

**PAŃSTWOWY INSTYTUT GEOLOGICZNY
PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY**

OPRACOWANIE ZAMÓWIONE PRZEZ MINISTRA ŚRODOWISKA

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

Arkusz PISZ (219)



Warszawa 2011

Autorzy plansza A: Kamila Andrzejewska-Kubrak*; Anna Gabryś-Godlewska*;
Olimpia Kozłowska*; Iwona Walentek*;

Autorzy planszy B: Izabela Bojakowska*, Paweł Kwecko*,
Hanna Tomassi-Morawiec*, Jerzy Król**, Małgorzata Marczak;

Główny koordynator MGŚP: Małgorzata Sikorska-Maykowska*

Redaktor regionalny planszy A: Olimpia Kozłowska*

Redaktor regionalny planszy B: Olimpia Kozłowska *

Redaktor tekstu: Joanna Szyborska-Kaszycka*

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

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

ISBN

Copyright by PIG and MŚ, Warszawa 2011 r.

Spis treści

I.	Wstęp – <i>O. Kozłowska</i>	3
II.	Charakterystyka geograficzna i gospodarcza – <i>O. Kozłowska</i>	4
III.	Budowa geologiczna – <i>O. Kozłowska</i>	9
IV.	Złoża kopalin – <i>I. Walentek</i>	13
V.	Górnictwo i przetwórstwo kopalin – <i>I. Walentek</i>	21
VI.	Perspektywy i prognozy występowania kopalin – <i>I. Walentek</i>	23
VII.	Warunki wodne	27
	1. Wody powierzchniowe – <i>O. Kozłowska</i>	27
	2. Wody podziemne – <i>A. Gabryś-Godlewska</i>	29
VIII.	Geochemia środowiska	31
	1. Gleby – <i>P. Kwecko</i>	31
	2. Osady – <i>J. Bojakowska</i>	34
	3. Pierwiastki promieniotwórcze – <i>H. Tomassi-Morawiec</i>	37
IX.	Składowanie odpadów – <i>J. Król, M. Marczak</i>	40
X.	Warunki podłoża budowlanego – <i>O. Kozłowska</i>	41
XI.	Ochrona przyrody i krajobrazu – <i>K. Andrzejewska-Kubrak</i>	47
XII.	Zabytki kultury – <i>K. Andrzejewska-Kubrak</i>	52
XIII.	Podsumowanie – <i>O. Kozłowska, J. Król, M. Marczak</i>	54
XIV.	Literatura	56

I. Wstęp

Arkusz Pisz Mapy geośrodowiskowej Polski (MGŚP) w skali 1:50 000 został wykonany w 2011 roku. Składa się z dwóch plansz – plansza A zawiera zaktualizowaną treść Mapy geologiczno-gospodarczej Polski, a plansza B warstwę informacyjną „Zagrożenia powierzchni ziemi”, opisującą tematykę geochemii środowiska i warunki korzystne do składowania odpadów. Plansza A została wykonana w Państwowym Instytucie Geologicznym – Państwowym Instytucie Badawczym w Warszawie. Przy jego opracowywaniu wykorzystano informacje zamieszczone na arkuszu Pisz Mapy geologiczno-gospodarczej Polski w skali 1:50 000, wykonanej w roku 2007 w SEGI AT w Warszawie (Krogulec, Wierchowicz, 2007). Plansza B została wykonana w Przedsiębiorstwie Geologicznym we Wrocławiu PROXIMA SA (składowanie odpadów) i w Państwowym Instytucie Geologicznym – Państwowym Instytucie Badawczym w Warszawie (geochemia środowiska). Niniejsze opracowanie powstało zgodnie z instrukcją opracowania MGŚP (Instrukcja..., 2005).

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 pogorszyć stan środowiska. Informacje dotyczące zanieczyszczenia są użyteczne do wskazywania optymalnych kierunków zagospodarowania terenów zdegradowanych.

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

W celu opracowania mapy przeanalizowano materiały archiwalne oraz przeprowadzono konsultacje i uzgodnienia w Olsztyńskim Urzędzie Marszałkowskim, w starostwie powiatowym w Pisz, urzędach gmin w Białej Piskiej i Pisz. Wykorzystano również materiały z Centralnego Archiwum Geologicznego Państwowego Instytutu Geologicznego. Dane archiwalne uzupełniono i zweryfikowano w czasie zwiadu terenowego przeprowadzonego w lipcu 2011 roku.

Mapa przygotowana jest w formie cyfrowej jako element bazy danych Mapy geosrodiskowej Polski w skali 1:50 000. Dane dotyczące złóż kopalin zostały zamieszczone w kartach informacyjnych dla komputerowej bazy o złożach.

II. Charakterystyka geograficzna i gospodarcza

Obszar objęty arkuszem Pisz wyznaczają współrzędne geograficzne: 21°45'–22°00' długości geograficznej wschodniej oraz 53°30'–53°40' szerokości geograficznej północnej. Pod względem administracyjnym omawiany teren położony jest w województwie warmińsko-mazurskim, powiecie piskim (miasto i gmina Pisz oraz gmina Biała Piska), tylko niewielki południowo-wschodni fragment znajduje się w obrębie województwa podlaskiego w powiecie kolneńskim (gmina Kolno).

Według podziału fizycznogeograficznego Polski (Kondracki, 2002) obszar leży na pograniczu dwóch prowincji – Niziny Środkowoeuropejskiej i Nizu Wschodniobałtycko-Białoruskiego (fig. 1). Przeważająca część należy do nizu, jedynie południowo-zachodni fragment należy do Niziny Środkowoeuropejskiej, podprowincji Nizin Środkowopolskich z makroregionem Nizina Północnomazowiecka. W jego obrębie znajduje się na terenie arkusza mezoregion Równina Kurpiowska. Pozostała część dzieli się na dwie podprowincje – Pojezierza Wschodniobałtyckie i Wysoczyzny Podlasko-Białoruskie. Do Pojezierzy Wschodniobałtyckich należy w granicach arkusza makroregion Pojezierze Mazurskie z mezoregionami Pojezierzem Elckim i Równiną Mazurską, oraz makroregion Nizina Północnopodlaska z mezoregionem Wysoczyzna Kolneńska.

Rozciągająca się w południowo-zachodniej części arkusza Równina Kurpiowska jest rozległym sandrem na południowym przedpolu Pojezierza Mazurskiego, poprzecinanym dolinami niewielkich rzek. Jej płaski, równinny krajobraz urozmaicają wydmowe wzgórza. Doliny rzek są tu płaskie i szerokie, a w ich obrębie dominują łąki kośne i pastwiska. Melioracji uniknęła tylko dolina Pisy, zachowując naturalny charakter rzeki nizinnej z licznymi meandrami i starorzeczami. Wzdłuż Pisy ciągną się lasy i otwarte, podmokłe terasy zalewowe, wykorzystywane głównie jako łąki. Równinę Kurpiowską porastała pierwotnie Puszcza Zielona

(Kurpiowska). Obecnie, lasy nie stanowią już zwartego kompleksu jak kiedyś, lecz są poro-
cinane siecią pól, łąk i dolin rzecznych.

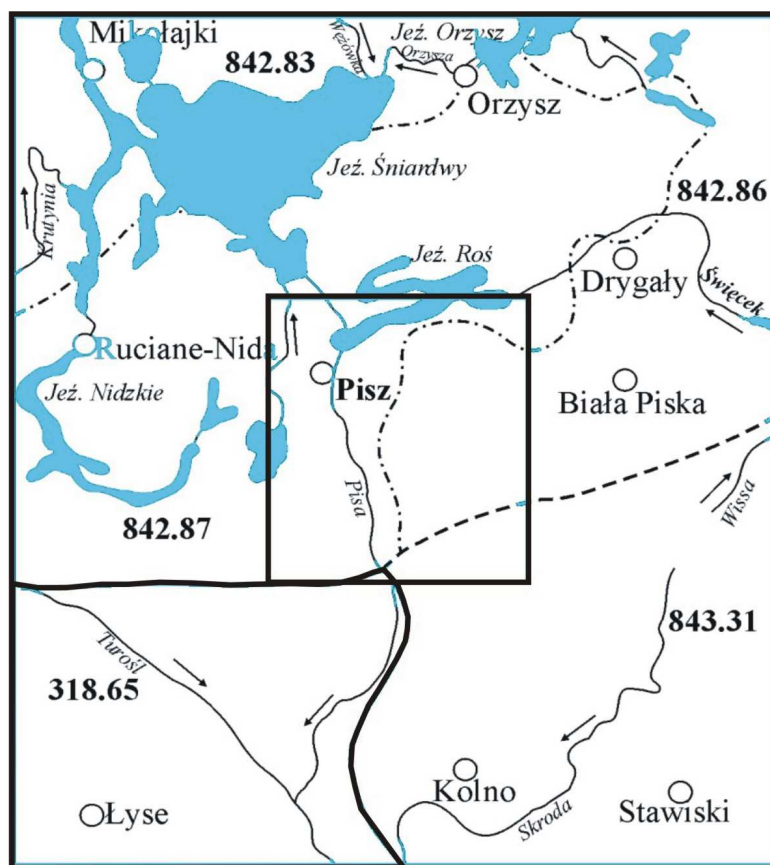


Fig. 1. Położenie arkusza Pisz na tle jednostek fizycznogeograficznych wg J. Kondrackiego (2000)

1 – granice prowincji, 2 – granice podprowincji, 3 – granice mezoregionów, 4 – jeziora

Prowincja: 31 NIZINA ŚRODKOWOEUROPEJSKA

Podprowincja: 318 Niziny Środkowopolskie

Makroregion: 318.6 Nizina Północnomazowiecka

Mezoregion: 318.65 Równina Kurpiowska

Prowincja: 84 NIŻ WSCHODNIOBAŁTYCKO-BIAŁORUSKI

Podprowincja: 842 Pojezierza Wschodniobałtyckie

Makroregion: 842.8 Pojezierze Mazurskie

Mezoregion: 842.83 Kraina Wielkich Jezior Mazurskich

842.86 Pojezierze Ełckie

842.87 Równina Mazurska

Podprowincja: 843 Wysoczyzny Podlasko-Białoruskie

Makroregion: 843.3 Nizina Północnopodlaska

Mazoregion: 843.31 Wysoczyzna Kolneńska

Na południowym wschodzie znajduje się Wysoczyzna Kolneńska z dość monotonną rzeźbą terenu, wznoszącą się do 214 m n.p.m. Wysoczyzna ta stanowi równinę peryglacjalną wyniesioną wyraźnie nad otaczające tereny. Jest obszarem źródłowym dopływów Pisy –

Skrody, Wincenty oraz Biebrzy. Znajduje się tu mało lasów, dominują natomiast pola uprawne i łąki na glebach pochodzenia organicznego.

Północny zachód należy do Równiny Mazurskiej, będącej północnym przedłużeniem Równiny Kurpiowskiej, od której jednak różni się obecnością jezior. Największymi jeziorami na Równinie Mazurskiej są jezioro Roś (północna część terenu arkusza) i Jezioro Nidzkie (poza granicami arkusza). Równina Mazurska jest regionem obficie zalesionym. W zachodniej części znajduje się Puszcza Piska. Występowanie lasów i jezior oraz brak zanieczyszczenia środowiska czyni obszar regionem turystycznie atrakcyjnym.

Część północno-wschodnią i centralną zajmuje Pojezierze Elckie, obejmujące rozległe, malowniczo połączone kompleksy leśne, jeziora, pagórki i doliny morenowe we wschodniej części Pojezierza Mazurskiego. Pagórkowata wyżyna z licznymi kompleksami leśnymi (Puszcza Borecka) podzielona jest wieloma jeziorami, które znajdują się poza granicami arkusza.

Pod względem geomorfologii teren arkusza podzielony jest na dwie główne jednostki: część centralną i zachodnią obejmują dwa poziomy wodnolodowcowe, a część wschodnią stanowi wysoczyzna morenowa z poziomami erozyjno-denudacyjnymi (Kozłowska, Kozłowski, 1993). Wysoczyzna morenowa, o charakterze wysoczyzny morenowej falistej, zachowana jest w postaci izolowanych wysp ocalałych w okolicach Lisek i Orłowa oraz na NE i SW od Szymek. W terenie widoczne są liczne pagóry i wzgórza morenowe, z których część to moreny z wyciśnięcia. Najwyższe z nich (192,5 m n.p.m.) znajdują się w okolicy Owczej Góry. Wysoczyzna powstała w czasie fazy poznańskiej zlodowaceń północnopolskich. „Wyspy” wysoczyzny morenowej dominują ponad otaczającymi ją poziomami erozyjno-denudacyjnymi (starszym i młodszym), powstałymi pod koniec fazy pomorskiej zlodowaceń północnopolskich. Poziomy te charakteryzują się monotonną rzeźbą wznoszącą się na wysokościach 117–130 m n.p.m. i niewielkim spadkiem. Wysoczyznę i poziomy wodnolodowcowe rozcinają krzyżujące się rynny eworsyjne (NE–SW i NW–S), w obrębie których zachowane są formy szczelinowe, moreny martwego lodu oraz kemy. Oddzielną jednostkę tworzy szlak sandrowy, nazywany pradoliną erozyjno-akumulacyjną. Zaczyna się ona w Kumielsku i dalej przebiega w kierunku południowo-zachodnim. U schyłku ostatniego zlodowacenia powierzchnia poziomów wodnolodowcowych uległa zwydmienieniu, a najmłodszą formą morfologiczną na obszarze arkusza jest dolina Pisy, podzielona na dwa odmienne odcinki. Odcinek od wypływu z jeziora Roś do Piszka charakteryzuje się bardzo wąskim, prostoliniowym przebiegiem koryta i bardzo słabo wykształconym tarasem zalewowym, oraz dwukrotnie większym spadkiem w stosunku do drugiego odcinka. Na drugim odcinku, pomiędzy Piszem a Piskorzewem, Pisa gwałtownie zmienia się w rzekę leniwie płynącą, silnie meandrującym korytem w szerokiej

dolinie, o niewielkim spadku. Pierwszy odcinek jest odcinkiem młodym, o charakterze przełomowym, a drugi ma założenia rynnowe.

Cechą charakterystyczną klimatu jest ścieranie się wpływów dwóch ośrodków – oceanicznego i kontynentalnego. Masy powietrza idące znad oceanu spotykają się tu z masami znad kontynentu, powodując częste i nagłe zmiany pogody. Powiat piski znajduje się pod przeważającymi wpływami klimatu kontynentalnego, łagodzonych obecnością zbiorników wód powierzchniowych i lasów. Średnia temperatura stycznia wynosi -4°C , a lipca $+17^{\circ}\text{C}$; średnia wieloletnia temperatura dla Pizsa $+7,4^{\circ}\text{C}$. Przymrozki jesienne pojawiają się już w drugiej połowie września, a wiosną występują jeszcze na początku czerwca. Liczba dni z przymrozkami wynosi w ciągu roku od 100 do 140. Liczba dni mroźnych o maksymalnej temperaturze dobowej poniżej 0°C waha się od 45 do 58. Liczba dni ciepłych o maksymalnej temperaturze wyższej od 25° wynosi około 30. Najwięcej dni słonecznych przypada na marzec, kwiecień, maj i czerwiec. Stopień zachmurzenia jest wysoki. Liczba dni pochmurnych wynosi około 180. Czas zalegania śniegu jest zmienny. Przeciętnie pokrywa śnieżna zalega około 100 dni. Pokrywa lodowa skuwa jeziora już w końcu listopada i zalega jeszcze w marcu. Przeciętnie lód pokrywa jeziora przez około 130 dni. Każdorazowa przewaga wpływów ośrodka oceanicznego lub kontynentalnego decyduje o ciśnieniu atmosferycznym, kierunkach i sile wiatru. Najmniejszą prędkość wiatru notuje się latem, maksymalna występuje zimą lub jesienią. Zimą przeważają kierunki WSW, SW, SSE, latem NW lub W, jesienią najczęstsze są wiatry SE, a wiosną – kierunki niezdecydowane. Dni z opadami jest przeciętnie w roku około 190. Okresy o silnych opadach występują często na przemian z okresami posuchy (Woś, 1999).

Zmienność warunków klimatycznych, duże i nieregularne opady, duża wilgotność, długotrwałe przymrozki i krótki okres wegetacji stwarzają warunki dla rozwoju roślinności torfowiskowej, bagiennej i leśnej.

Około 50% ogólnej powierzchni obszaru zajmują lasy. Porastają one tereny piaszczyste i podmokłe, koncentrując się na zachodzie, południowym zachodzie i północnym wschodzie, natomiast południowo-wschodnia część obszaru charakteryzuje się brakiem zwartych kompleksów leśnych. Największym z nich jest Puszcza Piska, porośnięta lasami sosnowymi z niewielką domieszką brzozy, osiki i dębu, rosnących na sandrowych piaskach. Puszcza Piska to drugi pod względem wielkości kompleks leśny w Europie. Powierzchnia całej puszczy wynosi około 100 tys. ha. W skład jej obszaru wchodzi wiele jezior, które pełnią także rolę rezerwatów. Należą do nich m.in. Bełdany, Jezioro Nidzkie, Jegocin, jezioro Warnoły i Jezioro Mokre, a także największe z nich – jezioro Śniardwy. W granicach arkusza znajduje się jedno

z nich – jezioro i jednocześnie rezerwat „Pogubie Wielkie”. Przez Puszcę przepływają dwie główne rzeki –Krutynia (poza arkuszem) i Pisa oraz wiele mniejszych cieków.

W lasach poza Puszcą Piską przeważają drzewostany sosnowe, a następnie świerkowe, brzozowe, olchowe, dębowe i jesionowe. Na mało urodzajnych piaskach występuje sosna, która wyrasta na okazałe drzewa, dochodzące do 40 metrów. Na glebach lepszych rosną drzewa liściaste, przede wszystkim dęby. Podszycie lasu jest bardzo bogate, występuje tu: jałowiec, leszczyna, kruszyna, dzika róża, maliny, jeżyny, paprocie i berberysy. Bogate jest także runo leśne, w który można znaleźć chronione gatunki roślin, jak np. widłak.

Specyficzne środowisko roślinne tworzą łąki, które występują na terenie arkusza, głównie w części centralnej, północno-zachodniej i południowo-wschodniej.

Duże połacie powierzchni arkusza zajmują grunty rolne, rozciągające się szeroką strefą od południowego wschodu na północny zachód. Jednak występujące tu gleby należą do słabych, mało urodzajnych. Stanowią je: piaski jałowe i wydmowe, nienadające się zupełnie pod uprawę; gleby piaskowe i szczyrki; bielice i szczyrki z domieszką iłu i gliny. Gleby te wymagają bardzo starannej uprawy i silnego nawożenia, a duża ich część nadaje się tylko na pastwiska i pod zalesienie. Użytki rolne zajmują 90% użytkowanych rolniczo gruntów w gospodarstwach rolnych, z czego grunty orne zajmują 42,7%, natomiast powierzchnia łąk i pastwisk wynosi 47,1 % (dwukrotnie więcej niż w województwie). Taki stan spowodowany jest niskim wskaźnikiem bonitacji gleb, umożliwiającym produkcję roślin o wyższych wymaganiach agrotechnicznych. Duża powierzchnia użytków zielonych decyduje o tym, iż podstawową gałęzią produkcji zwierzęcej w powiecie piskim jest hodowla bydła, zwłaszcza mlecznego. Wśród upraw przeważają zboża, które zajmują ponad 80% ogólnej powierzchni zasiewów. Ze względu na słabą jakość gleb w produkcji roślinnej dominuje żyto oraz mieszanki paszowe, znikomą część stanowią uprawy pszenicy.

W granicach arkusza znajduje się wiele wsi i niewielkich osad, związanych przeważnie z byłymi gospodarstwami rolnymi typu PGR. Poza działalnością rolniczą w ostatniej dekadzie w znacznym stopniu rozwinęła się agroturystyka. Największymi przedsiębiorstwami rolnymi są: Gospodarstwo Rolne w Imielinku, Spółdzielnia Usług Rolniczych w Jagodnem, ferma hodowli indyków w Borkach, Rolnicza Spółdzielnia w Starych Gutach, w Pietrzykach, Gospodarstwo rolne PAN w Turowie oraz były PGR-y (obecnie częściowo prywatne gospodarstwa rolne) w: Borkach, Szymbkach i Liskach. Stanowią one potencjalne ogniska zanieczyszczeń.

