

**PAŃSTWOWY INSTYTUT GEOLOGICZNY
PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY**

OPRACOWANIE ZAMÓWIONE PRZEZ MINISTRA ŚRODOWISKA

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

Arkusz JELENIEWO (72)



SFINANSOWANO ZE ŚRODKÓW
NARODOWEGO FUNDUSZU
OCHRONY ŚRODOWISKA
I GOSPODARKI WODNEJ



MINISTERSTWO
ŚRODOWISKA

Warszawa 2012 r.

Autorzy: Barbara Radwanek-Bąk*, Marta Chwistek*, Izabela Laskowicz*, Izabela Bojakowska*,
Paweł Kwecko*, Hanna Tomassi-Morawiec*, Grażyna Hrybowicz**

Główny koordynator MGŚP: Małgorzata Sikorska-Maykowska*

Redaktor regionalny planszy A: Albin Zdanowski*

Redaktor regionalny planszy B: Joanna Szyborska-Kaszycka*

Redaktor tekstu: Sylwia Tarwid-Maciejowska*

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

** Przedsiębiorstwo Geologiczne „POLGEOL” SA, ul. Berezyńska 39, 003-908 Warszawa

ISBN

Spis treści

I.	Wstęp – <i>B. Radwanek-Bąk</i>	3
II.	Charakterystyka geograficzna i gospodarcza – <i>B. Radwanek-Bąk</i>	4
III.	Budowa geologiczna – <i>B. Radwanek-Bąk</i>	6
IV.	Złoża kopalin – <i>M. Chwistek, B., Radwanek-Bąk</i>	11
V.	Górnictwo i przetwórstwo kopalin – <i>B. Radwanek-Bąk</i>	15
VI.	Perspektywy i prognozy występowania kopalin – <i>B. Radwanek-Bąk</i>	16
VII.	Warunki wodne – <i>B. Radwanek-Bąk, I. Laskowicz</i>	18
	1. Wody powierzchniowe.....	18
	2. Wody podziemne.....	20
VIII.	Geochemia środowiska	22
	1. Gleby – <i>P. Kwecko</i>	22
	2. Osady wodne – <i>I. Bojakowska</i>	25
	3. Pierwiastki promieniotwórcze – <i>H. Tomassi-Morawiec</i>	29
IX.	Składowanie odpadów – <i>G. Hrybowicz</i>	31
X.	Warunki podłoża budowlanego – <i>B. Radwanek-Bąk</i>	38
XI.	Ochrona przyrody i krajobrazu – <i>B. Radwanek-Bąk</i>	41
XII.	Zabytki kultury – <i>B. Radwanek-Bąk</i>	49
XIII.	Podsumowanie – – <i>B. Radwanek-Bąk, G. Hrybowicz</i>	51
XIV.	Literatura	53

I. Wstęp

Arkusze Jeleniewo Mapy geośrodowiskowej Polski w skali 1:50 000 opracowano w Oddziale Karpackim Państwowego Instytutu Geologicznego-Państwowego Instytutu Badawczego w Krakowie (plansza A) oraz w Przedsiębiorstwie Geologicznym „POLGEOL” SA w Warszawie i Państwowym Instytucie Geologicznym-Państwowym Instytucie Badawczym w Warszawie (plansza B) w 2011 roku, zgodnie z „Instrukcją opracowania Mapy geologiczno-gospodarczej Polski w skali 1:50 000” (2005). W czasie opracowywania wykorzystano materiały archiwalne i informacje zamieszczone na arkuszu Mapy geologiczno-gospodarczej Polski w skali 1:50 000 arkusz Jeleniewo (Król, 2006), wykonanym w Przedsiębiorstwie Geologicznym „PROXIMA”SA we Wrocławiu.

Mapa geośrodowiskowa składa się z dwóch plansz. Plansza A zawiera informacje dotyczące występowania kopalin oraz gospodarki złożami, na tle wybranych elementów: hydrogeologii, geologii inżynierskiej oraz ochrony przyrody, krajobrazu i zabytków kultury. Plansza B zawiera nowe treści zapisane w warstwie informacyjnej „Ochrona powierzchni Ziemi”, w skład której wchodzi informacje dotyczące geochemii środowiska oraz składowania odpadów.

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

Mapa adresowana jest przede wszystkim do instytucji, samorządów terytorialnych i administracji państwowej zajmujących się racjonalnym zarządzaniem zasobami środowiska przyrodniczego. Informacje środowiskowe przedstawione na mapie stanowią pomoc przy wykonywaniu wojewódzkich, powiatowych i gminnych programów ochrony środowiska oraz planów gospodarki odpadami. Zawarte w mapie treści mogą być wykorzystywane w pracach studialnych przy opracowywaniu strategii rozwoju województwa oraz projektów i planów zagospodarowania przestrzennego, a także w opracowaniach ekofizjograficznych. Ponadto mogą

stanowić pomoc w realizacji postanowień ustaw o zagospodarowaniu przestrzennym, o odpadach i prawa ochrony środowiska oraz prawa geologicznego i górniczego.

Materiały archiwalne wykorzystane do opracowania mapy zebrane zostały między innymi w urzędach gmin, w starostwie powiatowym w Suwałkach, na terenie województwa podlaskiego oraz w Centralnym Archiwum Geologicznym w Warszawie. Zgromadzone materiały sprawdzono i uzupełniono w terenie. Kwalifikację sozologiczną złóż uzgodniono z geologiem wojewódzkim.

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

II. Charakterystyka geograficzna i gospodarcza

Obszar arkusza Jeleniewo ograniczają współrzędne geograficzne: 22°45'-23°00' długości geograficznej wschodniej oraz 54°10'-54°20' szerokości geograficznej północnej.

Pod względem administracyjnym obszar ten położony jest w większości na terenie województwa podlaskiego w powiecie suwalskim, a tylko jego północno-zachodnia część znajduje się w obrębie województwa warmińsko-mazurskiego w powiecie gołdapskim w gminie Dubeninki. Powierzchnia arkusza obejmuje gminy oraz fragmenty gmin: Jeleniewo, Przerośl, Wizajny, Rutka-Tartak, Filipów, Suwałki i Szypliszki.

Zgodnie z podziałem fizycznogeograficznym (Kondracki, 2002) obszar arkusza wchodzi w skład makroregionu Pojezierze Litewskie, podprovincji Pojezierza Wschodniobałtyckie i prowincji Niż Wschodniobałtycko-Białoruski (fig. 1). Omawiany obszar obejmuje w większości mezoregion Pojezierza Wschodniosuwalskiego, a jego południowo-zachodnia część należy do mezoregionu Równiny Augustowskiej.

Obszar arkusza Jeleniewo obejmuje wyżynę lodowcową i doliny rzeczne. Wyżyna lodowcowa dzieli się na część o charakterze typowo wyżynnym, o pagórkowatej i falistej rzeźbie terenu oraz element wklęsły – Zagłębienie Szeszupy, również o urozmaiconej morfologii. Wyżyna ta została ukształtowana ostatecznie przez młodoplejstoceniński lob lodowcowy Hańczy, którego transgresja, a następnie recesja spowodowały utworzenie różnych form rzeźby: moren czołowych i moren z wyciśnięcia, ozów, kemów, powierzchni sandrowych, jak również głębokich rynien lodowcowych. Należy do nich rynna najgłębszego w Polsce jeziora Hańcza (108 m). Wyniesiona, pagórkowata część wyżyny lodowcowej zajmuje około ¼ powierzchni obszaru i wznosi się od 210–230 m n.p.m. w części wschodniej, do 270–290 m n.p.m. w części północnej, przeciętnie – 235 m n.p.m. Zagłębienie Szeszupy położone jest na omawianym obszarze pomiędzy miejscowościami Szurpiły, Szeszupka, Smolniki, Sidory i Gulbie-

niszki. Stanowi ono obniżenie od 40 do 90 m niższe od otaczającej je wyżyny lodowcowej. Maksymalną kulminację terenu stanowi tu wzgórze na zachód od Jeziora Hańcza osiągające 295,5 m n.p.m. Charakterystyczne wzniesienia, usytuowane w obrębie Wzgórz Jeleniewskich, to Góra Krzemieniucha (+288,2 m n.p.m.) w rejonie Żywej Wody, Góra Cisowa (+256,4 m n.p.m.) w Gulbieniskach i Góra Jesionowa (+251,2 m n.p.m.) nad jeziorem Szelment Wielki.

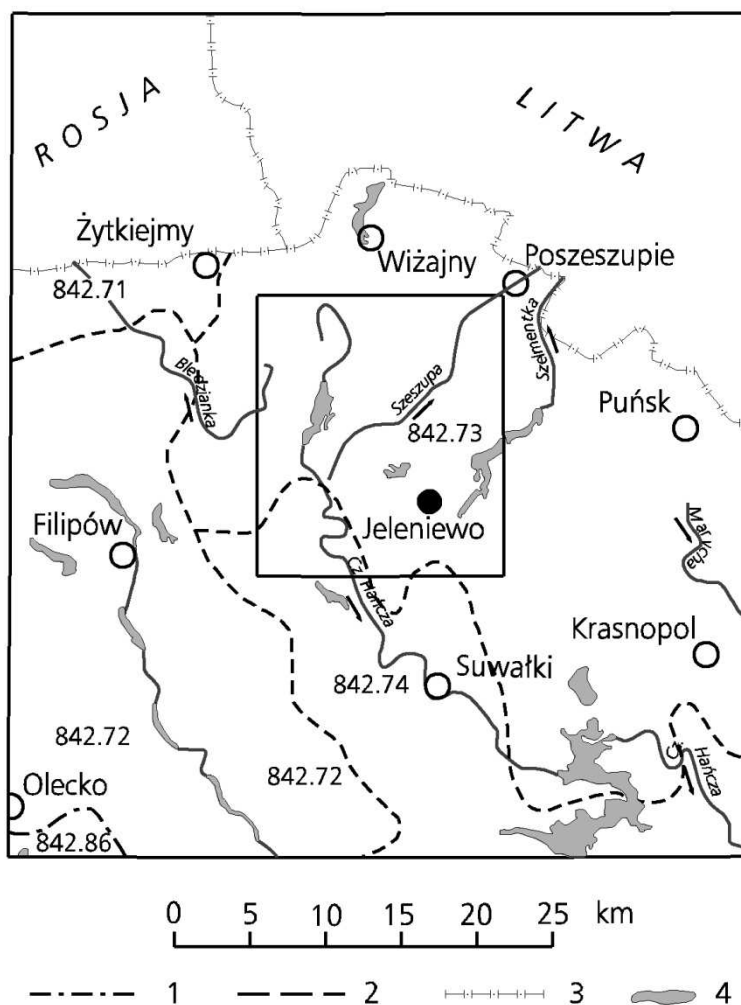


Fig. 1 Położenie arkusza Jeleniewo na tle jednostek fizycznogeograficznych wg J. Kondrackiego (2002)

1 – granica makroregionu; 2 – granica mezoregionu; 3 – granica państwa; 4 – większe jeziora

Prowincja: Niż Wschodniobałtycko-Białoruski

Podprowincja: Pojezierza Wschodniobałtyckie

Makroregion: Pojezierze Litewskie

Mezoregiony Pojezierza Litewskiego: 842.71 – Puszcza Romincka, 842.72 – Pojezierze Zachodniosuwalskie, 842.73 – Pojezierze Wschodniosuwalskie, 842.74 – Równina Augustowska

Makroregion: Pojezierze Mazurskie

Mezoregiony Pojezierza Mazurskiego: 842.86 – Pojezierze Ełckie

Od południa wyżyna polodowcowa przechodzi w Równinę Augustowską (poza obszarem arkusza) – rozległy sandr zaczynający się w okolicy Suwałk na wysokości około 190 m n.p.m. i obniżającym się do około 120 m n.p.m. w okolicy Augustowa.

Według podziału klimatycznego obszar arkusza, należy do regionu Mazursko-Podlaskiego (Woś, 1999). Omawiany teren odznacza się wyraźnymi cechami klimatu kontynentalnego. Należy do najchłodniejszych obszarów w kraju, o najkrótszym okresie wegetacyjnym, który trwa zaledwie 190 dni. Pokrywa śnieżna leży tu prawie 100 dni, a średnia roczna temperatura wynosi 6°C. Lato jest ciepłe i suche, a temperatura sięga do nawet do 35°C. Liczba dni słonecznych w ciągu roku wynosi 180. Roczna suma opadów atmosferycznych mieści się w przedziale 700–800 mm. Na całym obszarze przeważają wiatry zachodnie i południowo-wschodnie (Lorenc, 2005).

Znaczne fragmenty omawianego obszaru zajmują gleby dość dobrej klasy gleb (klasy IV i IVa) oraz żyzne łąki na glebach pochodzenia organicznego. Dominują gleby bielicowe. Na obszarze wysoczyzny pojeziernej gleby zostały wytworzone na osadach czwartorzędowych: piaskach, żwirach i glinach zwałowych. Żyźniejsze są bielice wykształcone na glinach zwałowych i piaskach gliniastych, natomiast słabszymi glebami są bielice na osadach piaskowo-żwirowych oraz gleby bagienne. Na tym obszarze miejscami występują urodzajne gliniaste gleby brunatne.

Lasy zajmują około 15% analizowanego terenu. Niewielkie kompleksy leśne składają się przeważnie z lasów mieszanych świerkowych z domieszką leszczyny, osiki, brzozy brodawkowatej i lipy. Większość lasów stanowi własność prywatną.

Obszar ten ma charakter typowo rolniczy. Uprawia się tu podstawowe zboża i ziemniaki. Dobrze rozwinięta jest też hodowla bydła. Największą miejscowością, a także siedzibą władz gminy jest Jeleniewo. Wyjątkowe w skali krajowej walory krajobrazowe i przyrodnicze jeziora Hańcza i jego otoczenia sprawiają, że jest to teren licznie odwiedzany przez turystów. Posiada więc dobrze rozwiniętą sieć agroturystyczną z bogatą ofertą miejsc noclegowych i możliwością ekologicznego żywienia. Istnieje tu wiele oznakowanych szlaków turystycznych i rowerowych, a w zimie możliwość uprawiania narciarstwa biegowego, kuligów itp.

Sieć komunikacyjna jest dosyć dobrze rozwinięta. Główną oś komunikacyjną stanowi odcinek drogi wojewódzkiej nr 655 z Suwałk do Rutki-Tartak, dokąd dochodzi droga nr 651 z Sejna do Wiżajna. W południowo-zachodniej części obszaru arkusza przebiega odcinek drogi nr 652 Suwałki-Olecko. Wsie połączone są utwardzonymi drogami gruntowymi.

III. Budowa geologiczna

Budowę geologiczną obszaru arkusza przedstawiono na podstawie Szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1:50 000 arkusz Jeleniewo (Ber, 1967, 1968). Położenie obszaru arkusza na tle przeglądowej mapy geologicznej Polski przedstawia fig. 2.

Obszar objęty arkuszem Jeleniewo położony jest na wyniesieniu mazursko-suwalskim w obrębie platformy wschodnio-europejskiej. Jego wgłębna budowa jest dość dobrze poznana dzięki głębokim wierceniom związanym rozpoznaniem złóż rud żelaza (otwory wiertnicze w rejonie Krzemianki). Na prekambryjskim podłożu krystalicznym leżą tu skały osadowe ryfeju, kambru, ordowiku, syluru, triasu, jury, kredy i trzeciorzędu (Pożaryski, 1973; Parecka, Sylwestrzak, 1990).

Strop podłoża krystalicznego znajduje się na głębokości 500 m poniżej poziomu morza. Budują je różne odmiany: gnejsów, migmatytów, granodiorytów, diorytów, granitów, anortozytów i norytów wieku proterozoicznego o miąższości przekraczającej 650 m (nie przewiercono). Ze skałami tymi związana jest mineralizacja ilmenitowo-magnetytowa, częściowo o charakterze złożowym (złoża rud ilmenitowo-magnetytowych rejonu Krzemianki).

Na fundamencie krystalicznym leży seria osadowa dzieląca się na dwa piętra strukturalne: dolne neoproterozoiczno-paleozoiczne i górne – mezozoiczno-kenozoiczne. Piętro dolne składa się z serii osadowej ediakaru (górny ryfej, wend), kambru, ordowiku i syluru o łącznej miąższości 800 do 1000 m. Utwory ediakaru mają miąższość od 2 do 48 m i są reprezentowane przez iłowce, mułowce, łupi ilaste i piaskowce. W otworach wiertniczych nie stwierdzono osadów dolnego kambru. W górnym kambrze i dolnym ordowiku, występują piaskowce i łożypki. Środkowy i górny ordowik reprezentują wapienie detrytyczne, dolomityczne oraz wapienie zoogeniczne glaukonitowe i szamozytowe. Sylur reprezentują skały głównie iłowce i margle.

Piętro górne składa się z osadów permo-triasu, jury, kredy i trzeciorzędu. Rozpoczynają je osady permu, o niewielkiej miąższości – do kilku metrów, wykształcone jako dolomityczne arkozy oraz skrasowiałe wapienie. Miąższość osadów triasu dolnego i środkowego jest rzędu 190-230 metrów. W dolnej części tworzą je pstre łupki i piaskowce z wkładkami wapieni oolitowych, a w górnej – mułowce, łupki i piaskowce arkozowe. Utwory triasu występują na głębokościach ponad 600 m. W profilach otworów brak osadów górnego triasu i dolnej jury. Osady jury środkowej tworzą kompleks piaskowcowo-ilasty, natomiast jurę górną reprezentują wapienie rafowe i margliste z krzemieniami oraz wapienie płytowe. Na omawianym obszarze brak jest starszych utworów dolnej kredy. Osady albu wykształcone są w postaci piaskowców i mułowców glaukonitowych o miąższości około 60–80 m. Kredę górną reprezentują margle i wapienie z krzemieniami oraz kreda piszcząca o miąższości 120–144 m. Utwory kredy górnej w sposób ciągły przechodzą w wapienie, margle i opoki zaliczane do paleocenu (dan). Z powodu ruchów górotwórczych związanych z fazą Iaramijską cały badany obszar uległ wypiętrzeniu i był denudowany w okresie późnego trzeciorzędu, przed sedymentacją

wodnolodowcową czwartorzędu w wyniku czego brak jest tu osadów późnego paleogenu i eogenu.

