

**PAŃSTWOWY INSTYTUT GEOLOGICZNY
PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY**

OPRACOWANIE ZAMÓWIONE PRZEZ MINISTRA ŚRODOWISKA

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

Arkusz SPYCHOWO (217)



MINISTERSTWO
ŚRODOWISKA

Warszawa 2012

Autor: Elżbieta Gawlikowska*, Krzysztof Seifert*, Izabela Bojakowska*, Paweł Kwecko*,
Hanna Tomassi-Morawiec*, Jerzy Król**

Główny koordynator MGŚP: Małgorzata Sikorska-Maykowska*
Redaktor regionalny planszy A: Olimpia Kozłowska*
Redaktor regionalny planszy B: Bogusław Bąk*

Redaktor tekstu: Sylwia Tarwid-Maciejowska*

- * – Państwowy Instytut Geologiczny, Państwowy Instytut Badawczy,
ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa
- ** – Przedsiębiorstwo Geologiczne we Wrocławiu PROXIMA SA,
ul. Kwidzyńska 71, 51-415 Wrocław

ISBN

Spis treści

I. Wstęp – <i>K. Seifert</i>	3
II. Charakterystyka geograficzna i gospodarcza – <i>K. Seifert</i>	4
III. Budowa geologiczna – <i>E. Gawlikowska, K. Seifert</i>	7
IV. Złoża kopalin – <i>E. Gawlikowska, K. Seifert</i>	9
V. Górnictwo i przetwórstwo kopalin – <i>E. Gawlikowska, K. Seifert</i>	9
VI. Perspektywy i prognozy występowania kopalin – <i>E. Gawlikowska, K. Seifert</i>	10
VII. Warunki wodne – <i>E. Gawlikowska, K. Seifert</i>	11
1. Wody powierzchniowe.....	11
2. Wody podziemne.....	12
VIII. Geochemia środowiska	14
1. Gleby – <i>P. Kwecko</i>	14
2. Osady – <i>I. Bojakowska</i>	17
3. Pierwiastki promieniotwórcze – <i>H. Tomassi-Morawiec</i>	20
IX. Składowanie odpadów – <i>J. Król</i>	23
X. Warunki podłoża budowlanego – <i>E. Gawlikowska</i>	24
XI. Ochrona przyrody i krajobrazu – <i>E. Gawlikowska</i>	25
XII. Zabytki kultury – <i>K. Seifert</i>	33
XIII. Podsumowanie – <i>E. Gawlikowska, J. Król</i>	34
XIV. Literatura	35

I. Wstęp

Arkusze Spychowo Mapy geośrodowiskowej Polski (MGŚP) w skali 1:50 000 został wykonany w 2012 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 Oddziale Dolnośląskim Państwowego Instytutu Geologicznego. Przy jego opracowywaniu wykorzystano informacje zamieszczone na arkuszu Świątajno Mapy geologiczno-gospodarczej Polski w skali 1:50 000, wykonanej w roku 2006 w Przedsiębiorstwie SEGI-AT w Warszawie (Gałaś i in., 2006). Plansza B została wykonana w Przedsiębiorstwie Geologicznym we Wrocławiu PROXIMA SA (składowanie odpadów) i w Państwowym Instytucie Geologicznym 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 gleb 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 trakcie opracowywania arkusza wykorzystano materiały archiwalne znajdujące się w Centralnym Archiwum Geologicznym Państwowego Instytutu Geologicznego w Warszawie, Departamencie Ochrony Środowiska Warmińsko-Mazurskiego Urzędu Marszałkowskiego i Archiwum Wojewódzkiego Konserwatora Zabytków w Olsztynie, starostwach powiatowych, urzędach gminnych oraz nadleśnictwach. Informacje dotyczące gleb chronionych uzyskano w Instytucie Uprawy, Nawożenia i Gleboznawstwa w Puławach. Dane archiwalne uzupełniono i zweryfikowano w czasie zwiadu terenowego przeprowadzonego w sierpniu 2011 roku.

Mapa przygotowana jest w formie cyfrowej jako element bazy danych Mapy geosrodowiskowej Polski w skali 1:50 000.

II. Charakterystyka geograficzna i gospodarcza

Granice arkusza Spychowo wyznaczają współrzędne geograficzne: 21°15'–21°30' długości geograficznej wschodniej oraz 53°30'–53°40' szerokości geograficznej północnej.

Pod względem administracyjnym obszar ten należy do województwa warmińsko-mazurskiego, obejmując swym zasięgiem: część powiatu szczycieńskiego z gminami Świętajno i Rozogi, część powiatu mrągowskiego z gminą Piecki oraz fragment powiatu piskiego z gminami Ruciane Nida i Pisz.

Według podziału fizycznogeograficznego Polski (Kondracki, 2002) teren arkusza należy do mezoregionu Równina Mazurska, Pojezierze Mrągowskie i Kraina Wielkich Jezior Mazurskich. Wymienione jednostki wchodzi w skład makroregionu Pojezierze Mazurskie w podprowincji Pojezierze Wschodniobałtyckie (fig. 1).

Równina Mazurska zajmuje większą część obszaru arkusza Spychowo. Obejmuje północną część rozległych sandrów, przykrywających utwory lodowcowe zlodowaceń północnopolskich. Od północy ograniczają ją moreny fazy poznańskiej, wyznaczające granicę pomiędzy Pojezierzem Mrągowskim i Krainą Wielkich Jezior Mazurskich. Południową granicę tej jednostki można wyznaczyć tylko w przybliżeniu na podstawie przebiegu wzniesień morenowych należących do wcześniejszej rzeźby lodowcowej, które miejscami wynurzają się spod utworów sandrowych. W centralnej części obszaru arkusza, w okolicy wsi Faryny, zaznacza się ciąg wzniesień o wysokości względnej do 45 m, z kulminacją 174 m n.p.m. koło Cegielni. Są to formy akumulacji szczelinowej. Powierzchnia równiny sandrowej obniża się od około 140 m n.p.m. na północy w okolicy Spychowa do około 130 m n.p.m. na południu w okolicy

Borków Rozoskich. Wschodnia część sandru leży nieco niżej, od 132 m n.p.m. w okolicy Majdanu do 122 m n.p.m. w dolinie Rudni na południu.

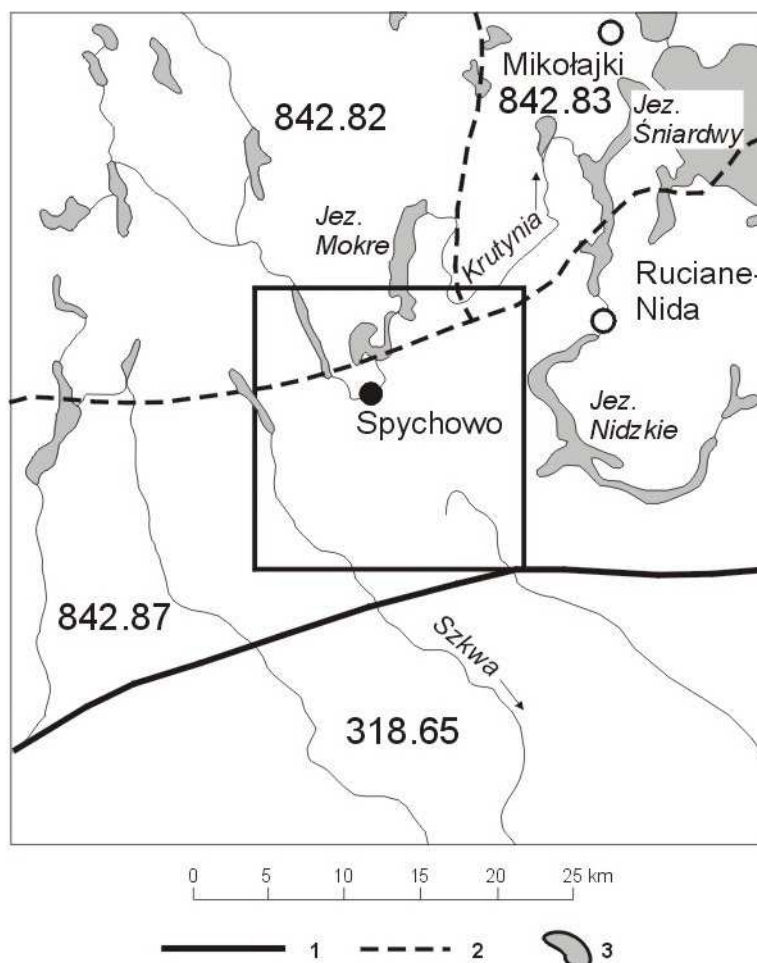


Fig. 1. Położenie arkusza Spychowo na tle jednostek fizycznogeograficznych wg Kondrackiego (2002)

1 – granice podprovincji; 2 – granice mezoregionów; 3 – większe jeziora

Prowincja: Niż Wschodniobałtycko-Białoruski

Podprovincja: Pojezierze Wschodniobałtyckie

Makroregion: Pojezierze Mazurskie

Mezoregion: 842.82 – Pojezierze Mrągowskie, 842.83 – Kraina Wielkich Jezior Mazurskich, 842.87 – Równina Mazurska

Prowincja: Niż Środkowoeuropejski

Podprovincja: Niziny Środkowopolskie

Makroregion: Nizina Północnomazowiecka

Mezoregion: 318.65 – Równina Kurpiowska

Pojezierze Mrągowskie zajmuje północny i północno-zachodni fragment obszaru arkusza. Jego charakterystyczną cechą są południkowo zorientowane rynny lodowcowe oraz równoleżnikowo biegnące moreny. Wzdłuż rynien występują kemy i małe ozy. Na obszarze arkusza wysoczyzna morenowa falista występuje jedynie w okolicach miejscowości Stare Kiełbonki oraz Zyzdrojowy Piecek. Wschodnia granica Pojezierza Mrągowskiego przebiega wzdłuż działu wodnego środkowej Krutyni ze zlewnią Wielkich Jezior Mazurskich. Na południu granica regionu przebiega między morenami fazy poznańskiej a sandrami.

W północno-wschodniej części arkusza znajduje się niewielki fragment Krainy Wielkich Jezior Mazurskich. Charakterystyczną cechą tego regionu jest największy w Polsce zespół połączonych kanałami jezior. Krainę tę obrzeżają gliny moreny czołowej fazy poznańskiej i gliny zwałowe zagłębień wytopiskowych w tej morenie. Największe zagłębienie na arkuszu wypełnia jezioro Duś.

Obszar arkusza Spychowo, na tle podziału Polski na regiony klimatyczne, znajduje się w zasięgu regionu zachodniomazurskiego. Średnia roczna temperatura powietrza wynosi 6–7°C, przy średniej temperaturze lipca około 17,7°C i średniej temperaturze stycznia na poziomie -3,5°C. Suma rocznych opadów zawiera się w przedziale 550–650 mm. Średni czas trwania zimy termicznej (średnia dobową temperaturą poniżej 0°C) wynosi 80–90 dni. Pokrywa śnieżna utrzymuje się przez około 85 dni. Czas trwania okresu wegetacyjnego wynosi od 160 do 190 dni. Wiatry najczęściej wieją z kierunków zachodnich, przy czym w okresie zimowym zwiększa się udział wiatrów ze wschodu (Woś, 1999).

Lasy pokrywają ponad 70% powierzchni obszaru arkusza. Należą one do zachodniej części Puszczy Piskiej.

Gleby przydatne do produkcji rolnej występują tylko na podłożu glin morenowych i namulach torfiastych. Na glinach lekkich i piaskach gliniastych mocnych wykształciły się gleby brunatne, wykazujące na ogół IIIb i IVa klasę bonitacyjną. Gleby te są użytkowane rolniczo jako grunty orne na około 5% powierzchni omawianego arkusza, głównie w północnej części. Na piaskach wodnolodowcowych wykształciły się dość jałowe gleby bielcowe i pseudobielcowe. Na gruntach organicznych powstały gleby murszowo-mineralne, torfowe oraz w niewielkim stopniu gleby mułowo-torfowe. Grunty te, skupione w dolinach Rozogi, Rudni i Ruczaju, są wykorzystywane przez duże kompleksy pastwisk i łąk.