Jedynym ośrodkiem miejskim w granicach arkusza jest Pisz. Miasto odbudowane po II wojnie światowej, obecnie liczy około 20 tys. mieszkańców. W ostatnich latach rozwinęła się tu sieć usług, powstało wiele sklepów spożywczych i przemysłowych, miasto i okolice

stały się dużą atrakcją turystyczną. Największymi zakładami przemysłowymi są Fabryka „Sklejka – Pisz” SA i „Holzwerk” SJ. Ponadto znajdują się tu liczne przedsiębiorstwa transportowe, budowlane i przemysłu rolno-spożywczego, stacje paliw oraz szpital rejonowy. Na pozostałym obszarze również dominują małe i średnie przedsiębiorstwa np. „Rakom” Sp. z o.o. w Drygwałach.

Na infrastrukturę drogową składają się dwie drogi krajowe i drogi drugorzędne. Droga krajowa nr 63 – Węgorzewo-Giżycko-Orzysz-Pisz-Łomża, łączy teren arkusza ze wschodnią i centralną Polską, natomiast droga nr 58 – Olsztynek-Szczytno-Ruciane Nida-Pisz-Biała Piska-Szczytno – zapewnia połączenie z zachodnią Polską. Drogi drugorzędne łączą Pisz z Mikołajkami i Turoślą. Linia kolejowa przecina obszar arkusza ze wschodu na zachód i zapewnia komunikację z Olsztynem i Ełkiem.

Arkusze Pisz jest terenem leśno-rolnym, predysponowanym do rozwoju turystyki z uwagi na doskonałe warunki naturalne w postaci lasów, jezior i atrakcyjności środowiska naturalnego.

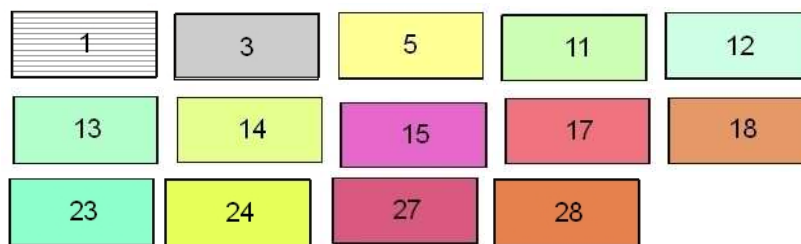
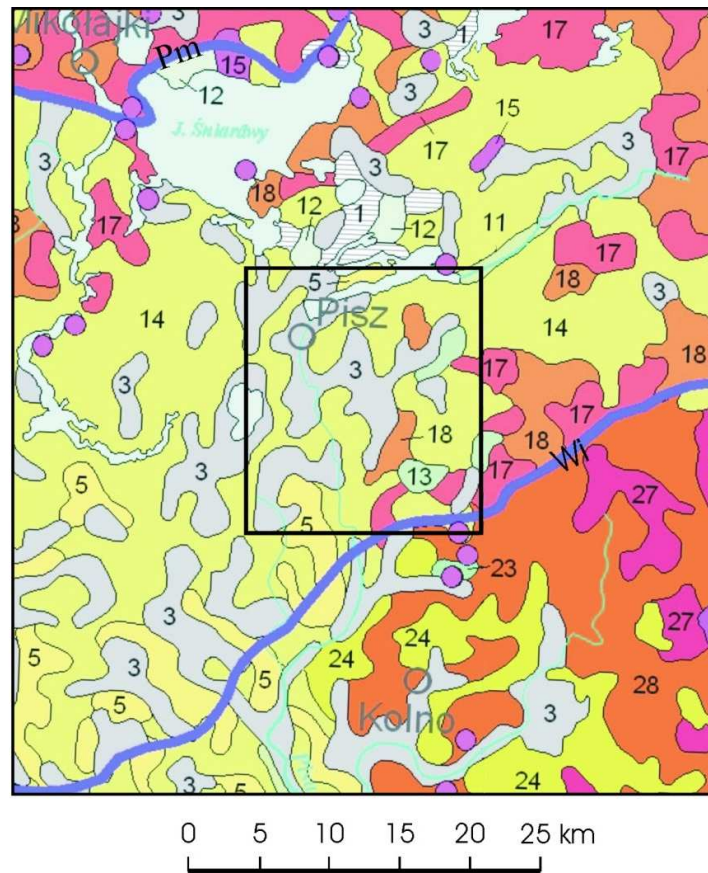
III. Budowa geologiczna

Budowę geologiczną obszaru arkusza Pisz przedstawiono na podstawie Szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1:50 000, arkusz Pisz wraz z objaśnieniami (Kozłowska, Kozłowski, 1991, 1993). Omawiany teren leży w obrębie wyniesienia mazurskiego, struktury paleozoicznej utworzonej na obszarze krystalicznej platformy wschodnioeuropejskiej (Stupnicka, 1989). Wyniesienie mazurskie zbudowane jest z krystaliniku. Pokryte jest osadami mezozoicznymi i kenozoicznymi. Osady permu i mezozoiku tworzą płytę permsko-mezozoiczną. Na powierzchni występują tu jedynie utwory czwartorzędowe, a utwory starsze – kredowe i trzeciorzędowe (paleogeńskie i neogeńskie) stwierdzone zostały w profilach otworów wiertniczych.

Utwory kredy górnej przewiercono w otworze geologicznym w Kumielsku i w Borkach, gdzie występowały na głębokościach odpowiednio 23,4 m p.p.m. i 58,8 m p.p.m. Są to szarozielone mułki ilaste z glaukonitem i ły szare mastrychtu górnego.

Osady oligocenu reprezentowane są przez ponad 25-metrowej miąższości kompleks piasków drobnoziarnistych, zawierających glaukonit oraz przewarstwienia iłó, mułków i mułków węglistych. Odślaniają się one w podłożu utworów czwartorzędowych w części centralnej i północnej. Sedymentację osadów trzeciorzędowych kończą tu piaski pylaste barwy szarej (4 m miąższości) oraz ły czarnobrunatne i szarozielone (4,5 m miąższości), występujące w Liskach.

Osady czwartorzędowe pokrywają cały obszar arkusza, pokrywają o miąższości od 135 do 166 m. Na powierzchni odsłaniają się jedynie utwory zlodowaceń środkowo- i północnopolskich, a także holocenijskie (fig. 2).




— Wi —: —zasięg zlodowaceń: Wi – wisły; Pm – fazy pomorskiej zlodowacenia wisły
 Ciągi drobnych form rzeźby: ● – kemy
 – jeziora

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

Czwartorzęd: Holocen: 1 – piaski, mułki, ropy, gytie jeziorne; 3 – piaski, żwiry, mady rzeczne oraz torfy i namuły; 5 – piaski eoliczne, lokalnie w wydmach;

Plejstocen: Zlodowacenia północnopolskie: 11 – piaski, żwiry i mułki rzeczne; 12 – piaski i mułki jeziorne, 13 – ropy, mułki i piaski zastoiskowe; 14 – piaski i żwiry sandrowe; 15 – piaski i mułki kemów; 17 – żwiry, piaski, głązy i gliny moren czołowych; 18 – gliny zwałowe, ich zwietrzliny oraz pisaki i żwiry lodowcowe; **Zlodowacenia środkowopolskie:** 23 – ropy, mułki i piaski zastoiskowe; 24 – piaski i żwiry sandrowe; 27 – żwiry, piaski, głązy i gliny moren czołowych; 28 – gliny zwałowe, ich zwietrzliny oraz piaski i żwiry lodowcowe;

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

Osady najstarszego zlodowacenia (podlaskiego) zostały stwierdzone otworem w Kumielsku. Są to: żwiry, piaski wodnolodowcowe o miąższości do 2 m, gliny zwałowe o bardzo zróżnicowanej miąższości (do 27 m) oraz mułki kredowe stanowiące kry w osadach czwartorzędowych. Podczas zlodowaceń południowopolskich osadziły się dwudzielne gliny zwałowe, mułki zastoiskowe występujące pomiędzy Kumielskiem, Liskami, a Borkami oraz piaski wodnolodowcowe stwierdzone w otworach w Liskach i Orłowie.

Zlodowacenia południowopolskie pozostawiły w stadiale dolnym gliny zwałowe, wykazujące dwudzielność – starszy poziom glin osiąga w Borkach maksymalną miąższość 18 m. Gliny zwałowe młodszego poziomu stwierdzone były w profilach otworów wiertniczych w Borkach, Szymkach, Kumielsku i Liskach. W dolnym poziomie glacialnym pojawiają się ility plioceńskie oraz ility i mułki mioceńskie, jako kry, np. w Kumielsku występuje 2,8 m miąższości kra iłów pstrych plioceńskich. Pomiedzy Kumielskiem, Borkami a Liskami występują mułki zastoiskowe, o maksymalnej miąższości 4,8 m, stwierdzonej w Kumielsku. Po zlodowaceniach tych pozostała także niewielkiej miąższości seria piasków wodnolodowcowych (3,5 m), przewarstwiana mułkami zastoiskowymi. Stadiał górny rozpoczęła sedymentacja iłów i mułków zastoiskowych osadzanych w zbiorniku, którego centrum znajdowało się w pobliżu Orłowa. Następnie osadziły się piaski ze żwirami wodnolodowcowe i gliny zwałowe. Piaski zachowały się fragmentarycznie i w niewielkich miąższościach, natomiast gliny stadiału górnego znane są z profili w Borkach, Liskach i Kumielsku, Giętkiem, Łupkach, Szymkach, oraz w wielu otworach w Piszcu. Na całym obszarze arkusza tworzą ciągły poziom glacialny o maksymalnej miąższości 33,5 m.

Zlodowacenia środkowopolskie pozostawiły 3 poziomy glin zwałowych osadzone przez nasunięcia kolejnych lądolodów, które przedzielone są utworami interglacialnymi (interglacial pilicki i eemski). Profil osadów z okresu zlodowaceń środkowopolskich rozpoczynają piaski, ility warwowe i mułki zastoiskowe dolne pochodzące z dużego zastoiska, które zajmowało niemalże całą powierzchnię opisywanego arkusza. Seria zastoiskowa ma ponad 14 m miąższości. Następnie akumulowane były piaski ze żwirami wodnolodowcowymi (rejon Piszca, Słupka, Łupka i Borek) o zróżnicowanej miąższości. Kolejną serię stanowią gliny zwałowe o miąższości do 25,5 m. Wyżej leżą piaski, żwiry i otoczaki moren czołowych, które zostały stwierdzone w licznych profilach otworów wiertniczych, między innymi w: Słupkach, Borkach, Rybitwach i Piszcu. Podczas recesji lodowca utworzyło się kolejne zastoisko obejmujące zachodnią część opisywanego obszaru. Wśród osadów tworzących zastoisko są reprezentowane wszystkie facje zastoiskowe, od piasków drobnoziarnistych do iłów warwowych. Serię zastoiskową pokrywają piaski i żwiry wodnolodowcowe, powyżej których wy-

stępują gliny zwałowe. Poziom glacialny ma miąższość do 30 m i lokalnie jest zaburzony glacitektonicznie. W rejonie jeziora Roś stwierdzone zostały występujące w nadkładzie glin, piaski i piaski ze żwirami moren czołowych o miąższości do 11 m. Wyżej osadziły się żwiry, ility, mułki oraz piaski pyłowe z przewarstwieniami mułków o maksymalnej miąższości do 15 m. Podczas interglacjału emskiego odbywała się sedymentacja: piasków, żwirów i otoczków rzecznych. Wypełniają one, między innymi, kopalną dolinę rzeczną w rejonie Kumielska, której głębokość sięga około 40 m.

Osady zlodowaceń północnopolskich reprezentowane są przez dwa poziomy glin zwałowych oraz rozdzielające je osady zastoiskowe i wodnolodowcowe. Osady wodnolodowcowe osiągają miąższość ponad 50 m. Okres zlodowaceń północnopolskich rozpoczynają ility i mułki zastoiskowe oraz piaski z przewarstwieniami mułków – zastoiskowe, które wchodzi w skład dwóch serii zastoiskowo-wodnolodowcowych, powstałych podczas transgresji i podczas recesji czoła lądolodu fazy leszczyńskiej stadiału głównego zlodowaceń północnopolskich. Osady te znane są z dwóch profili otworów wiertniczych i z wystąpień powierzchniowych, obserwowanych najczęściej jako piaski pylaste. Następnie w profilu tych zlodowaceń występują piaski ze żwirami wodnolodowcowe dolne, które sedymentowały równocześnie z utworami zastoiskowymi. Piaski te osiągają do 9 m miąższości, a na powierzchni odsłaniają się w okolicy Filipek i Lisek. Gliny zwałowe fazy leszczyńskiej zachowane są we wschodniej części omawianego obszaru na północ od linii Turowo-Gruzy-Kumielsk. Piaski i mułki moren spiętrzenia obserwowane są w łuku moren czołowych między Dębową Górą a Gruzami. Wyznaczają one maksymalny zasięg czoła lądolodu fazy leszczyńskiej. Piaski ze żwirami moren czołowych tworzą ciąg wzgórz o wysokości względnej do 30 m przebiegający przez Turowo. Na północ od nich występuje jeszcze kilka pojedynczych form morenowych. Pochodzą one z kolejnych etapów recesji czoła lądolodu. Pokrywa akumulacyjna, która występuje w Gruzach, na wyciśniętych osadach zastoiskowych, ma do 4 m miąższości. Gliny zwałowe przykrywają serię akumulacyjną jedynie na stokach północnych.

Faza poznańska zlodowaceń północnopolskich rozpoczęła się kolejny powstaniem osadów zastoiskowych, które w postaci piasków, mułków i iłków występują w okolicy Owczej Góry. Mają tam ponad 3,5 m miąższości, a w Liskach osiągają 5 m. Gliny zwałowe fazy poznańskiej zachowały się na wysoczyźnie polodowcowej i poziomach erozyjno-denudacyjnych, a ich miąższość nie przekracza 5 m, jedynie wyjątkowo osiąga 10 m. Piaski i żwiry osadzone w tej fazie, w formie moren czołowych tworzą pagóry morenowe między Giętkiem, Orłowem, Owczą Górą i Kumielskiem o wysokości 2-13 m. W fazie tej powstały także formy ke-

mowe, formy akumulacji szczelinowej, piaski żwiry i gliny moren martwego lodu oraz piaski wodnolodowcowe.

Zlodowacenia północnopolskie kończą osady fazy pomorskiej, które na obszarze arkusza występują w postaci piasków wodnolodowcowych, zajmujących zachodnią i centralną część omawianego arkusza. Ich powstanie wiąże się z odpływem wód lodowcowych lądolodu fazy pomorskiej. Powstały wówczas dwa poziomy wodnolodowcowe o podobnej budowie geologicznej, wyrażającej się dobrze wykształconymi cokołami erozyjnymi, ukrytymi pod serią osadów wodnolodowcowych.

Do osadów czwartorzędu nierozdzielonego należą piaski eoliczne i piaski eoliczne w wydmach, które występują w postaci pól piasków przewianych i wydm, na powierzchni osadów wodnolodowcowych w dolinie Pisy. Miąższość piasków wynosi od 2 do 11 m. Do czwartorzędu nierozdzielonego zalicza się także eluvia piaszczyste glin zwałowych, występujących niewielkimi płatami, tworząc cienkie pokrywy (0,5–1,5 m).

W holocenie powstają piaski rzeczne tarasów zalewowych, namuły piaszczyste, namuły torfiaste, gytie i torfy.

IV. Złóża kopalin

Na obszarze odwzorowanym w granicach arkusza Pisz w wyniku przeprowadzonych prac geologicznych udokumentowano 14 złóż kopalin okruchowych (Szuflicki i in. 2011). Kryteria kopalin użytecznych spełniają tu jedynie czwartorzędowe kompleksy surowców okruchowych: piasków kwarcowych (2 złoża); kruszyw naturalnych piaskowo-żwirowych (4 złoża) i kruszyw piaskowych (3 złoża). Ponadto w 5 złożach seria surowcowa jest dwudzielna – występują tu piaski oraz piaski ze żwirem. Charakterystykę gospodarczą oraz klasyfikację złóż przedstawiono w tabeli 1.

Z krajowego bilansu zasobów skreślone zostały złoża: „Kocioł Duży II”, „Kocioł Duży III” i „Kocioł Duży IV” w związku z zakończoną eksploatacją.

W miejscowości Snopki (na zachód od Pizsa) zlokalizowane jest złożo piasków kwarcowych „Pisz”. Są to piaski drobnoziarniste zdeponowane w wyniku działalności wodnolodowcowej w okresie zlodowaceń północnopolskich. Złożo zostało udokumentowane w 1958 r. na potrzeby Białostockiego Przedsiębiorstwa Ceramiki Budowlanej. W 1982 r. w obrębie złoża wykonano dodatkowe badania mające na celu rozpoznanie serii okruchowej występującej powyżej zwierciadła wód gruntowych (Paprocka, Bujalska, 1982). Seria złożowa została rozpoznana w kategorii B na powierzchni 13,09 ha oraz w kategorii C₁ na powierzchni 2,26 ha.

Tabela 1

Złoza kopalni i ich charakterystyka gospodarcza oraz klasyfikacja

Nr złoza na mapie	Nazwa złoza	Rodzaj kopaliny	Wiek kompleksu litologiczno-suwrowcowego	Zasoby geologiczno-bilansowe (tys. t, tys. m ^{3*})	Kategoria rozpoznania	Stan zagospodarowania złoza	Wydobycie (tys. t)	Zastosowanie kopaliny	Klasyfikacja Złoza		Przyczyny konfliktowości złoza
									Klasy 1-4	Klasy A-C	
wg stanu na 31.12.2010 r. (Szuflicki i in., red.; 2011)											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	PISZ	pki	Q	683*	B+C ₁	G	-	Scb	4	B	L
2	STARE GUTY II	p, pż	Q	78	C ₁ *	N	-	Sb, Sd	4	A	-
3	STARE GUTY	p, pż	Q	135	C ₁ *	N	-	Sb, Sd	4	A	-
4	KOCIOŁ	pż	Q	84	C ₁ *	Z	-	Sb, Sd	4	A	-
6	RAKOWO PISKIE I	p	Q	484	C ₁	N	-	Sd, Sb	4	A	-
7	RAKOWO PISKIE	p, pż	Q	1466	C ₁	G	-	Sb	4	A	-
8	STARE GUTY – RAKOWO	pż, p	Q	94	C ₁	N	-	Sb	4	A	-
9	SZYMKI	pż	Q	2264 ¹	C ₂	N	-	Sd, Sb	4	A	-
10	SZYMKI I	pż	Q	1634	C ₁	G	228	Sd, Sb	4	A	-
11	SZYMKI II	pż	Q	1353	C ₂	G	8	Sd, Sb	4	A	-
12	TUROWO	p	Q	8	C ₁	Z ¹	44	Sd, Sb	4	A	-
13	JEŻE	pki	Q	6395*	C ₂	N	-	Scb	4	B	L, W, N
14	WINCENTA – KUMIELSK	pż, p	Q	93 375	C ₂	N	-	Sd, Sb	4	A	-

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
15	TUROWO II	p	Q	150	C ₁	G	-	Sd, Sb	4	A	-
	KOCIOŁ DUŻY II	pż	Q	-	-	-	-	-	-	-	-
	KOCIOŁ DUŻY III	p, pż	Q	-	-	-	-	-	-	-	-
	KOCIOŁ DUŻY IV	pż	Q	-	-	-	-	-	-	-	-

Rubryka 3: p – piaski; pż – piaski i żwiry; pki – piaski kwarcowe o innym zastosowaniu (do produkcji cegły wapienno-piaskowej)

Rubryka 4: Q – czwartorzęd

Rubryka 5: ¹ – zasoby złoża są niezgodne ze stanem faktycznym, nie uwzględniają udokumentowanych w obrębie pola I nowych złóż „Szymki I” i „Szymki II”.

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

Rubryka 7: G – zagospodarowane; N – niezagospodarowane; Z – zaniechane; ¹ – eksploatacja zakończona w 2011 r.; koncesja obowiązuje do 31.12.2012 r.; ZWB – złoża wykreślone z „Bilansu ...” (zlokalizowane na Mapie dokumentacyjnej zamieszczonej w materiałach archiwalnych).