Utwory czwartorzędowe pokrywają cały obszar arkusza Jeleniewo. Ich miąższość wynosi około 280 m (fig. 2).

Osady plejstocenu, reprezentują utwory zlodowaceń południowopolskich, środkowopolskich, interglacjału eemskiego i zlodowaceń północnopolskich.

Stadium starszy zlodowacenia południowopolskiego charakteryzował się sedymentacją glacialną w postaci ciągłej pokrywy gliny zwałowej o miąższości 1,5 m do 10,0 m, która spoczywa bezpośrednio na piaszczysto-marglistych osadach danopaleocenu. Z okresu recesji lądolodu tego stadium pochodzą ropy i mułki zastoiskowe o miąższości, około 2,5 m, które osadzały się w płytkich zbiornikach. Ropy te zostały częściowo zaburzone glacitektonicznie przez lądolód stadium młodszego, którego zbliżanie się zaznaczyło się akumulowanymi przez wody lodowcowe piaskami i żwirami o miąższości rzędu 6,5 m. Miejscami w obniżeniach powierzchni osadzały się ropy i mułki warwowe o miąższości warstewek ilastych rzędu 0,5–1 cm. Lądolód stadium młodszego (zlodowacenie sanu 2) nasunął się na cały badany obszar i pokrył go gliną zwałową o miąższości od 43 m do 61 m. Z okresu recesji lądolodu pochodzą ropy zastoiskowe (górne) o przeciętnej miąższości 3 m. W okresie interglacjału wielkiego (mazowieckiego) omawiany obszar był głównie erodowany i denudowany. Osady te znane są wyłącznie z wierceń.

Zlodowacenia środkowopolskie reprezentują głównie osady wykształcone w postaci dwóch poziomów glin zwałowych związanych ze zlodowaceniami odry i wisły. Dolny poziom glin zwałowych jest nieciągły, a jego miąższość jest rzędu kilkunastu metrów (14 m). Górny poziom ma szerokie rozprzestrzenienie, a jego miąższość waha się od 12 m w części północnej obszaru arkusza do 104 m w części południowej. Gliny zwałowe tego poziomu wraz z zalegającymi powyżej osadami organicznymi (torfy, mułki) z okresu interglacjału eemskiego są zaburzone glacitektonicznie. Początkowe stadia zlodowaceń zaznaczyły się obecnością piaszczysto-żwirowych osadów związanych z akumulacją wód lodowcowych nacierającego się lądolodu oraz akumulacją typu zastoiskowego (ropy i mułki o miąższości około 2 m).

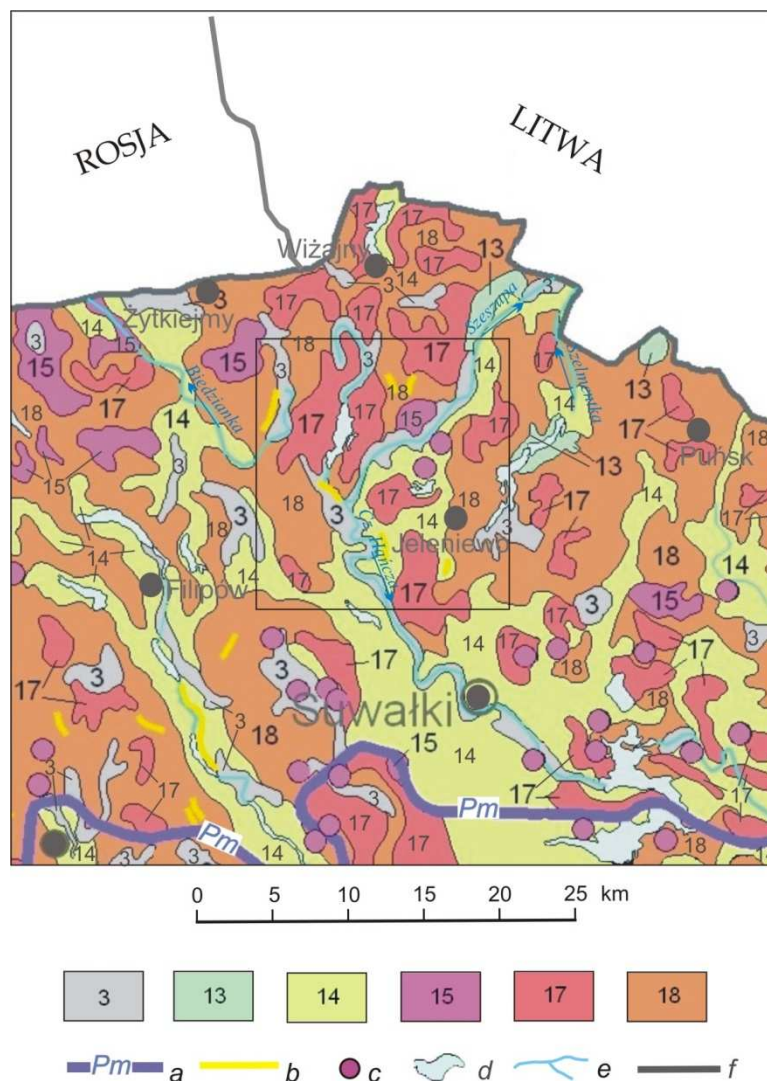


Fig. 2. Położenie arkusza Jeleniewo na tle szkicu geologicznego regionu wg Marksa, Bera, Gogołka, Piotrowskiej (2006)

Czwartorzęd; holocen: 3 – piaski, żwiry, mady rzeczne oraz torfy i namuły; plejstocen: 13 – ility, 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;
 a – zasięg fazy pomorskiej zlodowacenia wisły;
 drobne formy morfologiczne: b – ozy; c – kemy; d – jeziora, e – rzeki,
 f – granica państwa

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

Zlodowacenia północnopolskie (bałtyckie) na omawianym obszarze pozostawiły osady dwóch faz stadiału głównego: poznańsko-dobrzyńskiej i pomorskiej. Obecność fazy poznańsko-dobrzyńskiej zaznaczyła się akumulacją piasków i piasków ze żwirami wodnolodowcowymi, które występują na powierzchni terenu w dolinie Czarnej Hańcy, fragmentarycznie w okolicy Szurpił i Krzemianki, we wschodniej i zachodniej krawędzi rynny Jeleniewskiej oraz po zachodniej stronie jeziora Hańcza i wschodniej stronie jeziora Szelment. Miąższość tych osadów znana z wierceń jest zmienna od 2,5 m do 71,5 m. Nie tworzą one ciągłego poziomu, miejscami zostały one usunięte przez erozję, a w Szurpiłach i w okolicy Prudziszek

współtworzą struktury glacitektoniczne. W obniżeniach powierzchni terenu miejscami utworzyły się rozległe zastoiska, w których osadziły się ropy, mułki i piaski zastoiskowe. Budują one dno Zagłębienia Szeszupy, a ich miąższość wynosi 20 m. Z okresem zlodowacenia wiąże się występowanie glin zwałowych. Występują one powszechnie na powierzchni terenu, za wyjątkiem Zagłębienia Szeszupy i północnej części wyżyny lodowcowej (okolice Rutki-Szurpił), skąd zostały usunięte przez erozję wód lodowcowych. W południowej części obszaru arkusza miąższość glin zwałowych wynosi od 5 do 13,5 m, natomiast w północnej części wzrasta i wynosi od 53,0 do 76,0 m.

Osady fazy pomorskiej (zlodowacenie wisły) reprezentowane są przez wodnolodowcowe piaski i piaski ze żwirami oraz gliny zwałowe wyższe. Osady okruchowe występują głównie w obniżeniach dolinnych (dolina Czarnej Hańczy, Szeszupy i rynna Jeleniewska), a ich miąższość wynosi od 3,5 do 8,0 m. Lokalnie zostały zaburzone glacitektonicznie i tworzą moreny z wyciśnięcia. Gлина zwałowa fazy pomorskiej w dolinie Czarnej Hańczy i rynn timer Jeleniewskiej zalega bezpośrednio na piaskach i żwirach wodnolodowcowych w postaci denudowanych i porozcinanych erozyjnie płytów. Jej miąższość waha się od 3,0 m (okolice Barchanowa) do 5,0 m (okolice Prudziszek). Miejscami buduje ona wzgórza moren z wyciśnięcia lub leży płytami na morenach czołowych ozach i kemach.

Moreny czołowe i z wyciśnięcia tworzą wyraźne pasma i ciągi o różnych kierunkach. Główny ich ciąg o kierunku północny wschód – południowy zachód przebiega na linii Szurpiły-Krzemianka-Prudziszki. Drugi ciąg moren położony na północ od wyżej opisanego, występuje na linii Hańcza-Kruszki-Pawłówka-Śmieciuchówka. Ciągi te związane są z tzw. lobem mazurskim. Inny ciąg moren czołowych o kierunku północny zachód – południowy wschód związany jest z tzw. lobem litewskim. Moreny czołowe są zbudowane z osadów piaskowo-żwirowo-gliniastych, z gładzami i gładzikami. Czasami przykryte są nawet 4-metrową warstwą glin (okolice jezior: Szurpiły i Szelment). Miąższość osadów czołowomorenowych dochodzi do 40 m (Góra Krzemieniucha). W sąsiedztwie moren czołowych występują moreny z wyciśnięcia. W południowej części obszaru są one piaskowo-żwirowe (Pawłówka, morena nad jeziorem Hańcza), piaskowo-żwirowo-gliniaste, przewarstwione mułkami i piaskami pyłowatymi (rejon Błaskowizny, wieś Hańcza, Góra Kleszczewska okolice Szurpił i Targowiska). W Zagłębieniu Szeszupy wały moren zbudowane są wyłącznie z ropy zastoiskowych, wyciśniętych do wysokości 200 m n. p. m. Na zapleczu moren czołowych i spiętrzonych występują ozy (w formie pagórków i wałów). Formy te zbudowane są z warstwowanych horyzontalnie piasków i żwirów o dużej zmienności uziarnienia (oz w rynn timer Kozikówki). Stoki ozów czasem pokrywają gliny zwałowe oraz liczne gładz narzutowe. Ich miąższość wyznaczają wysokości względne form ozowych i wynoszą one średnio 10–15 m.

Budowa kemów jest zróżnicowana, do czego przyczyniły się różne warunki ich powstawania (kemy limnoglacialne i glacyjfluwialne). Miąższości osadów kemowych, złożonych głównie z mułków i piasków ze żwirami, wynosi około 30-40 m. Formy te występują dość licznie w Zagłębieniu Szaszupy. Piaski i żwiry tarasów kemowych występują w postaci wąskich listew przylegających do krawędzi wysoczyzn morenowych w okolicy jeziora Kamendul i na południu obszaru arkusza, w zachodniej części rynny Jeleniewskiej. Ich miąższość wynosi od 5 do 40 m.

W okresie deglacjacji lądolodu fazy pomorskiej w kierunku południowym od moren, akumulowane były wodnolodowcowe piaski różnoziarniste z przewarstwieniami żwirowymi. Budują one przeważnie mało zróżnicowane powierzchnie morfologiczne ponad doliną Czarnej Hańczy i rynną Jeleniowską. Ich miąższość jest niewielka i waha się od 5 do 10 m. W czasie wytapiania się martwego lodu w obniżeniach osadzały się ropy i mułki warwowe o miąższości nieprzekraczającej kilku metrów. Występują one w okolicy jezior Szelment i Pobłędzie.

Pod koniec plejstocenu i na początku holocenu na omawianym terenie miała miejsce denudacja, podczas której zniszczona została część starszych osadów i powstały zwietrzliny glin zwałowych. U podnóża wyżyny lodowcowej powstały w tym czasie osady deluwialne, które tworzą piaski niewarstwiane, mułkowate, gliniaste i gliny silnie piaszczyste. W okolicy Szurpił miąższość ich osiąga ponad 5 m.

W holocenie miała miejsce akumulacja piasków i piasków ze żwirami w dolinach rzecznych Czarnej Hańczy i Szaszupy. Ich miąższość nie przekracza 3 m. W małych dolinkach rzecznych i częściach brzeżnych zagłębień bezodpływowych występują piaski i namuły piaszczyste den dolinnych i zagłębień bezodpływowych. Miąższość ich jest nieznaczna, nie przekracza 1 m.

Najmłodsze torfy i namuły torfiaste występują w obniżeniach powierzchni wyżyny lodowcowej i obniżeniach dolinnych. Największe obszary torfowisk występują w północnej części arkusza w okolicach Żelazkowizny, w Zagłębieniu Szaszupy i w dolinie Czarnej Hańczy. Miąższość ich miejscami osiąga ponad 5m.

IV. Złóża kopalin

Obecnie na obszarze arkusza Jeleniewo znajduje się 6 udokumentowanych złóż. Są to złoża kopalin okruchowych – piasków i piasków ze żwirem (Szuflicki i in. [red.], 2011). W okresie ostatnich 10 lat wyeksploatowano, a następnie skreślono z krajowej ewidencji zasobów kopalin trzy złoża piasków i żwirów: „Prudziszki”, „Prudziszki I” i „Prudziszki II”. Wykaz złóż z obszaru omawianego arkusza wraz z danymi dotyczącymi aktualnego stanu ich zasobów i wydobycia przedstawia tabela 1, zaś zestawienie ich głównych parametrów geologiczno-górnictwowych i jakościowych kopaliny – tabela 2.

Złoże, które występuje na obszarze arkusza związane są z osadami wodnolodowcowymi faz: poznańskiej i pomorskiej zlodowacenia wisły. Znajdują się one w południowej części obszaru.

Złoże piasku „Jeleniewo” udokumentowano w kategorii C₁ w 1995 roku (Sadowski, 1995). W 2010 roku sporządzono dodatek do dokumentacji, w celu rozliczenia zasobów tego złoża po zakończeniu eksploatacji (Ceckowski, 2010) i zmniejszono jego powierzchnię z 1,23 ha do 0,49 ha. Średnia miąższość serii złożowej wynosi 5,0 m. Nadkład stanowi gleba i gleba piaszczysta o średniej grubości 0,4 m. Stosunek N/Z wynosi 0,08.

W odległości około 4 km na południowy wschód od złoża „Jeleniewo” zlokalizowane jest złożo „Żywa Woda” (Paprocka, 1989 a). Zajmuje ono powierzchnię 0,55 ha. Serię złożową stanowią piaski i żwiry o średniej grubości 2,44 m. Niewielki nadkład (0,2 m) stanowi gleba. Stosunek N/Z wynosi 0,06. Zwraca uwagę duże zróżnicowanie uziarnienia serii piaskowo-żwirowej (tabela 2).

W południowo-wschodniej części obszaru arkusza znajdują się dwa niewielkie złoża piasków i żwirów „Jasionowo II” i „Jasionowo III” (Tatarata, Harat, 1999, 2000), w których miąższość serii złożowej zmienia się od 3,4 m do 6,8 m. Złoże „Jasionowo II” zajmuje powierzchnię 1,38 ha, zaś złożo „Jasionowo III” 0,19 ha. W nadkładzie obu złóż o grubości od 0,1 do 0,3 m występuje gleba. Stosunek N/Z wynosi 0,03.

W 2008 roku w pobliżu tych złóż udokumentowano podobne złożo „Białorogi” (Ceckowski, Tatarata, 2008). Zajmuje ono powierzchnię 1,65 ha. Serię złożową stanowią piaski i żwiry o średniej miąższości 2,9 m. Nadkład stanowi gleba o średniej miąższości 1,2 m. Stosunek N/Z wynosi 0,41.

Złoże piasku ze żwirem „Wołownia” udokumentowano w 2011 roku (Kuczyński, 2011). Średnia miąższość serii złożowej wynosi 7,4 m. Nadkład stanowi gleba o grubości od 0,2 do 0,4 m. Stosunek N/Z wynosi 0,04.

Wszystkie złoża są suche.

Klasyfikacji sozologicznej złóż dokonano zgodnie z obowiązującymi zasadami dokumentowania złóż kopaliny (Zasady..., 2004) oraz na podstawie analizy przyrodniczo-krajobrazowej. Z punktu widzenia ochrony zasobów złóż, wszystkie złoża występujące w obrębie arkusza Jeleniewo są złożami powszechnie występującymi (4 klasa). Biorąc pod uwagę wymagania ochrony środowiska wszystkie złoża są złożami mało konfliktowymi, możliwymi do zagospodarowania bez większych ograniczeń (kategoria A). Złoże „Żywa Woda” położone jest w granicy obszaru chronionego krajobrazu Pojezierze Północnej Suwalszczyzny, lecz ze względu na niewielką powierzchnię jaką zajmuje, a także niewielkie zasoby kopaliny, nie stanowi ono zagrożenia dla środowiska.