Omawiany obszar jest słabo zaludniony. Zamieszkuje około 3 tys. mieszkańców. Osadnictwo jest rozproszone, ma charakter wiejski. Największą miejscowością jest Spychowo (około 1 tys. mieszkańców).

Ze względu na dużą liczbę lasów i jezior jest to teren atrakcyjny turystycznie. Jedną z największych atrakcji turystycznych na omawianym obszarze jest kajakowy szlak Krutyni, która łączy szereg malowniczych jezior. W otoczeniu jezior znajdują się liczne osiedla domków letniskowych oraz ośrodków wypoczynku sezonowego, m.in. w miejscowościach: Koczek (jeziora: Kierwik, Zdróżno, Uplik), Kolonia–Racibór (jezioro Świętajno), Spychowo (Jezioro Spychowskie, jezioro Zyzdrój Mały). Źródłem dochodów mieszkańców, obok przetworu drewna i turystyki, jest produkcja rolna. W miejscowości Długi Borek znajduje się SA-

RIA Polska – jedno z największych i najnowocześniejszych przedsiębiorstw w kraju, kompleksowo zajmujących się gospodarką odpadami pochodzenia zwierzęcego.

Przez Spychowo przebiegają dwie drogi krajowe: w części północnej z zachodu na wschód droga nr 58 Olsztynek–Szczytno–Pisz–Białystok oraz z północy na południe droga nr 59 Mrągowo–Spychowo–Ostrołęka. Poza tym przebiega tu linia kolejowa Olsztyn–Szczytno–Ełk.

III. Budowa geologiczna

Budowę geologiczną obszaru arkusza Spychowo przedstawiono na podstawie Mapy geologicznej Polski w skali 1:50 000, arkusz Spychowo wraz z objaśnieniami (Żuk, 1999, 2000).

Według podziału Polski na jednostki geologiczne, omawiany obszar położony jest w obrębie wyniesienia mazurskiego (zwanego też mazursko-suwalskim), będącego częścią prekambryjskiej platformy wschodnioeuropejskiej. W obrębie wyniesienia, na krystalicznym podłożu zalegają osady mezozoiczne i kenozoiczne. Utwory starsze zostały usunięte podczas wyźwignięcia garbu mazursko-suwalskiego w okresie kaledońsko-waryscyjskich ruchów górotwórczych. Podczas krótkotrwałych transgresji morskich, jakie miały miejsce od permu do górnej kredy, powstały osady piaskowcowo-mułowcowo-węglanowe, o zróżnicowanej miąższości. Serie kenozoiczne tworzą utwory paleogenu o miąższości około 40 m i neogenu o miąższości do 60 m. Utwory plejstoceniowe o miąższości od około 100 m do około 230 m, są przykryte kilkumetrowej miąższości osadami holoceniowymi.

Powierzchnia stropowa podłoża plejstocenu w północnej, środkowej i wschodniej części obszaru arkusza znajduje się na wysokości od 10 m p.p.m. do 20 m n.p.m. Obniża się ona do 60–90 m p.p.m. wzdłuż południowej i południowo-zachodniej granicy obszaru arkusza. Osady podłoża plejstocenu są często zaburzone glacitektonicznie w południowej, południowo-zachodniej i zachodniej części obszaru arkusza. W większości są to osady miocenu: piaski, mułki i ropy z wkładkami węgla brunatnego. Dwa otwory, odwiercone w Występie i Karwicy Małej, natrafiły na obniżenie erozyjne, w którym bezpośrednio pod osadami plejstocenu leżą mułki i piaski kwarcowo-glaukonitowe, zaliczone do oligocenu. W depresji podłoża neogenu i paleogenu na zachodzie obszaru, stwierdzono bezpośrednio pod gliną morenową pstry ropy neogenu, tworzące prawdopodobnie krę glacialną.

Cały omawiany obszar pokrywają osady plejstoceniowe (fig. 2). Są one dobrze rozpoznane dzięki odsłonięciom na powierzchni terenu oraz profilom kilkunastu wierceń do głębokości od 50 do ponad 200 m.

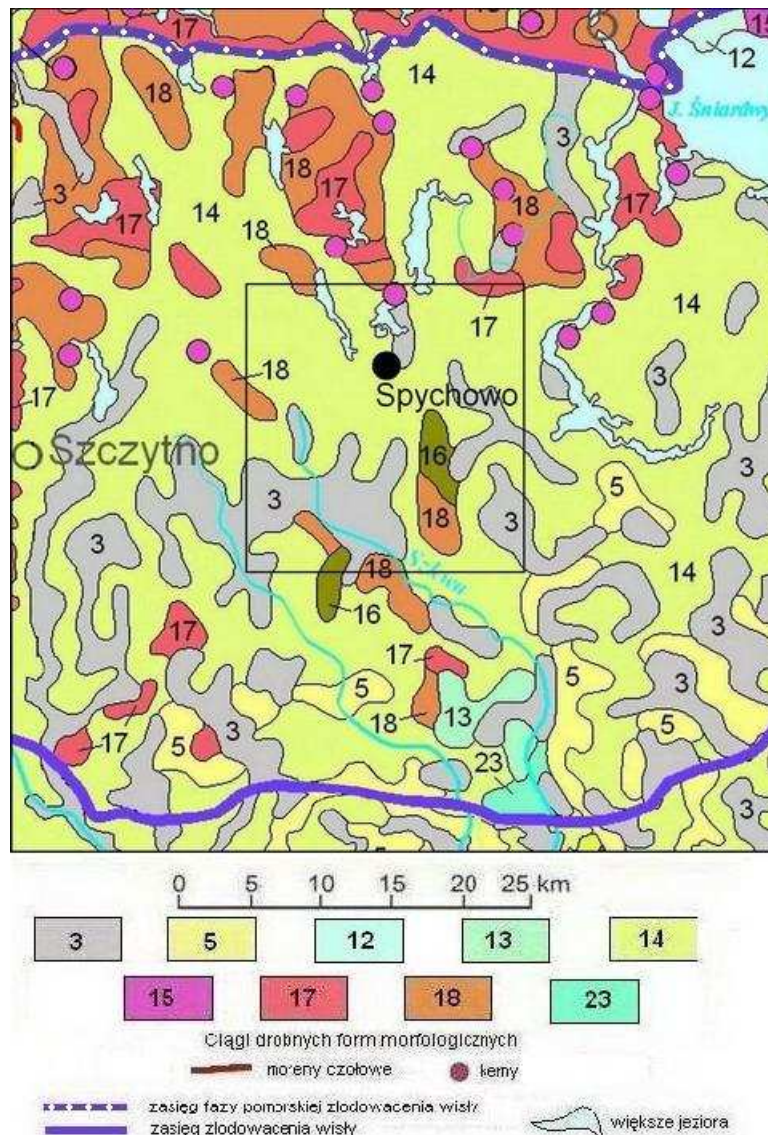


Fig. 2. Położenie arkusza Spychowo na tle Mapy geologicznej Polski w skali 1:500 000 wg L. Marksa, A. Bera, W. Gogołka, K. Piotrowskiej (red.), (2006)

Czwartorzęd: holocen: 3 – piaski i żwiry; mady rzeczne oraz torfy i namuły, 5 – piaski eoliczne, lokalnie w wydmach; plejstocen, zlodowacenia północnopolskie: 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 zwierzeliny oraz piaski i żwiry lodowcowe; zlodowacenia środkowopolskie: 23 – ropy, mułki i piaski zastoiskowe

Uwaga: przy opisie wydziałów stratygraficznych zachowano oryginalną numerację z Mapy geologicznej Polski w skali 1:500 000

W obrębie plejstocenu wyróżniono 10 poziomów glin zwałowych, z których najniższy zaliczono do najstarszego zlodowacenia – narwi. Trzy kolejne do zlodowaceń południowopolskich (nidy, sanu i wilgi), cztery następne do zlodowaceń środkowopolskich (odry i warty), a dwa najmłodsze do zlodowaceń północnopolskich (bałtyckie). Gliny zwałowe przeławiczone są piaskami i żwirami wodnolodowcowymi oraz mułkami, ropy i piaskami zastoiskowymi, a wyjątkowo piaskami i żwirami rzecznyymi. Utwory zlodowaceń północnopolskich

tworzą formy – akumulacji szczelinowej, moren martwego lodu, moren czołowych, kemów i sandrów.

Na powierzchni najszerzej rozprzestrzenione są piaski wodnolodowcowe sandru kurlowskiego, które tworzyły się na przedpolu moren leszczyńsko-pomorskiej fazy zlodowaceń północnopolskich. Mają one miąższość od kilku do kilkunastu metrów.

Ważnym elementem geomorfologicznym są rynny subglacjalne. Ich powstawanie rozpoczęło się przed fazą pomorską – ostatnią fazą zlodowaceń i trwało aż po ostateczny zanik lądolodu. W rynnach przez długi czas zagrzebane były bryły martwego lodu, które wytapiały się stopniowo tworząc jeziora rynnowe. Tymi obniżeniami następował również odpływ wód roztopowych. Położenie rynien można łatwo odczytać na podstawie przebiegu jezior Świętajno, Zyzdrój, Mokre oraz rzeki Krutyni i Spychowskiej Strugi. W północno-wschodniej części obszaru arkusza lądolodu wytapiał się najdłużej pozostawiając charakterystyczną misę końcową, otoczoną od zachodu, południa i wschodu przez moreny martwego lodu z okresu deglacjacji. Obecnie znajduje się w niej jezioro Duś.

Znaczne powierzchnie zajmują utwory holoceniowe reprezentowane przez torfy, namuły torfiaste, zwłaszcza w północnej i zachodniej części terenu arkusza. Torfy podścielone są często gytiami wapiennymi. Utwory te powstały w obniżeniach terenu, takich jak rynny subglacjalne i wytopiska po bryłach martwego lodu w północnej części arkusza oraz zagłębienia w powierzchni sandru odwadnianej przez potoki na pozostałym obszarze. Niewielkie pola wydym piaszczystych i starsze, częściowo zatarte, być może przedholoceniowe formy eoliczne, występują w południowo-wschodniej części arkusza.

IV. Złóża kopalin

Na obszarze arkusza nie udokumentowano złóż kopalin (Szuflicki i in. (red), 2011).

V. Górnictwo i przetwórstwo kopalin

Na obszarze arkusza Spychowo nie prowadzi się eksploatacji kopalin. W trakcie wizji terenowej stwierdzono ślady dawnej niekoncesjonowanej eksploatacji piasków i żwirów. W wyrobiskach nastąpiła samorekultywacja, poprzez zakrzaczenie i zarośnięcie trawą. Znajdują się one na północ od miejscowości Kolonia i Spychowo. Miejsca te na mapie zaznaczono jako punkty występowania kopaliny.

VI. Perspektywy i prognozy występowania kopalin

Obszar arkusza Spychowo jest słabo rozpoznany pod względem surowcowym ze względu na położenie w obrębie dużego kompleksu leśnego Puszczy Piskiej. Na podstawie szczegółowej mapy geologicznej (Żuk, 2000) i punktów występowania kopaliny wyznaczono trzy obszary perspektywiczne piasków i żwirów, a na podstawie opracowania archiwalnego (Ostrzyżek, Dembek, 1996) cztery obszary prognostyczne torfów.

Na omawianym obszarze znajduje się wiele miejsc występowania torfów. Położone są one głównie w rejonie jeziora Żyzdrój Wielki, Spychowa oraz Karwicy Mazurskiej. Są to przeważnie torfowiska niskie i przejściowe, olejowe lub turzycowiskowe. Wyznaczono cztery obszary prognostyczne (nr I–IV). Trzy z nich znajdują się one w okolicy Kawicy Mazurskiej, a jeden koło Spychowa. Parametry geologiczno-górnictwa i jakościowe torfów w tych obszarach zestawiono w tabeli 1.

