Gołdapi i składowisko „Euro” w Sokółce.

### Ocena najbardziej korzystnych warunków geologicznych i hydrogeologicznych rozpatrywanych pod kątem składowania odpadów

Gliny zwałowe zlodowacenia wisły, stanowiące naturalną barierę geologiczną spełniają kryteria izolacyjności przyjęte dla składowania odpadów obojętnych.

Najbardziej korzystnych warunków geologicznych dla składowania odpadów należy oczekiwać w miejscach, gdzie warstwę izolacyjną tworzą gliny zwałowe kilku zlodowaceń położone bezpośrednio na sobie. Z sytuacją taką mamy do czynienia w okolicy Budzisk, gdzie łączna miąższość warstwy izolacyjnej wynosi 70 m i Sapałówki (warstwa gliniasta ma 30 m miąższości), w rejonie Żabin i Kruków (60 m) i w rejonie Mieczników (50 m).

Warunki hydrogeologiczne rozpatrywane pod kątem składowania odpadów są korzystne. Wszystkie wskazane do składowania odpadów obszary znajdują się na terenach o bardzo niskim i niskim stopniu zagrożenia wód głównych użytkowych poziomów wodonośnych wy-

stepujących na głębokości 50–100 m, podrzędnie 15–50 m (Banie Mazurskie–Ziemiany–Boćwinka–Mieczniki). Są one dobrze izolowane od zanieczyszczeń powierzchniowych warstwą utworów słabo przepuszczalnych.

Północno zachodnia części terenów objętych arkuszem Banie Mazurskie znajduje się w zasięgu strefy najwyższej ochrony nieudokumentowanego głównego zbiornika wód podziemnych nr 202 sandr Gołdap (obszar bezwzględnie wyłączony z możliwości składowania odpadów – strefa „C” uzdrowiska w Gołdapi).

Każdorazowo decyzję o lokalizacji składowiska odpadów musi poprzedzić rozpoznanie geologiczne i hydrogeologiczne miejsca planowanej inwestycji.

#### Charakterystyka wyrobisk poeksploatacyjnych

Wyrobiska poeksploatacyjne złóż kruszywa naturalnego „Kulsze” i „Surminy” mają mniejsze wymiary od wymaganych kryteriami.

Wyrobiska pozostałych złóż i punkty lokalnej eksploatacji kruszyw znajdują się na terenach bezwzględnie wyłączonych z możliwości 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 oraz zmieniającego je Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 26 lutego 2009 r. Na obszarze planowanego składowania odpadów i jego otoczenia 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

Waloryzacji warunków podłoża budowlanego na obszarze arkuszy Mażucie i Banie Mazurskie dokonano na podstawie analizy Szczegółowej mapy geologicznej (Pochocka–Szwarc, 2006) oraz map topograficznych i obserwacji terenowych. Z oceny wyłączono obszary występowania gleb wysokich klas bonitacyjnych (I-IVa), zwartych kompleksów leśnych, gleb na podłożu organicznym zgodnie z kryteriami zawartymi w ustawach o ochronie gruntów rolnych i leśnych oraz tereny objęte prawnymi formami ochrony przyrody (poza obszarami chronionego krajobrazu). Obszary niewaloryzowane zajmują ponad połowę powierzchni omawianego arkusza.

O warunkach geologiczno-inżynierskich decyduje kilka czynników – rodzaj i stan gruntów, morfologia terenu, głębokość położenia zwierciadła wód podziemnych, występowanie procesów geodynamicznych (Dobak, 2005). Dla potrzeb sporządzenia mapy geośrodowiskowej, zgodnie z „Instrukcją...”, (2005), stosuje się dwa wydzielenia – obszary o warunkach korzystnych dla budownictwa oraz obszary o warunkach niekorzystnych, utrudniających je.

Korzystne dla budownictwa warunki związane są z występowaniem osadów lodowcowych i wodnolodowcowych stadiału górnego zlodowacenia wisły. Wyznaczono je głównie na wysoczyźnie morenowej, w miejscach występowania na powierzchni terenu glin zwałowych (grunty spoiste nieskonsolidowane), które często przemieszane są z piaskami, żwirami i głazami. Pokrywają one znaczną część (generalnie wschodnią, południowo-zachodnią oraz miejscami północną) omawianego obszaru. W znacznej mierze rozwinęły się na nich gleby wyższych klas bonitacyjnych. Lokalnie warunki w obrębie wysoczyzny morenowej mogą być niekorzystne z uwagi na podwyższone spadki terenu lub wody gruntowe we wkładkach piaszczystych.

Środkowa, południowa i częściowo północna część omawianego terenu to obszary gruntów piaszczysto-żwirowych z glinami oraz głazami akumulacji lodowcowej i wodnolodowcowej (grunty niespoiste w stanie średnio zagęszczonym). Warunki budowlane są tu dobre. Tereny te są w bardzo dużej mierze zalesione, szczególnie na obszarach wzgórz morenowych.

Tereny o warunkach korzystnych dla budownictwa w obrębie wysoczyzny morenowej tworzą mozaikę z obszarami gleb chronionych i terenami budowlano niekorzystnymi.

Niekorzystne warunki budowlane wiążą się z występowaniem gruntów ilasto-pylastych zastoiskowych i jeziornych (nieskonsolidowanych), zwłaszcza w sytuacji ich zawodnienia oraz gruntów piaszczysto-madowych i holocenijskich organicznych – namuły torfiaste lub tor-

fy bagienne. Opisane powyżej utwory występują głównie w północnej i zachodniej części omawianego obszaru. Związane są z rozległymi obniżeniami terenu – Niecka Skaliska, Wielkie Bagno, z doliną Gołdapy oraz z licznymi na całym omawianym terenie dolinami różnej wielkości cieków powierzchniowych. Na wysoczyźnie morenowej niekorzystne dla budownictwa osady zdeponowane są w zagłębieniach powstałych po martwym lodzie (oczka morenowe). Dodatkowym czynnikiem obniżającym wartość tych terenów pod względem budowlanym jest płytko występujące zwierciadło wód gruntowych (do głębokości 2 m ppt.). Wody gruntowe występujące w obrębie gruntów organicznych mogą być agresywne względem betonu i stali.