Złoże kopalin i ich charakterystyka gospodarcza oraz klasyfikacja

Numer złoże na mapie	Nazwa złoże	Rodzaj kopaliny	Wiek kompleksu litologiczno-surowcowego	Zasoby geologiczne bilansowe (tys. t)	Kategoria rozpoznania	Stan zagospodarowania złoże	Wydobycie (tys. t)	Zastosowanie kopaliny	Klasyfikacja złoże		Przyczyny konfliktowości złoże
									wg stanu na rok 2009 (Szufflicki i in., 2011)	Klasy 1-4	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Jeleniewo	p	Q	26	C ₁	Z	-	Skb	4	A	-
2	Żywa Woda	pż	Q	25	C ₁ *	Z	-	Sd, Skb	4	A	-
5	Jasionowo III	pż	Q	0	C ₁	Z	-	Sd, Skb	4	A	-
6	Jasionowo II	pż	Q	128	C ₁	Z	-	Sd, Skb	4	A	-
7	Wołownia *	pż	Q	273	C ₁	G	-	Sd, Skb	4	A	-
8	Białorogi	pż	Q	93	C ₁	Z	5	Sd, Skb	4	A	-
	Prudziszki	pż	Q	-	ZWB	-	-	-	-	-	-
	Prudziszki I	pż	Q	-	ZWB	-	-	-	-	-	-
	Prudziszki II	ż	Q	-	ZWB	-	-	-	-	-	-

Rubryka 2: * – złoże nowo udokumentowane, stan zasobów wg dokumentacji geologicznej

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

Rubryka 4: Q – czwartorzęd

Rubryka 6: kategoria rozpoznania zasobów udokumentowanych kopalin stałych – C₁; złoże zarejestrowane (kategoria przypisana umownie) – C₁*; ZWB – złoże wykreślone z bilansu zasobów (zlokalizowane na mapie dokumentacyjnej zamieszczonej w materiałach archiwalnych)

Rubryka 7: złoże: G – złoże zagospodarowane; Z – złoże zaniechane, * – stan faktyczny (lipiec 2011),

Rubryka 9: kopaliny: Skb – kruszyw budowlanych; Sd – kruszyw drogowych

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

Rubryka 11: złoże: A – mało konfliktowe

Tabela 2

Parametry geologiczno-górnice złóż i jakościowe kopalin okruchowych

Numer złoża na mapie	Nazwa złoża	Parametry						
		powierzchnia złoża (ha)	miąższość złoża (m)	grubość nadkładu (m)	zawartość ziaren do 2 mm (%)	zawartość pyłów mineralnych (%)	gęstość nasypowa w stanie utrzesionym (t/m ³)	warunki hydrogeologiczne
1	Jeleniewo	0,49	4,0–5,6; śr. 5,0	0,2–0,7; śr. 0,4	98,0–100 śr. 99,0	3,4–4,3 śr. 3,9	1,75–1,78 śr. 1,76	suche
2	Żywa Woda	0,55	1,4–3,0 śr. 2,44	0,0–0,3 śr. 0,2	20,5–89,8; śr. 54,2	0,8–8,3; śr. 3,7	1,75–1,78; śr. 1,76	suche
5	Jasionowo III	0,19	3,4–5,1 śr. 4,1	0,1–0,2 śr. 0,13	55,6–56,7 śr. 56,2	brak	śr. 1,9	suche
6	Jasionowo II	1,39	5,7–6,8 śr. 6,3	0,2–0,3 śr. 0,23	54,2–59,5 śr. 56,6	2,7–3,2 śr. 2,9	śr. 1,9	suche
7	Wołownia	1,94	6,8–8,2; śr. 7,4	0,2–0,4; śr. 0,3	49,2–60,0; śr. 53,6	0,5–0,9; śr. 0,8	1,88–1,94; śr. 1,91	suche
8	Białorogi	1,65	1,4–11,5; śr. 2,9	0,5–1,5; śr. 1,2	52,0–69,4; śr. 66,6	1,5–2,3; śr. 2,1	śr. 1,98	zawodnione

V. Górnictwo i przetwórstwo kopalin

Na obszarze arkusza Jeleniewo obecnie eksploatowane jest tylko jedno złożo piasku i żwiru „Wołownia”. Wydobycie prowadzone jest na podstawie koncesji ważnej do października 2015 r. Złożo eksploatowane jest systemem odkrywkowym przez prywatnego przedsiębiorcę. Powierzchnia obszaru i zarazem terenu górniczego zajmuje 1,94 ha. Wyrobisko jest wgłębne o głębokości około 4 m. Ponieważ eksploatację złoża rozpoczęto niedawno, bo na wiosnę 2011, równolegle z wydobyciem prowadzone jest zdejmowanie nadkładu. Jest on składowany przy brzegach wyrobiska – odrębnie piaski zaglinione i gliny, a odrębnie humus. W obrębie wyrobiska znajduje się tymczasowe składowisko przesianego żwiru. Uszlachetnienia urobku dokonuje się na miejscu co kilka miesięcy, zależnie od tempa sprzedaży żwiru, przy pomocy wypożyczanego przez koncesjodawcę sprzętu.

Pozostałe złoża kopalin były eksploatowane w latach 1989-2010. Eksploatację złóż „Jasionowo II” i „Jasionowo III” zakończono w 2002 r. w okresie przebudowy drogi wojewódzkiej, przy której są one zlokalizowane. Część złoża „Jasionowo III” znalazła się w pasie drogowym, a część uległa zarośnięciu. Wyrobisko po eksploatacji złoża „Jasionowo II” jest dobrze widoczne w terenie. Jego rekultywacja polegała na wyrównaniu dna, wyprofilowaniu skarp i obsianiu trawą.

Dobrze widoczne w terenie jest również stokowo-wgłębne wyrobisko złoża „Jeleniewo”, które dopiero niedawno zostało uporządkowane i zrehabilitowane poprzez wyprofilowanie skarp i dna.

Niewielkie, płytke wyrobisko złoża „Żywa Woda”, które powstało w wyniku niekoncesjonowanej eksploatacji na potrzeby gminy latach 90-tych XX w. zarosło trawą i jest wykorzystywane jako pastwisko.

Złożo „Białorogi” było eksploatowane w latach 2009 do 2010 roku. W 2010 roku została uchylona na wniosek koncesjodawcy, ze względu na duże zapylenie i zailenie kopaliny. Pozostawione wgłębne, około 2 m głębokości wyrobisko jest obecnie wypełnione wodą opadową.

Eksploatacja niewielkich złóż „Prudziszki I” i „Prudziszki II” nie pozostawiła trwałych śladów. Najgłębsze, zawadnione fragmenty wyrobisk zamieniły się w oczka wodne, wokół których teren zarósł trawą lub krzewami.

Na obszarze arkusza Jeleniewo występują liczne małe wyrobiska, piasku i żwiru (Kleszczówka, Wołownia, Postawełe, Dzierwany, Molesowizna, Prudziszki), rzadziej piasku (Baranowo). Są to zazwyczaj wyrobiska stokowe lub stokowo-wgłębne, najczęściej w różnym

stopniu zarośnięte. Niekiedy widać w nich ślady doraźnej, bardzo niewielkiej eksploatacji, a raczej „podbierania” materiału ze skarp przez miejscową ludność. Jedynym większym i czynnym od wielu lat punktem eksploatacyjnym jest wystąpienie piasków i żwirów w Antosinie (punkt wystąpienia kopaliny nr 1). Jest to wyrobisko wglębne o wysokości skarp od 10 do 14 m. Kopalina urabiana jest koparką i bezpośrednio ładowana na samochody dostawcze.

VI. Perspektywy i prognozy występowania kopalin

Na obszarze arkusza Jeleniewo perspektywy występowania kopalin związane są z plejstoceniowymi osadami piaskowo-żwirowymi, które mogą być wykorzystane w budownictwie i drogownictwie. Granice obszarów perspektywicznych wyznaczono na podstawie sprawozdań z badań geologiczno-poszukiwawczych lub zwiadowczych, zawierających profile wierceń i sond archiwalnych, analizy mapy geologicznej i morfologii terenu oraz istniejących punktów występowania kopalin.

W dolinie Czarnej Hańczy, w rejonie położonym między miejscowościami Bachanowo i Okrągłe wykonano łącznie 16 otworów, na podstawie których okonturowano obszar występowania żwirów i piasków (Tulska, 1966). Ponieważ wyniki prac okazały się pozytywne, wyznaczono tu na powierzchni około 1 500 ha rozległy obszar perspektywiczny dla kruszywa żwirowo-piaskowego. Występowanie kopaliny związane tu jest z czterema poziomami tarasowymi Czarnej Hańczy: najniższym holoceniowym i trzema plejstoceniowymi (dwa nadzalewowe i sandrowy). Żwiry z domieszką piasku (o zawartości ziarn poniżej 2 mm wynoszącej od 33 do 42%, średnio 40%) zalegają pod średnim nadkładem 0,8 m i wykazują miąższość od 4-5 m na tarasach niższych do 5-6 m na tarasie sandrowym. Zawartość pyłów mineralnych wynosi 1,9%, ziaren słabych i zwietrzałych – 6,9%, a ziarn wydłużonych i płaskich 2,5%. Ponieważ obszar ten został wstępnie rozpoznawany przy pomocy wierceń wykonanych w siatce odległości 1000–2500 m, oszacowanie zasobów (w ilości około 80 mln t) ma jedynie charakter orientacyjny. Przy dokładniejszym rozpoznaniu obszaru może też okazać się, że parametry serii złożowej lub kopaliny mogą być gorsze. Z tych względów nie wyznaczono tu obszarów prognostycznych. Obszar ten leży częściowo w obrębie strefy ochrony pośredniej, ustanowionej dla ujęcia wód podziemnych.

Prace geologiczno-poszukiwawcze w celu udokumentowania złóż piasków i żwirów prowadzone były również na niewielkich obszarach w północnej części arkusza, najczęściej w sąsiedztwie istniejących żwirowni (Szeller, 1982a,b; Paprocka, 1989 b; Sadowski, 1989 a,b). W okolicy Solin i Poplina stwierdzono występowanie nieregularnie wykształco-

nych, soczewkowatych wystąpień utworów piaskowo-żwirowych, przeważnie zaglinionych lub z nadmierną zawartością frakcji pylastej. W pobliżu Pobondzia nie zaglinione piaski i żwiry pod niewielkim nadkładem występują jedynie w strefie dawnego wyrobiska, w osi wzgórza i są w dużej mierze wyeksploatowane. Obszary te na mapie zaznaczono jako rejony o negatywnych wynikach rozpoznania.

W ramach prac geologiczno-zwiadowczych prowadzonych w latach 1968-1972 w celu udokumentowania złoża ilów zastoiskowych dla cienkościennej ceramiki budowlanej wykonano otwory zlokalizowane w okolicy Uzdziejek (Marciniak, 1968), Wodзилек (Salachna, 1971), Wołowni (Gradys, 1972) oraz Żubrynia (Marciniak, 1968; Sadowski, 1989c). Nawiercona w rejonie Uzdziejek cienka warstwa ilu nie tworzy serii złożowej. Natomiast w rejonie Wodзилек występowanie ilów zastoiskowych stwierdzono jedynie w odosobnionych otworach, w których jego miąższość wynosi 6,3–21,9 m (pod nadkładem 0,9–2,6 m). Przeprowadzone badania wykazały jednak obecność w ile szkodliwych domieszek ziarnistego marglu (do 5,58%) oraz frakcji żwirowej. Ze względu na położenie omówionych obszarów w obrębie Suwalskiego Parku Krajobrazowego nie przewiduje się dalszych badań.

W okolicy Wołowni, na zachodnim brzegu jeziora Szelment Wielki, w czterech sondach stwierdzono występowanie cienkich warstw ilów, mułków i piasków zastoiskowych, zalegających jedynie w obniżeniach terenu. W wyższych partiach, występują wyłącznie gliny zwałowe. Negatywne wyniki tych prac zestawiono w sprawozdaniu (Gradys, 1972).

W rejonie Żubrynia prace zwiadowcze zapoczątkowano odwierceniem ośmiu otworów, z których dwa odosobnione nawierciły serie ilaste (Marciniak, 1968). Po 20 latach powrócono do badań w tym rejonie, w trakcie których w pięciu kolejnych otworach nawiercono ily zastoiskowe, gliny zwałowe i pylaste oraz mułki ilaste o miąższości jedynie 0,4–1,6 m. Obszar ten uznano za negatywny i zakończono sprawozdaniem (Sadowski, 1989c).

W ramach poszukiwań złóż kredy jeziornej, w rejonie Rutki-Tartak, w północno-wschodniej części obszaru arkusza, zaznaczono obszar negatywny, który kontynuuje się ku północy (arkusz Wizajny). Prowadzone tu badania wykazały obecność warstwy kredy jeziornej o miąższości 1,6–5,9 m, ale o niskiej zawartości CaO, wynoszącej 33,71% (Liwska, 1995).

Na omawianym obszarze, po ustąpieniu lądolodu, w obrębie licznych podmokłych obniżzeń terenowych i zarastających zbiorników wodnych istniały dogodne warunki dla rozwoju niewielkich torfowisk. Największa ich koncentracja występuje w dolinie Czarnej Hańczy, na południe od jeziora Szurpiły, w okolicach Czajowszczyzny, na pn. od Jeleniewa (tzw. Gołe Bagno) i w pobliżu Bondziszek. Jednak ze względu na konieczność ochrony ich wartości przyrodniczych nie stanowią one bazy zasobowej złóż torfu w Polsce (Ostrzyżek, Dembek, 1996).

W suwalskim masywie krystalicznym norytowo-anortozytowym występują dwa złoża wanadonośnych rud magnetytowo-ilmenitowych: „Krzemianka” udokumentowana w kategorii C₁ i C₂ (Parecka, Sylwestrzak, 1990) i „Udryń” w kategorii C₂ (Subieta, Samociuk, 1985). Zostały one udokumentowane na głębokości 850-2300 m i zajmują obszar 3061 ha („Krzemianka”) i 773 ha („Udryń”). Forma ciał rudnych interpretowana jest jako soczewkowo-warstwowa, miejscami – soczewkowo-gniazdowa, a cały obszar występowania złoża pocięty jest uskokami o zrzutach do kilkuset metrów. Na podstawie opracowanych i przyjętych w 1996 roku kryteriów bilansowości, zasoby złóż zostały zakwalifikowane jako pozabilansowe ze względu na niskie zawartości metali, a głównie wanadu (średnio w obu złożach: 7,26 i 7,4% TiO₂ oraz 0,32 i 0,26 V₂O₅) a także dużą głębokość udokumentowania. Kompleksowy skład rud w złożach masywu suwalskiego, zawierających obok Fe, Ti i V również podrzędne ilości Cu, Ni i Co, wbrew wcześniejszym przekonaniom nie podwyższa wartości złóż, a nawet ją obniża, ze względu na trudności w uzyskaniu koncentratów o wymaganej jakości (Nieć, 2003). Ewentualna, podziemna eksploatacja tych złóż oceniana jest jako wybitnie konfliktowa, a przy określonych w dokumentacji parametrach geologiczno-górnicznych trudnych warunkach hydrogeologicznych w nadkładzie – nieopłacalna. Być może pogłębiający się deficyt surowcowy krajów UE i założenia wspólnej polityki surowcowej spowodują w przyszłości rewizję tych ocen. Zasięgów wymienionych obszarów złożowych nie ujawniano na mapie, a to m.in. z tego względu, że złoża „Krzemianka” i „Udryń” od 1997 roku nie są umieszczane w bilansie zasobów. Wg cytowanego autora, uznanie tych złóż rud „nawet za pozabilansowe wydaje się oceną zbyt optymistyczną. Ewentualna eksploatacja jest oceniana jako wybitnie konfliktowa. Należy je traktować jako interesujący obiekt geologiczny, bez znaczenia praktycznego”.

Północne fragmenty obszaru arkusza uznano za perspektywiczne dla występowania niekonwencjonalnych złóż gazu ziemnego – gazu łupkowego. Może on występować w ilastołupkowych utworach dolnego paleozoiku, zwłaszcza syluru. Na poszukiwanie gazu łupkowego na tym terenie Minister Środowiska udzielił koncesji firmie Silurian Energy Services (obszar koncesyjny Gołdap). Obejmuje on swym zasięgiem również obszary sąsiednich arkuszy MGŚP.

VII. Warunki wodne

1. Wody powierzchniowe

Obszar arkusza Jeleniewo wyróżnia się zróżnicowaniem wód powierzchniowych. Występują tu zarówno wody płynące (rzeki i drobne cieki wodne), jak i wody stojące: naturalne (jeziora polodowcowe, mokradła) i sztuczne (zbiornik zaporowy, stawy rybne).

Omawiany obszar niemal w całości położony jest w zlewniach II rzędu – Czarnej Hańczy i Szeszupy, będących lewymi dopływami Niemna. Jedynie zachodnia jego część odwadniana jest przez rzeczkę Błędziankę (zlewnia II rzędu), należącą do dorzecza Pregoty. Czarna Hańcza, której źródła znajdują się na południowych stokach Rowelskiej Góry (arkusz Wizajny), przepływa przez jezioro Jegliniszki w okolicy Oklin i jako strumień zasila Jezioro Hańcza. Wypływa z niego jako rzeka o dużym spadku, płynąc początkowo głęboką na 30 m rynną polodowcową, następnie spowalnia swój bieg i meandrując kieruje się na południowy wschód. Na tym odcinku przyjmuje ona kilka niewielkich prawobrzeżnych dopływów odwadniających zachodnią część wysoczyzny pojeziernej.

Obszar źródłkowy Szeszupy znajduje się w łęgach w okolicy miejscowości Turtul. Rzeka ta płynie w kierunku północno-wschodnim w rozległym obniżeniu terenu, tzw. Zagłębieniu Szeszupy, przepływając przez sześć płytkich jezior i przyjmując po drodze kilka niewielkich strumieni. Prawobrzeżnym dopływem Szeszupy jest Szelmentka, która płynąc od jeziora Leszczewo, zasila jezioro Szelment Wielki (wschodni kraniec arkusza), a wypływając z niego, tworzy przesmyk łączący je z jeziorem Szelment Mały (w obrębie arkusza Puńsk).

Błędzianka wypływa z Jeziora Wersle, kierując się w kierunku południowym, a następnie w okolicach miejscowości Zarzeczce zmienia kierunek na zachodni, opuszczając obszar arkusza Jeleniewo.

