

**PAŃSTWOWY INSTYTUT GEOLOGICZNY
PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY**

OPRACOWANIE ZAMÓWIONE PRZEZ MINISTRA ŚRODOWISKA

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

Arkusz MIŁKI (143)



MINISTERSTWO
ŚRODOWISKA

Warszawa 2012

Autorzy: Ewa Krogulec*, Jan Wierchowicz*,
Izabela Bojakowska, Paweł Kwecko**, Hanna Tomassi- Morawiec **, Krystyna Wojciechowska***

Główny koordynator MGŚP: Małgorzata Sikorska-Maykowska**

Plansza A – Redaktor regionalny: Albin Zdanowski**

Plansza B – Redaktor regionalny: Joanna Szyborska-Kaszycka **

Redaktor tekstu: Joanna Szyborska-Kaszycka**

*Segi-AT, ul. Baletowa 30, Warszawa

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

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

ISBN.....

Spis treści

I.	Wstęp (E. Krogulec).....	3
II.	Charakterystyka geograficzna i gospodarcza (E. Krogulec).....	4
III.	Budowa geologiczna (E. Krogulec)	7
IV.	Złoża kopalin (J. Wierchowicz)	11
V.	Górnictwo i przetwórstwo kopalin (J. Wierchowicz)	14
VI.	Perspektywy i prognozy występowania kopalin (J. Wierchowicz).....	16
VII.	Warunki wodne (E. Krogulec)	17
	1. Wody powierzchniowe.....	17
	2. Wody podziemne.....	19
VIII.	Geochemia środowiska	22
	1. Gleby (P. Kwecko).....	22
	2. Osady (I. Bojakowska).....	24
	3. Pierwiastki promieniotwórcze (Hanna Tomassi- Morawiec).....	28
IX.	Składowanie odpadów (K. Wojciechowska)	30
X.	Warunki podłoża budowlanego (E. Krogulec).....	37
XI.	Ochrona przyrody i krajobrazu (E. Krogulec)	38
XII.	Zabytki kultury (E. Krogulec).....	43
XIII.	Podsumowanie (E. Krogulec, J. Wierchowicz, K. Wojciechowska)	45
XIV.	Literatura	46

I. Wstęp

Arkusz Miłki Mapy geośrodowiskowej Polski (MGsP) w skali 1:50 000 został opracowany w Segi AT (plansza A) oraz w Państwowym Instytucie Geologicznym-Państwowym Instytucie Badawczym i Przedsiębiorstwie Geologicznym POLGEOLOG SA (plansza B) w latach 2011/12. Przy opracowaniu arkusza wykorzystano materiały archiwalne arkusza Mapy geologiczno-gospodarczej Polski w skali 1:50 000 (Wodyk, 2006). Niniejsze opracowanie wykonano zgodnie z Instrukcją opracowania MGsP (Instrukcja..., 2005).

Mapa geośrodowiskowa składa się z dwóch plansz – plansza A zawiera zaktualizowaną treść Mapy geologiczno-gospodarczej Polski, a 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, wody powierzchniowe i podziemne, warunki podłoża budowlanego oraz ochrona przyrody i zabytków kultury.

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

Mapa geośrodowiskowa adresowana jest przede wszystkim do instytucji, samorządów terytorialnych i administracji państwowej, zajmującej się racjonalnym zarządzaniem zasobami środowiska przyrodniczego. Analiza jej treści stanowi pomoc w realizacji postanowień ustaw o zagospodarowaniu przestrzennym i ochrony środowiska. Informacje zawarte na mapie mogą być wykorzystane w pracach studialnych przy opracowaniu strategii rozwoju województwa oraz projektów i planów zagospodarowania przestrzennego, a także w opracowaniach ekofizjograficznych. Przedstawiane na mapie informacje środowiskowe mogą być pomocne przy wykonywaniu wojewódzkich, powiatowych i gminnych programów ochrony środowiska oraz planów gospodarki odpadami.

Materiały niezbędne do opracowania niniejszej mapy zebrano: w Centralnym Archiwum Geologicznym Państwowego Instytutu Geologicznego w Warszawie, Wydziale Środowiska i Rolnictwa Warmińsko-Mazurskiego Urzędu Wojewódzkiego i Urzędzie Marszałkowskim Województwa Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie, starostwach powiatowych w Giżycku i Pisz, urzędach gmin oraz u użytkowników złóż. W czasie zwiadu geologicznego w czerwcu 2006 roku uaktualniono i zweryfikowano zebrane informacje.

Dane dotyczące złóż kopalin zostały zamieszczone w kartach informacyjnych opracowanych dla komputerowej bazy o złożach.

II. Charakterystyka geograficzna i gospodarcza

Obszar objęty arkuszem Miłki ograniczają współrzędne geograficzne: 21°45'–22°00' długości geograficznej wschodniej oraz 53°50'–54°00' szerokości geograficznej północnej.

Pod względem administracyjnym omawiany obszar leży w województwie warmińsko-mazurskim. Należą do niego powiaty Giżycko (gminy: Giżycko, Miłki, Wydminy) i Pisz (gmina Orzysz). Na obszarze arkusza ma siedzibę gmina Miłki.

Według podziału fizycznogeograficznego Polski (Kondracki, 2001) opisywany teren położony jest w całości w obrębie mezoregionu Kraina Wielkich Jezior Mazurskich, makroregionu Pojezierze Mazurskie (fig. 1).

Omawiana część Pojezierza Mazurskiego – Kraina Wielkich Jezior Mazurskich leży w całości w strefie maksymalnego zasięgu zlodowaceń północnopolskich (stadiału górnego – leszczyńsko – pomorskiego) zlodowacenia wisły. Rzeźba tego terenu jest bardzo urozmaicona o typowych cechach dla krajobrazu młodoglacjalnego.

Rozległą formą pochodzenia glacialnego jest wysoczyzna morenowa ciągnąca się od północnej granicy arkusza aż po równinę wodnolodowcową na południu obszaru. Wysoczyznę przecina w jej środkowej części (z północnego zachodu na południowy wschód) system rynien polodowcowych, w których leżą dziś jeziora (m.in. Wojnowo, Buwełno, Uplik Wielki i Mały, Tyrkło). Wzdłuż nich, głównie w północnej i środkowej części, ciągną się wzgórza kemowe.

Największe formy kemowe usytuowane są nad jeziorem Niegocin (koło Bogaczewa i Rudy) oraz na skraju Łąk Staświńskich. Na powierzchni gliniastej wysoczyzny morenowej znajduje się kilka rozległych obniżeń (wymienione Łąki Staświńskie i Bagno Nietlickie) o charakterze wytopiskowym, które pierwotnie stanowiły płytkie jeziora, a później przekształciły się w torfowiska.

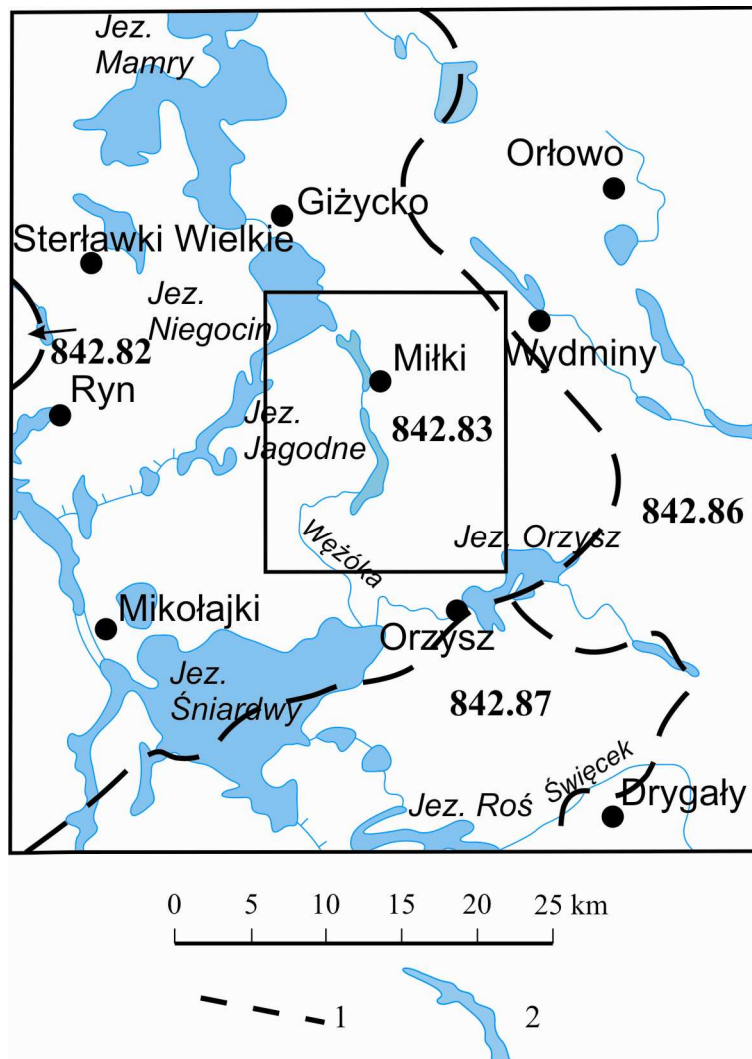


Fig. 1. Położenie arkusza Miłki na tle jednostek fizycznogeograficznych według J. Kondrackiego (2001)

1 – granica mezoregionu, 2 – jeziora i rzeki

Prowincja: Niż Wschodniobałtycko-białoruski (84)

Podprowincji: Pojezierza Wschodniobałtyckie(842)

Makroregion: Pojezierze Mazurskie (842.8), 842.82 – Pojezierze Mrągowskie, 842.83 – Kraina Wielkich Jezior Mazurskich, 842.85 – Wzgórza Szeskie, 842.86 – Pojezierze Elckie, 842.87 – Równina Mazurska

Na obszarze objętym arkuszem występują ciągi moren czołowych związane z postojem lądolodu (rejon Dąbrówka – Danowo – jezioro Okrągłe). Na przedpolu lodowca wody roztopowe osadziły kompleks osadów wodnolodowcowych, współcześnie porośniętych lasami.

Na zachodnim skraju arkusza (pomiędzy Rydzewem a Drozdowem) występuje dawna dolina wód roztopowych, częściowo wykorzystana przez rzekę Wężówkę.

Wysokości bezwzględne na omawianym obszarze kształtują się tu w granicach 115,7 m n.p.m. (zwierciadło wody w jeziorze Niegocin) do 180,9 m n. p. m, na południowy wschód od Czypek.

Omawiany teren położony jest w obrębie regionu klimatycznego mazursko-podlaskiego i należy do jednego z najzimniejszych rejonów Polski. Okres wegetacyjny jest krótszy o oko-

ło 1 miesiąc niż w innych regionach kraju, trwa około 190 dni, przedwiośnie występuje tu o 3 tygodnie później. Roczne sumy opadów wynoszą około 550–600 mm. Wiatry są na ogół umiarkowane, głównie zachodnie i południowe, w rejonie Miłek w ciągu roku przeważają wiatry z południowego wschodu oraz z południowego zachodu. Średnia roczna temperatura powietrza wynosi poniżej 6°C i jest o 1–1,5°C niższa od średniej krajowej, pokrywa śnieżna zalega około 130 dni ponad miesiąc dłużej niż w centrum kraju, co odgrywa dużą rolę w bilansie cieplnym i wodnym tego rejonu (Raport..., 2010).

Na opisywanym obszarze dominują kompleksy glebowo-rolnicze pszenne. Najpowszechniejszym jest kompleks pszeny dobry, w skład którego wchodzi gleby dobrej jakości, wykształcone głównie z glin lekkich zalegających w całym profilu glebowym. Według klasyfikacji bonitacyjnej w kompleksie tym przeważają gleby klasy III. Gliny lekkie występują też w składzie gatunkowym gleby kompleksu pszenego, klas bonitacyjnych III i IV. Gleby tego kompleksu skupiają się głównie w okolicy wsi Ruda, Wierciejki, Paprotki oraz na wschód od wsi Staświny.

Omawiany teren charakteryzuje się dość wysokim wskaźnikiem rolniczego wykorzystania. Większość gruntów wysokich klas bonitacyjnych jest użytkowana przez rolników indywidualnych. Użytki rolne zajmują ponad 60% powierzchni terenu arkusza. Przeważają wśród nich grunty orne, reszta to pastwiska i łąki. Na gruntach ornym uprawia się żyto i ziemniaki oraz rośliny przemysłowe (rzepak i buraki cukrowe). Duże znaczenie ma hodowla trzody chlewnej i bydła. Zakład Rolno-Przemysłowy „PFM” w Rudzie (po byłym Państwowym Gospodarstwie Rolnym), zajmuje się hodowlą trzody chlewnej. Krajobraz polodowcowy ze wzniesieniami i dolinami wypełnionymi jeziorami sprzyja rozwojowi ruchu turystycznego, który obok rolnictwa jest ważną gałęzią rozwoju gospodarczego na tym terenie.

Niewielką powierzchnię terenu (około 20%) zajmują lasy. Większa ich część mieści się w obrębie Obszarów Chronionego Krajobrazu: Krainy Wielkich Jezior Mazurskich, Jezior Orzyskich oraz Obszaru Chronionego Krajobrazu Otuliny Mazurskiego Parku Krajobrazowego – Wschód. Wśród siedlisk dominuje średnio żyzny bór mieszany świeży, mniejsze powierzchnie zajmuje bardziej żyzny las mieszany świeży, który występuje głównie na obrzeżach zbiorników wodnych. Wśród drzewostanów gatunkiem dominującym jest sosna, kolejne pozycje w udziale powierzchniowym zajmują brzoza i olcha.

Uzupełniającą funkcją gospodarczą opisywanego obszaru jest turystyka i rekreacja, które koncentrują się głównie w otoczeniu systemu Wielkich Jezior Mazurskich oraz sieci jezior w obszarze chronionego krajobrazu. Pagórkowaty krajobraz, niewielkie jeziorka głęboko osa-

dzone w rynnę polodowcowej ciągnące się od jeziora Ublik Mały aż po jezioro Orzysz oraz otaczające je lasy sprawiają, że okolica bywa nazywana „Orzyską Szwajcarią”.

Największą miejscowością leżącą przy drodze krajowej nr 63 jest wieś Miłki, będąca równocześnie siedzibą gminy i ośrodkiem administracyjno-gospodarczym, licząca około 600 mieszkańców. Miejscowość Rydzewo (około 350 mieszkańców), położona nad jeziorem Niegocin, posiada charakter letniska. Znajduje się tu rozwinięta baza noclegowa i ośrodki wypoczynkowe.

Na obszarze objętym arkuszem Miłki znajdują się dwie oczyszczalnie ścieków w Miłkach i Konopkach Wielkich oraz trzy składowiska odpadów zlokalizowane w Górze, Miłkach (nieczynne) i w Rydzewie (zrekultywowane).

Przez środek obszaru arkusza przebiega wspomniana droga krajowa nr 63 – granica państwa (Perły)–Węgorzewo–Giżycko–Kisielnica, a w północno-wschodniej części droga wojewódzka nr 656 Staświny–Zelki–Ełk oraz wiele dróg powiatowych. Sieć dróg o twardej nawierzchni jest dobrze rozwinięta i łączy wszystkie większe miejscowości. Przez obszar arkusza przebiegają linie kolejowe: Ełk–Mrągowo (północno-wschodnia) i Ełk–Orzysz (południowo-wschodnia część). Linia kolejowa biegnąca od Orzysza do Giżycka została wiele lat temu zamknięta.

III. Budowa geologiczna

Budowę geologiczną obszaru arkusza Miłki przedstawiono na podstawie Szczegółowej mapy geologicznej Polski, arkusz Miłki, w skali 1:50 000 wraz z objaśnieniami (Szumański, Laskowski, 1990, 1993) oraz innych opracowań (Zieliński, 1992, 1993).

Obszar objęty arkuszem położony jest na skłonie prekambryjskiej platformy wschodnioeuropejskiej, w zasięgu wyniesienia mazursko-suwalskiego. Utwory prekambru występują na głębokości około 1500 m p.p.t. Przykrywa je seria osadów staropaleozoicznych o grubości dochodzącej do około 660, w skład której wchodzi piaskowce i mułowce kambru, wapienie i mułowce ordowiku oraz mułowce i iłowce syluru. Na kompleksie osadowych skał wczesno paleozoicznych zalega niezgodnie seria utworów permskich, wykształconych w postaci wapieni dolomitycznych przeławiconych iłowcami z anhydrytami, na których zalegają utwory mezozoiczne o miąższości dochodzącej do około 730 m.