Na obszarze wzgórz morenowych (moreny z wyciśnięcia) m. in. na zachód od Bań Mazurskich, koło Klewin i Kruków, występują zaburzenia glacitektoniczne. W przypadku planowania inwestycji budowlanych konieczne jest wykonywanie na tych terenach badań geologiczno-inżynierskich (III klasa geotechniczna, warunki gruntowo-wodne skomplikowane).

Urozmaicona rzeźba młodoglacjalna charakterystyczna dla obszarów objętych arkuszami sprzyja rozwijaniu się powierzchniowych ruchów masowych (osuwiska, obrywy, spełznięcia gruntów) (Kühn, Miłoszewska, 1971; Grabowski (red.) 2007). Procesy te rozwijają się zwykle w obrębie skarp i zboczy, na brzegach cieków powierzchniowych (zwłaszcza w dolinie Gołdapy) i podmokłych obniżeniach, często wypełnionych gruntami słabonośnymi, co nasila zjawiska osuwiskowe. Obszary predysponowane do powstawania ruchów masowych występują w pasie wzgórz morenowych z wyciśnięcia w okolicach Kiermuszyn i Gryżewa, a ponadto na stokach lokalnych wzgórz w okolicach Wróbli, Jeziorek Wielkich, Rogali i Sapałówki. W praktyce przekłada się to na częste w tych okolicach uszkodzenia dróg prowadzonych przez tereny zagrożone. Zjawiska takie są tu zazwyczaj uciążliwe, ale przestrzennie o rozmiarach zbyt małych, aby je przedstawić na mapie w skali 1:50 000.

W przypadku ewentualnej lokalizacji budynków lub inwestycji drogowych na tych terenach niezbędne jest sporządzenie dokumentacji geologiczno-inżynierskiej.

## **XI. Ochrona przyrody i krajobrazu**

Arkusze Banie Mazurskie i Mażucie położone są na Mazurach, w jednym z najpiękniejszych i najatrakcyjniejszych regionów Polski. Największym atutem tych ziem jest środowisko geograficzne i przyrodnicze. Ochrona tych dóbr, to działalność mająca na celu zachowanie lub restytuowanie rzadkich i cennych tworów przyrody żywej lub martwej, zasobów przyrody oraz zapewnienia trwałości ich użytkowania. Najcenniejsze jej fragmenty, zgodnie z ustawą, poddane są ochronie prawnej. Na rozmaite prawne formy ochrony przyrody w granicach ar-

kusza Banie Mazurskie i Mażucie składają się obszary chronionego krajobrazu, obszary NATURA 2000 oraz pomniki przyrody.

Obszary chronionego krajobrazu obejmują wyróżniające się krajobrazowo tereny o różnych typach ekosystemu, odznaczające się niewielkim stopniem zniekształcenia środowiska przyrodniczego, których zadaniem jest ochrona terenów o walorach: przyrodniczych, krajobrazowych i kulturowych. Ich zagospodarowanie powinno zapewnić stan względnej równowagi ekologicznej systemów przyrodniczych. Omawiany obszar znajduje się w zasięgu pięciu takich obszarów (arkusz Banie Mazurskie), z których jeden – „Dolina Gołdapy i Węgorapy” kontynuuje się także na arkuszu Mażucie. Obszary te zostały utworzone mocą Rozporządzenia nr 21 Wojewody Warmińsko-Mazurskiego z dnia 14 kwietnia 2003 r.

Obszar Chronionego Krajobrazu „Doliny Gołdapy i Węgorapy” o powierzchni 30 534,0 ha położony jest w dorzeczu dwóch największych rzek tego rejonu – Gołdapy i Węgorapy, malowniczo meandrujących wśród morenowych wzgórz, obejmujący swoim zasięgiem środkową część obszaru arkusza Banie Mazurskie oraz fragmenty arkusza Mażucie. Od wschodu graniczy on z Obszarem Chronionego Krajobrazu „Grabowo”. Jego całkowita powierzchnia wynosi 3 764,5 ha. Obszar rozciąga się w kierunku wschodnim na sąsiedni arkusz (Filipów).

Południową części obszaru arkusza Banie Mazurskie pokrywa Obszar Chronionego Krajobrazu „Puszczy Boreckiej”, którego całkowita powierzchnia wynosi 22 860,9 ha. Jest to obszar jest silnie pofalowany, pokryty licznymi wzgórzami morenowymi, którego najcenniejszym składnikiem ekosystemu są drzewostany liczące ponad 100 lat (najstarsze fragmenty dochodzą wieku 150 lat). Obszar kontynuuje się na południe (arkusz Orłowo). Od północnego-wschodu przylega do niego niewielki fragment OChK „Wzgórz Szeskich”. Stanowi go ciąg moren czołowych rozciągających się południkowo między Oleckiem a Gołdapią, odznaczających się wyraźnym garbem w krajobrazie. Obszar zajmuje powierzchnię 12 495,1 ha i kontynuuje się w kierunku wschodnim na obszar arkusza Filipów.

Południowo-zachodni skrawek mapy znajduje się w zasięgu Obszaru Chronionego Krajobrazu „Krainy Wielkich Jezior Mazurskich”. Posiada on całkowitą powierzchnię 85 527 ha i kontynuuje się w kierunku zachodnim na arkuszu Budry.

Dopełnieniem bogactwa przyrodniczego tego rejonu są pomniki przyrody (tabela 9). Są to pojedyncze okazy przyrody żywej i nieożywionej, odznaczające się indywidualnymi, cechami, które wyróżniają je spośród otoczenia. Są nimi szczególnie okazałe drzewa, świadczące o niedzisiejszej świetności tutejszych lasów oraz głązy narzutowe będące świa-

dectwem obecności w tym regionie lodowca. Wszystkie zlokalizowane są na arkuszu Banie Mazurskie.