Głównym elementem sieci hydrograficznej są jeziora. Na obszarze arkusza znajduje się ponad 40 jezior osiągających powierzchnię powyżej 1 ha i szereg małych oczek wodnych. Największym jeziorem jest Szelment Wielki (356 ha), a najbardziej znanym – Jezioro Hańcza (305 ha), które jest najgłębsze na całym pojezierzu (108,5 m). Jest ono również pochodzenia rynnowego. Pozostałe, znacznie mniejsze i płytsze jeziora, tworzą ciekawe krajobrazowo i przyrodniczo kompleksy. Spośród ważniejszych należy wymienić: zespół jezior kleszczewickich (Kojle, Perty, Purwin) i zespół jezior szurpilskich (Szurpiły, Jegłówek, Kluczysko). Do większych jezior należą także: Pobondzie, Pobłędzie, Mauda i Jegliniszki położone na północy omawianego obszaru; Jaczno, Kameduł, Przechodnie, Krajwelek, Okragłe, Udziejek i Kopane w jego centralnej części oraz fragment dużego Jeziora Jemieliście – na południowym-zachodzie.

Oprócz jezior na obszarze arkusza Jeleniewo znajduje się sztuczny zbiornik zaporowy na Czarnej Hańczy w Turtulu, oraz zespół stawów hodowlanych koło Kleszczówka.

Ważną rolę w obiegu wody na omawianym terenie odgrywają źródła i wysięki wodne drenujące płytkie poziomy wodonośne, występujące na różnych wysokościach w zboczach wysoczyzny i u jej podnóży. Największe ilości źródeł grupują się wokół jeziora Jaczno, na

północ od jeziora Kojle i przy północnych brzegach jeziora Hańcza. Obszary źródłiskowe, znajdują się przy brzegach jezior Jaczno i Pobądzie.

Jakość wód powierzchniowych określana jest na podstawie rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 20 sierpnia 2008 r. w sprawie sposobu klasyfikacji stanu jednolitych części wód powierzchniowych (Rozporządzenie..., 2008). W ostatnich latach (2007-2010) nie prowadzono badań jakości wód płynących w granicach arkusza. W 2010 r. monitoringiem diagnostycznym objęto jezioro Hańcza. Stan wód zarówno w klasyfikacji ekologicznej jak i chemicznej określono na dobry. Ocena ogólna wód jeziora Hańcza w 2010 r. była dobra (Klasyfikacja..., 2011).

2. Wody podziemne

Charakterystykę warunków hydrogeologicznych opracowano na podstawie Mapy hydrogeologicznej Polski w skali 1:50 000 arkusz Jeleniewo (Felter, Śmiateński, 2006).

Zgodnie z regionalizacją hydrogeologiczną Polski obszar arkusza należy do regionu Narwi Pregoty i Niemna (dawniej mazursko-podlaskiego II) i znajduje się w obrębie jednego z dziesięciu wydzielonych tu jednolitych części wód podziemnych (JCWPd) – Zlewni Czarnej Hańczy (nr 23) (Paczyński, Sadurski 2007). W regionie tym użytkowe poziomy wodonośne występują jedynie w utworach czwartorzędu (Paczyński, 1993, 1995). Decyduje o tym ich zasobność, jakość i dostępność. Inne, stwierdzone głębokimi wierceniami poziomy wodonośne związane są z utworami: triasu, jury (środkowej i górnej), kredy (środkowej i górnej) i paleogenu. Nie mają one znaczenia użytkowego.

Wodonośne piętro czwartorzędowe związane jest z kompleksem nieregularnych, naprzemianległych warstw piaskowo-żwirowych rozdzielonych warstwami nieprzepuszczalnymi. Powstało ono w złożonych warunkach sedymentacyjnych. Utwory tego piętra są lokalnie silnie zaburzone i nieciągłe wskutek występowania zjawisk neotektonicznych (glacitektonika). Na obszarze arkusza warstwy wodonośne występują w ograniczonych lokalnych strukturach o słabej poziomej więzi hydraulicznej. W ich obrębie można wydzielić cztery plejstocenyjskie poziomy wodonośne.

Najpłytszy, przypowierzchniowy poziom wodonośny związany jest z piaskami zlodowacenia wisły. Występują one lokalnie na obszarze wysoczyzny lodowcowej oraz w dolinach rzecznych i obniżeniach wytopiskowych (zagłębienie Szeszupy). Poziom ten jest zazwyczaj ujmowany przez studnie przydomowe.

Górny międzymorenowy poziom wodonośny występuje w osadach wodnolodowcowych zlodowacenia warty, w obrębie rynien lodowcowych i rozcięć erozyjnych. Jego roz-

przestrzennienie ma charakter lokalny, ale stanowi on główny wodonośny poziom użytkowy dla środkowej i południowej części arkusza Jeleniewo. Miąższość warstwy wodonośnej jest bardzo zmienna i waha się od kilku do ponad 30 m. Lokalnie, w obrębie wytopiska Szeszupy poziom ten ma bezpośredni kontakt hydrauliczny z niżej położonym poziomem dolnym. Zwierciadło ma zazwyczaj charakter naporowy. Obszar zasilania znajduje się w rejonie Jeleniewa, a drenaż odbywa się w obrębie doliny i wytopiska Szeszupy. Poziom ten jest stosunkowo zasobny w wodę, a wydajności studni mieszczą się zwykle w granicach między 30 i 50 m³/h.

Dolny międzymorenowy poziom wodonośny wykształcony jest w postaci piasków i żwirów zlodowacenia warty, rzadziej zlodowacenia odry lub obu naraz (studnia w Starej Hańczy). Miąższość utworów wodonośnych jest zmienna i lokalnie, w okolicy Krzemianki osiąga 50 m. Jako główny użytkowy poziom wodonośny występuje on przede wszystkim w południowej, zachodniej i centralnej części obszaru arkusza. Zwierciadło wody ma charakter naporowy, a w rejonie Kleszczówka i Lizdejek – artezyjski. Zasilanie tego poziomu zachodzi na drodze przesączania się wód oraz przez bezpośrednie kontakty hydrauliczne z wyżej leżącymi poziomami wodonośnymi, w obrębie wytopiska Szeszupy i wsi Jałowo. Na zachodnim skłonie doliny Szeszupy wody tego poziomu są drenowane przez liczne źródła. Dolny poziom międzymorenowy należy do zasobnych w wodę – pierwotna wydajność samowypływu ze studni w Kleszczówku wyniosła około 350 m³/h.

W obrębie piasków i żwirów interglacialnych zlodowaceń południowopolskich w rejonie Zarzecza Jeleniewskiego, na głębokości 185-218 m nawiercono spągowy, subartezyjski czwartorzędowy poziom wodonośny. Jest on słabo zbadany i ma prawdopodobnie niewielkie rozprzestrzenienie. Nie ma charakteru użytkowego.

Ujęcia wód międzymorenowych poziomów czwartorzędowych w granicach omawianego arkusza mają wydajności od 1,4 do 107 m³/h, przy depresjach 1–28 m. Większe, o wydajności powyżej 25 m³/h, pokazane na mapie, zaopatrują w wodę wodociągi gminne w: Rutce-Tartak, Gulbieniskach, Jeleniewie, Śmieciuchówce i Starej Pawłówce, ośrodek wypoczynkowy w Leszczewie nad jeziorem Szelment Wielki, a także obiekty przemysłowe w Krzemiance. Głębokość zwierciadła wody waha się od 31,6 m w Gulbieniskach do 62,4 m w Krzemiance, a miąższość warstwy wodonośnej wynosi 8,5–36,6 m. Ujęcie w Rutce-Tartak posiada 2 studnie o głębokości 82 m, w których zwierciadło wody znajduje się na głębokości 39,5–48,0 m, a miąższość warstwy wodonośnej osiąga 12–37 m. Z uwagi na brak zagrożenia zanieczyszczenia warstwy wodonośnej, dla ujęć tych nie ustanawiano stref ochrony pośred-

niej. W południowej części obszaru znajduje się fragment strefy ochrony pośredniej ujęcia wód dla Suwałk (ujęcia zlokalizowane na obszarze arkusza Suwałki).

Wody podziemne użytkowego piętra wodonośnego należą do wód słodkich, nisko zmineralizowanych (do $0,5 \text{ g/dm}^3$), o charakterze wodorowęglanowo-wapniowo-magnezowym i średniej twardości. Stwierdzono w nich podwyższoną ilość żelaza (od $1,1$ do $5,0 \text{ mg/dm}^3$) oraz około $0,1\text{-}0,2 \text{ mg/dm}^3$ manganu. Odczyn pH w większości przypadków wynosi ponad $7,0$ co wskazuje, że wody są słabo zasadowe. Na podstawie analiz wód ze studni badawczej w Sidorówce oraz z ujęcia komunalnego w Rutce-Tartak określono, że charakteryzują się one przeważnie wysoką jakością. Zawartość składników mieści się w granicach dopuszczalnych norm dla wody pitnej i nadają się one do spożycia po prostym uzdatnieniu.

Obszar arkusza Jeleniewo położony jest poza obszarami głównych zbiorników wód podziemnych (GZWP) i w znacznym oddaleniu od nich (Kleczkowski, 1990).

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 72 – Jeleniewo, umieszczono w tabeli 3. W celu porównania tabelę uzupełniono danymi o przeciętnej zawartości (median) pierwiastków w glebach terenów niezabudowanych Polski (najmniej zanieczyszczonych w kraju).

Materiał i metody badań laboratoryjnych

Dla oceny zanieczyszczenia gleb wykorzystano wyniki ze zbioru analiz chemicznych wykonanych do „Atlasu geochemicznego Polski 1:2 500 000” (Lis, Pasieczna, 1995). Próbki gleb pobierano za pomocą sondy ręcznej z wierzchniej warstwy ($0,0\text{-}0,2 \text{ m}$) w regularnej siatce $5 \times 5 \text{ km}$. 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 ($\text{HCl } 1:4$), 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 i B zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 9 września 2002 r.

Przy klasyfikacji stosowano zasadę zaliczania gleb do danej grupy, gdy zawartość co najmniej jednego pierwiastka przewyższała dolną granicę wartości dopuszczalnej w tej grupie. Na mapie umieszczono symbol pierwiastka decydującego o zanieczyszczeniu gleb z danego miejsca.

Zanieczyszczenie gleb metalami

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

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

Tabela 3

Zawartość metali w glebach (w mg/kg)

Metale	Wartości dopuszczalne stężeń w glebie lub ziemi (Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 9 września 2002 r.)			Zakresy zawartości w glebach na arkuszu 72 – Jeleniewo	Wartość przeciętnych (median) w glebach na arkuszu 72 – Jeleniewo	Wartość przeciętnych (median) w glebach obszarów niezabudowanych Polski ⁴⁾
	Grupa A ¹⁾	Grupa B ²⁾	Grupa C ³⁾	N=6	N=6	N=6522
		Głębokość (m p.p.t.) 0–0,3 0–2,0		Głębokość (m p.p.t.) 0–0,2		
As Arsen	20	20	60	<5–10	<5	<5
Ba Bar	200	200	1000	14–99	27	27
Cr Chrom	50	150	500	3–21	7	4
Zn Cynk	100	300	1000	20–89	30	29
Cd Kadm	1	4	15	<0,5–1,2	<0,5	<0,5
Co Kobalt	20	20	200	2–11	3	2
Cu Miedź	30	150	600	4–13	6	4
Ni Nikiel	35	100	300	3–17	6	3
Pb Ołów	50	100	600	6–29	8	12
Hg Rtęć	0,5	2	30	<0,05–0,06	<0,05	<0,05
Ilość badanych próbek gleb z arkusza 72 – Jeleniewo w poszczególnych grupach użytkowania				¹⁾ grupa A		
As Arsen	6			a) nieruchomości gruntowe wchodzące w skład obszaru poddanego ochronie na podstawie przepisów ustawy Prawo wodne,		
Ba Bar	6			b) obszary poddane ochronie na podstawie przepisów o ochronie przyrody; jeżeli utrzymanie aktualnego poziomu zanieczyszczenia gruntów nie stwarza zagrożenia dla zdrowia ludzi lub środowiska – dla obszarów tych stężenia zachowują standardy wynikające ze stanu faktycznego,		
Cr Chrom	6			²⁾ grupa B – grunty zaliczone do użytków rolnych z wyłączeniem gruntów pod stawami i gruntów pod rowami, grunty leśne oraz zadrzewione i zakrzewione, nieużytki, a także grunty zabudowane i zurbanizowane z wyłączeniem terenów przemysłowych, użytków kopalnych oraz terenów komunikacyjnych,		
Zn Cynk	6			³⁾ grupa C – tereny przemysłowe, użytki kopalne, tereny komunikacyjne,		
Cd Kadm	5	1		⁴⁾ Lis, Pasieczna, 1995 – Atlas geochemiczny Polski 1:2 500 000		
Co Kobalt	6			N – ilość próbek		
Cu Miedź	6					
Ni Nikiel	6					
Pb Ołów	6					
Hg Rtęć	6					
Sumaryczna klasyfikacja badanych gleb z obszaru arkusza 72 – Jeleniewo do poszczególnych grup użytkowania (ilość próbek)						
	5	1				

Pod względem zawartości metali 5 spośród badanych próbek spełnia warunki klasyfikacji do grupy A (standard obszaru poddanego ochronie), co pozwala na ich wielofunkcyjne użytkowanie. Do grupy B (standard użytków rolnych, gruntów leśnych oraz zadrzewionych i zakrzewionych nieużytków, a także gruntów zabudowanych i zurbanizowanych) zaklasyfikowano próbkę gleby z punktu 2, z uwagi na wzbogacenie w kadm (1,2 mg/kg). Koncentracja zlokalizowana jest na obszarze gleb wykształconych na najmłodszych osadach czwartorzędowych (gliny zwałowe oraz ich zwietrzliny) zasobnych w metale. Podwyższona zawartość

wiąże się z ich obfitością w skałach macierzystych, ale nie wykluczone jest także zanieczyszczenie antropogeniczne. Dokładne określenie źródła i zasięgu podwyższonej zawartości wymaga szczegółowych badań.

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

2. Osady wodne

W warunkach naturalnych osady gromadzące się na dnie rzek i jezior powstają w wyniku akumulacji materiału (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).

Kryteria oceny osadów

Jakość osadów dennych, w aspekcie ich zanieczyszczenia metalami ciężkimi oraz wielopierścieniowymi węglowodorami aromatycznymi (WWA) i polichlorowanymi bifenyłami (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 (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 4 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 4

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

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

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

** – MACDONALD D. i in., 2000.

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

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

Materiały i metody badań laboratoryjnych

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

Spośród jezior znajdujących się na arkuszu zbadano osady jezior: Przechodniego, Postawelka, Okrągłego, Krejwelka (Okrągłek), Jaczna, Jęglóweczka, Jęglówka, Hańczy, Czarnego Kleszczowieckiego, Białego Kleszczowieckiego, Kojle, Kamenuł (Kameduł), Perty,

Pobodzie, Szurpiły, Kluczyska i Szelmentu Wielkiego. Osady większości jezior charakteryzują się bardzo niskimi zawartościami potencjalnie szkodliwych pierwiastków, porównywalnymi z wartościami ich tła geochemicznego (tabela 5). Stwierdzono podwyższoną zawartość ołowiu w osadach jezior Jegłówek, Jegłoweczek, Czarnego i Białego Kleszczowieckiego, Perty, Szurpiły. Odnotowane zawartości wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych w osadach jeziora Hańcza są bardzo niskie w porównaniu do zawartości WWA w osadach jezior Polski. Stwierdzone zawartości pierwiastków śladowych w osadach jezior są niższe od ich dopuszczalnych stężeń według Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 16 kwietnia 2002 r., a 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 5

Zawartość pierwiastków śladowych w osadach jeziornych (mg/kg)

Parametr	Przechodnie 2000 r.	Postawełek 2000 r.	Okrągłe 2000 r.	Krejwełek 2000 r.	Jaczo 2001 r.	Jegłoweczek 2003 r.
Arsen As	6	9	7	9	21	8
Chrom Cr	17	8	20	18	17	12
Cynk Zn	58	45	54	69	74	100
Kadm Cd	1,1	0,6	1	0,33	0,3	1,3
Miedź Cu	16	13	13	13	15	13
Nikiel Ni	15	8	15	14	13	12
Ołów Pb	21	15	20	23	30	39
Rtęć Hg	0,078	0,105	0,066	0,088	0,075	0,176
Parametr	Perty 2002 r.	Pobodzie 2002 r.	Szelment Wielki 2005 r.	Kamendul 2001 r.	Szurpiły 2003 r.	Kluczysko 2003 r.
Arsen As	17	3	7	3	6	3
Chrom Cr	7	15	21	14	12	9
Cynk Zn	99	58	65	49	78	45
Kadm Cd	1,3	0,3	0,25	0,3	1,3	0,3
Miedź Cu	9	11	13	11	9	9
Nikiel Ni	7	12	15	10	10	8
Ołów Pb	50	18	21	17	37	14
Rtęć Hg	0,1	0,045	0,054	0,046	0,092	0,039

Parametr	Jeglówek 2003 r.	Hańcza 2010 r.	Czarne Klesz- czowieckie 2000 r.	Białe Kleszczo- wieckie 2000 r.	Kojle 2002 r.
Arsen As	3	5	3	8	9
Chrom Cr	12	22	4	13	6
Cynk Zn	86	86	66	115	56
Kadm Cd	1,2	<0,5	0,9	1	0,3
Miedź Cu	11	22	11	20	6
Nikiel Ni	9	18	4	11	6
Ołów Pb	37	26	40	47	21
Rtęć Hg	0,1	0,063	0,072	0,107	0,048
WWA ₁₁ WWA*	n.o.	0,236	n.o.	n.o.	n.o.
WWA ₇ WWA**	n.o.	0,163	n.o.	n.o.	n.o.
PCB***	n.o.	0,0014	n.o.	n.o.	n.o.

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

** – suma benzoantracenu, 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 poczarńobylskiego cezu wykorzystano wyniki badań gamma-spektrometrycznych wykonanych dla Atlasu Radioekologicznego Polski 1:750 000 (Strzelecki i in., 1993, 1994).

