

**PAŃSTWOWY INSTYTUT GEOLOGICZNY
PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY**

OPRACOWANIE ZAMÓWIONE PRZEZ MINISTRA ŚRODOWISKA

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

Arkusz DOLISTOWO STARE (223)



MINISTERSTWO
ŚRODOWISKA

Warszawa 2012

Autorzy planszy A: Jadwiga Jędrzejewska*, Halina Kapera*
Autorzy planszy B: Jerzy Król**, Izabela Bojakowska***, Paweł Kwecko***, Hanna Tomassi–Morawiec***

Główny koordynator MGŚP – Małgorzata Sikorska-Maykowska***
Redaktor regionalny (plansza A) – Bogusław Bąk***
Redaktor regionalny (plansza B) – Olimpia Kozłowska***
Redaktor tekstu – Iwona Walentek***

* – Krakowskie Przedsiębiorstwo Geologiczne „ProGeo” Sp. z o.o., ul. Szlak 10/5, 31-161 Kraków
** – Przedsiębiorstwo Geologiczne we Wrocławiu PROXIMA SA, ul. Kwidzyńska 71, 51-415 Wrocław
*** – Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa

Spis treści

I. Wstęp – <i>J. Jędrzejewska</i>	3
II. Charakterystyka geograficzna i gospodarcza – <i>J. Jędrzejewska</i>	4
III. Budowa geologiczna – <i>J. Jędrzejewska</i>	6
IV. Złoża kopalin – <i>H. Kapera</i>	9
V. Górnictwo i przetwórstwo kopalin – <i>H. Kapera</i>	11
VI. Perspektywy i prognozy występowania kopalin – <i>H. Kapera</i>	11
VII. Warunki wodne – <i>J. Jędrzejewska</i>	12
1. Wody powierzchniowe	12
2. Wody podziemne	13
VIII. Geochemia środowiska	16
1. Gleby – <i>P. Kwecko</i>	16
2. Osady wodne – <i>I. Bojakowska</i>	18
3. Pierwiastki promieniotwórcze – <i>H. Tomassi–Morawiec</i>	22
IX. Składowanie odpadów – <i>J. Król</i>	24
X. Warunki podłoża budowlanego – <i>J. Jędrzejewska</i>	30
XI. Ochrona przyrody i krajobrazu – <i>J. Jędrzejewska</i>	31
XII. Zabytki kultury – <i>J. Jędrzejewska</i>	35
XIII. Podsumowanie – <i>J. Jędrzejewska, J. Król</i>	36
XIV. Literatura	37

I. Wstęp

Mapa geośrodowiskowa Polski w skali 1:50 000 arkusz Dolistowo Stare została opracowana w Krakowskim Przedsiębiorstwie Geologicznym „ProGeo” Sp. z o.o. w Krakowie (plansza A) i Przedsiębiorstwie Geologicznym we Wrocławiu PROXIMA SA oraz Państwowym Instytucie Geologicznym – Państwowym Instytucie Badawczym w Warszawie (plansza B). Przy jej opracowywaniu wykorzystano materiały archiwalne i informacje zamieszczone na arkuszu Dolistowo Stare Mapy geologiczno-gospodarczej Polski w skali 1:50 000, wykonanym w 2006 roku w Krakowskim Przedsiębiorstwie Geologicznym „ProGeo” Sp. z o.o. w Krakowie (Kopera, Leśniak, 2006).

Mapę wykonano zgodnie z „Instrukcją...” (2005), wydaną przez Państwowy Instytut Geologiczny. Opracowanie sporządzono na podkładzie topograficznym w skali 1:50 000 w układzie 1942.

Mapa geośrodowiskowa Polski jest kartograficznym odwzorowaniem występowania kopalin oraz gospodarki złożami na tle wybranych elementów: hydrogeologii, geologii inżynierskiej oraz ochrony przyrody, krajobrazu i zabytków kultury. Składa się ona z dwóch plansz – plansza A zawiera zaktualizowaną treść Mapy geologiczno-gospodarczej Polski, a plansza B nową warstwę informacyjną „Zagrożenia powierzchni Ziemi”, opisującą tematykę geochemii środowiska i warunki do 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 geośrodowiskowa przeznaczona jest głównie do praktycznego wspomagania regionalnych i lokalnych działań gospodarczych. Służyć ma instytucjom, samorządom terytorialnym i administracji państwowej w podejmowaniu decyzji dotyczących gospodarki zasobami środowiska przyrodniczego oraz planowania przestrzennego. Informacje zawarte na mapie mogą być przydatne w kształtowaniu proekologicznych postaw lokalnych społeczności oraz edukacji na wszystkich szczeblach nauczania.

W opracowaniu wykorzystano materiały archiwalne pochodzące z: Centralnego Archiwum Geologicznego Państwowego Instytutu Geologicznego w Warszawie, Regionalnego Banku Danych Hydrogeologicznych „Hydro” w Warszawie, Podlaskiego Urzędu Wojewódzkiego w Białymstoku i Urzędu Marszałkowskiego Województwa Podlaskiego w Białymstoku, Państwowej Inspekcji Ochrony Środowiska, starostw powiatowych w Grajewie, Augustowie, Mońkach i Sokółce oraz urzędów gminnych. Dane archiwalne zostały zweryfikowane w trakcie prac terenowych.

Mapa przygotowana jest w formie cyfrowej jako baza danych Mapy geośrodowiskowej Polski (MGŚP). Dane dotyczące złóż kopalin zostały zamieszczone w kartach informacyjnych dla komputerowej bazy danych o złożach.

II. Charakterystyka geograficzna i gospodarcza

Obszar objęty arkuszem Dolistowo Stare określają współrzędne od 22°45' do 23°00' długości geograficznej wschodniej i od 53°30' do 53°40' szerokości geograficznej północnej.