Tabela 9

### Wykaz pomników przyrody

(arkusz Banie Mazurskie)

Nr obiektu na mapie	Forma ochrony	Miejscowość	Gmina	Rok zatwierdzenia	Rodzaj obiektu
			Powiat		
1	2	3	4	5	6
1	<b>P</b>	Skaliszkiejny	Banie Mazurskie gołdapski	1999	<b>Pn, G</b> – granit rapakiwi „Angerapp”
2	<b>P</b>	Rogale	Banie Mazurskie gołdapski	1999	<b>Pn, G</b> – granit rapakiwi „Skalich”
3	<b>P</b>	Jany	Gołdap gołdapski	2001	<b>Pż</b> – żywotnik zachodni
4	<b>P</b>	Juchnajcie	Gołdap gołdapski	1977	<b>Pż</b> – 4 lipy
5	<b>P</b>	Juchnajcie	Gołdap gołdapski	1977	<b>Pż</b> – klon pospolity
6	<b>P</b>	Lisy	Banie Mazurskie gołdapski	1969	<b>Pn, G</b> – gład narzutowy
7	<b>P</b>	Boćwinka	Krukłanki giżycki	1998	<b>Pż</b> – dąb szypułkowy „Stanisław”
8	<b>P</b>	Kalniszki	Gołdap gołdapski	1977	<b>Pż</b> – dąb szypułkowy

Rubryka 2: **P** – pomnik przyrody

Rubryka 6: – rodzaj pomnika przyrody: **Pn** – nieożywionej, **Pż** – żywej  
– rodzaj obiektu: **G** – gład narzutowy

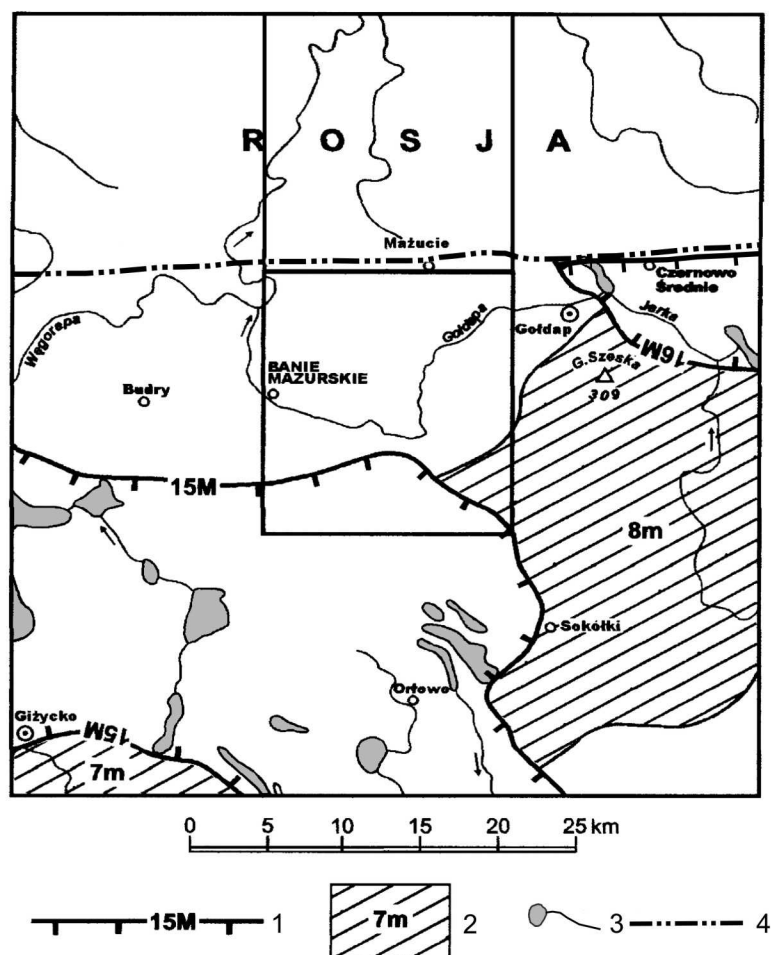
W nawiązaniu do utworzonego w 1995 roku systemu ochrony europejskiego dziedzictwa przyrodniczego, utworzono w Polsce Krajową Sieć Ekologiczną (ECONET-Polska) (Liro, 1998) (fig. 6). Jest to wielkoprzestrzenny system obszarów węzłowych i korytarzy ekologicznych. Obszary węzłowe to jednostki najlepiej zachowane pod względem przyrodniczym, reprezentatywne dla różnych regionów przyrodniczych kraju, które są ekstensywnie użytkowane. Korytarze ekologiczne są strukturami przestrzennymi umożliwiającymi rozprzestrzenianie się gatunków pomiędzy obszarami węzłowymi oraz terenami do nich przylegającymi.

Południowa część obszaru arkusza Banie Mazurskie leży w granicach międzynarodowego obszaru węzłowego 15M – Obszaru Wschodniomazurskiego. Od wschodu przylega do niego międzynarodowy korytarz ekologiczny – Garb Szeski (8m).

Europejska Sieć Ekologiczna NATURA 2000 to spójna sieć obszarów chronionych na terenie Unii Europejskiej. Celem wyznaczania tych obszarów jest ochrona cennych pod względem przyrodniczym i zagrożonych składników różnorodności biologicznej. Sieć NATURA 2000 tworzą dwa typy obszarów: specjalne obszary ochrony siedlisk (SOO) tworzone na podstawie Dyrektywy Siedliskowej (dla ochrony siedlisk przyrodniczych oraz siedlisk

gatunków roślin i zwierząt) oraz obszary specjalnej ochrony ptaków (OSO) tworzone na podstawie Dyrektywy Ptasiej (dla ochrony siedlisk ptaków). W granicach arkusza Banie Mazurskie utworzono cztery takie obszary, z których jeden – „Lasy Skaliskie” (PLB 280011) kontynuuje się na arkuszu Mażucie (tabela 10).

Obszar specjalny ochrony ptaków „Lasy Skaliskie” (PLB 280011) obejmuje tereny Lasów Skaliskich oraz doliny rzek Gołdapy i Węgorapy w północno zachodniej części arkusza Banie Mazurskie i przyległych terenów arkusza Mażucie. Dominują tu bory świerkowe i sos nowe, a w dolinach rzecznych występują siedliska naturalne, zabagnione doliny rzeczne oraz użytkowane łąki i wielkoobszarowe tereny uprawne. Stwierdzono tu co najmniej 16 gatunków ptaków z Załącznika I Dyrektywy Ptasiej, 1 gatunek z Polskiej Czerwonej Księgi (PCK). W stosunkowo wysokiej liczbie występują: jarząbek, orlik krzykliwy (PCK) i żuraw.