Pomiary gamma-spektrometryczne wykonywano wzdłuż profili o przebiegu N-S, przecinających Polskę co 15". Na profilach pomiary wykonywano co 1 kilometr, a w przypadku stwierdzenia stref o podwyższonej promieniotwórczości pomiary zagęszczano do 0,5 km. Sonda pomiarowa była umieszczona na wysokości 1,5 metra nad powierzchnią terenu, a czas pomiaru wynosił 2 minuty. Pomiary wykonywano spektrometrem GS-256 produkowanym przez „Geofizykę” Brno (Czechy).

Prezentacja wyników

Z uwagi na to, że gęstość opróbowania nie pozwalała na opracowanie map izoliniowych w skali 1:50 000, wyniki przedstawiono w formie słupkowej (fig. 3) 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.

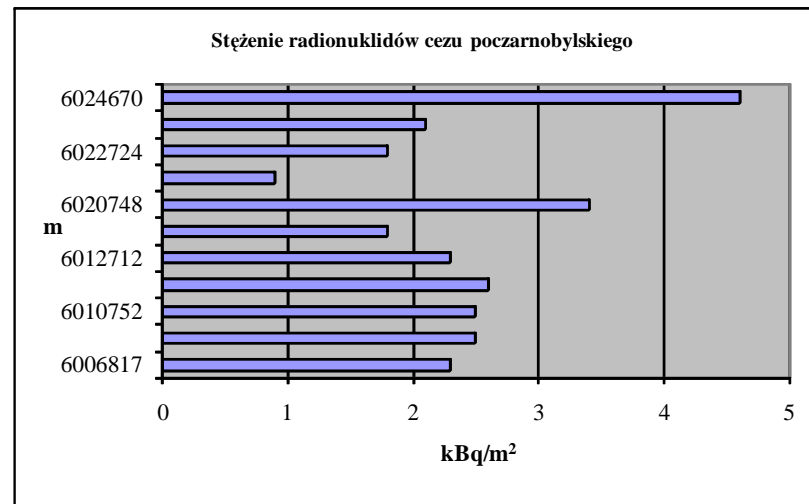
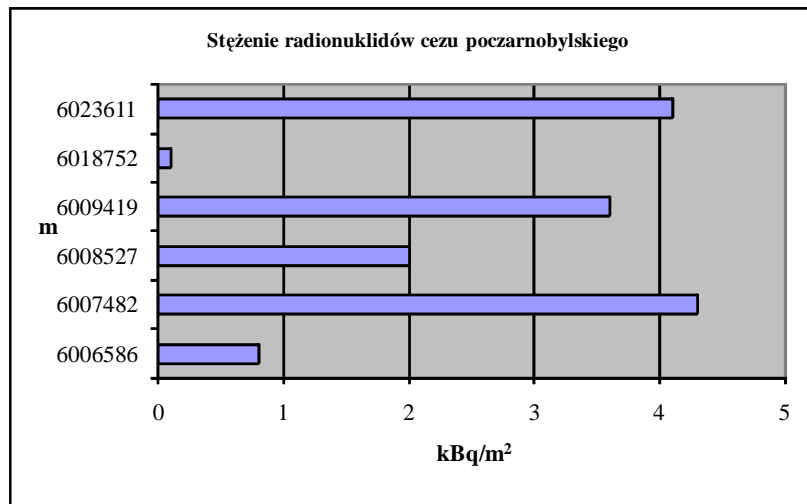
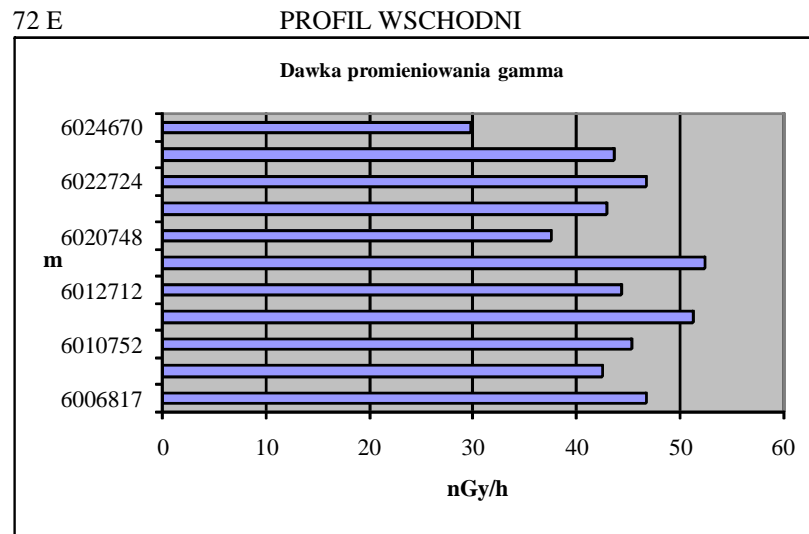
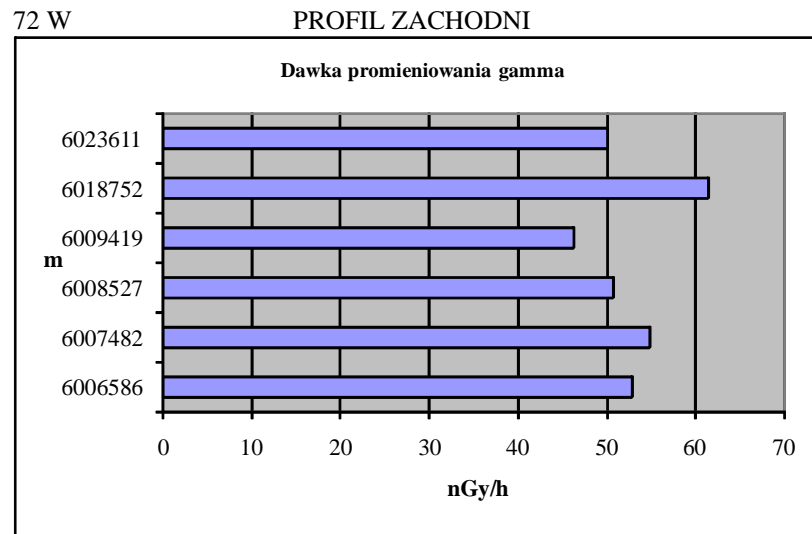


Fig. 3. Zanieczyszczenie gleb pierwiastkami promieniotwórczymi na obszarze arkusza Jeleniewo (na osi rzędnych – opis siatki kilometrowej arkusza)

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

Wartości dawki promieniowania gamma wzdłuż profilu zachodniego wahają się w przedziale od około 34 do około 61 nGy/h. Przeciętnie wartość ta wynosi ok. 49 nGy/h i jest wyższa od średniej dla obszaru Polski wynoszącej 34,2 nGy/h. Wzdłuż profilu wschodniego wartości promieniowania gamma zmieniają się od około 30 do około 64 nGy/h i przeciętnie wynoszą około 43 nGy/h.

W obydwu profilach pomiarowych zarejestrowane dawki promieniowania gamma są dość wysokie i wyrównane (przeważają wartości z przedziału 40–60 nGy/h), gdyż wzdłuż profili dominuje jeden typ utworów powierzchniowych – gliny zwałowe zlodowacenia północnopolskiego. Lokalnie nieco niższe wartości promieniowania gamma (30–35 nGy/h) są związane z plejstoceńskimi osadami zastoiskowymi (iły i mułki) lub z holocieńskimi osadami rzecznyymi (piaski i żwiry) i torfami.

Zarejestrowane stężenia radionuklidów poczarnobylskiego cezu wzdłuż obu profili pomiarowych są bardzo niskie, charakterystyczne dla obszarów bardzo słabo zanieczyszczonych. Wzdłuż profilu zachodniego wynoszą od 0,1 do 5,1 kBq/m², a wzdłuż profilu wschodniego wahają się od 0,1 do 4,6 kBq/m².

IX. Składowanie odpadów

Zasady wydzielenia potencjalnych obszarów lokalizacji składowisk odpadów

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

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

Przedstawione na Mapie geośrodowiskowej Polski w skali 1:50 000 warunki lokalizacyjne dla przyszłych składowisk odpadów są zróżnicowane w nawiązaniu do 3 typów składowisk:

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

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

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

Na mapie, w nawiązaniu do powyższych kryteriów, wyznaczono:

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

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

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

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

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

Charakterystyka naturalnej bariery geologicznej w odniesieniu do typu składowanych odpadów

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

Ocena wykształcenia naturalnej bariery geologicznej pozwala na wyróżnienie:

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

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

Tło dla przedstawianych na Planszy B informacji stanowi stopień zagrożenia głównego użytkowego poziomu wodonośnego przeniesiony z arkusza Jeleniewo Mapy hydrogeologicznej Polski w skali 1:50 000 (Felter, Śmiateński, 2004). Stopień zagrożenia wód podziemnych wyznaczono w pięciostopniowej skali (bardzo wysoki, wysoki, średni, niski, bardzo niski) i jest on funkcją nie tylko wartości parametrów filtracyjnych warstwy izolacyjnej (odporności poziomu wodonośnego na zanieczyszczenia), ale także czynników zewnętrznych, takich jak istnienie na powierzchni ognisk zanieczyszczeń czy obszarów prawnie chronionych. Stopień ten jest parametrem zmiennym i syntetyzującym różne naturalne i antropogeniczne uwarunkowania. Dlatego też obszarów o różnym stopniu zagrożenia nie należy wprost porównywać z wyznaczonymi na Planszy B terenami pod składowanie odpadów. Wydzielone tereny o dobrej izolacyjności (POLS) mogą współwystępować z obszarami o różnym zagrożeniu jakości wód podziemnych.

Obszary o bezwzględnym zakazie lokalizacji składowisk odpadów

Na obszarze objętym arkuszem Jeleniewo bezwzględnemu wyłączeniu z możliwości składowania odpadów podlegają:

- zabudowa miejscowości gminnych Jeleniewo i Rutka Tartak,
- obszary objęte ochroną prawną w Europejskiej Sieci Ekologicznej NATURA 2000: „Ostoja Suwalska” PLH 200003, „Jeleniewo” PLH 200001 i „Dolina Szeszupy” PLH 200016 (ochrona siedlisk),
- rezerwaty przyrody: „Uroczysko Kramnik” (torfowiskowy), „Jezioro Hańcza” (wodny), „Głazowisko Łopuchowskie” (przyrody nieożywionej), „Głazowisko Bachanowo” i „Rutka” (krajobrazowe),
- tereny leśne o powierzchni powyżej 100 hektarów,
- obszary bagienne, podmokłe, łąki wykształcone na glebach pochodzenia organicznego,
- strefa ochrony pośredniej ujęcia wód podziemnych w Suwałkach,
- strefy (do 250 m) wokół obszaru źródłiskowego rzeki Szeszupy (Turtul) i źródeł w rejonie miejscowości Pobondzie, Kolonia Smolniki (obszar źródłiskowy), Kleszczówek, Postawełe, Jodoziory, Smolniki, Dzierwany, Mierkinie (brzeg jeziora Hańcza, Wodзилki,
- obszary płytkiego (0–2 m) występowania wód,
- powierzchnie erozyjnych i akumulacyjnych tarasów holocenijskich w obrębie dolin rzek: Czarna Hańcza, Szeszupa, Jącznówka i pozostałych cieków,
- strefy (do 250 m) wokół jezior: Hańcza, Boczne, Szelment Wielki, Pobłędzie, Wersęle, Mauda, Oklinek, Kluczysko, Jegliniszki, Siekierowo, Płonszyn, Pobondzie, Przechodnie, Postawełek, Czarne, Białe, Krejwełek, Okrągłe, Perty, Kojle, Jączno, Kamenduł, Gulbin, Udziejek, Kopane, Błędne, Szurpiły, Jegłówek, Sumowo, Sumówek, Jałowo, Jałówek, Płonszyn, Samunin, Udrynek, Leszczewo i pozostałych licznych akwenów,
- tereny o nachyleniu powyżej 10° – rejon Kleszczówka, Błaskowizny, Szurpił, Cisowej Góry, teren wzdłuż doliny Czarnej Hańczy oraz rejon Sidor Zapólnych,
- obszary zagrożone ruchami masowymi: rejon Pobondzia, Postawel, od Sidor do Postawel (wzdłuż doliny Szeszupy), Jałowa, Cisówka, Kolonii Smolniki, Góry Zalewki, strefa krawędziowa jeziora Hańcza (zachodnia i północno wschodnia), Wróbla, od Błaskowizny przez Szeszupkę do Łopuchowa, rejony Szeszupki, Wodзилek, Szurpiły – Sidorówka – Gulbieniszki, okolice Jeleniewa, wzdłuż linii brzegowej jeziora Szelment Wielki, rejon Malesowizny, Zarzecza – Czarnakowizny, Podwysokiego Jeleniewskiego i Prudziszek i Góry Jesionowej (Grabowski, 2007),

- ciągi wałów i wzniesień zbudowanych z zaburzonych osadów przedczwartorzędowych i czwartorzędowych (Ber, 2006).

Tereny bezwzględnie wyłączone z możliwości składowania odpadów zajmują około 85% powierzchni analizowanego terenu.

Charakterystyka i ograniczenia warunkowe obszarów spełniających wymagania dla składowania odpadów obojętnych

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

Prawie 70% powierzchni objętej arkuszem zajmuje wysoczyzna lodowcowa pagórkowata, bardzo silnie urozmaicona hipsometrycznie, w południowej części – wysoczyzna lodowcowa falista o przeciętnej wysokości około 235 m n.p.m.

Obszary rekomendowane do składowania odpadów obojętnych wskazano na terenie gmin: Dubeninki, Wiżajny, Rutka Tartak, Przerośl, Jeleniewo, Filipów, Suwałki i Szypliszki.

Naturalną barierę geologiczną w granicach obszarów wskazanych w rejonie Szurpił, Jeleniewa, Prudziszek i Suchodołów stanowią gliny zwałowe fazy pomorskiej zlodowaceń północnopolskich. Są to gliny brunatno-brązowe, miejscami rdzawe, dość zwarte, w stropie piaszczyste, ku spągowi bardziej ilaste. Ich miąższość wynosi od 5 m (okolice Prudziszek) do 8 m. Lokalnie występują bezpośrednio na piaskach i żwirach wodnolodowcowych w postaci zdenudowanych i porozcinanych erozyjnie płatów gliniastych.

Pozostałe obszary wskazano w granicach występowania na powierzchni terenu glin zwałowych fazy poznańsko-dobrzyńskiej i pomorskiej (nierozdzielonych) zlodowaceń północnopolskich. W partiach spągowych gliny są przeważnie szare, czasem brązowoszare, zwarte i silnie ilaste, w partiach przypowierzchniowych bywają silnie piaszczyste o brunatno-brązowym i brązowym zabarwieniu. Partie piaszczyste zawierają kilkucentymetrowe wkładki piasków różnoziarnistych i źle obtoczonych żwirów. W południowej części analizowanego terenu miąższości glin wynoszą od 5 m do 13,5 m (Wołownia – obszar pozbawiony naturalnej izolacji), w części północnej wzrasta miąższości wzrastają do 53–76 m.

W rejonie Żywej Wody na glinach zwałowych fazy pomorskiej występują wodnolodowcowe piaski i piaski ze żwirami o niewielkiej (do 2 m) miąższości. Są to przeważnie piaski różnoziarniste z przewagą drobnoziarnistych, ze znaczną domieszką żwirów i gładzików. Miejscami są one zaburzone glacitektonicznie i tworzą moreny wyciśnięcia (Ber, 1968).

W tym rejonie warunki izolacyjne mogą być mniej korzystne, budowa składowisk odpadów wiąże się z koniecznością usunięcia przepuszczalnego nadkładu.

Warunkowymi ograniczeniami budowy składowisk odpadów w granicach wskazanych terenów są: bliskość zabudowy Jeleniewa – „b”, położenie w strefie ochrony Suwalskiego Parku Krajobrazowego i Obszaru Chronionego Krajobrazu Pojezierzy Północnej Suwalszczyzny – „p”. Nie mają one charakteru bezwzględnych zakazów. Powinny być jednak rozpatrywane indywidualnie w ocenie oddziaływania na środowisko potencjalnego składowiska, a w dalszej procedurze w ustaleniach z odpowiednimi służbami: nadzoru budowlanego, gospodarki wodnej, ochrony przyrody, konserwatora zabytków oraz administracji geologicznej.

Głównym użytkowym piętrzem wodonośnym jest piętro czwartorzędowe. Występują tu cztery poziomy wodonośne: przypowierzchniowy, międzymorenowy górny, międzymorenowy dolny oraz poziom spągowy. Ich zasilanie odbywa się poprzez infiltrację opadów, przesączanie wody przez partie glin zwałowych oraz okna hydrauliczne. Poziomy pozostają w łączności hydraulicznej.

Przeważająca część obszarów wskazanych do lokalizacji składowisk odpadów znajduje się na terenach, na których główny użytkowy poziom wodonośny występuje na głębokości 50–100 m i 100–150 m, podrzędnie 15–50 m. Są one dobrze izolowane od zanieczyszczeń powierzchniowych, a stopień zagrożenia wód określono na bardzo niski i niski.

Dla obszarów wskazanych w rejonach Jeleniewo – Leszczewo – Białorogi – Prudyszki oraz Marianki, Bodzisek i Pobondzia stopień zagrożenia wód użytkowego poziomu wodonośnego określono na średni. Związane to jest z mniejszą głębokością jego występowania (10–60 m) i obecnością ognisk zanieczyszczeń. Średni stopień zagrożenia odpowiada zasięgowi rynny jeleniewskiej wokół jezior Szelment Wielki, Hańcza, Juczno oraz w dolinie Szeszupy.