Trias reprezentowany jest przez iłowce, mułowce oraz wapienie dolomityczne dolnego piętra pstrego piaskowca. Na nich zalega seria osadów wykształconych w postaci piasków, żwirówców kwarcowych, piaskowców oraz utwory mułowcowo-margliste jury, które przykryte są utworami kredy dolnej wykształconej w facji piasków glaukonitowych.

Osady kredy górnej (mastrychtu górnego) wykształcone w postaci margli i margli piaszczystych, odsłaniają się w podłożu podczwartorzędowym w rejonie Góry (w obniżeniu biegnącym południkowo na sąsiedni arkusz – Orzysz).

Na większości obszaru objętego arkuszem nad utworami kredy występują osady paleogenu (paleocenu i oligocenu), które tworzą podłoże podczwartorzędowe. Utwory paleocenu wykształcone są w postaci piasków, mułków i mułowców kwarcowo-glaukonitowych oraz wapieni marglistych i gez, natomiast oligocenu w postaci piasków i mułków kwarcowo-glaukonitowych, miejscami piasków i mułków z węglem brunatnym o miąższości około 60 m.

Osady czwartorzędowe występują na całym obszarze arkusza, tworząc pokrywę o miąższości przekraczającej 200 m. Leżą one głównie na osadach paleogenu i jedynie lokalnie na osadach kredy górnej. W profilu osadów czwartorzędowych przeważają głównie utwory plejstocenu, a tylko w partii przypowierzchniowej występują osady holocenu (fig. 2).

Plejstocen reprezentowany jest przez zlodowacenia: najstarsze, południowopolskie, środkowopolskie i północnopolskie oraz interglacjały augustowski i mazowiecki.

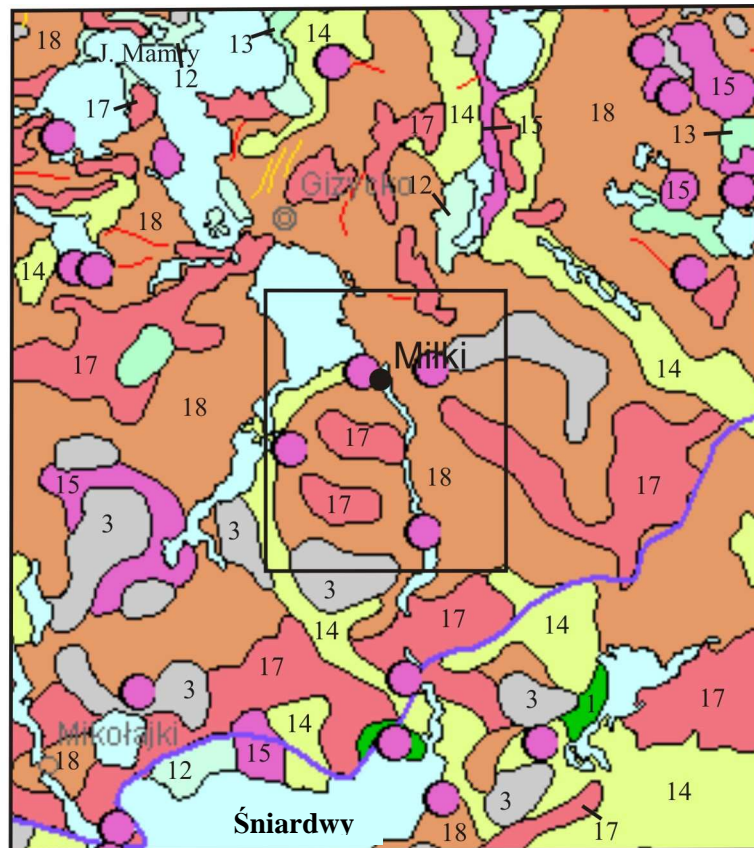
Osady zlodowacenia najstarszego, o miąższości ponad 30 m, występują jedynie w kopalnej dolinie w rejonie Góry. Są to piaski i żwiry wodnolodowcowe oraz dwudzielne gliny zwałowe przedzielone poziomem piasków i żwirów z głazami.

Utwory interglacjału augustowskiego wykształcone są w postaci żwirów, piasków i mułków rzecznych oraz piasków, mułków i iłów jeziornych. Miąższości ich dochodzą do około 80 m.

Obecność osadów zlodowaceń południowopolskich (zlodowacenie nidy, sanu 1 i sanu 2 (wilgi) zanotowano na znacznej powierzchni obszaru arkusza. Ich miąższość miejscami dochodzi do 100 m. Pozostawiły one trzy poziomy glin zwałowych, rozdzielone piaskami wodnolodowcowymi i mułkami, miejscami iłami zastoiskowymi.

Interglacjał mazowiecki zaznaczył się lokalnie na wysoczyźnie bardzo głęboką erozją i denudacją oraz akumulacją mułków i piasków jeziornych.

Utwory zlodowaceń środkowopolskich, występujące na całym obszarze arkusza, reprezentowane są przez trzy poziomy glacialne (zlodowacenie odry oraz dwa stadiały zlodowacenia warty). Intensywna erozja wgłębna poprzedzająca okres akumulacji jak i późniejsza deformacja wywołana glacitektoniką spowodowała, że osady zalegają na różnej wysokości i mają zróżnicowaną miąższość. Osady glacialne rozdzielone są serią osadów wodnolodowcowych i zastoiskowych. W okresie ostatniego stadiału zlodowacenia warty łądolód pozostał prawie na całym obszarze miąższy kompleks osadów wodnolodowcowych (miejscami osiagający miąższość 60 m).



0 5 10 15 20 25 km



Ciągi drobnych form rzeźby:



Fig. 2. Położenie arkusza Miłki na tle Mapy geologicznej Polski w skali 1:500 000 wg Marksa, Bera, Gogołka, Piotrowskiej (2006).

Czwartorzęd

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

Plejstocen, zlodowacenia północnopolskie: 12 – piaski i mułki jeziorne, 13 – iły, mułki i piaski zastoisowe, 14 – piaski i żwiry sandrowe, 15 – piaski i mułki kemów, 17 – żwiry, piaski, głązy i gliny moren czołowych, 18 – gliny zwałowe, ich zwierzeliny oraz piaski i żwiry lodowcowe.

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

Utwory zlodowaceń północnopolskich były akumulowane w okresie stadiału górnego (leszczyńsko-pomorskiego) zlodowacenia wisły. Występują na całym obszarze objętym arkuszem o miąższości ponad 60 m.

Gliny zwałowe są osadem najpowszechniej występującym na powierzchni obszaru arkusza w jego północnej, środkowej i częściowo południowej części. Budują one urozmaiconą wysoczyznę morenową. Ich miąższości są zmienne od kilku do ponad 30 m. Są to na ogół gliny o bardzo zmiennym uziarnieniu od glin ilasto-pyłastych poprzez gliny piaszczyste do piasków i żwirów gliniastych. Na obszarach wysoczyzny spod pokryw glin zwałowych odsłaniają się liczne, małe skupienia piasków i żwirów zwałowych, które bywają przedmiotem eksploatacji na potrzeby miejscowe. Lokalnie gliny zwałowe są silnie zaburzone lub spiętrzone w wyniku glacitektoniki.

Piaski i żwiry wodnolodowcowe dolne i górne stanowią ciągłą pokrywę o miąższości od kilku do ponad 40 m. Na większości obszaru objętego arkuszem podścielają osady zwałowe. Nieciągłe pokrywy osadów wodnolodowcowych występują w sąsiedztwie moren czołowych w okolicach: Rydzewa, Paprotek, Jagodnego Wielkiego. Jednak największy kompleks tych osadów występuje na przedpolu i w otoczeniu moren czołowych na południowym skraju arkusza, ciągnąc się pasem od Dąbrówki (na zachodzie arkusza) po Odoje (na wschodzie). Miejscami osiągają miąższość kilkadziesiąt metrów.

Efektom dłuższego postoju czoła lądolodu na linii Dąbrówka – Danowo – jezioro Okrągłe jest ciąg wzgórz morenowych. Z okresu recesji lądolodu pochodzi ciąg wzgórz i pagórków moren czołowych w okolicach Rydzewa, Paprotek oraz na linii Ruda – Miłki – Miechy i Talki. Zbudowane są one głównie z piasków, żwirów i glin zwałowych z gładami.

W okresie wytapiania się martwych lodów powstawały różnej wielkości pojedyncze wzniesienia lub ciągi wzgórz kemowych. Występują one wśród glin zwałowych na wysoczyźnie morenowej, zwłaszcza wzdłuż brzegów jezior środkowej i północno-zachodniej części arkusza. Większe skupienia pagórków kemowych nagromadzone są w okolicach Bogaczewa (wzdłuż zachodniego brzegu jeziora Niegocin), Jagodnego Wielkiego, Rudy, Staświn, a także w okolicach Szczepanek, Konopek Wielkich i Małych. W rejonie Rydzewa, Wysowatego i Konopek Małych złoża piasków i żwirów kemowych zostały udokumentowane, były i są eksploatowane.

W zachodniej części arkusza przebiega dolina wód roztopowych odprowadzająca wody roztopowe z rejonu jeziora Niegocin na południe w kierunku jeziora Śniardwy. Wypełniają ją głównie piaski drobno- i średnioziarniste o miąższości do około 10 m.

Iły i mułki rzeczno-wodnolodowcowe o miąższości do około 4 m występują w okolicach Osik w obrębie doliny wód roztopowych.

Na przełomie plejstocenu i holocenu na obszarze arkusza utworzyły się gliny i piaski deluwialne wypełniające liczne drobne zagłębienia terenu.

Najmłodszymi osadami, które powstały w holocenie są piaski jeziorne tworzące wydłużone litosomy przy brzegach jezior.

Na obszarze Bagna Nietlice i na Łąkach Staświńskich oraz w sąsiedztwie jezior i licznych zagłębieniach bezodpływowych powstały gytie i kreda jeziorna o grubości od 2 m do około 5–7 m oraz torfy o średniej miąższości 2–4 m, dochodząc lokalnie do około 7 m. Namuły występują bardzo rzadko, wypełniając cienką warstwę niektóre, niewielkie podmokłe obniżenia terenu.

IV. Złoża kopalin

Na obszarze arkusza Miłki występują trzy kompleksy litologiczno-surowcowe: okruczowy – piasków i żwirów oraz piasków, stanowiących kruszywo naturalne dla budownictwa i drogownictwa, węglanowy – kredy jeziornej i gytii wapiennej oraz torfowy – torfów dla rolnictwa.

Na powyższym obszarze udokumentowanych jest 6 złóż kruszywa piaskowo-żwirowego oraz 3 złoża kruszywa piaskowego. W złożu piasków i żwirów „Konopki Małe” (Sadowski, 1988a) piaski są kopalnią towarzyszącą. Zestawienie złóż kopalin, ich stan zagospodarowania oraz klasyfikację sozologiczną przedstawiono w tabeli 1.

Czwartorzędowe (plejstocenske) złoża piasków i żwirów: „Rydzewo” (Sadowski, 1984, Ceckowski, Tatarata, 2004), „Konopki Małe” (Sadowski, 1988a), „Odoje” (Sadowski, 1980) i „Rydzewo III” (Ceckowski, Tatarata, 2008) są pochodzenia wodnolodowcowego, natomiast w złożach „Talki II” (Sadowski, 1991b) i „Talki” (Sadowski, 1989) kopalnią są piaski i żwiry lodowcowe pochodzące z okresu zlodowaceń północnopolskich.

Wymienione złoża kruszywa piaskowo-żwirowego mają powierzchnie od 0,18 ha („Konopki Małe”) do 7,81 ha („Talki”), formę pokładową, a ich miąższość wynosi średnio od 3,5 m („Odoje”) do 10,4 m („Talki II”). Nadkład o średniej grubości od 0,6 („Rydzewo”) do 2,5 m („Rydzewo III”) stanowią: cienka warstwa gleby, piaski pylaste oraz piaski gliniaste. W spągu powyższych złóż występują piaski ilaste i piaski gliniaste oraz gliny zwałowe. Złoża: „Konopki Małe”, „Odoje” i „Rydzewo” są częściowo zawodnione. Warstwa złożowa pozostałych, udokumentowanych złóż piasków i żwirów jest sucha. W złożu „Konopki Małe” kopalnią towarzyszącą są piaski o średniej miąższości 3,5 m.

Złoże kopalin i ich charakterystyka gospodarcza oraz klasyfikacja

Numer złoże na mapie	Nazwa złoże	Rodzaj kopaliny	Wiek kompleksu litologiczno-suwrowcowego	Zasoby geologiczne bilansowe (tys. ton)	Kategoria rozpoznania	Stan zagospodarowania złoże	Wydobycie (tys. ton)	Zastosowanie kopaliny	Klasyfikacja złoże		Przyczyny konfliktowości złoże
				według stanu na 31.12.2010 (Szuflicki i in. red., 2011)						Klasy 1-4	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1.	Rydzewo-Kolonia II	p	Q	27	C ₁	G	0	Skb, Sd	4	B	W, K
2.	Rydzewo	pż	Q	1	C ₁	Z	–	Sd	4	B	W
3.	Wyszowate	p	Q	27	C ₁ *	Z	–	Skb, Sd	4	A	–
4.	Konopki Małe	pż,p	Q	21	C ₁ *	Z	–	Skb	4	A	–
5.	Talki II	pż	Q	65	C ₁ *	N	–	Skb, Sd	4	A	–
6.	Talki	pż	Q	1305	C ₁ *	N	–	Skb	4	A	–
7.	Odoje	pż	Q	79	C ₁ *	Z	–	Skb	4	A	–
8.	Rydzewo III	pż	Q	88	C ₁	G	5	Skb, Sd	4	B	W
9.	Wyszowate II	p	Q	360	C ₁	N	–	Skb, Sd	4	A	–

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

Rubryka 4: Q – czwartorzęd;

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

Rubryka 7: złoże: G – zagospodarowane, N – niezagospodarowane, Z – zaniechane;

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

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

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

Rubryka 12: W – ochrona wód podziemnych (obszar najwyższej ochrony GZWP nr 206 – Wielkie Jeziora Mazurskie), K – ochrona krajobrazu

Kruszywo z tych złóż charakteryzuje się średnim punktem piaskowym wynoszącym od 58,7% („Talki II”) do 74,8% („Rydzewo III”) oraz średnią zawartością pyłów mineralnych od 2,7% („Odoje”) do 4,0% („Rydzewo”) (tabela 2). Zanieczyszczeń organicznych i obcych nie odnotowano. Kruszywo piaskowo-żwirowe z udokumentowanych złóż znajdują zastosowanie w budownictwie ogólnym i drogownictwie.

Piaski budowlane udokumentowano w złożach: „Rydzewo-Kolonia II” (Kuczyński, 1998), „Wyszowate” (Sadowski, 1990) i „Wyszowate II” (Ceckowski, Tatarata, 2010).

Złoża mają powierzchnie od 0,30 ha („Wyszowate”) do 1,98 ha („Wyszowate II”), formę pokładową, a ich miąższość wynosi średnio od 4,6 m („Rydzewo-Kolonia II”) do 9,9 m („Wyszowate II”). Nadkład o średniej grubości od 0,2 m („Rydzewo-Kolonia II”) do 1,2 m („Wyszowate”) stanowią cienka warstwa gleby i piaski pylaste. W spągu powyższych złóż występują piaski ilaste i piaski gliniaste. Złoże piasków „Wyszowate” jest suche, pozostałe dwa złoża są zawodnione.

Kruszywo z tych złóż charakteryzuje się średnim punktem piaskowym wynoszącym od 78,0% („Wyszowate II”) do ponad 96,8% („Rydzewo-Kolonia II”) oraz średnią zawartością pyłów mineralnych od 1,4% („Wyszowate II”) do 6,9% („Rydzewo-Kolonia II”) (tabela 2). Piaski w złożu „Konopki Małe” mają średni punkt piaskowy 92,4 % i średnio zawierają 8,0% pyłów mineralnych. Zanieczyszczeń organicznych i obcych nie odnotowano. Kruszywo piaskowe z udokumentowanych złóż może być zastosowane w budownictwie ogólnym, podrzędnie w drogownictwie.