Pod względem administracyjnym obszar arkusza należy do województwa podlaskiego, powiatów: monieckiego (gminy: Jaświły i Goniądz), augustowskiego (gminy: Sztabin i Bargłów Kościelny), grajewskiego (gmina Rajgród) oraz sokólskiego (gmina Suchowola).

Według podziału fizycznogeograficznego (Kondracki, 2002) obszar arkusza znajduje się w obrębie dwóch mezoregionów Niziny Północnopodlaskiej: Kotliny Biebrzańskiej (przeważająca część obszaru) i Wysoczyzny Białostockiej (część południowo-wschodnia) (fig. 1).

Kotlina Biebrzańska zajmuje północną i centralną część obszaru arkusza. Jest to płaskie zabagnione obniżenie, wyniesione do około 110 m n.p.m. Lokalnie wśród torfowisk i bagien występują fragmenty tarasu pradolinowego, wznoszącego się 2–4 m nad poziom torfowisk. Są to tzw. „wyspy” w okolicach: Kopytkowa, Jasionowa, Dębowa, Jagłowa i Polkowa. W zachodniej części omawianego obszaru znajdują się okazałe zespoły wydm, tzw. grzędy. Dominują tu dobrze wykształcone wydmy paraboliczne. Niektóre formy wznoszą się do około 12–14 m ponad powierzchnię torfowisk.

Wysoczyzna Białostocka zaznacza się w krajobrazie wyraźną kulminacją, wznoszącą się 10–20 m ponad poziom rzeki Biebrzy, płynącej u jej podnóża. Wzdłuż podnóża wysoczyzny od Zabiela, poprzez Dolistowo Stare i Nowe, Wroceń i dalej w kierunku południowo-zachodnim ciągnie się szeroki na kilka kilometrów pas równiny sandrowej. Dalej na południe występuje płaska i falista morena denna, związana genetycznie ze zlodowaceniem warty. W obrębie wysoczyzny rzędne terenu nie przekraczają 140 m n.p.m.

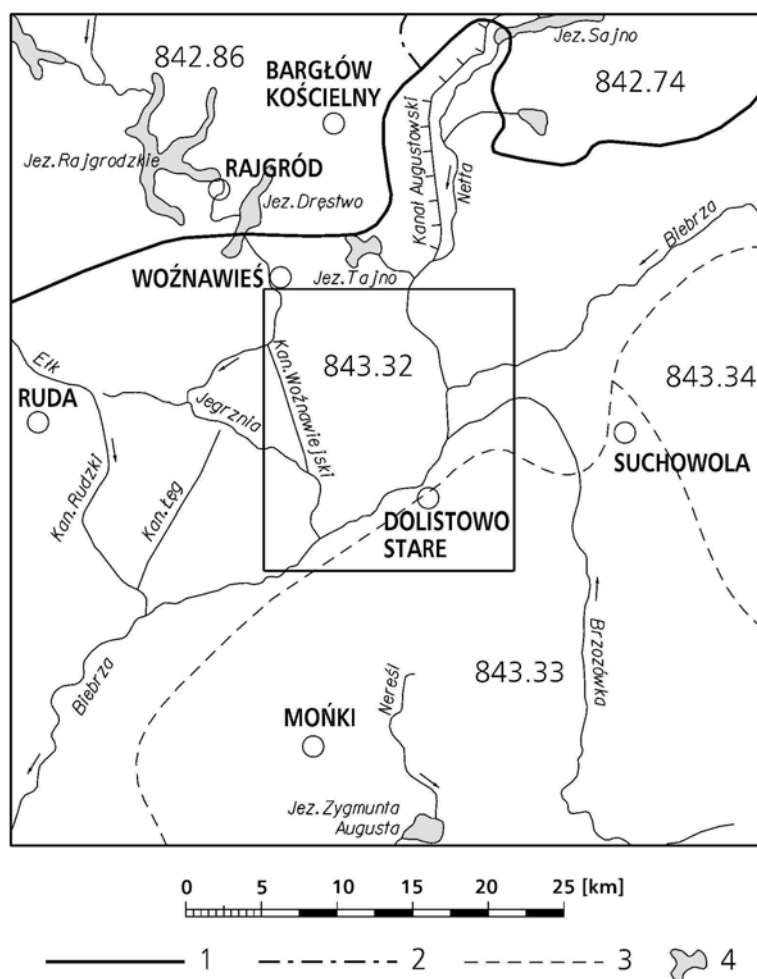


Fig. 1. Położenie arkusza Dolistowo Stare na tle jednostek fizycznogeograficznych (Kondracki, 2002)

1 – granica podprovincji, 2 – granica makroregionu, 3 – granica mezoregionu, 4 – jeziora

Podprovincia: Pojezierza Wschodniobałtyckie

Mezoregiony Pojezierza Litewskiego: 842.74 – Równina Augustowska

Mezoregiony Pojezierza Mazurskiego: 842.86 – Pojezierze Ełckie

Podprovincia: Wysoczyzny Podlasko-Białoruskie

Mezoregiony Niziny Północnopodlaskiej: 843.32 – Kotlina Biebrzańska, 843.33 – Wysoczyzna Białostocka, 843.34 – Wzgórze Sokólskie

Sieć rzeczna jest bogata. Dominującym elementem hydrograficznym jest rzeka Biebrza, odwadniająca kotlinę Biebrzy poprzez rzeki, kanały i sieć rowów melioracyjnych. Wysoczyzna Białostocka drenowana jest przez niewielkie ciekły spływające bezpośrednio do Biebrzy lub do jej dopływów.

Obszar arkusza położony jest w regionie klimatycznym mazursko-podlaskim i należy do jednego z najzimniejszych regionów Polski. Klimat tego rejonu zbliżony jest do kontynentalnego z elementami klimatu subborealnego. Cechą tego klimatu jest długa zima (około 110 dni), krótkie przedwiośnie i krótki okres wegetacyjny (średnio 192 dni). Średnia roczna tem-

peratura powietrza w części południowo-wschodniej omawianego obszaru wynosi 6,5–7,0°C, nieco chłodniej jest w części północno-zachodniej 6,0–6,5°C. Średnia roczna suma opadów waha się w granicach 530–560 mm (Stachý, 1987; Starkel (red.), 1991).