**Fig. 6.** Położenie arkuszy Mażucie i Banie Mazurskie na tle systemów ECONET (Liro (red), 1998)

1 – granica obszaru węzłowego o znaczeniu międzynarodowym, jego numer i nazwa: 15M – Obszar Wschodniomazurski; 16M – Obszar Suwalski; 2 – korytarz ekologiczny o znaczeniu międzynarodowym, jego numer i nazwa: 7m – Mazurski, 8m – Garbu Szeskiego; 3 – jeziora, 4 – granica państwa

„Ostoja Borecka” (PLH 280016) to duży kompleks leśny w południowej części omawianego obszaru o charakterze naturalnym z udziałem drzewostanów liściastych i znaczącą domieszką świerka porastający polodowcowe tereny o silnie zróżnicowanej rzeźbie. Teren poprzecinany jest licznymi strumieniami. Obejmuje też kompleks jezior (jedno z największych to Łażno) oraz liczne małe zbiorniki wodne. Stwierdzono tu występowanie 7 gatunków zwierząt i 4 gatunki roślin z Załącznika II Dyrektywy Rady 92/43/EWG. Jest to ważna ostoja fauny leśnej z wilkiem (jedno z 5 wolno żyjących stad w Polsce). Ponadto zidentyfikowano tu 11 typów siedlisk z Załącznika I Dyrektywy Rady 92/43/EWG. Jest to jeden z ważniejszych obszarów w Europie dla zachowania klasycznych lasów liściastych typu środkowoeuropejskiego, tzw. grądu subkontynentalnego.

Obszar specjalny ochrony ptaków „Puszcza Borecka” (PLB 280006) jest ważną ostoją ptasią o randze europejskiej. Występuje tu co najmniej 25 gatunków ptaków z Załącznika I Dyrektywy Ptasiej, 9 gatunków z Polskiej Czerwonej Księgi (PCK). W okresie lęgowym obszar zasiedla powyżej 10% populacji krajowej dzięcioła białogrzbietego, a w mniejszym stopniu m.in. bocian czarny, dzięcioły: średni, trójpalczasty (PCK) i zielonosiwy, muchołówka białoszyja, orlik krzykliwy (PCK), rybołów (PCK) i żuraw.

Obszar ochrony siedliskowej „Niecka Skaliska” (PLH 280049) częściowo pokrywa się z obszarem ochrony ptaków „Lasy Skaliskie”. Występuje na tym obszarze 7 rodzajów siedlisk z Załącznika I Dyrektywy Rady 92/43/EWG w tym wielosił błękitny. Jest to roślina zaliczana jest do reliktywów polodowcowych i jako osobliwość florystyczna wpisana jest do Polskiej Czerwonej Księgi Roślin.

Informacje na temat NATURA 2000 zaczerpnięto ze strony internetowej Ministerstwa Środowiska: <http://natura2000.mos.gov.pl/natura2000/pl/>.

Ważnym elementem środowiska przyrodniczego są gleby, o jakości których decyduje rodzaj skał macierzystych. Południową oraz południowo-wschodnią część obszaru pokrywają gliny zwałowe, a na pozostałym obszarze dominują piaski i żwiry ozów lub moreny czołowej. Rozwinęły się na nich głównie gleby brunatne (Dobrzański i inni, 1973). Gleby chronione mineralne (klasy I-IVa) należą w przewadze do typu brunatnych wylugowanych, w mniejszych ilościach to pseudobielice i brunatne właściwe. Gleby chronione organiczne to w przewadze torfy niskie całkowite występujące głównie w północnej części obszaru. Podrzędnie spotyka się także mursze płytkie zalegające na gytiach.

## Wykaz obszarów chronionych Europejskiej Sieci Ekologicznej NATURA 2000

Lp.	Typ obszaru	Kod obszaru	Nazwa obszaru i symbol oznaczenia na mapie	Położenie centralnego punktu obszaru		Powierzchnia obszaru (ha)	Położenie administracyjne obszaru w granicach arkuszy Mażucie i Banie Mazurskie			
				Długość geogr.	Szerokość geogr.		Kod NUTS	Województwo	Powiat	Gmina
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<b>Arkusz Mażucie</b>										
1	<b>A</b>	PLB 280011	Lasy Skaliskie ( <b>P</b> )	21°57'06'' E	54°16'59'' N	12 644,7	PL 623	warmińsko-mazurskie	gołdapski	Banie Mazurskie
<b>Arkusz Banie Mazurskie</b>										
1	<b>A</b>	PLB 280011	Lasy Skaliskie ( <b>P</b> )	21°57'06'' E	54°16'59'' N	12 644,7	PL 623	warmińsko-mazurskie	węgorzewski gołdapski	Budry Banie Mazurskie
2	<b>J</b>	PLB 280006	Puszcza Borecka ( <b>P</b> )	22°08'54'' E	54°07'31'' N	18 962,8	PL 623	warmińsko-mazurskie	giżycki olecki	Kruklanki Kowale Oleckie
3	<b>K</b>	PLH 280016	Ostoja Borecka ( <b>S</b> )	22°06'05'' E	57°07'48'' N	25 340,1	PL 623	warmińsko-mazurskie	węgorzewski giżycki olecki	Pozezdrze Kruklanki Kowale Oleckie
4	<b>K</b>	PLH 280049	Niecka Skaliska ( <b>S</b> )	21°57'03'' E	54°16'43'' N	11 385,7	PL 623	warmińsko-mazurskie	węgorzewski gołdapski	Budry Banie Mazurskie

Rubryka 2: **A** – wydzielone OSO (Obszary Specjalnej Ochrony), bez żadnych połączeń z innymi obszarami Natura 2000; **J** – OSO, częściowo przecinający się z SOO;

**K** – SOO, częściowo przecinający się z OSO.

Rubryka 4: **S** – specjalny obszar ochrony siedlisk, **P** – obszar specjalnej ochrony ptaków