Opisane złoża zawierają kopaliny pospolite, powszechnie występujące i łatwo dostępne, dlatego zaklasyfikowano je z punktu widzenia ich ochrony do złóż klasy 4, stosując kryteria zawarte w wytycznych dokumentowania złóż kopalni stałych (Zasady dok..., 2002). Klasyfikację sozologiczną złóż przeprowadzono uwzględniając stopień kolizyjności ich eksploatacji w odniesieniu do różnych komponentów środowiska przyrodniczego i elementów zagospodarowania przestrzennego (Instrukcja ..., 2005).

Z punktu widzenia ochrony środowiska do klasy B – złóż konfliktowych zaliczono: złoża piasków „Rydzewo-Kolonia II” oraz złoża piasków i żwirów „Rydzewo” i „Rydzewo III”. Pozostałe złoża uznano za mało konfliktowe (klasa A) (tabela 1). Złoża zaliczone do klasy B są konfliktowe z uwagi na położenie w granicach czwartorzędowego, głównego zbiornika wód podziemnych (GZWP), Wielkie Jeziora Mazurskie – 206 (Hakenberg, Sienkiewicz, 1996). Złoże „Rydzewo-Kolonia II” dodatkowo znajduje się w granicach obszaru chronionego krajobrazu – Kraina Wielkich Jezior.

Tabela 2

**Parametry geologiczno-górnictwa złóż oraz parametry jakościowe
kruszywa piaskowo-żwirowego i piaskowego**

Numer złoży na mapie	Nazwa złoży	Powierzchnia złoży [ha]	Mięszość złoży od-do (śr.) [m]	Grubość nadkładu od-do (śr.) [m]	Punkt piaskowy [%]	Zawartość pyłów mineralnych [%]	Ciężar nasypowy w stanie zagęszczonym od-do (śr.) [T/m ³]
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Rydzewo-Kolonia II	0,76	<u>3,0–6,1</u> 4,60	<u>0,1–0,3</u> 0,2	<u>91,0–99,0</u> 96,8	<u>3,8–12,0</u> 6,9	<u>1,70–1,76</u> 1,72
2	Rydzewo*	0,52	<u>6,0–7,3</u> 6,6	<u>0,2–0,8</u> 0,6	<u>54,6–85,5</u> 71,6	<u>3,9–5,0</u> 4,0	<u>1,81–2,08</u> 1,93
3	Wyszowate	0,30	<u>5,9–9,4</u> 7,7	<u>0,1–2,8</u> 1,2	<u>80,0–88,7</u> 85,2	<u>5,0–8,0</u> 6,6	<u>1,68–1,81</u> 1,74
4	Konopki Małe*	0,18	<u>3,5–9,3</u> 6,7	<u>1,2–3,2</u> 1,9	<u>67,9–78,6</u> 73,3	<u>2,2–4,0</u> 3,4	<u>1,85–1,88</u> 1,86
5	Talki II*	0,31	<u>9,5–11,2</u> 10,4	<u>0,5–1,5</u> 0,9	<u>52,9–65,0</u> 58,7	<u>3,9–5,2</u> 4,4	<u>1,86–1,97</u> 1,90
6	Talki*	7,81	<u>2,0–12,2</u> 8,3	<u>0,0–2,8</u> 1,0	<u>52,0–71,0</u> 64,8	<u>1,7–6,0</u> 3,8	<u>1,84–1,98</u> 1,88
7	Odoje*	1,27	<u>2,8–4,1</u> 3,5	<u>0,4–1,9</u> 1,1	<u>59,2–67,6</u> 64,6	<u>1,1–3,7</u> 2,7	<u>1,93–2,02</u> 1,97
8	Rydzewo III*	1,31	<u>3,0–11,0</u> 4,3	<u>0,1–3,0</u> 2,5	<u>72,1–85,0</u> 74,8	<u>2,1–5,0</u> 3,7	<u>1,74–1,89</u> 1,79
9	Wyszowate II	1,98	<u>3,6–13,5</u> 9,9	<u>0,2–1,7</u> 1,0	<u>68,7–92,6</u> 78,0	<u>0,6–2,9</u> 1,4	<u>1,75–2,03</u> 1,82

*– złoże kruszywa piaskowo-żwirowego

V. Górnictwo i przetwórstwo kopalni

Na terenie arkusza Miłki obecnie prowadzona jest koncesjonowana eksploatacja złóż kruszywa piaskowo-żwirowego „Rydzewo III” i piaskowego „Rydzewo Kolonia II”.

Użytkownicy powyższych złóż posiadają ważne koncesje, a złoży mają zatwierdzone obszary i tereny górnictwa. Eksploatacja prowadzona jest na potrzeby lokalne w zakresie budownictwa i napraw lokalnych dróg gruntowych. Kopalina nie podlega przeróbce i sprzedawana jest kontrahentom na miejscu.

Złoże „Rydzewo III” jest eksploatowane od maja 2009 roku na podstawie koncesji wydanej przez Starostę Giżyckiego (ważnej do dnia 31.12.2019). Ustanowiony w roku 2009 obszar górnictwa ma powierzchnię 1,91 ha, a teren górnictwa 2,47 ha.

Wydobycie piasków ze złoży „Rydzewo Kolonia II” prowadzone jest od roku 1998 na podstawie koncesji wydanej przez Wojewodę Podlaskiego (ważnej do dnia 31.12.2013). Ustanowione w roku 1998 obszar i teren górnictwa mają powierzchnię odpowiednio 0,76 i 2,06 ha. W roku 2010 wydobycie kopaliny prowadzono tylko ze złoży „Rydzewo III” (na poziomie 5 tys. ton). Złoże eksploatowane jest za pomocą koparki podsiębiernej, jednym poziomem. Wyrobisko złoży „Rydzewo Kolonia II” jest częściowo zawodnione.

Do końca grudnia 2008 roku, prowadzono eksploatację piasków i żwirów ze złoża „Rydzewo”. Pozostałe w złożu zasoby bilansowe na poziomie niespełna 1 tys. ton nie zostały rozliczone. Użytkownikiem złoża było Przedsiębiorstwo Usług Komunalno-Rolnych Sp. z o.o. w Miłkach. Suche wyrobisko stokowo-wgłębne o wysokości około 5 m, długości 80 m i szerokości 30 m ulega samorekultywacji biologicznej poprzez zarastanie.

Eksploatację piasków na złożu „Wyszowate” rozpoczęto na początku lat dziewięćdziesiątych ubiegłego wieku. Wyeksploatowana część złoża (wyrobisko stokowe o wysokości około 7 m, długości 50 m i szerokości 40 m) ulega postępującej samorekultywacji. Pozostałych w złożu zasobów bilansowych (27 tys. ton) nie rozliczono stosownym dodatkiem.

Pod koniec lat dziewięćdziesiątych zaniechano eksploatacji kruszywa piaskowo-żwirowego w złożu „Konopki Małe”. Wyrobisko, o wysokości około 6 m, długości 50 m i szerokości 20 m ulega rekultywacji biologicznej poprzez zarastanie.

Wydobycia kopaliny ze złoża „Odoje” zaniechano pod koniec lat dziewięćdziesiątych. Wyrobisko o wysokości około 3,5 m, długości 150 m i szerokości 80 m powoli zarasta trawą i drzewami, a miejscami służy jako nielegalne składowisko odpadów. Zasobów bilansowych złóż „Konopki Małe” i „Odoje” nie rozliczono.

Pozostałe złoża kruszywa piaskowo-żwirowego: „Talki II” i „Talki” oraz piaskowego „Wyszowate II” nigdy nie były zagospodarowane.

W czasie zwiadu terenowego stwierdzono kilka punktów występowania piasków i żwirów oraz piasków, z których w przeszłości okoliczni mieszkańcy wydobywali kopalinę na potrzeby własne. Piaski i żwiry eksploatowano do połowy zeszłej dekady w granicach wyznaczonego obszaru perspektywicznego piasków i żwirów, na południowy wschód od miejscowości Kolonia Paprotki oraz w bliskim sąsiedztwie tego obszaru. Wydobycie odbywało się z suchych odkrywek o powierzchni około 0,2 i 0,3 ha.

Eksploatację piasków i żwirów prowadzono również z odkrywki zlokalizowanej w sąsiedztwie zaniechanego złoża piasków i żwirów „Konopki Małe” oraz z kilku małych odkrywek w obrębie zaniechanego i częściowo zarośniętego wyrobiska w granicach nigdy nieeksploatowanego złoża piasków i żwirów „Talki” (na północny wschód od Jeziora Bielskiego). Niezarośnięta część wyrobiska ma powierzchnię około 0,3 ha (wyrobisko stokowo-wgłębne o głębokości 2–3 m), a całość obszaru, na którym prowadzono na przestrzeni lat eksploatację przekracza 3 ha.

Poza tym na obszarze arkusza Miłki punkty występowania piasków i żwirów odnotowano w rejonie miejscowości Góra (południowa część arkusza) i Pianki (przy drodze z Pianek do Aleksandrowa) a piasków w okolicach Dąbrówki (Bucka Góra). Pod koniec 2011 roku

powyżej opisane punkty występowania piasków i żwirów oraz piasków nie nosiły śladów świeżej eksploatacji.

VI. Perspektywy i prognozy występowania kopalin

Obszar arkusza Miłki został dość dobrze rozpoznany pod względem występowania kopalin. Na podstawie analizy dostępnych materiałów i opracowań złożowych dotyczących prac poszukiwawczych za kruszywem piaskowo-żwirowym (Szkóp, 1963; Wal, 1964; Sadowski, 1988b, 1991a, 1994; Liwska, 1989), kredą jeziorną (Tołkanowicz, Żukowski, 2001), glinami ceramiki budowlanej (Paprocka, 1983, 1985) i torfami (Ostrzyżek, Dembek, 1996) oraz Szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1:50 000 arkusz Miłki (Szumański, Laskowski, 1990) i wizji terenowej (punkty występowania kopaliny) w obrębie powyższego arkusza wyznaczono jeden obszary perspektywiczny piasków i żwirów, trzy kredy jeziornej i gytii wapiennej oraz jeden torfów.

Z uwagi na małą ilość danych wiertniczych i przede wszystkim brak badań jakościowych, nie wyznaczono prognoz występowania tych kopalin. Zaznaczono także obszary, gdzie wyniki badań geologicznych okazały się negatywne dla udokumentowania złóż piasków i żwirów oraz glin ceramiki budowlanej.

Za perspektywiczne dla udokumentowania złóż kruszywa piaskowo-żwirowego uznano obszar wokół i w sąsiedztwie punktu występowania piasków i żwirów na północ od miejscowości Paprotniki. W profilach odsłonięcia pod nakładem 0,5 m gleby i piasków gliniastych, występują piaski różnoziarniste ze żwirem i głazami o miąższości do 8 m. Są to typowe pagórki moren czołowych cechujące się dużą zmiennością uziarnienia, od głazów do frakcji pylastych (Szumański, Laskowski, 1990).

Obszary perspektywiczne kredy jeziornej i gytii wapiennej wyznaczono na południe od miejscowości Jagodne Wielkie (przy zachodniej granicy arkusza) oraz w rejonie miejscowości Marcinowa Wola i Wyszowate, po obu brzegach jeziora Buwełno.

Średnia miąższość występującej tu kredy jeziornej i gytii wynosi 2 m w obszarze Jagodne Wielkie i 3,4 m w obszarach perspektywicznych Marcinowa Wola – Wyszowate. Kopalina występuje najczęściej pod nakładem torfów o grubości 1–2 m (Tołkanowicz, Żukowski, 2001).

Zgodnie z weryfikacją bazy zasobowej torfów (Ostrzyżek, Dembek, 1996) część wystąpień tej kopaliny na obszarze arkusza Miłki spełniającą kryteria bilansowości dla torfów zaliczono do obszarów perspektywicznych. Perspektywy torfów o powierzchni około 10 ha wyznaczono w północnej części obszaru arkusza w rejonie miejscowości Upałty. Torfy mają tu

średnią miąższość ponad 3 m i charakteryzują się wysoką popielnością (w granicach kilkunaśtu procent) oraz stopniem rozkładu 20–50%. Są to torfowiska niskie, miejscami przejściowe, turzycowiskowo-olesowe, mechowiskowo-turzycowiskowe, turzycowiskowo-olesowe, mszarne i brzezinowe. Torfowisko rejonu Upałt występuje w obrębie wysoczyzny morenowej wypełniając zagłębienie bezodpływowe. Torfy są podścielone gytą organiczną i kredą jeziorną.

Torfowiska z rejonu Rydzewa – Paprotek i Miłek, które spełniają kryteria potencjalnej bazy zasobowej (Ostrzyżek, Dembek i inni, 1996) nie zostały na mapie zaznaczone ze względu na udokumentowany GZWP nr 206.

Obszary negatywnego rozpoznania glin ceramiki budowlanej wyznaczono w okolicach: Pianek (Paprocka, 1983), Danowa i Wyszowatego (Paprocka, 1985). W trakcie prac poszukiwawczo-rozpoznawczych w powyższych obszarach nawiercono gliny zwałowe z wkładkami piasków pylastych. Ze względu na silne zapiaszczenie glin i wysoką, ponad normatywną zawartość margla ziarnistego stwierdzono ich nieprzydatność pod kątem możliwości wykorzystania jako surowca ilastego ceramiki budowlanej.

Prace geologiczno-zwiadowcze mające na celu udokumentowanie kruszywa piaskowo-żwirowego i piaskowego prowadzone były w rejonie: Bogaczowa na zachodnim brzegu jeziora Niegocin (Sadowski, 1991a), Paprotki w pobliżu obszaru perspektywicznego (Sadowski, 1994), a także w południowej części arkusza w okolicach miejscowości Dąbrówka (Wal, 1964; Sadowski, 1988b), Cierzpięty, Pianki, Ublik i Danowo (Szkóp, 1963; Liwska, 1989). W wykonanych otworach do maksymalnej głębokości 10 m stwierdzono jedynie punktowe występowania kruszywa piaskowo-żwirowego i piaskowego o miąższościach pozabilansowych lub występowanie piasków drobnziarnistych z wkładkami żwirów o miąższości nieprzekraczającej 1–2 m (rejon Ublika i Danowa). Obszary te uznano za negatywne dla udokumentowania złóż kruszywa piaskowo-żwirowego i piaskowego ze względu na małą miąższość kopaliny, niewielkie jej rozprzestrzenienie i występowanie w Obszarze Chronionego Krajobrazu Krainy Wielkich Jezior Mazurskich oraz w pobliżu obszarów NATURA 2000.

VII. Warunki wodne

1. Wody powierzchniowe

Obszar arkusza Miłki leży w obrębie zlewni III rzędu rzeki Pisy, prawobrzeżnego dopływu Narwi. Jest to obszar w całości położony w zlewni pojeziernej (zlewni całkowitej jezior) Systemu Wielkich Jezior Mazurskich.

Sieć rzeczna jest słabo rozwinięta. Znajdują się tu jedynie kanały, niewielkie cieki odprowadzające nadmiar wody z terenów zmeliorowanych. Największym kanałem jest Rów

Staświński (w północno-wschodniej części omawianego terenu), który odprowadza wody z Łąk Staświńskich do cieką Staświnka, uchodzącego do jeziora Wojnowo. Przez południowo-zachodnią część omawianego obszaru płynie niewielki ciek Wężówka, biorąca swój początek w rejonie jeziora Śniardwy (arkusz Orzysz). Przepływa przez zarastające jezioro Duży Wąż (w końcowej fazie zarastania) i uchodzi do jeziora Buwełno. Mniejsze cieką (kanały) często bez nazw, uchodzą bądź to do większych (np. Kanał Pamer do Rowu Staświńskiego), bądź bezpośrednio do jezior (np. Bielska Struga wpływa do jeziora Bielskiego). Na obszarze objętym arkuszem wody z cieków i kanałów nie były badane pod kątem ich jakości.