Podstawowym źródłem utrzymania ludności jest rolnictwo, przy czym obszar Kotliny Biebrzy jest w małym stopniu zasiedlony. Osadnictwo wiejskie rozwinęło się na wysoczyźnie i w strefach brzeżnych kotliny. Lasy występują tylko w Kotlinie Biebrzy. Największe kompleksy znajdują się w północnej i środkowej części obszaru arkusza i stanowią pozostałości dawnej Puszczy Rajgrodzkiej. Biebrzański Park Narodowy wraz z otuliną zajmuje około 65% powierzchni arkusza.

Krawędzią Wysoczyzny Białostockiej przebiega droga powiatowa nr 670 Goniądz–Dąbrowa Białostocka.

III. Budowa geologiczna

Budowę geologiczną obszaru arkusza Dolistowo Stare przedstawiono na podstawie Szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1:50 000 arkusz Dolistowo Stare wraz z objaśnieniami (Albrycht, Szymański, 2008; Albrycht, 2008).

Omawiany teren położony jest w zasięgu wyniesienia mazursko-suwalskiego prekambryjskiej platformy wschodnio-europejskiej. Podłoże krystaliczne tej jednostki tworzą prekambryjskie łupki muskowitowo-kwarcytowe, zalegające na głębokości 550 m. Na utworach prekambryjskich zalegają osady środkowej oraz górnej jury i kredy, wykształcone jako iłowce, mułowce, margle i wapienie (jura środkowa i górna) oraz wapienie, kreda pisząca, margle i opoki (kreda górna), o miąższości rzędu kilkunastu metrów.

W otworze w Dzieciołowie strop utworów kredowych zalega na głębokości 210 m, spąg na głębokości 401 m. Powyżej zalegają utwory paleogenu, nawiercone w kilku otworach na obszarze arkusza na głębokości rzędu 140–210 m. Są to: piaski, piaski glaukonitowe, mułki oraz piaskowce wapniste i gezy. Łączna miąższość paleogenu dochodzi do 50 m.

Ponad utworami paleogenu zalegają osady czwartorzędowe. Pokrywają one całą powierzchnię omawianego obszaru (fig. 1). Miąższość osadów czwartorzędowych wynosi od około 120 do ponad 200 m. Najbardziej charakterystycznym elementem podłoża podczwartorzędowego jest jego głębokie obniżenie we wschodniej części omawianego obszaru, mające postać rowu tektonicznego kontynuującego się na arkuszach sąsiednich. Kompleks skał czwartorzędowych składa się z osadów powstałych w czasie kolejnych zlodowaceń. Stanowią je rozpoziomowane warstwy glin zwałowych, poprzedzielane utworami o charakterze zastoi-skowym oraz utworami rzeczno-lodowcowymi.

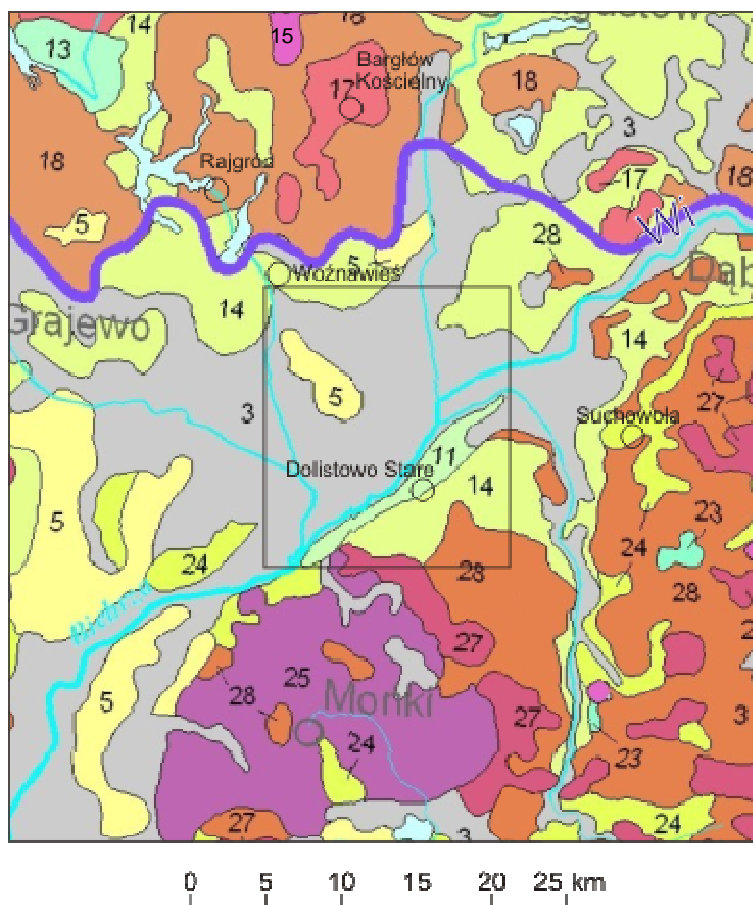


Fig. 2. Położenie arkusza Dolistowo Stare na tle Mapy geologicznej Polski w skali 1:500 000 (Marks, Ber, Gogołek, Piotrowska (red.), 2006)

Czwartorzęd

Holocen:

3 Piaski, żwiry, mady rzeczne oraz torfy i namuły

Czwartorzęd nierozdzielny:

5 Piaski eoliczne, lokalnie w wydmach

Plejstocen (złodowacenie północnopolskie):

11 Piaski, żwiry i mulki rzeczne

13 Iły, mulki i piaski zastoiskowe

14 Piaski i żwiry sandrowe

15 Piaski i mulki kemów

17 Żwiry, piaski, glazy i gliny moren czołowych

18 Gliny zwałowe, ich zwietrzliny oraz piaski i żwiry lodowcowe

Plejstocen (złodowacenia środkowopolskie):

