

**PAŃSTWOWY INSTYTUT GEOLOGICZNY
PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY**

OPRACOWANIE ZAMÓWIONE PRZEZ MINISTRA ŚRODOWISKA

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

Arkusz MIKOŁAJKI (180)



MINISTERSTWO
ŚRODOWISKA

Warszawa 2011

Autorzy: Aleksandra Dusza-Dobek*, Izabela Bojakowska*,
Paweł Kwecko*, Joanna Szyborska-Kaszycka*, Hanna Tomassi-Morawiec*,
Jerzy Król**

Główny koordynator MGŚP: Małgorzata Sikorska-Maykowska*
Redaktor regionalny Planszy A: Olimpia Kozłowska*
Redaktor regionalny Planszy B: Olimpia Kozłowska*
Redaktor tekstu: Joanna Szyborska-Kaszycka*

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

** – Przedsiębiorstwo Geologiczne we Wrocławiu PROXIMA SA, ul. Kwidzyńska 71, 51-415 Wrocław

ISBN...

Spis treści

I.	Wstęp – <i>J. Szyborska-Kaszycka</i>	3
II.	Charakterystyka geograficzna i gospodarcza – <i>J. Szyborska-Kaszycka, A. Dusza-Dobek</i>	4
III.	Budowa geologiczna – <i>A. Dusza-Dobek</i>	7
IV.	Złoża kopalin – <i>J. Szyborska-Kaszycka</i>	11
V.	Górnictwo i przetwórstwo kopalin – <i>J. Szyborska-Kaszycka</i>	15
VI.	Perspektywy i prognozy występowania kopalin – <i>A. Dusza-Dobek</i>	16
VII.	Warunki wodne – <i>J. Szyborska-Kaszycka</i>	19
	1. Wody powierzchniowe	19
	2. Wody podziemne	23
VIII.	Geochemia środowiska	26
	1. Gleby – <i>P. Kwecko</i>	26
	2. Osady – <i>I. Bojakowska</i>	29
	3. Pierwiastki promieniotwórcze – <i>H. Tomassi-Morawiec</i>	33
IX.	Składowanie odpadów – <i>J. Król</i>	35
X.	Warunki podłoża budowlanego – <i>A. Dusza-Dobek</i>	40
XI.	Ochrona przyrody i krajobrazu – <i>A. Dusza-Dobek, Joanna Szyborska-Kaszycka</i>	41
XII.	Zabytki kultury – <i>J. Szyborska-Kaszycka</i>	51
XIII.	Podsumowanie – <i>J. Szyborska-Kaszycka, A. Dusza-Dobek, J. Król</i>	54
XIV.	Literatura	55

I. Wstęp

Arkusze Mikołajki Mapy geosrodowiskowej Polski w skali 1:50 000 wraz z tekstem objaśniającym wykonany został w Zakładzie Geologii Środowiskowej Państwowego Instytutu Geologicznego-Państwowego Instytutu Badawczego oraz w Przedsiębiorstwie Geologicznym PROXIMA SA w roku 2011. Przy opracowaniu autorzy wykorzystali Mapę geologiczno-gospodarczą Polski w skali 1:50 000, arkusz Mikołajki (Krogulec, Wierchowicz, 2006).

Mapa została sporządzona na podkładzie topograficznym w układzie „1942” zgodnie z „Instrukcją opracowania Mapy geosrodowiskowej Polski w skali 1:50 000” wydaną przez Państwowy Instytut Geologiczny (Instrukcja..., 2005).

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

Plansza A zawiera dane zgrupowane w następujących warstwach informacyjnych: kopaliny, górnictwo i przetwórstwo kopalin, wody powierzchniowe i podziemne, warunki podłoża budowlanego oraz ochrona przyrody i zabytki 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 przy wskazywaniu optymalnych kierunków zagospodarowania terenów zdegradowanych.

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

Mapa może również odegrać dużą rolę w kształtowaniu proekologicznych postaw społeczności lokalnych i stanowić istotny czynnik edukacyjny w szkołach na wszystkich szczeblach nauczania.

Do opracowania niniejszej mapy wykorzystano materiały znajdujące się w Centralnym Archiwum Geologicznym PIG-PIB, Banku HYDRO, Narodowym Instytucie Dziedzictwa, urzędach gmin: Orzysz, Mikołajki, Ruciane-Nida, Piecki i Pisz oraz Dyrekcji Mazurskiego Parku Krajobrazowego. Zebrane informacje uzupełnione zostały zwiadem terenowym przeprowadzonym latem 2011 roku.

Mapa przygotowana jest w wersji cyfrowej, jako baza danych Mapy geośrodowiskowej Polski (MGŚP).

Dane dotyczące złóż kopalin zamieszczono w kartach informacyjnych opracowanych dla komputerowej bazy danych o złożach.

II. Charakterystyka geograficzna i gospodarcza

Obszar arkusza Mikołajki jest położony pomiędzy $53^{\circ}40'$ a $53^{\circ}50'$ szerokości geograficznej północnej oraz $21^{\circ}30'$ a $21^{\circ}45'$ długości geograficznej wschodniej. Administracyjnie należy do województwa warmińsko-mazurskiego, powiatu piskiego (gminy Orzysz i Pisz oraz miasto i gmina Ruciane-Nida) i mrągowskiego (gmina Piecki oraz miasto i gmina Mikołajki).

Południowo-wschodnia, skrajna część arkusza należy zgodnie z regionalnym podziałem fizjograficznym do Równiny Mazurskiej (Kondracki, 2009). Obejmuje ona powierzchnię rozległych sandrów ograniczonych od północy morenami fazy poznańskiej zlodowacenia północnopolskiego. Pozostała, przeważająca część arkusza Mikołajki należy do Krainy Wielkich Jezior Mazurskich (fig. 1). Najbardziej charakterystycznym elementem morfologicznym jest tu zespół jezior połączony kanałami o łącznej powierzchni ok. 302 km².

Najwyżej położonym regionem jest północno-zachodni skraj arkusza, gdzie kulminacje terenu przekraczają 140 m n.p.m., osiągając 154,2 m n.p.m. Najwyżej położonym punktem arkusza jest wzgórze kemowe (156,9 m n.p.m.) zlokalizowane na północ od wsi Dziubiele. Najniżej położona jest tafla jezior wchodzących w skład Wielkich Jezior Mazurskich – 115,7 m n.p.m.

Na powierzchni arkusza można wyodrębnić trzy jednostki geomorfologiczne – falistą wysoczyznę morenową, obszary sandrowe oraz rynny lodowcowe (Lisicki, 1999). Północną i południowo-zachodnią część arkusza zajmuje wysoczyzna morenowa. Na północy przecina ją z zachodu na wschód strefa czołowomorenowa, zbudowana z pagórków i wzgórz o wysokości względnej sięgającej 15 m. W południowo-zachodniej części występują pagórki

i wzniesienia martwego lodu. Na południe od wysoczyzny występują obszary sandrowe, w większości porośnięte lasami. Wysoczyzna i obszary sandrowe są przecięte przez trzy rynny lodowcowe. Najdłuższą z nich jest rynnę mikołajską zajęta przez jeziora Tałty, Mikołajskie i Bełdany. Jej głębokość przekracza miejscami 50 m. W zachodniej części arkusza występuje rynnę zajęta przez jeziora Żelwówek, Głębokie, Płociczne i Lisunie przedłużająca się do Jeziora Gardyńskiego. Trzecia biegnie przez Śniardwy i jest zajęta przez jeziora Warnoły i Wejsunek oraz Guziankę Małą. Wokół jezior występują wąskie, jeziorne tarasy oraz wały brzegowe i jeziorne klify.

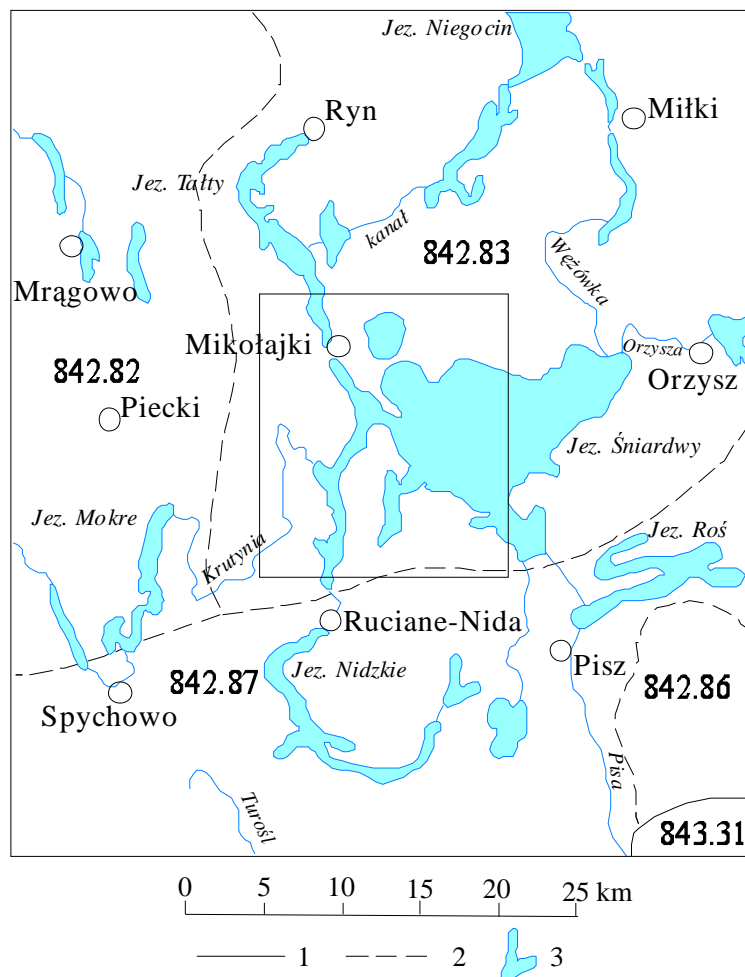


Fig. 1. Położenie arkusza Mikołajki na tle jednostek fizycznogeograficznych wg J. Kondrackiego (2009)

1 – granice podprovincji, 2 – granice mezoregionów, 3 – jeziora
 Mezoregiony Pojezierza Mazurskiego: 842.82 – Pojezierze Mragowskie, 842.83 – Kraina Wielkich Jezior Mazurskich, 842.86 – Pojezierze Elckie, 842.87 – Równina Mazurska.
 Mezoregion Niziny Północnopodlaskiej: 843.31 – Wysoczyzna Kolneńska

Pod względem klimatycznym obszar Krainy Wielkich Jezior Mazurskich należy do strefy pojezierniej (Strategia..., 2008). Średnia roczna temperatura powietrza wynosi tu ok. 6,5°C. Średnia temperatura powietrza lipca wynosi 17,4°C. Temperatura ta jest o ok. 1–2° niższa niż w Polsce centralnej i o ok. 3–4° niższa niż w Polsce zachodniej. Cały obszar Mazur

jest strefą ścierania się mas powietrza atlantyckiego i kontynentalnego. Stąd też, w zależności od dominacji jednej z nich pojawiają się tu bądź mroźne i słoneczne, bądź ciepłe i deszczowe zimy lub gorące i suche lata (1992, 1994) przemiennie z chłodnymi i wilgotnymi (1991, 1993, 1997). Duża ilość otwartych zbiorników wodnych oraz terenów podmokłych sprawia, iż poszczególne pory roku wkraczają na obszar Krainy Wielkich Jezior w innych terminach niż w pozostałych regionach kraju. Wiosna zaczyna się tu o ok. 10–14 dni później (w połowie kwietnia) i jest stosunkowo chłodna. Jesień natomiast jest przeważnie długa i ciepła, dzięki zbiornikom wodnym, oddającym otoczeniu nagromadzone w czasie lata ciepło. Wpływ jezior zaznacza się także w wilgotności powietrza, która w okresie letnim (czerwiec–sierpień) waha się od 60 do 80%. Najwięcej dni słonecznych przypada na maj i czerwiec oraz wrzesień, natomiast najmniej na listopad i grudzień. W ciągu całego roku jest tu ok. 110 dni z pełnym zachmurzeniem i ok. 160 dni z zachmurzeniem częściowym. Roczna suma opadów w rejonie Mikołajek wynosi 550 mm, a ich maksimum przypada na czerwiec i lipiec (odpowiednio 75 i 95 mm), natomiast minimum na styczeń i marzec (30 i 40 mm). Wiatry wieją najczęściej z kierunków północno- i południowo-zachodnich, a ich największe nasilenie przypada na miesiące jesienne (listopad–grudzień) i wczesnowiosenne (marzec–kwiecień).

Grunty użytkowane rolniczo zajmują na obszarze arkusza niewielki procent powierzchni. Są zlokalizowane w okolicach Mikołajek i Dziubieli w części północnej oraz Wejsunów i Wygryn w części południowej. Przeważającą część terenu (pomijając powierzchnię jezior) zajmują lasy. Należą one do Puszczy Piskiej będącej jednym z największych w Europie kompleksów leśnych (całość obejmuje ok. 100 tys. ha). Jest ona porośnięta lasami sosnowymi z niewielką domieszką brzozy, osiki i dębu. 4 lipca 2002 roku doszło do największej w historii tutejszych lasów kłęski. Wiejący huragan spowodował, w niespotykanej dotychczas skali, wielkoobszarowe złomy i wywroty. Zniszczenia objęły 12 tys. ha, co stanowi około 11% powierzchni Puszczy.

Walory przyrodnicze i krajobrazowe powodują, że obszar arkusza Mikołajki ma duże znaczenie turystyczne. Stale rozwijająca się infrastruktura ma duży wpływ na niesłabnące zainteresowanie tym regionem. Przez teren arkusza przebiega szereg szlaków turystycznych – pieszych, rowerowych i kajakowych.

Największym ośrodkiem administracyjnym są Mikołajki zamieszkałe przez około 3700 osób. Zwane są stolicą żeglarzy i piosenki żeglarskiej. Liczne hotele, pensjonaty, ośrodki wypoczynkowe oraz zaplecze żeglarskie powodują, że są licznie odwiedzane w sezonie letnim.

Na terenie arkusza działa Miejska Oczyszczalnia Ścieków w Mikołajkach, której rozbudowę zakończono w 2006 roku. Oczyszczalnie są zlokalizowane również w Popielnie (oczyszczanie metodą osadu czynnego), Iznocie i Piaskach (mechaniczno-biologiczne).

W latach pięćdziesiątych utworzono w Popielnie placówkę Polskiej Akademii Nauk. Od ponad 40 lat prowadzonych jest tu szereg prac badawczych i wdrożeniowych związanych z ochroną przyrody takich jak:

- program znanej szeroko w kraju i za granicą hodowli wolnej konika polskiego,
- unikatowa hodowla fermowa bobrów, umożliwiająca poznanie biologii tego gatunku,
- badania dotyczące biologii cyklu poroża, rozrodu i behawioru jelenia szlachetnego,
- hodowla zachowawcza bydła rasy polskiej czerwonej,
- określanie w pasiece doświadczalnej ilości związków toksycznych przedostających się ze środowiska do pszczół i produktów pszczelich

W placówce działa Regionalny Ośrodek Edukacji Ekologicznej. Istnieje tu również ekspozycja muzealna, w której zgromadzono materiały i eksponaty prezentujące dorobek Stacji (<http://www.popielno.pl/>).

W Urwitalcie znajduje się stacja terenowa Wydziału Biologii Uniwersytetu Warszawskiego imienia prof. Kazimierza Dobrowolskiego. Prowadzone są w niej badania ekologiczne, jak również zajęcia dla studentów, a także zielone szkoły.

Przez obszar arkusza przebiegają drogi łączące Mikołajki z Rucianem-Nidą i Piszem oraz Mrągowem i Rynem, a także liczne drogi lokalne. Linia kolejowa łącząca Mikołajki z Elkiem i Mrągowem jest od września 2010 roku nieczynna.

III. Budowa geologiczna

Budowę geologiczną obszaru objętego arkuszem Mikołajki przedstawiono na podstawie Szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1:50 000 arkusz Mikołajki wraz z objaśnieniami (Lisicki, 1994, 1999).

Obszar arkusza Mikołajki jest położony w obrębie prekambryjskiej platformy wschodnioeuropejskiej, na obszarze wyniesienia mazursko-suwalskiego. Utwory krystaliczne występują tu na głębokości około 1200 m p.p.t. (Stupnicka, 2007).

Najstarszymi osadami rozpoznanymi na opisywanym obszarze wierceniami są osady eocenu, oligocenu (paleogen) i miocenu (neogen). Są to głównie osady morskie – piaski kwarcowe z glaukonitem o zróżnicowanej zawartości węglanów oraz piaski z wkładkami węgla brunatnego, miejscami ility.

Cały obszar arkusza Mikołajki pokryty jest mięszą warstwą osadów czwartorzędowych, których miąższość wynosi od 95 m w rejonie Śwignajna do ponad 280 m na północy od jeziora Śniardwy.

Osady najstarszego zlodowacenia (zlodowacenia Narwi¹) zostały stwierdzone w otworach w sąsiedztwie ruin Leśnego Dworu i Bagienka (w zachodniej części Prawdowa). Są to piaski i mułki zastoiskowe, piaski i żwiry wodnolodowcowe oraz gliny zwałowe o miąższości ponad 30 m.

Podczas zlodowaceń południowopolskich na obszarze arkusza powstały cztery poziomy glin zwałowych oraz rozdzielające je osady wodnolodowcowe, zastoiskowe, jeziorno-peryglacjalne, jeziorne i rzeczne. Gliny zaliczono kolejno: do górnego stadiału zlodowacenia Nidy, dolnego i górnego stadiału zlodowacenia Sanu oraz do zlodowacenia Wilgi.

Osady interglacjału wielkiego przewiercono we wszystkich czterech otworach kartograficznych wykonanych na terenie arkusza. W okresie tym osadziły się jeziorne i rzeczne utwory interglacjalne – starsze (interglacjału mazowieckiego) i młodsze (interglacjału Zbójna), a także rozdzielający je poziom glin zwałowych zlodowacenia Liwca.

Na obszarze arkusza Mikołajki występują cztery poziomy glin zwałowych zlodowaceń środkowopolskich oraz rozdzielające je osady wodnolodowcowe, zastoiskowe, jeziorne i rzeczne. Gliny zwałowe zostały zaliczone do zlodowacenia Odry oraz Warty. Kompleks osadów akumulowanych podczas zlodowacenia Odry osiąga miąższość ponad 70 m w północno-zachodniej części arkusza. Podobną miąższością charakteryzuje się pakiet osadów zlodowacenia Warty w części północno-wschodniej.