Jeziora są najistotniejszym elementem hydrograficznym zajmując około 8% powierzchni obszaru arkusza. Zajmują wszystkie większe obniżenia powierzchni polodowcowej i rynny subglacjalne. Oszacowano, że na terenie gminy Miłkowo, znajduje się około 16 jezior, przy czym niektóre z nich są zaledwie małymi oczkami wodnymi. Na obszarze arkusza różnej wielkości zbiorników wodnych jest ponad 30. Spośród nich najczęstsze są jeziora rynnowe – wąskie i głębokie oraz, płytsze ale za to często bardzo rozległe jeziora, wytopiskowe. Główny ciąg jezior rynnowych biegnie przez centralny obszar arkusza z północnego-zachodu na południowy wschód, rozgałęziając się w rejonie Miłek. Są to jeziora: Rudzkie, Wojnowo, Buwełno, Tyrkło (środkowa część) i Miłkowskie, Bycek, Ublik Wielki i Mały, Stoczek, Błękitne, Kępiaste, Rzańniki i Orzysz (część wschodnia). Drugi ciąg jezior rynnowych zaczyna się w zachodniej części obszaru mapy (jezioro Jagodne) i przechodzi na arkusz Ryn.

Przekopane kanały bądź cieką łączące poszczególne jeziora, połączyły przez jezioro Niegocin, jezioro Śniardwy z kompleksem jeziora Mamry (na północny zachód od omawianego obszaru). Niegocin (południowa jego część na obszarze arkusza) jest pochodzenia wytopiskowego podobnie jak zbiornik, którego pozostałością są rozległe Bagna Nietlickie. Małe jeziora pochodzenia wytopiskowego grupują się w południowo-wschodniej i północnej części omawianego terenu. Do największych należą: Niegocin (południowa), Jagodne (wschodnia jego część) oraz Wojnowo, Buwełno, Ublik Wielki i Mały. Najgłębszym jeziorem w obrębie obszaru arkusza jest Buwełno o maksymalnej głębokości 49,1 m. Ostatnie badania dotyczące stanu czystości wód i podatności tych zbiorników na degradację były prowadzone w latach 1992–2001, badane wówczas jeziora zaliczono do klas II i III, sporadycznie do klasy IV jakości.

Ocenę jakości wód jezior badanych w 2010 roku wykonano na podstawie rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 20 sierpnia 2008 roku w sprawie sposobu klasyfikacji stanu jednolitych części wód powierzchniowych, DzU nr 162, poz. 1008. W obszarze arkusza monitoringiem wód jakości objęto jezioro Bawełno, w którym stan ekologiczny został określony

jako bardzo dobry, woda należała do I klasy jakości. Nie określono stanu chemicznego wody w jeziorze.

Kompleks jezior, począwszy od jeziora Mamry poprzez Święcajty, Dargin, Kisajno, Niegocin i Jagodne (część ich na obszarze arkusza Miłki), Tałty aż po Śniardwy, tworzą tzw. zbiornik retencyjny Wielkich Jezior Mazurskich. Między jeziorami Kisajno a Niegocin (poza obszarem arkusza) przebiega dział wodny Wisła – Pregoła. Wielkie Jeziora Mazurskie leżące w strefie wododziałowej, stanowią system bifurkacyjny, charakteryzujący się zmiennym w czasie układem zasilania Pisy i Węgorapy (dopływ Pregoły), a co za tym idzie zmienia się również położenie działu wodnego i zlewni tych rzek w obrębie jezior.

Inne licznie występujące jeziora na obszarze objętym arkuszem spełniają również rolę zbiorników retencyjnych.

2. Wody podziemne

Zgodnie z podziałem wg jednostek Jednolitych Części Wód Podziemnych obszar arkusza jest położony w JCWPd nr 21 i 33 (podział na 161 jednolitych części wód podziemnych wyznaczonych w 2004 r.; Paczyński, Sadurski, 2007), w regionie Dolnej Wisły. Należy, wg Atlasu hydrogeologicznego Polski (Paczyński, 1995) do regionu V – Pomorskiego.

Cechą szczególną JCWPd nr 21 zajmującą północną i centralną część obszaru arkusza, obejmującej północną część rejonu Wielkich Jezior Mazurskich jest bezpośredni kontakt hydrauliczny wód podziemnych z systemem hydrograficznym. JCWPD nr 33 zajmuje południową część arkusza. Na obszarze całej jednostki występuje jeden lub dwa poziomy wodonośne czwartorzędowe. W utworach neogenu występuje jeden poziom wodonośny.

Na obszarze arkusza Miłki znaczenie użytkowe ma tylko piętro czwartorzędowe (Sokołowski, 2004), w którym wyróżnia się dwa poziomy wodonośne:

- pierwszy użytkowy poziom wodonośny związany jest z piaskami i żwirami wodnolodowcowymi zlodowaceń północnopolskich, stadiału górnego (leszczyńsko pomorskiego) zlodowacenia wistły;
- drugi poziom użytkowy tworzą występujące lokalnie tylko na niewielkim obszarze (około 3 km²) w północno-zachodniej części arkusza, piaski i żwiry kemów również związany z okresem zlodowaceń północnopolskich, jak wyżej wymieniony.

Pierwszy poziom wodonośny jest głównym poziomem użytkowym i występuje powszechnie na obszarze arkusza od głębokości około 20 do ponad 50 m. Zbudowany jest z piasków różnoziarnistych, lokalnie ze żwirami, charakteryzujący się zmienną miąższością. Na większości obszaru mapy, miąższość utworów wodonośnych wynosi 20–40 m. Natomiast

w zachodniej, południowo-wschodniej i miejscami we wschodniej części, miąższość jest mniejsza i mieści się w granicach 10–20 m. Poziom wodonośny o miąższości poniżej 10 m oraz przekraczającej 40 m występuje lokalnie w formie płatów na całym obszarze. W rejonie Miłków i Konopek Wielkich miąższość głównego użytkowego poziomu wodonośnego dochodzi do około 100 m. Występuje on pod nakładem kompleksu glin zwałowych o miąższości od kilkunastu do dwudziestu kilku metrów. W rejonie Konopek Wielkich i jeziora Tyrkło (południowa część obszaru arkusza), miąższość utworów słabo przepuszczalnych może przekraczać 50 m. W rejonie Miłków, izolacja poziomu wodonośnego jest słaba, (około 10 m) lub nie występuje. Maksymalne wydajności z pompowań pomiarowych studni wynosiły 14–55,8 m³/h przy depresjach odpowiednio 35,7 m i 5,3 m. Najkorzystniejsze parametry hydrogeologiczne dla tego poziomu stwierdzono w rejonie miejscowości: Lipowy Dwór, Cierzęty, Ruda, Wyszowate i Konopki Wielkie.

Zasilanie poziomów wodonośnych pochodzi z infiltracji opadów atmosferycznych i wód z dalekiego krążenia. Ogólny spływ wód odbywa się w kierunku jeziora Niegocin, które jest główną bazą drenażu. Pas jezior rynnowych ciągnący się od północnego zachodu ku południowemu wschodowi stanowi lokalny system drenażu.

Opisywany rejon jest zwodociągowany w ponad 75%. Woda przeznaczona jest do zaspokajania potrzeb bytowo-gospodarczych ludności usług dla rolnictwa oraz rekreacji pochodzi z ujęć wód podziemnych.

Największe ujęcia wód podziemnych znajdują się w:

- Miłkach (ujęcie gminne) – wodociąg grupowy obsługujący poza Miłkami: Śtaświny, Kleszczewo, Lipowy Dwór, Lipińskie, Szczepanki,
- Konopkach Wielkich (ujęcie gminne) – wodociąg grupowy obsługujący poza Konopkami Wielkimi – Konopki Małe, Wyszowate, Bielskie i Danowo,
- Rudzie (ujęcie własne) – wodociąg obsługujący miejscowość Ruda

Pozostałe ujęcia o wydajności powyżej 25m³/h są zlokalizowane w: Lipowym Dworze, Cierzętach, Rydzewie (Ośrodek Wypoczynkowy), Miłkach, Wyszowatym i Ogródkach (Ośrodek Wypoczynkowy). Dwa przemysłowe ujęcia wód podziemnych zaopatrują wodę w Dudkach (PGR) i w Miłkach (Okręgowa Spółdzielnia Mleczarska).

Obszar arkusza nie jest zagrożony podtopieniami, leży bowiem poza maksymalnym możliwym zasięgiem występowania rozlewisk poopadowych podtopień, czyli położenie zwierciadła wody podziemnej blisko powierzchni terenu skutkuje jedynie podmokłościami stałymi względnie okresowymi.

W granicach arkusza znajduje się fragment GZWP nr 206 – Kętrzyn, (Kleczkowski 1990), który w 1999 roku został udokumentowany przez Przedsiębiorstwo Geologiczne „POLGEOL” S A Warszawa (Hakenberg, Sienkiewicz, 1999). Zmieniono nazwę głównego zbiornika wód podziemnych nr 206 – „Kętrzyn” na „Wielkie Jeziora Mazurskie”, poszerzając równocześnie jego powierzchnie (fig. 3). Wschodni fragment udokumentowanego głównego zbiornika wód podziemnych – Wielkie Jeziora Mazurskie znajduje się w zachodniej części obszaru arkusza. Powierzchnia obszaru ochronnego dla całego zbiornika wynosi 33 km², z czego na arkusz Miłki przypada około 17 km².

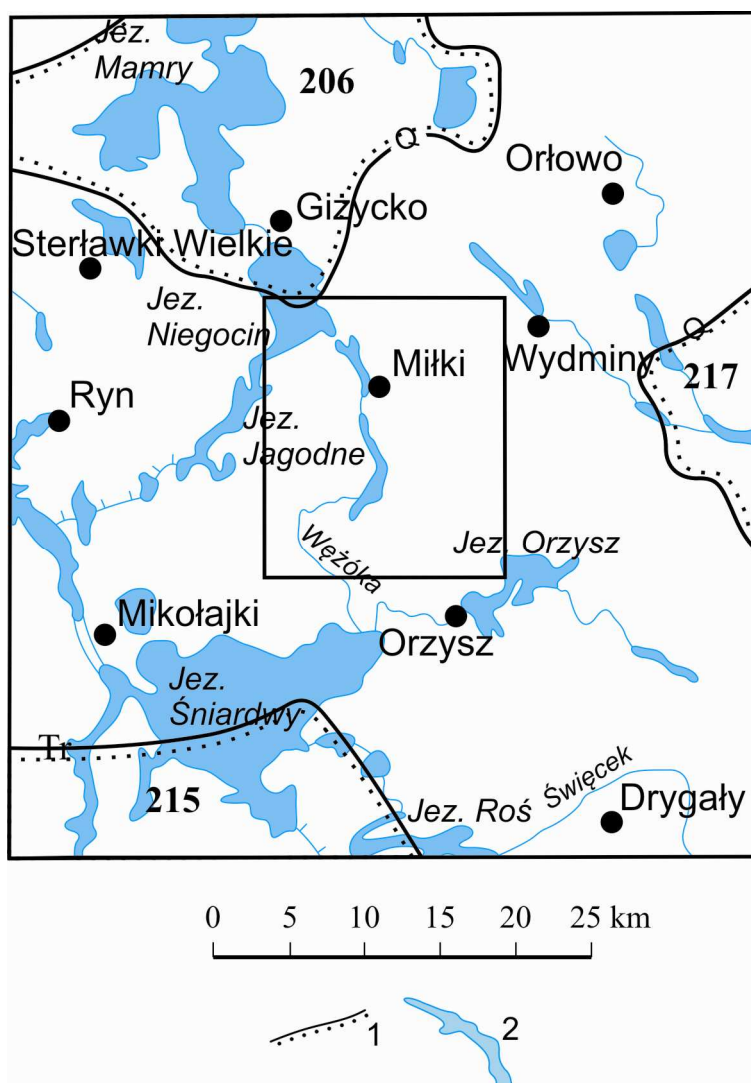


Fig. 3. Położenie arkusza Miłki na tle obszarów głównych zbiorników wód podziemnych (GZWP) w Polsce, wymagających szczególnej ochrony, w skali 1:500 000 wg A. Kleczkowskiego (1990).

1 – granica GZWP w ośrodku porowym, 2 – jeziora i rzeki

Numer i nazwa GZWP, wiek utworów wodonośnych: 206 – Zbiornik sandrowy Kętrzyn, czwartorzęd, (Q); 215 – Zbiornik Subniecka warszawska, trzeciorzęd, (Tr), 217 – Zbiornik Pradolina rzeki Biebrzy, 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 143 – Miłki, umieszczono w tabeli 3. W celu porównania tabelę uzupełniono danymi o przeciętnej zawartości (median) pierwiastków w glebach terenów niezabudowanych Polski (najmniej zanieczyszczonych w kraju).

Materiał i metody badań laboratoryjnych

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

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

Prezentacja wyników

Zastosowana gęstość pobierania próbek (1 próbka na około 25 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.

Tabela 3

Zawartość metali w glebach (w mg/kg)

Metale	Wartości dopuszczalne stężeń w glebie lub ziemi (Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 9 września 2002 r.)			Zakresy zawartości w glebach arkusza 143 – Miłki	Wartość przeciętnych (median) w glebach na arkuszu 143 – Miłki	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.)	
Głębokość (m p.p.t.)			Głębokość (m p.p.t.)					
0–0,3			0–2,0			0–0,2		
As Arsen	20	20	60	<5	<5	<5		
Ba Bar	200	200	1000	19–39	33	27		
Cr Chrom	50	150	500	4–11	7	4		
Zn Cynk	100	300	1000	17–43	32	29		
Cd Kadm	1	4	15	<0,5	<0,5	<0,5		
Co Kobalt	20	20	200	1–5	3	2		
Cu Miedź	30	150	600	2–8	6	4		
Ni Nikiel	35	100	300	2–10	6	3		
Pb Ołów	50	100	600	7–10	9	12		
Hg Rtęć	0,5	2	30	0,08–0,09	0,08	<0,05		
Ilość badanych próbek gleb z arkusza 143 – Miłki 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,				
Ba Bar	5			b) obszary poddane ochronie na podstawie przepisów o ochronie przyrody; jeżeli utrzymanie aktualnego poziomu zanieczyszczenia gruntów nie stwarza zagrożenia dla zdrowia ludzi lub środowiska – dla obszarów tych stężenia zachowują standardy wynikające ze stanu faktycznego,				
Cr Chrom	5			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,				
Zn Cynk	5			³⁾ grupa C – tereny przemysłowe, użytki kopalne, tereny komunikacyjne,				
Cd Kadm	5			⁴⁾ Lis, Pasieczna, 1995 – Atlas geochemiczny Polski 1:2 500 000				
Co Kobalt	5			N – ilość próbek				
Cu Miedź	5							
Ni Nikiel	5							
Pb Ołów	5							
Hg Rtęć	5							
Sumaryczna klasyfikacja badanych gleb z obszaru arkusza 143 – Miłki do poszczególnych grup użytkowania (ilość próbek)								
	5							

Zanieczyszczenie gleb metalami

Wyniki badań geochemicznych gleb odniesiono zarówno do wartości stężeń dopuszczalnych metali określonych w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 9 września 2002 r., jak i do wartości przeciętnych określonych dla gleb obszarów niezabudowanych całego kraju (tabela 3).

Przeciętne zawartości: arsenu, kadmu i ołowiu w badanych glebach arkusza są na ogół niższe lub równe w stosunku do wartości przeciętnych (median) w glebach obszarów niezabudowanych Polski. Wyższe wartości median wykazują: bar, chrom, cynk, kobalt, miedź, nikiel oraz rtęć; przy czym w przypadku chromu wzbogacenie jest prawie dwukrotne, natomiast niklu – dwukrotne w stosunku do przyjętych wartości przeciętnych.