Rubryka 9: kopaliny skalne: Sd – drogowe; Sb – budowlane; Scb – ceramiki budowlanej

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

Rubryka 11: złoża: A – mało-konfliktowe, możliwe do zagospodarowania bez większych ograniczeń; B – konfliktowe, możliwe do zagospodarowania po spełnieniu określonych wymagań

Rubryka 12: L – ochrona lasów; W – ochrona wód podziemnych (GZWP 216); N – Europejska Sieć Ekologiczna NATURA 2000;

Po wyeksploatowaniu kopaliny z warstwy suchej sporządzono dodatek do dokumentacji w celu rozpoznania budowy geologicznej, zasobów i jakości kopaliny w obrębie serii zawodnionej (Sadowski, 1998). Aktualna powierzchnia złoża wynosi w obrębie poziomu: suchego 10,34 ha i zawodnionego 2,77 ha. Miąższość kopaliny zawiera się od 4,0 do 8,5 m (śr. 6,1 m) w poziomie suchym i od 7,1 m do 10,0 m (śr. 9,1 m) w poziomie zawodnionym. Seria okruczowa nie została przewiercona (zgodnie z projektem złoża zostało udokumentowane do głębokości 10 m p.p.t.). W nadkładzie o grubości 0,0–2,5 m (śr. 0,5–0,6 m) występują gleba, piaski z domieszką części organicznych i piaski ilaste. Poziom wód gruntowych ma charakter swobodny i znajduje się na rzędnej terenu 117,7–119,2 m n.p.m. Piaski kwarcowe są stosowane do produkcji cegły wapienno-piaskowej. Parametry jakościowe kopaliny zostały zamieszczone w tabeli nr 2.

Tabela 2

Parametry jakościowe piasków kwarcowych złoża „Pisz”

Parametr	poziom suchy od–do; śr.	poziom zawodniony od–do; śr.
1	2	3
zawartość (%)		
frakcja 0,05–0,5 mm	65,9–97,4; 84,4	90,0–95,0; 92,2
frakcja 2,0–5,0 mm	0,0–2,3; 0,3	0,0
pyły mineralne	1,5–10,6; 9,8	3,0–7,0; 5,0
krzemionka (SiO ₂)	86,36–95,73; 90,37	83,83–86,72; 85,79
alkalia (Na ₂ O+K ₂ O)	1,26–1,76; 1,47	1,82–1,90; 1,88

W południowej części mapy udokumentowane zostało w 1969 r. w kategorii C₂ złożo piasków kwarcowych do produkcji cegły wapienno-piaskowej „Jeże” (Sylwestrzak, 1969). Z uwagi na położenie złoża w obrębie zwartego kompleksu leśnego Puszczy Piskiej zasoby zaklasyfikowano do pozabilansowych (brak zgody na zmianę użytkowania). Decyzja z 1969 r. została zmieniona w 1976 r. przez Prezesa Centralnego Urzędu Geologii, a zasoby złoża zostały uznane za bilansowe. Serię użytkową w złożu stanowią piaski wydymowe z okresu postglacjalnego, które zostały rozpoznane na powierzchni 120,07 ha. Miąższość warstwy złożowej jest uwarunkowana rzeźbą terenu oraz położeniem zwierciadła wód gruntowych i waha się od 2,0 (u podnóża wydym) do 13,8 m (w części południowej złoża), średnia miąższość wynosi 5,7 m. Spąg złoża ustanowiono na wysokości 1 m ponad ustabilizowanym zwierciadłem wód gruntowych. Nadkład stanowi cienka – do 0,2 m warstwa gleby oraz występująca najczęściej 0,5 m warstwa piasku z podwyższoną zawartością części organicznych. Lokalnie piaski kwarcowe występują bezpośrednio na powierzchni ziemi. Piaski charakteryzują się przewagą frakcji od 0,05 do 0,5 mm, która stanowi od 85,8 do 96,2% (śr. 91,6%). Zanieczyszczenia ilaste kształtują się w granicach 0,6–2,0% (śr. 1,1%). Pozostałe wskaźniki jakościowe są na-

stępujące: zawartość % SiO_2 – 88,5–94,2 (śr. 90,73); Al_2O_3 – 2,61–3,28 (śr. 2,93); Fe_2O_3 – 0,22–0,83 (śr. 0,45); $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ – 2,02–2,50 (śr. 2,35); MgO – 0,16–0,55 (śr. 0,37). Nie-wielki fragment złoża „Jeże” znajduje się na arkuszu Kolno 257.

W kategorii C_2 udokumentowane zostało złożo kopalin okruchowych „Wincenta – Ku-mielsk” (Liwska, 1993). Złożo zlokalizowane jest w dolinie rzeki Wincenta i jej dopływu – Kulony. Serię użytkową stanowią osady okruchowe związane z akumulacją rzeczna – piaski i żwiry (występujące na powierzchni 649,19 ha, zasoby 91 226 tys. t) oraz piaski (rozpoznane na obszarze 53,62 ha, zasoby 2 149 tys. t). Kruszywo grubsze (często zawierające otoczaki) dominuje w dolinie Kulony, natomiast drobniejszy materiał zlokalizowany jest w południo-wo-zachodniej części złoża (dolina Wicenty). Miąższość warstwy piaszczysto-żwirowej wy-nosi od 2,8 do 12,2 m (śr. 7,3 m), a kruszywa piaskowego od 0,8 do 4,3 m (śr. 2,4 m). Spąg zło-ża wyznaczają piaski, miejscami mułki, w części północno-wschodniej złoża gliny. Nakład o średnie grubości 1,2 m (0,3–4,5 m) stanowią gleba, piaski gliniaste, glina, torfy i mułki. Złożo jest zawodnione (seria piaszczysto-żwirowa jest zawodniona całkowicie, seria piaszczysta jest częściowo zawodniona). Złożo kontynuuje się na arkuszach Biała Piska 220 i Kolno 257.

Wzdłuż drogi łączącej miejscowości Stare Guty i Kocioł Duży w obrębie utworów flu-wioglacjalnych (złodowacenia północnopolskie) udokumentowano złoża: „Kocioł”, „Stare Guty” i „Stare Guty II”.

Złożo piasków i żwirów „Kocioł”, o powierzchni 1,23 ha, udokumentowano na potrze-by Płockiego Przedsiębiorstwa Robót Mostowych (Salachna, 1977). Seria okruchowa o miąż-szości od 2,5 do 10,3 m (średnio 6,9 m) występuje pod nakładem o średniej grubości 1,5 m (0,0–3,0 m), który stanowią gleba, piaski pylaste i gliny piaszczyste. Złożo jest suche.

W złożu „Stare Guty” występują dwa rodzaje kopaliny – piaski (kopalina główna) oraz piaski ze żwirem, które zostały zaklasyfikowane jako kopalina towarzysząca (Sadowski, 1980). Seria piaszczysta, której miąższość wynosi od 3,1 do 9,8 m, średnio 6,6 m została stwierdzona na powierzchni 0,88 ha (zasoby 113 tys. t). Piaski i żwiry występują na powierzchni 0,24 ha, a ich miąższość wynosi od 3,7 do 5,9 m, średnio 4,8 m (zasoby 22 tys. t). Granica pozioma złoża została wyznaczona powyżej zwierciadła wód gruntowych. W nakładzie o grubości od 0,8 do 3,8 m (średnio 2,5 m) występuje gleba, mułki, gliny piaszczyste i piaski gliniaste. Zło-że zostało udokumentowane na potrzeby budownictwa wiejskiego.

Na potrzeby budownictwa miasta i gminy Pisz zostało udokumentowane kartą rejestra-cyjną złożo „Stare Guty II” (Sadowski, 1983). W obrębie złoża wydzielono serie surowcowe składające się z piasków drobno- i średnioziarnistych (powierzchnia 0,69 ha, zasoby 75,1 tys. t) oraz utworów piaszczysto-żwirowych (powierzchnia 0,06 ha, zasoby 2,8 tys. t). Miąższość

osadów okruchowych wynosi od 3,5 do 6,9 m (śr. 5,5 m). Do nadkładu o grubości od 0,3 do 3,1 m zostały włączone: gleba, piaski gliniaste oraz piaski i żwiry gliniaste, mułki i gliny piaszczyste. Cała udokumentowana seria okruchowa jest niezawodniona.

W obrębie utworów moren czołowych oraz moren martwego lodu (zlodowacenia północnopolskie) udokumentowane zostało na powierzchni 1,94 ha złożo „Rakowo Piskie I” (Kuczyński, 2004). Kopalnią w złożu są piaski o średniej miąższości 14,1 m (od 12,0 do 17,9 m), występujące pod nadkładem gleby i gliny zwałowej o grubości od 0,1 do 2,0 m (średnio 0,7 m). Podczas prac dokumentujących złożo w obrębie serii surowcowej nie nawiercono wód gruntowych.

W obrębie utworów wodnolodowcowych zlodowaceń północnopolskich (fragment tarasu sandrowego) zlokalizowane są złoża „Rakowo Piskie” i „Stare Guty – Rakowo”.

Kopalnią w złożu „Rakowo Piskie” (Kokociński, 2001) są piaski drobno- i średnioziarniste oraz piaski różnoziarniste ze żwirem o miąższości od 4,8 do 14,8 m (średnio 10,4 m). Do nadkładu o grubości do 1,3 m (średnio 0,5 m) włączono glebę i piaski pylaste, spąg złoża wyznaczają piaski pylaste i gliniaste, glina piaszczysta. W obrębie złoża na powierzchni 8,64 ha, występowanie wód gruntowych stwierdzono w jednym otworze badawczym na głębokości 13 m p.p.t.

Niewielkie złożo kopalin okruchowych „Stare Guty – Rakowo” (Sadowski, 1993) zlokalizowane jest na południowy zachód od złoża „Rakowo Piskie”. Serię surowcową stanowią piaski i żwiry udokumentowane na powierzchni 0,36 ha i piaski zajmujące 0,20 ha, które występują pod nadkładem gleby, piasków gliniastych i glin piaszczystych o grubości od 0,7 do 1,8 m (średnio 1,3 m). Miąższość kompleksu okruchowego w obrębie złoża wynosi od 6,6 do 10,7 m (średnio: piaski i żwiry – 8,6 m; piaski – 9,8 m). Złożo jest suche.

We wschodniej części arkusza udokumentowane zostało wstępnie (kategoria C₂) złożo „Szymki” (Antosiewicz, Liwska 1991). Złożo składa się z trzech oddalonych od siebie pól o powierzchniach: pole I (wschodnie) – 16,41 ha, pole II (środkowe) – 5,76 ha, pole III (zachodnie) – 1,04 ha. Łączna powierzchnia złoża wynosi 23,21 ha. Serię złożową stanowią piaski i żwiry występujące w obrębie moreny czołowej (zlodowacenia północnopolskie). Pola złoża rozdzielone są formami zbudowanymi z glin zwałowych. Seria okruchowa wykazuje dużą zmienność litologiczną w profilu poziomym i pionowym. Jej miąższość zmienia się od 2,0 do 12 m (średnio 5,0 m). Do nadkładu o grubości od 0,2 do 3,5 m (średnio 1,5 m) zostały włączone gleba, piaski pylaste i gliniaste, gliny. Złożo jest suche.

W obrębie pola I (wschodniego) złoża „Szymki” zostały udokumentowane złoża „Szymki I” i „Szymki II”. Parametry geologiczno-górnice jak i jakościowe kopaliny w obrębie tych złóż są do siebie zbliżone.

Złoże „Szymki I” obejmuje dwa pola (A – pole południowe, 19,68 ha i B – pole północne 0,64 ha), rozdzielone od siebie linią energetyczną dla której wyznaczony został filar ochronny (Tatarata, 1998). Miąższość serii piaszczysto-żwirowej wynosi od 4,5 do 13,1 m (średnio 8,7 m), a grubość nadkładu, który składa się z gleby, piasków pylastych i gliniastych, jest od 0,2 do 1,4 m (średnio 0,5 m). Złoże jest suche.

Złoże „Szymki II” graniczy ze złożem „Szymki I” od strony południowo-zachodniej (Lipiński, 1998). Powierzchnia złoża „Szymki II” wynosi 10,83 ha. Seria okruchowa występuje pod cienką warstwą gleby (0,2 m), miejscami w nadkładzie występują piaski gliniaste i pylaste (do 3,5 m). Średnia grubość nadkładu wynosi 1,3 m. Miąższość serii piaszczysto-żwirowej udokumentowanej w złożu zmienia się od 1,0 do 14,0 m (średnio 6,8 m). W trakcie prac dokumentujących złożo zostały stwierdzone w obrębie warstwy surowcowej wkładki glin zwałowych oraz piasków pylastych i mułków. Rozmieszczenie utworów płonnych jest nieregularne. Złoże jest suche.

Kopalina w złożach udokumentowanych w południowej części arkusza – „Turowo” (Tatarata, Harat, 1997) i „Turowo II” (Tatarata, 2009) są piaski zlodowaceń środkowopolskich. Parametry geologiczno-górnice złóż i jakościowe kopaliny są do siebie zbliżone. Cała udokumentowana seria złożowa jest sucha.

W złożu „Turowo” o powierzchni 1,72 ha, miąższość warstwy okruchowej wynosi od 3,0 do 8,9 m (średnio 6,2 m). Nadkład o grubości 0,1–0,3 m stanowi gleba. Z uwagi na zakończenie eksploatacji należy sporządzić dodatek do dokumentacji z wnioskiem o skreślenie złoża z krajowego bilansu zasobów kopalin.

Powierzchnia złoża „Turowo II” wynosi 1,91 ha. Miąższość serii surowcowej zawiera się od 2,1 do 6,9 m (średnio 4,5 m). Do nadkładu o grubości od 0,1 do 2,5 m (średnio 0,8 m) zostały włączone gleba i piaski gliniaste.

Parametry jakościowe kruszyw piaszczysto-żwirowych i piaszkowych w obrębie złóż udokumentowanych w granicach arkusza Pisz zestawiono w tabeli nr 3.

Tabela 3

Parametry jakościowe kopalin okrucowych w udokumentowanych złożach

Nr złoża na mapie	Nazwa złoża	Rodzaj kopaliny	zawartość ziaren o ϕ do 2 mm do 2,5 mm* (punkt piaskowy) od-do (śr.) [%]	wskaźnik piaskowy [%]	zawartość pyłów mineralnych od-do (śr.) [%]	ciężar nasypowy w stanie: luźnym * utrzęsionym; od-do (śr.) [t/m ³]	zawartość grudek gliny [%]
1	2	3	4	5	6	7	8
2	STARE GUTY II	p	$\frac{75,0-99,0}{86,6}$	n.o.	$\frac{2,0-6,5}{4,1}$	$\frac{1,57-1,79^*}{1,68^*}$ $\frac{1,68-1,93}{1,79}$	$\frac{0,0-0,55}{0,09}$
		pż	śr. 52	n.o.	śr. 3,8	śr. 1,90* śr. 2,05	brak
3	STARE GUTY	p	$\frac{72,6-87,0^*}{79,3^*}$	n.o.	$\frac{2,0-4,3}{3,2}$	$\frac{1,72-1,95}{1,83}$	$\frac{0,0-0,5}{0,0}$
		pż	$\frac{54,6-69,2^*}{61,5^*}$	n.o.	$\frac{3,0-5,6}{4,0}$	$\frac{1,89-2,13}{2,00}$	$\frac{0,0-0,7}{0,2}$
4	KOCIOŁ	pż	$\frac{54,6-72,6}{64,8}$	n.o.	$\frac{2,0-3,7}{2,9}$	n.o.	$\frac{0,0-0,6}{0,14}$
6	RAKOWO PISKIE I	p	$\frac{74,1-96,7}{84,7}$	n.o.	$\frac{0,4-2,0}{0,9}$	$\frac{1,55-1,80}{1,69}$	$\frac{0,0-22,6}{0,2}$
7	RAKOWO PISKIE	pż	$\frac{48,62-91,99^*}{74,36^*}$	n.o.	$\frac{1,2-1,9}{1,47}$	$\frac{1,66-1,76^*}{1,72^*}$ $\frac{1,70-1,93}{1,80}$	n.o.
8	STARE GUTY – RAKOWO	pż	$\frac{65,0-70,0}{67,5}$	n.o.	$\frac{4,8-5,1}{5,0}$	$\frac{1,76-1,78^*}{1,77^*}$ $\frac{1,87-1,93}{1,90}$	$\frac{0,38-0,50}{0,44}$
		p	śr. 92,5	n.o.	śr. 3,5	śr. 1,68* śr. 1,72	śr. 0,15
9	SZYMKI	pż	$\frac{54,0-79,2}{68,57}$	śr. 80,67	$\frac{1,0-5,8}{2,26}$	$\frac{1,90-2,05}{1,97}$	$\frac{0,0-1,6}{0,06}$
10	SZYMKI I	pż	$\frac{61,1-73,1}{61,8}$	n.o.	$\frac{1,4-5,8}{2,4}$	śr. 2,00	$\frac{0,0-1,6}{0,06}$
11	SZYMKI II	pż	$\frac{54,8-88,7}{74,9}$	n.o.	$\frac{1,3-5,0}{2,7}$	$\frac{1,90-2,05}{1,97}$	n.o.
12	TUROWO	p	$\frac{68,8-99,8}{88,9}$	n.o.	$\frac{2,3-14,4}{4,9}$	śr. 1,90*	n.o.
14	WINCENTA – KUMIELSK	pż	$\frac{42,7-76,7}{61,75}$	$\frac{53,8-90,7}{82,71}$	$\frac{0,2-6,32}{1,32}$	$\frac{1,85-2,10}{1,99}$	$\frac{0,0-3,7}{0,14}$
		p	$\frac{85,7-99,7}{96,59}$	$\frac{48,5-88,6}{69,48}$	$\frac{1,3-7,9}{2,54}$	$\frac{1,65-1,75}{1,71}$	$\frac{0,0-1,2}{0,04}$
15	TUROWO II	p	$\frac{73,7-99,8}{91,0}$	n.o.	$\frac{0,7-2,0}{1,4}$	$\frac{1,61-1,70}{1,65}$	brak

Rubryka 2: p – piaski; pż – piaski i żwiry

Rubryki – n.o. – nie oznaczono (badań nie wykonano)

Wszystkie złoża zlokalizowane na arkuszu Pisz, z punktu widzenia ich ochrony zostały zaklasyfikowane do złóż powszechnych – licznie występujących i łatwo dostępnych (klasa 4). Z punktu widzenia ochrony środowiska złoża, które zlokalizowane są na obszarach objętych

ochroną przyrodniczą zostały uznane jako konfliktowe (klasa B) – „Pisz” (lasy) oraz „Jeże” (lasy, obszar specjalnej ochrony ptaków „Puszcza Piska”, GZWP nr 216 „Sandr Kurpie”). Podjęcie eksploatacji w obrębie tych złóż jest możliwe po spełnieniu określonych wymagań. Pozostałe złoża zostały zakwalifikowane do klasy A – złóż małokonfliktowych, możliwych do zagospodarowania bez większych ograniczeń. Złoża te są zlokalizowane poza obszarami objętymi przyrodniczą ochroną prawną oraz w oddaleniu od siedzib ludzkich.

V. Górnictwo i przetwórstwo kopalin

Aktualnie w granicach arkusza Pisz prowadzona jest koncesjonowana eksploatacja kopalin w obrębie 5 złóż.

Złoże piasków kwarcowych „Pisz” eksploatowane jest od początku lat 60. XX w. Obecnym użytkownikiem złoża jest Grupa „Silikaty” Ostrołęka Sp. z o.o. z siedzibą w Grabowie, która prowadzi działalność górnictwem w ramach koncesji wydanej przez Wojewodę Warmińsko-Mazurskiego obowiązującą do 2019 r. Dla złoża ustanowiony został obszar (16,44 ha) i teren (18,58 ha) górnictwa. W wyniku eksploatacji powstało rozległe wyrobisko obejmujące część środkową i wschodnią złoża. W części wschodniej, gdzie wydobyte zostało już zakończone, eksploatacja obejmowała serię suchą i zawodnioną złoża. Powstałe wyrobisko – wypełnione wodą, zostało zrehabilitowane w kierunku rekreacyjnym. Obecna kopalnia obejmuje część środkową złoża, a wydobyte ogranicza się do serii okruczowej udokumentowanej powyżej zwierciadła wód gruntowych. W okresie do 2009 r. do sierpnia 2011 r. w obrębie złoża wydobyte nie było prowadzone (ostanie wykazane wydobyte w 2008 r. wynosiło 2 tys. m³). W pobliżu złoża działa zakład przeróbki kopalin w którym produkuje się m.in. cegły, płyty i pustaki betonowe, dachówki.