23 Iły, mulki i piaski zastoiskowe

24 Piaski i żwiry sandrowe

25 Piaski i mulki kemów

27 Żwiry, piaski, glazy i gliny moren czołowych

28 Gliny zwałowe, ich zwietrzliny oraz piaski i żwiry lodowcowe

—Wi— Zasięg złodowacenia wisły

Ciągi drobnych form rzeźby:

● kemy

○ jeziora

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

Najlepiej udokumentowane wierceniami są utwory zlodowaceń środkowopolskich. W części północnej utwory te znajdują się pod osadami zlodowaceń północnopolskich. W części południowej występują na powierzchni, tworząc wysoczyznę polodowcową (zlodowacenie warty). Osady zlodowaceń środkowopolskich, reprezentowane przez gliny zwałowe (zlodowacenie odry), zalegają niekiedy bezpośrednio na glinach zlodowaceń południowopolskich, albo też przykrywają utwory rzeczne i jeziorne interglacjału mazowieckiego, najczęściej jednak gliny obydwu zlodowaceń rozdziela warstwa utworów sandrowych. Łączna miąższość osadów zlodowaceń środkowopolskich waha się od około 60 do około 90 m.

Osady zlodowacenia warty, budujące powierzchnię wysoczyzny polodowcowej, to piaski i żwiry lodowcowe. Na znacznych obszarach w okolicach Zabiela, Dzieciołowi i Dolistowa przykrywają one gliny zwałowe warstwą o miąższości 1–3 m. Piaski, miejscami żwiry moren spiętrzonych, tworzą na wysoczyźnie nieliczne wyniesienia ponad powierzchnię wysoczyzny. Utwory te są zaburzone glacitektonicznie, tworząc łuski ograniczone powierzchniami nasunięć. W obrębie Wysoczyzny Białostockiej pomiędzy krawędzią wysoczyzny a pasmem wzgórz moren spiętrzonych w okolicach Wrocenia, Moniuszek i Mikicina występują piaski kemów. Wzgórza kemowe mają tu płaskie formy o znacznej powierzchni (do około 2 km²), jednak o niewielkiej wysokości względnej (od około 3 do 10 m).

Zasięg osadów powstałych w trakcie zlodowaceń północnopolskich (zlodowacenie wisły) ograniczony jest do terenu Kotliny Biebrzańskiej oraz części Wysoczyzny Białostockiej w rejonie Kolonii Krzeczce i Zabiela. Są to głównie gliny zwałowe oraz piaski ze żwirami i piaski wodnolodowcowe. Gliny zwałowe występują na powierzchni w północnej i środkowej części Kotliny Biebrzańskiej oraz na jej północnych obrzeżach. Miąższość glin zwałowych nie przekracza 15 m. Miejscami w Kotlinie Biebrzańskiej występują one w postaci ostańców erozyjnych bezpośrednio na powierzchni terenu, a w okolicach Jasionowa i Polkowa przykryte są cienką warstwą osadów wodnolodowcowych.

Piaski ze żwirem i piaski wodnolodowcowe zlodowacenia wisły (sandry), tworzą zwarte powierzchnie tarasowe na północnym obrzeżu Kotliny pomiędzy rzeką Jegrznią a Jaziewem, podrzędnie u krawędzi Wysoczyzny Białostockiej w okolicy Zabiela i Kolonii Krzeczce. Na znacznych obszarach kotliny stanowią one podłoże dla holocenijskich utworów organogenicznych. Miąższość osadów piaskowo-żwirowych na ogół nie przekracza 5–7 m. Tylko w części północno-zachodniej osiąga ponad 20 m.

Utwory reprezentujące czwartorzęd nierozdzielony to piaski i gliny deluwialne oraz piaski eoliczne i piaski eoliczne w wydmach. Gliny deluwialne występują w obrębie zboczy dość głębokich dolinek w okolicach Mikicina na Wysoczyźnie Białostockiej. Ich miąższość

wynosi około 2–3 m. Piaski eoliczne oraz piaski eoliczne w wydmach zajmują znaczne powierzchnie w obrębie basenu środkowego Kotliny Biebrzańskiej w zachodniej części mapy. Pojedyncze wydmy oraz towarzyszące im pola piasków eolicznych występują również w okolicach Polkowa oraz Jaziewa.

Duże znaczenie w budowie przypowierzchniowej obszaru arkusza odgrywają osady holocenu, pokrywające ponad 70% powierzchni Kotliny Biebrzańskiej i około 10% powierzchni Wysoczyzny Białostockiej, gdzie ich występowanie ograniczone jest do dolin rzecznych. Utwory holocenijskie to torfy, gytie, mułki i piaski z wkładkami namułów rzecznych (mady).

Torfy w granicach obszaru arkusza pokrywają 60% powierzchni Kotliny Biebrzańskiej. Miąższość torfów jest zmienna i na ogół nie przekracza 2 m. Osady o największej, sięgającej 3–4 m miąższości, związane są z rejonem Czerwonego Bagna.

Gytie jeziorne występują miejscami na obszarze Kotliny Biebrzańskiej pod pokrywą torfów. Ich miąższości wynoszą od około 1 do nieco ponad 2 m.

Mady, mułki, piaski i żwiry rzeczne tworzą tarasy: nadzalewowy i zalewowy Biebrzy.

IV. Złóża kopalin

W granicach arkusza Dolistowo Stare udokumentowano jedno złożo piaskowo-żwirowe. Jego charakterystykę gospodarczą i klasyfikację sozologiczną przedstawiono w tabeli 1 (Szuflicki i in. (red.), 2011).