Tabela 1

Wykaz obszarów prognostycznych

Numer obszaru na mapie	Powierzchnia (ha)	Rodzaj kopaliny	Wiek kompleksu litologiczno-surowcowego	Parametry jakościowe	Średnia grubość nadkładu (m)	Grubość kompleksu litologiczno-surowcowego (m)	Zasoby w kategorii D ₁ (tys. m ³)	Zastosowanie kopaliny
1	2	3	4	5	6	7	8	9
I	13,0	t	Q	popielność: 10,0% stopień rozkładu: 45%	0	śr. 1,73 maks. 2,20	225	Sr
II	23,4	t	Q	popielność: 3,30% stopień rozkładu: 35%	0	śr. 2,88 maks. 4,20	677	Sr
III	17,0	t	Q	popielność: 7,50% stopień rozkładu: 35%	0	śr. 1,68 maks.: 2,20	286	Sr
IV	3,5	t	Q	popielność: 12,0% stopień rozkładu: 40%	0	śr. 2,14 maks. 2,50	75	Sr

Rubryka 3: t – torfy

Rubryka 4: Q – czwartorzęd

Rubryka 9: Sr – rolnicze

W zachodniej części terenu arkusza, w rejonie Kolonii, wyznaczono trzy obszary perspektywiczne piasków i żwirów. Dwa z tych obszarów, położone w Kolonii i na północ od

niej, obejmują niewielkie wzgórza morenowe o wysokości do 10 m, zbudowane z piasków i żwirów. Trzeci obszar, położony na południowy wschód od Kolonii, obejmuje wzgórze zbudowane z piasków i żwirów akumulacji szczelinowej. Kruszywo piaszczysto-żwirowe miejscami pokryte jest płatami glin zwałowych. Na terenie tego obszaru znajduje się całkowicie zarośnięte stare wyrobisko.

VII. Warunki wodne

1. Wody powierzchniowe

Obszar arkusza Spychowo znajduje się na terenie dwóch zlewni trzeciego rzędu: zlewni Pisy oraz zlewni Rozogi (nazywana w niższym biegu Szkwą), będących dopływami Narwi. Zlewnia Pisy, obejmująca około 75% obszaru arkusza, podzielona jest wododziałem czwartego rzędu na zlewnię Krutyni, zajmującą północną i centralną część omawianego obszaru, oraz zlewnię Jeziora Nidzkiego i Turośli – w części wschodniej i południowo-zachodniej. Zlewnia Rozogi zajmuje południowo-zachodnią część obszaru arkusza. Największą rzeką jest Krutynia, która powyżej Spychowa przyjmuje nazwę Spychowskiej Strugi. Na odcinku objętym arkuszem Spychowo łączy ona jeziora: Zyzdrój Mały, Spychowskie, Zdrużno, Uplik i Mokre, tworząc kręte koryto wśród równin torfowych. Prowadzi nią jeden z najpiękniejszych szlaków kajakowych w Polsce. Ruczaj jest strumieniem uchodzącym do Jeziora Nidzkiego w Karwicy, około kilometr na wschód od granicy terenu arkusza. Podobnie niewielkim ciekim jest Rudnia, rozpoczynająca bieg na północny wschód od Faryn. Jest ona uregulowana w okolicy Ciesiny. Rudnia znajduje bezpośrednie ujście do Narwi. Rozoga wypływa z jeziora Świętajno i na obszarze arkusza ma charakter strumienia lub rowu melioracyjnego. Liczne jazy na Rozodze regulują poziom wody.

Jeziora pokrywają ponad około 5% omawianego obszaru. Skupione są w północnej części obszaru arkusza, w rynnach polodowcowych. Na skutek łatwej dostępności wiele jezior użytkowanych jest w celach rekreacyjnych i turystycznych. Jezioro Świętajno, jest długie na 5 km i szerokie na 300–500 m. Ma charakter przepływowy. Jego powierzchnia wynosi 175 ha, głębokość do 12 m. Jezioro Zyzdrój ma długość 6,5 km, szerokość 200–800 m, powierzchnię 210 ha, głębokość do 14,5 m. Przewężenie dzieli je umownie na Zyzdrój Wielki na północy i Zyzdrój Mały na południu. Jezioro Spychowskie tworzy owalną misę, przez której północną część przepływa Krutynia. Ma powierzchnię 50 ha, głębokość do 8,5 m. Jezioro Zdrużno ma urozmaicony kształt, powierzchnię 250 ha i głębokość do 24 m. Jezioro Uplik tworzy długi na 3 km i wąski (100–400 m) basen przepływowy. Ma powierzchnię 60,6 do

63 ha, głębokość do 9,2 m. Jezioro Mokre należy do dość dużych; ma szerokość 1–1,5 km, liczy blisko 8 km długości i sięga głębokości 51 m. Ma powierzchnię 841 ha, z czego na arkuszu Spychowo znajduje się około 25%.

Jezioro Kierwik leży między wsiami Koczek i Kierwik. Jest otwarte; wypływa z niego strumień do Krutyni. Ma powierzchnię 59 ha i głębokość do 17 m. Jezioro Skarp jest małym owalnym zbiornikiem bezodpływowym, ukrytym w Puszczy Piskiej. Jego średnica wynosi około 500 m. Jezioro Duś jest połączone z Krutynią wąskim kanałem, silnie zarośniętym i zasiedlonym przez ptactwo wodne. Jezioro jest stosunkowo płytkie, ma średnio 3 metry, a jego powierzchnia wynosi 6 ha.

W roku 2009 badano czystość rzeki Krutyni i Rozogi oraz Jeziora Mokrego (Raport..., 2010). Ocena stanu ekologicznego i chemicznego rzeki Krutyni i Rozogi (punkty pomiarowe zlokalizowane są poza granicami obszaru arkusza) wskazują na dobry stan jednolitej części wód. Taką samą ocenę uzyskały wody Jeziora Mokrego.

2. Wody podziemne

Charakterystyka wód podziemnych na obszarze arkusza Spychowo została opracowana na podstawie Mapy hydrogeologicznej Polski w skali 1:50 000, arkusz Spychowo (Bentkowski, 2000). Zgodnie z podziałem regionalnym na jednostki hydrogeologiczne (Paczyński, 1995) obszar ten znajduje się w obrębie regionu I – mazowieckiego. W celu lepszej ochrony, gospodarowania i poprawy stanu wód podziemnych wydzielono jednostkowe obszary – tzw. Jednolite Części Wód Podziemnych (JCWPd). Teren arkusza znajduje się w granicach JCWPd nr 33 i 50 (Paczyński, Sadurski, 2007).

Na omawianym terenie w utworach czwartorzędowych występuje jeden główny użytkowy poziom wodonośny. W centralnej i zachodniej części terenu stanowiącej około 70% powierzchni arkusza stwierdzono występowanie w utworach czwartorzędowych drugiego poziomu wodonośnego o podrzędnym znaczeniu. Poziom ten jest słabo rozpoznany, stwierdzony został jedynie głębokimi otworami badawczymi i brak jest informacji o jego parametrach hydrogeologicznych. Rozpoznanie poziomu trzeciorzędowego w granicach arkusza jest słabe. Wodonośne utwory trzeciorzędowe, stwierdzone w rejonie Karwicy Małej, gdzie ujęto poziom oligoceński, uzyskują wydajności około 16 m³/h przy depresji 20,5 m. Mają one podrzędne znaczenie jako użytkowe pięto wodonośne. Brak jest informacji o występowaniu w utworach starszych od trzeciorzędu warstw wodonośnych.

Główny poziom wodonośny występuje w piaskach oraz piaskach ze żwirami wodnolodowcowymi zlodowaceń środkowopolskich i północnopolskich. W części północnej i północ-

no-wschodniej występuje on bezpośrednio od powierzchni terenu i ma swobodne zwierciadło wody. W części zachodniej i południowo-zachodniej występuje pod przykryciem glin zlodowaceń północnopolskich o niewielkiej miąższości. Tylko lokalnie miąższość glin przekracza 15 m (na zachód o jeziora Zyzdrój Wielki, w rejonie Kolonii). Głębokość występowania głównego poziomu wodonośnego nie przekracza 5 m w strefach przyjeziornych i obniżen terenu wzdłuż cieków, a maksymalnie sięga 26 m w rejonach lokalnych wzniesień pagórów morenowych i stref gdzie ten poziom występuje pod przykryciem glin. Na większości obszaru swobodne zwierciadło wody występuje na głębokości od 2 do 8 m p.p.t. Miąższość utworów wodonośnych zmienia się w przedziale od 10 do ponad 40 m. Największe miąższości występują we wschodniej części obszaru arkusza, gdzie dochodzą do 55 m. No około 80% powierzchni arkusza miąższość tej warstwy jest większa od 20 m, a w części północno-wschodniej przekracza 40 m. Potencjalne wydajności studni w części obszaru, gdzie miąższość warstwy wodonośnej przekracza 40 m mogą wynosić ponad 120 m³/h. Na pozostałej części obszaru wydajności potencjalne wynoszą od 70 do 120 m³/h. Na przeważającej części omawianego obszaru główny, użytkowy poziom wodonośny nie jest izolowany od powierzchni lub występuje ze słabą izolacją powierzchniową. Naturalną ochronę wód stanowi pokrycie terenu przez lasy Puszczy Piskiej. Zalesienie znacznie ogranicza antropogeniczny wpływ na wody podziemne.

Wody poziomu czwartorzędowego do celów komunalnych są ujmowane w dwóch ujęciach: w Spychowie (wydajność około 250 m³/dobę) i w Farynach (około 400 m³/dobę). Natomiast do celów przemysłowych służą ujęcia w Długim Borku – dla zakładu utylizacji (wydajność prawie 300 m³/dobę) i w Spychowie – dla rozlewni gazu (wydajność około 150 m³/dobę).

Według opracowania A. S. Kleczkowskiego (1990) obszar arkusza Spychowo w całości znajduje się w obrębie trzeciorzędowego zbiornika Subniecka Warszawska (nr 215). Dla tego zbiornika nie wykonano dokumentacji. Większą część obszaru (za wyjątkiem północnego i północno-wschodniego obszaru) obejmuje czwartorzędowy Sandr Kurpie (nr 216). Obszar tego zbiornika podlega najwyższej ochronie (ONO) (fig. 3). Zbiornik Sandr Kurpie został udokumentowany w wyniku szczegółowego rozpoznania hydrogeologicznego (Rendak i in., 1998). Jego granice uległy zmianom w stosunku do wyznaczonych w opracowaniu Kleczkowskiego (1990). Granice tego zbiornika zaznaczono na mapie, a jego szacunkowe zasoby dyspozycyjne wynoszą 134 tys. m³/d.

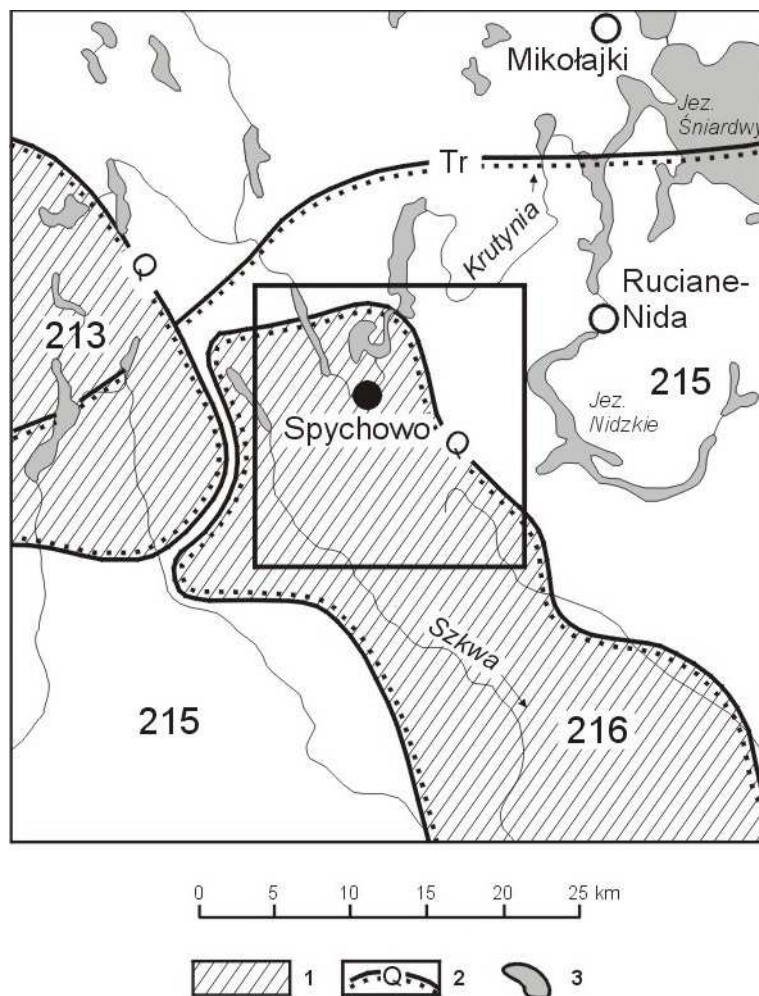


Fig. 3. Położenie arkusza Spychowo na tle obszarów głównych zbiorników wód podziemnych (GZWP) w Polsce wymagających szczególnej ochrony, wg A. S. Kleczkowskiego (1990)