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

2. Osady

W warunkach naturalnych osady gromadzące się na dnie rzek i jezior powstają w wyniku akumulacji materiału (m.in. ziaren kwarcu, skaleni, minerałów węglanowych, minerałów ilastych), pochodzącego z erozji i wietrzenia skał na obszarze zlewni oraz materiału powstałego w miejscu sedimentacji (szczątki obumarłych organizmów roślinnych i zwierzęcych oraz wytrącające się z wody substancje). Na terenach uprzemysłowionych, zurbanizowanych oraz rolniczych do osadów trafiają również substancje, takie jak metale ciężkie i trwałe zanieczyszczenia organiczne (TZO), zawarte w ściekach przemysłowych, komunalnych i z ferm hodowlanych odprowadzanych do wód powierzchniowych. Wzrost stężenia metali ciężkich i TZO we współcześnie powstających osadach jest również skutkiem ich depozycji z atmosfery oraz spływu deszczowego i roztopowego z terenów zurbanizowanych (metale ciężkie, WWA) i rolniczych (arsen, rtęć, pestycydy 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). Występujące w osadach metale ciężkie i inne substancje niebezpieczne mogą akumulować się w łańcuchu troficznym do poziomu który jest toksyczny dla organizmów, zwłaszcza drapieżników, a także mogą stwarzać ryzyko dla ludzi (Vink, 2009, 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 bioche-

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

Kryteria oceny osadów

Jakość osadów dennych, w aspekcie ich zanieczyszczenia metalami ciężkimi oraz wielopierścieniowymi węglowodorami aromatycznymi (WWA) i polichlorowanymi bifenylami (PCB) oceniono na podstawie kryteriów zawartych w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 16 kwietnia 2002 r. w sprawie rodzajów oraz stężeń substancji, które powodują, że urobek jest zanieczyszczony (DzU nr 55, poz. 498 z 14 maja 2002 r.).

Tabela 4.

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

Parametr	Rozporządzenie MŚ*	PEL**	Tłó 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

Dla oceny jakości osadów wodnych ze względów ekotoksykologicznych zastosowano wartości PEL (ang. *Probable Effects Levels – przypuszczalne szkodliwe stężenie*) – określające zawartość pierwiastka, WWA i PCB, powyżej której prawdopodobny jest szkodliwy wpływ zanieczyszczonych osadów na organizmy wodne. W tabeli 4 zamieszczono dopusz-

czalne zawartości pierwiastków oraz trwałych zanieczyszczeń organicznych (TZO) w osadach wydobywanych podczas regulacji rzek, kanałów portowych i melioracyjnych, obowiązujące w Polsce oraz wartości tła geochemicznego dla osadów wodnych Polski i wartości *PEL*.

Materiały i metody badań laboratoryjnych

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

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

Prezentacja wyników

Lokalizację miejsc opróbowania osadów przedstawiono na mapie w postaci trójkąta o odmiennych kolorach dla osadów zaklasyfikowanych do zanieczyszczonych (czerwony) lub niezanieczyszczonych (fioletowy) i o nieprzekroczonych wartościach *PEL* (niebieski) pod względem zawartości potencjalnie szkodliwych pierwiastków oraz w postaci koła o odmiennych kolorach dla osadów zaklasyfikowanych do zanieczyszczonych (czerwony) lub niezanieczyszczonych (fioletowy) i o nieprzekroczonych wartościach *PEL* (niebieski) pod względem zawartości trwałych zanieczyszczeń organicznych. Przy klasyfikacji stosowano zasadę

zaliczania osadów do danej grupy, gdy zawartość żadnego pierwiastka lub związku organicznego nie przewyższała górnej granicy wartości dopuszczalnej w tej grupie. W przypadku zakwalifikowania osadu do zanieczyszczonego każdy punkt opisano na mapie symbolami pierwiastków lub związków organicznych decydujących o zanieczyszczeniu.

Zanieczyszczenie osadów

Spośród jezior znajdujących się na arkuszu zbadane zostały osad jezior Miłkowskiego, Mamry, Niegocin i Buwełno. Osady jeziora Buwełno charakteryzują się niskimi zawartościami potencjalnie szkodliwych pierwiastków, zbliżonymi do ich wartości tła geochemicznego (tab. 5). Osady pozostałych jezior cechuje podwyższona zawartość pierwiastków śladowych – chromu, cynku, miedzi, niklu, ołowiu i rtęci, zwłaszcza w osadach jezior Miłkowskiego i Niegocin. Odnotowano zawartości wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych w osadach jeziora Mamry i Buwełno są porównane do przeciętnie spotykanych w osadach jezior. Osady jeziora Niegocin cechuje wyraźnie podwyższona zawartość WWA. Jednakże stwierdzone zawartości pierwiastków śladowych i WWA, za wyjątkiem indeno[1,2,3-cd]piranu i benzo[ghi]peryleny w osadach jeziora Niegocin, są niższe od ich dopuszczalnych stężeń według Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 16 kwietnia 2002 r., są one także niższe, za wyjątkiem WWA w osadach jeziora Niegocin, od ich wartości *PEL*, powyżej której obserwuje się szkodliwe oddziaływanie na organizmy wodne.

Tabela 5

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

Parametr	Miłkowskie 2000 r.	Mamry 2010 r.	Niegocin 2011 r.	Buwełno 2010 r.
Arsen (As)	7	9	9	6
Chrom (Cr)	18	22	17	4
Cynk (Zn)	220	87	179	48
Kadm (Cd)	1,1	0,8	1,2	<0,5
Miedź (Cu)	33	19	22	15
Nikiel (Ni)	13	20	19	4
Ołów (Pb)	43	35	59	21
Rtęć (Hg)	0,261	0,104	0,298	0,061
WWA _{11 WWA} *	n.o.	0,940	5,276	1,010
WWA _{7 WWA} **	n.o.	1,097	5,129	1,138
PCB***	n.o.	0,0018	0,0059	0,001

* – 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]peryleny

*** – 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 poczarnobyłskiego 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 pozwalała 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).

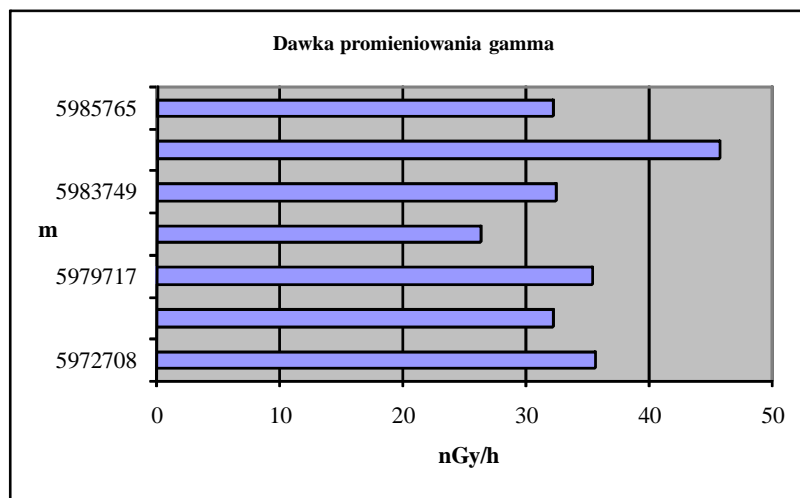
Wyniki

Wartości dawki promieniowania gamma wzdłuż profilu zachodniego wahają się w przedziale od około 21 do około 47 nGy/h. Przeciętnie wartość ta wynosi około 34 nGy/h i jest praktycznie identyczna ze średnią dla obszaru Polski wynoszącą 34,2 nGy/h. Wzdłuż profilu wschodniego wartości promieniowania gamma zmieniają się od około 18 do około 58 nGy/h i przeciętnie wynoszą około 44 nGy/h.

Na omawianym arkuszu pomierzone wartości promieniowania gamma są dość wyrównane (przeważają dawki z zakresu wartości: 35–50 nGy/h). Nieco wyższymi wartościami promieniowania gamma cechują się gliny zwałowe (40–58 nGy/h) dominujące na omawianym arkuszu, a niższymi (ok. 20–35 nGy/h) – utwory wodnolodowcowe i rzeczne (piaski i żwiry) z tego samego okresu zlodowacenia oraz torfy i osady jeziorne (mułki, piaski, gytie i kredy jeziorne).

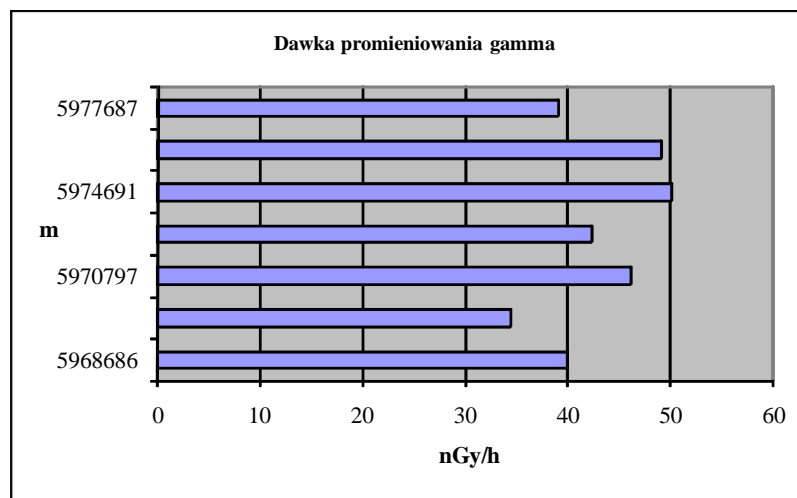
143 W

PROFIL ZACHODNI



143 E

PROFIL WSCHODNI



29

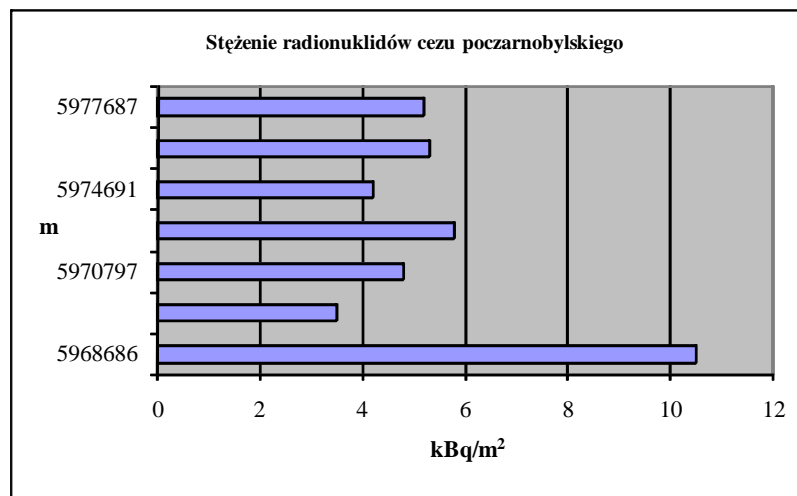
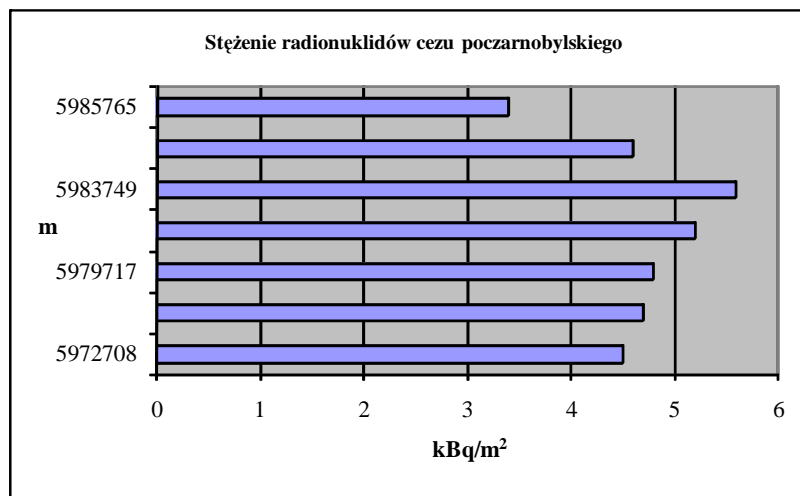


Fig. 4. Zanieczyszczenie gleb pierwiastkami promieniotwórczymi na obszarze arkusza Miłki (na osi rzędnych – opis siatki kilometrowej arkusza)

Stężenia radionuklidów poczarnobylskiego cezu zmierzone wzdłuż obu profili są bardzo niskie, charakterystyczne dla obszarów bardzo słabo zanieczyszczonych. Wzdłuż profilu zachodniego wynoszą od 2,4 do 10,5 kBq/m², a wzdłuż profilu wschodniego wahają się od 2,6 do 10,5 kBq/m². Nieco podwyższone lokalnie wartości stężeń cezu w obu profilach (ok. 10 kBq/m²) są związane z niezbyt intensywną anomalią występującą między Olsztynem, Piśmem a Ostrołęką i nie stwarzają żadnego zagrożenia radiologicznego dla ludności.

IX. Składowanie odpadów

Zasady wydzielenia potencjalnych obszarów lokalizacji składowisk odpadów

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

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

Przedstawione warunki lokalizacyjne dla przyszłych składowisk odpadów są zróżnicowane w nawiązaniu do 3 typów składowisk:

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

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

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

Na mapie, w nawiązaniu do powyższych kryteriów, wyznaczono:

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

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

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

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

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

Tabela 6

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

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

Ocena wykształcenia naturalnej bariery geologicznej pozwala na wyróżnienie:

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

Warstwa tematyczna „Składowanie odpadów” wraz z warstwą „Geochemia środowiska” wchodzi w skład warstwy informacyjnej „Zagrożenia powierzchni ziemi” i są przedstawione razem na Planszy B Mapy geosrodowiskowej Polski. Jednocześnie na dołączonej do materiałów archiwalnych mapie dokumentacyjnej przedstawiono lokalizację otworów wiertniczych, których profile wykorzystano przy konstrukcji wydziełów terenów POLS.

Tło dla przedstawianych na Planszy B informacji stanowi stopień zagrożenia głównego użytkowego poziomu wodonośnego przeniesiony z arkusza Miłki 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 izolacyjnej (odporności poziomu wodonośnego na zanieczyszczenia), ale także czynników zewnętrznych, takich jak istnienie na powierzchni ognisk zanieczyszczeń czy obszarów prawnie chronionych. Stopień ten jest parametrem zmiennym i syntetyzującym różne naturalne i antropogeniczne uwarunkowania. Dlatego też obszarów o różnym stopniu zagrożenia nie należy wprost porównywać z wyznaczonymi na Planszy B terenami pod składowanie odpadów. Wydzielone tereny o dobrej izolacyjności (POLS) mogą współwystępować z obszarami o różnym zagrożeniu jakości wód podziemnych.

Obszary o bezwzględny zakazie lokalizacji składowisk odpadów

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

- zabudowa miejscowości gminnej Miłki,
- obszary objęte ochroną prawną w Europejskiej Sieci Ekologicznej NATURA 2000: „Mazurskie Bagno” PLH 280054 (ochrona siedlisk) i „Bagna Nietlickie” PLB 280001 (ochrona ptaków),
- rezerwaty przyrody: „Nietlickie Bagno” (faunistyczny) i „Jezioro koło Drozdowa” (torfowiskowy),
- tereny leśno o powierzchni powyżej 100 hektarów,
- obszary bagienne, podmokłe, łąki wykształcone na glebach pochodzenia organicznego,
- proponowana strefa ochrony głównego zbiornika wód podziemnych nr 206 (Wielkie Jezioro Mazurskie),
- strefy płytkiego występowania wód gruntowych (0–2 m),
- strefy (do 250 m) wokół jezior: Niegocin, Boczne, Jagodne, Rudzkie, Wojnowo, Miłkowskie, Rycek, Paproteckie, Buwełno, Ublík Wielki, Ublík Mały (Zielone), Tyrkło,

- Stoczek, Błękitne, Kępłaste, Rzaśnik, Orzysz, Przykop, Długie, Zgniłek, Bielskie, Skomack Mały, Okrągłe, Pamerek i pozostałych akwenów,
- powierzchnie erozyjnych i akumulacyjnych tarasów holocenijskich w obrębie dolin rzek: Węzówki, Rowu Staświńskiego i pozostałych cieków,
 - tereny o nachyleniu powyżej 10° (Kolonia Rydzewo, Rydzewo, Paprotki, Kolonia Paprotki, Miłki, Drochowo, Staświny, Miechy, Czyprki, Talki, Bielskie, Malinka, na południowy zachód od Drozdowa, między Cierzpiętami i Piankami, Skomack Mały, rejon przy jeziorach Przykop i Orzysz,
 - obszary zagrożone ruchami masowymi ziemi: rejon od Rudy do Marcinowej Woli wzdłuż krawędzi mis jeziornych jezior Wojnowo i Buwełno, rejon od Danowa do Odoi wzdłuż mis jeziornych jezior Stoczek, Błękitne, Kępłaste, Rzaśnik.