Złożo „Jagłowo” (Sadowski, 1992), o powierzchni 15,3 ha, udokumentowane zostało w obrębie nadzalewowego tarasu akumulacyjnego rzeki Biebrzy. Złożo zlokalizowane jest przy wschodniej granicy omawianego arkusza i kontynuuje się na sąsiednim arkuszu Suchowola.

Serię złożową tworzą piaski ze żwirem oraz nieciągła warstwa piasków. Pokład piasków ze żwirem o miąższości 2,4–2,8 m, który charakteryzuje punkt piaskowy (zawartość ziarn poniżej 2 mm) w granicach 50–75% i średnia zawartość pyłów 4,6%, udokumentowano jako kopalinę główną. Piaski średnio- i gruboziarniste, o średnim punkcie piaskowym 83,8% i zawartości pyłów do 5,0%, zakwalifikowano jako kopalinę towarzyszącą. Nadkład o średniej grubości 0,7 m tworzy gleba i zorsztynowane piaski. Podłożo nie zostało dowiecone. Złożo jest częściowo zawodnione. Kopalina w stanie naturalnym może być wykorzystana w drogownictwie i budownictwie. Zastosowanie kopaliny do produkcji mieszanek do betonu wymaga uszlachetniania, polegającego na odsianiu niekorzystnych frakcji.

Istnieje możliwość powiększenia zasobów przez głębsze rozpoznanie serii złożowej.

Tabela 1

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 2010 (Szuflicki i in. (red.), 2011)						Klasy 1-4	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Jagłowo*	pż, p	Q	756	C ₁ *	Z	–	Sb, Sd	4	B	Natura 2000

Rubryka 2 – * – złoże kontynuuje się na sąsiednim arkuszu Suchowola (224)

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

Rubryka 4 – **Q** – czwartorzęd

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

Rubryka 7 – złoże: **Z** – zaniechane

Rubryka 9 – kopaliny skalne: **Sb** – budowlane, **Sd** – drogowe

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

Rubryka 11 – złoże: **B** – konfliktowe

Rubryka 12 – **Natura 2000** –obszar Europejskiej Sieci Ekologicznej „Natura 2000”

Klasyfikacji złoża dokonano zgodnie z Zasadami dokumentowania złóż kopalin (Nieć (red.), 2002) i na podstawie analizy przyrodniczo-krajobrazowej. Z punktu widzenia ochrony złóż złoże „Jagłowo” zaliczono do klasy 4, tj. powszechnych; licznie występujących, łatwo dostępnych. Z punktu widzenia ochrony środowiska złoże zaliczono do klasy B, tj. złóż konfliktowych, ze względu na położenie w obszarze należącym do sieci „Natura 2000”.

V. Górnictwo i przetwórstwo kopalin

W granicach arkusza Dolistowo Stare aktualnie nie prowadzi się koncesjonowanej eksploatacji. W jedynym udokumentowanym tu złożu „Jagłowo” eksploatacja została zaniechana w 2001 roku.

Złoże piasku i żwiru „Jagłowo” udokumentowano na potrzeby gminy Sztabin – głównie do konserwacji dróg i lokalnego budownictwa. Złoże eksploatowane było okresowo w miarę potrzeb. Wydobyto zaledwie około 15 tys. ton kopaliny. Brak jest dodatku rozliczającego zasoby. Eksploatacja prowadzona była w sposób chaotyczny, o czym świadczą pozostawione w wyrobisku fragmenty nadkładu lub gorszej jakościowo kopaliny. Prac rekultywacyjnych nie wykonano. W głębszych miejscach wyrobiska występuje woda gruntowa.

Na obszarze omawianego arkusza zachowały się nieliczne ślady dawnej eksploatacji kopalin okruchowych, m.in. w rejonie miejscowości Kolonia Smogorówka Dolistowska, Kolonia Dolistowo Stare i Dzieciołowo. Miejsca te zaznaczono na mapie jako punkty występowania kopaliny. Są to niewielkie wyrobiska, które uległy znaczącej samorekultywacji, bez oznak eksploatacji w ostatnich latach. Dla dawnej nieczynnej żwirowni, zlokalizowanej w granicach proponowanego obszaru perspektywicznego, wykonano kartę informacyjną punktu występowania kopaliny.

VI. Perspektywy i prognozy występowania kopalin

Znikome perspektywy surowcowe w granicach arkusza Dolistowo Stare wynikają głównie z budowy geologicznej tego obszaru oraz z faktu, że prawie w całości znajduje się on w obrębie Biebrzańskiego Parku Narodowego (BPN) i w obszarach chronionych z nim związanych.

Przypowierzchniowe utwory to głównie holocenijskie torfy o znacznej miąższości, zajmujące rozległe obniżenia doliny Biebrzy i jej dopływów. Osady zlodowaceń północnopolskich, reprezentowane przez piaski i żwiry lodowcowe i wodnolodowcowe, przykryte są na ogół zwartą pokrywą glin zwałowych o znacznych miąższościach. Perspektywiczne dla kopalin okruchowych mogą być formy kemowe oraz piaski i żwiry moren spiętrzonych.

Brak jest możliwości wyznaczenia prognoz ponieważ nieliczne prace poszukiwawcze kończyły się wynikami negatywnymi, a dla odosobnionych punktów występowania kopaliny nie wykonano badań jakościowych.

W ramach prac poszukiwawczych dla określenia warunków występowania serii piaskowo-żwirowej (Lichwa, 1983) rozpoznano obszar Kolonia Krzecz–Smogorówka przy granicy południowej arkusza. Jest to rejon występowania piasków i żwirów moren spiętrzonych, gdzie zachowały się stosunkowo liczne ślady dawnej eksploatacji. Wynik badań są w zasadzie negatywne. Stwierdzono głównie występowanie glin zwałowych i piasków zaglinionych. Tylko na niewielkim obszarze wyznaczono perspektywę dla piasków w oparciu o pozytywny otwór i punkt występowania kopaliny. Nawiercono tu bezpośrednio pod glebą piaski z domieszką żwiru, o miąższości do 3,5 m. Te same utwory występują w pobliskiej nieczynnej żwirowni. Badań jakościowych kopaliny nie wykonano.