Osady plejstocenijskie przykrywające kompleks osadów zlodowacenia Warty pokrywają znaczną część powierzchni arkusza i zaliczają się do zlodowacenia północnopolskiego (Wisły). Ich miąższość wynosi przeważnie od kilku do kilkunastu metrów, lokalnie do 40 m w rejonie obszarów kemowych na północ od jeziora Śniardwy. Utwory zlodowacenia bałtyckiego zostały zaliczone do stadiału środkowego i stadiału górnego fazy leszczyńskopomorskiej.

Osady stadiału środkowego nie stanowią ciągłego poziomu. Ich profil rozpoczynają gliny zwałowe beżowo-szare i szare, silnie wapniste, miejscami z przewarstwieniami piasków różnoziarnistych i żwirów o miąższości do 15 m. Nad nimi zalega warstwa piasków i żwirów wodnolodowcowych o miąższości maksymalnej od 10 do 28 m. Są to najstarsze osady odsłaniające się na powierzchni terenu w obrębie arkusza (na północ od jeziora Śniardwy). Z okre-

¹ W polskiej literaturze geologicznej stosowana bywa także pisownia: zlodowacenie narwi, wilgi, warty itp.

su tego stadiału pochodzą też jasnobieżowe piaski pyłowate z przewarstwieniami beżowych mułków. Są to osady zastoiskowe o niewielkiej miąższości widoczne w południowo-wschodniej części Mikołajek, nad brzegiem Jeziora Mikołajskiego (fig.2).

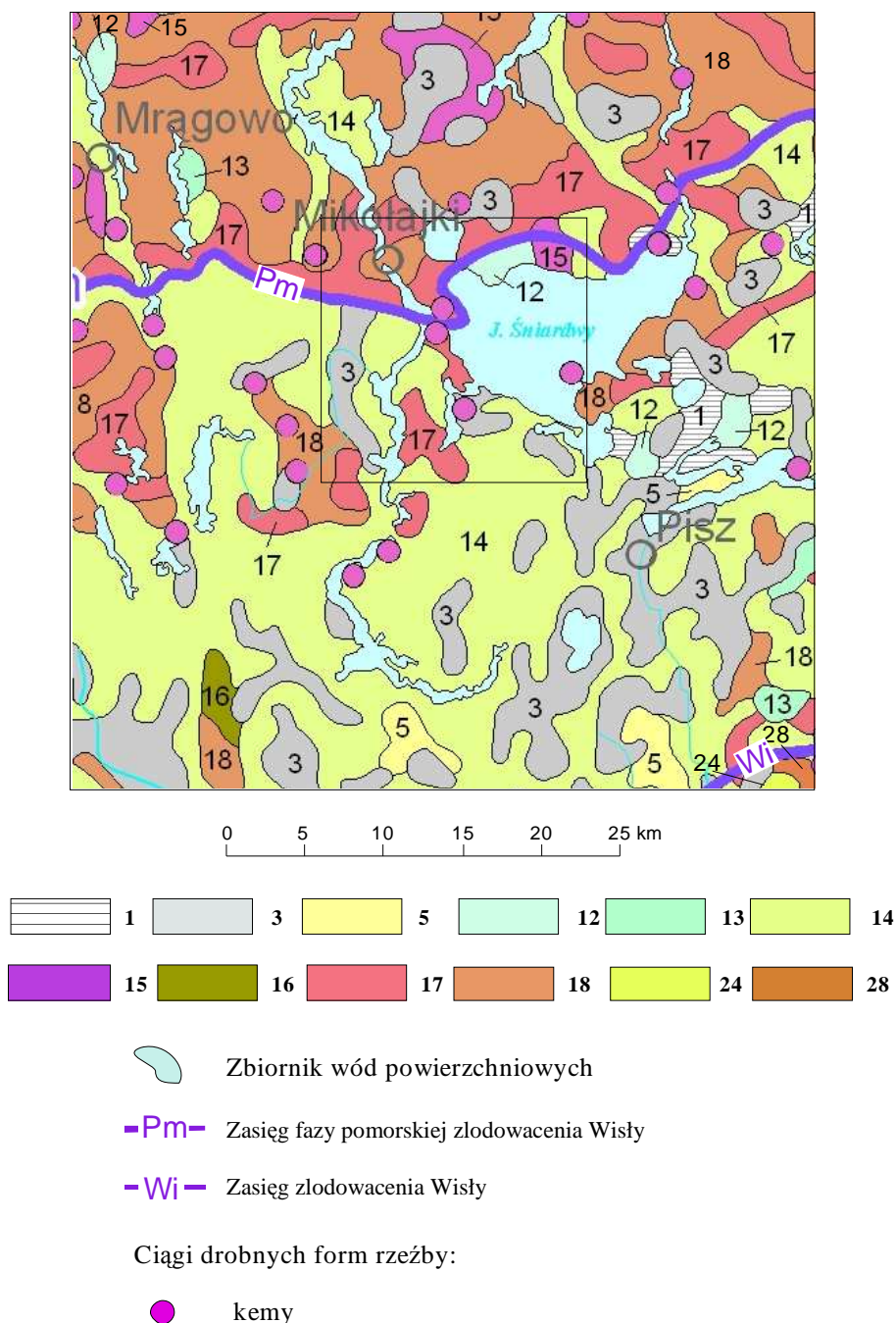


Fig. 2. Położenie arkusza Mikołajki na tle mapy geologicznej regionu wg L. Marksa, A. Bera, W. Gogołka, K. Piotrowskiej (red.) (2006)

Czwartorzęd:

Holocen: 1 – piaski, mułki, ropy jeziorne, 3 – piaski żwiry, mady rzeczne oraz torfy i namuły

Plejstocen: 5 – piaski eoliczne, lokalnie w wydmach, **zlodowacenia północnopolskie:** 12 – piaski i mułki jeziorne, 13 – ropy, mułki i piaski zastoiskowe, 14 – piaski i żwiry sandrowe, 15 – piaski i mułki kemów, 16 – piaski, mułki i żwiry ozów, 17 – żwiry, piaski, gazy i gliny moren czołowych, 18 – gliny zwałowe, ich zwietrzliny oraz piaski i żwiry lodowcowe, **zlodowacenia środkowopolskie:** 24 – piaski i żwiry sandrowe, 28 – gliny zwałowe, ich zwietrzliny oraz piaski i żwiry lodowcowe

Zachowano oryginalną numerację z Mapy geologicznej Polski w skali 1:500 000

Osady stadiału górnego odsłaniają się na powierzchni arkusza lub leżą bezpośrednio pod utworami holoceniowymi. Ich łączna miąższość dochodzi do 30 m na sandrze piskim, w południowo-wschodniej części arkusza. Gliny zwałowe stanowią przewodni poziom tego okresu glacialnego, budując znaczną część powierzchni morenowej wysoczyzny polodowcowej, która znajduje się w północnej i południowo-zachodniej części arkusza. Są to utwory barwy rdzawo-brązowej, ciemnobezowej i beżowo-szare, silnie wapniste i piaszczyste. Zawierają liczne żwiry i głazy o średnicy do 15 cm, a miejscami większe. Miąższość glin rzadko przekracza 10 m, a ich poziom jest lokalnie dwudzielny. Żwiry i piaski lodowcowe o miąższości od 3,5 do 9,1 m występujące na powierzchni w rejonie Ukty i Stawka oraz na brzegach Jeziora Bełdany, budują najmłodszy poziom glacialny. Natomiast na północ i północny zachód od Mikołajek znajduje się obszar występowania mułków, piasków, żwirów i glin zwałowych moren spiętrzonych i wy ciśnięcia. Utwory te o łącznej miąższości do ok. 12–15 m mają budowę łuskową.

W północnej części arkusza znajduje się rozległa strefa czołowomorenowa. Występują tam m.in. piaski, żwiry i gliny zwałowe ozów i moren czołowych, piaski, żwiry, mułki i gliny wodnomorenowe tarasów i stoliw kemowych, moren martwego lodu oraz kemów.

Znaczną powierzchnię południowej i zachodniej części arkusza pokrywają piaski i żwiry wodnolodowcowe (sandrowe), wśród których wyróżniono trzy tarasy. W rejonie jezior Głębokiego i Zełwążka występują młodsze drobnoziarniste piaski zastoiskowe. Na brzegach jezior Mikołajskiego i Bełdan oraz w rejonie Wejsun występują osady gliniaste, piaszczyste i żwirowe wodnomorenowe o miąższości rzadko przekraczającej 2 m.

Na omawianym obszarze pod koniec plejstocenu i w holocenie tworzyły się osady eluwialne, koluwialne i deluwialne oraz osady jeziorne i eoliczne. Piaski zwietrzelinowe (eluwialne) występują w okolicach Mikołajek, głównie na glinach zwałowych stadiału leszczyńsko-pomorskiego. Piaski i gliny koluwialne widoczne są przede wszystkim wzdłuż brzegów jezior, natomiast piaski, żwiry i mułki jeziorne, miejscami z przewarstwieniami torfów i iłów, spotkać można w wielu miejscach na obszarze całego arkusza. Na sandrze piskim występują piaski eoliczne w wydmach. Tworzą one słabo wykształcony poprzeczny wał wydmy, miejscami o charakterze parabolicznym.

Kompleks najmłodszych osadów czwartorzędowych tworzą: piaski i żwiry rzeczne Krućtyni, piaski, żwiry i mułki jeziorne budujące tarasy i niskie wały brzegowe występujące głównie wokół jezior Śniardwy i Łuknajno oraz gytie, kreda jeziorna i torfy. Największą miąższość wśród osadów holoceniowych osiąga gytie węglanowe. Na dużym gytiewisku położonym na wschód od Jeziora Warnołty (Bagno Końcewskie) ich miąższość wynosi maksymalnie 11,5 m, a w Jeziorze Śniardwy – miejscami ponad 7 m.

IV. Złóża kopalin

Na obszarze objętym arkuszem Mikołajki znajduje się aktualnie sześć udokumentowanych złóż kruszywa naturalnego – pięć złóż piasków i żwirów oraz jedno złożo piasków. Złożo żwirów i piasków „Zełwagi-1” zostało wykreślone z Bilansu zasobów (Szuflicki i in. (red), 2011).

Na wschód od Jeziora Głębokiego, w okolicy miejscowości Zełwagi, w obrębie osadów tworzących oz pochodzący ze stadiału górnego zlodowacenia Wisły, zlokalizowane są dwa złoża piasków i żwirów – „Zełwagi” i „Zełwagi II”. Złożo „Zełwagi” (Sadowski, 1990) udokumentowano kartą rejestracyjną na powierzchni 0,24 ha. Ma ono formę pokładową i jest suche. Seria złożowa występuje bezpośrednio od powierzchni terenu, złożo jest podścielone piaskami i żwirami. Miąższość złoża wynosi od 2,8 do 5,6 m, śr. 4,7 m. Parametry jakościowe kopaliny są następujące: punkt piaskowy (zawartość frakcji do 2 mm) 64,0–73,5%, śr. 67,5%, zawartość pyłów mineralnych 2,6–3,4%, śr. 3,0%, ciężar nasypowy w stanie utrzęsionym 1,89–1,99 T/m³, śr. 1,93 T/m³, zawartość zanieczyszczeń obcych 0,13–0,18%, śr. 0,15%. Nie stwierdzono obecności grudek gliny. Piaskom i żwirom towarzyszą jako współkopalina piaski o następujących średnich parametrach jakościowych: punkt piaskowy 91,7%, zawartość pyłów mineralnych 3,6%, ciężar nasypowy w stanie utrzęsionym 1,80 T/m³, zawartość zanieczyszczeń obcych 0,1% oraz zawartość grudek gliny 0,1%. Kopalina główna może znaleźć zastosowanie do produkcji mieszanek do betonu, współtowarzysząca jako piaski do produkcji zapraw budowlanych.

Złożo „Zełwagi II” zostało udokumentowane w kategorii C₁ (Kokociński, 2001) na powierzchni 1,90 ha. Dodatkiem nr 1 (Kuczyński, 2004) do dokumentacji określono na nowo jego zasoby, uwzględniając rzeczywiste położenie rzędnej zwierciadła wód podziemnych oraz dotychczasowe wydobycie. Złożo ma formę pokładową i jest częściowo zawodnione. Kopalina występuje pod nadkładem gleby i gliny, jest podścielona piaskami gliniastymi, glinami piaszczystymi i piaskami pylistymi. Miąższość złoża zamyka się w granicach 5,5–22,2 m wynosząc średnio 16,6 m. Grubość nadkładu wynosi od 0 do 8,0 metrów, średnio 1,28, stosunek grubości nadkładu do miąższości złoża 0,07. Parametry jakościowe kopaliny są następujące: punkt piaskowy (zawartość frakcji do 2,5 mm) 53,55–97,68%, śr. 72,96%, zawartość pyłów mineralnych 0,9–5,4%, śr. 2,39%, ciężar nasypowy w stanie utrzęsionym 1,78–2,16 T/m³, śr. 1,91 T/m³. Kruszywo nadaje się do produkcji betonów, zapraw budowlanych oraz budowy i napraw nasypów kolejowych i drogowych.

Tabela 1

Złoże kopalin i ich charakterystyka gospodarcza oraz klasyfikacja

Nr złoże na mapie	Nazwa złoże	Rodzaj kopaliny	Wiek kompleksu litologiczno-surowcowego	Zasoby geologiczne bilansowe (tys. ton)	Kategoria rozpoznania	Stan zagospodarowania złoże	Wydobycie (tys. ton)	Zastosowanie kopaliny	Klasyfikacja złoże		Przyczyny konfliktowości złoże
									Klasy 1-4	Klasy A-C	
wg stanu na 31.12.2010 r. (Szufflicki i in. [red], 2011)									10	11	12
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Zełwagi	pż, p	Q	21*	C ₁ *	Z	0,0	Skb	4	A	-
2	Zełwagi II	pż, p	Q	315	C ₁	G	17	Skb, Sd	4	A	-
3	Lubiewo	p	Q	14	C ₁ *	Z	0,0	Skb	4	B	N
4	Dziubiele	pż	Q	50	C ₁ *	Z	0,0	Skb, Sd	4	B	K
5	Wygryny	pż, p	Q	12	C ₁ *	Z	0,0	Skb	4	B	N, K
6	Wygryny II	pż	Q	87	C ₁ *	N	0,0	Skb	4	B	N, K
	Zełwagi-1	pż	Q		ZWB						

Rubryka 3: pż – piaski i żwiry, p – piaski

Rubryka 4: Q – czwartorzęd

Rubryka 5: * – zasoby nieaktualne – złoże położone w obrębie złoże Zełwagi II

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

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

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

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

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

Rubryka 12: K – ochrona krajobrazu, N – złoże położone w obszarze Natura 2000

Około 500 metrów zachód od miejscowości Lubiewo, w obrębie piasków i żwirów wodnolodowcowych poziomów sandrowych stadiału górnego zlodowacenia Wisły, zlokalizowane jest złożo piasków „Lubiewo”. Zostało ono udokumentowane kartą rejestracyjną (Sadowski, 1986) na powierzchni 0,31 ha. Ma formę pokładową i jest suche. Kopalina występuje pod nadkładem gleby oraz piasków pylastych i gliniastych, jest podścielona gliną piaszczystą. Miąższość złoża wynosi od 2,8 do 5,1 m, śr. 3,4 m; grubość nadkładu od 0,8 do 2,3 m, średnio 1,3 m; stosunek grubości nadkładu do miąższości złoża od 0,16 do 1,00, średnio 0,49 m. Parametry jakościowe kopaliny są następujące: punkt piaskowy 94,8–95,6%, śr. 95,3%; zawartość pyłów mineralnych 5,0–7,8%, śr. 6,4%; ciężar nasypowy w stanie zagęszczonym 1,67–1,69 T/m³, śr. 1,68 T/m³. Nie stwierdzono obecności zanieczyszczeń obcych ani grudek gliny.

Na północ od wsi Dziubiele, w obrębie piasków, żwirów, mułków i glin wodnomorenowych tarasów oraz plateau kemowego, zlokalizowane jest złożo piasków i żwirów „Dziubiele”. Zostało ono udokumentowane kartą rejestracyjną (Sadowski, 1991a) na powierzchni 0,60 ha. Ma formę pokładową i jest suche. Kopalina występuje pod nadkładem gleby oraz zaglinionych piasków ze żwirem. Poniżej serii złożowej stwierdzono obecność gliny piaszczystej oraz gliniastego piasku ze żwirem. Miąższość złoża wynosi od 2,1 do 5,4 m, średnio osiągając 4,0 m, grubość nadkładu od 0,2 do 0,9 m, średnio 0,5 m a stosunek grubości nadkładu do miąższości złoża zmienia się w granicach od 0,04 do 0,28 i wynosi średnio 0,15. Parametry jakościowe kopaliny są następujące: punkt piaskowy 55,0–64,0%, śr. 58,6%; zawartość pyłów mineralnych 5,5–8,0%, śr. 7,0%; ciężar nasypowy w stanie zagęszczonym 1,98–2,10 T/m³, śr. 2,04 T/m³. Zawartość grudek gliny mieści się w granicach 0,35–0,60%, śr. 0,5% a zawartość zanieczyszczeń obcych 0,10–0,18%, śr. 0,14%. Kopalina pochodząca ze złoża „Dziubiele” nadaje się do lokalnego budownictwa oraz budowy i konserwacji dróg o nawierzchni żwirowej.