## XII. Zabytki kultury

Arkusze: Banie Mazurskie i Mażucie leżą na terenie historycznej krainy zwanej Mazurami. Wprawdzie miano „Mazury” wprowadzone zostało przez władze Pruskie dopiero w połowie XIX w., jednakże historia tych ziem sięga pradziejów. Obszar ten jest dobrze rozpoznany archeologicznie. Przyjmuje się, że ziemie te od IV w. p.n.e. przez ponad dwa tysiąclecia zamieszkiwali Prusowie. Nie zbudowali oni własnej państwowości, nie mieli własnego króla ani spisanych praw. W stosunku do innych wykazywali gościnność i prowadzili ożywiony handel. Prowadziły tędy drogi handlowe po złocisty skarb Północy – jantar zwany bursztynem. Fakt, że Prusowie byli poganami powodował, że europejskie państwa, w tym także Polska, starały się zdobyć na nich wpływy przez chrystianizację. Faktycznego podbicia Prusów dokonali Krzyżacy w XIII w. i rządili na tych ziemiach do 1525 r. Powstałe na gruzach Zakonu Krzyżackiego świeckie państwo Prusy Książęce oraz należące do Polski Prusy Królewskie utworzyły po I rozbiorze Polski Prusy Wschodnie, które przetrwały do I wojny światowej. W okresie I wojny światowej toczyły się na tych ziemiach ciężkie walki, pozostałością których są liczne cmentarze. Zarządzony przez zwycięskie mocarstwa plebiscyt zdecydował, że ziemie te przypadły Niemcom. Nowa rzeczywistość zapanowała na tych terenach po II wojnie światowej. Część Prus Wschodnich znalazła się w granicach Polski, ludność niemiecką wysiedlono, a na opuszczone ziemie napłynęli osadnicy z kresów wschodnich Rzeczypospolitej, a także przesiedleńcy w ramach akcji „Wisła” (Panasik, 2005; Warmia..., 2005).

Dowodem najwcześniejszych dziejów tych ziem są liczne stanowiska archeologiczne. Do najciekawszych należą grodziska z okresu rzymskiego i wędrówki ludów oraz wczesnośredniowieczne w Grodzisku, cmentarzysko kurhanowe w Grunajkach, osiedle nawodne w Rapie, osada z okresu rzymskiego we Wróblach czy osada z epoki brązu w Kierzkach. Do najstarszych miejscowości należą: Żabin (1539 r.), Banie Mazurskie (1566 r.), Grabowo (1585 r.) i szereg osad, których początki sięgają XVI w., m. in.: Jagoczany, Klewiny, Kruki.

Późniejsze dzieje tych ziem obfitują w tragiczne wydarzenia wojenne i związane z nimi fale osadnictwa, jak również okresy osiągnięć gospodarczych i kulturalnych. Spuścizną długiej historii tego regionu są zachowane zabytki kultury materialnej. Najcenniejsze zostały objęte ochroną konserwatorską. W rejestrze Wojewódzkiego Konserwatora zabytków znajdują się m. in. późnogotycki kościół parafialny p.w. Nawiedzenia NMP (XVI w.) wraz z barokowym ołtarzem i amboną (XVII w.) w Żabinie, kościół parafialny MB Różańcowej z II poł. XVI w. w Grabowie, późnogotycki (XVI w.) kościół parafialny św. Antoniego wraz

z otaczającymi murami oraz kościoł baptystów (obecnie cerkiew bizantyjsko-ukraińska) w Baniach Mazurskich, a także XIX-wieczny kościół filialny św. Piotra i Pawła w Rogalach.

Cenne zespoły dworsko-parkowe z XIX w. zachowały się w Grunajkach i Klewinach. Jednym z najbardziej intrygujących zabytków na terenie arkusza Banie Mazurskie jest niewątpliwie „mazurska piramida” – grobowiec rodzinny w Rapie. Budowlę, w kształcie piramidy, wzniesiono w 1811 r., w pobliżu rodzinnego dworu. Mauzoleum kryje w swoim wnętrzu zmumifikowane szczątki niemieckiej rodziny Fahrenheitów. Z kolei w Zakałczu Wielkim, pośród cmentarza ewangelickiego, skrywa się kaplica rodziny Steinertów wraz z kryptą grobową, przypominająca w odróżnieniu od piramidy w Rapie, duży sześcian.

Chwilę zadumy nad losem ludzkim budzą licznie rozsiane na tym terenie zabytkowe cmentarze sprzed 1945 r., głównie poniemieckie, zarówno cywilne jak i wojenne z czasów I wojny światowej (m. in. w: Grabowie, Surminach, Żabinie).

### **XIII. Podsumowanie**

Arkusze Banie Mazurskie i Mażucie położone są na Pojezierzu Mazurskim w północno-wschodniej części województwa warmińsko-mazurskiego, przy granicy z Federacją Rosyjską.

Rejon ten należy do jednych z najatrakcyjniejszych turystycznie i krajobrazowo regionów Polski. Atutem tych okolic jest możliwość spokojnego wypoczynku na łonie natury nie skażonej rozwiniętym przemysłem, a pełne uroków obszary leśne, interesująca okolica, ważne szlaki turystyczne spływów kajakowych przyciągają coraz więcej turystów. Generalnie jest to region o charakterze rolniczym. Wiodącym kierunkiem na najbliższe lata powinien być rozwój zrównoważonego rolnictwa. Produkcja rolna na tym terenie powinna dążyć w kierunku powstawania gospodarstw ekologicznych opartych na wykorzystaniu predyspozycji glebowych oraz warunków krajobrazowo–przyrodniczych. Gospodarstwa powinny ukierunkować się na produkcję żywności ekologicznej, a także podejmować alternatywną działalność (ogrodnictwo, uprawa ziół, pszczelarstwo, agroturystyka, hodowla koni i ich wykorzystywanie do celów turystycznych, leczniczych i sportowych).

Z uwagi na wybitne walory przyrodnicze większość obszaru arkusza znajduje się w zasięgu 5 obszarów chronionego krajobrazu i 4 obszarów NATURA 2000 – „Lasy Skaliskie (PLB 280011), „Puszcza Borecka (PLB 280006), „Ostoja Borecka (PLH 280016) i „Niecka Skaliska” (PLH 280049). Pociąga to za sobą szereg ograniczeń, uwarunkowań i ukierunkowań w prowadzeniu gospodarki na tych terenach.