Także w obszarze badań Smogorówka, w rejonie miejscowości Krzecz, stwierdzono pokład mułków ilastych o miąższości 5,5–5,6 m, występujący pod nadkładem 2,1–2,6 m. Ich przydatność dla ceramiki budowlanej określono jedynie na podstawie cech makroskopowych. Wyznaczony obszar perspektywiczny kontynuuje się na arkuszu Mońki.

Szeroko zakrojone prace poszukiwawcze za złożami kopalin okrucowych na terenie województwa białostockiego (Domańska, 1984) w granicach arkusza Dolistowo Stare objęły niewielkie formy morenowe i kemowe w rejonie miejscowości: Moniuszki, Dziesiętnica i Dzieciołowo. Na wszystkich obszarach wyniki badań są negatywne. Stwierdzono głównie gliny zwałowe, a w nich piaski z niewielką domieszką żwiru, przewarstwiające się z gliną piaszczystą i piaskami zaglinionymi.

Zdecydowana większość obszarów torfowiskowych na omawianym obszarze znajduje się w granicach Biebrzańskiego Parku Narodowego, co wyklucza je z rozważań surowcowych. Pozostałe, z uwagi na ich położenie w obszarach o dużych wartościach przyrodniczych, znaczenie dla retencji wód, a także użytkowanie rolnicze, nie zostały wytypowane do potencjalnej bazy zasobowej torfów (Ostrzyżek, Dembek, 1996).

VII. Warunki wodne

1. Wody powierzchniowe

Obszar arkusza Dolistowo Stare znajduje się w obrębie zlewni hydrograficznej trzeciego rzędu rzeki Biebrzy, stanowiącej prawobrzeżny dopływ Narwi. Głównymi ciekami po-

wierzchniowymi są obok Biebrzy jej prawobrzeżne dopływy: Jegrznia, Ełk, Kopytkówka i Dybła oraz dopływy lewobrzeżne: Brzozówka, Biebła i Baberka.

Zachodnia część obszaru arkusza odwadniana jest przez Kanał Woźnawiejski, który w rejonie wsi Kuligi przechwytuje większą część wód rzeki Jegrzni i odprowadza je do ujściowego odcinka starego koryta Ełku. W północno-wschodniej części mapy znajduje się końcowy odcinek Kanału Augustowskiego, wybudowanego w połowie XIX w., a łączącego Biebrzę z Czarną Hańczą.

Jakość wód powierzchniowych kontrolowana jest przez Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Białymstoku. W roku 2009 dokonano oceny jednolitych części wód powierzchniowych, zgodnie z zapisami Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 20 sierpnia 2008 r. w sprawie sposobu klasyfikacji stanu jednolitych części wód powierzchniowych (Informacja..., 2010). Badano wody rzeki Jegrzni (przekrój pomiarowo kontrolny Kuligi) i Netty (przekrój pomiarowo kontrolny Polkowo-Zwierzyniec). Stan chemiczny obu rzek oceniono jako dobry, stan ekologiczny Jegrzni i potencjał ekologiczny Netty – umiarkowany (III klasa). W obydwu rzekach stan JCW oceniono jako zły.

2. Wody podziemne

Według podziału regionalnego Polski (Paczyński, Sadurski (red.), 2007) cały obszar arkusza położony jest w prowincji niżowej, regionie mazowiecko-mazursko-podlaskim, subregionie pojeziernym (II₂), na terenie jednolitej części wód podziemnych (JCWPd) 34.

Charakterystykę poziomów wodonośnych i jakości wód podziemnych przedstawiono na podstawie Mapy hydrogeologicznej Polski w skali 1:50 000 (Mikołajczyk, Zboralska, 2004).

Na omawianym obszarze wody podziemne o znaczeniu użytkowym występują w piaskowo-żwirowych utworach czwartorzędu. Z regionalnych przesłanek hydrogeologicznych wynika, że w południowo-wschodniej części arkusza wody podziemne mogą wystąpić w piaskowych osadach paleogenu. Jednakże brak wierceń uniemożliwia ich dokładne rozpoznanie.

W obrębie piętra czwartorzędowego wyróżnia się poziomy: przypowierzchniowy, który ma znaczenie podrzędne oraz międzyglinowe, stanowiące główne użytkowe poziomy wodonośne. Poziom przypowierzchniowy tworzą piaski zalegające przeważnie na głębokości poniżej 5 m, lokalnie nieco głębiej, pod warstwą torfów. Na przeważającej części obszaru arkusza miąższość osadów wodonośnych waha się najczęściej w granicach 15 m. Zwierciadło wody ma charakter swobodny i stabilizuje się blisko powierzchni terenu powodując podtopienia i zabagnienia. Poziom przypowierzchniowy jest ujmowany jedynie studniami kopanymi.

Współczynnik filtracji oceniany jest na 6 m/d, wydajność potencjalna zwykle wynosi 10–30 m³/h, miejscami 30–50 m³/h.

Poziomy międzyglinowe związane są z osadami piaskowo-żwirowymi, występującymi między glinami zlodowaceń południowopolskich i środkowopolskich oraz osadami interglacjalnymi. Z uwagi na słabe rozpoznanie geologiczne Kotliny Biebrzy trudno jest określić cykle sedymentacyjne osadów, ilość poziomów i ich rozprzestrzenienie. Na obszarze arkusza najczęściej eksploatowany jest poziom międzyglinowy górny, którego strop zalega na głębokości od 15 do 50 m. Jego miąższość waha się w granicach 10–20 m. Zwierciadło wody tego poziomu ma charakter naporowy, stabilizuje się około 2–5 m poniżej powierzchni terenu. Poziom międzyglinowy jest oddzielony od przypowierzchniowego warstwą glin lub iłów o miąższości około 20–35 m. Wydajność potencjalna studni ujmujących wody tego poziomu wynosi zwykle 30–50 m³/h. Wielkość współczynnika filtracji waha się od 4,2 do 8,0 m/d.