Na południowy wschód od miejscowości Borek, w obrębie piasków i żwirów wodnolodowcowych poziomów sandrowych stadiału górnego zlodowacenia Wisły, zlokalizowane jest złożo piasków i żwirów „Wygryny”. Zostało ono udokumentowane kartą rejestracyjną (Sadowski, 1984) na powierzchni 1,1 ha. Ma formę pokładową i jest częściowo zawodnione. Kopalina występuje pod nadkładem gleby, piasków drobnoziarnistych i gliniastych, jest podścielona piaskami drobno- i średnioziarnistymi. Miąższość złoża wynosi od 4,2 do 6,8 m, średnio 5,6 m, grubość nadkładu od 0,3 do 1,8 m, średnio 0,9 m, a stosunek grubości nadkładu do miąższości złoża zmienia się w granicach 0,04–0,43, średnio osiągając 0,17. Parametry jakościowe kopaliny są następujące: punkt piaskowy 66,6–77,0%, śr. 73,4%; zawartość pyłów mineralnych 1,5–5,5%, śr. 3,0%; ciężar nasypowy w stanie zagęszczonym 1,89–2,04 T/m³, śr. 1,93 T/m³. Nie stwierdzono obecności grudek gliny a zawartość zanieczyszczeń

obcych mieści się w granicach 0,0–0,07%, śr. 0,01%. Piaskom i żwirom towarzyszą jako współkopalina piaski o następujących średnich parametrach jakościowych: punkt piaskowy 83,0%, zawartość pyłów mineralnych 2,2%, zawartość zanieczyszczeń obcych 0,05% oraz ciężar nasypowy w stanie zagęszczonym 1,83 T/m³. Nie stwierdzono obecności grudek gliny. Kopalina główna może być wykorzystywana do produkcji pospółki betonu zwykłego, współkopalina jako piasek do betonu zwykłego.

Na południe od miejscowości Wygryny, w obrębie piasków i żwirów wodnolodowcowych poziomów sandrowych stadiału górnego zlodowacenia Wisły, zlokalizowane jest złożo piasków i żwirów „Wygryny II”. Zostało ono udokumentowane kartą rejestracyjną (Sadowski, 1991b) na obszarze 1,2 ha – 0,46 ha zajmuje złożo pozabilansowe, a 0,74 ha złożo bilansowe. Ma formę pokładową i jest suche. Kopalina występuje pod nadkładem gleby i piasków drobnoziarnistych, pylastych i średnioziarnistych zorsztynizowanych, jest podścielona piaskami drobnoziarnistymi, pylastymi i mułkami piaszczystymi. Miąższość złoża wynosi od 4,1 do 7,3 m, średnio 6,0 m, grubość nadkładu od 0,3 do 0,7 m, śr. 0,5 m, a stosunek grubości nadkładu do miąższości złoża zmienia się w granicach 0,04–0,12, średnio osiągając 0,09. Parametry jakościowe kopaliny są następujące: punkt piaskowy 57,8–70,8%, śr. 64,3%; zawartość pyłów mineralnych 1,3–3,8%, śr. 3,0%; ciężar nasypowy w stanie zagęszczonym 1,97–2,03 T/m³, śr. 1,99 T/m³. Zawartość grudek gliny mieści się w granicach od 0,0 do 0,18%, śr. 0,11%, a zawartość zanieczyszczeń obcych 0,05–0,20%, śr. 0,12%. Kopalina nadaje się do produkcji betonu (po uszlachetnianiu) oraz budowy i konserwacji dróg o nawierzchni żwirowej.

Ponieważ złożo „Zełwagi” zawiera się w całości w obszarze złoża „Zełwagi II” powinno ono być wskazane przez odpowiednie służby (starostę powiatu mrągowskiego) do wykreślenia z Bilansu zasobów kopaliny.

Złoża występujące na omawianym obszarze zawierają surowce pospolite, powszechnie występujące, dlatego zaklasyfikowano je z punktu widzenia ich ochrony do złóż klasy 4. Klasyfikację sozologiczną złóż przeprowadzono uwzględniając stopień kolizyjności eksploatacji górniczej danego złoża w odniesieniu do różnych komponentów środowiska przyrodniczego i elementów zagospodarowania przestrzennego. Za złoża konfliktowe (klasa B) uznano „Dziubiele” z uwagi na położenie w Mazurskim Parku Krajobrazowym, „Wygryny” i „Wygryny II” z tej samej przyczyny oraz z uwagi na położenie na obszarze Natura 2000 „Puszcza Piska”. Dodatkowo złożo „Wygryny” sąsiaduje z łąkami na glebach pochodzenia organicznego. Złożo „Lubiewo” uznano za konfliktowe z powodu położenia na obszarze Natura 2000 „Ostoja Piska”. Pozostałe dwa złoża uznano za mało konfliktowe.

V. Górnictwo i przetwórstwo kopalin

Na obszarze arkusza Mikołajki aktualnie eksploatowane jest jedno złożo piasków i żwirów „Zełwagi II”. Eksploatacja jest prowadzona przez prywatnego przedsiębiorcę na podstawie koncesji wydanej w 2001 r. i ważnej do 25 maja 2021 r. Obszar górniczy zajmuje powierzchnię 1,84 ha, a teren górniczy 3,91 ha. Wydobycie jest prowadzone we wgłębny, częściowo zawodnionym wyrobisku. Na miejscu jest prowadzone sortowanie urobku na poszczególne frakcje. Po zakończeniu eksploatacji przewidywany jest tu leśny lub rolny kierunek rekultywacji.

Eksploatacja na obszarze objętym przez złożo „Zełwagi” prowadzona była dawniej w niewielkim wyrobisku, przed sporządzeniem karty rejestracyjnej dla tego złoża. Następnie, na podstawie koncesji, prowadzono eksploatację piasków i żwirów na złożu „Zełwagi-1”, które obecnie wykreślone jest z Bilansu zasobów kopalin. Aktualnie złożo „Zełwagi” w całości jest zawarte w obrębie wyrobiska złoża „Zełwagi II”.



Fot. 1. Wyrobisko w obrębie złóż „Zełwagi” i „Zełwagi II”

W latach 90. XX wieku eksploatowane były złoża „Lubiewo”, „Dziubiele” i „Wygryny”. Pozostałe po zaniechaniu eksploatacji wyrobiska nie zostały zrekultywowane. Wyrobiska złóż „Lubiewo” i „Wygryny” ulegają powolnej samoistnej rekultywacji – zarastają samosiejkami. Wyrobisko złoża „Dziubiele” nosi ślady świeżej niekoncesjonowanej eksploatacji.



Fot. 2. Ślady świeżej, niekoncesjonowanej eksploatacji w obrębie złoża „Dziubiele”

W przeszłości, w latach 80. XX wieku, w kilku miejscach (koło Popielna, Niedźwiedziego Rogu, Onufryjewa, Zydląga i Borka) prowadzona była niekoncesjonowana eksploatacja kruszywa na lokalne potrzeby (Inwentaryzacja..., 1987). Miejsca współcześnie prowadzonej eksploatacji tego typu zostały zaznaczone na mapie jako punkty eksploatacji kopalni. Dla dwóch z nich zostały sporządzone karty informacyjne.

VI. Perspektywy i prognozy występowania kopalni

Analizę możliwości udokumentowania nowych złóż w obrębie arkusza Mikołajki przeprowadzono na podstawie informacji na temat budowy geologicznej (Lisicki, 1994, 1999), połączonych z wizją terenową i rejestracją lokalnie eksploatowanych wystąpień kopaliny. Uwzględniono także materiały archiwalne, inwentaryzacje oraz sprawozdania z poszukiwań złóż.

Na obszarze arkusza poszukiwano złóż kruszywa naturalnego (piasek, żwir, pospółka), torfów i surowców ilastych ceramiki budowlanej.

Na terenie gminy Mikołajki prowadzono w latach 80. XX wieku prace zwiadowcze w celu zlokalizowania złóż kruszywa naturalnego prowadzono również na terenie gminy Mikołajki (Paprocka, 1985). Na ich podstawie wytypowano jeden obszar prognostyczny piasków (tabela 2). Jest on położony w okolicy wsi Nowe Sady (na północny zachód od Mikołajek). Wskazany rejon tworzą wzgórza morenowe otoczone lokalnie występującymi podmokło-

ściami. Kruszywo ma średnią miąższość 2,45 m, osiągając maksymalnie 4,70 m. Zasoby prognostyczne w kategorii D₁ na terenie objętym pracami (ok. 1,5 ha) wynoszą około 60 tys. t. Wstępne badania jakościowe kruszywa wykazały wartość punktu piaskowego (zawartość ziaren o średnicy <2 mm) od 71,3 do 93,6%, śr. 81,1%; wskaźnika piaskowego 80%, a zawartość pyłów od 0,9 do 6,8%, śr. 3,6%.

W latach 60. na terenie powiatu piskiego przeprowadzono inwentaryzację odkrywek surowców mineralnych (Kociszewska-Musiał i in., 1965). Prace wykazały obecność rejonów perspektywicznych dla eksploatacji i poszukiwań złóż piasku i żwiru. Na arkuszu Mikołajki są to tereny na północ od wsi Dziubiele. Na obszarze rozległego wzniesienia morenowego z okresu zlodowacenia Wisły stwierdzono występowanie pospółki różnoziarnistej, pylastej oraz piasków różnoziarnistych z głazami i piasków średnioziarnistych. Oba surowce mogą mieć zastosowanie w budownictwie. Szczegółowych badań jakościowych nie wykonano.

Na podstawie dodatkowej analizy materiałów archiwalnych oraz szczegółowej mapy geologicznej (Sadowski 1986, 1990; Kokociński, 2001; Lisicki, 1994, 1999), w sąsiedztwie złoża piasków „Lubiewo” oraz złóż piasków i żwirów „Zełwagi” i „Zełwagi II” wyznaczono obszar perspektywiczny piasków. Są to piaski wodnolodowcowe, prawdopodobnie o podobnej miąższości (średnio 3 m) i zbliżonych parametrach jakościowych jak w złożu „Lubiewo” (punkt piaskowy ok. 95%, zawartość pyłów mineralnych ok. 6%, ciężar nasypowy w stanie zagęszczonym ok. 1,68 T/m³). W południowej części obszaru można się spodziewać utworów o większej zawartości frakcji żwirowej (w pobliżu złóż „Zełwagi” i „Zełwagi II”).

Torfy są surowcem najlepiej rozpoznany na terenie arkusza. W roku 1955 wykonano dokumentację geologiczną złóż torfów „Lisuny” (Łaszek, 1955) i „Zielony Dworek” (Durski, 1955), a w latach 60. dokumentacje geologiczne torfowisk „Kaczerajno” i „Kończewo” (Kociszewska-Musiał i in., 1965). Wszystkie złoża znajdują się dziś na terenie Mazurskiego Parku Krajobrazowego. Z tego powodu, według późniejszych weryfikacji złóż i wystąpień torfu (Ostrzyżek, Dembek, 1996), złoża te nie zostały zaliczone do potencjalnej bazy zasobowej. Torfy są kopaliną powszechnie występującą w Krainie Wielkich Jezior Mazurskich, stąd ich eksploatacja w obrębie parku krajobrazowego nie jest uzasadniona. Obecność pokładów torfów stwierdzono również w innych rejonach arkusza. Wypełniają obniżenia terenu w okolicach Lubiewa i Prawdowa, na północ od Jeziora Gardyńskiego, w rejonie Iznoty, Niedźwiedziego Rogu, na północ od Onufryjewa i na południe od Wejsun. Torfy charakteryzują się średnią miąższością 2,2 m i popielnością wynoszącą średnio 12% wag. (Ostrzyżek, Dembek, 1996). Eksploatacja tych surowców jest jednak niemożliwa z uwagi na ich położenie w granicach MPK, jego otuliny oraz na obszarach łąk chronionych.

Tabela 2

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 od-do (m)	Zasoby w kategorii D ₁ (tys. t)	Zastosowanie kopaliny
1	2	3	4	5	6	7	8	9
I	1,5	p	Q	punkt piaskowy 71,3-93,6%; śr. 81,1% wskaźnik piaskowy 80% zawartość pyłów 0,9-6,8%; śr. 3,6%	-	śr. 2,45 max. 4,70	ok. 60	Sd

Rubryka 3 – **p** – piaski

Rubryka 4 – **Q** – czwartorzęd

Rubryka 9 – **Sd** – surowce drogowe

Prace poszukiwawcze złóż surowców ilastych, prowadzone m.in. w rejonie wsi Stare Tałty położonej na północ od Mikołajek (Paprocka, 1985). Stwierdzono tu występowanie osadów piaszczysto-gliniastych. Te ostatnie słabo zwięzłe, często silnie margliste, ze żwirem. Utwory te uznano za nieprzydatne dla potrzeb ceramiki budowlanej. Teren badań zdyskwalifikowano do dalszych prac. W związku z tym, że dostępne materiały archiwalne są zdekompletowane (brak map) obszary o negatywnych wynikach rozpoznania nie zastały naniesione na mapę.

VII. Warunki wodne

1. Wody powierzchniowe

Arkusze Mikołajki jest położony na obszarze zlewni rzeki Pisy będącej dopływem Narwi. Można tu wydzielić pięć zlewni czwartego rzędu – niewielką zlewnię Krutyni, zlewnię jezior Mikołajskiego i Bełdany, zlewnię jezior Mamry i Tałty, zlewnię Śniardw i zlewnię Pisy (Mapa podziału..., 2007). Pisa (biorąca swój początek z jeziora Roś – na arkuszu Pisz) jest zasilana wodami pochodzącymi z jezior – odwadnia system Wielkich Jezior Mazurskich oraz bezpośrednimi dopływami.

Jedyną większą rzeką na obszarze arkusza jest Krutynia. Swój bieg rozpoczyna na terenach otaczających Jezioro Warpuńskie. Ponieważ jednak zwyczajowo przyjmuje się, że rzeki zmieniają swe nazwy, gdy przepływają przez jezioro, które zbiera wodę z dodatkowych cieków, to według takiego kryterium Krutynia rozpoczyna bieg w Jeziorze Krutyńskim, a kończy w jeziorze Bełdany, w Zatoce Iznockiej. Na całym swym biegu przyjmuje ona w związku z tym różne nazwy. W górnym biegu rzeka nazywana jest Warpunką, z Jeziora Białego wypływa jako Dąbrówka. Poniżej jeziora Gant nosi nazwę Struga Gant, a po połączeniu ze swym prawobrzeżnym dopływem – Babantem, zmienia nazwę na Babięcka Struga. Na odcinku od jeziora Zyzdrój Mały do Zdróżna zwana jest Spychowską Strugą, a od Jeziora Mokrego – Krutynią. Krutynia poniżej Jeziora Gardyńskiego tworzy dwa rozlewiska – jeziora Malinówko i Jerzewko. Fragment łączący Jerzewko z Bełdanami jest zwany Czarną Rzeką. Popularny kajakowy szlak rzeki Krutyni jest uznawany za najpiękniejszy w Polsce i najbardziej znany w Europie. Jego całkowita długość od wsi Zyndaki do jeziora Bełdany wynosi 102 km. Dwukilometrowy fragment rzeki poniżej Ukty, zwany jest popularnie „Małą Amazonką”, z uwagi na liczne powalone pnie drzew, które nadają całej scenerii egzotyczny charakter (<http://www.mazurskipark.pl>).

Na arkuszu występują też niewielkie ciekі tj. Czarna Struga (Blankowa Struga) uchodząca do jeziora Kaczerajno, Lisunka łącząca jeziora Lusunie i Gardyńskie, Zlewka wpadająca do tego ostatniego, Nidka zwana również Wigrynią płynąca z Jeziora Nidzkiego przez jezioro Wygryny do Bełdan, Garcianka łącząca jezioro Skok z Krutynią, a także kilka cieków bezimiennych.

Znaczącą część arkusza zajmują jeziora. Śniardwy, Tałty, Bełdany i Guzianka Mała są zaliczane do Wielkich Jezior Mazurskich. Jest to połączony system wielkich jezior, który na północy rozpoczynają Mamry. Kanały łączą je z Niegocinem, Jagodnem, Tałtami i dalej Jeziorom Mikołajskim. Jeziora mają wyrównany poziom wód, które piętrzone są w zakresie rzędnych od 115,55 do 116,00 m n.p.m. Podstawowe dane morfometryczne jezior arkusza zostały przedstawione w tabeli 3.

Duży fragment wytopiskowego jeziora Śniardwy znajduje się we wschodniej części arkusza Mikołajki. Jest to największe jezioro Polski. Równoleżnikowo rozciąga się na ponad 22 km, południkowo na ponad 13. Na jego powierzchni leży osiem wysp. Posiada 2 odpływy powierzchniowe – Kanał Jegliński, prowadzący do jeziora Roś i rzekę Wyszkę, wpływającą do jeziora Białoławki (oba poza arkuszem). Prąd wodny jeziora ma prędkość od 30 do 60 m/h i opływa cały akwen w kierunku przeciwnym do ruchu wskazówek zegara. Ze względu na wielkość, nad Śniardwami jak nad morzem można obserwować zjawisko bryzy nocnej i dziennej. W nocy wiatr wieje od lądu, w dzień od wody. Spośród licznych zatok dwie południowe nazwane zostały jeziorami Warnoły i Seksty. Odnogą Sekstów jest jezioro Kaczerajno.

Tabela 3

Dane morfometryczne wybranych jezior (Jańczak (red.), 1999)

Nazwa	Położenie m n.p.m.	Powierzchnia (ha)	Głębokość maksymalna (m)	Głębokość średnia (m)
Śniardwy	115,7	11 340,4	23,4	5,8
Łuknajno	115,7	680,0	3,0	0,6
Warnoły	115,7	337,8	5,3	2,3
Tałty	115,7	1160,4	44,7	15,6
Mikołajskie	115,7	497,9	25,9	11,2
Guzianka Mała	117,7	36,8	13,3	2,6
Bełdany	115,7	940,6	46,0	10,0
Jegocin	122,0	127,4	36,1	9,0
Jorzec	118,0	41,9	11,6	5,5
Zelwążek	122,0	11,5	7,4	3,7
Głębokie	122,4	47,3	34,3	11,8
Płociczno	132,0	16,8	4,7	2,2
Lusunie	123,5	13,8	8,5	3,8
Gardyńskie	116,0	82,5	11,5	2,4
Wejsunek	115,8	38,0	11,8	3,6

Od północy Śniardwy są połączone krótkim kanałem z jeziorem Łuknajno. Jest to płytki zbiornik wytopiskowy o słabo rozwiniętej linii brzegowej, pozbawiony zatok i półwyspów. Brzegi są niedostępne, podtopione, zarośnięte trzcinowiskami i podmokłymi łąkami. W całości jest rezerwatem przyrody. W 1976 roku zostało wpisane przez UNESCO na listę rezerwatów biosfery.

W północno-zachodniej części arkusza znajduje się jezioro Tałty będące najgłębszym jeziorem rynnowym w Krainie Wielkich Jezior Mazurskich. Wypełnia część wielkiej rynny polodowcowej, która na odcinku od Rynu do Rucianego-Nidy ma długość 35 km. Jest w znacznym stopniu zasilane wodami dopływającymi bezpośrednio z sąsiadującego od północy Jeziora Ryńskiego, a także Kanałem Tałckim od strony jezior Niegocin, Łagodne, Szymon i Tałtowisko. Na południu, koło miejscowości Mikołajki, jest połączone z jeziorem Mikołajskim. W XVIII w. jeziora łączyła śluza, obecnie mają wyrównany poziom wody.