Okresowo prowadzone jest wydobyte w obrębie złoża „Rakowo Piskie”. Użytkownikiem złoża jest firma Usługi Transportowe z siedzibą w Pieszku. Eksploatacja prowadzona jest w ramach koncesji wydanej na lata 2001–2021, w granicach wyznaczonego obszaru górnictwa o powierzchni 8,71 ha (powierzchnia terenu górnictwa wynosi 12,72 ha). W wyniku prowadzonych od 2002 r. prac wydobywczych powstało rozległe wyrobisko węgla. Aktualnie kopalnia jest pozyskiwana w niewielkich ilościach (zaspokojenie potrzeb mieszkańców) z odsłonięcia w północno-wschodniej ścianie wyrobiska. Po zakończeniu eksploatacji powstałe wyrobisko będzie zrehabilitowane w kierunku uzgodnionym ze Starostą Powiatu Piskiego.

Złoże „Szymki I” eksploatowane jest przez firmę Usługi Transportowe z Giżycka w ramach koncesji obowiązującej w okresie od 1998 do 2023 r. Dla złoża wyznaczone dwa obszary górnictwa dla pola A (południowego) o powierzchni 19,68 ha i pola B (północnego) – 0,64

ha oraz teren górniczy obejmujący oba pola – 32,38 ha. Aktualnie eksploatacja prowadzona jest na dużą skalę w polu A, wydobyta kopalina poddawana jest kruszeniu, separacji na frakcje i płukaniu. W polu B, które już zostało wyeksploatowane znajdują się baseny wodne związane z przeróbką kopaliny.

Koncesja na prowadzenie wydobycia piasków i żwirów ze złoża „Szymki II” obowiązuje w latach 1998–2028. Dla złoża wyznaczony został obszar górniczy, którego zasięg pokrywa się z granicami złoża (10,83 ha) i teren górniczy o powierzchni 33,79 ha. Wydobyta kopalina poddawana jest kruszeniu, separacji na frakcje i płukaniu. Utrudnieniem podczas wydobycia są występujące w obrębie serii surowcowej wkładki glin zwałowych oraz piasków pylastych i mułków.

Po zakończeniu eksploatacji powstałe wyrobiska złóż „Szymki I” i „Szymki II” planuje się zrekultywować w kierunku leśnym.

Eksploatacja piasków ze złoża „Turowo” prowadzona była od 1998 r. w ramach koncesji, której ważność upływa 31.12.2012 r. Złoże miało kilku użytkowników. Dla złoża wyznaczony został obszar górniczy (1,72 ha) i teren górniczy (2,67 ha). Podczas wizji lokalnej (sierpień 2011 r.) stwierdzono, że eksploatacja w granicach złoża została zakończona. Dno wyrobiska zostało wyrównane. Planowany jest leśny lub rolniczy kierunek rekultywacji. W obrębie wyrobiska składowane są odpady – gruz, opony.

Od 2010 r. prowadzone jest wydobycie piasków ze złoża „Turowo II” przez Zakład Usługowo-Handlowy „Żwirek 2” w ramach koncesji wydanej na okres 2010–2025 r. Dla złoża wyznaczono obszar górniczy, który pokrywa się z granicami złoża (1,91 ha) oraz teren górniczy o powierzchni 3,35 ha. Kopalina po wydobyciu podlega przesiewaniu. Po zakończeniu eksploatacji powstałe wyrobisko planuje się zrekultywować w kierunku rolniczym.

Złoże „Kocioł”, udokumentowane na potrzeby Płockiego Przedsiębiorstwa Robót Mostowych eksploatowane było w latach 1978–1997. W wyniku prac wydobywczych powstało rozległe wyrobisko wgłębne, które podlega procesom samorekultywacji.

Dotychczas nie podjęto eksploatacji w obrębie złóż „Stare Guty”, „Stare Guty II”, „Rakowo Piskie I”, „Stare Guty – Rakowo”, „Szymki”, „Jeże”, „Wincenta – Kumielsk”.

Z krajowego zasobów bilansu skreślone zostały złoża piasków i żwirów „Kocioł Duży III” (1996 r.), „Kocioł Duży II” i „Kocioł Duży IV” (2009 r.).

Złoże „Kocioł Duży II” eksploatowane było na potrzeby Urzędu Miasta w Piszcu od 1979 r. Po zakończeniu eksploatacji, w 1995 r. na przedłużeniu złoża od strony północnej na zlecenie Urzędu Wojewódzkiego w Suwałkach udokumentowane zostało złoże „Kocioł Duży IV”. Użytkownikiem złoża był Zakład Usługowo-Handlowy „Mazury” z siedzibą w Piszcu.

W 2009 r. dodatkiem do dokumentacji (Sadowski, 2009) rozliczono zasoby wyeksploatowane w okresie 01.01.1995–01.08.2009 r. (złóże zostało całkowicie wyeksploatowane). Skarpy wyrobiska zostały wyprofilowane, dno wyrównane.

W czasie wizji (lipiec 2011 r.) na opisywanym obszarze zostały zinwentaryzowane w rejonie miejscowości: Giętke, Orłowo, Kumielsk, Turowo, Grodzisko punkty, w których pozyskiwane są (bez koncesji) piaski ze żwirem na potrzeby okolicznych mieszkańców. Dla punktów tych sporządzone zostały karty informacyjne oraz wskazano je na mapie.

Ciekawostką jest eksploatacja w przeszłości na dużą skalę na terenie obszaru arkusza Pisz (w obrębie Puszczy Piskiej) rudy darniowej. Wydobywano ją systemem odkrywkowym i wytapiano w prymitywnych warunkach, najczęściej w obłożonych kamieniami dołach, które wypełniano naprzemian warstwami rudy darniowej i węgla drzewnego. Później dopiero pojawiły się piece do wytapiania rud, zwane dymarkami. Otrzymywane żelazo było przetwarzane w hamerniach i kuźnicach, których na terenie Puszczy Piskiej było kilka. W XVIII w. pojawił się pomysł wybudowania huty w okolicach Pisz. Hutę wybudowano (w latach 1801–1805) w Wądołku (arkusz Kolno. Ostateczna likwidacja huty nastąpiła w 1889 r., kiedy zburzono wielki piec i odlewnię (www.sercemazur.pl)).

VI. Perspektywy i prognozy występowania kopalin

Obszar arkusza Pisz jest ubogi w kopaliny. Znaczenie użytkowe przedstawiają czwartorzędowe utwory okruchowe oraz nagromadzenia osadów organicznych. Na podstawie dostępnych opracowań złożowych oraz Szczegółowej mapy geologicznej opracowanej dla arkusza Pisz (Kozłowski, Kozłowska 1991; 1993) wskazane zostały obszary perspektywiczne dla udokumentowania złóż kopalin okruchowych oraz złóż torfów i gytii. Nie było podstaw do wyznaczenia obszarów prognostycznych z uwagi na niewystarczające rozpoznanie warunków geologiczno-górnictwowych w opisywanych wystąpieniach oraz parametrów jakościowych kopalin. Na mapie zostały zaznaczone również obszary, w których prowadzone rozpoznanie zakończyło się wynikiem negatywnym.

Na omawianym terenie najlepiej zbadanym surowcem użytecznym są torfy. Występują tu głównie torfowiska niskie. W okresie obu wojen światowych i międzywojennym torfy były powszechnie stosowane do celów opałowych (obecnie wykorzystanie torfów ogranicza się do rolnictwa i ogrodnictwa). W tym czasie, niektóre torfowiska zostały wyeksploatowane w znacznym stopniu (do 80%). Znaczną ich część porosła roślinność i odnowił się proces torfotwórczy (Kociszewska-Musiał i in., 1965). Obecnie torfowiska leżące poza obszarami leśnymi są przeważnie zagospodarowane rolniczo (łąki, pastwiska). Z uwagi na położenie torfów na ob-

szarach chronionych przyrodniczo nie zostały one wytypowane do krajowej bazy zasobowej, opracowanej w Instytucie Melioracji i Użytków Zielonych w Falentach (Ostrzyżek, Dembek 1997). Nagromadzenia torfów na arkuszu Pisz, które zostały objęte badaniami występują w rejonach:

- na północ od miejscowości Mosty – torfowisko turzycowe o maksymalnej miąższości 3,2 m (średnio 1,7 m). Popielność torfów wynosi 15%, a stopień rozkładu 40% (wartości średnie), a ich zasoby na powierzchni ok. 13 ha są szacowane na 204 tys. m³;
- pomiędzy miejscowościami Kocioł Duży – Rakowo Piskie – na powierzchni ok. 110 ha występują torfy turzycowe o zasobach 2290 tys. m³. Średnia miąższość torfów wynosi 2,16 m (maksymalna 4,3 m); popielność 13,5%, stopień rozkładu 45%. Na części obszaru (25,4 ha), poniżej torfów została stwierdzona gytia węglanowa o miąższości 4,3–7,6 m (średnio 5,8 m). Charakteryzuje się ona zawartością CaO w granicach 34,8–42,0% (średnio 38,4%) i wilgotnością złożową od 77,2 do 78,5% (średnio 77,3%). Zasoby zostały określone na 473,2 tys. m³ (Tołkanowicz, Żukowski, 2001; Kozłowska, Kozłowski, 1991);

Z uwagi na położenie torfowisk w Obszarze Chronionego Krajobrazu Puszczy i Jezior Piskich oraz specjalnej ochrony ptaków Puszcza Piska (NATURA 2000) nie zostały zaznaczone na mapie torfy w rejonach miejscowość Wąglik (północno-zachodnia część mapy) oraz w dolinie Pisy (południowa część arkusza).

Często poniżej torfów występują gytie, które można stosować w rolnictwie do wapnowania gleb. Najkorzystniejsze do tego celu są gytie węglanowe. Na omawianym arkuszu, większe nagromadzenia gytii zostały stwierdzone m.in. w następujących rejonach (Tołkanowicz, Żukowski, 2001):

- na zachód od miejscowości Szymki – w północnej części torfowiska powstałego w dolinie ciekę Surzanka stwierdzono występowanie gytii węglanowej na powierzchni 27,9 ha. Gytia o miąższości 3,6–8,2 m (śr. 5,2 m) jest pod niewielkim nadkładem (do 0,5 m). Zawartość CaO w zbadanych próbkach wynosi od 18,6 do 45,4% (średnio 37%), a wilgotność złożowa od 62,1 do 73,7% (średnio 69,5%). Prognozowane zasoby wynoszą 1242,8 tys. m³.

Na mapie nie zostały zaznaczone z uwagi na położenie w obszarach chronionych przyrodniczo wystąpienia gytii w rejonach:

- wzdłuż zachodniego brzegu Jeziora Roś (Podzameckie Błota) – gytia występuje tu bezpośrednio pod powierzchnią terenu. Jej średnia miąższość wynosi 1,8 m (maksymalnie 2,3 m), zasoby 913 tys. m³ (na powierzchni 51 ha). Obszar ten zlokalizowany jest w granicach OCHK Puszczy i Jezior Piskich;

— w południowo zachodniej części mapy (Bagno Barłogi) – gytie stwierdzono na obszarze ponad 220 ha, a obliczone zasoby wynoszą 3602 tys. m³. Jest to teren o dużych walorach przyrodniczych, które są ochronione prawnie (zwarty kompleks leśny, OCHK Puszczy i Jezior Piskich; specjalny obszar ochrony siedlisk Ostoja Piska). Gytia występuje tu pod nakładem torfów o średniej grubości 1 m. Jej miąższość dochodzi do 3,0 m (średnio 1,63 m).;

Na obszarze objętym arkuszem Pisz w 1989 r. wykonano prace mające na celu rozpoznanie występowania kruszyw piaszczysto-żwirowych (Liwska, 1989). Badaniami objęto tarasy rzeki Pisy i moreny czołowe.

Piaski rzeczne występują szerokim pasem wzdłuż doliny rzeki Pisy. Są to piaski drobno- i średnioziarniste, na ogół dobrze wyselekcjonowane. W ich obrębie mogą występować drobne soczewki i przewarstwienia pylaste i mady, które nie obniżają jakości surowca (Kociszewska-Musiał i inni, 1965).

W północno-zachodniej części mapy prace badawcze prowadzone były w rejonie miejscowości Kobusy i Łupki (Liwska, 1989). W obu obszarach sondami do głębokości 10 m stwierdzono występowanie piasków drobnoziarnistych. Seria okruchowa występuje pod nakładem 0,3–0,4 m warstwy gleby w rejonie „Łupki”, a w rejonie „Kobusy” powyżej piasków jest gleba, piaski gliniaste i glina piaszczysta (0,4–1,4 m). W części stropowej piasków miejscami nawiercone zostały wkładki piasków gliniastych o grubości do 0,5 m. Zwierciadło wód gruntowych występuje na głębokości 2,6 m p.p.t. w obszarze „Kobusy” i 1,7–3,9 m p.p.t. w obszarze „Łupki”.

Na południowy wschód od Pizsa, w rejonie miejscowości Borki, wykonano 4 otwory badawcze do głębokości 10 m. Występują tu pod nakładem gleby o grubości 0,4 m piaski rzeczne drobno- i średnioziarniste (wraz z głębokością wzrasta udział frakcji grubszej). W części przypowierzchniowej piaski mogą być miejscami lekko zaglinione. W obrębie serii okruchowej stwierdzono ziarna marglu. Woda występuje na głębokości 0,8–1,7 m p.p.t. (Liwska, 1989).

W północno-wschodniej części arkusza, w rejonie Rakowa Piskiego, Orłowa i Szymek, prace rozpoznawcze prowadzono w strefie moren czołowych. Utwory te wykazują bardzo duże zmienności litologiczne. W obrębie serii okruchowej liczne są domieszki w postaci: głazów, żwirów, pyłów (Liwska, 1989).

W rejonie Rakowa Piskiego badaniami objęto obszar około 200 ha. Wykonano 17 otworów badawczych, na podstawie których można wskazać niewielki obszar perspektywiczny w części południowo-wschodniej terenu objętego rozpoznaniem. W 5 otworach (do głęboko-

ści 8 m) występują piaski drobno- i średnioziarniste. Przeprowadzone badania wykazały, że zawartość frakcji powyżej 2 mm (punkt piaskowy) wynosi od 72 do 84%. Nadkład stanowi gleba o grubości 0,3 m. Seria okruchowa jest sucha. Na pozostałym obszarze wyniki były negatywne. W 12 sondach, wykonanych do głębokości 7 m, stwierdzono piaski drobnoziarniste silnie zaglinione, zawierające duże domieszki pyłów i glin piaszczystych.

W rejonie na południowy wschód od Orłowa wykonano 10 otworów badawczych (do głębokości 10 m). W południowo-wschodniej części objętej badaniami można wyznaczyć niewielki obszar perspektywiczny pod kątem udokumentowania złoża kopalin okruchowych. Występują tu głównie piaski drobno- i średnioziarniste (zawartość frakcji powyżej 2 mm wynosi 71–90%), miejscami zawierające wkładki frakcji grubszej (punkt piaskowy 48%). Na pozostałym obszarze w otworach badawczych stwierdzono występowanie glin zwałowych lub piasków gliniastych i pylastych.

Najlepsze wyniki poszukiwań osiągnięto w rejonie miejscowości Szymki. Wykonano tu 32 otwory badawcze do głębokości 15 m (w licznych przypadkach sonda była kończona znacznie płycej z uwagi na otoczaki). Nawiercone tu piaski są drobno- i średnioziarniste, miejscami zawierają frakcje żwirową. Punkt piaskowy wynosi od 62 do 92%. W rejonie, gdzie odnotowano najkorzystniejsze parametry geologiczno-górniczne i jakościowe kopaliny zostały w późniejszych latach udokumentowane złoża piasków i żwirów „Szymki” (Antosiewicz, Liwska 1991); „Szymki I” (Tatarata 1998) i „Szymki II” (Lipiński 1998).

Prace poszukiwawcze w celu udokumentowania piasków i żwirów w obrębie tarasów rzecznych prowadzone w rejonie miejscowości Pietrzyki i Zawady zakończyły się wynikiem negatywnym (Liwska, 1989).

Na południe od miejscowości Pietrzyki wykonano 5 otworów badawczych o głębokości 7–8 m. Występująca pod nadkładem gleby i torfów (0,3–0,6 m) warstwa piaszczysta nie tworzy ciągłego poziomu. W części centralnej stwierdzone zostały osady organiczne – torfy, kre- da jeziorna, namuły. Na pozostałym obszarze objętym rozpoznaniem, piaski są drobnoziarniste, zaglinione, często zawierają wkładki gliny piaszczystej lub fragmenty skorupki mięczaków.

Na zachód od miejscowości Zawady w wykonanych otworach badawczych występują pod nadkładem gleby (0,4 m) piaski drobnoziarniste, silnie zaglinione rozdzielone warstwą gliny piaszczystej o grubości 1,1–1,4 m. Rozpoznanie wykonano do 7 m p.p.t.

W północno-wschodniej części arkusza prace badawcze, które zakończyły się wynikiem negatywnym, prowadzone były w obrębie moren czołowych (Liwska, 1989).

W rejonie na zachód od miejscowości Kocioł Duży, otworami badawczymi wykonanymi do głębokości 7 m, stwierdzono występowanie pod 0,4 m warstwą gleby drobnoziarnistych piasków gliniastych i pylastych, glin piaszczystych. Piaski drobnoziarniste zostały stwierdzone w 3 otworach, ich miąższość wynosi od 0,3 do 2,2 m.

Podobne utwory występują na obszarze pomiędzy miejscowościami Stare Guty i Pietrzyki. Wykonano tu 5 sond badawczych (w 4 przypadkach otwory zostały zakończone na głębokości do 2 m z powodu otoczków). Do głębokości 10 m stwierdzono piaski drobnoziarniste gliniaste i pylaste, glinę piaszczystą. Na głębokości 1,7–2,7 m została nawiercona warstwa piasków drobnoziarnistych z pojedynczymi żwirami.

Wstępne prace zwiadowcze mające na celu udokumentowanie surowców ilastych wykonane w granicach arkusza zakończyły się wynikiem negatywnym (Paprocka, 1985). Przesłanką do podjęcia badań było udokumentowanie 30-metrowej warstwy iłów w wierceniu studziennym wykonanym w 1961 r. dla PGR Turowo. W opisie profilu litologicznego pod nadkładem 1 m (gleba i gliny zwałowe) były ily. W wykonanych w 1985 r. sondach kontrolnych w tym rejonie (do głębokości 4 m) ily nie zostały nawiercone.

Występujące powszechnie na obszarze arkusza w warstwie przypowierzchniowej gliny zwałowe charakteryzują się dużą zmiennością. Najczęściej są to gliny piaszczyste, zawierające ziarna żwirów, miejscami przechodzące w piaski gliniaste. W warstwach stropowych glina jest często odwapniona, poniżej występują grudki i konkracje CaCO_3 . Gliny zwałowe są słabym surowcem ceramiki budowlanej, pozwalającym jedynie na produkcję cegły pełnej kl. 50 (Kosiszewska-Musiał i in., 1965). Do dziś na omawianym terenie nie udokumentowano żadnego złoża, ani nie wykonano badań właściwości technologicznych glin zwałowych.

VII. Warunki wodne

1. Wody powierzchniowe

Obszar arkusza Pisz położony jest w całości w dorzeczu Wisły. Główną rzeką jest Pisa, będąca dopływem Narwi i stanowiąca zlewnię III rzędu (Czarnecka, 2005). Pisa stanowi drogę wodną, łączącą Wielkie Jeziora Mazurskie z Narwią na jej 337 kilometrze. Długość całkowita rzeki wynosi około 80 km, a z częścią żeglowną jezior mazurskich jej długość wynosi 142 km. Powierzchnia całkowita dorzecza rzeki wynosi blisko 4 500 km². Pisa wypływa z systemu Wielkich Jezior Mazurskich, początek bierze w Jeziorze Roś w Pisz, przemierza wschodnią część Puszczy Piskiej oraz Równinę Kurpiowską i jako prawy dopływ wpada do Narwi na wysokości Nowogrodu. Najważniejszym bezpośrednim jej dopływem jest Kanał

Turośl, inne dopływami są: Rybnica, Rudna, Pisz Woda, Wincenta i Skroda. Ciekawostką jest to, iż jest to jedyna rzeka w tej części Europy, która płynie od początku do końca w kierunku południowym. Głównymi rzekami wpływającymi do systemu Wielkich Jezior Mazurskich i zasilającymi Pisz są: Krutynia, Orzysz, Świeciek, Wężówka.