Na obszarze arkuszy Banie Mazurskie i Mażucie znaczenie surowcowe mają: kruszywa naturalne (piaski ze żwirami), torfy i kreda jeziorna. W ich obrębie udokumentowano łącznie

8 małych złóż piasków ze żwirem, 4 złoża torfu i 2 złoża kredy jeziornej. Aktualnie koncesjonowana działalność wydobywcza ogranicza się do eksploatacji torfu ze złoża „Niedrzwica”, borowiny ze złoża „Niedrzwica III” oraz piasków i pospółek ze złóż „Bałupiany IV”, „Rogale III” i „Wiłkajcie”.

Perspektywy i prognozy surowcowe na obszarze dotyczą możliwości wykorzystywania: torfów, piasków i pospółek, jakkolwiek dla kopalin okruchowych brak dużych obszarów perspektywicznych.

Obszar arkuszy należy do najslabiej rozpoznanych pod względem hydrogeologicznym w tym regionie. Stwierdzono tutaj występowanie wód podziemnych w utworach czwartorzędowych, wśród których wyróżnia się jeden lub dwa poziomy wodonośne o charakterze użytkowym. Na przeważającym obszarze są to wody średniej jakości – klasy IIb, wymagające uzdatniania. Wody dobrej jakości, klasy II, występują na niewielkim obszarze w północnej części arkusza. Północno-wschodni kraniec mapy leży w zasięgu czwartorzędowego, głównego zbiornika wód podziemnych nr 202 – Sandr Gołdap.

Indywidualni odbiorcy zaopatrują się w wodę głównie z istniejących sieci wodociągowych. Wschodnia część obszaru arkuszy w granicach administracyjnych gminy Gołdap znajduje się w strefie ochronnej „C” uzdrowiska „Gołdap”.

Wymogiem podstawowym staje się uporządkowanie i ciągłe dbanie o gospodarkę wodno-ściekową. Wymusza to budowę małych oczyszczalni, kanalizację osiedli mieszkaniowych, lepszą organizację składowisk odpadów oraz czuwanie nad racjonalną gospodarką nawozami i środkami ochrony roślin.

Na przeważającej części obszaru arkusza, gdzie występuje wysoczyzna morenowa warunki budowlane są dobre lub dostateczne, uzależnione od morfologii terenu i zawodnienia gruntów. Niekorzystne warunki budowlane występują głównie w północnej i zachodniej części omawianego obszaru i związane są z rozległymi obniżeniami terenu Niecki Skaliskiej, Wielkiego Bagna i doliną Gołdapy. Urozmaicona rzeźba młodoglacjalna na tym terenie sprzyja rozwijaniu się powierzchniowych ruchów masowych (osuwiska, obrywy, spelzwywania gruntów), co w praktyce prowadzi do uszkodzenia dróg.

Na powierzchni terenu objętego arkuszami Banie Mazurskie i Mażucie nie występują osady, które spełniałyby kryteria przyjęte dla składowania odpadów komunalnych. Na mapie wskazano jedynie obszary rekomendowane do składowania odpadów obojętnych. Naturalną barierę geologiczną tworzą gliny zwałowe zlodowacenia wisły. Obszary wskazano na terenie gmin Banie Mazurskie i Kruklanki.

Gliny o dużych miąższościach występują w rejonach Budzisk (70 m), Sapałówki (30 m), Żabin i Kruków (60 m), Mieczników (50 m) oraz w profilach otworów odwierconych w Kiermuszynach (71 m) i Widgirach (56 m). Obszary wskazane w tych rejonach można dodatkowo rozpoznać pod kątem ewentualnego składowania odpadów komunalnych.

Użytkowe poziomy wodonośne występujące na głębokości 50–100 m (podrzędnie 15–50 m) są dobrze izolowane od zanieczyszczeń powierzchniowych warstwą utworów słabo przepuszczalnych. Stopień zagrożenia wód określono na bardzo niski i niski.

Na analizowanym terenie nie ma wyrobisk poeksploatacyjnych, które można by przeznaczyć na składowiska odpadów. Każdorazowo decyzję o lokalizacji obiektów potencjalnie uciążliwych dla środowiska musi poprzedzić rozpoznanie geologiczne miejsca planowanej inwestycji.

#### **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.
- BAK B., SZELAĞ A., 2006 – Mapa geologiczno-gospodarcza polski w skali 1:50 000, arkusze Banie Mazurskie i Mażucie. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- BIENIASZEWSKA H., KRAJEWSKI S., NOWAKOWSKI Cz., 1981 – Mapa hydrogeologiczna Polski w skali 1:200 000, ark. Suwałki. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- BIRCH G., SIAKA M., OWENS C., 2001 – The source of anthropogenic heavy metals in fluvial sediments of a rural catchment: Cocks River, Australia. *Water, Air & Soil Pollution*, 126 (1-2): 13 – 35.
- BOJAKOWSKA I., SOKOŁOWSKA G., LEWANDOWSKI P., 1995 – Metale ciężkie w glebach tarasów zalewowych Pisi. *Prz. Geol.* 44 (1), 75, 1996.
- BOJAKOWSKA I., SOKOŁOWSKA G., 1996 – Heavy metals in the Bystrzyca river flood plain. *Geological Quarterly*, 40 (3): 467-480.
- BOLEWSKI A., (red.), 1980 – Surowce Mineralne Świata – Torf. Wyd. Geol. Warszawa.
- 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.