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

Charakterystyka i ograniczenia warunkowe obszarów spełniających wymagania dla składowania odpadów obojętnych

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

Obszary rekomendowane do składowania odpadów obojętnych wskazano w granicach wysoczyzny morenowej falistej charakteryzującej się obecnością licznych, różnej wielkości i głębokości zagłębień wytopiskowych i oczek. Na jej powierzchni występują pagórki morenowe i pagórki moren martwego lodu. Tereny POLS wskazano w miejscach powierzchniowego występowania glin zwałowych fazy pomorskiej stadiału głównego zlodowaceń północnopolskich. Są one najbardziej powszechnymi osadami występującymi na analizowanym terenie. Miąższość glin wynosi od kilku do powyżej 30 m, w wielu miejscach prawdopodobnie położone są one bezpośrednio na glinach fazy leszczyńskiej lub glinach zlodowaceń środkowopolskich.

Gliny fazy pomorskiej są na ogół brązowe lub szare, charakteryzuje je bardzo zmienne uziarnienie – od glin ilastych i pyłowatych, poprzez gliny piaszczyste do piasków i żwirów gliniastych. Zawierają domieszki żwirów i gładzików różnej wielkości oraz liczne duże gązdy. Gliny zwałowe w wielu miejscach są silnie zaburzone glicitektonicznie (Szumański, Laskowski, 1993).

Zmienne (mniej korzystne) warunki izolacyjne wskazano w granicach powierzchniowego występowania glin zwałowych moren wyciśnięcia (Staświny, Buwełno – Ublik, Kolonia Lipińskie), moren czołowych miejscami spiętrzonych (Wyszowate, Czyprki i na południowy wschód od Konopek Wielkich), moren martwego lodu (rejon Czyprki) oraz w miejscach, w których na glinach zwałowych występują piaski i żwiry o niewielkiej miąższości (do 2 m).

Na analizowanym terenie należy liczyć się z możliwością występowania strefowych zaburzeń glaciektonicznych (Ber, 2006). Każdorazowo wybór miejsca lokalizacji składowisk odpadów musi poprzedzić rozpoznanie geologiczno-inżynierskie i hydrogeologiczne miejsca planowanej inwestycji.

W północno-wschodniej części obszaru wskazanego w rejonie miejscowości Staświny należy zwrócić uwagę na niewielkie zagłębienia wypełnione torfem.

Obszary rekomendowane do składowania odpadów obojętnych zlokalizowane są na terenach gmin: Giżycko, Wydminy, Miłki, Pisz i Orzysz. Środowiskowym ograniczeniem warunkowym budowy składowisk odpadów w części wskazanych obszarów jest ich położenie w granicach Obszaru Chronionego Krajobrazu Kraina Wielkich Jezior Mazurskich (p). Nie ma ono charakteru bezwzględnego zakazu. Powinno być jednak rozpatrywane indywidualnie w ocenie oddziaływania na środowisko potencjalnego składowiska, w dalszej procedurze w ustaleniach z odpowiednimi służbami: nadzoru budowlanego, gospodarki wodnej, ochrony przyrody, konserwatora zabytków oraz administracji lokalnej. Przy ocenie warunków geologiczno-inżynierskich w rejonie Miłek uwzględniono dane z opracowania geologiczno-inżynierskiego tego terenu (Kaczyński R. i in., 2010).

Na mapie wskazano również obszary możliwej lokalizacji składowisk odpadów pozbawione naturalnej izolacji. Na powierzchni występują tu przepuszczalne osady czwartorzędowe. Budowa składowisk odpadów w ich granicach wiąże się z koniecznością wykonania przesłony podłoża obiektów – mineralnej lub syntetycznej.

Na przeważającej części terenów objętych arkuszem odporność głównych użytkowych poziomów wodonośnych określono na niską lub średnią. Użytkowe poziomy wodonośne występują głównie na głębokości 15–50 m. Stopień zagrożenia ich wód określono na niski i średni.

Jedynie dla obszarów wskazanych w rejonach Szczepanek, zachodniej części obszaru wskazanego koło Staświna, w południowej części obszaru koło Konopek Wielkich i w rejonie Pianki – Kolonia Pianki stopień zagrożenia wód podziemnych określono jako wysoki. Cha-

rakteryzują się one niską odpornością użytkowego poziomu wodonośnego i niepełną izolacją osadami słabo przepuszczalnymi.

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

W granicach obszarów możliwej lokalizacji składowisk odpadów na powierzchni terenu nie występują osady, których właściwości izolacyjne spełniałyby kryteria przyjęte dla składowania odpadów komunalnych.

W razie konieczności budowy składowiska odpadów komunalnych można dodatkowo rozpoznać warunki geologiczne obszarów wskazanych w rejonach miejscowości Lipowy Dwór, Dudka i Miłki, gdzie według danych z przekroju geologicznego wykonanego dla SmgP mogą występować gliny o miąższościach 30–40 m. Są to tereny o niskim (w rejonie Dudki średnim) zagrożeniu wód głównego poziomu wodonośnego.

Na analizowanym terenie znajdują się dwa nieczynne składowiska odpadów komunalnych. Składowisko w Rydzewie zostało zrehabilitowane, odpady wywieziono, obecnie jest to teren zalesiony. Dokumentacja rekultywacji zamkniętego składowiska odpadów w Miechach jest opracowana, prace rozpoczną się po przyznaniu środków finansowych. Nie prowadzi się monitoringu wód podziemnych.

Odpady z terenów objętych arkuszem deponowane są na składowisku w Górze w gminie Orzysz. Obiekt jest monitorowany (wody podziemne, gaz składowiskowy), pozwolenie zintegrowane jest ważne do 2019 roku. Składowisko zaopatrzone jest w wagę. Eksploatacja zostanie zakończona z chwilą uruchomienia zakładu utylizacji odpadów w Spytkowie.

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

Warunki geologiczne w granicach obszarów wskazanych do składowania odpadów obojętnych są podobne. W pierwszej kolejności można dodatkowo rozpoznać rejony w okolicach miejscowości Lipowy Dwór, Dudka i Miłki, gdzie według danych z przekroju geologicznego gliny zwałowe mogą osiągać miąższości 30–40 m oraz teren w bezpośrednim sąsiedztwie otworów, w profilach których stwierdzono występowanie glin o kilkunastometrowych miąższościach – Dudka (12 m i 16 m).

Mniej korzystne warunki geologiczne, ze względu na możliwość zaburzeń glacyotektonicznych mogą występować w granicach części obszarów wytypowanych w rejonach Staświny, Buwełno – Ublik, Kolonia Lipieńskie, Wyszowate, na południowy wschód od Konopek Wielkich i Czypryk, gdzie na powierzchni występują gliny moren wyciśnięcia, moren czołowych spiętrzonych i moren martwego lodu

Również warunki hydrogeologiczne dla większości obszarów są podobne, stopień zagrożenia wód użytkowych poziomów wodonośnych określono na niski, podrzędnie średni. Odporność poziomu wodonośnego określono na niską lub średnią.

Jedynie dla obszarów wskazanych w rejonie miejscowości Szczepanki, zachodniej części obszaru w okolicach Staświna, południowej części obszaru z rejonu Konopek Wielkich i obszar Pianki – Kolonia Pianki stopień zagrożenia wód użytkowego poziomu wodonośnego określono na wysoki.

Charakterystyka wyrobisk poeksploatacyjnych

Wyrobiska zaniechanych złóż kruszyw naturalnych i aktualnie eksploatowanych złóż „Rydzewo Kolonia II” i „Rydzewo III” oraz niewielkie punkty niekoncesjonowanego poboru kopalin na potrzeby lokalne znajdują się na obszarach bezwzględnie wyłączonych z możliwości składowania odpadów.

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

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

X. Warunki podłoża budowlanego

Warunki podłoża budowlanego na obszarze objętym arkuszem Miłki opracowano korzystając z map: geologicznej (Szumański, Laskowski 1990, 1993) i hydrogeologicznej (Sokołowski, 2004), warunków geologiczno-inżynierskich w gminie Miłki (Kaczyński, red., 1998), opracowania pod red. Grabowskiego i innych (2007) oraz analizy map topograficznych. Uwzględniono litologię osadów powierzchniowych terenu, warunki hydrogeologiczne oraz elementy ochrony przyrody. Warunków geologiczno-inżynierskich nie ustalono dla: terenów leśnych i rolnych wysokich klas bonitacyjnych I–IVa, łąk na glebach organicznych, obszarów występowania złóż kopalin, wyrobisk i rezerwatu przyrody. Tereny takie obejmują większość arkusza w związku z powyższym warunki podłoża budowlanego oceniono tylko dla niewielkiej części jego powierzchni.

Zastosowano dwa wydzielenia – obszary o warunkach korzystnych oraz o warunkach niekorzystnych, utrudniających budownictwo.

Na obszarach o warunkach korzystnych dla budownictwa występują grunty: spoiste – zwarte, półzwarte i twaroplastyczne, sypkie średniozagęszczone i zagęszczone, na których nie występują zjawiska geodynamiczne, a głębokość wody gruntowej przekracza 2 m.

Tereny o warunkach korzystnych dla budownictwa związane są z wysoczyznami, kemałami, morenami czołowymi zbudowanymi z glin zwałowych, piasków i żwirów zlodowaceń północnopolskich stadiału górnego (zlodowacenia wisły). Grunty niespoiste (piaski i żwiry) pochodzenia wodnolodowcowego i lodowcowego są najczęściej średniozagęszczone i zagęszczone. Zajmują one stosunkowo niewielkie powierzchnie w rejonie: jeziora Niegocin (Bogaczewo – Rydzewo), Paprotek, Jagodne Wielkie – Dąbrówka i na południu arkusza w okolicach Góry. Natomiast młodoglacjalne gliny zwałowe tworzące wysoczyzny morenowe są w stanach: zwartych, półzwartych i twaroplastycznych i zalicza się je do grupy gruntów morenowych nieskonsolidowanych. Występują one zwartą pokrywą w północnej i środkowej części omawianego obszaru (od północnej granicy obszaru arkusza aż po kompleks leśny w południowej części). Niewielkie płaty glin zwałowych występują przy południowej granicy arkusza.

Obszary o warunkach niekorzystnych, utrudniających budownictwo, obejmują tereny występowania gruntów słabonośnych (organicznych i organiczno-mineralnych), na których zwierciadło wody gruntowej znajduje się na głębokości mniejszej niż 2 m, obszary podmokłe i zabagnione, obszary o spadkach terenu powyżej 12% i obszary objęte ruchami masowymi. Wody gruntowe ponadto charakteryzować się mogą, ze względu na obecność kwasów humusowych podwyższoną agresywnością względem stali i betonu.

Grunty spoiste dużych i małych zagłębień bezodpływowych mają gorsze parametry geotechniczne niż otaczające gliny morenowe. Występują wokół Bagna Nietlickiego i Łąk Staświńskich, jezior: Niegocin, Wojnowo, Buwełno, Ublík Wielki i Mały (Zielone), Rudzkie, Bielskie, Skomack Wielki, Okrągłe i Zgniłek, jak również w okolicach miejscowości Paprotki, Danowo, Malinka i Konopki Małe. Wypełniają je torfy, namuły i piaski drobnoziarniste.

Obszary o spadkach powyżej 12% obejmują: zbocza rynien polodowcowych (brzeg jezior: Rudzkie, Wojnowo, Buwełno, Ublík Wielki i Mały (Zielone), Bielskie i Skomack Wielki), niektóre wzgórza moren czołowych występujących w rejonie miejscowości: Paprotki, Talki, Miłki, Staświn i Malinka jak również na obszarze wysoczyzny morenowej (zajętej przez gleby wysokich klas bonitacyjnych I–IVa) i w obrębie dużego kompleksu leśnego zlokalizowanego w południowej części .

Do obszarów o warunkach niekorzystnych dla budownictwa należą również tereny zagrożone osuwiskami. Na obszarze objętym arkuszem tereny o predyspozycjach do powstawania ruchów masowych występują głównie w krawędziach głęboko wciętych jezior rynnowych: Wojnowo, Buwełno, Ublík Wielki i Mały. W rejonach tych przed posadowieniem budynku należy wykonać dokumentację geologiczno-inżynierską.

XI. Ochrona przyrody i krajobrazu

Chronionymi elementami przyrody i krajobrazu na obszarze arkusza Miłki są: lasy, gleby wysokich klas bonitacyjnych, łąki na glebach pochodzenia organicznego, rezerwaty, pomniki przyrody, obszary chronionego krajobrazu, park krajobrazowy oraz obszary sieci Natura 2000.

Na terenie arkusza Miłki występują gleby chronione orne o klasach bonitacyjnych III i IVa i łąki na glebach pochodzenia organicznego. Gleby chronione zajmują duże powierzchnie (około 40%) w północnej i środkowej części obszaru arkusza na wysoczyźnie morenowej oraz niewielkie płyty przy granicy z arkuszem Orzysz w rejonie Pianek.

Glebami chronionymi organicznymi występującymi na omawianym obszarze są torfy niskie całkowite (południowo-zachodnia) i mursze płytkie i średnio-głębokie zalegające na gytii (północno-wschodnia część terenu), w dolinach niewielkich cieków i zagłębieniach bezodpływowych.

Lasy zajmują powierzchnię około 60 km². Największy kompleks leśny ciągnie się pasem szerokości 3 km wzdłuż południowej krawędzi mapy. Niewielkie skupiska leśne występują w środkowej i częściowo w północnej części. Są to głównie lasy sosnowe z domieszką świerka, a w mniejszym stopniu lasy liściaste. Większość terenu arkusza znalazła się w granicach obszarów chronionego krajobrazu. Obszar Chronionego Krajobrazu Krainy Wielkich

Jeziór Mazurskich (całkowita powierzchnia 85 527,0 ha). zajmuje zachodnią część terenu mapy sięgając poza ciąg jezior rynnowych na wschodzie, a na północy wąskim pasem dochodząc do granicy arkusza Wydmyny. Na odcinku Pianki – Konopki Wielkie i w rejonie Malinki przylega do Obszaru Chronionego Krajobrazu Jezior Orzyskich (całkowita powierzchnia 21 153,0 ha). Granica strefy ochronnej (otuliny) parku krajobrazowego, która jest wspólna z OChK Otuliny Mazurskiego Parku Krajobrazowego – Wschód. Obiekty objęte ochroną przedstawiono w tabeli 7.

Tabela 7

Wykaz rezerwatów, pomników przyrody

Numer obiektu na mapie	Formy ochrony	Miejscowość	Gmina Powiat	Rok zatwierdzenia	Rodzaj obiektu (powierzchnia w ha)
1	2	3	4	5	6
1	R	Marcinowa Wola- Cierpęty	<u>Miłki, Orzysz</u> Giżycko, Pisz	2003	Fn – „Nietlickie Bagno” (1132,91)
2	R	Nadleśnictwo Giżycko, Leśnictwo Tyrkło (oddz. 323a, 286p)	<u>Orzysz</u> Pisz	2000	T – „Jeziorko koło Drozdowa” (9,93)
3	P	Nadleśnictwo Giżycko Leśnictwo Pianki (oddz. 308c)	<u>Orzysz</u> Pisz	2004	Pż – dąb szypułkowy
4	P	Nadleśnictwo Giżycko Leśnictwo Pianki (oddz. 269a)	<u>Orzysz</u> Pisz	2004	Pż – 4 dęby szypułkowe
5	P	Nadleśnictwo Giżycko Le- śnictwo Pianki (oddz. 304f)	<u>Orzysz</u> Pisz	2004	Pż – dąb szypułkowy
6	P	Nadleśnictwo Giżycko Le- śnictwo Pianki (oddz. 255a)	<u>Orzysz</u> Pisz	2004	Pż – olsza czarna
7	P	Nadleśnictwo Giżycko Le- śnictwo Pianki (oddz. 371j)	<u>Orzysz</u> Pisz	2004	Pż – 6 lip drobnolistnych
8	P	Nadleśnictwo Giżycko Le- śnictwo Pianki (oddz. 335d)	<u>Orzysz</u> Pisz	2004	Pż – świerk pospolity
9	P	Nadleśnictwo Giżycko Le- śnictwo Pianki (oddz. 333g, 367b)	<u>Orzysz</u> Pisz	2004	Pż – 6 jesionów wyniosłych

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

Rubryka 6: rodzaj rezerwatu: **Fn** – faunistyczny, **T** – torfowiskowy, rodzaj pomnika przyrody: **Pż** – żywej

Na terenie dawnego jeziora wytopiskowego, które zarastając, przekształciło się w bagno z płatami torfowisk utworzono w 2003 roku rezerwat faunistyczny „Nietlickie Bagno”. Obejmuje on obszar wód, lasów, bagien i terenów nieleśnych o powierzchni 1132,91 ha. Celem ochrony jest zachowanie populacji lęgowych i nieleśnych żurawia, cietrzewia i innych gatunków ptaków wodnoblotnych oraz optymalnych dla nich siedlisk. Spośród ssaków występują m.in. łoś, bóbr, wydra, borsuk i jenot. Rezerwat jest również skupiskiem flory bagiennej.