1 – obszar najwyższej ochrony (ONO); 2 – granica GZWP w ośrodku porowym, 3 – większe jeziora

Numer i nazwa GZWP, wiek utworów wodonośnych: 213 – Zbiornik międzymorenowy Olsztyn, czwartorzęd (Q), 215 – Subniecka Warszawska, trzeciorzęd (Tr), 216 – Sandr Kurpie, czwartorzęd (Q)

VIII. Geochemia środowiska

1. Gleby

Kryteria klasyfikacji gleb

Dla oceny zanieczyszczenia gleb zastosowano wartości dopuszczalne stężeń metali określone w Załączniku do Rozporządzenia Ministra środowiska z dnia 9 września 2002 r. w sprawie standardów gleby oraz standardów jakości ziemi (Rozporządzenie..., 2002). Dopuszczalne wartości pierwiastków dla poszczególnych grup użytkowania, ich zakresy oraz przeciętne zawartości w glebach z terenu arkusza 217 – Spychowo, umieszczono w tabeli 2. W celu porównania tabelę uzupełniono danymi o przeciętnej zawartości (median) pierwiastków w glebach terenów niezabudowanych Polski (najmniej zanieczyszczonych w kraju).

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 217 – Spychowo	Wartość przeciętnych (median) w glebach na arkuszu 217 – Spychowo	Wartość przeciętnych (median) w glebach obszarów niezabudowanych Polski ⁴⁾
	Grupa A ¹⁾	Grupa B ²⁾	Grupa C ³⁾	N=8	N=8	N=6522
				Frakcja ziarnowa <1 mm Mineralizacja HCl (1:4)		
				Głębokość (m p.p.t.) 0–0,3 0–2,0		
As Arsen	20	20	60	<5	<5	<5
Ba Bar	200	200	1000	7–40	19	27
Cr Chrom	50	150	500	<1–6	3	4
Zn Cynk	100	300	1000	13–43	19	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	<1–3	<1	4
Ni Nikiel	35	100	300	<1–3	1	3
Pb Ołów	50	100	600	4–12	8	12
Hg Rtęć	0,5	2	30	<0,05–0,06	0,05	<0,05
Ilość badanych próbek gleb z arkusza 217 – Spychowo 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	8					
Ba Bar	8					
Cr Chrom	8					
Zn Cynk	8					
Cd Kadm	8					
Co Kobalt	8					
Cu Miedź	8					
Ni Nikiel	8					
Pb Ołów	8					
Hg Rtęć	8					
Sumaryczna klasyfikacja badanych gleb z obszaru arkusza 217 – Spychowo do poszczególnych grup użytkowania (ilość próbek)						
	8					

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 90oC, 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. (Rozporządzenie..., 2002).

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 2).

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

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

2. Osady

W warunkach naturalnych osady gromadzące się na dnie rzek i jezior powstają w wyniku akumulacji materiału (m.in. ziaren kwarcu, skaleni, minerałów węglanowych, minerałów ilastych), pochodzącego z erozji i wietrzenia skał na obszarze zlewni oraz materiału powstałego w miejscu sedymentacji (szczątki obumarłych organizmów roślinnych i zwierzęcych oraz wytrącające się z wody substancje). Na terenach uprzemysłowionych, zurbanizowanych oraz rolniczych do osadów trafiają również substancje, takie jak metale ciężkie i trwałe zanieczyszczenia organiczne (TZO), zawarte w ściekach przemysłowych, komunalnych i z ferm hodowlanych odprowadzanych do wód powierzchniowych. Wzrost stężenia metali ciężkich i TZO we współcześnie powstających osadach jest również skutkiem ich depozycji z atmosfery oraz spływu deszczowego i roztopowego z terenów zurbanizowanych (metale ciężkie, WWA) i rolniczych (arsen, rtęć, pestycydy chloroorganiczne) (Rocher i in., 2004; Reiss i in., 2004; Birch i in., 2001; Howsam, Jones, 1998; Mecray i in., 2001; Lindström, 2001; Pulford i in., 2009; Ramamoorthy, Ramamoorthy, 1997; Wildi i in., 2004). Występujące w osadach metale ciężkie i inne substancje niebezpieczne mogą akumulować się w łańcuchu troficznym do poziomu, który jest toksyczny dla organizmów, zwłaszcza drapieżników, a także mogą stwarzać ryzyko dla ludzi (Vink, 2009, Albering i in., 1999; Liu i in., 2005; Šmejkalová i in., 2003). Osady o wysokiej zawartości szkodliwych składników są potencjalnym ogniskiem zanieczyszczenia środowiska. Część szkodliwych składników zawartych w osadach może ulegać ponownemu uruchomieniu do wody w następstwie procesów chemicznych i 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., 1995; Miller i in., 2004; Middelkoop, 2000, Rozporządzenie..., 2002).

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. we sprawie rodzajów oraz stężeń substancji, które powodują, że urobek jest zanieczyszczony (Rozporządzenie..., 2002). 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 3 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 3

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

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

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

** – Macdonald D. i in., 2000.

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

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

Materiały i metody badań laboratoryjnych

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

Próbki osadów rzecznych są pobierane ze strefy brzegowej koryt rzecznych, spod powierzchni wody, z przeciwnej strony do nurtu, w miejscach, gdzie tworzący się osad charakteryzuje się większą zawartością frakcji mułkowo-ilastej, zaś osady jeziorne są pobierane z głęboczków jezior. W badaniach analitycznych wykorzystano frakcję ziarnową drobniejszą niż 0,2 mm. Zawartości arsenu, chromu, kadmu, ołowiu, miedzi, niklu i cynku oznaczono metodą atomowej spektrometrii emisyjnej ze wzbudzeniem plazmowym (ICP-OES), z roztworów uzyskanych po roztworzeniu próbek osadów wodą królewską, a oznaczenia zawartości rtęci wykonano z próbki stałej metodą spektrometrii absorpcyjnej z zateżaniem na amalgatorze. 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

Spośród jezior znajdujących się na arkuszu zbadane zostały osady jezior: Guzianka Mała, Zdrożno, Zyzdrój Mały I Zyzdrój Wielki (tabela 4). Osady jeziora charakteryzują się niskimi zawartościami potencjalnie szkodliwych pierwiastków, za wyjątkiem ołowiu, zbliżo-

nymi do ich wartości tła geochemicznego. Jednakże stwierdzone zawartości pierwiastków śladowych są niższe od ich dopuszczalnych stężeń według Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 16 kwietnia 2002 r., są one także niższe od ich wartości *PEL*, powyżej której obserwuje się szkodliwe oddziaływanie na organizmy wodne.

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

Tabela 4

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

Parametr	Guzianka Mała 2004 r.	Zdrożno 2001 r.	Zyzdrój Mały 2001 r.	Zyzdrój Wielki 2001 r.
Arsen (As)	5	6	5	<5
Chrom (Cr)	4	5	7	11
Cynk (Zn)	60	61	48	50
Kadm (Cd)	0,5	0,7	<0,5	<0,5
Miedź (Cu)	8	9	8	10
Nikiel (Ni)	4	4	5	6
Ołów (Pb)	24	35	27	24
Rtęć (Hg)	0,087	0,085	0,073	0,058
WWA _{11 WWA} *	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.
WWA _{7 WWA} **	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.
PCB***	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.

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

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

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

3. Pierwiastki promieniotwórcze

Materiał i metody badań

Do określenia dawki promieniowania gamma i stężenia radionuklidów poczarobylskiego cezu wykorzystano wyniki badań gamma-spektrometrycznych wykonanych dla Atlasu Radioekologicznego Polski 1:750 000 (Strzelecki i 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

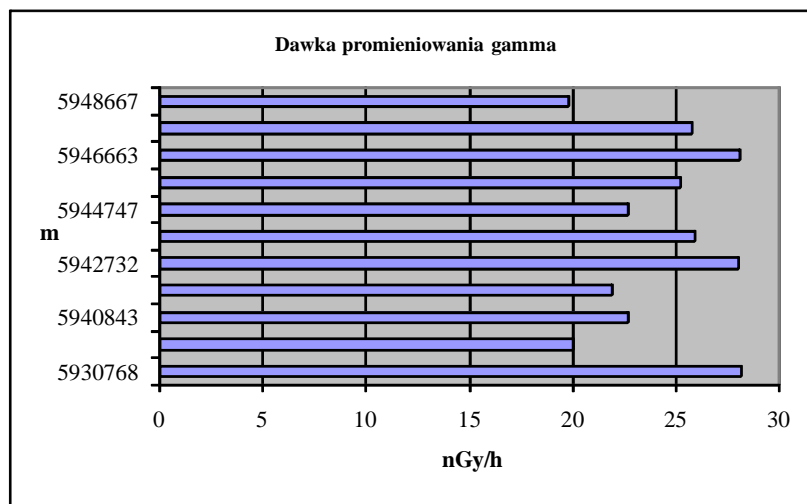
Wartości dawki promieniowania gamma wzdłuż profilu zachodniego wahają się w przedziale od około 20 do około 32 nGy/h. Przeciętnie wartość ta wynosi około 25 nGy/h i jest niższa od średniej dla obszaru Polski wynoszącej 34,2 nGy/h. Wzdłuż profilu wschodniego wartości promieniowania gamma zmieniają się od około 12 do około 62 nGy/h i przeciętnie wynoszą około 29 nGy/h.

W profilu zachodnim zarejestrowane dawki promieniowania gamma są dość niskie i bardzo wyrównane, co świadczy o tym, że zalegające wzdłuż profilu utwory – piaszczysto-zwirowe osady wodnolodowcowe zlodowacenia północnopolskiego oraz torfy charakteryzują się podobnymi wartościami promieniowania gamma. W profilu wschodnim także przeważają niskie wartości promieniowania gamma (z zakresu: 20–35 nGy/h). Są one związane z osadami wodnolodowcowymi dominującymi wzdłuż tego profilu pomiarowego. Wartość maksymalna (62 nGy/h) i wartość minimalna (12 nGy/h) promieniowania w profilu wschodnim pochodzą prawdopodobnie od występujących lokalnie w dolinach rzecznych torfów.

Stężenia radionuklidów poczynobylskiego cezu zmierzone wzdłuż obu profili są generalnie bardzo niskie, charakterystyczne dla obszarów bardzo słabo zanieczyszczonych. Wzdłuż profilu zachodniego wynoszą od 2,9 do 13,6 kBq/m², a wzdłuż profilu wschodniego wahają się od 2,6 do 10,2 kBq/m². Nieco podwyższone lokalnie wartości stężeń cezu w obu profilach pomiarowych (ok. 10-13 kBq/m²) są związane z niezbyt intensywną anomalią występującą między Olsztynem, Piszem a Ostrołęką i nie stwarzają żadnego zagrożenia radiologicznego dla ludności.