Na mapie wskazano również obszary możliwej lokalizacji składowisk odpadów pozbawione naturalnej izolacji. Budowa obiektów tego typu wymaga zastosowania dodatkowej przesłony podłoża – mineralnej lub syntetycznej.

Problem składowania odpadów innych niż obojętne i niebezpieczne (komunalnych)

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

Pod tym kątem można dodatkowo rozpoznać tereny w bezpośrednim sąsiedztwie otworów wiertniczych, w profilach których stwierdzono występowanie glin zwałowych o dość dużych miąższościach.

Gliny o miąższości 37 m stwierdzono w profilu otworu wykonanego w rejonie miejscowości Mierkinie, w Pieckach nawiercono 25 m pakiet glin. Konieczne będzie potwierdzenie rozprzestrzenienia miąższych warstw gliniastych i ich faktycznych właściwości izolacyjnych.

Według danych z przekroju geologicznego wykonanego dla SmgP gliny zwałowe o miąższości około 60–70 m mogą występować w granicach obszarów wskazanych w okolicach Zarzecza i Hańczy.

Na analizowanym terenie należy się liczyć z realną możliwością występowania stref zaburzeń glacitektonicznych form i osadów.

Na terenie objętym arkuszem znajdują się dwa nieczynne składowiska odpadów komunalnych. Składowisko w Baranowie zamknięto w 2008 roku, obiekt zrehabilitowano, dwa razy w roku Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska bada wody podziemne. Składowisko w Wołowni zamknięto w 2009 roku, trwają prace rekultywacyjne, teren składowiska ma być zalesiony.

Odpady komunalne z terenów objętych arkuszem wywożone są na składowisko w Sokółce.

Ocena najbardziej korzystnych warunków geologicznych i hydrogeologicznych

Gliny zwałowe zlodowaceń północnopolskich, które stanowią naturalną barierę geologiczną dla składowania odpadów obojętnych spełniają obowiązujące kryteria.

Są to gliny zwięzłe, ilaste i silnie ilaste, w partiach stropowych piaszczyste, o miąższościach dochodzących lokalnie do ponad 100 m.

Przy wyborze miejsca lokalizacji składowiska odpadów można, w pierwszej kolejności, wskazać tereny w bezpośrednim sąsiedztwie otworów, w profilach których stwierdzono występowanie glin zwałowych o dużych miąższościach (Mierkinie, Piecki) oraz obszary wytypowane między Zarzeczem i Hańczą, gdzie gliny mogą mieć miąższości rzędu 60–70 m. Konieczne będzie rozpoznanie geologiczno-inżynierskie i hydrogeologiczne miejsca planowanej inwestycji.

Obszar wskazany w rejonie miejscowości Żywa Woda to miejsce o mniej korzystnych warunkach izolacyjnych. Budowa składowisk odpadów w jego granicach wymaga zdjęcia przepuszczalnego nadkładu (o miąższości do 2 m) złożonego z wodnolodowcowych piasków i piasków ze żwirem.

Warunki hydrogeologiczne rozpatrywane pod kątem składowania odpadów są korzystne w granicach prawie wszystkich obszarów rekomendowanych dla składowania odpadów.

Wody poziomów użytkowych są dobrze izolowane od zanieczyszczeń powierzchniowych warstwą osadów słabo przepuszczalnych. Jedynie w rejonie Jeleniewa, Leszczewa, Białorogów i Prudziszek, ze względu na obecność ognisk zanieczyszczeń stopień zagrożenia wód poziomu występującego tu na głębokości 10–60 m określono na średni.

Charakterystyka wyrobisk poeksploatacyjnych

Po zakończonej eksploatacji na składowisko odpadów można przeznaczyć suche wyrobisko złoża kruszywa naturalnego „Wołownia”.

Decyzję o lokalizacji składowiska odpadów w wyrobisku muszą poprzedzić prace geologiczno-inżynierskie i hydrogeologiczne, które pozwolą na wybór optymalnej, bezwzględnie koniecznej dodatkowej przesłony skarp i podłoża obiektu – syntetycznej lub mineralnej.

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

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

X. Warunki podłoża budowlanego

Zgodnie z „Instrukcją opracowania Mapy geośrodowiskowej Polski w skali 1:50 000 (2005), ocena geologiczno-inżynierskich warunków podłoża budowlanego na terenie arkusza Jeleniewo ogranicza się do wyróżnienia dwóch rodzajów obszarów: o warunkach korzystnych

oraz niekorzystnych, utrudniających budownictwo. Z waloryzacji wyłączono tereny rolne klas I-IVa, leśne, łąki na glebach pochodzenia organicznego, rezerwat przyrody oraz teren Suwalskiego Parku Krajobrazowego, zajmujący centralną część obszaru arkusza. Waloryzacji dokonano na podstawie analizy Szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1:50 000 arkusz Jeleniewo (Ber, 1967,1968), mapy topograficznej w skali 1:25 000 i hydrogeologicznej (Felter, Śmietański, 2006) oraz obserwacji terenowych. O warunkach geologiczno-inżynierskich terenu decydują: ukształtowanie powierzchni, rodzaj i stan gruntów, a także położenie zwierciadła wód gruntowych (Dobak, 2005).

Obszary o warunkach korzystnych dla budownictwa wyznaczono w miejscach, gdzie występują grunty spoiste: zwarte, półzwarte i twardoplastyczne oraz grunty sypkie: średniozagęszczone i zagęszczone, na których nie występują zjawiska geodynamiczne, głębokość zwierciadła wody gruntowej przekracza dwa metry, a kąt nachylenia stoków nie przekracza 12%.

Na omawianym terenie są to grunty zbudowane z sypkich piasków różnoziarnistych wodnolodowcowych z przewagą piasków drobnoziarnistych i średnioziarnistych, z domieszką żwirów. Grunty takie występują w dolinie Czarnej Hańczy i w dolinie Szeszupy (okolice Rutki Tartak). Korzystne są również grunty moren czołowych w okolicach Bodziszek, Rogożajn Wielkich oraz grunty pojedynczych wzgórz morenowych, rozrzuconych na całej powierzchni arkusza. Formy te zbudowane są z piasków, żwirów i głazików, często z udziałem glin zwałowych.

Korzystne podłoże dla budownictwa stanowią obszary występowania glin zwałowych zlodowacenia wisły w północnej (Dzierwany), południowej i południowo-wschodniej części arkusza (Szurpiły, Krzemianka, okolice jeziora Szelment). Są to gliny piaszczyste z domieszką frakcji żwirowej, które w niższych partiach przechodzą w gliny zwięzłe, często ilastopylaste. Są to grunty spoiste, na ogół mało ściśliwe.

Warunki korzystne wyznaczono również w miejscach występowania gruntów gliniastych w obrębie niewielkich obniżen terenów. Obszary takie podczas prac ziemnych należy chronić przed dodatkowym zawodnieniem, gdyż pod wpływem wody i obciążenia mogą zmienić konsystencję. Ich stopień skonsolidowania jest niższy, niż glin genetycznie starszych, a w ujęciu normowym traktowane są jako nieskonsolidowane. Obszary takie występują w północno-zachodniej i południowo-wschodniej części omawianego terenu. W takich miejscach przed rozpoczęciem inwestycji budowlanej konieczne jest przeprowadzenie szczególnych badań geologiczno-inżynierskich podłoża gruntowego.

Obszary o warunkach niekorzystnych dla budownictwa związane są z obszarami występowania gruntów słabonośnych, w tym plastycznych i miękkoplastycznych gruntów spoistych i organicznych, a także gruntów niespoistych w stanie luźnym. Obszary te są niekorzystne ze względu na ograniczoną nośność gruntów oraz występujące płytko zwierciadło wody gruntowej, zwykle stabilizujące się na głębokości mniejszej niż 2 m.

Warunki niekorzystne pod zabudowę wyznaczono w miejscach występowania gruntów ilasto-pylastych, zastoiskowych, które głównie występują w zagłębieniu Szeszupy i w okolicach jezior Poblędzie oraz Szelment. Są to grunty o bardzo zróżnicowanym stanie zagęszczenia, często plastyczne. Oprócz przypowierzchniowych partii dna zagłębienia Szeszupy, utworzy te budują także liczne wzgórza i pagórki.

Niekorzystne dla budownictwa są również obszary piaszczystych tarasów zalewowych w dolinie Czarnej Hańczy, Szeszupy oraz mniejszych rzeczek i strumieni. Budują je piaski różnoziarniste z przewagą średnioziarnistych, z wkładkami dobrze obtoczonych żwirów, o miąższości do 3 m oraz słabonośne młode osady akumulacji rzeczno-bagiennnej, namuły i mady. Zwierciadło pierwszego poziomu wody gruntowej występuje tam na głębokości od 0 do 3 m.

Jako niekorzystne podłoże budowlane uznano także obszary podmokłych zagłębień bezodpływowych i wytopiskowych położonych w obrębie glin zwałowych. Wypełnione są one spoistymi gruntami organicznymi (torfy i gytie). Podobne osady występują również w sąsiedztwie jezior i drobnych oczek wodnych. Miejscami wody gruntowe w utworach holocenijskich, zwłaszcza na obszarach zatorfionych, wykazują agresywność względem stali i betonu.

Niekorzystne warunki dla budownictwa mają również strefy krawędzi erozyjnych lub stoków o naturalnych spadkach terenu przekraczających 12%. Zlokalizowane są one wzdłuż dolin Czarnej Hańczy i Szeszupy, przy brzegach wielu jezior rynnowych (na wschód od jeziora Hańcza) i zboczach form czołowomorenowych.

Na obszarze arkusza Jeleniewo znajduje się kilka niewielkich obszarowo, nieczytelnych w skali mapy osuwisk, których skupiska występują przede wszystkim wzdłuż brzegów jezior: Szelement Wielki, Jaczno, Hańcza i Szurpiły. Kilka niewielkich obszarów predysponowanych do powstania osuwisk zlokalizowanych jest w strefach krawędziowych doliny Czarnej Hańczy i Szeszupy (Grabowski [red.], 2007). W rejonach takich decyzję o zagospodarowaniu budowlanym należy poprzedzić sporządzeniem dokumentacji geologiczno-inżynierskiej lub geotechnicznej.

Obszar objęty arkuszem charakteryzuje się dużą zmiennością litologiczną warstw stanowiących potencjalne podłoże budowlane oraz występowanie zjawisk glacitektonicznych, które wymagają ostrożności przy decyzjach dotyczących lokalizacji obiektów budowlanych. Na takich obszarach wymagane jest sporządzenie dokumentacji geologiczno-inżynierskiej, poprzedzającej każdą inwestycję.

XI. Ochrona przyrody i krajobrazu

Na terenie arkusza Jeleniewo ochrona przyrody i krajobrazu ma na celu zachowanie lub restytuowanie rzadkich i cennych tworów przyrody żywej lub martwej, zasobów przyrody oraz zapewnienie trwałości ich użytkowania. Najcenniejsze jej fragmenty, zgodnie z ustawą z dnia 16.X.1991 r., poddane są ochronie prawnej. Na rozmaite prawne formy ochrony przyrody składają się tutaj: lasy, obszary występowania gleb wyższych klas bonitacyjnych użytkowanych rolniczo, łąki na glebach pochodzenia organicznego, park krajobrazowy wraz z otuliną, obszary chronionego krajobrazu oraz istniejące i projektowane: rezerваты przyrody, pomniki przyrody żywej i nieożywionej i użytki ekologiczne. Tereny te stanowią łącznie aż 95% powierzchni arkusza.

Według Instytutu Upraw, Nawożenia i Gleboznawstwa w Puławach, chronione grunty orne klas IV–IVa występują przede wszystkim w otoczeniu jeziora Szelment Wielki i na południe od Pawłówki, a także płacami w północnej i zachodniej części obszaru arkusza. Ochronie podlegają również łąki na glebach pochodzenia organicznego, występujące lokalnie w obniżeniach terenu i w dolinach rzecznych.

Lasy zajmują około 15% analizowanego terenu. Niewielkie kompleksy leśne składają się głównie z lasów mieszanych świerkowych z domieszką: leszczyny, osiki, brzozy brodawkowatej i lipy. Występuje tu bogata fauna, na którą składają się gatunki ssaków charakterystyczne dla Polski północno-wschodniej: sarna, dzik, ryś, łось, lis, borsuk, jenot, zając szarak, wilk, bóbr, piżmak i wiele innych oraz 106 gatunków ptaków. Faunę tego obszaru dopełniają także liczne gady, płazy, a także ryby, w tym charakterystyczne dla wód głębokich (stynka, ukleja rzadziej sielawa i sieja).

Około 20% analizowanego arkusza zajmuje utworzony w 1976 roku Suwalski Park Krajobrazowy (SPK). Obejmuje on zagłębienie Szeszupy i tereny otaczające najgłębsze jezioro w Polsce – Hańcza. Otoczony jest on strefą ochronną (otuliną), która obejmuje 8 617 ha. SPK był pierwszym tego typu obszarem chronionym w Polsce. Zajmuje on powierzchnię 6 284 ha w tym około 60% stanowią użytki rolne, 10% wody, 24% lasy i zadrzewienia, 4% tereny zabagnione i 2% pozostałe grunty. Obszar SPK położony jest w dorzeczu Niemna,

do którego wodę doprowadzają 2 rzeki: Czarna Hańcza i Szeszupa. Najcenniejszym walorem krajobrazowym parku jest polodowcowy krajobraz. Rzeźba tego obszaru została w większości ukształtowana przez lądolód podczas ostatniego zlodowacenia. Pozostałościami po tym są przede wszystkim: rynny subglacjalne (Jezioro Hańcza), ozy (oz turtulsko-bachanowski), kemmy (Góra Zalewki na południe od Smolnik), tarasy kemowe (nad Jeziorem Kamenduł), moreny czołowe (Góra Cisowa, zwana „Suwalską Fudzijamą”), moreny spiętrzone (na północ od Szurpił), moreny martwego lodu (Góra Zamkowa nad Jeziorem Jaczno), gładzowiska (rejon Bachanowa), sandry (rejon Smolnik) i zagłębienia wytopiskowe (Jezioro Jaczno). W tym czasie lądolód naniósł wiele gładzów narzutowych i utworzył liczne jeziora. Flora i fauna parku są bogate w gatunki zagrożone. Wody zamieszkują 24 gatunki ryb, w tym bardzo rzadko występujące: głowacz przegopłety i koza, a także nieco liczniejsze miętusy i węgorze. Czystość środowiska tego obszaru potwierdzają 2 gatunki traszek: grzebieniasta i zwyczajna. Występuje tu 140 gatunków ptaków, między innymi można tu zobaczyć takie rzadkości jak: bąk, zimorodek, gągoł, orzechówka, dzięcioł czarny i orlik krzykliwy. Ssaki reprezentuje rzadko spotykana smużka i 9 rzadkich gatunków nietoperzy, także wydra, bóbr, borsuk, jeleń, łoś i szereg drobnych drapieżników (łasica, tchórz, gronostaj). W miejscowości Turtul, na skraju Parku, znajduje się siedziba jego dyrekcji, gdzie funkcjonuje interesujące muzeum, w którym eksponowane są zbiory przyrodnicze i geologiczne.

W rezerwacie „Uroczysko Kramnik”, utworzonym w 2001 r., a zlokalizowanym przy granicy otuliny PK Puszczy Romnickiej, ochroną objęto naturalne reliktowe gatunki roślin m.in. malinę moroszkę, a także bagienne zbiorowiska leśne. Na terenie rezerwatu o powierzchni 75,96 ha zinwentaryzowano 227 gatunków roślin naczyniowych.

W obrębie SPK na mapie zaznaczono granice 7 rezerwatów przyrody – czterech utworzonych w przeszłości i trzech planowanych (tabela 7):

Rezerwat wodno-krajobrazowy „Jezioro Hańcza” został utworzony w 1963 roku w celu ochrony najgłębszego jeziora w Polsce. Jezioro Hańcza jest rynnowym jeziorem polodowcowym, położonym na wysokości 227 m n.p.m. o głębokości 108,5 m. Wzdłuż jego brzegów ciągną się wały gładzów. Wody jeziora są bardzo czyste, z rozległymi podwodnymi łakami tworzonymi przez różne gatunki ramienic.

Rezerwat przyrody nieożywionej (geologiczny) „Gładzowisko Łopuchowskie” utworzono w 1988 roku na powierzchni 15,88 ha we wsi Łopuchowo. Obejmuje on las, łąki, pastwiska z licznymi gładzami narzutowymi. Ich nagromadzenia znajdują się na powierzchni dwóch wałów moren bocznych, które usytuowane są amfiteatralnie między jeziorem Hańcza i zagłęb-

bieniem Szeszupy. W 75% swoich rozmiarów głązy znajdują się na powierzchni, nadając morenom surowy i pierwotny wygląd.

Rezerwat geologiczno-krajobrazowy „Głazowisko Bachanowo” o powierzchni 0,98 ha powołano w 1972 roku w celu zachowania unikatowego gładzowiska, prezentującego naturalny krajobraz polodowcowy. Na małej powierzchni występuje tu skupisko około 10000 gładzów narzutowych o obwodach od 0,5 do 8 m. Położone są one na 4 tarasach, w korycie rzeki, na dnie jej doliny, na tarasie ok. 10 m ponad lustrem wody Czarnej Hańczy, a także na powierzchni sandrowej. Głównie są to głązy granitowe, granitognejsy, sjenity, gnejsy, piaskowce, wapienie, bazalty, ryolity, melafiry i porfiry.

Rezerwat przyrody nieożywionej „Rutka” utworzono w 2001 roku na powierzchni 49,06 ha. Położony jest na wysokości 235 m n.p.m. na równej powierzchni sandrowej, użytkowanej jako pastwiska. Głównymi elementami chronionymi w rezerwacie są: wystąpienie bruku polodowcowego oraz z jezioro Linówek z przyległym torfowiskiem przejściowym.