Jezioro Mikołajskie w części południowo-wschodniej łączy się ze Śniardwami przez Przeczkę, cieśninę między Popielskim a Dybowskim Rogiem, a w części południowo-zachodniej z jeziorem Bełdany. Granica między nimi jest poprowadzona umownie na wysokości cypla półwyspu Popielskiego Rogu. Jezioro jest zasilane wodami Tałt od strony północnej i Bełdan od południowego zachodu.



Fot. 3. Jezioro Mikołajskie

Jeziro Bełdany składa się z wyraźnie wyodrębnionych dwóch części – południowej, o mocno rozwiniętej linii brzegowej, i północnej, węższej i mniej urozmaiconej. Na południu łączy się poprzez wodną śluzę komorową z jeziorem Guzianka Mała i dalej z Guzianką Wielką oraz Jeziorem Nidzkim. Brzegi Bełdan są wysokie, strome i zalesione. Na wysokości miejscowości Wierzba, od wiosny do jesieni, kursuje prom samochodowy.



Fot. 4. Jezioro Bełdany

Jeziro Gardyńskie położone jest w obrębie rezerwatu Krutynia Dolna. Z Bełdanami połączone jest ujściowym odcinkiem Krutyni, przez jeziora Malinówko i Jerzewko.

Warnoły są płytkim, zarastającym jeziorem, stanowiącym odnogę Śniardw. Charakteryzują się płaskimi, podmokłymi brzegami oraz szerokim pasem zarośli krzewiastych wzdłuż brzegów – wierzb i silnie podtopionych olsów. Jezioro, zabagnione w wielu miejscach, stanowi rezerwat florystyczno-faunistyczny. Na jego środku znajduje się zalesiona Wyspa Warnowska, porośnięta starodrzewem sosnowym.

W południowej części arkusza znajduje się jezioro Jegocin (Jegocin Duży). Jest to bezodpływowy zbiornik otoczony lasem. Na brzegach nie ma żadnych zabudowań i objęty jest strefą ciszy. Jest połączony ciekim zwanym Strużką z niewielkim zbiornikiem – Zgniłką (na arkuszu Ruciane-Nida).

Stan jakości wód na terenie arkusza Mikołajki jest badany przez Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Olsztynie w ramach monitoringu operacyjnego zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 20 sierpnia 2008 r. w sprawie sposobu klasyfikacji stanu jednolitych części wód powierzchniowych (DzU nr 162, poz. 1008, z dnia 10 września 2008 r.). W próbkach wody mierzy się temperaturę i pH, oznacza: zawiesinę ogólną, tlen rozpuszczony, BZT₅, ogólny węgiel organiczny (OWO), przewodność, substancje rozpuszczone, twardość ogólną, wszystkie wskaźniki biogenne i chlorofil „a”.

Badania wód Krutyni prowadzono w 2009 roku w jednym przekroju pomiarowo-kontrolnym w Iznocie, charakteryzującym jednolitą część wód o nazwie „Krutynia z Wigrynią do połączenia jeziora Bełdany z jeziorem Śniardwy”. Badano również Wigrynię (Nidkę) w miejscowości Wygryny – ciek należący do tej samej jednolitej części wód. Ocena stanu ekologicznego i chemicznego wskazuje na dobry stan jednolitej części wód. Zdecydowały o tym temperatura, BZT₅ oraz azot Kjeldahla (Raport..., 2010).

Badania jeziora Łuknajno wykonane w tym samym roku wykazały, że charakteryzuje się ono stanem ekologicznym bardzo dobrym i dobrym stanem chemicznym.

W 2010 roku ogólna ocena wód Krutyni w Iznocie wskazała na dobry stan ekologiczny, o czym zdecydowały: temperatura wody, azot Kjeldahla i OWO (Raport..., 2011).

We wcześniejszych latach wody jezior były oceniane zgodnie z ujednoliconą metodyką badań, opracowaną z Zakładzie Użytkowania Wód Instytutu Kształtowania Środowiska (Wytyczne..., 1994). Najlepszy wynik zanotowano w jeziorze Jegocin, którego wody w 1998 roku zostały zaliczone do I klasy czystości. Wody jeziora Bełdany spełniały w 2004 roku kryteria II klasy czystości. Taki sam wynik zanotowano rok wcześniej podczas badań Śniardw. Jezioro Mikołajskie w 2003 roku otrzymało niską, trzecią klasę jakości.

Wody powierzchniowe na obszarze arkusza Mikołajki, tak samo jak na terenie całej Krainy Wielkich Jezior Mazurskich pełnią bardzo ważną rolę gospodarczą. Są podstawą rybołówstwa, turystyki i rekreacji dając zatrudnienie mieszkańcom.

2. Wody podziemne

Teren arkusza Mikołajki znajduje się w obrębie regionu hydrogeologicznego II mazursko-podlaskiego (Paczyński red., 1995). Zgodnie z podziałem hydrogeologicznym Polski (Paczyński, Sadurski (red.), 2007) obszar arkusza Mikołajki znajduje się w regionie Narwi, Pregoły i Niemna. Należy do jednolitej części wód podziemnych (JCWPD) nr 33.

Na podstawie przeprowadzonych badań (Sokołowski, 2004) wyróżniono tu dwa użytkowe piętra wodonośne:

- pierwsze związane z piaskami zlodowacenia północnopolskiego lub utworami piaszczystymi zlodowacenia warty,
- drugie związane z lokalnie występującymi piaskami zlodowacenia odry.

Pierwszy z nich jest głównym poziomem użytkowym. Występuje powszechnie na prawie całej powierzchni arkusza. Tworzą go piaski różnoziarniste oraz piaski. Poziom jest izolowany od powierzchni warstwą glin zwałowych, jedynie w południowej części arkusza jest pozbawiony izolacji. Na obszarach pozbawionych izolacji zwierciadło wód podziemnych ma charakter swobodny, na pozostałych napięty. Warstwa wodonośna jest zasilana przez infiltrację opadów atmosferycznych, a drenowana przez jeziora: Śniardwy, Tałty, Bełdany i Łuknajno. Na przeważającej części arkusza główny poziom wodonośny występuje na głębokości od 15 do 50 m. Rejony płytszego występowania odnotowano na zachód i południowy wschód od Mikołajek, w południowej części arkusza oraz niewielki fragment przy zachodniej granicy arkusza. Głębiej (>50 m p.p.t.) główny poziom wodonośny występuje na północny zachód od Śwignajna.

Mięszość poziomu wodonośnego jest zróżnicowana. Najmniejszą wartość (<10 m) osiąga w okolicy Ukty. W zachodniej części arkusza jest to 10–20 m, na północy i południu od 20 do 40 m. Parametry hydrogeologiczne również są zróżnicowane. Na większości powierzchni arkusza przewodność hydrauliczna mieści się w granicach 200–500 m²/24h. Przewodność do 100 m²/24h zanotowano na niewielkich obszarach w południowo-zachodniej, północnej i północno-wschodniej części arkusza. Przewodność o wartości 100–200 m²/24h została stwierdzona na północ od jeziora Śniardwy oraz w okolicy Ukty. Wartości >500 m²/24h określono w Mikołajkach oraz na niewielkim obszarze w południowo-zachodnim narożu arkusza. Znaczną zmiennością charakteryzuje się również wydajność potencjalna studni głównego poziomu wodonośnego. Najniższą, <10 m³/h stwierdzono w okolicach Ukty, największą, >120 m³/h, w Mikołajkach i Iznocie. Na przeważającej części arkusza wydajność potencjalna mieści się w granicach 30–50 m³/h.

Drugi użytkowy poziom wodonośny tworzą piaski wodnolodowcowe. Jego mięszość wynosi około 5 m, przewodność hydrauliczna 35 m²/24h a wydajność potencjalna studni jest mniejsza niż 50 m³/h.

Na omawianym terenie przeważają wody typu wodorowęglanowo-wapniowo-magnezowego. Mineralizacja nie przekracza na ogół 400 mg/dm³.

Oceny jakości wód przedstawionej w objaśnieniach do mapy hydrogeologicznej dokonano korzystając z Rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 19 listopada 2002 r. w sprawie wymagań dotyczących jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi (DzU nr 203, poz. 1718 z dnia 5 grudnia 2000 r.). Do klasy I (jakość bardzo dobra) zaliczono wody, które bez uzdatniania spełniają kryteria podane w tym rozporządzeniu. Do klasy IIa (jakość dobra) zaliczono wody wymagające prostego uzdatniania ze względu na nieznaczne przekroczenia wartości podanych w rozporządzeniu. Klasa IIb (jakość średnia) obejmuje wody wymagające uzdatniania a klasa III wody o niskiej jakości (Sokołowski, 2004). Na większości obszaru arkusza wody podziemne charakteryzują się podwyższoną zawartością żelaza i manganu, w związku z czym wymagają uzdatniania. Zaliczone zostały do klas IIa i IIb. Wody klas I i III występują jedynie lokalnie.

Większość terenu położonego w obszarze arkusza Mikołajki została zakwalifikowana jako obszar o średnim stopniu zagrożenia wód podziemnych. Są to tereny o niskiej odporności głównego poziomu użytkowego, pokryte lasami i pozbawione uciążliwych obiektów. Wysokim stopniem zagrożenia charakteryzuje się okolica Mikołajek i Popielna, niskim niewielkie obszary zlokalizowane w północnej i południowo-zachodniej części arkusza, a bardzo niskim dwa obszary w zachodniej części położone na terenach leśnych.

Na mapę naniesiono ujęcia, których zasoby są równe lub większe od 25 m³/h. W Mikołajkach, przy ul. Wawrzyńca Prusa zlokalizowane jest trzyotworowe ujęcie wód podziemnych o zatwierdzonych zasobach 200 m³/h. W miejscowości Stare Tałty znajduje się ujęcie o zasobach 60 m³/h. Gospodarstwo PAN w Wejsunach posiada ujęcie o zasobach 50 m³/h. Nieco mniejszymi zasobami dysponują ujęcia w Mikołajkach – 45 m³/h (dla hotelu) oraz 30 m³/h (dla Centrum Badań Ekologicznych PAN), Dziubielach – 25 m³/h, Stawkach – 34 m³/h, Prawdowie – 30 m³/h, Iznocie – 30 m³/h, Popielnie – 44 m³/h, Wejsunach – 30 m³/h i w Warnowie – 41 m³/h.

Według opracowania Kleczkowskiego z 1990 roku (fig. 3) południowa część arkusza Mikołajki jest położona w obrębie GZWP 215 Subniecka warszawska. Zbiornik ten nie posiada dokumentacji hydrogeologicznej ustanawiającej jego strefy ochronne.

Na południe od Wejsun znajduje się północny fragment udokumentowanego Głównego zbiornika wód podziemnych nr 216 – Sandr Kurpie (Rendak i in., 1998). Charakteryzuje się on dużą miąższością warstwy wodonośnej oraz brakiem lub niewielkim nadkładem izolującym na przeważającej części zajmowanego obszaru. W północnej części zbiornika występują

obszary o dużej podatności na zanieczyszczenia wód podziemnych. Infiltracja z powierzchni trwa tu <5 lat.



Fig. 3. Położenie arkusza Mikołajki na tle obszarów głównych zbiorników wód podziemnych (GZWP) w Polsce, wymagających szczególnej ochrony, wg A. S. Kleczkowskiego (1990)

1 – obszar wysokiej ochrony (OWO) 2 – granica GZWP w ośrodku porowym, 3 granica GZWP w ośrodku szczelinowo-porowym, 4 – jeziora
 Numer i nazwa GZWP, wiek utworów wodonośnych: 205 – Subniecka Warmia trzeciorzęd, kreda (Tr, K), 215 – Subniecka warszawska trzeciorzęd (Tr), 216 – Sandr Kurpie 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 180 – Mikołajki,

umieszczono w tabeli 4. W celu porównania tabelę uzupełniono danymi o przeciętnej zawartości (median) pierwiastków w glebach terenów niezabudowanych Polski (najmniej zanieczyszczonych w kraju).

Tabela 4

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 180 – Mikołajki	Wartość przeciętnych (median) w glebach na arkuszu 180 – Mikołajki	Wartość przeciętnych (median) w glebach obszarów niezabudowanych Polski ⁴⁾
	Grupa A ¹⁾	Grupa B ²⁾	Grupa C ³⁾	N=5	N=5	N=6522
				Frakcja ziarnowa <1 mm Mineralizacja HCl (1:4)		
				Głębokość (m p.p.t.) 0–0,3 0–2,0		
As Arsen	20	20	60	<5	<5	<5
Ba Bar	200	200	1000	11–70	16	27
Cr Chrom	50	150	500	2–6	3	4
Zn Cynk	100	300	1000	13–61	15	29
Cd Kadm	1	4	15	<0,5	<0,5	<0,5
Co Kobalt	20	20	200	<1–3	<1	2
Cu Miedź	30	150	600	<1–10	2	4
Ni Nikiel	35	100	300	1–7	2	3
Pb Ołów	50	100	600	5–13	7	12
Hg Rtęć	0,5	2	30	<0,05–0,08	0,07	<0,05
Ilość badanych próbek gleb z arkusza 180 – Mikołajki w poszczególnych grupach użytkowania				¹⁾ grupa A		
As Arsen	5			a) nieruchomości gruntowe wchodzące w skład obszaru poddanego ochronie na podstawie przepisów ustawy Prawo wodne, b) obszary poddane ochronie na podstawie przepisów o ochronie przyrody; jeżeli utrzymanie aktualnego poziomu zanieczyszczenia gruntów nie stwarza zagrożenia dla zdrowia ludzi lub środowiska – dla obszarów tych stężenia zachowują standardy wynikające ze stanu faktycznego, ²⁾ grupa B – grunty zaliczone do użytków rolnych z wyłączeniem gruntów pod stawami i gruntów pod rowami, grunty leśne oraz zadrzewione i zakrzewione, nieużytki, a także grunty zabudowane i zurbanizowane z wyłączeniem terenów przemysłowych, użytków kopalnych oraz terenów komunikacyjnych, ³⁾ grupa C – tereny przemysłowe, użytki kopalne, tereny komunikacyjne, ⁴⁾ Lis, Pasieczna, 1995 – Atlas geochemiczny Polski 1:2 500 000 N – ilość próbek		
Ba Bar	5					
Cr Chrom	5					
Zn Cynk	5					
Cd Kadm	5					
Co Kobalt	5					
Cu Miedź	5					
Ni Nikiel	5					
Pb Ołów	5					
Hg Rtęć	5					
Sumaryczna klasyfikacja badanych gleb z obszaru arkusza 180 – Mikołajki do poszczególnych grup użytkowania (ilość próbek)						
	5					

Materiał i metody badań laboratoryjnych

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

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

Prezentacja wyników

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

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

Zanieczyszczenie gleb metalami

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

2002 r., jak i do wartości przeciętnych określonych dla gleb obszarów niezabudowanych całego kraju (tabela 4).

Przeciętne zawartości: arsenu, baru, chromu, cynku, kadmu, kobaltu, miedzi, niklu i ołowiu w badanych glebach arkusza są na ogół niższe lub równe w stosunku do wartości przeciętnych (median) w glebach obszarów niezabudowanych Polski. Wyższą wartość mediany wykazuje jedynie zawartość rtęci.

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

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

portowane w dół rzek (Gocht i in., 2001, Gabler, Schneider, 2000, Weng, Chen, 2000). Przemieszczenie na tarasy zalewowe zanieczyszczonych osadów powoduje wzrost stężenia metali ciężkich i trwałąmi zanieczyszczeniami organicznymi w glebach (Bojakowska, Sokołowska, 1996, Bojakowska i in., 1995, Miller i in., 2004, Middelkoop, 2000).

Kryteria oceny osadów

Jakość osadów dennych, w aspekcie ich zanieczyszczenia metalami ciężkimi oraz wielopierścieniowymi węglowodarami aromatycznymi (WWA) i polichlorowanymi bifenylami (PCB) oceniono na podstawie kryteriów zawartych w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 16 kwietnia 2002 r. we sprawie rodzajów oraz stężeń substancji, które powodują, że urobek jest zanieczyszczony (DzU nr 55 poz. 498 z 14 maja 2002 r.). Dla oceny jakości osadów wodnych ze względów ekotoksykologicznych zastosowano wartości *PEL* (ang. *Probable Effects Levels – przypuszczalne szkodliwe stężenie*) – określające zawartość pierwiastka, WWA i PCB, powyżej której prawdopodobny jest szkodliwy wpływ zanieczyszczonych osadów na organizmy wodne. W tabeli 5 zamieszczono dopuszczalne zawartości pierwiastków oraz trwałych zanieczyszczeń organicznych (TZO) w osadach wydobywanych podczas regulacji rzek, kanałów portowych i melioracyjnych, obowiązujące w Polsce oraz wartości tła geochemicznego dla osadów wodnych Polski i wartości *PEL*.

Tabela 5

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

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

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

** – MACDONALD D. i in., 2000.

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

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

Materiały i metody badań laboratoryjnych

W opracowaniu wykorzystane zostały dane z bazy *OSADY* zawierającej wyniki monitoringowych badań geochemicznych osadów wodnych Polski wykonywanych na zlecenie Głównego Inspektora Ochrony Środowiska w ramach Państwowego Monitoringu Środowiska (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 głęboczków jezior. W badaniach analitycznych wykorzystano frakcję ziarnowa drobniejsza niż 0,2 mm. Zawartości arsenu, chromu, kadmu, ołowiu, miedzi, niklu i cynku oznaczono metodą atomowej spektrometrii emisyjnej ze wzbudzeniem plazmowym (ICP-OES), z roztworów uzyskanych po 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 wychwytu elektronów (GC-ECD). Wszystkie oznaczenia wykonano w Centralnym Laboratorium Chemicznym Państwowego Instytutu Geologicznego w Warszawie.