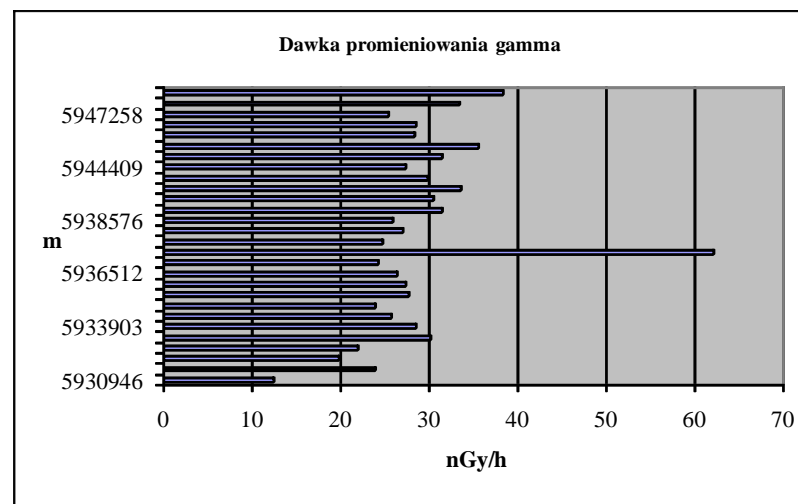
217 W

PROFIL ZACHODNI



217 E

PROFIL WSCHODNI



22

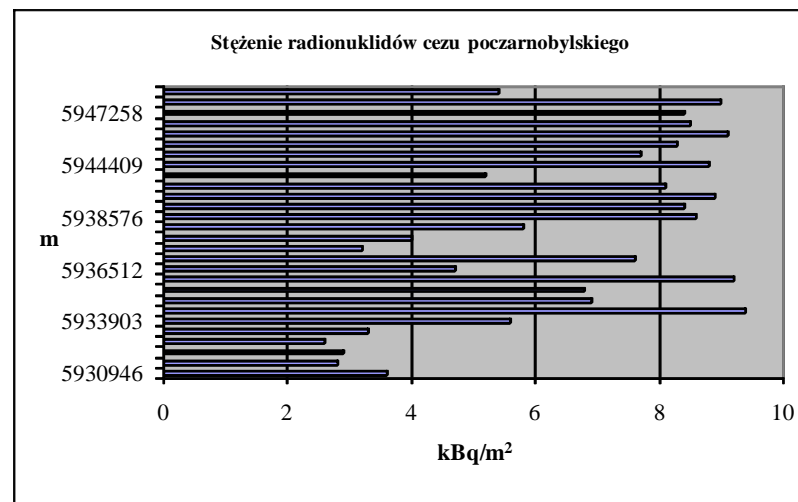
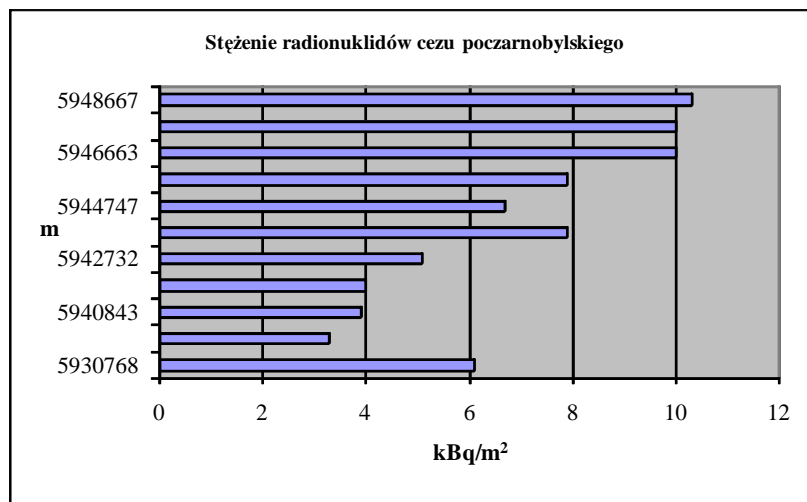


Fig. 4. Zanieczyszczenie gleb pierwiastkami promieniotwórczymi na obszarze arkusza Spychowo (na osi rzędnych – opis siatki kilometrowej arkusza)

IX. Składowanie odpadów

Na obszarze arkusza Spychowo nie wyznaczono miejsc predysponowanych do lokalizacji składowisk odpadów.

Podstawę do oceny możliwości składowania odpadów, przy opracowaniu tej warstwy tematycznej mapy stanowiły: „Ustawa o odpadach” (Ustawa..., 2001), 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 (Rozporządzenie, 2003) oraz Rozporządzenie 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).

Wyłączenie bezwzględne, obejmujące niemal całą powierzchnię arkusza wynika przede wszystkim z jego położenia w granicach obszarów Europejskiej Sieci Ekologicznej Natura 2000. Są to: obszar specjalnej ochrony ptaków „Puszcza Piska” (PLB 280008) oraz specjalny obszar ochrony siedlisk „Ostoja Piska” (PLH 280048).

Na terenach położonych w obrębie obszarów NATURA 2000 istnieją dodatkowe uwarunkowania środowiskowe powodujące wykluczenie ich z możliwości lokalizacji składowisk odpadów. Należą do nich:

- obszar objęty strefą ochronną udokumentowanego czwartorzędowego głównego zbiornika wód podziemnych GZWP nr 216 „Sandr Kurpie” (Rendak i inni, 1998); zajmuje on około 87% powierzchni arkusza;
- tereny rezerwatów przyrody: „Czaplisko-Ławny Lasek”, „Królewska Sosna”, „Jezioro Nidzkie” i „Pupy”;
- tereny przykryte osadami holoceniowymi, wykształconymi w postaci: torfów, gytii, namułów torfiastych, namułów piaszczystych, piasków jeziornych i humusowych, namułów den dolinnych. Utwory te akumulowane zostały przede wszystkim w dolinach cieków i zagłębieniach o różnej genezie oraz w rynnach jezior;
- tereny zabagnione i podmokłe oraz obszary chronionych łąk na glebach pochodzenia organicznego, występujące głównie w południowo-zachodniej i południowo-wschodniej części arkusza, wyłączone bezwzględnie wraz ze strefą o szerokości 250 m;
- otoczenie jezior (Mokre, Zyzdrój Wielki i Mały, Zdrużno, Świętajno, Uplik, Kierwik, Spychowskie, Duś, Skarp) i mniejszych zbiorników wód stojących – w odległości 250 m od linii brzegowej;

- tereny predysponowane do występowania i rozwoju ruchów masowych. Zlokalizowane są one na zalesionych skarpach zachodniego brzegu Jeziora Żyzdrój Mały (Grabowski (red.), 2007);
- rozległy kompleks leśny Puszczy Piskiej, zajmujący około 85% powierzchni arkusza;
- obszary zwartej zabudowy miejscowości Spychowo.

Ze względu na istnienie wymienionych obszarów stanowiących bezwzględne wyłączenia, przede wszystkim jednak z uwagi na unikalne wartości przyrodniczo-krajobrazowe Pojezierza Mrągowskiego i Puszczy Piskiej, w granicach arkusza nie ma możliwości przedstawienia warunków lokalizacyjnych dla składowisk odpadów, jako obiektów uciążliwych dla środowiska i zdrowia ludzi. Najbliższe tereny, które z punktu widzenia właściwości izolacyjnych podłoża oraz optymalnego sposobu korzystania ze środowiska przyrodniczego mogą być traktowane jako potencjalne dla lokalizacji składowisk odpadów, zostały wyznaczone na zachód od omawianego obszaru, w granicach arkusza Myszyniec.

X. Warunki podłoża budowlanego

Na obszarze arkusza Spychowo ocenę warunków podłoża budowlanego przeprowadzono na podstawie Szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1:50 000, arkusz Spychowo (Żuk, 2000), Mapy hydrogeologicznej Polski w skali 1:50 000 (Bentkowski, 2000) i mapy topograficznej w skali 1:50 000.

Określenie geologiczno-inżynierskich warunków podłoża budowlanego przeprowadzono na około 10% powierzchni arkusza Spychowo. Zgodnie z Instrukcją opracowania Mapy geośrodowiskowej Polski w skali 1:50 000, waloryzacja ogranicza się do wyróżnienia obszarów: o warunkach korzystnych oraz niekorzystnych, utrudniających budownictwo. Z waloryzacji wyłączono tereny leżące w granicach Mazurskiego Parku Krajobrazowego, rezerwatów przyrody, zwartej zabudowy Spychowa oraz tereny rolne o glebach klas I–IVa i łąk na glebach pochodzenia organicznego oraz lasy.

Warunki korzystne, sprzyjające budownictwu wykazują rejony występowania gruntów spoiстых: zwartych, półzwartych i twardoplastycznych oraz gruntów sypkich średniozagęszczonych i zagęszczonych, na których nie występują zjawiska geodynamiczne, a głębokość zwierciadła wody gruntowej przekracza 2 m p.p.t. Warunki takie obejmują w przewadze obszary wokół większości osad, m.in.: Kolonii, Borków, Faryn, Występu, Wysokiego Gruntu i częściowo Spychowa. Morfologia terenu na tych obszarach jest płaska, miejscami tylko lekko falista o deniwelacjach kilku metrów. Przeważają tam bardzo rozległe równiny sandrowe. Piaski, piaski ze żwirem i żwiry wodnolodowcowe zlodowaceń północnopolskich są średnio

zagęszczone, z poziomem zwierciadła wód gruntowych zalegającym głębiej niż 2 m p.p.t. Miąższość tych osadów, z uwagi na ich zaleganie na starszych utworach o podobnej genezie, jest trudna do oszacowania. Łączna miąższość utworów wodnolodowcowych sięga kilkunastu metrów. Sporadycznie w podłożu utworów okruchowych występują nieskonsolidowane lub mało skonsolidowane gliny zwałowe piaszczyste, również o korzystnych warunkach dla budownictwa.

Do gruntów o niekorzystnych warunkach geologiczno-inżynierskich, utrudniających budownictwo, należą grunty słabonośne, do których zalicza się grunty organiczne, grunty spoisłe plastyczne i miękkoplastyczne oraz grunty niespoisłe w stanie luźnym. Niekorzystne warunki geologiczno-inżynierskie związane są ze wszystkimi terenami, na których zwierciadło wód gruntowych występuje płycej niż 2 m od powierzchni terenu, bądź występują wody agresywne. Wydzieleniem tym objęte są ponadto tereny podmokłe i zabagnione, zalewane podczas powodzi oraz grunty, gdzie spadki terenu przekraczają 12%.

Na obszarze arkusza Spychowo tereny niekorzystne dla zabudowy związane są z lokalnymi podmokłościami i płytkim występowaniem wód gruntowych oraz dość często występującymi równinami torfowymi. Szczególnie rozległe torfowiska znajdują się w południowym otoczeniu jeziora Świątajno, dolinie górnej Szkwy (Rozogi), Borków Rozoskich i Jeziora Spychowskiego. Torfom często towarzyszy gytia. Lokalne podmokłości występują również nad jeziorem Zyzdrój w Zyzdrojowej Woli, koło Starych Kiełbonek oraz w części południowo-wschodniej arkusza koło Kolonii Faryny, Karwicy Małej i w dolinie Rudni koło Ciesiny. Grunty te nie są nośnym podłożem budowlanym i lokalizacja obiektów wymaga specjalnych zabiegów geotechnicznych po uprzednich badaniach geologiczno-inżynierskich. Tereny te cechują się ponadto zwiększoną agresywnością wód w stosunku do betonów, a zwierciadło wody gruntowej występuje płycej niż 2 m.

Terenami predysponowanymi do występowania i rozwoju ruchów masowych są zalesione stoki wzgórz nad zachodnim brzegiem jeziora Zyzdrój Mały (Grabowski (red.), 2007).

XI. Ochrona przyrody i krajobrazu

Na obszarze arkusza Spychowo gleby chronione obejmują klasy bonitacyjne od IIIa do IVa i zajmują około 10% jego powierzchni. Występują one płatami na niewielkim obszarze w miejscowościach: Faryny, Wojnowo, Stare Kiełbonki oraz Zyzdrojowa Wola. W obrębie gleb chronionych występują gleby kompleksu pszennego dobrego, pszennego wadliwego oraz żytniego bardzo dobrego.

Łąki na glebach pochodzenia organicznego zdecydowanie przeważają nad gruntami rolnymi. W ich obrębie występują w przewadze gleby murszowo-mineralne, murszowate, torfowe i murszowo-torfowe. Niewielką powierzchnię zajmują gleby mułowo-torfowe oraz torfowo-mułowe. Łąki występują w części południowo-zachodniej obszaru oraz miejscami w dolinach rzek i na śródleśnych polanach.