Na obszarze SPK projektuje się utworzenie kolejnych trzech rezerwatów. Pierwszy z nich to rynna subglacialna doliny Czarnej Hańczy z tzw. Wiszącą Doliną Gaciska i ozem turtulsko-bachanowskim. Kolejny projekt dotyczy obszaru jeziora Jaczno wraz z przyległymi torfowiskami wiszącymi. Trzeci rezerwat obejmowałby Górę Zamkową – miejsce atrakcyjne krajobrazowo, o dużych wartościach kulturowych.

W północno-zachodniej części obszaru arkusza znajduje się bardzo niewielki fragment (około 10 ha) Parku Krajobrazowego Puszczy Rominckiej, utworzonego w 1998 roku. Całkowita powierzchnia parku wynosi 14 620 ha. a jego strefę ochronną w postaci otuliny, przekształcono w 2003 roku w obszar chronionego krajobrazu.

PK Puszczy Romnickiej ma służyć ochronie wartości przyrodniczych oraz walorów krajobrazowych. Przedmiotem ochrony w Parku są wzgórza morenowe i malownicze doliny, które porasta borealny las iglasty.

Obszary chronionego krajobrazu (OChK) obejmują wyróżniające się krajobrazowo tereny o różnych typach ekosystemów, odznaczające się niewielkim stopniem zniekształcenia środowiska przyrodniczego, których zadaniem jest ochrona terenów o walorach przyrodniczych, krajobrazowych i kulturowych. Ich zagospodarowanie powinno zapewnić stan względnej równowagi ekologicznej systemów przyrodniczych. Wschodnia część obszaru arkusza znajduje się w obrębie Obszaru Chronionego Krajobrazu Pojezierze Północnej Suwalszczyzny. Obszar ten kontynuuje się dalej na terenach sąsiednich arkuszy Wizajny, Poszeszupie i Puńsk. Został on utworzony w 1998 roku i obejmuje powierzchnię 39 510 ha. Obszar ten zachwyca przede wszystkim pięknym krajobrazem utworzonym przez szereg polodowco-

wych form terenu: kemów, ozów, drumlinów, mis wytopiskowych, stożków napływowych i głazów narzutowych.

W północno-zachodniej części obszaru arkusza znajduje się fragment OChK Puszczy Romińskiej. Otacza on PK Puszczy Romińskiej od wschodu. W kierunku zachodnim w niewielkiej odległości od jego granic znajduje się granica otuliny Suwalskiego Parku Krajobrazowego. Otuliny obu parków stanowią ich bufory ochronne stanowiąc element wielkoobszarowego systemu ochrony przyrody.

W granicach arkusza znajdują się 26 pomniki przyrody żywej. Są to pojedyncze drzewa lub ich grupy: grusze, jabłonie, klony, świerki, jesiony i lipy (tabela 7). Wiele z nich znajduje się w parku podworskim w Starej Hańczy oraz w okolicy Dzierwan. Szczególnie interesujący jest jesion o obwodzie 4,85 m we wsi Jaczno.

Na obszarze objętym arkuszem znajduje się wiele interesujących i dużych głazów narzutowych. 20 najbardziej okazałych uznano za pomniki przyrody nieożywionej. Największy głaz narzutowy na tym terenie zlokalizowany jest w Pawłówce. Ma on 2,2 m wysokości i 15 m obwodu.

W obrębie Suwalskiego Parku Krajobrazowego zlokalizowane są również cztery użytki ekologiczne. Są to jeziora Kojle, Perty, Jegłówek i Szurpiły (tabela 7). Zostały one utworzone w 2002 roku. Jeziora te posiadają bardzo urozmaiconą linię brzegową, z pasem zarośli i trzcin, licznymi zatokami, półwyspami i wyspami. Wody tych zbiorników są objęte programem reintrodukcji troci jeziorowej i innych rzadkich gatunków ryb.

Projektuje się utworzenie jeszcze jednego użytku ekologicznego, który objąłby swym zasięgiem obszar źródliskowy Szeszupy.

Tabela 7

Wykaz rezerwatów, pomników przyrody i użytków ekologicznych

Nr obiektu na mapie	Forma ochrony	Miejscowość	Gmina Powiat	Rok zatwierdzenia	Rodzaj obiektu (powierzchnia w ha)
1	2	3	4	5	6
1	R	Rakówek	<u>Dubeninki</u> gołdapski	2001	T – „Uroczysko Kramnik” (75,96)
2	R	Hańcza	<u>Przerósł</u> suwalski	1963	W – „Jezioro Hańcza” (305,2)
3	R	Dzierwany/Smolniki	<u>Wiżajny</u> suwalski	*	K – „Jezioro Jaczno” (ok. 60,0)
4	R	Łopuchowo	<u>Jeleniewo</u> suwalski	1988	N – „Głazowisko Łopuchowskie” (16,06)
5	R	Bachanowo	<u>Jeleniewo</u> suwalski	1972	N – „Głazowisko Bachanowo nad Czarną Hańczą” (0,98)

1	2	3	4	5	6
6	R	Bachanowo, Turtul	<u>Jeleniewo</u> suwalski	*	K – „Dolina Czarnej Hańczy” (ok. 60,0)
7	R	Rutka	<u>Jeleniewo</u> suwalski	2001	K – „Rutka” (49,06)
8	R	Szurpiły (Czajewszczyzna)	<u>Jeleniewo</u> suwalski	*	K – „Góra Zamkowa” (ok. 20,0)
9	P	Mauda	<u>Wizajny</u> suwalski	1969	Pn, G – granitognejs
10	P	Rowele	<u>Rutka-Tartak</u> suwalski	1973	Pn, G – granitoid
11	P	Rowele	<u>Rutka-Tartak</u> suwalski	1980	Pn, G – granitoid
12	P	Rowele	<u>Rutka-Tartak</u> suwalski	1953	Pn, G – granitognejs
13	P	Rutka-Tartak	<u>Rutka-Tartak</u> suwalski	1962	Pż – grupa drzew pomnikowych (40 modrzewi europejskich)
14	P	Rutka-Tartak	<u>Rutka-Tartak</u> suwalski	1967	Pn, G – granitoid
15	P	Stołupianka	<u>Wizajny</u> suwalski	1996	Pż – lipa drobnolistna
16	P	Stara Hańcza	<u>Wizajny</u> suwalski	1998	Pż – aleja drzew pomnikowych (21 lip i 2 klony zwyczajne)
17	P	Stara Hańcza	<u>Wizajny</u> suwalski	1998	Pż – grusza pospolita
18	P	Stara Hańcza	<u>Wizajny</u> suwalski	1998	Pż – jabłoń dzika
19	P	Stara Hańcza	<u>Wizajny</u> suwalski	1998	Pż – jesion wyniosły
20	P	Dzierwany	<u>Wizajny</u> suwalski	1996	Pż – klon zwyczajny
21	P	Dzierwany	<u>Wizajny</u> suwalski	1996	Pż – klon zwyczajny
22	P	Dzierwany	<u>Wizajny</u> suwalski	1996	Pż – grusza pospolita
23	P	Dzierwany	<u>Wizajny</u> suwalski	1996	Pż – świerk pospolity
24	P	Cisówek	<u>Wizajny</u> suwalski	1996	Pż – grusza pospolita
25	P	Cisówek	<u>Wizajny</u> suwalski	1996	Pż – grusza pospolita
26	P	Cisówek	<u>Wizajny</u> suwalski	1996	Pż – grusza pospolita
27	P	Cisówek	<u>Wizajny</u> suwalski	1996	Pż – grusza pospolita
28	P	Jacno (Dzierwany)	<u>Wizajny</u> suwalski	1978	Pż – jesion wyniosły
29	P	Smolniki	<u>Wizajny</u> suwalski	1978	Pż – świerk pospolity
30	P	Jacno	<u>Wizajny</u> suwalski	1998	Pż – świerk pospolity
31	P	Kleszczówek	<u>Wizajny</u> suwalski	1973	Pn, G – granit
32	P	Cisówek	<u>Wizajny</u> suwalski	1955	Pn, G – „Głaz Graniczny” – granitoid
33	P	Sidory	<u>Jeleniewo</u> suwalski	1962	Pn, G – gnejs

1	2	3	4	5	6
34	P	Sidory	<u>Jeleniewo</u> suwalski	1996	Pż – lipa drobnolistna
35	P	Przełomka	<u>Przerośl</u> suwalski	1998	Pż – klon zwyczajny
36	P	Przełomka	<u>Przerośl</u> suwalski	1978	Pż – grupa drzew pomnikowych (klon zwyczajny i wiąz polny)
37	P	Przełomka	<u>Przerośl</u> suwalski	1996	Pn, G – granitognejs
38	P	Hańcza	<u>Przerośl</u> suwalski	1969	Pn, G – gnejs
39	P	Błaskowizna	<u>Jeleniewo</u> suwalski	1996	Pn, G – granitognejs
40	P	Błaskowizna	<u>Jeleniewo</u> suwalski	1998	Pż – grab pospolity
41	P	Wodziłki	<u>Jeleniewo</u> suwalski	1980	Pn, G – granitoid
42	P	Wodziłki	<u>Jeleniewo</u> suwalski	1996	Pż – grusza pospolita
43	P	Iwaniszki	<u>Przerośl</u> suwalski	1953	Pn, G – granitognejs
44	P	Kruszki	<u>Przerośl</u> suwalski	1969	Pn, G – piaskowiec kwarcytowy
45	P	Szeszupka	<u>Jeleniewo</u> suwalski	1978	Pż – jesion wyniosły
46	P	Wodziłki	<u>Jeleniewo</u> suwalski	1996	Pn, G – granitoid
47	P	Rutka	<u>Jeleniewo</u> suwalski	1978	Pż – kolonia mewy śmieszki
48	P	Targowisko	<u>Jeleniewo</u> suwalski	1955	Pn, G – gnejs
49	P	Kol. Szurpiły	<u>Jeleniewo</u> suwalski	1955	Pn, G – gnejs
50	P	Czajewszczyzna (Góra Zamkowa)	<u>Jeleniewo</u> suwalski	1955	Pn, G – granit
51	P	Czajewszczyzna (Góra Kościelna)	<u>Jeleniewo</u> suwalski	1955	Pn, G – gnejs
52	P	Przejma Wielka	<u>Szypliszki</u> suwalski	1978	Pż – lipa drobnolistna
53	P	Pawłówka	<u>Przerośl</u> suwalski	1953	Pn, G – gnejs
54	P	Prudziszki	<u>Jeleniewo</u> suwalski	1998	Pn, G – gład narzutowy (granitoid)
55	U	Kleszczówek	<u>Wiżajny</u> suwalski	2002	„Kojle” jezioro (19,38)
56	U	Kleszczówek	<u>Wiżajny</u> suwalski	2002	„Perty” jezioro (21,56)
57	U	Szeszupka	<u>Jeleniewo</u> suwalski	*	„Źródła Szeszupy” (19,38)
58	U	Jegłówek	<u>Jeleniewo</u> suwalski	2002	„Jegłówek” jezioro wytopiskowe (20,58)
59	U	Szurpiły	<u>Jeleniewo</u> suwalski	2002	„Szurpiły” jezioro wytopiskowe (89,0)

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

Rubryka 5: * – obiekt projektowany przez służby ochrony przyrody

Rubryka 6: rodzaj rezerwatu: K – krajobrazowy, N – przyrody nieożywionej, T – torfowiskowy, W – wodny
rodzaj pomnika przyrody: Pż – żywej, Pn – nieożywionej
rodzaj obiektu: G – gład narzutowy

Krajowa sieć ekologiczna ECONET jest wielkoprzestrzennym systemem obszarów węzłowych najlepiej zachowanych pod względem przyrodniczym i reprezentatywnych dla różnych regionów przyrodniczych kraju. Są one wzajemnie powiązane korytarzami ekologicznymi, zapewniającymi ciągłość więzi przyrodniczych w obrębie systemu. Według Krajowej Sieci Ekologicznej ECONET – Poland (Liro, 1998) na badanym terenie znajduje się obszar węzłowy o znaczeniu międzynarodowym – Suwalski oraz korytarz ekologiczny o znaczeniu międzynarodowym – Szeszupy (fig. 4).



Fig. 4. Położenie arkusza Jeleniewo na tle systemu ECONET (Liro, red., 1998)

1 – Granica obszaru węzłowego o znaczeniu międzynarodowym, jego numer i nazwa: 16M – Suwalski; 2 – Korytarz ekologiczny o znaczeniu międzynarodowym, jego numer i nazwa: 8m – Garbu Szeskiego, 9m – Szeszupy; 3 – Korytarz ekologiczny o znaczeniu krajowym, jego numer i nazwa: 22k – Rospudy; 4 – granica państwa; 5 – większe jeziora

Zgodnie z Europejską Siecią Natura 2000, która uwzględnia cenne pod względem przyrodniczym i zagrożone składniki różnorodności biologicznej, wyznaczono 3 obszary objęte ochroną: „Ostoja Suwalska” (pokrywająca się z granicami Suwalskiego Parku Krajobrazowego), „Jeleniewo” – obszar siedliskowy i siedlisko nietoperza nocka łydkowłosego oraz „Dolina Szeszupy” (tabela 8).

Wykaz obszarów chronionych Europejskiej Sieci Ekologicznej Natura 2000

Lp.	Typ obszaru	Kod obszaru	Nazwa obszaru i symbol oznaczenia na mapie	Położenie centralnego punktu obszaru		Powierzchnia obszaru (ha)	Położenie administracyjne obszaru			
				Długość geogr.	Szerokość geogr.		Kod NUTS	Województwo	Powiat	Gmina
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	B	PLH 200001	Jeleniewo S	E 22°54'54"	N 54°12'46"	5 910,1	PL345	podlaskie	suwalski	Jeleniewo, Przerośl, Rutka-Tartak
2	B	PLH 200003	Ostoja Suwalska S	E 22°51'29"	N 54°15'3"	6 349,5	PL345	podlaskie	suwalski	Wiżajny, Rutka-Tartak, Jeleniewo, Przerośl
2	B	PLH 20016	Dolina Szeszupy S	E 22°59'57"	N 54°20'42"	1 701,3	PL345	podlaskie	suwalski	Wiżajny, Rutka-Tartak, Jeleniewo,

Rubryka 2 – B – Wydzielone specjalne obszary ochrony (SOO) bez żadnych połączeń z innymi obszarami Natura 2000

Rubryka 4 – S – specjalny obszar ochrony siedlisk

„Ostoja Suwalska” obejmuje teren Suwalskiego Parku Krajobrazowego. Obszar wyróżnia się unikatowym przykładem młodego krajobrazu polodowcowego. Rozległe, otwarte krajobrazy pokryte są w większości polami i łąkami, poprzeplatane niewielkimi kompleksami leśnymi, bagnami, jeziorami i rzekami. Znajduje się tu ogromna różnorodność siedlisk, warunkująca bogactwo florystyczne i faunistyczne terenu.

„Ostoja Jeleniewo” swoim zasięgiem obejmuje obszar morenowych wzniesień pomiędzy polodowcową rynną Czarnej Hańczy, a rynnowymi jeziorami Szelment Wielki i Mały. Ostoja ta o powierzchni 5910 ha ma za zadanie ochronę strefy żerowania największej w Polsce kolonii łąkowej nietoperza nocka łądkowłosego, który został uznany za jeden z najrzadszych i najbardziej zagrożonych wymarciem gatunków nietoperzy w Europie. Jego miejscem bytowania jest wieża kościoła w Jeleniewie. Obiekt ten wraz z bezpośrednim otoczeniem (0,42 ha) objęty jest specjalną ochroną (OSO) „Jeleniewo”.

Na obszarze „Dolina Szeszupy” spośród 11 typów siedlisk szczególną wartość mają: naturalne siedliska wodne (rzeki włosienicznikowe) z podwodnymi łąkami ramienic, lasy łąkowe bory oraz torfowiska alkaliczne. Występują tu również 22 gatunki roślin umieszczone w tzw. Czerwonej Księdze gatunków zagrożonych.

Przez obszar arkusza przebiega Europejski Dalekobieżny Szlak Pieszy E-11 (Amsterdam-Ryga), który łączy odcinki kilku szlaków lokalnych i obejmuje najciekawsze obszary i obiekty tej części Suwalszczyzny.

XII. Zabytki kultury

Na obszarze arkusza Jeleniewo występuje wiele stanowisk archeologicznych. Ochroną konserwatorską objęte są stanowiska w: Czajewszczyźnie, Targowisku, Dzierwanach i Smolnikach (AZP, 1999).

Ślady obozowisk z epoki mezolitu i neolitu znaleziono w rejonie: Kleszczówka, Malesowizny, Pustelni, Udrynia, Przejmy Wielkiej i Piecków. Z obszarów tych pochodzą najstarsze wyroby ceramiczne oraz neolityczne narzędzia rolnicze.

Około V w. p.n.e. we wczesnej epoce żelaza powstała na tych ziemiach kultura kurhanów zachodniobałtyjskich. Jedno z grodzisk odnaleziono w Dzierwanach.

W okresie rzymskim i wędrówek ludów (I–VI wiek n.e.) na południu obszaru rozwinęły się silne ośrodki osadnictwa plemion zachodniobałtyjskich. Z okresu tego pochodzą cmentarzyska kurhanowe w postaci kopców o wysokości 0,5–0,8 m i średnicy do kilkunastu metrów, często obłożonych głazami oraz rozwijające się wczesnośredniowieczne (sudawskie) osady

w rejonie: Szurpił (Czajewszczyzna, Targowisko), jeziora Sumowo, Kopanego, Pawłówki Nowej i Smolnik.