Na pewnych obszarach poziom przypowierzchniowy i poziomy międzyglinowe mogą się łączyć ze sobą, tworząc jeden wspólny poziom wodonośny.

W północno-wschodniej części arkusza sięgnięto po wodę z poziomu międzyglinowego zalegającego na głębokości 90–100 m. Miąższość warstwy wodonośnej wynosi tu 10 m, współczynnik filtracji 9,8 m/d. Wydajność potencjalna pojedynczej studni kształtuje się średnio na poziomie 30–50 m³/h.

Główną bazą drenażu poziomów wodonośnych jest Biebrza.

Wody podziemne na tym obszarze to wody typu wodorowęglanowo-wapniowo-magnezowego, średnietwarde, miejscami twarde. Średnia mineralizacja wód poziomu przypowierzchniowego nie przekracza 280 mg/dm³, zaś poziomów międzyglinowych – dochodzi do 445 mg/dm³. Zawierają one podwyższone zawartości żelaza i manganu w stosunku do norm sanitarnych dla wód pitnych. Wody poziomu przypowierzchniowego wykazują wyraźne lokalne zanieczyszczenia związkami azotu (do 17,6 mg NNO₃/dm³) oraz siarczanami (do 244 mg SO₄/dm³).

Stopień zagrożenia jakości wód czwartorzędowych na znacznej części obszaru arkusza oceniono na średni z uwagi na specyfikę terenu – liczne torfowiska i bagna w rozległym obniżeniu doliny Biebrzy, które w pewnym stopniu mogą być ogniskiem zanieczyszczeń geogenicznych. Obszary te w znacznej części znajdują się w obrębie Biebrzańskiego Parku Narodowego. W północno-wschodniej i południowo-wschodniej części obszaru arkusza stopień zagrożenia jakości wód został oceniony jako bardzo niski. Wynika to przede wszystkim z obecności utworów izolujących warstwę wodonośną od powierzchni. Wzdłuż rzeki Biebrzy,

VIII. Geochemia środowiska

1. Gleby

Kryteria klasyfikacji gleb

Dla oceny zanieczyszczenia gleb zastosowano wartości dopuszczalne stężeń metali określone w Załączniku do Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 9 września 2002 r. w sprawie standardów gleby oraz standardów jakości ziemi (DzU nr 165, poz. 1359). Dopuszczalne wartości pierwiastków dla poszczególnych grup użytkowania, ich zakresy oraz przeciętne zawartości w glebach z terenu arkusza 223 Dolistowo Stare, umieszczono w tabeli 2. W celu porównania tabelę uzupełniono danymi o przeciętnej zawartości (median) pierwiastków w glebach terenów niezabudowanych Polski (najmniej zanieczyszczonych w kraju).

Materiał i metody badań laboratoryjnych

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

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

Prezentacja wyników

Zastosowana gęstość pobierania próbek (1 próbka na około 25 km²) nie jest dostateczna do wykreślenia izoliniowej mapy zawartości pierwiastków zgodnie z zasadami przyjętymi

w kartografii (dla skali 1:50 000 konieczne jest opróbowanie w siatce 0,5x0,5 km, czyli jedna próbka – jedna informacja na 1 cm² mapy dla całego arkusza). Wyniki badań geochemicznych zostały więc przedstawione na mapie w postaci punktów.

Lokalizację miejsc pobierania próbek (wraz z numeracją zgodną z bazą danych) przedstawiono na mapie w postaci kwadratów wypełnionych kolorem przyjętym dla gleb zaklasyfikowanych do grupy A i C 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 symbole pierwiastków decydujących 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 2).

Przeciętne zawartości: chromu, cynku, kadmu, kobaltu, miedzi, niklu i ołowiu w badanych glebach arkusza są na ogół niższe lub równe w stosunku do wartości przeciętnych (median) w glebach obszarów niezabudowanych Polski. Wyższą wartość mediany wykazują zawartości: arsenu, baru oraz rtęci. W przypadku baru wzbogacenie jest ponad dwukrotne, natomiast arsenu niemal dwukrotne w stosunku do przyjętych wartości przeciętnych.

Pod względem zawartości metali 4 spośród badanych próbek spełnia warunki klasyfikacji do grupy A (standard obszaru poddanego ochronie), co pozwala na ich wielofunkcyjne użytkowanie.

Do grupy C (standard terenów przemysłowych, użytków kopalnych i terenów komunikacyjnych) zaklasyfikowano próbkę gleby z punktu 1 ze względu na wysoką zawartość arsenu (23 ppm), natomiast zawartość kadmu (1,3 ppm) klasyfikuje ją do grupy B.

Koncentracja arsenu oraz kadmu występuje na obszarze gleb powstałych na osadach aluwialnych rzeki Netta (obszary podmokłe – bagienne w obrębie Biebrzańskiego Parku Narodowego). Deponowany materiał aluwialny, zawiera wzbogacenia antropogenicznie pochodzące z zanieczyszczeń w obszarze zlewni jak i naturalne koncentracje pierwiastków wyługowanych z osadów czwartorzędowych zlewni, zasobnych w te pierwiastki. 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.