Główną część omawianego obszaru pokrywa zwarty kompleks leśny należący do Puszczy Piskiej. Są to w przeważającej części bory sosnowe, a w rejonach podmokłych lasy mieszcane. Najcenniejsze fragmenty Puszczy objęto różnymi formami ochrony przyrody.

Na północ od Spychowa przebiega granica Mazurskiego Parku Krajobrazowego (MPK). Został on utworzony w 1977 r. w celu zachowania wartości przyrodniczych, kulturowych i historycznych tego obszaru dla potrzeb nauki, dydaktyki i turystyki. W granicach MPK znajduje się jezioro Śniardwy – największe jezioro w Polsce, oraz północna część Puszczy Piskiej z rzeką Krutynią. Powierzchnia Parku wynosi 53 655 ha, a jego strefy ochronnej 18 608 ha. Jest to jeden z największych parków krajobrazowych w Polsce. Urozmaicona, polodowcowa rzeźba terenu oraz gęsta sieć rzek i jezior sprzyjają bioróżnorodności. Na terenie MPK rosną liczne gatunki roślin chronionych, np.: storczyki (listera sercowata, obuwik, storczyk szerokolistny), pływacz zwyczajny (owadożerny), dzwoniecznik wonny. Bogate są zbiorowiska roślin leśnych, łąkowych, torfowych, jeziornych, a także relikty okresu glacialnego i borealnego, do których należą m.in. chamedafne, zimozioł północny i wierzba borówkolistna. Równie bogaty jest świat zwierząt, występują tu zwierzęta chronione, np.: wydry, wilki, rysie, gronostaje i liczne nietoperze. Spośród ptaków gniazdują tu takie ptaki jak np. orzeł bielik, rybołów, orlik krzykliwy, puchacz, cietrzew, bocian czarny i wiele innych. Ekosystemy wodne są bardzo różnorodne i tworzą warunki dla różnych gatunków ryb, płazów i gadów.

Omawiany arkusz znajduje się w granicach pięciu obszarów chronionego krajobrazu, które ustanowiono w 2003 roku.

Największy zasięg na omawianym obszarze ma Spychowski Obszar Chronionego Krajobrazu (SPOChK) o pow. 12 101,8 ha, który obejmuje środkowy i zachodni fragment omawianego arkusza. Utworzono go w celu ochrony i zachowania dolin jezior rynnowych i fragmentów Puszczy Piskiej, które posiadają duże walory krajobrazowe, przyrodnicze i wypoczynkowe. Obszar ten ma prawie naturalny charakter, obejmuje jezioro Świętajno, liczne bagna oraz żyzne łąki. Stwarza on wyśmienite warunki dla gniazdowania licznych ptaków. Mają tu swoje tereny lęgowe takie ptaki jak: orzeł bielik, bocian czarny, kraska i żuraw. Bardzo liczny jest zespół zbiorowisk torfowych, np. żurawina błotna, bagno zwyczajne i skalnica

torfowa. Żerują tu dzikie zwierzęta, m.in. jelenie, sarny, dziki oraz wilki i borsuki, a spośród ptaków: żurawie, czaple i bociany.

Przy wschodniej granicy obszaru arkusza, występują dwa fragmenty Obszar Chronionego Krajobrazu Puszczy i Jezior Piskich (OChKPiJP) o powierzchni 43 629,8 ha.

Pozostałe trzy obszary stanowią południową część otuliny Mazurskiego Parku Krajobrazowego. Są to obszary chronionego krajobrazu: Otuliny Mazurskiego Parku Krajobrazowego – Zachód (OChKOMP-K-Z) o powierzchni 7381,0 ha, Otuliny Mazurskiego Parku Krajobrazowego – Kierwik (OChKOMP-K) o powierzchni 250 ha oraz Otuliny Mazurskiego Parku Krajobrazowego – Ruciane Nida (OChKOMP-K-RN) o powierzchni 1636,5 ha.

W granicach arkusza znajdują się cztery rezerваты przyrody: faunistyczny „Czapliśko – Ławny Lasek” oraz leśne: „Królewska Sosna”, „Pupy” i „Jezioro Nidzkie” (tabela 5).

Rezerwat „Czapliśko – Ławny Lasek” utworzono w celu ochrony kolonii czapli siwej nad jeziorem Uplik. W ostatnich latach czaple przeniosły się na drugi brzeg jeziora, ale las, który pozostał ma dużą wartość przyrodniczą. Jest to siedlisko subborealnego boru mieszane-go, którego głównym składnikiem jest 200-letni starodrzew sosnowy. W dziuplach drzew gniazduje wiele ptaków, w tym chroniony dzięcioł czarny.

W rezerwacie „Królewska Sosna” ochronie podlega 200-letni starodrzew sosnowy z domieszką dębu szypułkowego, świerka i brzozy. Na terenie tego rezerwatu znajdują się także trzy dystroficzne jeziora z reliktową florą torfowisk wysokich (rosiczka okrągłolistna, modrzewnica zwyczajna, bagno zwyczajne). Atrakcją turystyczną w omawianym rezerwacie są dwa pomniki przyrody: 400-letni dąb o obwodzie 540 cm, który nazwano „Dębem nad Mukrem im. K. Małka” i obumarła 300-letnia pomnikowa sosna „Królewska Sosna” o obwodzie 360 cm, od której pochodzi nazwa rezerwatu.

W rezerwacie „Pupy” przedmiotem ochrony jest tu starodrzew mieszany złożony z świerka, sosny, dębu i buka. Około 30% drzewostanu stanowią drzewa liczące ponad 100 lat, a niektóre mają nawet ponad 250 lat. Ciekawa jest historia nazwy tego rezerwatu. Pupy – tak nazywała się kiedyś miejscowość Spychowo. Niemieckie *Puppen*, czyli lalka, przetłumaczono po wojnie na Pupy. W 1959 r. zmieniono nazwę na zaczerpniętą z powieści Henryka Sienkiewicza Spychowo. Leśnicy, aby zachować historyczną nazwę, postanowili nazwę Pupy nadać pobliskiemu rezerwatowi.

Przy wschodniej krawędzi arkusza przebiega granica rezerwatu przyrody „Jezioro Nidzkie”. Jezioro to wypełnia długa na 23 km rynną polodowcową. Ma ona miejscami strome brzegi i jest sierpowato wygięta, przez co otwiera coraz to inną perspektywę. Jezioro Nidzkie należy do najbardziej malowniczych jezior mazurskich. Otoczone jest głównie przez bory

z drzewostanami sosnowymi, nierzadko 200-letnimi, z niewielką domieszką świerka i brzozy. Gniazdują tu liczne gatunki ptactwa wodnego, w tym chronione, np.: czapla siwa, dzięcioł pstry duży, łabędź niemy, perkoz dwuczuby.

W północno-zachodniej części obszaru arkusza znajduje się fragment zespołu przyrodniczo-krajobrazowego „Zyzdrój” (tabela 5). Utworzony został w 2000 r., a w 2007 r. powiększono jego obszar. Zespół obejmuje podmokłe i zatorfione obszary w przedłużeniu rynny jeziora Zyzdrój Wielki wraz z obszarami przyległymi.

Na obszarze omawianego arkusza utworzono 10 użytków ekologicznych (tabela 5). Dwa z nich – „Biele” i „Kosaciec”, utworzono dla ochrony kosańca syberyjskiego. Na terenie użytku „Biele” występuje dodatkowo pięciornik norweski i nasięźrzał pospolity. Pozostałe użytki ekologiczne utworzono dla ochrony małych, śródleśnych jeziorzek dystroficznych.

Na terenie arkusza występują liczne pomniki przyrody (tabela 5). Na uwagę zasługują wymienione wcześniej: dąb szypułkowy „Nad Mukrem im. K. Miałki” i sosna pospolita „Królewska Sosna” oraz liczne, wiekowe, rozłożyste dęby, którym nadano często imiona własne, np.: „Jurand”, „Smętek”, „Niedźwiedz”, „Złote Dęby” itp. Pozostałe pomniki to dużych rozmiarów dęby, sosny i lipa.

Tabela 5

Wykaz rezerwatów, pomników przyrody, użytków ekologicznych i zespołów przyrodniczo-krajobrazowych

Nr obiektu na mapie	Forma ochrony	Miejscowość	Gmina	Rok zatwierdzenia	Rodzaj obiektu (powierzchnia w ha)
			Powiat		
1	2	3	4	5	6
1.	R	Nadleśnictwo Strzałowo	<u>Piecki</u> Mrągowo	1963	Fn – „Czapliśko – Ławny Lasek” (7,62)
2.	R	Nadleśnictwo Strzałowo	<u>Piecki</u> Mrągowo	1959	L – „Królewska sosna” (97,42)*
3.	R	Nadleśnictwo Maskulińskie, Pisz	<u>Ruciane-Nida, Pisz</u> Pisz	1972	L – „Jezioro Nidzkie” (2 934,71)*
4.	R	Nadleśnictwo Spychowo	<u>Świątajno</u> Szczytno	1995	L – „Pupy” (58,12)
5.	P	Nadleśnictwo Strzałowo, Leśnictwo Krutyń, oddz. 179a	<u>Piecki</u> Mrągowo	1952	Pż – dąb szypułkowy „Dąb nad Mukrem im. K. Miałki”
6.	P	Nadleśnictwo Strzałowo, Leśnictwo Krutyń, oddz. 179a	<u>Piecki</u> Mrągowo	1952	Pż – sosna pospolita „Królewska sosna”
7.	P	Nowy Zyzdrój	<u>Piecki</u> Mrągowo	2007	Pż – dąb szypułkowy

1	2	3	4	5	6
8.	P	Nadleśnictwo Maskulińskie, Leśnictwo Guzianka, oddz. 166h	<u>Ruciane-Nida</u> Pisz	1965	Pż – sosna pospolita
9.	P	Nadleśnictwo Spychowo, Kolonia-Racibór	<u>Świątajno</u> Szczytno	1999	Pż – 6 dębów szypułkowych „Złote Dęby”
10.	P	Nadleśnictwo Spychowo, Leśnictwo Niedźwiedzi Kąt, oddz. 105i	<u>Świątajno</u> Szczytno	2004	Pż – 30 dębów szypułkowych
11.	P	Nadleśnictwo Spychowo, Leśnictwo Niedźwiedzi Kąt, oddz. 101y	<u>Świątajno</u> Szczytno	1999	Pż – dąb szypułkowy „Niedźwiedź”
12.	P	Nadleśnictwo Spychowo, Leśnictwo Niedźwiedzi Kąt, parking leśny	<u>Świątajno</u> Szczytno	1996	Pż – dąb szypułkowy „Niedźwiadek”
13.	P	Nadleśnictwo Spychowo, Leśnictwo Szklarnia, oddz. 178a	<u>Świątajno</u> Szczytno	1999	Pż – dąb szypułkowy „Jurand”
14.	P	Nadleśnictwo Spychowo, Leśnictwo Szklarnia, oddz. 177b	<u>Świątajno</u> Szczytno	1999	Pż – dąb szypułkowy „Smętek”
15.	P	Nadleśnictwo Spychowo, Leśnictwo Szklarnia, oddz. 177b	<u>Świątajno</u> Szczytno	1999	Pż – dąb szypułkowy „Jan”
16.	P	Nadleśnictwo Maskulińskie, Leśnictwo Borek, oddz. 142f	<u>Ruciane-Nida</u> Pisz	1952.	Pż – dąb szypułkowy
17.	P	Nadleśnictwo Spychowo, Leśnictwo Czajki, oddz. 42	<u>Świątajno</u> Szczytno	1968	Pż – dąb szypułkowy
18.	P	Nadleśnictwo Spychowo, Leśnictwo Czajki, oddz. 42	<u>Świątajno</u> Szczytno	1968	Pż – dąb szypułkowy
19.	P	Nadleśnictwo Spychowo, Leśnictwo Czajki, oddz. 310l	<u>Świątajno</u> Szczytno	1989	Pż – dąb szypułkowy
20.	P	Nadleśnictwo Spychowo, Leśnictwo Kopytko, oddz. 209b	<u>Rozogi</u> Szczytno	1999	Pż – dąb szypułkowy „Krzyś”
21.	P	Nadleśnictwo Spychowo, Leśnictwo Kopytko, oddz. 213p	<u>Rozogi</u> Szczytno	1999	Pż – dąb szypułkowy „Zdzisław”
22.	P	Nadleśnictwo Spychowo, Leśnictwo Kopytko, oddz. 219g	<u>Rozogi</u> Szczytno	1999	Pż – dąb szypułkowy „Trojan”
23.	P	Nadleśnictwo Spychowo, Leśnictwo Kopytko, oddz. 219g	<u>Rozogi</u> Szczytno	1999	Pż – lipa drobnolistna „Uleńka”