- CECKOWSKI T., TATARATA M., HARAT J., 2001 – Dokumentacja geologiczna (forma uproszczona) w kat. C<sub>1</sub> złoża kredy jeziornej „Żabin”. Centr. Arch. Geolog. Państw. Inst. Geolog., Warszawa.
- CECKOWSKI T., TATARATA M., 2004a – Dokumentacja geologiczna w kat. C<sub>1</sub> złoża kruszywa naturalnego „Bałupiany III”. Centr. Arch. Geolog. Państw. Inst. Geolog., Warszawa.
- CECKOWSKI T., TATARATA M., 2004b – Dokumentacja geologiczna w kat. C<sub>1</sub> złoża kruszywa naturalnego „Rogale III”. Centr. Arch. Geolog. Państw. Inst. Geolog., Warszawa.
- CECKOWSKI T., TATARATA M., 2004c – Dokumentacja geologiczna w kat. B złoża torfu leczniczego (borowiny) „Niedrzwica III”. Centr. Arch. Geolog. Państw. Inst. Geolog., Warszawa.
- CECKOWSKI T., TATARATA M., 2004d – Dodatek nr 1 do Dokumentacji geologicznej w kat. B torfu leczniczego (borowiny) „Niedrzwica II”. Centr. Arch. Geolog. Państw. Inst. Geolog., Warszawa.
- CECKOWSKI T., TATARATA M., 2010 – Dodatek nr 1 do dokumentacji geologicznej w kat. C<sub>1</sub> złoża kruszywa naturalnego „Bałupiany III”. Centr. Arch. Geolog. Państw. Inst. Geolog., Warszawa.
- CHYLIŃSKI J., SADOWSKI W., 1980 – Karta rejestracyjna złoża kruszywa naturalnego „Juchnajcie” dla potrzeb budownictwa gminnego wraz z uproszczonym planem racjonalnej gospodarki złożem. Centr. Arch. Geolog. Państw. Inst. Geolog., Warszawa.
- DOBĄK P., 2005 – Geologiczno-inżynierskie systemy waloryzacji przestrzeni. Problemy Ocen Środowiskowych. Warszawa.
- DOBRZAŃSKI B., SIUTA J., STRZEMSKI M., WITEK T., ZAWADZKI S., 1973 – Zarys charakterystyki gleb Polski. Wyd. Geol., Warszawa.
- FILAR S., 2004a – Mapa hydrogeologiczna Polski w skali 1:50 000, arkusz Banie Mazurskie. Centr. Arch. Geolog. Państw. Inst. Geolog., Warszawa.
- FILAR S., 2004b – Mapa hydrogeologiczna Polski w skali 1:50 000 wraz z objaśnieniami, arkusz Mażucie. Centr. Arch. Geolog. Państw. Inst. Geolog., Warszawa.
- 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.), MAŁEK M., WODYK K., MALESZYK M., 2007 – 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.
- ILNICKI P., 2002 – Torfowiska i torf. Akademia Rolnicza. Poznań.
- Instrukcja** opracowania Mapy geośrodowiskowej Polski w skali 1:50 000, 2005 – Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- KLECZKOWSKI A. S. (red), 1990 – Mapa obszarów głównych zbiorników wód podziemnych (GZWP) w Polsce wymagających szczególnej ochrony w skali 1:500 000. Inst. Hydrogeol. i Geol. Inż. AGH., Kraków.
- KONDRACKI J., 2002 – Geografia regionalna Polski. Wyd. Nauk. PWN. Warszawa.
- KOZŁOWSKI S. (red.), 1978 – Surowce mineralne województwa olsztyńskiego. Wyd. Geol. Warszawa.
- KÚHN A., MIŁOSZEWSKA W., 1971 – Katalog osuwisk – województwo olsztyńskie. Arch. Geolog. Starostwa Warmińsko-Mazurskiego, Olsztyn.
- 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.
- LIRO A., 1998 – Strategia wdrażania Krajowej Sieci Ekologicznej, ECONET-Polska. Wyd. Fundacji 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 soil and crops affected by the Chenchou lead/zinc mine spill (Hunan, China). *Science of The Total Environment*, 339 (1-3):153-166.
- LORENC H. (red), 2005 – Atlas klimatu Polski. IMiGW. Warszawa.

- 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 1:500 000. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- MAZUR J.M., 2007a – Dokumentacja geologiczna złoża kruszywa naturalnego „Bałupiany IV” w kat. C<sub>1</sub>. Archiwum Starostwa Powiatowego w Gołdapi.
- MAZUR J.M., 2007b – Dokumentacja geologiczna złoża kruszywa naturalnego „Wiłkajcie” w kat. C<sub>1</sub>. Archiwum Starostwa Powiatowego w Gołdapi.
- 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.
- OSTRZYŻEK S., DEMBEK W., 1997 – Zlokalizowanie i charakterystyka złóż torfowych w Polsce spełniających kryteria potencjalnej bazy zasobowej z ustaleniem i uwzględnieniem wymogów związanych z ochroną oraz kształtowaniem środowiska. IMiUZ. Falenty.
- PACZYŃSKI B. (red.), 1995 – Atlas hydrogeologiczny Polski w skali 1:500 000. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- PACZYŃSKI B., SADURSKI A. (red.), 2007 – Hydrogeologia regionalna Polski, tom I. Wody słodkie. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- PANASIK K., 2005 – Warmia i Mazury. Przewodnik po regionie. Wyd. Press Foto, Olsztyn.
- POCHOCKA-SZWARC K., 2003 – Objasnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1:50 000, arkusze Banie Mazurskie i Mażucie. Centr. Arch. Geolog. Państw. Inst. Geolog., Warszawa.

- POCHOCKA-SZWARC K., 2006 – Szczegółowa mapa geologiczna Polski w skali 1:50 000, arkusze Banie Mazurskie i Mażucie. Centr. Arch. Geolog. Państw. Inst. Geolog., Warszawa.
- Prawo** wodne z dnia 18 lipca 2001 r. (DzU. z 2005 r. Nr 239, poz. 2019 z późniejszymi zmianami).
- 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.
- Raport** o stanie środowiska województwa warmińsko-mazurskiego w 2009 roku, 2010 – Biblioteka Monitoringu Środowiska. Olsztyn.
- 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.
- Rozporządzenie** Ministra Środowiska z dnia 16 kwietnia 2002 r. we sprawie rodzajów oraz stężeń substancji, które powodują, że urobek jest zanieczyszczony. *Dziennik Ustaw* nr 55 poz. 498 z dnia 14 maja 2002 r.
- Rozporządzenie** Ministra Środowiska z dnia 9 września 2002 r. w sprawie standardów jakości gleby oraz standardów jakości ziemi. *Dziennik Ustaw* nr 165, poz. 1359, z dnia 4 października 2002 r.
- 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. *Dziennik Ustaw* nr 61, poz. 549 z dnia 10 kwietnia 2003 r.
- Rozporządzenie** Ministra Środowiska z dnia 20 sierpnia 2008 r. w sprawie sposobu klasyfikacji stanu jednolitych części wód powierzchniowych, *Dziennik Ustaw* nr 162, poz. 1008, z dnia 10 września 2008 r.