Na obszarze arkusza położona jest południowa część jeziora Roś oraz wschodnia część jeziora Pogubie Wielkie. We wschodniej części znajduje się niewielkie Jezioro Kumielskie. Jezioro rynnowe Roś zajmuje powierzchnię 1888 ha, osiągając maksymalną głębokość do 31,8 m. Pogubie Wielkie jest jeziorem typu polimiktycznego¹ o mało urozmaiconym kształcie oraz słabo zróżnicowanym dnie. Jego powierzchnia wynosi 670,8 ha, długość 3,9 km, szerokość 2,5 km i głębokość do 2,6 m. W północnej części jeziora znajduje się wyspa Ostrów Wielki o pow. 21 ha. Akwen w przeważającej części otaczają lasy (około 95%, pozostałe 5% stanowią łąki i pastwiska). Głównym dopływem jeziora jest rzeka Rybnica, prowadząca wody z jeziora Brzozolasek. Odpływ wody następuje również rzeką Rybnicą w kierunku południowym do pobliskiego jeziora Pogubie Małe.

Znaczny obszar, położony wzdłuż dopływów Pisy i wokół jezior, przecinany jest gęstą siecią rowów melioracyjnych odwadniających łąki, podmokłości i torfowiska.

Stan czystości Pisy jest monitorowany w ramach Państwowego Monitoringu Środowiska. Ostatnią ocenę jakości wód przeprowadzono w 2009 roku (Raport...,2010) 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). Wody Pisy charakteryzują się dosyć dobrym stanem jakości. Punkty monitoringu zlokalizowane były poniżej wypływu z jeziora Roś i poniżej miasta Pisz. Ocena stanu/potencjału ekologicznego oraz stanu chemicznego jednolitych części wód Pisy w 2009 r. na podstawie elementów biologicznych wskazała dobry stan wód. Uzyskane stężenia wskaźników fizykochemicznych osiągnęły wartości II klasy, o czym zadecydowały wartości OWO oraz azotu Kjeldahla. Stan biologiczny osiągnął również drugą klasę ze względu na przekroczoną ilość makrofitów. Pozostałe czynniki biologiczne i fizykochemiczne mieściły się w granicach I klasy. Suma wszystkich przebadanych wskaźników wskazuje na ogólny dobry stan w obydwóch punktach monitoringowych zlokalizowanych w granicach arkusza. Oceną objęto także wody Rybnicy w punkcie zlokalizowanym poniżej wypływu z jeziora Pogubie Małe. Oceniono stan ekologiczny jako umiarkowany, spowodowany warunkami naturalnymi – otoczeniem bagienno-leśnym, bardzo mulistym dnem oraz niskim poziomem wody. Wskaźniki fizykochemiczne sklasyfikowano

¹ Jezioro polimiktyczne – jezioro płytkie o dużej powierzchni i wielokrotnym mieszaniu się wód w ciągu roku

jako poniżej stanu dobrego z uwagi na przekroczone wskaźniki tlenu rozpuszczonego, BZT₅, ogólnego węgla organicznego, azotu amonowego i azotu Kjeldahla. Wody Konopki (w północno-wschodniej części) badano przed ujściem do jeziora Roś i oceniono ich stan ekologiczny jako umiarkowany ze względu na przekroczoną zawartość azotu Kjeldahla i ogólnego węgla organicznego.

Wody jezior znajdujących się w granicach arkusza nie były objęte w latach 2007–2010 monitoringiem jakości wód. Ostatnie dane pochodzą z 2006 roku, kiedy badaniami objęto jezioro Pogubie Wielkie. Badania te wykonano stosownie do wymagań publikacji: „Wytyczne monitoringu podstawowego jezior” wydanej przez Bibliotekę Monitoringu Środowiska w 1994 r. Wody jeziora odpowiadały wtedy II klasie czystości.

2. Wody podziemne

Warunki hydrogeologiczne obszaru arkusza Pisz przedstawiono na podstawie Mapy hydrogeologicznej Polski w skali 1:50 000 (Hulboj, 2000). Według Atlasu hydrogeologicznego Polski (Paczyński red., 1995) omawiany teren znajduje się w regionie mazowieckim (I), makroregionu północno-wschodniego. Cały teren arkusza leży w granicach jednolitej części wód podziemnych (JCWPd): nr 33 (Paczyński, Sadurski red., 2007).

Na obszarze arkusza Pisz wody podziemne z utworów czwartorzędowych stanowią podstawowe źródło zaopatrzenia ludności i rolnictwa w wodę.

Część zachodnia charakteryzuje się prostą budową hydrogeologiczną, a w części wschodniej wykształcenie utworów i struktur hydrogeologicznych jest bardziej skomplikowane i zróżnicowane.

W zachodniej części omawianego terenu wyznaczony został główny zbiornik wód podziemnych nr 216 – Sandr Kurpie. Zgodnie z „Dokumentacją określającą warunki hydrogeologiczne dla ustanowienia stref ochronnych zbiornika wód podziemnych w utworach czwartorzędowych” (Rendak i in., 1998), obszar zbiornika w całości podlega ochronie. Występuje tu jeden, odkryty, poziom wodonośny w utworach czwartorzędu. Zwierciadło wody ma charakter swobodny, a jego kształt odzwierciedla morfologię terenu. Występuje ono przeważnie na głębokości mniejszej niż 5 m. Średnia miąższość warstwy wodonośnej szacowana jest na około 30 m i wzrasta w kierunku zachodnim. Przewodność średnia wynosi około 600 m²/24h i jest bardzo zróżnicowana z uwagi na wykształcenie litologiczne osadów od żwirów do piasków drobnych, a lokalnie piasków pylastych. Zmienne są również wydajności potencjalne studni i wynoszą od 30–50 m³/h na północ od Pizsa do ponad 120 m³/h na południowy zachód od miasta.

Na pozostałym obszarze użytkowy poziom wodonośny występuje pod zwartym nadkładem glin zwałowych i ilów, na głębokości większej niż 15 m. Miąższość utworów wodonośnych jest zróżnicowana i wynosi od kilku do ponad 40 m (rejon Kumielska). Wydajność potencjalna studni wierconych wynosi od 10 do 50 m³/h.

Rozpoznanie poziomów starszych od czwartorzędu, w obrębie omawianego terenu, jest bardzo słabe. Przez arkusz przebiega północno-wschodnia granica występowania trzeciorzędowego głównego zbiornika wód podziemnych nr 215 – Subniecka Warszawska (fig. 3).

Wody podziemne są zasilane wskutek infiltracji opadów atmosferycznych oraz dopływów lateralnych. Bazą drenażową jest Piza oraz jezioro Roś.

Na przeważającej części opisywanego terenu jakość wody jest dobra bądź średnia. Najczęściej notuje się tu jedynie podwyższoną zawartość żelaza i manganu, stąd wody wymagają prostego uzdatniania. Wyższe stężenia żelaza, manganu i amoniaku pojawiają się niekiedy w rejonie większych obiektów antropogenicznych (okolice Piza, Borków) na obszarach płytkiego występowania wód podziemnych, pozbawionych izolacji. Woda przeznaczona do celów pitnych wymaga tam skomplikowanych procesów uzdatniania.

W dużej części powierzchnia omawianego terenu jest zalesiona i objęta ochroną przyrody bądź ochroną wód podziemnych w granicach GZWP nr 216 dlatego antropopresja na użytkowe poziomy wodonośne jest mała. Na obszarach pozbawionych naturalnych warstw izolacyjnych (północna i zachodnia część arkusza) wyznaczono średni stopień zagrożenia poziomu użytkowego, a tam, gdzie izolacja występuje (wschodnia część arkusza) – stopień niski lub bardzo niski. Bardzo wysoki lub wysoki stopień zagrożenia użytkowych poziomów wodonośnych został wyznaczony jedynie w rejonie istniejących dużych ognisk zanieczyszczeń (rejon Piza i miejscowości Borki).

Największe ujęcie wody, jest zlokalizowane w Pizzu przy ul. Gdańskiej. Posiada ono wydajność 6000 m³/24h i zaopatruje w wodę mieszkańców miasta oraz okolicznych wsi: Jagodne, Borki, Kałęczyn, Babrosty, Imionek, Maldanin, Snopki i Wąglik. Ujęcie to ma wyznaczoną strefę ochrony pośredniej.

Inne większe ujęcia wody podziemnej posiadające zasoby eksploatacyjne powyżej 25 m³/h, są zlokalizowane w spółdzielni mleczarskiej i w szkole w Pizzu, we wsiach Kocioł Duży i Liski (wodociągi wiejskie), na fermie indyków w Borkach oraz w gospodarstwie rolnym w Turowie.

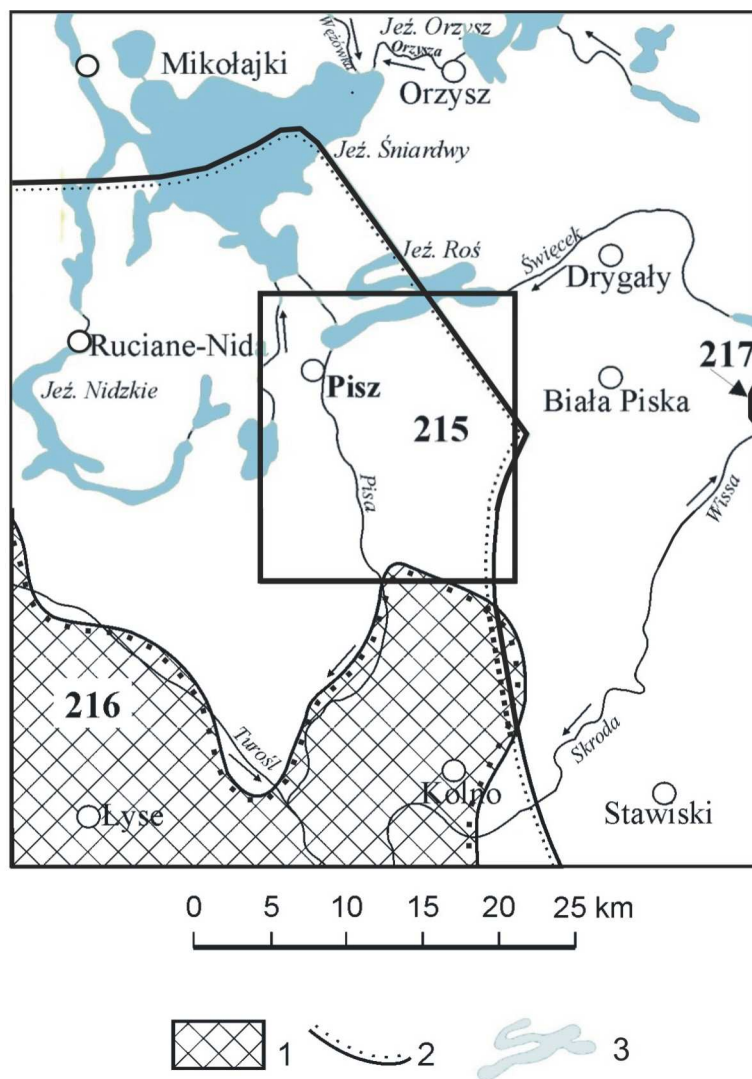


Fig. 3. Położenie arkusza Pisz na tle systemów głównych zbiorników wód podziemnych (GZWP) w Polsce wymagających szczególnej ochrony, w skali 1:500 000 wg A. S. Kleczkowskiego (1990)

1 – obszar wysokiej ochrony (OWO); 2 – granica GZWP w ośrodku porowym; 3 – jeziora
 Nr i nazwa GZWP, wiek utworów wodonośnych: 215 – Subniecka warszawska, trzeciorzęd (Tr); 216 – Sandr Kurpie, czwartorzęd (Q); 217 – Pradolina rzeki Biebrza, czwartorzęd (Q)

VIII. Geochemia środowiska

1. Gleby

Kryteria klasyfikacji gleb

Dla oceny zanieczyszczenia gleb zastosowano wartości dopuszczalne stężeń metali określone w Załączniku do Rozporządzenia Ministra środowiska z dnia 9 września 2002 r. w sprawie standardów gleby oraz standardów jakości ziemi (DzU nr 165 z dnia 4 października 2002 r., poz. 1359). Dopuszczalne wartości pierwiastków dla poszczególnych grup użytkowania, ich zakresy oraz przeciętne zawartości w glebach z terenu arkusza 219 – Pisz, umieszczono w tabeli 4. W celu porównania tabelę uzupełniono danymi o przeciętnej zawar-

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

Tabela 4

Zawartość metali w glebach (w mg/kg)

Metale	Wartości dopuszczalne stężeń w glebie lub ziemi (Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 9 września 2002 r.)			Zakresy zawartości w glebach na arkuszu 219 – Pisz N=7	Wartość przeciętnych (median) w glebach na arkuszu 219 – Pisz N=7	Wartość przeciętnych (median) w glebach obszarów niezabudowanych Polski ⁴⁾ N=6522
	Grupa A ¹⁾	Grupa B ²⁾	Grupa C ³⁾	Frakcja ziarnowa <1 mm Mineralizacja HCl (1:4)		
				Głębokość (m p.p.t.) 0–0,3 0–2,0		Głębokość (m p.p.t.) 0–0,2
As Arsen	20	20	60	<5	<5	<5
Ba Bar	200	200	1000	11–40	16	27
Cr Chrom	50	150	500	2–4	3	4
Zn Cynk	100	300	1000	9–65	24	29
Cd Kadm	1	4	15	<0,5	<0,5	<0,5
Co Kobalt	20	20	200	<1–2	<1	2
Cu Miedź	30	150	600	<1–6	2	4
Ni Nikiel	35	100	300	1–4	2	3
Pb Ołów	50	100	600	6–9	7	12
Hg Rtęć	0,5	2	30	<0,05–0,08	0,05	<0,05
Ilość badanych próbek gleb z arkusza 219 – Pisz w poszczególnych grupach użytkowania				¹⁾ grupa A a) nieruchomości gruntowe wchodzące w skład obszaru poddanego ochronie na podstawie przepisów ustawy Prawo wodne, b) obszary poddane ochronie na podstawie przepisów o ochronie przyrody; jeżeli utrzymanie aktualnego poziomu zanieczyszczenia gruntów nie stwarza zagrożenia dla zdrowia ludzi lub środowiska – dla obszarów tych stężenia zachowują standardy wynikające ze stanu faktycznego, ²⁾ grupa B – grunty zaliczone do użytków rolnych z wyłączeniem gruntów pod stawami i gruntów pod rowami, grunty leśne oraz zadrzewione i zakrzewione, nieużytki, a także grunty zabudowane i zurbanizowane z wyłączeniem terenów przemysłowych, użytków kopalnych oraz terenów komunikacyjnych, ³⁾ grupa C – tereny przemysłowe, użytki kopalne, tereny komunikacyjne, ⁴⁾ Lis, Pasieczna, 1995 – Atlas geochemiczny Polski 1:2 500 000 N – ilość próbek		
As Arsen	7					
Ba Bar	7					
Cr Chrom	7					
Zn Cynk	7					
Cd Kadm	7					
Co Kobalt	7					
Cu Miedź	7					
Ni Nikiel	7					
Pb Ołów	7					
Hg Rtęć	7					
Summaryczna klasyfikacja badanych gleb z obszaru arkusza 219 – Pisz do poszczególnych grup użytkowania (ilość próbek)						
	7					

Materiał i metody badań laboratoryjnych

Dla oceny zanieczyszczenia gleb wykorzystano wyniki ze zbioru analiz chemicznych wykonanych do „Atlasu geochemicznego Polski 1:2 500 000” (Lis, Pasieczna, 1995). Próbki

gleb pobierano za pomocą sondy ręcznej z wierzchniej warstwy (0,0–0,2 m) w regularnej siatce 5x5 km. Pobierana gleba o masie około 1000 g była suszona w temperaturze pokojowej, kwartowana i przesiewana przez sita nylonowe o wymiarach oczka 2 mm.

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

Prezentacja wyników

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

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

Zanieczyszczenie gleb metalami

Wyniki badań geochemicznych gleb odniesiono zarówno do wartości stężeń dopuszczalnych metali określonych w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 9 września 2002 r., jak i do wartości przeciętnych określonych dla gleb obszarów niezabudowanych całego kraju (tabela 4).

Przeciętne zawartości: arsenu, baru, chromu, cynku, kadmu, kobaltu, miedzi, niklu i ołowiu w badanych glebach arkusza są na ogół niższe lub równe w stosunku do wartości

przeciętnych (median) w glebach obszarów niezabudowanych Polski. Wyższą wartość mediany wykazuje jedynie zawartość rtęci.

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

2. Osady

W warunkach naturalnych osady gromadzące się na dnie rzek i jezior powstają w wyniku akumulacji materiału (m.in. ziaren kwarcu, skaleni, minerałów węglanowych, minerałów ilastych), pochodzącego z erozji i wietrzenia skał na obszarze zlewni oraz materiału powstałego w miejscu sedymentacji (szczątki obumarłych organizmów roślinnych i zwierzęcych oraz wytrącające się z wody substancje). Na terenach uprzemysłowionych, zurbanizowanych oraz rolniczych do osadów trafiają również substancje, takie jak metale ciężkie i trwałe zanieczyszczenia organiczne (TZO), zawarte w ściekach przemysłowych, komunalnych i z ferm hodowlanych odprowadzanych do wód powierzchniowych. Wzrost stężenia metali ciężkich i TZO we współcześnie powstających osadach jest również skutkiem ich depozycji z atmosfery oraz spływu deszczowego i roztopowego z terenów zurbanizowanych (metale ciężkie, WWA) i rolniczych (arsen, rtęć, pestycydy chloroorganiczne) (Rocher i in. 2004; Reiss i in., 2004; Birch i in. 2001; Mecray i in., 2001; Lindström, 2001; Pulford i in. 2009; Ramamoorthy, Ramamoorthy 1997; Wildi i in. 2004). Wstupujące 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; Liu i in., 2005; Šmejkalová i in., 2003). Osady o wysokiej zawartości szkodliwych składników są potencjalnym ogniskiem zanieczyszczenia środowiska. Część szkodliwych składników zawartych w osadach może ulegać ponownemu uruchomieniu do wody w następstwie procesów chemicznych i biochemicznych przebiegających w osadach, jak również mechanicznego poruszenia wcześniej odłożonych zanieczyszczonych osadów na skutek naturalnych procesów albo podczas transportu bądź bagrowania (Sjöblom i in., 2004; Bordas, Bourg 2001). Także podczas powodzi zanieczyszczone osady mogą być przemieszczane na gleby tarasów zalewowych albo 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. 1996; 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. 05.2002 r.). Dla oceny jakości osadów wodnych ze względów ekotoksykologicznych zastosowano wartości *PEL* (ang. *Probable Effects Levels – przypuszczalne szkodliwe stężenie*) – określające zawartość pierwiastka, WWA i PCB, powyżej której prawdopodobny jest szkodliwy wpływ zanieczyszczonych osadów na organizmy wodne. W tabeli 5 zamieszczono dopuszczalne zawartości pierwiastków oraz trwałych zanieczyszczeń organicznych (TZO) w osadach wydobywanych podczas regulacji rzek, kanałów portowych i melioracyjnych, obowiązujące w Polsce oraz wartości tła geochemicznego dla osadów wodnych Polski i wartości *PEL*.

Tabela 5

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

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

* ROZPORZĄDZENIE Ministra Środowiska z dnia 16 kwietnia 2002 r.

** MACDONALD D., INGERSOLL C., BERGER T., 2000.

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

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

Materiały i metody badań laboratoryjnych

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

Próbki osadów rzecznych są pobierane ze strefy brzegowej koryt rzecznych, spod powierzchni wody, z przeciwnej strony do nurtu, w miejscach, gdzie tworzący się osad charak-

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

Prezentacja wyników

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

Zanieczyszczenie osadów

Na arkuszu zlokalizowany jest jeden punkt obserwacyjny PMS (Państwowy Monitoring Środowiska), z którego osady pobierane są do badań co trzy lata. Osady rzeki charakteryzują się bardzo niskimi zawartościami potencjalnie szkodliwych pierwiastków śladowych, a także wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych zbliżonymi do ich wartości tła geochemicznego. Spośród jezior znajdujących się na arkuszu zbadane zostały osady jeziora Po-

gubie Wielkie. Cechuje je podwyższona zawartość pierwiastków śladowych, zwłaszcza cynku i ołowiu. Stwierdzone zawartości pierwiastków śladowych i WWA są niższe od ich dopuszczalnych stężeń według Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 16 kwietnia 2002 r., są one także niższe, za wyjątkiem cynku i arsenu w osadach jeziora Pogubie Wielkie, od ich wartości *PEL*, powyżej której obserwuje się szkodliwe oddziaływanie na organizmy wodne.