1	2	3	4	5	6
24.	P	Nadleśnictwo Spychowo, Leśnictwo Kopytko, oddz. 218d	<u>Rozogi</u> Szczytno	1999	Pż – dąb szypułkowy „Czarny”
25.	U	Nadleśnictwo Strzałowo	<u>Piecki</u> Mrągowo	2009	„Dziegiarek” – jezioro śródlądne (1,89)
26.	U	Nadleśnictwo Strzałowo	<u>Piecki</u> Mrągowo	1998	„Piekietko” – jezioro śródlądne (1,41)
27.	U	Nadleśnictwo Strzałowo	<u>Piecki</u> Mrągowo	1998	„Ławny Lasek” – jezioro śródlądne (2,55)
28.	U	Nadleśnictwo Strzałowo	<u>Piecki</u> Mrągowo	1998	„Kruczek” – jezioro śródlądne (4,24)
29.	U	Nadleśnictwo Strzałowo	<u>Piecki</u> Mrągowo	1998	„Kruczy Staw” – jezioro śródlądne (2,08)
30.	U	Nadleśnictwo Strzałowo	<u>Piecki</u> Mrągowo	1998	„Kruczy Stawek” – jezioro śródlądne (0,50)
31.	U	Nadleśnictwo Strzałowo	<u>Piecki</u> Mrągowo	1998	„Kruczek Mały” – jezioro śródlądne (2,56)
32.	U	Nadleśnictwo Strzałowo	<u>Piecki</u> Mrągowo	1992	„Zaułek” – jezioro śródlądne (26,47)
33.	U	Nadleśnictwo Spychowo	<u>Świątajno</u> Szczytno	1992	„Kosaciec” – stanowisko kosańca syberyjskiego (0,2)
34.	U	Nadleśnictwo Spychowo	<u>Świątajno</u> Szczytno	1992	„Biele” – stanowisko kosańca syberyjskiego, pięciornika norweskiego i nasieźrzała pospolitego (5,0)
35.	Z	Nadleśnictwo Strzałowo, Spychowo	<u>Piecki; Świątajno</u> Mrągowo, Szczytno	2000	„Zyzdrój” – jezioro i jego otoczenie (1335,00)*

Rubryka 2: **R** – rezerwat, **P** – pomnik przyrody, **U** – użytek ekologiczny, **Z** – zespół przyrodniczo-krajobrazowy
 Rubryka 6: rodzaj rezerwatu: **L** – leśny, **Fn** – faunistyczny, rodzaj pomnika przyrody: **Pż** – żywej, * – częściowo poza obszarem arkusza

Według koncepcji krajowej sieci ekologicznej ECONET (Liro red., 1998) teren arkusza Spychowo znajduje się w większości w granicach międzynarodowego obszaru węzłowego – Puszczy Piskiej (14M), a tylko jego południowa część położona jest w granicach drugiego międzynarodowego obszaru węzłowego – Puszczy Kurpiowskiej (22M) (fig. 5).

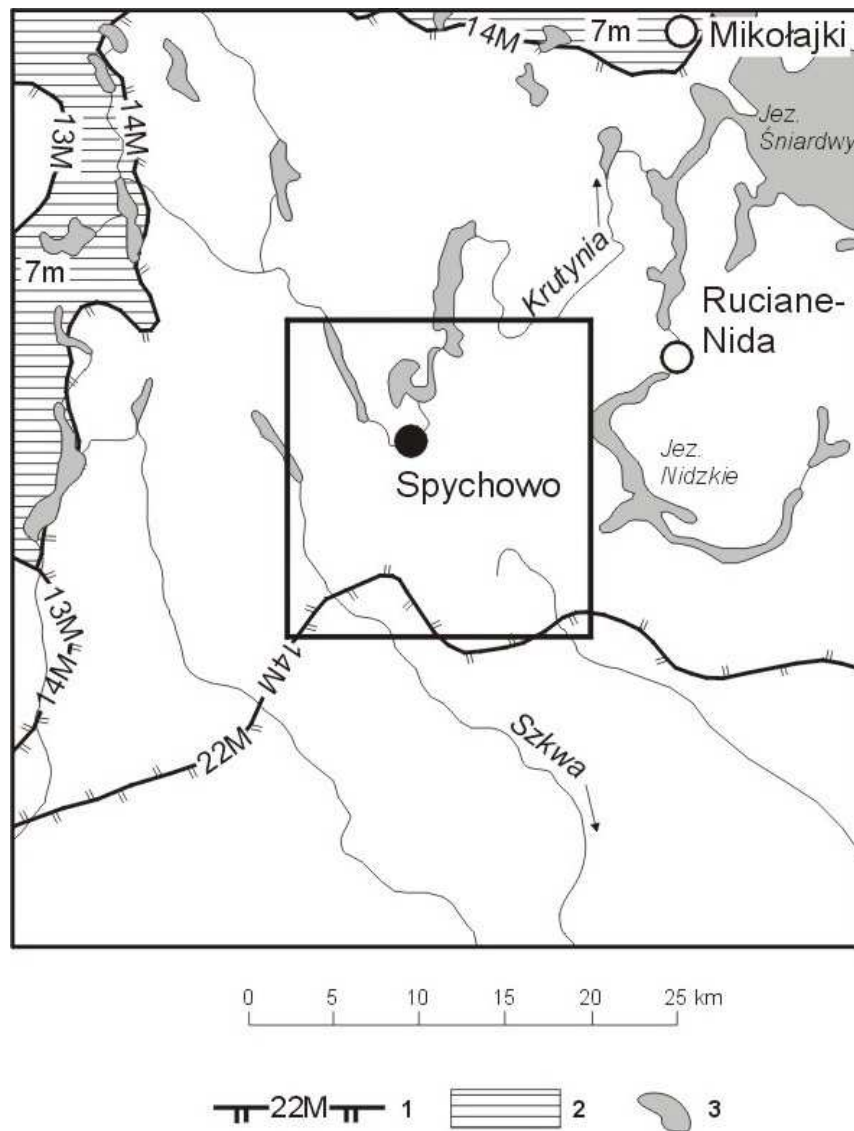


Fig. 5. Położenie arkusza Spychowo na tle systemu ECONET (Liro, 1998)

1 – granica obszaru węzłowego o znaczeniu międzynarodowym, jego numer i nazwa: 13M – Zachodniomazurski,

14M – Puszczy Piskiej, 22M – Puszczy Kurpiowskiej; 2 – międzynarodowy korytarz ekologiczny, jego numer i nazwa: 7m – Mazurski; 3 – większe jeziora

Zadaniem obszarów Natura 2000 jest ochrona cennych i zagrożonych składników różnorodności biologicznej kontynentu europejskiego. Na terenie arkusza Spychowo znajdują się fragmenty dwóch obszarów Natura 2000 – obszar specjalnej ochrony ptaków Puszcza Piska PLB280008 oraz specjalny obszar ochrony siedlisk Ostoja Piska PLH280048 (tabela 6).

Obszar Puszcza Piska leży na granicy pomiędzy krainą Wielkich Jezior Mazurskich a Niziną Mazurską. W jego północno-zachodniej części (poza arkuszem) znajduje się największe polskie jezioro – Śniardwy. Występują tu głównie lasy iglaste z dominującą sosną. W nasadzeniach liściastych dominują lipa i wiąz. Wokół zbiorników wodnych na terenach podmokłych występują zarośla olchowe i różnego rodzaju zabagnienia.

Wykaz obszarów chronionych Europejskiej Sieci Ekologicznej Natura 2000

Lp.	Typ obszaru	Kod obszaru	Nazwa obszaru i symbol oznaczenia na mapie	Położenie centralnego punktu obszaru		Powierzchnia obszaru (ha)	Położenie administracyjne obszaru w granicach arkusza			
				Długość geogr.	Szerokość geogr.		Kod NUTS	Województwo	Powiat	Gmina
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1.	D	PLB 280008	Puszcza Piska (P)	E 21°28'24"	N 53°39'15"	172 802,21	PL344 PL622 PL623	warmińsko- mazurskie	szczycieński, mragowski piski	Świątajno, Rozogi Piecki Ruciane-Nida Pisz
2	K	PLH 280048	Ostoja Piska (S)	E 21°21'42"	N 53°33'35"	57 826,61	PL622 PL623	warmińsko- mazurskie	szczycieński mragowski piski	Świątajno, Rozogi Piecki Ruciane-Nida

Rubryka 2: **D** – OSO (obszar specjalnej ochrony), który graniczy z innym obszarem Natura 2000 – OSO lub SOO (specjalny obszar ochrony); **K** – SOO (specjalne obszary ochrony), częściowo przecinający się z OSO

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

Rubryka 8: PL622 – olsztyński, PL623 – ełcki; PL344 – łomżyński

Jest to ostoja ptasia o randze europejskiej i krajowej. Występuje tu co najmniej 37 gatunków ptaków z Załącznika I Dyrektywy Ptasiej, 12 gatunków z Polskiej Czerwonej Księgi. Jest to bardzo ważna ostoja cietrzewia oraz bociana czarnego, orlika krzykliwego, puchacza, rybitwy rzecznej, włochatki i derkacza.

Część wyżej opisanej ostoi obejmuje drugi obszar Natura 2000 – Ostoja Piska. W skład obszaru weszły przede wszystkim tereny o najlepiej zachowanych lasach z cechami naturalnymi oraz o największym bogactwie gatunkowym.

XII. Zabytki kultury

Na obszarze arkusza Spychowo stanowiska archeologiczne datowane są od paleolitu po późne średniowiecze. Wyraźne ślady zasiedlenia tych ziem pochodzą dopiero z wczesnej epoki żelaza (V–III w p.n.e.) i wiązać je należy z osadnictwem kultury kurhanów zachodnio-bałtyjskich (nazwa kultury pochodzi od zwyczaju grzebania zmarłych pod okazałymi nasypami kurhanów). Ślady osadnictwa odkryto w rejonie Koczka, Spychowa i Kolonii.

Na terenie Mazur ruch osadniczy zaczął się rozwijać dość późno, dopiero w drugiej połowie XVII wieku. Spowodowane to było dużą lesistością tych obszarów tworzących zachodni kraniec dawnej Kniei Jańsborskiej (dzisiaj nazywanej Puszcą Piską) oraz niezbyt urodzajnymi glebami. Osady, które w tym czasie powstawały, zajmowały się głównie eksploatacją bogactw puszczy. Tak też stało się w przypadku wsi Spychowo, która była osadą smolarzy i węglarzy wypalających węgiel drzewny. Jej mieszkańcy w przeważającej mierze byli protestantami.

Na omawianym terenie do najcenniejszych zabytków sakralnych zalicza się zespół klasztorny staroobrzędowców z II poł. XIX wieku nad jeziorem Duś. W jego skład wchodzi klasztor z molenną pw. Zbawiciela i Świętej Trójcy, dom zakonny, dwa domy furtianych, brama i cztery budynki gospodarcze. Przy zespole klasztornym znajduje się cmentarz staroobrzędowców (na mapie te obiekty zaznaczono jednym symbolem). W Wojnowie do zabytków sakralnych należy molenna staroobrzędowców z 1923–1927 r., a we wsi Faryny cmentarz ewangelicki (mogiły ziemne).

W wielu miejscach przetrwało jeszcze budownictwo drewniane będące cennym przykładem wiejskiej architektury. Są to przede wszystkim oryginalne chaty wiejskie. Pochodzą one głównie z XIX wieku, jednak ich styl architektoniczny jest dużo starszy, sięgający swymi korzeniami XVI/XVII w. Zabytkowe domy z tego okresu można spotkać we wsiach: Faryny (dwie chałupy zaznaczono jednym symbolem), Nowy Zyzdrój (dwie chałupy zaznaczono

jednym symbolem), Zyzdrojowa Wola, Stare Kiełbonki (trzy chałupy zaznaczono jednym symbolem), Wojnowo i Zgon (cztery chałupy zaznaczono jednym symbolem).