Prezentacja wyników

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

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

Zanieczyszczenie osadów

Na arkuszu zlokalizowany jest jeden punkt PMŚ (Państwowego Monitoringu Środowiska), na rzece Krutyni w Iznocie, z którego osady do badań pobierane są co trzy lata. Osady rzeki charakteryzują się bardzo niskimi zawartościami potencjalnie szkodliwych pierwiastków śladowych niższymi niż ich wartości tła geochemicznego (tab. 6). Także odnotowane zawartości wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych są bardzo niskie. Spośród jezior znajdujących się na arkuszu zbadane zostały osady jezior: Bełdany, Mikołajskie, Śniardwy i Tałty. Osady jezior Bełdany i Tałty charakteryzują się niskimi zawartościami potencjalnie szkodliwych pierwiastków, zbliżonymi do ich wartości tła geochemicznego. Osady jeziora Mikołajskiego i Śniardwy cechuje podwyższona zawartość pierwiastków śladowych, zwłaszcza cynku, ołowiu i rtęci. Odnotowane zawartości WWA w osadach jezior Śniardwy i Tałty są zbliżone do przeciętnie spotykanych, a w osadach jeziora Mikołajskiego są one znacznie podwyższone. Jednakże stwierdzone zawartości pierwiastków śladowych i WWA są niższe od ich dopuszczalnych stężeń według Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 16 kwietnia 2002 r. oraz od ich wartości *PEL*, powyżej której obserwuje się szkodliwe oddziaływanie na organizmy wodne.

Tabela 6

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

Parametr	Krutynia Iznota	Bełdany 2004 r.	Mikołajskie 2011 r.	Śniardwy 2011 r.	Tałty 2011 r.
Arsen (As)	5	7	9	13	5
Chrom (Cr)	4	4	9	8	6
Cynk (Zn)	26	61	100	110	44
Kadm (Cd)	<0,5	0,5	0,8	1,7	<0,5
Miedź (Cu)	8	9	12	10	8
Nikiel (Ni)	3	5	6	7	6
Ołów (Pb)	6	25	44	62	19
Rtęć (Hg)	0,055	0,061	0,171	0,121	0,088
WWA ₁₁ WWA*	0,065	n.o.	3,570	1,427	1,581
WWA ₇ WWA**	0,095	n.o.	3,723	1,572	1,329
PCB***	<0,0007	n.o.	0,0045	0,0013	0,0026

* – 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

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.

3. Pierwiastki promieniotwórcze

Materiał i metody badań

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

Prezentacja wyników

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

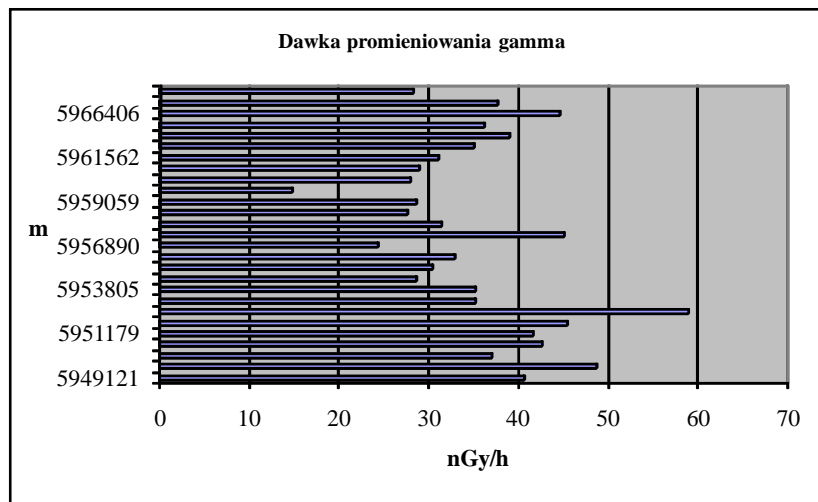
Prezentowane wyniki dawki promieniowania gamma obejmują sumę promieniowania pochodzącego od radionuklidów naturalnych (uran, potas, tor) i sztucznych (cez).

Wyniki

Wartości dawki promieniowania gamma wzdłuż profilu zachodniego wahają się w przedziale od około 15 do około 59 nGy/h. Przeciętnie wartość ta wynosi około 36 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 44 nGy/h i przeciętnie wynoszą około 33 nGy/h.

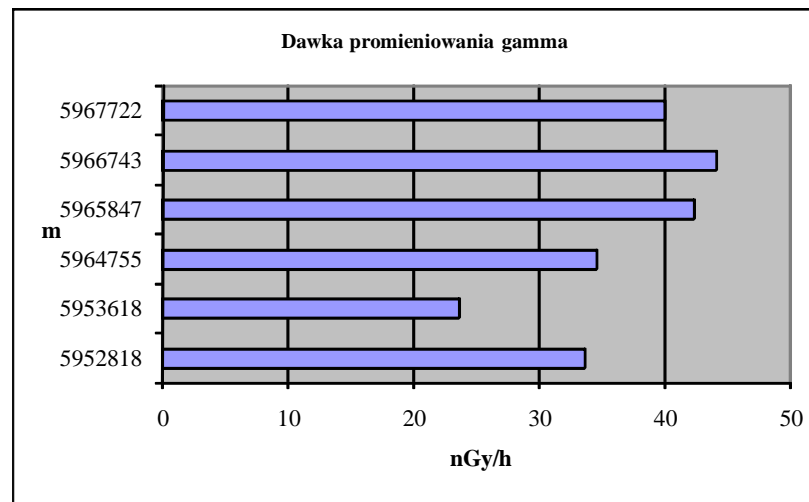
180 W

PROFIL ZACHODNI



180 E

PROFIL WSCHODNI



34

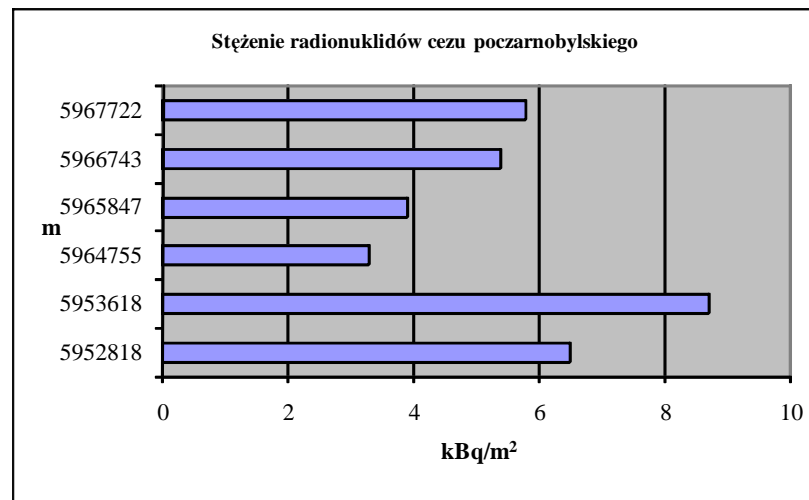
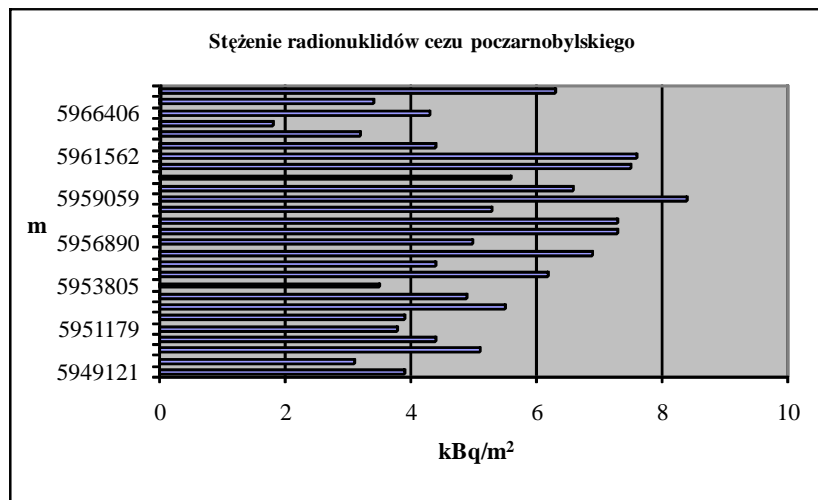


Fig. 4. Zanieczyszczenie gleb pierwiastkami promieniotwórczymi na obszarze arkusza Mikołajki (na osi rzędnych – opis siatki kilometrowej arkusza)

W profilu zachodnim, utwory wodnolodowcowe występujące wzdłuż środkowej części profilu cechują się nieco niższymi wartościami promieniowania gamma (<35 nGy/h) od glin zwałowych zlodowacenia północnopolskiego (>40 nGy/h) zalegających na północy i na południu. Profil wschodni przecina jezioro Śniardwy. Wzdłuż tego profilu dominują piaski i żwiry wodnolodowcowe o podobnych wartościach promieniowania gamma jak w profilu zachodnim (ok. 25–35 nGy/h). Nieco wyższe dawki promieniowania lokalnie zarejestrowane w profilu (40–44 nGy/h) są związane z glinami zwałowymi i osadami jeziornymi (na północ od jeziora) oraz z osadami moren czołowych (piaski, żwiry i gliny) na wyspie Szeroki Ostrów.

Stężenia radionuklidów poczarnobylskiego cezu zmierzone wzdłuż obu profili są generalnie bardzo niskie, charakterystyczne dla obszarów bardzo słabo zanieczyszczonych. Wzdłuż profilu zachodniego wynoszą od 1,8 do 8,4 kBq/m², a wzdłuż profilu wschodniego wahają się od 2,7 do 8,7 kBq/m².

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). W nielicznych przypadkach przyjęto zmodyfikowane rozwiązania w stosunku do wymienionych aktów prawnych, co wynika ze skali oraz charakteru opracowania kartograficznego i nie stoi w sprzeczności z możliwością późniejszych weryfikacji i uszczegółowień na etapie projektowania składowisk.

Na mapie, w nawiązaniu do powyższych kryteriów, wyznaczono:

- 1) tereny wyłączone całkowicie z możliwości lokalizacji wszystkich typów składowisk ze względu na wymagania ochrony hydrosfery, przyrody, infrastruktury oraz warunki inżyniersko-geologiczne;
- 2) tereny preferowane do lokalizowania w ich obrębie składowisk odpadów, ze względu na istnienie naturalnej, gruntowej warstwy izolacyjnej, są one traktowane jako potencjalne obszary lokalizowania składowisk (POLs);

- 3) tereny nieposiadające naturalnej warstwy izolacyjnej, na których możliwa jest jednak lokalizacja składowisk odpadów pod warunkiem wykonania sztucznej bariery izolacyjnej dla dna i skarp obiektu.

Wymagania dotyczące naturalnych cech izolacyjnych podłoża, a także ścian bocznych potencjalnych składowisk są uzależnione od typu składowanych odpadów (tabela 7).

Ocena wykształcenia naturalnej bariery geologicznej pozwala na wyróżnienie w obrębie POLS:

- warunków izolacyjności podłoża zgodnych z wymaganiami przyjętymi w tabeli 7;
- 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).

Tabela 7

Kryteria izolacyjnych właściwości gruntów

Rodzaj składowanych opadów	Wymagania dotyczące naturalnej bariery geologicznej		
	Miąższość [m]	Współczynnik filtracji k [m/s]	Rodzaj gruntów
N – odpady niebezpieczne	≥ 5	≤ 1 × 10 ⁻⁹	Iły, iłolupki
K – odpady inne niż niebezpieczne i obojętne	1-5	≤ 1 × 10 ⁻⁹	
O – odpady obojętne	≥ 1	≤ 1 × 10 ⁻⁷	Gliny

Omawiane wyżej wydzielenia przestrzenne zostały przedstawione na Planszy B Mapy geośrodowiskowej Polski. Jednocześnie na dołączonej do materiałów archiwalnych mapie dokumentacyjnej, wskazano lokalizację wybranych wierceń, których profile geologiczne dokumentują obecność potencjalnej warstwy izolacyjnej do głębokości 10 m.

Tło dla przedstawianych na Planszy B informacji stanowi stopień zagrożenia głównego użytkowego poziomu wodonośnego, przeniesiony z arkusza Mikołajki Mapy hydrogeologicznej Polski w skali 1:50 000 (Sokołowski, 2004). Stopień zagrożenia wód podziemnych wyznaczono w pięciostopniowej skali (bardzo wysoki, wysoki, średni, niski, bardzo niski) i jest on funkcją nie tylko wartości parametrów filtracyjnych warstwy izolującej (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 składowiska odpadów. Wydzielone tereny o dobrej izolacyjności (POLS) mogą współwystępować z obszarami o różnym zagrożeniu jakości wód podziemnych.

Obszary o bezwzględnym zakazie lokalizacji składowisk odpadów

W granicach arkusza Mikołajki około 98% powierzchni objęte jest bezwzględnym zakazem lokalizowania składowisk wszystkich typów odpadów. Wyłączeniom podlegają:

- tereny przykryte osadami holoceniowymi, wykształconymi w postaci: torfów, gytii i kredy jeziornej, piasków, żwirów i mułków jeziornych oraz rzecznych, a także piasków i glin koluwalnych i deluwialnych. Utwory te akumulowane zostały przede wszystkim w dolinie Krutyni i drobnych cieków zasilających jeziora, a także w brzeźnych strefach jezior oraz w zagłębieniach wytopiskowych;
- tereny zabagnione i podmokłe oraz obszary chronionych łąk na glebach pochodzenia organicznego (występujące powszechnie na całym obszarze arkusza), wyłączone bezwzględnie wraz ze strefą o szerokości 250 m;
- obszary bardzo płytkiego występowania zwierciadła wód podziemnych głównego użytkowego poziomu wodonośnego, położonego w południowej części arkusza, w obrębie których obecność pierwszego zwierciadła wód podziemnych stwierdzono na głębokości 0–5 m (Sokołowski, 2004). Poziom ten wykazuje niską odporność na zanieczyszczenia antropogeniczne, głównie ze względu na brak izolacji od wpływów powierzchniowych;
- obszary w bezpośrednim otoczeniu jezior: Śniardwy, Bełdany, Łuknajno, Tałty, Mikołajskie, Warnołty, Kaczerajno i kilkunastu mniejszych (250 m od lustra wody);
- otoczenie źródeł (w promieniu 250 metrów), zlokalizowanych wzdłuż brzegów rynny jeziora Tałty;
- obszar ochronny czwartorzędowego głównego zbiornika wód podziemnych „Sandr Kurpie” (GZWP nr 216), którego fragment znajduje się w południowej części arkusza (Rendak i in., 1998);
- obszary objęte ochroną przyrody w ramach Europejskiej Sieci Ekologicznej NATURA 2000 - obszary specjalnej ochrony ptaków „Puszcza Piska” (PLB 280008) i „Jezioro Łuknajno (PLB 280003) oraz specjalne obszary ochrony siedlisk: „Ostoja Piska (PLH 280048) i „Mazurska Ostoja Żółwia Baranowo” (PLH 280055);
- tereny rezerwatów przyrody: „Jezioro Łuknajno”, „Pierwos”, „Krutynia Dolna”, „Czaplińiec”, „Jezioro Warnołty” i „Jezioro Lisunie”;
- zwarte kompleksy leśne o powierzchni powyżej 100 ha;
- obszary występowania osuwisk i predysponowane do występowania ruchów masowych, zlokalizowane w rejonie jezior: Tałty i Mikołajskiego (Morawski, Szwarz-Pochodzka, 2008);
- tereny zwartej zabudowy Mikołajek (siedziba urzędu miasta i gminy).

Charakterystyka i ograniczenia warunkowe obszarów spełniających wymagania dla składowania odpadów obojętnych

Rejony, w których lokalizacja składowisk odpadów jest dopuszczalna, zajmują około 2% obszaru arkusza (600 ha).

Preferowane do tego celu są obszary posiadające naturalną warstwę izolacyjną, zgodną z wymaganiami dotyczącymi naturalnej bariery geologicznej (NBG) (tabela 7).

W obrębie omawianego obszaru rolę taką spełniają plejstocénskie gliny zwałowe stadiału górnego zlodowacenia Wisły (zlodowacenia północnopolskie), których zasięg powierzchniowy określono na Szczegółowej mapie geologicznej Polski (Lisicki, 1994, 1999). Na powierzchni terenu, odsłaniają się one w postaci niewielkich płątów na powierzchni wysoczyzny polodowcowej, w rejonie Mikołajek i Dziubieli (północna część arkusza). Pod względem litologicznym jest to osad silnie piaszczysty, zawierający frakcję żwirową i głązową, wapnisty od głębokości 1 metra. W rejonie Mikołajek najmłodsze gliny zwałowe bywają dwudzielne, i lokalnie dodatkowo podścielone są glinami starszego stadiału. Analiza otworów wiertniczych i przekrojów geologicznych oraz hydrogeologicznych wskazuje, że w omawianych rejonach sumaryczna miąższość glin zwałowych zlodowacenia Wisły waha się od 1 do 15 metrów w okolicach Mikołajek oraz od 3 do 16 m w Dziubielach. Na północ i południe od Mikołajek, gliny te mogą być podścielone starszymi, mocniej skonsolidowanymi glinami zwałowymi zlodowacenia warty (zlodowacenia środkowopolskie), osiągając łączną miąższość dochodzącą do około 25–30 metrów. Przeważnie jednak poszczególne poziomy glin zwałowych rozdzielone są warstwą przepuszczalnych osadów wodnolodowcowych.

Obszary przypowierzchniowego występowania osadów piaszczysto-żwirowych (wodnolodowcowych, wodno morenowych, moren czołowych lub spiętrzonych) o miąższości przekraczającej 2,5 m określono jako pozbawione naturalnej warstwy izolacyjnej. Zaznaczono je w okolicach Zimowa, Lubiewa, Starych Tańtów, Mikołajek i Dziubieli. Lokalizacja składowiska odpadów na tych terenach wiązać się będzie z koniecznością wykonania sztucznej bariery izolacyjnej jego dna i skarp.

W zasięgu obszarów preferowanych pod składowiska odpadów obojętnych głównym wodonośnym poziomem użytkowym jest pierwszy czwartorzędowy poziom wodonośny związany z piaskami zlodowacenia Wisły lub Warty (Sokołowski, 2004). W omawianych rejonach występuje ono na zmiennej głębokości 15–50 m, a koło Kolonii Probark nawet głębiej, przeważnie pod nadkładem glin zwałowych. Są to jednak tereny o generalnie niskiej odporności głównego użytkowego poziomu wodonośnego. Stopień zagrożenia głównego użytkowego poziomu (GPU) jedynie w rejonie Starych Tańtów określono jako niski, częściowo-

wo ze względu na brak ognisk zanieczyszczeń. Na północ i południowy wschód od Mikołajek, a także w rejonie Dziubieli głębokość zwierciadła wody GPU nie przekracza 30 metrów, co przy uwzględnieniu licznych w tym rejonie ognisk zanieczyszczeń, zdecydowało o wyznaczeniu wysokiego stopnia zagrożenia.