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

Tabela 6

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

Parametr	Pogubie Wielkie 2007 r.	Pisa Pisz
Arsen (As)	23	<3
Chrom (Cr)	5	3
Cynk (Zn)	349	7
Kadm (Cd)	1	<0,5
Miedź (Cu)	19	3
Nikiel (Ni)	5	1
Ołów (Pb)	40	3
Rtęć (Hg)	0,154	0,008
WWA ¹¹ WWA [*]	n.o.	0,022
WWA ⁷ WWA ^{**}	n.o.	0,0038
PCB ^{***}	n.o.	<0,0007

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

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

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

3. Pierwiastki promieniotwórcze

Materiał i metody badań

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

Prezentacja wyników

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

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

Wyniki

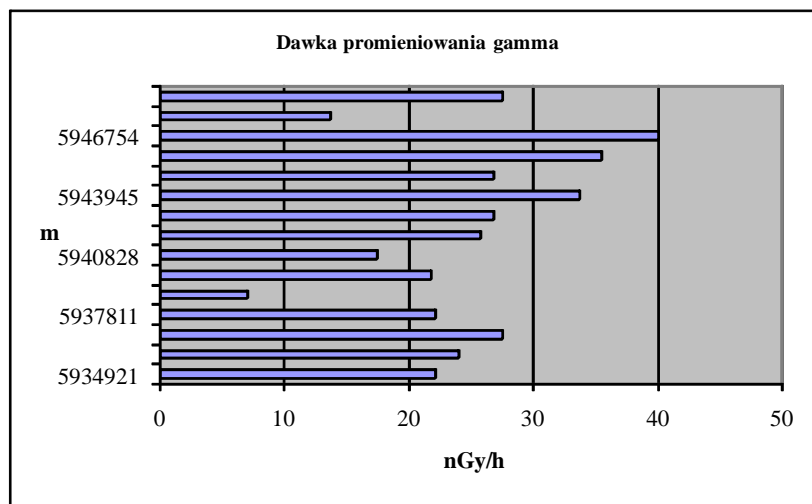
Wartości dawki promieniowania gamma wzdłuż profilu zachodniego wahają się w przedziale od około 7 do około 40 nGy/h. Przeciętnie wartość ta wynosi około 25 nGy/h i jest niższa od średniej dla obszaru Polski wynoszącej 34,2 nGy/h. Wzdłuż profilu wschodniego wartości promieniowania gamma zmieniają się od około 25 do około 58 nGy/h i przeciętnie wynoszą około 39 nGy/h.

W profilu zachodnim zarejestrowane dawki promieniowania gamma są niskie i dość wyrównane (przeważają wartości z zakresu 20–35 nGy/h). Zalegające wzdłuż tego profilu pomiarowego utwory piaszczysto-żwirowe (osady wodnolodowcowe i rzeczne zlodowacenia północnopolskiego) oraz torfy charakteryzują się zbliżonymi wartościami promieniowania gamma. Wzdłuż profilu wschodniego na powierzchni występuje cała mozaika utworów czwartorzędowych. Wyższymi wartościami promieniowania gamma (ok. 40–60 nGy/h) cechują się osady lodowcowe i osady moren czołowych (piaski, żwiry i głązy) oraz osady jeziorne (mułki i piaski) i rzeczne (piaski i żwiry) związane ze zlodowaceniem północnopolskim, a niższymi – osady wodnolodowcowe (piaski i żwiry), holocenijskie aluwia (mułki, piaski i żwiry) oraz torfy (ok. 25–30 nGy/h).

Stężenia radionuklidów poczarnobylskiego cezu zmierzone wzdłuż obu profili są generalnie bardzo niskie, charakterystyczne dla obszarów bardzo słabo zanieczyszczonych. Wzdłuż profilu zachodniego wynoszą od 2,9 do 10,4 kBq/m², a wzdłuż profilu wschodniego wahają się od 1,5 do 9,7 kBq/m². Nieco podwyższone lokalnie wartości stężeń cezu w obu profilach pomiarowych (ok. 10 kBq/m²) są związane z niezbyt intensywną anomalią występującą między Olsztynem, Piszem a Ostrołęką i nie stwarzają żadnego zagrożenia radiologicznego dla ludności.

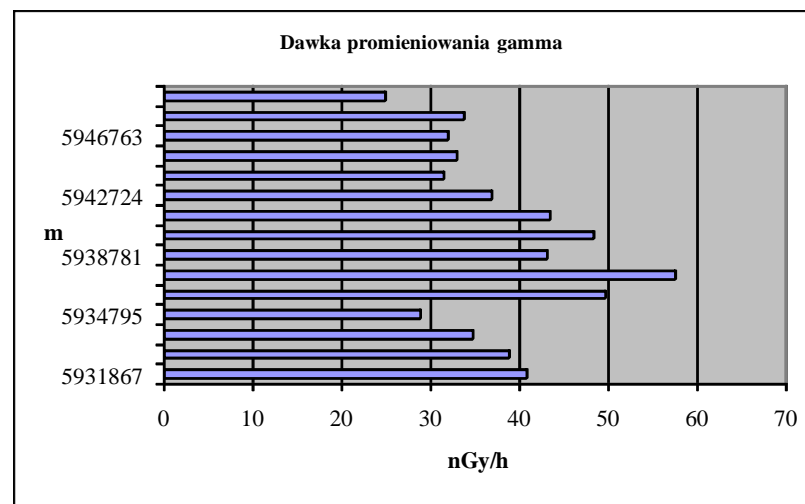
219 W

PROFIL ZACHODNI



219 E

PROFIL WSCHODNI



39

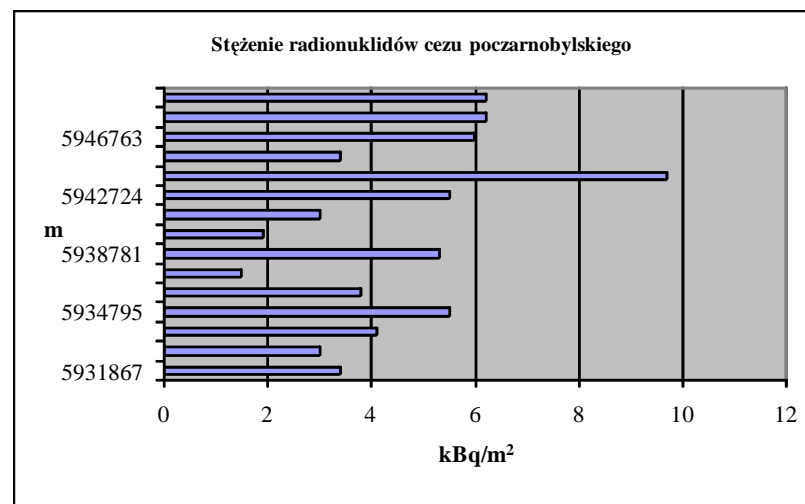
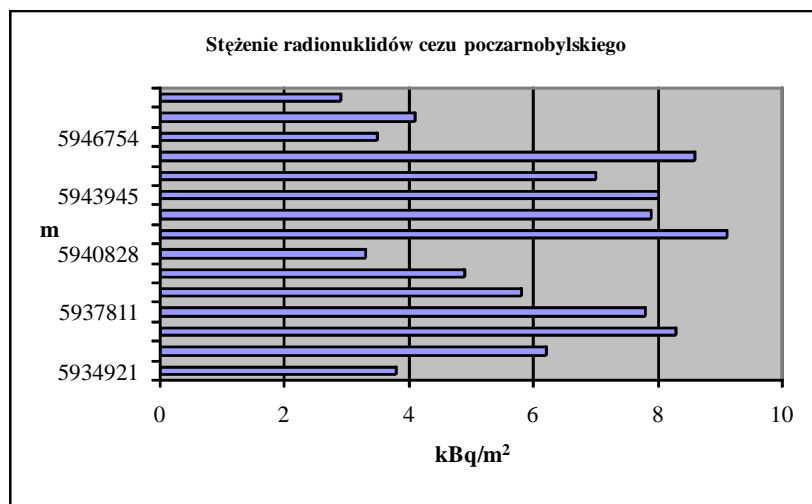


Fig. 4. Zanieczyszczenie gleb pierwiastkami promieniotwórczymi na obszarze arkusza Pisz (na osi rzędnych – opis siatki kilometrowej arkusza)

IX. Składowanie odpadów

Zasady wydzielania potencjalnych obszarów lokalizacji składowisk odpadów

Przy określaniu obszarów predysponowanych do lokalizowania składowisk uwzględniono zasady i wskazania zawarte w „Ustawie o odpadach” (Ustawa..., 2001) oraz w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 24 marca 2003 r. w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących lokalizacji, budowy, eksploatacji i zamknięcia, jakim powinny odpowiadać poszczególne typy składowisk odpadów (Rozporządzenie..., 2003) i Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 26 lutego 2009 r. zmieniającym rozporządzenie w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących lokalizacji, budowy, eksploatacji i zamknięcia, jakim powinny odpowiadać poszczególne typy składowisk odpadów (Rozporządzenie...,2009). W nielicznych przypadkach przyjęto zmodyfikowane rozwiązania w stosunku do wymienionych aktów prawnych, co wynika ze skali oraz charakteru opracowania kartograficznego i nie stoi w sprzeczności z możliwością późniejszych weryfikacji i uszczegółowień na etapie projektowania składowisk.

Na mapie, w nawiązaniu do powyższych kryteriów, wyznaczono:

- 1) tereny wyłączone całkowicie z możliwości lokalizacji wszystkich typów składowisk ze względu na wymagania ochrony hydrosfery, przyrody, infrastruktury oraz warunki inżyniersko-geologiczne;
- 2) tereny preferowane do lokalizowania w ich obrębie składowisk odpadów, ze względu na istnienie naturalnej, gruntowej warstwy izolacyjnej, są one traktowane jako **potencjalne obszary lokalizowania składowisk (POLs)**;
- 3) tereny nieposiadające naturalnej warstwy izolacyjnej, na których możliwa jest jednak lokalizacja składowisk odpadów pod warunkiem wykonania sztucznej bariery izolacyjnej dla dna i skarp obiektu.

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

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

- warunków izolacyjności podłoża zgodnych z wymaganiami przyjętymi w tabeli 7;
- zmiennych właściwości izolacyjnych podłoża (warstwa izolacyjna znajduje się pod przykryciem osadami piaszczystymi o miąższości do 2,5 m; miąższość lub jednorodność warstwy izolacyjnej jest zmienna).

Kryteria izolacyjnych właściwości gruntów

Rodzaj składowanych opadów	Wymagania dotyczące naturalnej bariery geologicznej		
	Mięższość [m]	Współczynnik filtracji k [m/s]	Rodzaj gruntów
N – odpady niebezpieczne	≥ 5	$\leq 1 \times 10^{-9}$	Iły, iłotępki
K – odpady inne niż niebezpieczne i obojętne	1-5	$\leq 1 \times 10^{-9}$	
O – odpady obojętne	≥ 1	$\leq 1 \times 10^{-7}$	Gliny

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

Tło dla przedstawianych na Planszy B informacji stanowi stopień zagrożenia głównego użytkowego poziomu wodonośnego, przeniesiony z arkusza Pisz Mapy hydrogeologicznej Polski w skali 1:50 000 (Hulboj, 2000). Stopień zagrożenia wód podziemnych wyznaczono w pięciostopniowej skali (bardzo wysoki, wysoki, średni, niski, bardzo niski) i jest on funkcją nie tylko wartości parametrów filtracyjnych warstwy izolującej (odporności poziomu wodonośnego na zanieczyszczenia), ale także czynników zewnętrznych, takich jak istnienie na powierzchni ognisk zanieczyszczeń czy obszarów prawnie chronionych. Stopień ten jest parametrem zmiennym i syntetyzującym różne naturalne i antropogeniczne uwarunkowania. Dlatego też obszarów o różnym stopniu zagrożenia nie należy wprost porównywać z wyznaczonymi na Planszy B terenami pod składowiska odpadów. Wydzielone tereny o dobrej izolacyjności (POLs) mogą współwystępować z obszarami o różnym zagrożeniu jakości wód podziemnych.

Obszary o bezwzględny zakazie lokalizacji składowisk odpadów

W granicach arkusza Pisz około 80% powierzchni objęte jest bezwzględny zakazem lokalizowania składowisk wszystkich typów odpadów. Wyłączeniem podlegają:

- tereny objęte ochroną przyrody w ramach Europejskiej Sieci Ekologicznej NATURA 2000 – obszary specjalnej ochrony ptaków: „Puszcza Piska” (PLB 280008) i „Ostoja Polygon Orzysz” (PLB 280014) oraz specjalny obszar ochrony siedlisk „Ostoja Piska” (PLH 280048);
- teren rezerwatu przyrody „Jezioro Pogubie Wielkie”;
- obszary przykryte osadami holoceńskimi, wykształconymi w postaci: torfów, namulów torfiastych i piaszczystych oraz piasków rzecznych. Utwory te akumulowane zostały przede wszystkim w dolinach cieków oraz w zagłębieniach wytopiskowych;

- tereny zabagnione i podmokłe oraz obszary chronionych łąk na glebach pochodzenia organicznego, położone głównie w wąskich dnach dolin: Pisz Woda, Bogumiłka, Rybnica, Kanał Jagliński, Gucka Struga, Kulona, Wincenta, Gruzianka oraz w okolicach miejscowości: Pogubie Średnie, Pisz oraz Borki, wyłączone bezwzględnie wraz ze strefą o szerokości 250 m;
- obszar objęty strefą ochronną udokumentowanego czwartorzędowego głównego zbiornika wód podziemnych GZWP nr 216 „Sandr Kurpie” (Rendak i inni, 1998);
- teren strefy ochronnej ujęcia wód podziemnych w Pisz;
- obszary położone w odległości 250 m od mis jeziornych i ich stref krawędziowych (jeziora: Roś, Pogubie Wielkie i Pogubie Małe, Brzozolasek, Kumielskie oraz kilka mniejszych);
- obszary bardzo płytkiego występowania zwierciadła wód podziemnych głównego użytkowego poziomu wodonośnego (Hulboj, 2000). W ich obrębie obecność pierwszego zwierciadła wód podziemnych stwierdzono na głębokości 0–5 metrów. Poziom ten wykazuje średnią odporność na zanieczyszczenia antropogeniczne;
- zwarte kompleksy leśne o powierzchni powyżej 100 ha;
- teren zwartej zabudowy i infrastruktury miasta Pisz.

Charakterystyka i ograniczenia warunkowe obszarów spełniających wymagania dla składowania odpadów obojętnych

Rejony, w których lokalizacja składowisk odpadów jest dopuszczalna zajmują około 20% obszaru arkusza. Preferowane do tego celu są obszary posiadające naturalną warstwę izolacyjną, zgodną z wymaganiami dotyczącymi naturalnej bariery geologicznej (tabela 7).

W obrębie omawianego obszaru rolę naturalnej bariery geologicznej (NBG) spełniają przede wszystkim plejstoceny gliny zwałowe, których zasięg powierzchniowy określono na podstawie Szczegółowej mapy geologicznej Polski (Kozłowska, Kozłowski, 1991, 1993). Mogą one stanowić warstwę izolacyjną wyłącznie pod składowiska odpadów obojętnych.

W rejonie Szymek i Kumielska, na powierzchni odślaniają się gliny zwałowe górne zlodowacenia wisły (zlodowacenia północnopolskie). Są to gliny silnie piaszczyste, często przechodzące w piaski gliniaste, barwy szarej lub beżowej. Analiza przekrojów geologicznych wskazuje, że osiągają one miąższość 2–6 m w okolicy Kumielska oraz 5 m w rejonie Szymek.

Starsze gliny zwałowe tego samego zlodowacenia są najczęściej piaszczyste, z dużą ilością żwirów i gładzików, barwy brązowej. Ich miąższość waha się od 2–4 m (Turowo), 2–6 m (Kocioł Duży), 2–10 m (Rakowo Piskie), 4–6 m (Kumielsk), do 6 m (Liski). Dodatkowo, w rejonie Lisek, w spągu omawianych glin znajdują się starsze, bardziej skonsolidowane gli-

ny zwałowe zlodowacenia warty. Miąższość takiego kompleksu utworów słabo przepuszczalnych osiąga tam około 22 m.

W wielu miejscach na powierzchni wysoczyzny odsłaniają się także gliny zwałowe górne zlodowacenia warty (zlodowacenia środkowopolskie). Często są to szaro-żółte gliny zwałowe lub silnie gliniaste piaski ze żwirem i gładzikami. Ich miąższość waha się od 4–12 m (Kocioł Duży), 6–12 m (Turowo), do 8 m (Zawady).

Lokalnie, w południowej części arkusza, w rejonie Brzózek, odsłaniają się starsze gliny zwałowe zlodowacenia warty. Mogą one osiągać miąższość od 20 do 30 m (Kozłowska, Kozłowski, 1993).

W rejonie Orłowa na północy oraz Jerowa, Guzków, Jeroszy i Brzózek na południowym wschodzie, w sąsiedztwie moren czołowych gliny zwałowe zlodowacenia wisły i warty mogą wykazywać deformacje glacitektoniczne. Ocena ciągłości i właściwości izolacyjnych naturalnej bariery geologicznej na obszarach występowania utworów wykazujących zaburzenia powinna być przedstawiona w dokumentacji geologiczno-inżynierskiej.

Warunki zmiennego wykształcenia naturalnej bariery izolacyjnej wyznaczono w rejonach, gdzie na powierzchni stropowej glin zwałowych tworzących naturalną barierę izolacyjną występują piaszczysto-żwirowe osady wodnolodowcowe, zastoiskowe lub eluwia piaszczyste glin zwałowych o miąższości nieprzekraczającej 2,5 m. Lokalizacja składowisk w tych rejonach będzie wymagać usunięcia 1–2 m nadkładu piaszczystego, zalegającego w stropie osadów słabo przepuszczalnych.

Obszary przypowierzchniowego występowania osadów piaszczysto-żwirowych: wodnolodowcowych, eolicznych, eluwialnych, morenowych (moreny czołowe i martwego lodu), kemowych oraz akumulacji szczelinowej, o miąższości $>2,5$ m określono jako pozbawione naturalnej warstwy izolacyjnej. Lokalizacja składowiska odpadów na tych terenach wiązać się będzie z koniecznością wykonania sztucznej bariery izolacyjnej jego dna i skarp.

W zasięgu obszarów preferowanych pod składowiska odpadów obojętnych głównym wodonośnym poziomem użytkowym (GPU) jest czwartorzędowy poziom wodonośny (Hulboj, 2000). Największą powierzchnię zajmują POLS w zasięgu GPU o niskim (Kumielsk, Rakowo Piskie, Zawady, Liski, Bogumiły, Filipki Duże, Turowo) i bardzo niskim (Giętkie, Kocioł Duży, Orłowo, Kaliszki) stopniu zagrożenia. Główny poziom wodonośny występuje tam na głębokości 15–100 m. Jedynie na wschód od miejscowości Turowo, gdzie GPU zalega na głębokości 15–50 m, wskazano średni stopień zagrożenia - ze względu na obecność ognisk zanieczyszczeń. Na południowym-wschodzie arkusza (rejon miejscowości: Liski, Bogumiły,

Guzki, Jarosze, Gruzy) wydzielony został obszar pozbawiony warstwy wodonośnej w osadach czwartorzędowych.

W obrębie wyznaczonych POLS wydzielono rejonu wyspecyfikowanych uwarunkowań (RWU). Wyróżniono je głównie ze względu na ochronę przyrody: położenie w granicach Obszaru Chronionego Krajobrazu Puszczy i Jezior Piskich. Przestrzenne ograniczenie z uwagi na ochronę zasobów złóż kopalin wskazano we wschodniej części arkusza (złóże piasków i żwirów „Szymki” i „Szymki II”).

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

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

Problem składowania odpadów komunalnych

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

W okolicy Turowa w profilu otworu hydrogeologicznego na głębokości 1 metra, pod warstwą glin zwałowych występuje 24-m warstwa ilastych osadów zastoiskowych. W rejonie tym, w pierwszej kolejności, można poszukiwać miejsc predysponowanych do bezpośredniego składowania odpadów komunalnych.