Zabytkiem technicznym jest pompownia z wiatrakiem z pocz. XX wieku w Zgonie.

XIII. Podsumowanie

Obszar arkusza Spychowo położony jest w województwie warmińsko-mazurskim stanowi część Mazur. Znaczna jego część pokryta jest lasami Puszczy Piskiej. Niewielkie tereny objęte są uprawami rolniczymi. Gleby, w większej części należą do III i IVa klasy bonitacji. W podmokłych częściach dolin rzecznych i wokół jezior występują łąki na glebach pochodzenia organicznego. Gospodarka rybacka jest oparta na zasobach kilku jezior, z których największe to Zyzdrój Wielki i Zyzdrój Mały, Świętajno, Mokre i Zdróżno.

Na obszarze arkusza nie udokumentowano złóż kopalin. Widoczne są ślady wydobywania w przeszłości piasków i żwirów. Wyznaczono cztery obszary perspektywiczne torfów i trzy obszary piasków i żwirów. Stan rozpoznania geologicznego oraz walory przyrodnicze obszaru objętego arkuszem nie dają podstaw do wyznaczenia obszarów perspektywicznych i prognostycznych innych kopalin.

Zasoby wód podziemnych są duże, a dwa zbiorniki tych wód zaliczono do głównych zbiorników wód podziemnych w Polsce: w czwartorzędowym sandrze Kurpie i trzeciorzędowym – subniecka warszawska. Ten drugi ma na omawianym obszarze podrzędne znaczenie użytkowe ze względu na znaczną głębokość potencjalnych ujęć. Jednakże znaczenie tego zbiornika rośnie na południe, w kierunku Mazowsza i jego ochrona przed zanieczyszczeniem jest istotna. Znaczenie użytkowe ma przede wszystkim czwartorzędowe piętro wodonośne z jednym głównym poziomem wodonośnym – przypowierzchniowym. Drugi poziom wodonośny, zawarty między glinami morenowymi, ma znaczenie podrzędne. Największe komunalne ujęcia wód podziemnych znajdują się w Farynach i Spychowie.

Na terenie arkusza Spychowo nie wyznaczono obszarów preferowanych do lokalizacji składowisk odpadów. Ze względu na uwarunkowania środowiskowe (obszary NATURA 2000, GZWP nr 216) oraz budowę geologiczną, tereny te znajdują się w obszarze wyłączonym bezwzględnie z lokalizacji tego typu inwestycji.

Omawiany obszar jest w zasadzie płaski, równinny, a tylko w północnej części porozi-nany dolinami jezior rynnowych. Na równinie warunki podłoża budowlanego są zwykle dobre, natomiast w dolinach i wokół jezior pojawiają się grunty organiczne, które utrudniają budownictwo.

Najcenniejsze fragmenty Puszczy Piskiej objęto ochroną. W granicach omawianego arkusza znajduje się Mazurski Park Krajobrazowy, pięć obszarów chronionego krajobrazu, cztery rezerwy przyrody, 10 użytków ekologicznych, 1 zespół przyrodniczo-krajobrazowy i 20 pomników przyrody żywej. Puszcza Piska została włączona do sieci NATURA 2000 (Ostoja Piska PLH280048 i Puszcza Piska PLB280008).

Głównym atutem do wykorzystania w polityce zrównoważonego rozwoju gospodarczego omawianego obszaru są walory krajobrazowe jezior skupionych w części północnej i łączącej je urokliwej rzeki Krutyni, bogactwo lasów o zróżnicowanych siedliskach, czyste powietrze i nieznacznie tylko zmienione środowisko przyrodnicze. Lasy i jeziora stwarzają możliwości rozwoju turystyki i rekreacji. Tereny te są atrakcyjne między innymi dla kajakarzy, wędkarzy i zbieraczy runa leśnego. Ośrodki wypoczynkowe zlokalizowane są między Spychowem i Zgonem. Są to doskonale miejsca wypadowe do spływu Krutynią i zwiedzania pobliskich Wielkich Jezior Mazurskich. Rozbudowa zaplecza turystycznego – bazy noclegowej, wytyczenie szlaków turystycznych i ścieżek ekologicznych jest konieczna, lecz wymaga rozsądnych działań.

XIV. Literatura

- ALBERING H., LEUSEN S., MOONEN E., HOOGEWERFF J., KEINJANS J., 1999 – Human Health Risk Assessment: A Case Study Involving Heavy Metal Soil Contamination After the Flooding of the River Meuse during the Winter of 1993–1994. *Environmental Health Perspectives* 107 (1), 37–43.
- BENTKOWSKI A., 2000 – Mapa hydrogeologiczna Polski w skali 1:50 000, arkusz Spychowo (217). Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- BIRCH G., SIAKA M., OWENS C., 2001 – The source of anthropogenic heavy metals in fluvial sediments of a rural catchment: Cocks River, Australia. *Water, Air & Soil Pollution*, 126 (1–2): 13 – 35.
- BOJAKOWSKA I., SOKOŁOWSKA G., LEWANDOWSKI P., 1995 – Metale ciężkie w glebach tarasów zalewowych Pisi. *Prz. Geol.* 44 (1), 75, 1995.
- BOJAKOWSKA I., SOKOŁOWSKA G., 1996 – Heavy metals in the Bystrzyca river flood plain. *Geological Quarterly*, 40 (3): 467–480.
- BORDAS F., BOURG A., 2001 – Effect of solid/liquid ratio on the remobilization of Cu, Pb, Cd and Zn from polluted river sediment. *Water, Air, and Soil Pollution* 128:391–400.

- GABLER H., SCHNEIDER J., 2000 – Assessment of heavy metal contamination of floodplain soils due to mining and mineral processing in the Harz Mountains, Germany. *Environmental Geology* 39 (7): 774–781.
- GAŁAŚ A., GŁOGOWSKA M., KRZAK M., PAULO A., 2006 – Mapa geologiczno-gospodarcza Polski w skali 1:50 000, arkusz Świętajno (216) wraz z objaśnieniami. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- 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.), 2007 – System Osłony Przeciwośuwiskowej. Etap I: Mapa osuwisk i obszarów predysponowanych do występowania ruchów masowych w województwie warmińsko-mazurskim. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- HOWSAM M., JONES K., 1998 – Sources of PAHs in the environment. In: *PAHs and related compounds*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, p. 137- 174.
- Instrukcja** opracowania Mapy geośrodowiskowej Polski w skali 1:50 000, 2005 – Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- KLECZKOWSKI A. S. (red.), 1990 – Mapa głównych zbiorników wód podziemnych (GZWP) w Polsce wymagających ochrony, w skali 1:500 000. Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków.
- KONDRACKI J., 2002 – Geografia regionalna Polski. PWN, 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., 1998 – Strategia wdrażania krajowej sieci ekologicznej ECONET-Polska, Fundacja IUCN Poland, Warszawa.
- LIS J., PASIECZNA A., 1995 – Atlas geochemiczny Polski 1:2 500 000. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
- LIU H., PROBST A. LIAO B., 2005 – Metal contamination of soils and crops affected by the Chenzhou lead/zinc mine spill (Hunan, China). *Sci Total Environ.* 339(1–3):153–166.

- 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.
- MIDDELKOOP H., 2000 – HEAVY-metal pollution of the river Rhine and Meuse floodplains in the Netherlands. Geologie en Mijnbouw / Netherlands Journal of Geosciences 79 (4): 411–428.
- MILLER J., HUDSON-EDWARDS K., LECHCLER P., PRESTON D., MACKLIN M., 2004 – Heavy metal contamination of water, soil and produce within riverine communities of the Rio Pilcomayo basin, Bolivia. Sci. Total Environ. 320(2-3):189-209.
- 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.
- OSTRZYŻEK S., DEMBEK W., 1996 – Zlokalizowanie i charakterystyka złóż torfowych w Polsce spełniających kryteria potencjalnej bazy zasobowej z ustaleniem i uwzględnieniem wymogów związanych z ochroną i kształtowaniem środowiska. IMUZ, Falenty.
- PACZYŃSKI B. (red.), 1995 – Atlas hydrogeologiczny Polski, skala 1:500 000. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- PACZYŃSKI B., SADURSKI A. (red.), 2007 – Hydrogeologia regionalna Polski. Tom I. Wody słodkie. 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, 2010 – Wojewódzki Inspektorat Ochrony środowiska w Olsztynie.

- RENDAK M., JAWORSKA I., HAKENBERG H., KUSMIERZ A., 1998 – Dokumentacja określająca warunki hydrogeologiczne dla ustanowienia stref ochronnych zbiornika wód podziemnych w utworach czwartorzędowych Sandr Kurpie – GZWP 216. Arch. Przeds. Geol. POLGEOL S.A. Warszawa.
- REISS D., RIHM B., THÖNI C., FALLER M., 2004 – Mapping stock at risk and release of zinc and copper in Switzerland – dose response functions for runoff rates derived from corrosion rate data. *Water, Air, and Soil Pollution* v. 159: 101–113.
- ROCHER V., AZIMI S., GASPERI J., BEUVIN L., MULLER M., MOILLERON R., CHEBBO G., 2004 – Hydrocarbons and metals in atmospheric deposition and roof runoff in Central Paris. *Water, Air, and Soil Pollution* vol. 159:67–86.
- Rozporządzenie** Ministra Środowiska z dnia 16 kwietnia 2002 r. we sprawie rodzajów oraz stężeń substancji, które powodują, że urobek jest zanieczyszczony. Dziennik Ustaw nr 55 poz. 498 z dnia 14 maja 2002 r.
- Rozporządzenie** Ministra Środowiska z dnia 9 września 2002 r. w sprawie standardów jakości gleby oraz standardów jakości ziemi. Dziennik Ustaw nr 165, poz. 1359, z dnia 4 października 2002 r.
- Rozporządzenie** Ministra Środowiska z dnia 24 marca 2003 r. w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących lokalizacji, budowy, eksploatacji i zamknięcia, jakim powinny odpowiadać poszczególne typy składowisk odpadów. Dziennik Ustaw nr 61, poz. 549 z dnia 10 kwietnia 2003 r.
- Rozporządzenie** Ministra Środowiska z dnia 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.
- SJÖBLOM A., HÅKANSSON K., ALLARD B., 2004 – River water metal speciation in a mining region – the influence of wetlands, limning, tributaries, and groundwater. *Water, Air, and Soil Pollution* 152: 173–194.
- ŠMEJKALOVÁ M., MIKANOVÁO., BORŮVKA L., 2003 – Effects of heavy metal concentrations on biological activity of soil micro-organisms. *Plant & Soil Environ.*, 49 (7): 321–326.
- 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. 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. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- SZUFLICKI M., MALON A., TYMIŃSKI M. (red.), 2011 – Bilans zasobów kopalin i wód podziemnych w Polsce według stanu na 31 XII 2010 r. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- Ustawa** o odpadach z dnia 27 kwietnia 2001 r. Dziennik Ustaw nr 185, poz. 1243 z dnia 5 października 2010 r.
- VINK J., 2009 – The origin of speciation: Trace metal kinetics over natural water/sediment interfaces and the consequences for bioaccumulation. *Environmental Pollution* 157: 519–527.
- WENG H., CHEN X., 2000 – Impact of polluted canal water on adjacent soil and groundwater systems. *Environmental Geology* vol. 39 (8): 945–950.
- WILDI W., DOMINIK J., LOIZEAU J., THOMAS R. FAVARGER P. HALLER L., PERROUD A., PEYTREMANN C., 2004 – River, reservoir and lake sediment contamination by heavy metals downstream from urban areas of Switzerland. *Lakes & Reservoirs: Research & Management* 9 (1): 75–87.
- WOŚ A., 1999 – *Klimat Polski*. Wydawnictwo PWN, Warszawa.
- ŻUK R., 1999 – *Objaśnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski 1:50 000, arkusz Spychowo (217)*. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- ŻUK R., 2000 – *Szczegółowa mapa geologiczna Polski 1:50 000, arkusz Spychowo (217)*. Państw. Inst. Geol., Warszawa.