W obrębie wyznaczonych POLS wydzielono rejonu wyspecyfikowanych uwarunkowań (RWU). Wyróżniono je głównie ze względu na ochronę przyrody: położenie w granicach Mazurskiego Parku Krajobrazowego, Obszaru Chronionego Krajobrazu Krainy Wielkich Jezior Mazurskich oraz Obszaru Chronionego Krajobrazu Otuliny Mazurskiego Parku Krajobrazowego-Wschód. Ponadto w promieniu 1 km wyznaczono ograniczenie warunkowe związane z sąsiedztwem zwartej zabudowy miasta Mikołajki, natomiast ze względu na istnienie ładowiska usytuowanego w zachodniej części miasta, strefa ograniczenia warunkowego składowania odpadów obejmuje obszar w promieniu 8 km od obiektu.

Ograniczenia te nie mają 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.

Wskazania lokalizacyjne pod składowiska odpadów we wskazanych rejonach mogą nastąpić dopiero po przeprowadzeniu szczegółowych badań hydrogeologicznych i geologicznych mających na celu rozpoznanie budowy geologicznej terenu planowanego składowiska i zbadanie przestrzennej budowy pakietu słabo przepuszczalnego.

Charakterystyka i ograniczenia warunkowe obszarów spełniających wymagania dla składowania odpadów komunalnych

Na terenie arkusza nie wyznaczono rejonów spełniających wymagania pod lokalizację składowisk odpadów innych niż niebezpieczne i obojętne (komunalnych), dla których wymagana jest przypowierzchniowa warstwa gruntów spoistych o współczynniku wodoprzepuszczalności $<1 \times 10^{-9}$ m/s i miąższości większej od 1 m. W strefie przypowierzchniowej brak jest osadów tego typu.

Budowa składowiska odpadów tego typu będzie się wiązać z koniecznością zastosowania dodatkowych sztucznych barier izolacyjnych. Ponieważ jest to inwestycja uciążliwa dla środowiska naturalnego, na waloryzowanym obszarze (o dużych walorach przyrodniczych) nie jest wskazane lokalizowanie obiektu w postaci składowiska odpadów komunalnych.

W granicach arkusza nie występują składowiska odpadów komunalnych.

Ocena najkorzystniejszych warunków geologiczno-hydrogeologicznych dla lokalizowania składowisk odpadów

Obszary spełniające wymagania przyjęte dla naturalnej bariery geologicznej odpowiedniej dla lokalizowania składowisk odpadów obojętnych wyznaczono jedynie w kilku niewielkich rejonach, w których w strefie przypowierzchniowej występują gliny zwałowe stadiału górnego zlodowacenia Wisły. Wszystkie wskazane miejsca położone są w granicach obszarów chronionych, o dużych walorach przyrodniczych.

Na podstawie przeprowadzonej analizy pozostałych uwarunkowań (odporność GPU na zanieczyszczenia, miąższość naturalnej bariery geologicznej) można stwierdzić, że najlepsze warunki lokalizacyjne dla budowy składowiska odpadów występują w rejonie położonym na północ od Mikołajek (Stare Tałty). Naturalna bariera geologiczna, zbudowana z pakietu glin zwałowych może tam osiągać łączną miąższość przekraczającą 25 metrów. Czwartorzędowy użytkowy poziom wodonośny charakteryzuje się w tym rejonie niskim stopniem zagrożenia.

Charakterystyka wyrobisk poeksploatacyjnych

Na terenach nieobjętych bezwzględnym zakazem lokalizowania składowisk brak jest wyrobisk (o powierzchni >1 ha) związanych z niekoncesjonowaną eksploatacją kopalni, które z uwagi na istnienie niezagospodarowanej niszy w morfologii terenu mogłyby być rozpatrywane jako potencjalne miejsce składowania odpadów.

X. Warunki podłoża budowlanego

Na obszarze arkusza Mikołajki przeprowadzono zgeneralizowaną ocenę warunków geologiczno-inżynierskich podłoża budowlanego. Wyróżniono obszary: o korzystnych warunkach dla budownictwa oraz o warunkach niekorzystnych, utrudniających budownictwo.

Warunków geologiczno-inżynierskich nie analizowano na terenach występowania: złóż, lasów, łąk na glebach pochodzenia organicznego, gruntów rolnych zaliczanych do klas bonitacyjnych od I do IVa, rezerwatów przyrody i parku krajobrazowego. Ogółem waloryzacji poddano jedynie około 5% powierzchni obszaru w północnej części arkusza.

Do obszarów o korzystnych warunkach budowlanych zalicza się tereny występowania gruntów spoistych: zwartych, półzwartych i twaroplastycznych oraz gruntów niespoistych, najczęściej średniozagęszczonych i zagęszczonych, na których nie występują zjawiska geodynamiczne a głębokość występowania wód gruntowych przekracza 2 m p.p.t. Korzystne warunki budowlane są związane z gruntami spoistymi mało skonsolidowanymi i nieskonsolidowanymi, najczęściej morenowymi glinami i glinami piaszczystymi ze zlodowacenia Wisły.

Osady te budują morenową wysoczyznę polodowcową oraz pagórki morenowe w północnej części arkusza (rejon Mikołajek i Dziubieli). Należy jednak zwrócić uwagę, że przy bardzo urozmaiconej rzeźbie, w zagłębieniach terenu mogą występować utwory słabonośne (deluwia, osady organiczne) i towarzyszące im podmokłości.

Obszarami o warunkach niekorzystnych dla budownictwa są rejony występowania gruntów słabonośnych (głównie namulów organicznych i piasków aluwialnych) oraz miejsca podmokłe i zabagnione, gdzie zwierciadło wody podziemnej stabilizuje się płycej niż 2 m p.p.t. Warunki takie występują na terenach podmokłych zlokalizowanych pomiędzy jeziorami Tałty i Głębokie (np. Prawdowskie Bagno) oraz wzdłuż brzegów większości jezior. Niekorzystne dla budownictwa są również osady przekształcone procesami glacitektonicznymi tj. utwory moren spiętrzonych i z wyciśnięcia o budowie łuskowej występujące na północ i północny zachód od Mikołajek. Warunki geologiczno-inżynierskie utrudniające budownictwo wymagają specjalnych zabiegów przy prowadzeniu robót budowlanych tj. wymiana gruntu, umocnienia czy odwodnienia. Lokalnie występujące na waloryzowanym obszarze znaczne spadki terenu, głównie przy brzegach jezior oraz zagłębienia osuwiskowe stanowią również utrudnienie dla budownictwa. Tereny takie występują wzdłuż jezior Tałty i Mikołajskie w okolicy Mikołajek oraz na wyspie Szeroki Ostrów na Śniardwach (Morawski, Szwarz-Pochodzka, 2008).

XI. Ochrona przyrody i krajobrazu

Arkusze Mikołajki położony jest w centrum Krainy Wielkich Jezior Mazurskich. Unikatowy krajobraz tego regionu kształtują liczne jeziora oraz lasy Puszczy Piskiej.

Niewielki obszar w skali arkusza zajmują grunty rolne (gleby wysokich klas bonitacyjnych I–IVa). Występują w postaci niewielkich kompleksów na północ od Mikołajek, w rejonie wsi Dziubiele, Popielno, Wejsuny i Ukta. Łąki na glebach pochodzenia organicznego zajmują niewielkie obszary położone głównie w pobliżu jezior Gardyńskiego, Łuknajna oraz Warnołów.

Niemal cała powierzchnia arkusza objęta jest różnymi prawnymi formami ochrony przyrody tj. park krajobrazowy, rezerwaty przyrody, użytki ekologiczne i obszary chronionego krajobrazu.

Największy obszar zajmuje Mazurski Park Krajobrazowy (MPK). Park został utworzony w 1977 r. w celu zachowania wartości przyrodniczych, kulturowych i historycznych tego obszaru. Jego powierzchnia wynosi 53 655 ha, z czego połowę stanowią lasy (Kruszelnicki,

Kruszelnicka, 2011). Strefa ochronna obejmuje 18 608 ha. Rzeki i jeziora zajmują około 30% powierzchni MPK, reszta to użytki rolne.

Jednym z rodzajów działalności MPK jest edukacja ekologiczna prowadzona między innymi w formie lekcji muzealnych, organizowania konkursów wiedzy o Parku, prowadzenia obozów naukowych i praktyk studenckich, warsztatów dla nauczycieli biologii i geografii, przeprowadzania akcji sprzątania Parku oraz opracowywaniu ścieżek przyrodniczych.

Od 2005 roku Mazurski Park Krajobrazowy funkcjonuje bez planu ochrony, który został uchylony przez wojewodę warmińsko-mazurskiego. Skutkuje to brakiem możliwości efektywnego działania, a zatem dbania o zasoby przyrody, do czego został powołany.

Na terenie Parku utworzono 11 rezerwatów przyrody. Sześć z nich znajduje się na obszarze arkusza Mikołajki (tab. 8).

Rezerwat faunistyczny „Jezioro Łuknajno” o powierzchni 1189,11 ha został utworzony w 1947 r. Chroni jedną z największych ostoi łabędzia niemego w Polsce. Ponadto w rezerwacie obserwowano 175 gatunków ptaków, z których 75 gniazduje. W 1977 r. jezioro zostało uznane przez UNESCO za rezerwat biosfery (MaB), a w 1978 r. wpisano je na listę międzynarodowych rezerwatów Konwencji RAMSAR. Oprócz łabędzi licznie występują tu również łyski, cztery gatunki perkozów, wodniki, kokoszki wodne, bieliki rybołowy oraz trzy gatunki czapli. Doliczono się w sumie ponad 170 gatunków ptactwa wodnego i błotnego (gniazdujących i przelatujących). Dno jeziora w 77% jest pokryte ramienicami, rdestnicami i wywłócznikami.



Fot. 5. Widok na rezerwat „Łuknajno”

„Czapliniec”, zlokalizowany na wschód od jeziora Łuknajno, jest również rezerwatem faunistycznym. Został utworzony w 1947 r. na powierzchni 17,10 ha. Rezerwat chroni ponad 200-letni drzewostan sosnowy, gdzie wcześniej była kolonia czapli siwej.

Rezerwat „Lisunie” o powierzchni 15,78 ha, utworzony w 1958 r. obejmuje zarastające śródlądne jezioro oraz stanowiska rzadkich roślin szuwarowych i wodnych. Niemal całe jezioro okala szeroki pas trzciny pospolitej oraz kłóci wiechowatej. Na uwagę zasługuje również bogactwo mchów.

Rezerwat krajobrazowo-florystyczno-faunistyczny „Pierwos” został utworzony w 1987 r. Na arkuszu Mikołajki znajduje się jego wschodnia część, która zajmuje powierzchnię 605,48 ha. Rezerwat chroni zróżnicowane ekosystemy leśne, torfowiskowe i wodne. Obejmuje płytkie, zarastające Jezioro Pierwos, strumienie Pierwos i Garciankę oraz ujściowy odcinek rzeki Krutyni. Na terenie rezerwatu rośnie wiele starych drzew (są to głównie dęby o średnicy >3 m) oraz rzadkości florystycznych. Spotkać tu można rzadkie zwierzęta tj. bielik, puchacz czy wilk.

W zachodniej części arkusza znajduje się rezerwat „Krutynia” zwany „Krutynią Dolną” zajmujący powierzchnię 969,33 ha. Rezerwat chroni fragment Parku o najbogatszej florze i faunie. Obejmuje dolny odcinek rzeki Krutyni, jeziora: Gardyńskie, Malinówko, Dłużec i Smolak oraz przyległe lasy, torfowiska i łąki. W obrębie rezerwatu Krutynia jest rzeką szeroką (średnio około 20 m) i głęboką (2–7 m), o powolnym prądzie i silnie wykształconych meandrach. Występuje tu bogata flora i fauna jak np. 10 gatunków storczyków, rosiczka, pływacz, pełnik europejski, orlik pospolity, złotogłów, sasanka łąkowa, zawilec wielkokwiatowy i dzwonek boloński. Gnieźdzą się tu rzadkie gatunki ptaków, takie jak bielik, rybołów, orlik krzykliwy, puchacz, żuraw, zimorodek, derkacz i wodniczka.

„Jezioro Warnołty” jest rezerwatem faunistyczno-krajobrazowym utworzonym w 1976 r. na powierzchni 373,3 ha. Jezioro stanowi odnogę Śniardw i jest obszarem lęgowym wielu gatunków ptaków wodno-błotnych oraz miejscem żerowania rzadkich ptaków drapieżnych. Brzegi jeziora porastają zwarte skupiska trzciny pospolitej, roślinności turzycowej i zarośla wierzbowe.

Na obszarze arkusza Mikołajki w obrębie parku planowane jest utworzenie kolejnych pięciu rezerwatów przyrody.

Celem ochrony rezerwatu „Bobrówko”, którego niewielki fragment znajduje się obok wsi o tej samej nazwie przy zachodniej granicy arkusza, będą walory krajobrazowe oraz dobrze zachowane lasy grądowe i łągi (Dąbrowski i in., 1999). Występują tu takie gatunki ptaków jak: orlik krzykliwy, gołąb siniak, dzięcioł średni, brodziec samotny, żuraw, bocian czar-

ny. Rezerwat „Kusnort” położony będzie na półwyspie o tej samej nazwie, wnikającym w jezioro Śniardwy. Jest obszarem pełnym wilgotnych i zabagnionych obniżen terenu porośniętych zaroślami wierzbowymi oraz olszyną zawierającą obfitą florę roślin bagiennych. Jest to również siedlisko licznych ptaków wodno-błotnych. Na południowy zachód od Popielna projektowane jest utworzenie rezerwatu florystycznego o tej samej nazwie. Przedmiotem ochrony będzie charakterystyczny dla Puszczy Piskiej fragment boru świeżego wykształconego na sandrze. W runie leśnym występuje tu m.in. rzadki zimozioł północny objęty ochroną gatunkową. „Kaczerajno-Blankowa Struga” jest projektowanym rezerwatem faunistycznym, na który składa się jezioro Kaczerajno oraz wpadająca do niego niewielka rzeczka zwana Blankową Strugą. Całość otoczona przez lasy Puszczy Piskiej stanowi matecznik dla bobrów, łosi, wydr i licznych ptaków, m.in. bielika. Jezioro pełni ponadto rolę naturalnego tarliska, zasilającego w narybek kompleks jeziora Śniardwy. Ostatni projektowany rezerwat obejmie jezioro Jegocin oraz otaczający je starodrzew sosnowy, zajmując około 460 ha. Jegocin jest zbiornikiem hydrologicznie zamkniętym o głębokości do 36 m odznaczającym się dużymi walorami krajobrazowymi. Fauna projektowanego rezerwatu nie jest zbyt liczna, zawiera jednak gatunki rzadkie np. orzeł bielik (Polakowski, 1985).



Fot. 6. Jezioro Jegocin

Na obszarze arkusza Mikołajki ochroną prawną w formie pomników przyrody objęto kilkadziesiąt drzew (tab. 8). Są to dęby szypułkowe, modrzewie europejskie, klony pospolite,

lipy drobnolistne, sosna pospolita, kasztanowiec biały, aleja lipowa oraz stanowisko kłoci wiechowatej. Ciekawym pomnikiem przyrody nieożywionej jest głaz narzutowy (różowy granit) na półwyspie Kusnort. Mając 2 m wysokości i 1215 cm obwodu jest największym głazem Mazurskiego Parku Krajobrazowego.

Głazy narzutowe są zlokalizowane w Stawku i Dybowie. Ich wymiary nie pozwalają jednak na objęcie ochroną w formie pomnika przyrody.