We wczesnym średniowieczu (VII w.) na omawiany teren napłynęły plemiona Jaćwinów. Zjednoczyły się one wokół rozwijającego się od kilku wieków centralnego grodu obronnego na Górze Zamkowej nad jeziorem Szurpiły. Grodzisko z X w. stanowiło miejsce kultu i jednocześnie centrum zespołu osadniczego, w skład którego wchodziły także Góra Kościelna i Góra Cmentarna. Na Górze Kościelnej stały drewniane świątynie, a na Górze Cmentarnej odkryto ślady cmentarzyska. W Wołowni k/Jeleniewa odkryto cmentarzyska jaćwieskie z VI–VII i ślady po osadach średniowiecznych w rejonie: Śmiciuchówki, Jegłówka i Poblądzia.

Wśród nielicznych obiektów zabytkowych zlokalizowanych na obszarze arkusza Jeleniewo dominują obiekty sakralne. Do rejestru zabytków wpisano:

- drewniany kościół z 1878 roku w Jeleniewie zbudowany w stylu neogotyckim. Obok kościoła stoi drewniana dzwonnica z początku XX wieku oraz jedyna zachowana muryrowana kapliczka. Wzgórze otacza kamienny mur z czasów budowy kościoła;
- drewniana molenna staroobrzędowców w Wodziłkach zbudowana w 1921 roku z wieżą dobudowaną w 1928 roku;
- kościół drewniany z 1923 roku (przeniesiony z Teolina), wraz z dzwonnica i cmentarzem w Pawłowce Nowej.

Na omawianym obszarze znajduje się kilka zabytkowych cmentarzy, w tym z okresu I wojny światowej:

- cmentarz wojenny z I wojny światowej w Rutce,
- cmentarz wojenny z I wojny światowej w Kadaryszkach,
- cmentarz parafialny w Rutce-Tartak,
- cmentarz z drewnianą kapliczką z przełomu XVII/XIX w Smolnikach,
- cmentarz ewangelicki w Solinach,
- cmentarz ewangelicki, rodzinny w Wierzbiszkach.

Do rejestru zabytków wpisany jest również park dworski w Starej Hańczy z XIX wieku. Jest on malowniczo położony przy północnym brzegu jeziora Hańcza. Kiedyś znajdowała się tu rozległa siedziba majątku ziemskiego, z której do dziś zachowały się ruiny dworu, park podworski oraz dwa stawy.

XIII. Podsumowanie

Obszar arkusza Jeleniewo niemal w całości położony jest w granicach województwa podlaskiego. Głównymi ośrodkami administracyjnymi omawianego obszaru są wsie gminne: Jeleniewo i Rutka-Tartak.

Udokumentowano tu kilka niewielkich złóż piasków i żwirów. Występujące tu piaski i żwiry mogą znaleźć zastosowanie w budownictwie i drogownictwie. Z punktu widzenia ochrony środowiska wszystkie złoża sklasyfikowano jako małokonfliktowe, możliwe do eksploatacji bez specjalnych uwarunkowań. Obecnie koncesjonowane wydobycie prowadzone jest jedynie ze złoża „Wołownia”. W miejscowości Antosin od dawna prowadzi się sezonową eksploatację piasku i żwiru bez koncesji. W wielu miejscach znajdują się niewielkie wyrobiska świadczące o dawniejszej nielegalnej eksploatacji. Wyrobiska zaniechanych złóż są częściowo zrekultywowane.

W obrębie arkusza wytypowano jeden duży obszar perspektywiczny występowania piasków i żwirów położony po obu stronach doliny Czarnej Hańczy, na południe od miejscowości Turtul. Zarówno udokumentowane złoża jak i perspektywy występowania kopalin okruchowych mają znaczenie lokalne i podrzędne.

W okolicy Jeleniewa, na głębokości poniżej 850 m w skałach krystalicznego masywu norytowo-anortozytowego znajdują się pozabilansowe złoża wanadonośnej rudy ilmenitowo-magnetytowej. Ze względu na głębokość ich zalegania i związane z tym wysokie koszty wydobywania, niską koncentrację metali oraz konieczność ochrony unikatowej wartości krajobrazu, nie przewiduje się ich eksploatacji.

Źródłem zaopatrzenia w wodę są ujęcia czwartorzędowego poziomego wodonośnego, z warstw międzymorenowych. Generalnie są to wody dobrej jakości, nadające się do picia po przeprowadzeniu prostych zabiegów uzdatniających. Istniejące ujęcia w pełni zaspokajają zapotrzebowanie ludności i przemysłu w wodę. Największe zasoby eksploatacyjne mają ujęcia w Krzemiance i Gulbieniszkach.

Na obszarze arkusza panują zmienne warunki geotechniczne gruntów dla zabudowy. Rejony korzystne znajdują się zazwyczaj poza obszarami den dolin głównych cieków, obniżeniami morfologicznymi i obszarami o znacznych spadkach terenu. Najlepsze podłoże budowlane stanowią niezawodnione niespoiste grunty piaszczysto-żwirowe oraz spoiste gliny zwałowe.

Obszar arkusza należy do najatrakcyjniejszych w kraju pod względem przyrodniczym i krajoznawczym. W związku z tym niemal w całości objęty jest wielkoobszarowymi forma-

mi ochrony. Najważniejszym z nich jest Suwalski Park Krajobrazowy, który stanowi unikatowy przykład młodoglacjalnej rzeźby o dużym zróżnicowaniu morfologicznym. Wysokości bezwzględne dochodzą tu niemal do 300 m n.p.m. pomimo tego, że obszar ten zaliczany jest do nizin. Na obszarze arkusza utworzono pięć rezerwatów przyrody, planuje się objąć ochroną kolejne obszary. SPK otacza otulina, z którą graniczy Park Krajobrazowy Puszczy Romnickiej – a od wschodu Obszar Chronionego Krajobrazu Pojezierze Północnej Suwalszczyzny i fragment OChK Puszczy Romnickiej. Trzy duże fragmenty obszaru arkusza włączono do Europejskiej Sieci Ekologicznej Natura 2000.

Rolnictwo stanowi główną gałąź gospodarki, która ma znaczący wpływ na poziom rozwoju i standard życia mieszkańców. Grunty rolne są przeważnie własnością gospodarstw indywidualnych. W związku z dużym ich udziałem w strukturze użytkowania ziemi, jako główny kierunek działalności wskazuje się rozwój przemysłu mięsnego i mleczarskiego.

Przedsięwzięcia w zakresie ochrony środowiska powinny koncentrować się więc na przeciwdziałaniu negatywnym skutkom chemizacji rolnictwa oraz zanieczyszczeniu wód powierzchniowych, spowodowanemu licznymi zrzutami nieoczyszczonych ścieków komunalnych (budowa wodociągów i kanalizacji).

Na terenie objętym arkuszem Jeleniewo wskazano obszary rekomendowane do składowania odpadów obojętnych. Naturalną barierę izolacyjną dla składowania odpadów obojętnych stanowią gliny zwałowe zlodowaceń północnopolskich. Obszary wskazano na terenie gmin: Wizajny, Rutka Tartak, Przerośl, Jeleniewo, Filipów i Szypliszki.

Pod kątem składowania odpadów komunalnych można dodatkowo rozpoznać tereny w bezpośrednim sąsiedztwie otworów, w profilach których występują gliny zwałowe o dużych miąższościach (Mierkinie, Piecki) oraz obszary zlokalizowane w okolicach Zarzecza i Hańczy, gdzie gliny zwałowe osiągają 60–70 metrowe miąższości (przekrój geologiczny – SmgP).

Warunki hydrogeologiczne rozpatrywane pod kątem składowania odpadów są korzystne. Wody użytkowych, czwartorzędowych poziomów wodonośnych występujących na głębokości 50–100 m i 100–150 m są zagrożone w stopniu niskim i bardzo niskim. Dla wód użytkowych w granicach obszarów wskazanych w rejonie Jeleniewo–Leszczewo–Białorogi–Prudziszki występujących na głębokości 15–50 m stopień zagrożenia określono na średni.

Na składowiska odpadów można przeznaczyć suche wyrobisko złoża kruszywa naturalnego „Wołownia”. Należy podkreślić, że każdorazowo decyzję o lokalizacji składowiska musi poprzedzić rozpoznanie geologiczne miejsca planowanej inwestycji.

Pomimo rolniczego charakteru omawianego obszaru, wielu mieszkańców coraz częściej znajduje zatrudnienie poza rolnictwem, głównie w usługach i obsłudze ruchu turystycznego.

Atutami omawianego regionu są: korzystne położenie, wybitne walory krajobrazowe, czyste środowisko oraz atrakcyjność, sprzyjająca rozwojowi i promocji turystyki, poparta życzliwością i gościnnością mieszkańców. W całym omawianym regionie intensywnie rozwija się agroturystyka. Z roku na rok przybywa nowych szlaków turystycznych, rowerowych i wodnych, powstają tablice informacyjne, szlaki oraz ścieżki edukacyjne.

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.
- Archeologiczne** zdjęcie Polski [AZP] w skali 1:25 000, 1999 – Archiwum Wojewódzkiego Konserwatora Zabytków w Warszawie, Delegatura w Siedlcach.
- BER A., 1967 – Szczegółowa mapa geologiczna Polski w skali 1:50 000, arkusz Jeleniewo. Inst. Geol. Wyd. Geologiczne, Warszawa.
- BER A., 1968 – Objąsnienia do szczególowej mapy geologicznej Polski w skali 1:50 000, arkusz Jeleniewo. Inst. Geol. Wyd. Geologiczne, Warszawa.
- BER A., 2006 – Mapa glacictektoniczna Polski w skali 1:1 000 000. 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., 1996 – Heavy metals in the Bystrzyca river flood plain. *Geological Quarterly*, 40 (3): 467-480.
- BOJAKOWSKA I., SOKOŁOWSKA G., LEWANDOWSKI P., 1995 – Metale ciężkie w glebach tarasów zalewowych Pisi. *Prz. Geol.* 44 (1), 75, 1996.
- BORDAS F., BOURG A., 2001 – Effect of solid/liquid ratio on the remobilization of Cu, Pb, Cd and Zn from polluted river sediment. *Water, Air, and Soil Pollution* 128:391-400.
- CECKOWSKI, TATARATA, 2008 – Dokumentacja geologiczna w kat. C₁ złoza piasku ze zwiorem „Białorogi”. *Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.*
- CECKOWSKI, 2010 – Dodatek nr 1 do dokumentacji geologicznej w kat. C₁ złoza kruszywa naturalnego Jeleniewo. *Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.*

- DOBĄK P., 2005 – Geologiczno-inżynierska waloryzacja przestrzeni. Problemy ocen środowiskowych. Warszawa.
- FELTER A., ŚMIETAŃSKI L., 2006 – Mapa hydrogeologiczna Polski w skali 1:50 000, arkusz Jeleniewo (72) wraz z objaśnieniami. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol. w Warszawie.
- GRADYS A., 1972 – Sprawozdanie z prac zwiadowczych dla poszukiwań złóż ilów do produkcji cienkościennych elementów ceramiki budowlanej, przeprowadzonych na terenie powiatów: Suwałki i Sejny. Woj. Arch. Geol. w Białymstoku.
- 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.], KRZYWICKI T., CZARNOGÓRSKA M., FRANKIEWICZ A., 2007 – System Osłony Przeciwoświatowej. Etap I: Mapa osuwisk i obszarów predysponowanych do występowania ruchów masowych w województwie podlaskim. 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.
- Klasyfikacja** wstępna jezior województwa podlaskiego badanych w 2010 roku, 2011 – WIOŚ Suwałki.
- KLECZKOWSKI A.S., 1990 – Mapa obszarów głównych zbiorników wód podziemnych (GZWP) w Polsce wymagających szczególnej ochrony, skala 1:500 000. AGH, Kraków.
- KONDRACKI J., 2002 – Geografia regionalna Polski. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa.
- KRÓL J., 2006 – Mapa geologiczno-gospodarcza Polski w skali 1:50 000, arkusz Jeleniewo. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- KUCZYŃSKI A., 2011 – Dokumentacja geologiczna złoża piasku ze żwirem „Wołownia” w kat. C₁. 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.
- 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.
- LIRO A. (red.), 1998 – Strategia wdrażania krajowej sieci ekologicznej ECONET – Polska. Wyd. Fundacji IUCN Poland. Warszawa.
- LIS J., PASIECZNA A., 1995 – Atlas geochemiczny Polski 1:2 500 000. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
- LIWSKA H., 1995 – Sprawozdanie z prac poszukiwawczych złóż kredy jeziornej w środkowej i wschodniej części województwa suwalskiego. *Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol. w Warszawie.*
- LORENC H. (red.), 2005 – Atlas klimatu Polski. Instytut Meteorologii i gospodarki wodnej, Warszawa.
- MARCINIAK A., 1968 – Orzeczenie o występowaniu ilów ceramiki budowlanej w rejonach Żubryń i Uzdziejek. *Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol. w Warszawie.*
- MARKS L., BER A., GOGOŁEK W., PIOTROWSKA K. (red.), 2006 – Mapa geologiczna Polski w skali 1:500 000. 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.
- MECRAY E. L., KING J. W., APPLEBY P. G., HUNT A. S., 2001 — Historical trace metal accumulation in the sediments of an urbanized region of the Lake Champlain Watershed, Burlington, Vermont. *Water, Air & Soil Pollution* Vol. 125 Nos. 1-4 p 201 – 230.
- MIDDELKOOP H., 2000 – HEAVY-metal pollution of the river Rhine and Meuse floodplains in the Netherlands. *Geologie en Mijnbouw / Netherlands Journal of Geosciences* 79 (4): 411-428.
- MILLER J., HUDSON-EDWARDS K., LECHCLER P., PRESTON D., MACKLIN M., 2004 – Heavy metal contamination of water, soil and produce within riverine communities of the Rio Pilcomayo basin, Bolivia. *Sci. Total Environ.* 320(2-3):189-209.

- NIEĆ M., 2003 – Ocena geologiczno-gospodarcza złóż wanadonośnych rud tytanomagnetytowych masywu suwalskiego. Gosp. Sur. Min. t.19, z.2. Kraków.
- 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. Instytut Melioracji i Użytków Zielonych. Falenty.
- PAPROCKA I., 1989a – Karta rejestracyjna złoża kruszywa naturalnego „Żywa Woda” dla potrzeb drogownictwa i budownictwa gminnego wraz z uproszczonym projektem zagospodarowania złoża i wytycznymi jego racjonalnej gospodarki. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol. w Warszawie.
- PAPROCKA I., 1989b – Sprawozdanie z prac poszukiwawczych w celu zlokalizowania złoża kruszywa naturalnego w miejscowości Okliny. Woj. Arch. Geol. w Białymstoku.
- PACZYŃSKI B.(red), 1993 – Atlas hydrogeologiczny Polski 1:500 000 cz. I. Systemy zwykłych wód podziemnych- Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- PACZYŃSKI B. (red), 1995 – Atlas hydrogeologiczny Polski 1:500 000 cz. II. Zasoby, jakość i ochrona zwykłych wód. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- PACZYŃSKI B., SADURSKI A. [red.], 2007 – Hydrogeologia regionalna Polski. t. I. Wody słodkie. Wyd. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
- PARECKA K., SYLWESTRZAK U., 1990 – Dodatek nr 3 do dokumentacji geologicznej w kat. C₂ +C₁ złoża rudy żelaza, tytanu i wanadu „Krzemianka”. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol. w Warszawie.
- POŻARYSKI W., 1973 – Budowa geologiczna Polski. Tektonika. Wyd. 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.
- 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.
- SADOWSKI W., 1989a – Orzeczenie geologiczne o występowaniu złoża kruszywa naturalnego Rowele. Woj. Arch. Geol. w Białymstoku.
- SADOWSKI W. 1989b – Sprawozdanie z prac geologiczno-rozpoznawczych za złożem kruszywa naturalnego Poplin. Woj. Arch. Geol. w Białymstoku.
- SADOWSKI W. 1989c – Sprawozdanie z prac geologiczno-rozpoznawczych za złożem surowców ilastych ceramiki budowlanej Żubryń. Woj. Arch. Geol. w Białymstoku.
- SADOWSKI W., 1995 – Uproszczona dokumentacja geologiczna w kat. C₁ złoża kruszywa naturalnego „Jeleniewo”. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol. w Warszawie.
- SALACHNA P., 1971 – Sprawozdanie z prac geologiczno-poszukiwawczych za surowcem ceramicznym ilastym w rejonie Wodziłki. Woj. Arch. Geol. w Białymstoku.
- 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. 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.
- SUBIETA M., SAMOCIUK S., 1985 – Dokumentacja geologiczna złoża rudy żelaza, tytanu i wanadu „Udryń” w kat. C₂. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol. w Warszawie.
- SZELLER A., 1982a – Sprawozdanie z prac geologiczno-poszukiwawczych za złożem kruszywa naturalnego Rowele. Woj. Arch. Geol. w Białymstoku.
- SZELLER A., 1982b – Sprawozdanie z prac geologiczno-poszukiwawczych za złożem kruszywa naturalnego Soliny. Woj. Arch. Geol. w Białymstoku.
- SZUFLICKI M., MALON A., TYMIŃSKI M., (red), 2011 – Bilans zasobów kopalin i wód podziemnych w Polsce wg stanu na 31. XII. 2010 r.. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- TATARATA M., HARAT J., 1999 – Dokumentacja geologiczna w kat. C₁ złoża kruszywa naturalnego „Jasionowo II”. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol. w Warszawie.
- TATARATA M., HARAT J., 2000 – Dokumentacja geologiczna (forma uproszczona) w kat. C₁ złoża kruszywa naturalnego „Jasionowo III”. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol. w Warszawie.
- TULSKA I., 1966 – Sprawozdanie z prac geologiczno-zwiadowczych z wykazaniem perspektyw występowania złóż kruszywa naturalnego z szacunkowym określeniem zasobów w rej. Bachanowo-Okrągłe, powiat Suwałki, woj. Białostockie. Woj. Arch. Geol. w Białymstoku.
- 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., PEROUD 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*. PWN Warszawa.
- Zasady** dokumentowania złóż kopalin stałych, 2004. Ministerstwo Środowiska.