W przypadku konieczności realizacji na omawianym terenie inwestycji, mogącej znacząco oddziaływać na środowisko, należy przeprowadzić szczegółowe badania geologiczne umożliwiające określenie cech izolacyjnych i rozprzestrzenienia istniejącej naturalnej bariery geologicznej. Na terenach objętych zaburzeniami glacitektonicznymi, niezbędne będzie opracowanie dokumentacji geologiczno-inżynierskiej. Będzie to wiązać również z koniecznością zastosowania dodatkowych sztucznych barier izolacyjnych. W pierwszej kolejności należałoby rozpatrywać rejonu, gdzie kompleksy NBG dla składowania odpadów obojętnych mają

największe miąższości (okolice Lisek i Turowa), a lokalizacja inwestycji wykluczy możliwość skażenia wód powierzchniowych i podziemnych.

W granicach arkusza, w miejscowości Kocioł Duży, znajduje się czynne składowisko odpadów komunalnych.

Ocena najkorzystniejszych warunków geologicznych i hydrogeologicznych dla lokalizowania składowisk odpadów

Na waloryzowanej powierzchni arkusza występują grunty spełniające wymagania przyjęte dla naturalnej bariery geologicznej odpowiedniej dla lokalizowania jedynie składowisk odpadów obojętnych. Brak jest obszarów spełniających wymagania dla lokalizowania składowisk odpadów komunalnych.

Najkorzystniejsze warunki naturalne dla składowania odpadów obojętnych wskazać można w rejonie miejscowości Liski. Jest to rejon przypowierzchniowego występowania glin zwałowych zlodowacenia wistły, tworzących wraz z glinami zlodowacenia warty kompleks o znacznej miąższości. Naturalna bariera geologiczna może tam osiągać miąższość około 22 m. Korzystne warunki występują także w okolicach Turowa, gdzie miąższość glin zwałowych zlodowacenia warty osiąga 12 m.

Wytypowane rejony znajdują się na obszarze o niskim stopniu zagrożenia głównego użytkowego poziomu wodonośnego, bądź na terenie, gdzie stwierdzono jego brak. Obszary te nie posiadają również warunkowych ograniczeń lokalizacji składowisk.

Charakterystyka wyrobisk poeksploatacyjnych

Na terenach nieobjętych bezwzględnym zakazem lokalizowania składowisk wskazano trzy wyrobiska związane z eksploatacją kopalni (kruszywa naturalnego) w granicach udokumentowanych złóż oraz cztery wyrobiska po eksploatacji niekoncesjonowanej. Mogą one spełniać rolę niszy umożliwiającej składowanie odpadów, pod warunkiem stworzenia sztucznych przesłon izolacyjnych. Większość wyrobisk położonych jest na obszarach pozbawionych warstwy izolacyjnej (piaski i żwiry). Jedynie wyrobisko w rejonie Giętkich znajduje się na obszarze z izolacją w postaci osadów słabo przepuszczalnych.

Dla czterech wyrobisk wyznaczono punktowe ograniczenia warunkowe związane z bliskim sąsiedztwem obiektów zabudowy (Giętkie, Kocioł Duży, Kaliszki, Turowo). Dla wyrobisk położonych w granicach złóż: „Kocioł”, „Szymki I” i „Szymki II” istnieje również ograniczenie wynikające z konieczności ochrony zasobów złóż kopalni. Trzy wyrobiska znajdują się na obszarze objętym ochroną przyrody.

X. Warunki podłoża budowlanego

Na obszarze arkusza Pisz ocenę warunków podłoża budowlanego przeprowadzono na podstawie mapy geologicznej Polski w skali 1:50 000 (Kozłowska, Kozłowski, 1993), mapy hydrogeologicznej w skali 1:50 000 (Hulboj, 2000) i mapy topograficznej. Warunki geologiczno-inżynierskie określono z pominięciem obszarów występowania przypowierzchniowych złóż kopalin, rezerwatów przyrody, terenów leśnych, gleb chronionych dla rolniczego użytkowania w klasie I–IVa, łąk na glebach pochodzenia organicznego, zieleni urządzonej oraz rejonów zwartej zabudowy miasta Pisz.

Wyróżniono dwa rodzaje obszarów – o warunkach korzystnych dla budownictwa i o warunkach niekorzystnych, utrudniających budownictwo.

Warunki korzystne dla budownictwa wyznaczono na obszarach, gdzie przy powierzchni rozpoznano grunty spoiste (w stanach: zwartym, półzwarłym i twardoplastycznym) lub grunty niespoiste (średniozagęszczone i zagęszczone), w obrębie których nie stwierdzono zjawisk geodynamicznych, a zwierciadło wody gruntowej występuje głębiej niż 2 m pod powierzchnią terenu. Grunty spoiste reprezentowane są przez półzwarłe i twardoplastyczne, gliny i gliny piaszczyste zwałowe zlodowaceń północno- i środkowopolskich. Występują one w formie izolowanych wysp w obrębie wysoczyzny morenowej w całej wschodniej części arkusza. Ze względu na ich litogenezę można uznać, że gliny te są skonsolidowane i mało skonsolidowane.

Korzystne warunki budowlane związane są także z obszarami występowania średniozagęszczonych piasków wodnolodowcowych zlodowaceń północnopolskich. Otaczają one opisane wcześniej „wyspy” glin w części wschodniej, natomiast w pozostałej części (zachodniej) tworzą ciągłą pokrywę. Na obszarach, które zakwalifikowano jako korzystne, zwierciadło wód gruntowych występuje poniżej 2 m p.p.t., a nachylenie stoków nie przekracza 12%.

Warunkami niekorzystnymi, utrudniającymi budownictwo, charakteryzują się tereny: występowania gruntów słabonośnych (organicznym, gruntów spoistych w stanie miękkoplastycznym i plastycznym, gruntów niespoistych luźnych) oraz wszystkie miejsca, gdzie zwierciadło wody znajduje się na głębokości mniejszej niż 2 m od powierzchni terenu. W granicach arkusza warunki takie związane są z doliną rzeki Pisy i jej dopływów, gdzie występują holoceni osady rzeczne (piaski w stanie luźnym, namuły, torfy i mułki) oraz liczne, zwłaszcza w północno-wschodniej i centralnej części, obniżenia wypełnione torfami (najczęściej są to torfy na pytiach). Gruntom organicznym mogą towarzyszyć wody agresywne w stosunku do betonu i stali. Dodatkowym czynnikiem obniżającym wartość tych terenów pod względem budowlanym jest płytkie występowanie zwierciadła wód gruntowych na głębokości do 2 m p.p.t.

Na obszarze omawianego arkusza nie występują tereny predysponowane do występowania osuwisk (Grabowski (red.), 2007).

XI. Ochrona przyrody i krajobrazu

Na terenie arkusza Pisz gleby chronione, zaliczane do wysokich klas bonitacyjnych (I–IVa), występują w niewielkich kompleksach i zajmują około 5% powierzchni mapy. Są to głównie gleby gliniaste i piaszczyste związane z wysoczyzną morenową w rejonie miejscowości Kocioł Duży – Turowo. Łąki rosnące na glebach pochodzenia organicznego zajmują ponad 15% powierzchni arkusza i występują w wąskich dnach dolin: Piszej Wody, Bogumiłki, Rybnicy, Kanału Jaglińskiego, Guckiej Strugi, Kulony, Wincenty, Gruzianki oraz w rejonach bagiennych obniżen terenu, w okolicach miejscowości: Pogubie Średnie, Pisz oraz Borki. Lasy porastają blisko 50% powierzchni arkusza, tworząc Puszcę Piską w zachodniej i południowo-zachodniej części obszaru oraz zwarte kompleksy na północ i południe od jeziora Roś, a także w rejonie Kumielska. Zieleń urządzona związana jest z miastem Pisz, gdzie obejmuje tereny ogródków działkowych.

Walory przyrodniczo-krajobrazowe obszaru objętego arkuszem Pisz są znaczące w skali regionalnej, krajowej i europejskiej. Ponad 65% powierzchni podlega ochronie w granicach parku krajobrazowego, obszarów chronionego krajobrazu oraz obszarów chronionych europejskim systemem Natura 2000.

Północno-zachodnią część zajmuje Mazurski Park Krajobrazowy – jest to jeden z najstarszych (utworzony w grudniu 1977 roku) i największych parków krajobrazowych w Polsce. Wyróżnia się on nieprzeciętnymi walorami przyrodniczymi, kulturowymi, historycznymi. Składa się na nie przede wszystkim piękno jeziornego krajobrazu polodowcowego z największym w Polsce jeziorem Śniardwy oraz z drugim co do wielkości kompleksem leśnym w Europie – Puszcą Piską. Powierzchnia parku wynosi 53 655 ha (tym 29 000 ha powierzchni leśnej i 18 000 ha powierzchni wód), a otaczającej go strefy ochronnej 18 608 ha. W granicach omawianego arkusza powierzchnia Parku stanowi jedynie 156 ha, a jego otuliny 50 ha.

Obszary chronionego krajobrazu obejmują wyróżniające się krajobrazowo tereny o różnych typach ekosystemu. Zachodnią, północną i wschodnią część obszaru arkusza zajmuje Obszar Chronionego Krajobrazu Puszczy i Jezior Piskich, utworzony Rozporządzeniem Wojewody Suwalskiego w 1991 roku na powierzchni 43 629,8 ha. Celem jego ochrony jest zachowanie krajobrazu i przyrody ze względu na jej ekologiczną rolę, utrzymywanie różnorodności przyrody, zapewnienie społeczeństwu korzystnych warunków zdrowotnych oraz znaczenie naukowe i historyczne.

W północno-zachodnim rejonie znalazł się niewielki fragment Obszaru Chronionego Krajobrazu Otuliny Mazurskiego Parku Krajobrazowego – Wschód, który ustanowiono w 2003 roku na obszarze 9 250 ha. Celem jego powołania było zachowanie krajobrazów oraz walorów przyrodniczych Pojezierza Mazurskiego. W granicach mapy obszar ten zajmuje jedynie 50 ha i całkowicie pokrywa się z otuliną Mazurskiego Parku Krajobrazowego.

W zachodniej części znajduje się utworzony w 1971 roku, na powierzchni 716,29 ha, ornitologiczno-ichtiologiczny rezerwat „Pogubie Wielkie”. Obejmuje on jezioro o tej samej nazwie (695,36 ha) wraz z gruntami leśnymi (20,94 ha) zlokalizowanymi na wyspie Ostrów Wielki. Celem jego powstania była ochrona miejsc lęgowych licznych gatunków ptactwa wodnego i błotnego (spośród występujących tu ponad 60 gatunków), w szczególności łąbędzia niemego oraz naturalnych tarlisk wielu gatunków ryb. Rezerwat kontynuuje się na sąsiednim arkuszu Ruciane-Nida (218).

Najcenniejsze obiekty przyrody występujące w granicach arkusza Pisz podlegają ochronie konserwatorskiej w formie: 10 pomników przyrody żywej, pomnika przyrody nieożywionej (głaz narzutowy o obwodzie 850 cm) oraz parków podworskich. Wśród drzew objętych ochroną znajdują się: pojedyncze dęby szypułkowe oraz aleja dębowa, lipy drobnolistne, kasztanowiec biały, wierzba wąskolistna i klon tatarski (tabela 8).

Tabela 8

Wykaz rezerwatów i pomników przyrody

Nr obiektu na mapie	Forma ochrony	Miejscowość	Gmina Powiat	Rok zatwierdzenia	Rodzaj obiektu (powierzchnia w ha)
1	2	3	4	5	6
1	R	Pogubie	<u>Pisz</u> piski	1971	Fn – „Pogubie Wielkie” (716, 29)
2	P	Łupki	<u>Pisz</u> piski	1980	Pż – wierzba wąskolistna
3	P	Rybitwy	<u>Pisz</u> piski	1980	Pż – lipa drobnolistna
4	P	m. Pisz	<u>m. Pisz</u> piski	1957	Pż – dąb szypułkowy
5	P	m. Pisz	<u>m. Pisz</u> piski	1998	Pż – klon tatarski
6	P	m. Pisz	<u>m. Pisz</u> piski	1998	Pż – dąb szypułkowy
7	P	Kocioł Duży	<u>Pisz</u> piski	1980	Pn – G
8	P	Kocioł Duży	<u>Pisz</u> piski	1980	Pż – lipa drobnolistna
9	P	Leśnictwo Brzeziny	<u>Pisz</u> piski	2009	Pż – aleja drzew pomnikowych (12 szt. dębów)
10	P	Rakowo Piskie	<u>Pisz</u> piski	1980	Pż – kasztanowiec biały
11	P	Rakowo Piskie	<u>Pisz</u> piski	1980	Pż – lipa drobnolistna
12	P	Leśnictwo Łąki	<u>Pisz</u> piski	2009	Pż – dąb szypułkowy

Rubryka 2: **R** – rezerwat, **P** – pomnik przyrody;
 Rubryka 6: rodzaj rezerwatu: **Fn** – faunistyczny;
 rodzaj pomnika przyrody: **Pż** – żywej, **Pn** – nieożywionej
 rodzaj obiektu: **G** – głąz narzutowy.

Podczas zwiadu terenowego, zlokalizowano 13 głązów narzutowych o średnicy większej niż 1,5 m, które dotychczas nie zostały objęte ochroną prawną.

Krajowa sieć ekologiczna ECONET (Liro, red., 1998) jest wieloprzestrzennym systemem obszarów węzłowych najlepiej zachowanych pod względem przyrodniczym i reprezentatywnych dla różnych regionów przyrodniczych kraju. Są one wzajemnie ze sobą powiązane korytarzami ekologicznymi, zapewniającymi ciągłość więzi przyrodniczych w obrębie tego systemu. Zachodnia część arkusza Pisz wchodzi w skład międzynarodowego obszaru węzłowego Puszczy Piskiej, który cechuje się zachowaniem zbiorowisk naturalnych, półnaturalnych i rzadkich zbiorowisk synantropijnych (fig. 5).

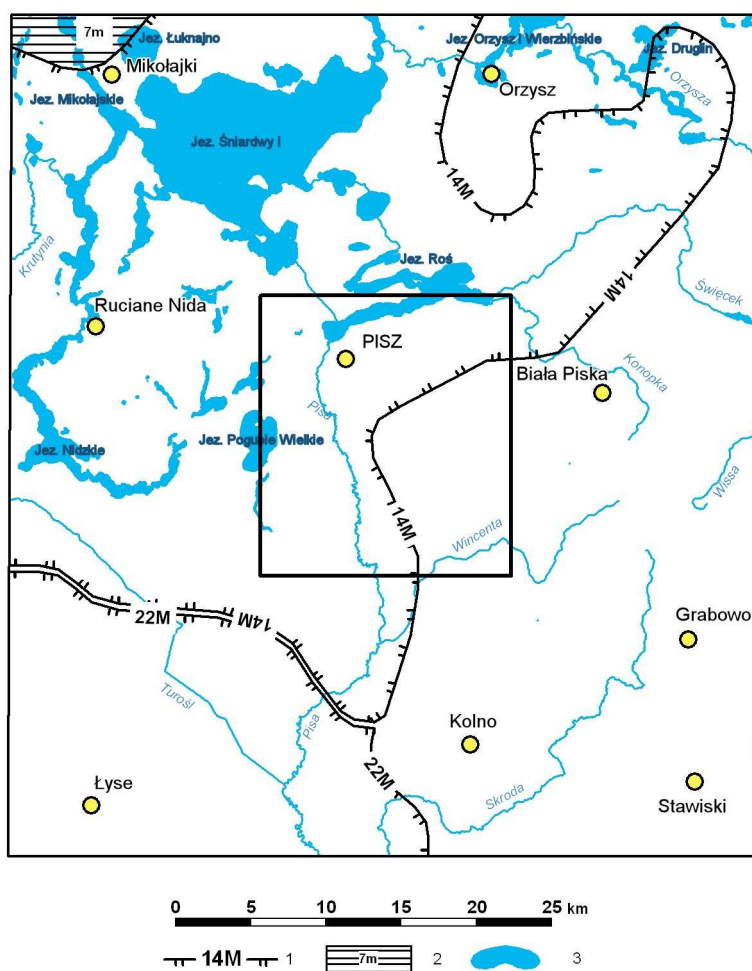


Fig. 5. Położenie arkusza Pisz na tle systemów ECONET (Liro, 1998)

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

Europejska Sieć Ekologiczna NATURA 2000 jest siecią obszarów chronionych na terenie Unii Europejskiej. Celem wyznaczania tych obszarów jest ochrona cennych pod względem przyrodniczym i zagrożonych składników różnorodności biologicznej.

W skład sieci NATURA 2000 wchodzi: obszary specjalnej ochrony ptaków (OSO) wyznaczone na podstawie Dyrektywy Rady 79/409/EWG w sprawie ochrony dzikich ptaków tzw. „Ptasiej” (Rozporządzenie MŚ z dnia 21 lipca 2004 r. w sprawie ochrony dzikich ptaków NATURA 2000) oraz specjalne obszary siedlisk (SOO) wyznaczone na podstawie Dyrektywy Rady 92/43/EWG w sprawie ochrony siedlisk przyrody oraz dzikiej fauny i flory, tzw. „Siedliskowej”. Zgodnie z systemem Natura, na opisywanym terenie znajdują się dwa obszary specjalnej ochrony ptaków: „Puszcza Piska” i „Ostoja Poligon Orzysz” oraz jeden specjalny obszar ochrony siedlisk „Ostoja Piska”. Informacje na ich temat, przedstawione w tabeli 9, zaczerpnięto ze strony internetowej <http://natura2000.gdos.gov.pl/natura2000>.

Wykaz obszarów chronionych Europejskiej Sieci Ekologicznej NATURA 2000

Lp.	Typ obszaru	Kod obszaru	Nazwa obszaru i symbol oznaczenia na mapie	Położenie centralnego punktu obszaru		Powierzchnia obszaru (ha)	Położenie administracyjne obszaru w granicach arkusza			
				Długość geograficzna E	Szerokość geograficzna N		Kod NUTS	Województwo	Powiat	Gmina
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	D	PLB280008	Puszcza Piska (P)	21°46'00'' 21°50'20'' 21°48'00''	53°39'20'' 53°39'40'' 53°34'00''	172802,21	PL623	warmińsko-mazurskie	piski	Pisz
2	D	PLB280014	Ostoja Poligon Orzysz (P)	21°58'50''	53°40'00''	21207,98	PL623	warmińsko-mazurskie	piski	Pisz
3	K	PLH280048	Ostoja Piska (S)	21°45'40'' 21°50'00'' 21°46'30''	53°35'00'' 53°33'10'' 53°31'30''	57826,61	PL623	warmińsko-mazurskie	piski	Biała Piska

Rubryka 2: D – obszar specjalnej ochrony ptaków, który graniczy z innym obszarem Natura 2000 – obszarem specjalnej ochrony ptaków lub specjalnym obszarem ochrony siedlisk, ale się z nim nie przecina, K – specjalny obszar ochrony siedlisk, częściowo przecinający się z obszarem specjalnym ochrony ptaków;

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

W obszarze „Puszcza Piska” (PLB280008) występuje co najmniej 37 gatunków ptaków wymienionych w Załączniku I Dyrektywy Ptasiej oraz 12 gatunków umieszczonych na liście zagrożonych w Polskiej Czerwonej Księdze. W okresie lęgowym obszar zasiedla powyżej 2% populacji krajowej bielika (PCK) i cietrzewia (PCK). Ponadto obszar zasiedla co najmniej 1% populacji krajowej następujących gatunków ptaków: bocian czarny, orlik krzykliwy (PCK), puchacz (PCK), rybitwa rzeczna, włochatka (PCK).

Obszar „Ostoja Poligon Orzysz” (PLB280014) jest jednym z 10 najważniejszych w Polsce ostoi cietrzewia (PCK). Na tym obszarze stwierdzono występowanie co najmniej 11 gatunków ptaków wymienionych w Załączniku I Dyrektywy Ptasiej, z czego 7 wpisano na listę zagrożonych Polskiej Czerwonej Księdze. W granicach arkusza Pisz znajduje się niewielki południowy skrawek omawianej ostoi (ok. 3,5 ha), która w większości kontynuuje się na arkuszu Orzysz (181).