Fot. 7. Głaz narzutowy w miejscowości Stawek

Tabela 8

Wykaz rezerwatów, pomników przyrody i użytków ekologicznych

Lp.	Forma ochrony	Miejscowość	Gmina Powiat	Rok zatwierdzenia	Rodzaj obiektu (powierzchnia w ha)
1	2	3	4	5	6
1	R	Mikołajki	Mikołajki mrągowski	1947	Fn – Jezioro Łuknajno (1189,11)
2	R	Urwitałt	Mikołajki mrągowski	1947	Fn – Czaplíniec (17,10)
3	R	Lisunie	Mikołajki mrągowski	1958	Fl – Jezioro Lisunie (15,78)
4	R	Kusnort	Mikołajki mrągowski	*	Fl, Fn – Kusnort (ok. 60,0)
5	R	Bobrówko	Piecki mrągowski	1987	K, Fl, Fn – Pierwos (605,48)
6	R	Bobrówko, Nowa Ukta, Śwignajno	Mikołajki, Ruciane-Nida mrągowski, piski	1989	Fj, Fn, K, W – Krutynia Dolna (969,33)

1	2	3	4	5	6
7	R	Bobrowko	Piecki mragowski	*	K, L – Bobrowko (130,0)
8	R	Wierzba, Popielno	Ruciane-Nida piski	*	Fl, L – Popielno (ok. 51,0)
9	R	Wejsuny	Ruciane-Nida piski	1976	Fn, K – Jezioro Warnoły (373,30)
10	R	Niedźwiedzi Róg	Ruciane-Nida piski	*	Fn – Kaczerajno – Blankowa Stru- ga (ok. 450,0)
11	R	przy drodze Pisz- Wejsuny	Ruciane-Nida piski	*	K – Jezioro Jegocin (ok. 460)
12	P	Mikołajki	Mikołajki mragowski	1974	Pż – dąb szypułkowy (8 szt.), mo- drzew europejski (2 szt.)
13	P	Mikołajki	Mikołajki mragowski	1998	Pż – kasztanowiec biały
14	P	Lisunie	Mikołajki mragowski	1966	Pż – stanowisko kłoci wiechowatej
15	P	Kulinowo	Mikołajki mragowski	1985	Pż – lipa drobnolistna (6 szt.)
16	P	Dybowo	Mikołajki mragowski	1956	Pn – G (różowy granit)
17	P	Popielno	Ruciane-Nida piski	1952	Pż – dąb szypułkowy
18	P	Popielno	Ruciane-Nida piski	1985	Pż – dąb szypułkowy
19	P	Popielno	Ruciane-Nida piski	1986	Pż – dąb szypułkowy, sosna po- spolita
20	P	Popielno	Ruciane-Nida piski	1998	Pż – dąb szypułkowy
21	P	Iznota	Ruciane-Nida piski	1994	Pż – klon pospolity (8 szt.), lipa drobnolistna
22	P	Nowy Most	Piecki mragowski	1992	Pż – klon pospolity
23	P	Niedźwiedzi Róg	Ruciane-Nida piski	1977	Pż – lipa drobnolistna
24	P	Lipnik	Ruciane-Nida piski	1952	Pż – dąb szypułkowy (2 szt.)
25	P	Onufryjewo	Ruciane-Nida piski	1993	Pż – dąb szypułkowy
26	P	Onufryjewo	Ruciane-Nida piski	1994	Pż – dąb szypułkowy (3 szt.)
27	P	Wejsuny	Ruciane-Nida piski	1985	Pż – dąb szypułkowy (3 szt.)
28	P	Piaski	Ruciane-Nida piski	1952	Pż – dąb szypułkowy
29	P	Ukta	Ruciane-Nida piski	1994	Pż – aleja 26 drzew pomnikowych: lipa drobnolistna (23 szt.), klon pospolity (3 szt.)
30	P	Ukta	Ruciane-Nida piski	1985	Pż – dąb szypułkowy (22 szt.)
31	P	Wygryny	Ruciane-Nida piski	1993	Pż – dąb szypułkowy (9 szt.), lipa drobnolistna (3 szt.)
32	P	Śwignajno	Ruciane-Nida piski	1994	Pż – dąb szypułkowy
33	U	Woźnice	Mikołajki mragowski	2009	Polder Woźnice podmokłe łąki (86,90)
34	U	Osa, Urwitałt	Mikołajki mragowski	2009	Osa gruntu rolne, łąki (207,14)

1	2	3	4	5	6
35	U	Zetwągi	Mikołajki mragowski	2009	Torfowisko Zetwąga (4,25)
36	U	Prawdowo	Mikołajki mragowski	2009	Prawdowskie Wzgórze (1,5)
37	U	Jezioro Mikołajki, Jezioro Bełdany	Mikołajki, Ruciane-Nida mragowski, piski	1993	Dwie wyspy na Jeziorze Mikołajskim, wyspa Piaseczna oraz wyspa Kamieńska na jeziorze Bełdany
38	U	Bobrówko	Piecki mragowski	2009	Łąki Morysie (19,70)
39	U	Jezioro Śniardwy	Pisz piski	2009	Wyspa Czarcia, wyspa Kępa, wyspa Szeroki Ostrów na jeziorze Śniardwy
40	U	Nowa Ukta	Ruciane-Nida piski	2009	Łąka Krutynia (6,83)
41	U	Wygryny	Ruciane-Nida piski	2009	Grąd Wygrany (18,75)
42	U	Wygryny	Ruciane-Nida piski	2009	Zatoka Wygryńska (61,11)

Rubryka 2 – **R** – rezerwat, **P** – pomnik przyrody, **U** – użytek ekologiczny;

Rubryka 5 – * obiekt projektowany;

Rubryka 6 – rodzaj rezerwatu: **Fn** – faunistyczny, **Fl** – florystyczny, **K** – krajobrazowy, **L** – leśny, **W** – wodny
– rodzaj pomnika przyrody: **Pż** – żywej, **Pn** – nieożywionej; rodzaj obiektu: **G** – głąz narzutowy

Wiele ciekawych przyrodniczo obszarów na arkuszu jest objętych ochroną w postaci użytków ekologicznych (tab. 8). Do największych należy „Osa”, chroniący tereny otwarte i półotwarte w pobliżu jeziora Łuknajno. Są to ważne tereny bytowania rzadkich gatunków ptaków oraz trasy migracji rzadkich płazów. Podobne funkcje pełni użytek „Polder Woźnice”. „Zatoka Wygryńska” obejmuje zatokę jeziora Bełdany, która jest miejscem występowania wielu gatunków zwierząt i roślin chronionych. Pozostałe użytki na arkuszu obejmują niewielkie i rzadko występujące zbiorowiska roślinne. „Torfowisko Zetwągi” obejmuje ochroną stanowisko wierzby borówko-listnej, która rośnie na torfowisku przejściowym. „Prawdowskie Wzgórze” to piaszczysty pagórek z licznie występującym rojnikiem pospolitym oraz kolonią roślin ciepłolubnych. „Łąki Morysie” to śródleśne łąki, stanowiące enklawę w rezerwacie przyrody „Pierwos”. Natomiast „Łąka Krutynia” stanowi enklawę w rezerwacie „Krutynia Dolna”. Jest to wilgotna łąka z licznie występującymi storczykami – szerokolistnym i krwistym. Na terenie „Grądu Wygryny” ochronie podlega fragment unikalnej w północno-wschodniej Polsce odmiany grądu z kokoryczą pełną. Użytkami ekologicznymi są również wyspy na jeziorach Mikołajki, Bełdany i Śniardwy.

Większość terenu w północnej części arkusza, który znajduje się poza obrębem MPK jest objęta ochroną w postaci Obszarów Chronionego Krajobrazu: Wielkich Jezior Mazurskich, Otuliny MPK – Wschód i Otuliny MPK – Zachód. Obecny kształt uzyskały w 2008 r. na podstawie Rozporządzenia wojewody warmińsko-mazurskiego. Zostały utworzone w celu

czynnej ochrony ekosystemów leśnych, nieleśnych i wodnych w otoczeniu Mazurskiego Parku Krajobrazowego.

Od lat 60. XX wieku proponuje się utworzenie Mazurskiego Parku Narodowego. Autorem pomysłu był prof. Władysław Szafer. Utworzony w roku 1977 Mazurski Park Krajobrazowy miał być przejściową formą ochrony przyrody, do czasu powołania Mazurskiego Parku Narodowego. Koncepcja powołania MPN powróciła w latach 90., kiedy powstało kilka wersji granic i zasięgu Parku. Żadna z nich nie została zrealizowana (Serwiński i in., 2011).

18 grudnia 2007 r. Rada Mazurskiego Parku Krajobrazowego z okazji trzydziestej rocznicy utworzenia Parku oceniła stan zasobów, tworów i składników przyrody, wartości kulturowych oraz ustaleń programów ochrony przyrody i podjęła uchwałę w sprawie podjęcia działań na rzecz utworzenia Mazurskiego Parku Narodowego. W uchwale postuluje się podjęcie natychmiastowych działań zmierzających do utworzenia na części MPK Mazurskiego Parku Narodowego gdyż dotychczasowa forma ochrony tego terenu w formie parku krajobrazowego jest niewystarczająca i na skutek intensywnej działalności gospodarczej na gruntach Skarbu Państwa postępuje degradacja jego walorów przyrodniczych.

Powstały dwa warianty zasięgu MKN. Podstawą obu wariantów jest oparcie tego obszaru na sieci hydrograficznej i przyległych obszarach leśnych. Dla uniknięcia niepotrzebnych konfliktów z lokalną społecznością w aktualnym projekcie wyłączone są z obszaru Parku grunty prywatne. W pierwszym proponuje się oprócz części terenu Mazurskiego Parku Krajobrazowego włączenie w granice parku narodowego rezerwatu „Jezioro Nidzkie”, co stanowiłoby zrealizowanie idei Parku z lat 60. XX wieku, oraz projektowanego rezerwatu przyrody „Babant” (znajdującego się poza arkuszem Mikołajki). Powierzchnia MPN w tym wariantcie wyniosła by około 39,5 tys. ha. Wariant drugi stanowi obszar wariantu pierwszego pomniejszony o projektowany rezerwat „Babant”, który pozostałby obszarem rezerwatowym. Powierzchnia tego wariantu wynosi około 34 tys. ha. W obu wariantach największą powierzchnię w parku zajmowałyby woda, potem lasy oraz bagna. Tereny, na których projektowany jest park, w ponad 90% należą do Skarbu Państwa.

Ponieważ powstanie MPN pozostaje cały czas w formie projektów (żadna decyzja nie zastała jak dotąd podjęta) i jego przyszłe granice nie są ustalone nie zastał on zaznaczony na mapie.

Europejska Sieć Ekologiczna NATURA 2000 jest siecią obszarów chronionych na terenie Unii Europejskiej. Cały obszar Mazurskiego Parku Krajobrazowego oraz jego otulina w obrębie arkusza Mikołajki został objęty granicami dwóch obszarów specjalnej ochrony ptaków (tab. 9) – Jezioro Łuknajno (PLB 280003) i Puszcza Piska (PLB 280008) oraz dwóch

obszarów o znaczeniu wspólnotowym (OZW) – projektowanych specjalnych obszarów ochrony siedlisk – Ostoja Piska (PLH 280048) i Mazurska Ostoja Żółwia Baranowo (PLH 280055).

Pierwszy obszar obejmuje tereny rezerwatu przyrody „Jezioro Łuknajno” oraz użytku ekologicznego Osa. W jego obrębie znajduje się ostoja ptasia o randze europejskiej. Występuje tu co najmniej 19 gatunków ptaków podlegających ochronie zgodnie z Dyrektywą Ptasią oraz 11 gatunków z Polskiej Czerwonej Księgi. Zagrożeniem dla tego obszaru jest zamulanie i zanieczyszczenie jeziora, kłusownictwo i antropopresja spowodowana turystyką.

Obszar Puszcza Piska leży na granicy krainy Wielkich Jezior Mazurskich i Niziny Mazurskiej. Granice obszaru „Puszcza Piska” są silnie rozczłonkowane, gdyż obejmują najcenniejsze fragmenty tego kompleksu leśnego. Obejmuje on dużą liczbę jezior, lasy, tereny rolnicze i łąki. Występuje tu co najmniej 37 gatunków ptaków podlegających ochronie zgodnie z Dyrektywą Ptasią oraz 12 gatunków ptaków z Polskiej Czerwonej Księgi. Są to tereny bardzo ważnej ostoi cietrzewia. Zagrożeniem dla tego obszaru jest niekontrolowana presja turystyczno-rekreacyjna, zanieczyszczenie i eutrofizacja wód.

W zachodniej części arkusza znajdują się fragmenty dwóch obszarów o znaczeniu wspólnotowym. Ostoja Piska obejmuje różnorodne zbiorowiska roślinne Puszczy Piskiej. Jest również ważną ostoją wydry, bobra i wilka. Mazurska Ostoja Żółwia Baranowo jest terenem pagórkowatym położonym na północ od drogi Mikołajki-Mrągowo. Liczne zagłębienia terenu, śródleśne i śródpolne oczka stanowią dogodne siedlisko dla żółwia błotnego.

Informacje na temat sieci NATURA 2000 pochodzą ze strony internetowej <http://natura2000.gdos.gov.pl/natura2000/pl/aktualnosci.php>.

Według systemu ECONET (Liro, 1998) w północno-zachodniej części arkusza Mikołajki znajduje się fragment korytarza ekologicznego o znaczeniu międzynarodowym 7m – Mazurski. Pozostały obszar arkusza znajduje się w obrębie obszaru węzłowego o znaczeniu międzynarodowym 14M – Puszcza Piska (fig. 5).

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 arkusza			
				Długość geogr.	Szerokość geogr.		Kod NUTS	Województwo	Powiat	Gmina
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	D	PLB280008	Puszcza Piska (P)	21°28'24" E	53°39'15" N	172 802,2	PL622	warmińsko-mazurskie	piski, mragowski	Pisz, Mikołajki, Piecki, Orzysz, Ruciane-Nida
2	D	PLB280003	Jeziro Łuknajno (P)	21°38'05" E	53°48'45" N	1 380,2	PL622	warmińsko-mazurskie	mragowski	Mikołajki
3	K	PLH280048	Ostoja Piska (S*)	21°21'42" E	53°33'35" N	57 826,6	PL622 PL623	warmińsko-mazurskie	piski, mragowski	Pisz, Mikołajki, Piecki, Orzysz, Ruciane-Nida
4	K	PLH280055	Mazurska Ostoja Żółwia Baranowo (S*)	21°27'35" E	53°50'28" N	4 305,1	PL622	warmińsko-mazurskie	mragowski	Mikołajki

Rubryka 2: D – OSO, który graniczy z innym obszarem Natura 2000 – OSO lub SOO, ale się z nim nie przecina, K – SOO, częściowo przecinający się z OSO

Rubryka 4: w nawiasie symbol obszaru na mapie: P – obszar specjalnej ochrony ptaków, S* – projektowany specjalny obszar ochrony siedlisk

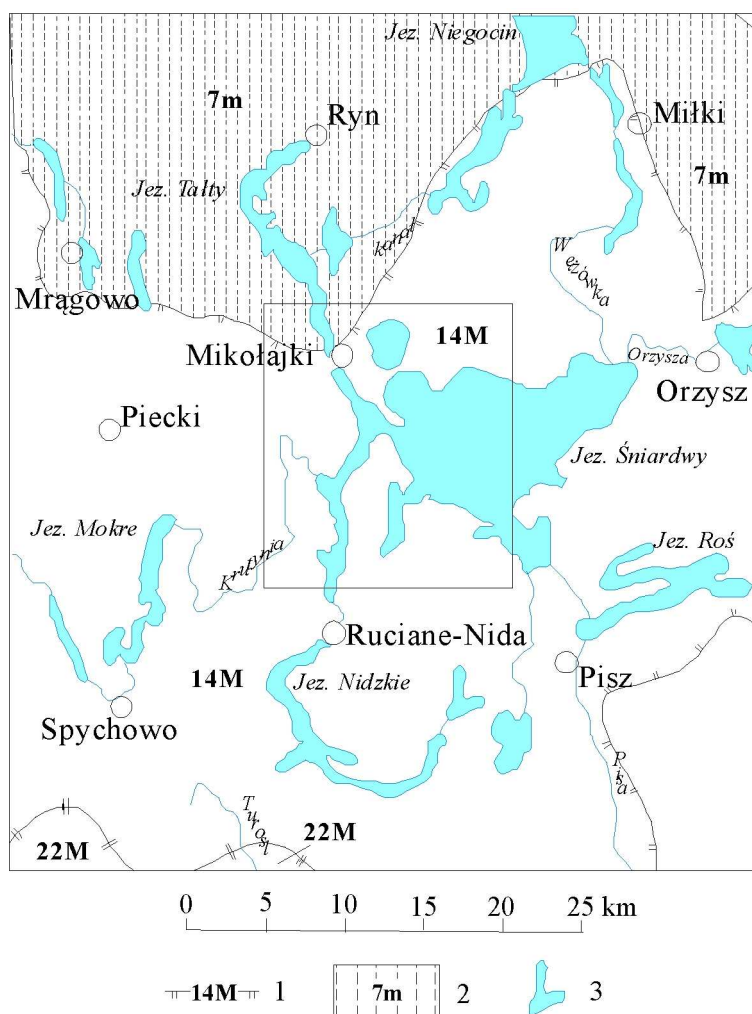


Fig.5. Położenie arkusza Mikołajki na tle systemów ECINET (Liro red., 1998)

- 1 – granica obszaru węzłowego o znaczeniu międzynarodowym, jego numer i nazwa: 14M – Puszcza Piska, 22M – Puszcza Kurpiowska;
- 2 – korytarz ekologiczny o znaczeniu międzynarodowym, jego numer i nazwa: 7m – Mazurski;
- 3 – zbiornik wód powierzchniowych

Pomimo różnorodnych form ochrony rejon Wielkich Jezior Mazurskich jest niestety w dużym stopniu zagrożony degradacją. Unikatowy krajobraz (połączenie dużej liczby jezior i bogatych ekosystemów lądowych) generuje bardzo duży ruch turystyczny, który w związku z brakiem odpowiedniej infrastruktury i bezmyślnym postępowaniem sporej części wypoczywających jest przyczyną dewastacji środowiska. Lokalne samorządy z jednej strony chwalią się wspaniałą przyrodą, a z drugiej traktują istniejące formy ochrony jako hamulec rozwoju i ograniczenie (stąd opór przed powstaniem Mazurskiego Parku Narodowego).

W wielu miejscach po pretekście poprawy bezpieczeństwa na drogach dokonano masowej wycinki przydrożnych alei drzew bezpowrotnie zmieniając krajobraz. Tylko wzdłuż drogi nr 19, w okolicach Mikołajek usunięto w latach 2004–2005 kilka tysięcy drzew.

XII. Zabytki kultury

Obszar arkusza Mikołajki został objęty badaniami archeologicznymi w ramach Archeologicznego Zdjęcia Polski (AZP). Rejon ten ze względu na dostępność wody stwarzał dobre warunki do rozwoju osadnictwa. Stwierdzono tu występowanie wielu stanowisk archeologicznych, takich jak ślady osadnictwa, punkty osadnicze, osady i cmentarzysk. Obiekty te nie zostały dotychczas wpisane na listę konserwatora zabytków, w związku z czym nie zostały naniesione na mapę.

Pierwsze ślady osadnictwa na obecnym terenie miasta i gminy Mikołajki są datowane na II wiek naszej ery. Kraina Wielkich Jezior była wówczas zamieszkiwana przez pruskie plemię Galindów, których gospodarka rozwijała się dzięki wymianie towarowej związanej z położeniem ich państwa przy jednej z odnóg bursztynowego szlaku, prowadzącego z cesarstwa rzymskiego (<http://www.ruciane-nida.pl>).

W wieku XIII gospodarzami tych terenów zostali Krzyżacy. Po hołdzie Pruskim w 1525 r. ziemie te weszły w skład świeckiego państwa pruskiego. Do XVIII wieku rejon dzisiejszego Rucianego-Nidy (południowa część arkusza) pozostał słabo zaludniony, intensywny etap zasiedlania tych ziem nastąpił dopiero po roku 1825, kiedy to Król Fryderyk III wydał rozporządzenie dające prawo do osiedlania się na tych ziemiach staroobrzędowcom (starowiercom). Staroobrzędowcy nie uznali siedemnastowiecznych reform prawosławia i, prześladowani za trwanie przy starym obrządku, zmuszeni zostali do emigracji. Śladami ich obecności na tych ziemiach są istniejące do dziś cmentarze, z których jeden zlokalizowany jest w Onufryjewie – pierwszej staroobrzędowej wsi na Mazurach nazwanej od imienia założyciela Onufrego Jakowlewa. W 1989 roku został wpisany do rejestru zabytków.