Na zachód od Jeziora Tyrkło, wewnątrz większego kompleksu leśnego znajduje się rezerwat „Jeziorko koło Drozdowa” o powierzchni 9,93 ha. Jest to rezerwat torfowiskowy ustanowiony w 2000 roku, w celu ochrony naturalnego fragmentu trzęsawiska torfowego ze zbiorowiskami roślinnymi, z udziałem rzadkich i zagrożonych gatunków roślin.

Położenie obszaru omawianego arkusza na tle systemu ECONET przedstawia figura 5. Według systemu ECONET (Liro, 1998) w południowo-zachodniej części omawianej mapy, znajduje się północna część obszaru węzłowego o znaczeniu międzynarodowym – 14 M – Puszczy Piskiej. Od strony wschodniej i północnej do wyżej wymienionego obszaru węzłowego przylega wschodnia część korytarza ekologicznego o znaczeniu międzynarodowym – 7 m – Mazurskiego (fig. 5).

Europejską Sieć Ekologiczną Natura 2000 stanowi sieć obszarów chronionych na terenie Unii Europejskiej. Celem ich wyznaczenia jest ochrona cennych pod względem przyrodniczym i zagrożonych składników różnorodności biologicznej. W skład sieci Natura 2000 wchodzi obszary specjalnej ochrony ptaków (OSO) oraz specjalne obszary ochrony siedlisk (SOO).

W granicach arkusza znajdują się dwa obszary należące do sieci NATURA 2000: Bagna Nietlickie i Mazurskie Bagna (tab. 8). Pierwszym jest obszar specjalnej ochrony (OSO) o powierzchni 4080.8 ha. Jest to torfowisko niskie powstałe jako efekt osuszenia znajdującego się tu niegdyś jeziora Wąż wraz z systemem rowów melioracyjnych. Otoczone jest lasami brzoźowymi, bagiennymi olszynami, pasem szuwarów i łąk ekstensywnie użytkowanych (łąki kośne, pastwiska). Obszar pokryty jest przez turzycowiska, trzcinowiska oraz zarośla wierzbowe. W okresie lęgowym obszar zasiedla co najmniej 1% populacji krajowej następujących gatunków ptaków: kropiatka, rybitwa czarna, zielonka. W stosunkowo wysokim zagęszczeniu występuje cietrzew i wodniczka. Ostoja jest miejscem jesiennego zlotowiska żurawia, który występuje wówczas w ilości 2000–5000 osobników (powyżej 6% populacji szlaku wędrówkowego). Występuje tu ponadto 7 gatunków ptaków z załącznika I Dyrektywy Ptasiej, a także 7 gatunków z Polskiej Czerwonej Księgi.

Obszar Mazurskie Bagna pokrywają: siedliska łąkowe i zaroślowe, torfowiska i bagna, lasy iglaste. Na pozostałą jedną czwartą składają się głównie lasy mieszane, a także lasy liściaste oraz siedliska rolnicze. Obszar podzielony jest na trzy enklawy. W północno-zachodniej jego części występują przede wszystkim żywe torfowiska wysokie z roślinnością torfotwórczą. Na terenach niezadrzewionych pojawiają się typowe gatunki charakterystyczne dla torfowisk wysokich takie, jak: modrzewnica zwyczajna, żurawina błotna, rosiczka okrągłolistna i wełnianka pochwowata. Natomiast na terenach z niskimi drzewostanami sosnowo-brzoźowymi występuje głównie bagno zwyczajne i wełnianka pochwowata.

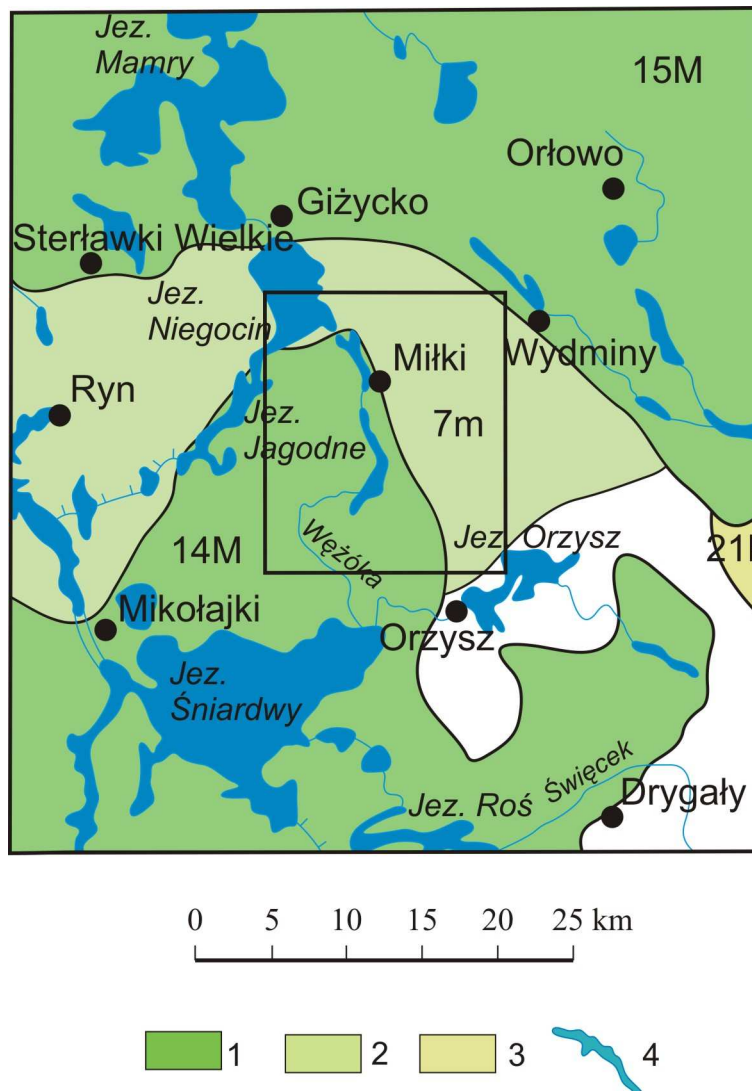


Fig. 5. Położenie arkusza Miłki na tle systemów ECONET (Liro, 1998).

1 – obszary węzłowe o znaczeniu międzynarodowym, 14M – Puszcza Piska; 15M – Wschodniomazurski; 2 – korytarz ekologiczny o znaczeniu międzynarodowym; 7m – Mazurski; 3 – korytarz ekologiczny o znaczeniu krajowym; 21k – Ełku; 4 – jeziora i rzeki.

W centralnej części ostoi Natura 2000 zlokalizowany jest rezerwat Bagna Nietlickie z największym i najlepiej zachowanym torfowiskiem niskim w regionie. Na południe od niego znajduje się rezerwat Jezioro Koło Drozdowa obejmujący ochroną ekosystemy torfowiskowe, głównie bezleśne trzęsawiska. Najciekawszą część obszaru ostoi stanowi torfowisko niskie. Jest to jeden z największych takich ekosystemów w Polsce, który dotąd nie uległ zniszczeniu. Łącznie stwierdzono tu występowanie 9 siedlisk przyrodniczych z Załącznika I Dyrektywy Rady 92/43/EWG, które zajmują ok. 15% powierzchni obszaru. Odnotowano dwa gatunki roślin wymienionych w Załączniku II Dyrektywy Rady 92/43/EWG sierpowiec błyszcząca, lipiennik Loesela. Obszar jest ponadto jednym z największych zlotowisk żurawia w Polsce.

Tabela 8

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 obrębie obszaru arkusza)			
				Dług. geograficzna	Szer. geograficzna		Kod NUTS	Województwo	Powiat	Gmina
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	A	PLB 280001	Bagna Nietlickie (P)	21°46'45" E	53°53'27" N	4080,8	PL 623	warmińsko-mazurskie	giżycki	Miłki Orzysz
2	K	PLH 280054	Mazurskie Bagna (S)	21°47'30" E	53°52'02" N	1569,3	PL 623	warmińsko-mazurskie	giżycki	Miłki Orzysz

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

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

XII. Zabytki kultury

Na obszarze objętym arkuszem Miłki zinwentaryzowano dotychczas kilkadziesiąt stanowisk archeologicznych. Większość z nich pochodzi z sąsiedztwa torfowisk Nietlickie Bagno i Łąki Staświńskie. Torfowiska te są pozostałościami dużych, osuszonych w drugiej połowie XIX wieku jezior. W strefie wysoczyzny morenowej stanowisk archeologicznych jest znacznie mniej, a prawie w ogóle nie ma ich w obrębie partii zalesionej.

Najstarsze, poznane dotąd ślady pobytu człowieka pochodzą z późnego paleolitu – starszej epoki kamienia. Są to obozowiska lub zespoły obozowisk znalezione w sąsiedztwie Łąk Staświńskich (Siedliska i Szczepanki). Późniejsze znaleziska archeologiczne (obozowiska, osady, cmentarze) pochodzą ze środkowej i młodszej epoki kamiennej (mezolitu i neolitu) odkryte w rejonie: Siemionek, Łąk Staświńskich oraz Cierzpięt. Na szczególną uwagę zasługują wielokulturowe stanowiska w Marcinowej Woli (datowane od epoki kamienia do czasów współczesnych) i w Rudzie (kurhan z wczesnej epoki żelaza). Najcenniejszymi stanowiskami archeologicznymi są grodziska, „osady nawodne” oraz cmentarzyska pochodzące ze schyłkowego okresu epoki żelaza i wczesnego średniowiecza, a także okresu panowania pruskiego plemienia Galindów. Odkryto je w rejonie Staświnów, Bogaczewa (nad jeziorem Niegocin), Cierzpięt i Paprotek. Grodzisko zwane „Świątą Górą” w Staświnach, było miejscem kultu pogańskich Prusów (plemię Galindów). W miejscowości Rydzewo odnalezione zostały relikty osady z neolitu lub epoki brązu, ślady wczesnośredniowiecznej wsi oraz pozostałości późnośredniowiecznego lub wczesnohistorycznego domu. Napływ nowych osadników na tereny objęte arkuszem przybrał na sile na początku XV wieku. Zaludniła je ludność mazowiecka. Ślady hutnictwa żelaza, zostały odkryte w okolicy „Świętej Góry” w Staświnach, na przeciwległym brzegu jeziora Wojnowo i na północnym brzegu Bagien Nietlickich. Jeszcze w ostatnich stuleciach Mazurzy licznie trudnili się wytapianiem żelaza z rud bagiennych.

W wiekach XVII, XVIII i początkach XIX Mazury i pozostałą część Prus trzykrotnie nawiedziły niszczycielskie i długotrwałe działania wojenne. Oprócz działań wojennych tragiczne w skutkach były dla ludności Mazur lata epidemii i głodu wywołane nieurodzajem. Najstraszniejsza była epidemia dżumy z lat 1709–1711, podczas której zmarło około 70% ludności Prus.

W połowie XIX wieku rozpoczęto budowę kanałów i śluz, co w konsekwencji spowodowało uruchomienie żeglugi na Wielkich Jeziorach Mazurskich. W latach 1866–68 zbudowano

wano pierwszą linię kolejową Królewiec – Kętrzyn – Giżycko – Ełk, której fragment przebiega przez północno-wschodni kraniec mapy.

Obszar objęty arkuszem w czasie I wojny światowej był miejscem zaciętych walk wojsk niemieckich i rosyjskich. Trwające wiele miesięcy walki na froncie pozostawiły liczne ślady w krajobrazie w postaci okopów. Dwa największe cmentarze znajdują się w środku wsi Marcinowa Wola i w miejscu zwanym Przykop, które objęte zostały ochroną konserwatorską.

Również działania wojenne II wojny światowej nie ominęły tych terenów, pozostawiając wiele obiektów. W większości wysadzone po 1945 roku schrony (z I wojny światowej i rozbudowane na początku 1939 roku) Giżyckiego Rejonu Umocnionego ulokowane były na odcinku Ogródki – Wyszowate, na łuku Konopki Wielkie – Las Jedamki Miechy, Lipowy Dwór i dalej do Kanału Staświńskiego.

Miłki, największa miejscowość na obszarze arkusza, położona nad jeziorem Miłkowskim z siedzibą urzędu gminy lokowana została w 1475 roku. Osada istniała tu najprawdopodobniej już wcześniej. Tu zachował się jeden z najstarszych na wschodnich Mazurach kościoł ewangelicki (obecnie rzymsko-katolicki), gotycki, murowany z 1480 roku, odbudowany w 1669 roku. Niewiele od niego młodszy kościół ewangelicki (obecnie rzymsko-katolicki) znajduje się w Rydzewie. Wybudowany został w latach 1579–1591 w stylu gotyckim, został przebudowany w 1770–1772 w stylu barokowym.

Historia Rydzewa jest bardzo długa. W 1526 r. Piotr Schwarz, burgrabia straduński, sprzedał Pawłowi i Stanisławowi Rydzewskim z Mazowsza kawał boru między jeziorami Kociołek (Messel) i Kukówko. W 1890 r wieś liczyła 28 domów, 139 mieszkańców, obecnie zamieszkała jest przez około 350 osób. Kościoły w Miłkach i Rydzewie zostały wpisane do rejestru zabytków.

Oprócz wcześniej wymienionych cmentarzy z I wojny światowej, ochroną konserwatorską objęto cmentarze ewangelickie z XIX wieku w miejscowościach: Upały, Siedliska, Cierzpięty, Pianki, Wyszowate, Wierciejki i cmentarz ewangelicki (rodzinny) z ogrodzeniem i bramą cmentarną z XIX wieku w Ubliku. Obiektem chronionym w Ubliku jest park dworski przylegający do pozostałości zespołu dworskiego. Dwór w Ubliku zbudowany został w 1803 roku, a na przełomie XIX i XX wieku był centrum kulturalnym i towarzyskim Mazur. Zespół dworsko-folwarczny z parkiem w Pamrach objęty ochroną konserwatorską, w większości znajduje się na obszarze arkusza Wydminy, a tylko zachodnia część dużego parku kontynuuje się na opisywanym arkuszu.

XIII. Podsumowanie

Obszar objęty arkuszem Miłki ma charakter rolniczo – turystyczno – leśny. Urodzajne gleby wysokich i średnich klas bonitacyjnych objętych ochroną występują na obszarze wysoczyzny w północnej i środkowej części. Duże powierzchnie zajmują łąki na glebach pochodzenia organicznego. Ze względu na walory przyrodnicze i krajobrazowe większa część obszaru (poza wysoczyzną morenową) znajduje się w obrębie dwóch obszarów chronionego krajobrazu, rezerwatów przyrody „Nietlickie Bagno” (1132,91 ha) oraz „Jeziorko koło Drodzowa” (9,93 ha), a także dwóch obszarów NATURA 2000 – Bagna Nietlickie (P) i Mazurskie Bagna (S).

Czwartorzędowa warstwa wodonośna jest głównym źródłem zaopatrzenia omawianego terenu w wodę, który ma zróżnicowany stopień zagrożenia od wysokiego do bardzo niskiego. Na obszarze arkusza Miłki przeważają korzystne warunki zabudowy, szczególnie na wysoczyźnie morenowej, gdzie zwierciadło wód gruntowych zalega poniżej 2 m p.p.t.