Obszar „Ostoja Piska” (PLH280048) obejmuje zachowane w naturalnym stanie zbiorowiska roślinne, zwłaszcza grądu subkontynentalnego w Puszczy Piskiej oraz najcenniejsze jeziora, a także zlewnie i dorzecza takich rzek, jak np. Krutyni i częściowo Pisy. „Ostoja Piska” jest obszarem o wysokiej różnorodności biologicznej (16 rodzajów siedlisk z Załącznika I i 16 gatunków z Załącznika II Dyrektywy Siedliskowej oraz inne gatunki prawnie chronione, rzadkie i zagrożone w skali kraju i regionu). Obszar ten jest jednocześnie fragmentem ostoi ptasiej o randze europejskiej – „Puszczy Piskiej” i w granicach arkusza Pisz położony jest na terenie mazurskiego Parku Krajobrazowego i rezerwatu przyrody „Pogubie Wielkie”.

XII. Zabytki kultury

Na obszarze objętym arkuszem Pisz ślady bytności człowieka datowane są od neolitu, poprzez epokę brązu i żelaza, okres wpływów rzymskich, średniowiecze do czasów nowożytnych. Prace archeologiczne prowadzone w ramach Archeologicznego Zdjęcia Polski (AZP) wykazały występowanie stanowisk, często wielokulturowych, świadczące o ciągłości osadnictwa na tym obszarze. Zlokalizowano wiele stanowisk archeologicznych: śladów osadnictwa, punktów osadniczych, osad, cmentarzysk, jednakże z uwagi na brak rangi najwyższej wartości poznawczej nie przedstawiono ich na mapie.

W granicach omawianego arkusza zachowały się zabytki sakralne, architektoniczne, techniczne i komponowanej zieleni, objęte opieką konserwatorską. Do najstarszych i najważniejszych należą zabytki Pisz – miasta, które otrzymało prawa miejskie w 1645 roku z rąk Fryderyka Wilhelma, a którego początki związane są z osadą powstałą wokół krzyżackiego

zamku Johannesburg. Pozostałości po tym zamku, wzniesionym w XIV wieku nad brzegami rzeki Pisy, czytelne są nadal w alejach parku miejskiego przy ulicy Gizewiusza.

Najstarszym zabytkiem trwałym miasta jest trzykondygnacyjna wieża kościoła pod wezwaniem św. Jana Chrzciciela, wzniesiona w ostatnich latach XVII wieku i ocalała po pożarze z 1694 roku w mało zmienionej formie. Sam kościół o konstrukcji ryglowej został odbudowany w 1843 roku. W jego wnętrzu zachował się trójosiowy ołtarz główny z okresu późnego renesansu, ambona pochodząca z 1698 roku oraz XVII-wieczna chrzcielnica, a na zewnątrz – przykościelny cmentarz. Innymi ciekawymi zabytkami sakralnymi są: cmentarz ewangelicki położony przy ulicy Dworcowej oraz plebania ewangelicka przy placu Daszyńskiego 13B.

Pod ochroną konserwatorską pozostaje zabytkowy układ urbanistyczny części miasta z XVI–XVII wieku. Z dawnej zabudowy miejskiej zachował się przy ulicy Rybackiej 8 tzw. „Dom Królewski” – parterowy budynek z XVIII wieku z łamanym dachem, w którym według legendy nocował polski król August II Mocny. Do rejestru zabytków wpisano ponadto domy przy: ulicy Rybackiej (nr 2, 4, 29), ulicy Wyzwolenia (nr 1–4) oraz placu Daszyńskiego (nr 1, 2, 6, 8, 9, 14), pochodzące z XVIII–XX wieku. Przy placu Daszyńskiego znajduje się również neogotycki ratusz, wzniesiony w 1900 roku za pieniądze pochodzące z kontrybucji po wygranej wojnie z Francją w 1871 roku. Mieści się w nim między innymi Muzeum Ziemi Piskiej. Na zapleczu ratusza znajduje się neogotycka baszta. Na placu Daszyńskiego wystawiona została tzw. Kamienna Baba – obelisk z różowawego granitu o wysokości 140 cm, z wyraźnie zarysowaną twarzą. Jest to prawdopodobnie posąg kultowy z czasów pruskich, odnaleziony w pobliskich Wejsunach w 1872 r. W Piszcu znajduje się też kilka zabytkowych obiektów technicznych: wodociągowa wieża ciśnień z 1907 roku, zespół zabudowy przemysłowej z XIX/XX wieku oraz 2 schrony bojowe (z okresu II wojny światowej, wchodzące w skład obiektów niemieckiego punktu oporu „Piska Pozycja Ryglowa” (Johannisburg-Riegel). Schron typu Regelbau 502 przy ul. Nidzkiej poddano pracom konserwacyjno-renowacyjnym i przystosowano go do kompleksowego zwiedzania, natomiast schron Bauwerk 49 typu 107a przy ul. św. Wojciecha znajduje się w rękach prywatnych i można go oglądać tylko z zewnątrz.

Do obiektów objętych ochroną konserwatorską należą także: parki dworski z XIX–XX w. w Borkach oraz w Łupkach, cmentarz wojenny z okresu I wojny światowej w Snopkach, a także cmentarze ewangelickie w miejscowościach: Imionek, Pogubie Średnie i Kumielsk. W Kumielsku na listę zabytków wpisano także dawny kościół ewangelicki z 1720 roku pw. Narodzenia Najświętszej Marii Panny.

Na omawianym terenie ustanowiono kilka miejsc pamięci, upamiętniających poległych w czasie działań wojennych: żołnierzy (cmentarze wojenne żołnierzy niemieckich z I i II

wojny światowej Rakowie Piskim, Liskach i Turowie oraz pomnik upamiętniający pokolenia Polaków walczących w XX wieku o wolną Polskę w Piszcu) oraz ludności cywilnej (pomnik ku czci ofiar hitlerowskiego obozu w Snopkach). W Piszcu upamiętniono pomnikiem również poetę Konstantego Ildefonsa Gałczyńskiego, którego twórczość ściśle związana była z Mazurami i powiatem Piskim oraz pisarza Melchiora Wańkowicza.

XIII. Podsumowanie

Arkusze Pisz obejmuje obszar położony w całości w województwie warmińsko-mazurskim. Większość obszaru zajmują lasy – około 50%, w tym znaczna ich część należy do Puszczy Piskiej. Gleby chronione, zaliczane do wysokich klas bonitacyjnych (I–IVa), występują w niewielkich kompleksach i zajmują około 5% powierzchni arkusza. Łąki na glebach pochodzenia organicznego zajmują ponad 15% powierzchni arkusza i występują w wąskich dnach dolin. W zachodniej i północnej części zlokalizowane są fragmenty dwóch dużych jeziora Pojezierza Mazurskiego (Roś i Pogubie Wielkie).

Dominującą rolę w gospodarce pełni tu rolnictwo, hodowla zwierząt, leśnictwo, przemysł rolno-spożywczy, wydobywczy oraz z racji znacznych walorów przyrodniczych – coraz znaczącą rolę odgrywają usługi turystyczne. Głównym ośrodkiem administracyjnym, gospodarczym i usługowo-handlowym jest miasto Pisz.

Udokumentowanych jest tu 14 złóż kopalin okruchowych. Działalność wydobywcza na większą skalę prowadzona jest od ponad 50 lat w obrębie złoża piasków kwarcowych „Pisz”. Kopalina wykorzystana jest do produkcji cegły wapienno-piaskowej w zakładzie silikatowym zlokalizowanym w sąsiedztwie złoża. Na mniejszą skalę eksploatowane są piaski oraz piaski i żwiry (4 złoża), które wykorzystywane są na lokalne potrzeby w budownictwie i drogownictwie. W dwóch złożach eksploatacja jest zakończona. Pozostałe złoża do tej pory nie zostały zagospodarowane górnictwem.

Perspektywy poszerzenia bazy surowcowej dotyczą głównie piasków, piasków ze żwirem oraz w mniejszym stopniu torfów i kredy jeziornej (gytii). Wykorzystanie bogactw mineralnych powinno uwzględniać ograniczenia związane z ochroną walorów przyrodniczych tego obszaru.

Na obszarze arkusza występuje GZWP nr 216 Sandr Kurpie, posiadający szczegółową dokumentację hydrogeologiczną, określającą jego strefy ochronne. Głównym eksploatacyjnym poziomem wodonośnym jest poziom czwartorzędowy, a studnie o największych wydajnościach znajdują się w Piszcu (6000 m³/24 h) i dla potrzeb wodociągów – w kilku wsiach.

Walory przyrodniczo-krajobrazowe omawianego terenu są wyjątkowe nie tylko w skali regionalnej i krajowej, ale również europejskiej. Ponad 65% powierzchni arkusza podlega ochronie w granicach parku krajobrazowego, obszarów chronionego krajobrazu oraz obszarów chronionych europejskim systemem Natura 2000 – Puszcza Piska, Ostoja Piska i Ostoja Poligon Orzysz.

W ocenie warunków budowlanych dominują warunki korzystne, które wyznaczono w obrębie występowania glin zwałowych na wysoczyźnie morenowej i otaczających ją piasków wodnolodowcowych. Niewielki udział warunków utrudniających budownictwo, związany jest z obszarami występowania holocenijskich osadów rzecznych (w dolinie Pisy), organicznych – w obniżeniach wypełnionych torfami (w części centralnej), oraz w rejonach płytkiego występowania zwierciadła wód podziemnych.

W granicach arkusza Pisz wyznaczono obszary predysponowane do lokalizowania jedynie składowisk odpadów obojętnych. Brak jest obszarów, na których możliwe jest składowanie odpadów komunalnych.

Rejony wskazane do składowania odpadów obojętnych wyznaczono w miejscach, gdzie w strefie przypowierzchniowej występują gliny zwałowe zlodowaceń warty i wisły, lokalnie tworzące kompleksy słabo przepuszczalne z glinami starszych zlodowaceń o miąższości dochodzącej maksymalnie do około 22 m w rejonie Lisek.

Wyznaczone rejony POLS położone są w większości w strefach o bardzo niskim i niskim stopniu zagrożenia głównego użytkowego poziomu wodonośnego.

Na planszy B zlokalizowano siedem wyrobisk, w tym trzy w granicach udokumentowanych złóż, które stanowić mogą nisze umożliwiające składowanie odpadów, pod warunkiem stworzenia sztucznych przesłon izolacyjnych.

Lokalizacja składowisk odpadów na wskazanych obszarach powinna być poprzedzona szczegółowymi badaniami geologiczno-inżynierskimi i hydrogeologicznymi, które pozwolą na dokładne rozpoznanie parametrów określających właściwości izolacyjne glin zwałowych oraz ich miąższość i rozprzestrzenienie.

Ciekawe zabytki oraz malownicze krajobrazy sprzyjają rozwojowi działalności turystyczno-wypoczynkowej, jako alternatywnego źródła dochodów mieszkańców regionu. Dlatego turystykę uważa się za jeden z głównych, obok rolnictwa, kierunków zagospodarowania przestrzennego tego obszaru.

XIV. Literatura

- ANTOSIEWICZ A., LIWSKA H., 1991 – Dokumentacja geologiczna w kat. C₂ złoża kruszywa naturalnego „Szymki”. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- BIRCH G., SIAKA M., OWENS C., 2001 — The source of anthropogenic heavy metals in fluvial sediments of a rural catchment: Coxs River, Australia. *Water, Air & Soil Pollution*, 126 (1–2): 13–35.
- 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.
- 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.
- CZARNECKA H., 2005 – Atlas podziału hydrograficznego Polski. IMGW 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.
- <http://natura2000.gdos.gov.pl/natura2000>.
- HULBOJ A., 2000 – Mapa hydrogeologiczna Polski, skala 1:50 000, arkusz Pisz (219), z objaśnieniami. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- INSTRUKCJA opracowania Mapy geśrodowiskowej Polski w skali 1:50 000, 2005 – Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- KLECZKOWSKI A. S., 1990 – Mapa obszarów głównych zbiorników wód podziemnych (GZWP) w Polsce wymagających szczególnej ochrony, skala 1:500 000. AGH, Kraków.

- KOCISZEWSKA-MUSIAŁ, KOSSAKOWSKA-SUCHOWA, MUSIAŁ, WYRICKI, 1965 – Surowce mineralne powiatu Pisz i możliwość ich wykorzystania (w oparciu o zainwentaryzowane punkty eksploatacji). Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- KOKOCIŃSKI M., 2001 – Dokumentacja geologiczna-uproszczona w kat. C₁ złoża kruszywa naturalnego (piasku i piasku ze żwirem)- „Rakowo Piskie” (działka Nr 12/3 – Pole A/). Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- KONDRACKI J., 2000 – Geografia regionalna Polski., PWN, Warszawa.
- KOZŁOWSKA M., KOZŁOWSKI I., 1991 – Szczegółowa mapa geologiczna Polski w skali 1: 50 000, arkusz Pisz. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- KOZŁOWSKA M., KOZŁOWSKI I., 1993 – Objasnienia do Szczegółowej mapa geologicznej na Polski w skali 1: 50 000, arkusz Pisz. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- KROGULEC E., WIERCHOWIEC J., 2007 – Mapa geologiczno-gospodarcza Polski w skali 1:50 000, arkusz Pisz. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- KUCZYŃSKI A., 2004 – Dokumentacja geologiczna złoża kruszywa naturalnego „Rakowo Piskie 1” w kat. C₁. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- LIPIŃSKI L., 1998 – Uproszczona dokumentacja geologiczna w kat. C₂ złoża kruszywa naturalnego „Szymki II”. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- LINDSTRÖM M., 2001 – Urban land use influences on heavy metal fluxes and surface sediment concentrations of small lakes. *Water, Air & Soil Pollution*, Vol.126 Nos. 3–4 p. 363–383.
- LIRO A. (red.), 1998 – Strategia wdrażania krajowej sieci ekologicznej ECONET – Polska. Wydawnictwo Fundacji IUCN Poland, Warszawa.
- LIS J., PASIECZNA A., 1995 – Atlas geochemiczny Polski 1:2 500 000. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
- LIU H., PROBST A. LIAO B., 2005 – Metal contamination of soils and crops affected by the Chenzhou lead/zinc mine spill (Hunan, China). *Sci Total Environ.* 339(1–3): 153–166, 2005.
- LIWSKA H., 1989 – Sprawozdanie z prac poszukiwawczych złóż kruszywa naturalnego w rejonie Pisu. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- LIWSKA H., 1993 – Dokumentacja geologiczna w kat. C₂ złoża kruszywa naturalnego „Wincenta-Kumielsk”. 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. (red.), 2006 – Mapa geologiczna Polski, w skali 1:500 000. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- MECRAY E. L., KING J. W., APPLEBY P. G., HUNT A. S., 2001 – Historical trace metal accumulation in the sediments of an urbanized region of the Lake Champlain Watershed, Burlington, Vermont. *Water, Air & Soil Pollution Vol. 125 Nos. 1-4* p 201 – 230.
- MIDDELKOOP H., 2000 – HEAVY-metal pollution of the river Rhine and Meuse floodplains in the Netherlands. *Geologie en Mijnbouw / Netherlands Journal of Geosciences* 79 (4): 411–428.
- OSTRZYŻEK S., DEMBEK W., 1997 – Zlokalizowanie i charakterystyka złóż torfowych w Polsce spełniających kryteria potencjalnej bazy zasobowej z ustaleniem i uwzględnieniem wymogów związanych z ochroną oraz kształtowaniem środowiska. IMiUZ. Fałenty.
- PACZYŃSKI B. (red.), 1995 – Atlas hydrogeologiczny Polski 1:500 000. Część II. Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
- PACZYŃSKI B., SADURSKI A. (red.), 2007 – Hydrogeologia regionalna Polski. Tom I. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- PAPROCKA I., 1985 – Sprawozdanie z prac zwiadowczych w celu zlokalizowania złóż surowców ilastych i kruszywa naturalnego na terenach gmin: Stare Juchy, Olecko, Wieliczki, Ełk, Pisz, Biała Piska, Mikołajki, Miłki i złóż surowców ilastych w obrębie gmin: Świętajno i Giżycko, woj. suwalskie. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- PAPROCKA I., BUJALSKA M., 1982 – Dokumentacja geologiczna złoża piasków kwarcowych do produkcji cegły wapienno-piaskowej w kat. B i C₁ „Pisz”, województwo 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 2009 roku, 2010. Biblioteka Monitoringu Środowiska, Olsztyn.
- ROZPORZĄDZENIE Ministra Środowiska z 23 lipca 2008 r. w sprawie kryteriów i sposobu oceny stanu wód podziemnych. Dziennik Ustaw nr 143 poz. 896 z dnia 6 sierpnia 2008 r.
- REISS D., RIHM B., THÖNI C., FALLER M., 2004 – Mapping stock at risk and release of zinc and copper in Switzerland – dose response functions for runoff rates derived from corrosion rate data. *Water, Air, and Soil Pollution* v. 159: 101–113.
- RENDAK M., JAWORSKA I., HAKENBERG H., KUŚMIERZ A., 1998 – Dokumentacja określająca warunki hydrogeologiczne dla ustanowienia stref ochronnych zbiornika wód podziemnych w utworach czwartorzędowych Sandr Kurpie – GZWP 216 (woj. Suwalskie, olsztyńskie, łomżyńskie, ostrołęckie). *Cent. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa*.
- 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 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 „Stare Guty” dla potrzeb budownictwa wiejskiego, miejscowość Stare Guty, gmina Pisz, województwo suwalskie. *Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa*.

- SADOWSKI W., 1983 – Karta rejestracyjna złoża kruszywa naturalnego „Stare Guty II” dla potrzeb budownictwa komunalnego w miejscowości Stare Guty, województwo suwalskie. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- SADOWSKI W., 1993 – Uproszczona dokumentacja geologiczna w kat.C₁ złoża kruszywa naturalnego „Stare Guty-Rakowo” dla potrzeb budownictwa i drogownictwa gminnego. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- SADOWSKI W., 1998 – Dodatek nr 1 do dokumentacji geologicznej w kat.C₁+B złoża piasków kwarcowych do produkcji cegły wapienno-piaskowej „Pisz”. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- SADOWSKI W., 2009 – Dodatek nr 1 do uproszczonej dokumentacji geologicznej w kat.C₁ złoża kruszywa naturalnego „Kocioł Duży IV”. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- SALACHNA P., 1977 – Karta rejestracyjna złoża kruszywa naturalnego „Kocioł” dla potrzeb budownictwa, miejscowość Kocioł, gmina Pisz, 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.
- SYLWESTRZAK U., 1969 – Dokumentacja geologiczna w kat. C₂ złoża piasków kwarcowych do produkcji cegły wapienno-piaskowej w miejscowości Jeże. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- SZUFLICKI M., MALON A., TYMIŃSKI M., 2011 – Bilans zasobów kopalin i wód podziemnych w Polsce wg stanu na 31.12.2010 r. 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.
- ŠMEJKALOVÁ M., MIKANOVÁO., BORŮVKA L., 2003 – Effects of heavy metal concentrations on biological activity of soil micro-organisms. *Plant & Soil Environ.*, 49 (7): 321–326.
- TATARATA M., 1998 – Dokumentacja geologiczna w kat. C₁ złoża kruszywa naturalnego „Szymki I”. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.

- TATARATA M., 2009 – Dokumentacja geologiczna złoża piasku „Turowo II” w kat. C₁.
Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- TATARATA M., HARAT J., 1997 – Uproszczona dokumentacja geologiczna w kat. C₁ złoża kruszywa naturalnego „Turowo” dla potrzeb drogownictwa. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- TOŁKANOWICZ E., ŻUKOWSKI K., 2001 – Mapa węglanowych osadów jeziornych w województwie warmińsko-mazurskim 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.
- VINK J., 2009 – The origin of speciation: Trace metal kinetics over natural water/sediment interfaces and the consequences for bioaccumulation. *Environmental Pollution* 157: 519–527.
- WENG H., CHEN X., 2000 – Impact of polluted canal water on adjacent soil and groundwater systems. *Environmental Geology* vol. 39 (8): 945–950.
- WILDI W., DOMINIK J., LOIZEAU J., THOMAS R. FAVARGER P. HALLER L., PERROUD A., PEYTREMANN C., 2004 – River, reservoir and lake sediment contamination by heavy metals downstream from urban areas of Switzerland. *Lakes & Reservoirs: Research & Management* 9 (1): 75–87.
- WOŚ A., 1999 – *Klimat Polski*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.

www.sercemazur.pl