W miejscu dzisiejszych Mikołajek w staropruskich czasach istniała osada, której mieszkańcy trudnili się rybactwem, tkactwem, wyrębem i spławianiem drzew. Pierwsza notatka o Mikołajkach pojawiła się w 1444 roku. Wielki Mistrz Zakonu Krzyżackiego, Konrad von Erlichshausen, nadał wtedy nobilowi Wawrzyńcowi Prusowi ziemie położone obok wsi kościelnej Mikołajki. Miejscowość utworzyły trzy osady rybackie – Koniec, Nickelsdorf i oddzielone wodą Kozłowo. Jej nazwa pochodzi od św. Mikołaja, patrona kaplicy usytuowanej na wzgórzu wiatracznym. Św. Mikołaj był według legend opiekunem żeglarzy i przejść wodnych. Jego imię na stałe zostało wpisane w nazwę najpierw mazurskiej wsi, a od 1726 roku – miasta noszącego do dzisiaj miano Mikołajek. Nazwa wsi zmieniała się, ale stale w różnych wersjach zachowywała imię patrona (St. Nicolas, Nicolaus, Nicelsdorf, Niclausdorf, Nikolaiken) (<http://www.mikolajki.pl>).

Najstarsza część miasta jest w całości objęta ochroną konserwatorską (ochrona układu urbanistycznego). Większość zabudowy pochodzi tu z XIX i początku XX wieku. W rejestrze zabytków znajduje się neogotycki kościół parafialny z 1910 roku, klasycystyczny kościół ewangelicko-augsburski z lat 1840–1842 wraz z plebanią i wysoką wieżą zegarową dobudowaną w 1880 r. Kościół posiada artystyczne wnętrza zbudowane wedle planu Schinkla (architekt i urbanista żyjący w latach 1781–1841). Nad środkową nawą powstało kasetonowe sklepienie beczkowe, oparte na doryckich słupach, natomiast nad nawami bocznymi występują płaskie pułapy drewniane. W rejestrze znajduje się również kostnica z 2 poł. XIX wieku oraz 58 domów zlokalizowanych przy ulicach Kajki, 3 Maja, Kowalskiej, Mrągowskiej, Okrężnej i placu Wolności. Poza tym terenem (chronionym w całości), w Mikołajkach ochroną konserwatorską objęty jest również młyn z początków XX wieku przy ulicy Kolejowej oraz dwa cmentarze – dawny ewangelicki (obecnie komunalny) i żydowski kirkut, który w 2006 r. został uporządkowany przez mieszkańców i Fundację Ochrony Dziedzictwa Żydowskiego.



Fot. 8. Zabytkowe kamienice przy ul. Michała Kajki.

Cmentarze ewangelickie figurujące w rejestrze zabytków znajdują się jeszcze w Nowych Sadach, Dybowie, Prawdowie, Końcewie, Onufryjewie i Wejsunach.

W Żelwągach zlokalizowany jest drewniany dom z XIX wieku. Na wyspie Czarczi Ostrów, na jeziorze Śniardwy, znajdują się pozostałości niewielkiego fortu określanego jako Fort Ełk lub Fort Lyck. Istniał on od lat 80 XVIII wieku do 1796 roku gdy został zlikwidowa-

ny. W jego skład wchodziły bastiony, port, piekarnia, pralnia, szopa artyleryjska, składnica prochu, ustęp, koszary i dwa piętrowe spichlerze. Po budynkach zachowały się tylko ślady fundamentów. W Dybowie istnieje do dziś park podworski.

W Wejsunach, obok ponad stuletniego neogotyckiego kościoła ewangelickiego (nie jest ujęty w rejestrze zabytków) umiejscowiony jest pomnik poświęcony parafianom poległym podczas I wojny światowej.

Warto również wspomnieć o nieumieszczonych jak na razie w rejestrze zabytków dworach w Nowych Sadach, Stawku, Dybowie oraz w Łuknajnie. Pozostałości zespołu dworsko-ogrodowego (ruiny siedliska, park) z XIX/XX w. oraz cmentarz ewangelicki XIX w. znajdują się w Osie nad jeziorem Łuknajno.

XIII. Podsumowanie

Obszar arkusza Mikołajki jest położony w makroregionie Pojezierze Mazurskie, w województwie warmińsko-mazurskim, w granicach administracyjnych powiatu mrągowskiego i piskiego.

Największym ośrodkiem administracyjnym są Mikołajki, poza nimi występuje tu głównie osadnictwo typu wiejskiego. Jest to obszar turystyczny ze stale rozwijającą się infrastrukturą turystyczno-wypoczynkową.

Baza surowcowa na terenie arkusza obejmuje sześć złóż znaczenia lokalnego (złoża kruszywa naturalnego). Aktualnie eksploatowane jest jedno złożo piasków i żwirów „Zelwagi II”.

Wyznaczony został jeden obszar prognostyczny oraz kilka perspektywicznych występowania piasków i żwirów.

Arkusze położony jest na obszarze zlewni rzeki Pisy. Znaczącą część jego powierzchni zajmują jeziora, w tym kilka należących do Wielkich Jezior Mazurskich. W wodach podziemnych wyróżniono dwa użytkowe piętra wodonośne – główne związane z piaskami zlodowacenia północnopolskiego lub utworami piaszczystymi zlodowacenia warty oraz drugie, związane z lokalnie występującymi piaskami zlodowacenia odry. W południowej części arkusza występuje północny fragment głównego zbiornika wód podziemnych nr 216 Sandr Kurpie. Na opisywanym obszarze znajduje się kilka ujęć, których wydajność eksploatacyjna jest wyższa niż 25 m³/h.

Niemal cały obszar arkusza Mikołajki został bezwzględnie wyłączony z możliwości składowania odpadów, głównie z uwagi na uwarunkowania przyrodnicze.

W północnej części arkusza wyznaczono niewielkie powierzchniowo obszary predysponowane do bezpośredniego lokalizowania jedynie składowisk odpadów obojętnych. Wymagania przewidziane dla naturalnych barier geologicznych przy projektowaniu składowisk, spełniają występujące na powierzchni gliny zwałowe stadiału górnego zlodowacenia Wisły.

Stosunkowo najkorzystniejsze warunki dla składowania odpadów obojętnych występują w okolicy Starych Tałtów (na północ od Mikołajek), gdzie miąższość kompleksu osadów słabo przepuszczalnych może dochodzić do 25–30 metrów, a główny użytkowy poziom wodonośny charakteryzuje się niskim stopniem zagrożenia. Ograniczenie warunkowe dla tego obszaru związane jest z położeniem w granicach Obszarów Chronionego Krajobrazu Krainy Wielkich Jezior Mazurskich.

Lokalizacja składowisk odpadów na omawianym terenie nie jest wskazana, ze względu na jego unikatowe walory przyrodniczo-krajobrazowe. Najbliższe tereny, które z punktu widzenia właściwości izolacyjnych podłoża oraz optymalnego sposobu korzystania ze środowiska przyrodniczego mogą być traktowane jako potencjalne dla lokalizacji składowisk, zostały wyznaczone na północ od niniejszego arkusza, w granicach arkuszy: Ryn i Mrągowo. Arkusze te będą udostępnione odbiorcy w jednym czasie.

Korzystne warunki budowlane wyróżniono na obszarach występowania gruntów spolistych, niekorzystne w rejonach występowania gruntów słabonośnych oraz w miejscach podmokłych i zabagnionych.

Niemal cała powierzchnia arkusza objęta jest różnymi prawnymi formami ochrony przyrody – parkiem krajobrazowym, rezerwatami przyrody, użytkami ekologicznymi i obszarami chronionego krajobrazu. Największy obszar zajmuje Mazurski Park Krajobrazowy.

Ze względu na walory przyrodnicze i krajobrazowe podstawowymi kierunkami rozwoju i inwestycji dla omawianego obszaru powinna być turystyka, rekreacja wraz z rozbudową niezbędnej do tych celów infrastruktury.

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.
- 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., 1996 – Heavy metals in the Bystrzyca river flood plain. *Geological Quarterly*, 40 (3): 467–480.
- BOJAKOWSKA I., SOKOŁOWSKA G., LEWANDOWSKI P., 1995 – Metale ciężkie w glebach tarasów zalewowych Pisi. *Prz. Geol.* 44 (1), 75, 1996.
- BORDAS F., BOURG A., 2001 – Effect of solid/liquid ratio on the remobilization of Cu, Pb, Cd and Zn from polluted river sediment. *Water, Air, and Soil Pollution* 128: 391–400.
- DĄBROWSKI S., POLAKOWSKI B., WOŁOS L., 1999 – Obszary chronione i pomniki przyrody województwa warmińsko-mazurskiego. Urząd Wojewódzki, Wydz. Ochr. Środ. i Roln. w Olsztynie.
- DURSKI R. 1955 – Dokumentacja geologiczna złoża torfu „Zielony Dworek”. Instytut Melioracji i Użytków Zielonych, Falenty
- 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.
- HOWSAM M., JONES K., 1998 – Sources of PAHs in the environment. In: *PAHs and related compounds*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, p. 137- 174
- <http://natura2000.gdos.gov.pl/natura2000/pl/aktualnosci.php> – strony dotyczące obszarów Natura 2000
- <http://www.mazurskipark.pl> strona Mazurskiego Parku Krajobrazowego
- <http://www.mikolajki.pl/> – serwis miasta i gminy Mikołajki
- <http://www.popielno.pl/> – strona Stacji Badawczej Rolnictwa Ekologicznego i Hodowli Zachowawczej Zwierząt Polskiej Akademii Nauk w Popielnie.
- <http://www.ruciane-nida.pl> – strona miasta i gminy Ruciane-Nida
- INSTRUKCJA opracowania Mapy geosrodowiskowej Polski w skali 1:50 000. 2005, Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- INWENTARYZCJA punktów poboru kopalin stałych (nieudokumentowanych) województwa suwalskiego; gmina Ruciane-Nida. 1987. Ośr. Bad-Rozw. Techn. Geol. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.

- JĄNCZAK. J. (red.), 1999 – Atlas Jezior Polski. Praca zbiorowa. Bogucki Wydawnictwo Naukowe S.C. Poznań.
- KLECZKOWSKI A. S., 1990 – Mapa obszarów głównych zbiorników podziemnych (GZWP) w Polsce wymagających szczególnej ochrony w skali 1:500 000 wraz z objaśnieniami. Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków.
- KOCISZEWSKA-MUSIAŁ G., KASSAKOWSKA-SUCHOWA J., MUSIAŁ T., WYRWICKI R. 1965 – Surowce mineralne powiatu Pisz i możliwości ich wykorzystania (w oparciu o zinventaryzowane punkty eksploatacji). UW Wydz. Geol. Warszawa
- KOKOCIŃSKI M, 2001 – Dokumentacja geologiczna – uproszczona w kat. C₁ złoża kruszywa naturalnego (piasku, piasku ze żwirem) „Zełwagi II” w miejscowości Zełwagi, gmina Mikołajki, powiat mrągowski, województwo warmińsko-mazurskie. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol. Warszawa
- KONDRACKI J., 2009 – Geografia regionalna Polski. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- KROGULEC E., WIERCHOWIEC J., 2006 – Mapa geologiczno gospodarcza Polski w skali 1:50 000 wraz z objaśnieniami arkusz Mikołajki. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- KRUSZELNICKI J., KRUSZELNICKA A., 2011 – Mazurski Park Krajobrazowy. Wyd. Kengraf, Krutyń.
- KRYTERIA bilansowości złóż kopalin. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 20 czerwca 2005 r., DzU nr 116, poz. 978, Warszawa
- KUCZYŃSKI A. 2004 – Dodatek nr 1 do dokumentacji w kat. C₁ złoża kruszywa naturalnego „Zełwagi II”. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol. Warszawa
- LINDSTRÖM M., 2001 – Urban land use influences on heavy metal fluxes and surface sediment concentrations of small lakes. *Water, Air & Soil Pollution*, Vol.126 Nos. 3–4 p. 363–383.
- LIRO A. (red.), 1998 – Strategia wdrażania krajowej sieci ekologicznej ECONET-POLSKA. Fundacja IUCN Polska, Warszawa.
- LIS J., PASIECZNA A., 1995 – Atlas geochemiczny Polski 1:2 500 000. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
- LISICKI S., 1994 – Szczegółowa mapa geologiczna Polski. Arkusz Mikołajki (180). Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- LISICKI S., 1999 – Objasnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski. Arkusz Mikołajki (180). Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.

- LIU H., PROBST A. LIAO B., 2005 – Metal contamination of soils and crops affected by the Chenzhou lead/zinc mine spill (Hunan, China). *Sci Total Environ.* 339(1–3):153–166, 2005.
- ŁASZEK C. 1955 – Dokumentacja geologiczna złoża torfu „Lisuny”. Instytut Melioracji i Użytków Zielonych, Falenty
- 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.
- MAPA Podziału Hydrograficznego Polski. 2007. Krajowy Zarząd Gospodarki Wodnej <http://www.kzgw.gov.pl/pl/Rastrowa-Mapa-Podzialu-Hydrograficznego-Polski.html>
- MARKS L., BER A., GOGOŁEK W., PIOTROWSKA K., 2006 – Mapa geologiczna Polski, skala 1:500 000. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- MECRAY E. L., KING J. W., APPLEBY P. G., HUNT A. S., 2001 – Historical trace metal accumulation in the sediments of an urbanized region of the Lake Champlain Watershed, Burlington, Vermont. *Water, Air & Soil Pollution* Vol. 125 Nos. 1–4 p 201–230.
- 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.
- 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.
- MORAWSKI W., SZWARC-POCHODZKA K., 2008 – Mapa osuwisk i obszarów predysponowanych do występowania ruchów masowych w województwie warmińsko-mazurskim w skali 1:50 000. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- OSTRZYŻEK S., DEMBEK W., (red.), 1996 – Zlokalizowanie i charakterystyka złóż torfowych w Polsce spełniających kryteria potencjalnej bazy zasobowej z ustaleniem i uwzględnieniem wymogów związanych z ochroną i kształtowaniem środowiska. Instytut Melioracji i Użytków Zielonych, 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

- PAPROCKA I., 1985 – Sprawozdanie z prac zwiadowczych w celu zlokalizowania złóż surowców ilastych i kruszywa naturalnego na terenach gmin: Stare Juchy, Olecko, Wieliczki, Ełk, Pisz, Biała Piska, Mikołajki i złóż surowców ilastych w obrębie gmin: Świętajny, i Giżycko województwa suwalskiego (część tekstowa). Cent. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa
- POLAKOWSKI B. 1985 – Mazurski Park Krajobrazowy. Lud. Spół. Wyd.
- PROGRAM Ochrony Środowiska Powiatu Piskiego. 2004. Biuletyn Informacji Publicznych Starostwa Powiatowego w Pisz. <http://bip.powiat.pisz.pl/index.php?wiad=768>
- 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. Biblioteka Monitoringu Środowiska. Olsztyn 2010.
- RAPORT o stanie środowiska województwa warmińsko-mazurskiego w 2010 roku. Biblioteka Monitoringu Środowiska. Olsztyn 2011
- 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.
- RENDAK M., JAWORSKA I., HAKENBERG H., KUŚMIERZ A., 1998 – Dokumentacja określająca warunki hydrogeologiczne dla ustanowienia stref ochronnych zbiornika wód podziemnych utworach czwartorzędowych Sandr Kurpie – GZWP 216 (woj. suwalskie, olsztyńskie, łomżyńskie, ostrołęckie). Arch. Przeds. Geol. Polgeol SA.
- 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.
- ROZPORZĄDZENIE Ministra Zdrowia z dnia 19 listopada 2002 r. w sprawie wymagań dotyczących jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi Dziennik Ustaw nr 203, poz. 1718 z dnia 5 grudnia 2000 r.
- SADOWSKI W. 1984 – Karta rejestracyjna złoża kruszywa naturalnego „Wygryny” wraz z uproszczonym projektem zagospodarowania złoża dla potrzeb budownictwa gminnego. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol. Warszawa
- SADOWSKI W. 1986 – Karta rejestracyjna złoża kruszywa naturalnego „Lubiewo” wraz z uproszczonym projektem zagospodarowania złoża dla potrzeb budownictwa gminnego. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol. Warszawa
- SADOWSKI W. 1990 – Karta rejestracyjna złoża kruszywa naturalnego „Zełwagi” dla potrzeb budownictwa gminnego. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol. Warszawa
- SADOWSKI W. 1991a – Karta rejestracyjna złoża kruszywa naturalnego „Dziubiele” wraz z uproszczonym projektem zagospodarowania złoża dla potrzeb budownictwa i drogownictwa gminnego. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol. Warszawa
- SADOWSKI W. 1991b – Karta rejestracyjna złoża kruszywa naturalnego „Wygryny II” wraz z uproszczonym projektem zagospodarowania złoża dla potrzeb budownictwa i drogownictwa gminnego. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol. Warszawa
- SERWIŃSKI W., SZULBORSKI K., ZAWADZKA S., ALBIN O., 2011 – Analiza społeczno-gospodarcza skutków utworzenia Mazurskiego Parku Narodowego. Biuro zarządzania lasu i geodezji leśnej. 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., MIKANOVÁO., BORŮVKA L., 2003 – Effects of heavy metal concentrations on biological activity of soil micro-organisms. *Plant & Soil Environ.*, 49 (7): 321–326.
- SOKOŁOWSKI A., 2004 – Mapa hydrogeologiczna Polski w skali 1:50 000, arkusz Mikołajki (180). Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol. Warszawa
- STRATEGIA rozwoju społeczno-gospodarczego gminy Mikołajki 2008–2020 Urząd Miasta i Gminy Mikołajki. 2008
- STUPNICKA E., 2007 – Geologia regionalna Polski. Wyd. UW, 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
- USTAWA o odpadach z dnia 27 kwietnia 2001 r. Dziennik Ustaw nr 185, poz. 1243 z dnia 5 października 2010 r.
- VINK J., 2009 – The origin of speciation: Trace metal kinetics over natural water/sediment interfaces and the consequences for bioaccumulation. *Environmental Pollution* 157: 519–527.
- WENG H., CHEN X., 2000 – Impact of polluted canal water on adjacent soil and groundwater systems. *Environmental Geology* vol. 39 (8): 945–950.
- WILDI W., DOMINIK J., LOIZEAU J., THOMAS R. FAVARGER P. HALLER L., PERROUD A., PEYTREMANN C. 2004 – River, reservoir and lake sediment contamination by heavy metals downstream from urban areas of Switzerland. *Lakes & Reservoirs: Research & Management* 9 (1): 75–87.
- WYTYCZNE monitoringu podstawowego jezior. 1994. Biblioteka Monitoringu Środowiska. Warszawa