Baza surowcowa na obszarze arkusza Miłki jest stosunkowo uboga i ma znaczenie tylko w skali lokalnej. Aktualnie udokumentowanych jest dziewięć, w przewadze małych, złóż kruszywa piaskowo-żwirowego i piaskowego, z czego trzy („Rydzewo”, „Wyszowate” i „Konopki Małe”) są praktycznie już wyeksploatowane. Na koniec 2011 roku górnictwo kopalin na obszarze arkusza Miłki było ograniczone do eksploatacji na niewielką skalę kruszywa piaskowo-żwirowego ze złoża „Rydzewo III” (5 tys. ton w roku 2010).

W wyznaczonych obszarach perspektywicznych kruszywa piaskowo-żwirowego, kredy jeziornej i gytii wapiennej oraz torfów są realne szanse na udokumentowanie małych złóż o zasobach kilkuset tysięcy ton każde.

Na powierzchni terenu objętego arkuszem Miłki nie występują osady, które spełniałyby kryteria izolacyjności przyjęte dla składowania odpadów komunalnych.

Na mapie wskazano jedynie obszary rekomendowane do składowania odpadów obojętnych. Naturalną barierę geologiczną stanowią gliny zwałowe fazy pomorskiej stadiału głównego zlodowaceń północnopolskich.

Obszary wytypowano na terenie gmin: Giżycko, Wydminy, Miłki, Pisz i Orzysz.

W razie konieczności budowy składowisk odpadów komunalnych można dodatkowo rozpoznać obszary wytypowane do składowania odpadów obojętnych w okolicach miejscowości Lipowy Dwór, Dudka i Miłki, gdzie gliny mogą mieć miąższości rzędu 30–40 m.

Warunki hydrogeologiczne dla składowania odpadów nie są korzystne. Odporność użytkowych poziomów wodonośnych określono na średnią i słabą. Niski stopień zagrożenia

wód przyjęty dla przeważającej części wytypowanych obszarów wynika z braku ognisk zanieczyszczeń.

Ponieważ składowiska odpadów stanowią realne zagrożenie zanieczyszczenia wód podziemnych odciekami, każdorazowo decyzję o budowie tego typu obiektów musi poprzedzić szczegółowe rozpoznanie hydrogeologiczne i geologiczno-inżynierskie miejsca planowanej inwestycji.

Na analizowanym terenie wyrobiska złóż oraz punkty niekoncesjonowanego poboru kopalin na potrzeby lokalne znajdują się na terenach bezwzględnie wyłączonych z możliwości składowania odpadów.

Położenie omawianego obszaru oraz jego warunki przyrodnicze i historyczne predysponują ten teren do inwestycji turystycznych. Przemysł turystyczny stanowi priorytet w długotrwałej strategii rozwoju gmin znajdujących się na obszarze arkusza. Rozbudowa baz turystycznych (rolnicy poszerzają swoją działalność o usługi turystyczne) stanowi o bliższej i dalszej przyszłość tego regionu.

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.
- BER A., 2006 – Mapa glaciektoniczna Polski w skali 1: 1 000 000
- 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.
- CECKOWSKI T., TATARATA M., 2004 – Dodatek nr 1 do dokumentacji geologicznej w kategorii C₁ złoża kruszywa naturalnego „RYDZEWO”. *Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol.*, Warszawa.

- CECKOWSKI T., TATARATA M., 2008 – Dokumentacja geologiczna w kat. C₁ złoża piasku ze żwirem „RYDZEWO III” w miejscowości Rydzewo. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- CECKOWSKI T., TATARATA M., 2010 – Dokumentacja geologiczna w kat. C₁ złoża piasku „WYSZOWATE II” w miejscowości Wyszowate. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- GABLER H., SCHNEIDER J., 2000 – Assessment of heavy metal contamination of floodplain soils due to mining and mineral processing in the Harz Mountains, Germany. *Environmental Geology* 39 (7): 774–781.
- GOCHT T., MOLDENHAUER, K.M. AND PÜTTMANN, W., 2001 – Historical record of polycyclic aromatic hydro-carbons (PAH) and heavy metals in floodplain sediments from the Rhine River (Hessische Ried, Germany). *Applied Geochemistry* 16: 1707–1721.
- GRABOWSKI D. (red.), MORAWSKI W., POCHOCKA-SZWARC K., 2007 – Mapa osuwisk i obszarów predysponowanych do występowania ruchów masowych w województwie warmińsko-mazurskim. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- HAKENBERG H., SIENKIEWICZ A., 1999 – Dokumentacja określająca warunki hydrogeologiczne dla ustanowienia stref ochronnych zbiornika wód podziemnych w utworach czwartorzędowych Wielkich Jezior Mazurskich GZWP 206. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- HOWSAM M., JONES K., 1998 — Sources of PAHs in the environment. In: *PAHs and related compounds*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, p. 137–174
- Instrukcja** opracowania Mapy geośrodowiskowej Polski w skali 1:50 000, 2005 – Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- KACZYŃSKI R., red., 1998 – Mapa warunków geologiczno-inżynierskich dla potrzeb planowania przestrzennego w gminie Miłki, woj. suwalskie. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- KLECZKOWSKI A. S., 1990 – Mapa obszarów głównych zbiorników wód podziemnych (GZWP) w Polsce wymagających szczególnej ochrony 1:500 000. Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków.
- KONDRACKI J., 2001 – Geografia fizyczna Polski. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa.

- KUCZYŃSKI A., 1998 – Uproszczona dokumentacja geologiczna w kategorii C₁ złoża kruszywa naturalnego „RYDZEWO-KOLONIA II”, w miejscowości Rydzewo-Kolonia, gmina Miłki. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- LIRO A., red., 1998 – Koncepcja krajowej sieci ekologicznej – Polska. Wydawnictwo Fundacja ICUN-Poland, Warszawa.
- LIS J., PASIECZNA A., 1995 – Atlas geochemiczny Polski 1:2 500 000. 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.
- 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.
- LIWSKA H., 1989 – Sprawozdanie z prac poszukiwawczych złóż kruszywa naturalnego w rejonie Pizsu, gminy: Miłki, Pisz, Orzysz, Biała Piska, Prostki, woj. suwalskie. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- MACDONALD D., INGERSOLL C., BERGER T., 2000 – Development and Evaluation of consensus-based Sediment Development and evaluation of consensus-based sediment quality guidelines for freshwater ecosystems. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology* 39: 20–31.
- MARKS L., BER A., GOGOŁEK W., PIOTROWSKA K., 2006 – Mapa geologiczna Polski 1:500 000 – zakryta. Państw. Inst. Geol., Warszawa
- MECRAY E. L., KING J. W., APPLEBY P. G., HUNT A. S., 2001 – Historical trace metal accumulation in the sediments of an urbanized region of the Lake Champlain Watershed, Burlington, Vermont. *Water, Air & Soil Pollution* Vol. 125 Nos. 1–4 p 201–230.
- MIDDELKOOP H., 2000 – HEAVY-metal pollution of the river Rhine and Meuse floodplains in the Netherlands. *Geologie en Mijnbouw / Netherlands Journal of Geosciences* 79 (4): 411–428.
- MILLER J., HUDSON-EDWARDS K., LECHCLER P., PRESTON D., MACKLIN M., 2004 – Heavy metal contamination of water, soil and produce within riverine communities of the Rio Pilcomayo basin, Bolivia. *Sci. Total Environ.* 320 (2–3):189–209.

- OSTRZYŻEK S., DEMBEK W. i inni, 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. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- PACZYŃSKI B., SADURSKI A. (red), 2007 – Hydrogeologia regionalna Polski. Wyd. Geol. Warszawa.
- PACZYŃSKI B., 1995 – Atlas hydrogeologiczny Polski. Cz. II. Zasoby, jakość i ochrona zwykłych wód podziemnych w Polsce. Państwowy Instytut Geologiczny. Warszawa.
- PAPROCKA I., 1983 – Sprawozdanie z prac zwiadowczych w celu zlokalizowania złóż surowców ilastych na terenie gmin: Węgorzewo, Kruklanki, Pozezdrze, Giżycko, Ryn, Orzysz, Wydminy, woj. suwalskie. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- PAPROCKA I., 1985 – Sprawozdanie z prac zwiadowczych w celu zlokalizowania złóż surowców ilastych i kruszywa naturalnego na terenach woj. suwalskiego, gmin: Stare Juchy, Olecko, Wieliczki, Ełk, Pisz., Biała Piska, Mikołajki, Miłki i złóż surowców ilastych w obrębie gmin: Świętajno i Giżycko, woj. suwalskie. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- PULFORD I., MACKENZIE A., DONATELLO S., LAURA HASTINGS L., 2009 – Source term characterisation using concentration trends and geochemical associations of Pb and Zn in river sediments in the vicinity of a disused mine site: implications for contaminant metal dispersion processes. *Environmental Pollution* 157(5): 1649–1656.
- RAMAMOORTHY S., RAMAMOORTHY S., 1997 – Chlorinated organic compounds in the Environment. Lewis Publishers. pp. 370.
- Raport** o stanie środowiska województwa warmińsko-mazurskiego w 2010 roku., 2010. Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Olsztynie. Olsztyn.
- REISS D., RIHM B., THÖNI C., FALLER M., 2004 – Mapping stock at risk and release of zinc and copper in Switzerland – dose response functions for runoff rates derived from corrosion rate data. *Water, Air, and Soil Pollution* v. 159: 101–113.
- ROCHER V., AZIMI S., GASPERI J., BEUVIN L., MULLER M., MOILLERON R., CHEBBO G., 2004 – Hydrocarbons and metals in atmospheric deposition and roof runoff in Central Paris. *Water, Air, and Soil Pollution* vol. 159:67–86.

Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 16 kwietnia 2002 r. we sprawie rodzajów oraz stężeń substancji, które powodują, że urobek jest zanieczyszczony. Dziennik Ustaw nr 55 poz. 498 z dnia 14 maja 2002 r.

Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 9 września 2002 r. w sprawie standardów jakości gleby oraz standardów jakości ziemi. Dziennik Ustaw nr 165, poz. 1359, z dnia 4 października 2002 r.

Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 24 marca 2003 r. w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących lokalizacji, budowy, eksploatacji i zamknięcia, jakim powinny odpowiadać poszczególne typy składowisk odpadów. Dziennik Ustaw nr 61, poz. 549 z dnia 10 kwietnia 2003 r.

Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 20 sierpnia 2008 r. w sprawie sposobu klasyfikacji stanu jednolitych części wód powierzchniowych, Dziennik Ustaw nr 162, poz. 1008, z dnia 10 września 2008 r.

Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 26 lutego 2009 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących lokalizacji, budowy, eksploatacji i zamknięcia, jakim powinny odpowiadać poszczególne typy składowisk odpadów. Dziennik Ustaw nr 39, poz. 320 z dnia 13 marca 2009 r.

SADOWSKI W., 1980 – Karta rejestracyjna złoża kruszywa naturalnego „ODOJE” wraz z uproszczonym planem racjonalnej gospodarki złożem dla potrzeb budownictwa gminnego w miejscowości Odoje. Archiwum Urzędu Marszałkowskiego, Olsztyn.

SADOWSKI W., 1984 – Karta rejestracyjna złoża kruszywa naturalnego „RYDZEWO” wraz z uproszczonym projektem zagospodarowania złoża dla potrzeb budownictwa i drogownictwa gminnego w miejscowości Rydzewo. Archiwum Urzędu Marszałkowskiego, Olsztyn.

SADOWSKI W., 1988a – Karta rejestracyjna złoża kruszywa naturalnego „KONOPKI MAŁE” wraz z uproszczonym projektem zagospodarowania złoża dla potrzeb budownictwa gminnego w miejscowości Konopki Małe. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.

SADOWSKI W., 1988b – Sprawozdanie z przeprowadzonych prac geologiczno-poszukiwawczych za złożem kruszywa naturalnego „Dąbrówka”, gmina Orzysz, województwo suwalskie. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.

SADOWSKI W., 1989 – Karta rejestracyjna złoża kruszywa naturalnego „TALKI” dla potrzeb budownictwa w miejscowości Talki, gmina Wydminy, województwo suwalskie. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.

- SADOWSKI W., 1990 – Karta rejestracyjna złoża kruszywa naturalnego „WYSZOWATE” gmina Miłki. Archiwum Urzędu Marszałkowskiego, Olsztyn.
- SADOWSKI W., 1991a – Orzeczenie o występowaniu złoża kruszywa naturalnego Bogaczewo dla potrzeb drogownictwa gminnego w miejscowości Bogaczewo, gmina Giżycko. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- SADOWSKI W., 1991b – Karta rejestracyjna złoża kruszywa naturalnego „TALKI II” wraz z uproszczonym projektem zagospodarowania złoża dla potrzeb budownictwa i drogownictwa gminnego w miejscowości Talki, gmina Wydminy, województwo suwalskie. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- SADOWSKI W., 1994 – Dokumentacja geologiczna z przeprowadzonych prac geologiczno-poszukiwawczych za złożem kruszywa naturalnego „PAPROTKI”, miejscowość Paprotki, gmina Miłki, województwo suwalskie. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- SJÖBLOM A, HÅKANSSON K., ALLARD B., 2004 – River water metal speciation in a mining region – the influence of wetlands, limning, tributaries, and groundwater. *Water, Air, and Soil Pollution* 152: 173–194.
- SOKOŁOWSKI A., 2004 – Mapa hydrogeologiczna Polski w skali 1:50 000, arkusz Miłki (143). Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa
- STRZELECKI R., WOŁKOWICZ S., SZEWCZYK J., LEWANDOWSKI P., 1993 – Mapy Radioekologiczne Polski cz. I: Mapa mocy dawki promieniowania gamma w Polsce; Mapa stężenia cezu w Polsce. Skala 1:750 000. Wyd. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- STRZELECKI R., WOŁKOWICZ S., SZEWCZYK J., LEWANDOWSKI P., 1994 – Mapy Radioekologiczne Polski cz. II. Mapa koncentracji uranu, toru i potasu w Polsce. Wyd. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- SZKÓP B., 1963 – Sprawozdanie z prac geologiczno-poszukiwawczych za kruszywem mineralnym w rejonie Danowo – Wyłudek, powiat Giżycko. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- SZUFLICKI M., MALON A., TYMIŃSKI M. (red.), 2011 – Bilans zasobów kopalin i wód podziemnych w Polsce wg stanu na 31.12.2010 r., Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- SZUMAŃSKI A., LASKOWSKI K., 1990 – Szczegółowa mapa geologiczna Polski w skali 1:50 000, arkusz Miłki (143). Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- SZUMAŃSKI A., LASKOWSKI K., 1993 – Objaśnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1:50 000 arkusz Miłki (143). Państwowy Inst. Geol., Warszawa.

- ŠMEJKALOVÁ M., MIKANOVÁ O., BORŮVKA L., 2003 – Effects of heavy metal concentrations on biological activity of soil micro-organisms. *Plant & Soil Environ.*, 49 (7): 321–326.
- TOLKANOWICZ E., ŻUKOWSKI K., 2001 – Mapa węglanowych osadów jeziornych województwa warmińsko – mazurskiego w skali 1:200 000. Centr. Arch. Geol. 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.
- WAL A., 1964 – Sprawozdanie z prac geologiczno-poszukiwawczych za kruszywem naturalnym wykonanych na podstawie karty zwiadu w rejonie Kętrzyna w miejscowościach: Jóra Wielka, Szymanki, Cierzpięty, Jeże, gromady: Użranki, Stara Rudówka, Dąbrówka, Bogumin, woj. Olsztyn. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa
- 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.
- 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.
- WODYK K., 2006 – Mapa geologiczno-gospodarcza, arkusz Miłki, w skali 1:50 000, Państw. Inst. Geol. Warszawa.
- Zasady** dokumentowania złóż kopalin stałych, 1999 – Ministerstwo Środowiska, Warszawa.
- ZIELIŃSKI T., 1992 – Moreny czołowe Polski północno-wschodniej – osady i warunki sedymentacji. *Prace Naukowe Uniwersytetu Śląskiego w Katowicach* nr 1325.
- ZIELIŃSKI T., 1993 – Sandry Polski północno-wschodniej – osady i warunki sedymentacji. *Prace Naukowe Uniwersytetu Śląskiego w Katowicach* nr 1398.