- 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. Dziennik Ustaw nr 39 poz. 320 z dnia 13 marca 2009 r.
- SADOWSKI W., 1978 – Karta rejestracyjna złoża kruszywa naturalnego „Rogale” dla potrzeb budownictwa wiejskiego. Arch. Geolog. Warmińsko-Mazurskiego Urzędu Marszałkowskiego, Olsztyn.
- SADOWSKI W., 1982 – Sprawozdanie z prac geologiczno-rozpoznawczych za złożem kruszywa naturalnego „Lisy”. Arch. Geolog. Warmińsko-Mazurskiego Urzędu Marszałkowskiego, Olsztyn.
- SADOWSKI W., 1984 – Karta rejestracyjna złoża kruszywa naturalnego „Kulsze” wraz z uproszczonym projektem zagospodarowania złoża dla potrzeb drogownictwa i budownictwa gminnego. Centr. Arch. Geolog. Państw. Inst. Geolog., Warszawa.
- SADOWSKI W., 1987 – Sprawozdanie z prac geologiczno-rozpoznawczych za złożem kruszywa naturalnego „Surminy”. Arch. Geolog. Warmińsko-Mazurskiego Urzędu Marszałkowskiego, Olsztyn.
- SADOWSKI W., 1988 – Karta rejestracyjna złoża kruszywa naturalnego „Rogale II” wraz z uproszczonym projektem zagospodarowania złoża dla potrzeb budownictwa gminnego. Centr. Arch. Geolog. Państw. Inst. Geolog., Warszawa.
- SADOWSKI W., 1993a – Uproszczona dokumentacja geologiczna złoża kruszywa naturalnego „Surminy” Arch. Geolog. Warmińsko-Mazurskiego Urzędu Marszałkowskiego, Olsztyn.
- SADOWSKI W., 1993b – Sprawozdanie z przeprowadzonych prac geologiczno-poszukiwawczych za złożem kruszywa naturalnego „Żabin”. Arch. Geolog. Warmińsko-Mazurskiego Urzędu Marszałkowskiego, Olsztyn.
- SALACHNA P., 1972 – Sprawozdanie z badań geologiczno-poszukiwawczych za złożem ilów „Banie Mazurskie” do produkcji wyrobów cienkościennych i za złożem piasków kwarcowych „Gołdap” do produkcji cegły wapienno-piaskowej. Arch. Geolog. Warmińsko-Mazurskiego Urzędu Marszałkowskiego, Olsztyn.
- 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.

- ŠMEJKALOVÁ, M., O. MIKANOVA AND L. BORUVKA., 2003 – Effect of heavy metal concentration on biological activity of soil microorganisms. *Plant Soil Environment*, 49(7): 321-326.
- SOKOŁOWSKI A., ĆWIERTNIEWSKI M., 1996 – Dokumentacja geologiczna w kat. C<sub>1</sub> złoża torfu „Niedzwica II”. *Centr. Arch. Geolog. Państw. Inst. Geolog.*, Warszawa.
- SOKOŁOWSKI A., ĆWIERTNIEWSKI M., 1998 – Dokumentacja geologiczna w kat. B złoża torfu „Niedzwica II”. *Centr. Arch. Geolog. Państw. Inst. Geolog.*, 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 1:750 000. *Wyd. Państw. Inst. Geol. Warszawa*.
- STRZELECKI R., WOŁKOWICZ S., SZEWCZYK J., LEWANDOWSKI P., 1994 – Mapy radioekologiczne Polski. Część II: Mapa koncentracji uranu, toru i potasu w Polsce; Skala 1:750 000. *Wyd. Państw. Inst. Geol. Warszawa*.
- STUPNICKA E., 1989 – *Geologia regionalna Polski*. *Wyd. Geol.*, Warszawa.
- SZUFLICKI M., MALON A., TYMIŃSKI M., (red), 2011 – Bilans zasobów kopalin i wód podziemnych w Polsce wg stanu na 31. XII. 2010 r. *Państw. Inst. Geol.*, Warszawa.
- TOLKANOWICZ E., 1994 – Określenie perspektyw występowania i wykorzystania kredy jeziornej i gytii. *Państw. Inst. Geolog.*, Warszawa.
- TOLKANOWICZ E., 2001 – Mapa węglanowych osadów jeziornych województwa warmińsko-mazurskiego. *Państw. Inst. Geolog.*, Warszawa.
- TULSKA I., 1979 – Karta rejestracyjna złoża kruszywa naturalnego dla budownictwa drogowego „Bałupiany”. *Centr. Arch. Geolog. Państw. Inst. Geolog.*, Warszawa.
- TUROWSKI M., 1996 – Dokumentacja geologiczna w kat. C<sub>1</sub> złoża torfu „Niedzwica”. *Centr. Arch. Geolog. Państw. Inst. Geolog.*, Warszawa.
- TUROWSKI M., 2001 – Uproszczona dokumentacja geologiczna w kat. C<sub>1</sub> złoża torfu „Wiłkajcie-Niedzwica III”. *Centr. Arch. Geolog. Państw. Inst. Geolog.*, Warszawa.
- 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.
- Warmia** i Mazury. Przewodnik ilustrowany., 2005 – Agencja Fotograficzno-Wydawnicza „Mazury”, Olsztyn.
- 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., PÉROUD 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.
- WOŚ A., 1996 – *Zarys klimatu Polski*. Wyd. Nauk. UAM. Poznań.
- Ustawa** o odpadach z dnia 27 kwietnia 2001 r. *Dziennik Ustaw* nr 185, poz. 1243 z dnia 5 października 2010 r.
- ZAPRZELSKI Z., BIENIEK B., 1993 – Uproszczona dokumentacja geologiczna złoża kredy jeziornej w miejscowości Rapa. *Arch. Geolog. Warmińsko-Mazurskiego Urzędu Marszałkowskiego*, Olsztyn.
- Zasady** dokumentowania złóż kopalin stałych., 1999 – Min. Środ., Warszawa.
- ZIELIŃSKI T., 1992 – Moreny czołowe Polski północno-wschodniej – osady i warunki sedymentacji. *Prace Nauk. Uniwersytetu Śląskiego* nr 1325. Katowice.
- ZIELIŃSKI T., 1993 – Sandry Polski północno-wschodniej – osady i warunki sedymentacji. *Prace Nauk. Uniwersytetu Śląskiego* nr 1398. Katowice.