Tabela 2

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 223 Dolistowo Stare	Wartość przeciętnych (median) w glebach na arkuszu 223 Dolistowo Stare	Wartość przeciętnych (median) w glebach obszarów niezabudowanych Polski ⁴⁾
	Grupa A ¹⁾	Grupa B ²⁾	Grupa C ³⁾	N=5	N=5	N=6522
		Głębokość (m p.p.t.) 0–0,3 0–2,0		Fracja ziarnowa <1 mm Mineralizacja HCl (1:4) Głębokość (m p.p.t.) 0–0,2		
As Arsen	20	20	60	<5–23	9	<5
Ba Bar	200	200	1000	30–162	67	27
Cr Chrom	50	150	500	<1–4	2	4
Zn Cynk	100	300	1000	9–51	26	29
Cd Kadm	1	4	15	<0,5–1,3	0,5	<0,5
Co Kobalt	20	20	200	<1–2	1	2
Cu Miedź	30	150	600	2–6	3	4
Ni Nikiel	35	100	300	1–5	3	3
Pb Ołów	50	100	600	5–25	8	12
Hg Rtęć	0,5	2	30	0,06–0,08	0,08	<0,05
Ilość badanych próbek gleb z arkusza 223 Dolistowo Stare w poszczególnych grupach użytkowania				¹⁾ grupa A a) nieruchomości gruntowe wchodzące w skład obszaru poddanego ochronie na podstawie przepisów ustawy Prawo wodne, b) obszary poddane ochronie na podstawie przepisów o ochronie przyrody; jeżeli utrzymanie aktualnego poziomu zanieczyszczenia gruntów nie stwarza zagrożenia dla zdrowia ludzi lub środowiska – dla obszarów tych stężenia zachowują standardy wynikające ze stanu faktycznego, ²⁾ grupa B – grunty zaliczone do użytków rolnych z wyłączeniem gruntów pod stawami i gruntów pod rowami, grunty leśne oraz zadrzewione i zakrzewione, nieużytki, a także grunty zabudowane i zurbanizowane z wyłączeniem terenów przemysłowych, użytków kopalnych oraz terenów komunikacyjnych, ³⁾ grupa C – tereny przemysłowe, użytki kopalne, tereny komunikacyjne, ⁴⁾ Lis, Pasieczna, 1995 – Atlas geochemiczny Polski 1:2 500 000 N – ilość próbek		
As Arsen	4		1			
Ba Bar	5					
Cr Chrom	5					
Zn Cynk	5					
Cd Kadm	4	1				
Co Kobalt	5					
Cu Miedź	5					
Ni Nikiel	5					
Pb Ołów	5					
Hg Rtęć	5					
Sumaryczna klasyfikacja badanych gleb z obszaru arkusza 223 Dolistowo Stare do poszczególnych grup użytkowania (ilość próbek)						
	4		1			

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). Wstępujące w osadach metale ciężkie i inne substancje niebezpieczne mogą akumulować się w łańcuchu troficznym do poziomu który jest toksyczny dla organizmów, zwłaszcza drapieżników, a także mogą stwarzać ryzyko dla ludzi (Vink 2009; Albering i in., 1999; Liu i in., 2005; Šmejkalová i in., 2003). Osady o wysokiej zawartości szkodliwych składników są potencjalnym ogniskiem zanieczyszczenia środowiska. Część szkodliwych składników zawartych w osadach może ulegać ponownemu uruchomieniu do wody w następstwie procesów chemicznych i biochemicznych przebiegających w osadach, jak również mechanicznego poruszenia wcześniej odłożonych zanieczyszczonych osadów na skutek naturalnych procesów albo podczas transportu bądź bagrowania (Sjöblom i in., 2004; Bordas, Bourg, 2001). Także podczas powodzi zanieczyszczone osady mogą być przemieszczane na gleby tarasów zalewowych albo 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 i in., 1995; Bojakowska, Sokołowska, 1996; 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 (DzU nr 55 poz. 498). Dla oceny jakości osadów wodnych ze względów ekotoksykologicznych zastosowano wartości PEL (ang. *Probable Effects Levels – przypuszczalne szkodliwe stężenie*) – określające zawartość pierwiastka, WWA i PCB, powyżej której prawdopodobny jest szkodliwy wpływ zanieczyszczonych osadów na organizmy wodne. W tabeli 3 zamieszczono dopuszczalne zawartości pierwiastków oraz trwałych zanie-

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

Tabela 3

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

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

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

** – MACDONALD i in., 2000

*** – suma acenaftyenu, 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. Osady jeziorne są pobierane z głębozczków jezior. W badaniach analitycznych wykorzystano frakcję ziarnową drobniejszą niż 0,2 mm. Zawartości arsenu, chromu, kadmu, ołowiu, miedzi, niklu i cynku oznaczono metodą atomowej spektrometrii emisyjnej ze wzbudzeniem plazmowym (ICP-OES), z roztworów uzyskanych po rozтворzeniu próbek osadów wodą królewską, a oznaczenia zawartości rtęci wykonano z próbki stałej metodą spektrometrii absorpcyjnej z zateżaniem na amalgamatorze. Zawartości wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (WWA) – acenaftyenu, acenaftenu, fluorenu, fenantrenu, antracenu, fluorantenu, pirenu, benzo(a)antra-

cenu, 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
- w postaci koła o odmiennych kolorach dla osadów zaklasyfikowanych do zanieczyszczonych (czerwony) lub niezanieczyszczonych (fioletowy) i o nieprzekroczonych wartościach *PEL* (niebieski) pod względem zawartości trwałych zanieczyszczeń organicznych.

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

Zanieczyszczenie osadów

Na arkuszu zlokalizowany jest jeden punkt obserwacyjny PMS na rzece Jegrzni w Kuliwach, z którego osady pobierane są do badań co trzy lata. Osady rzeczne charakteryzują się bardzo niskimi zawartościami potencjalnie szkodliwych pierwiastków śladowych oraz wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych, niższymi od wartości ich tła geochemicznego. Stwierdzone w osadach rzeki i jezior zawartości pierwiastków śladowych i WWA są niższe od ich dopuszczalnych stężeń według rozporządzenia MS, są one także niższe od ich wartości PEL, powyżej której obserwuje się szkodliwe oddziaływanie na organizmy wodne.

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

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

Parametr	Jęgrznia Kuligi 2011 r.
Arsen (As)	<3
Chrom (Cr)	2
Cynk (Zn)	5
Kadm (Cd)	<0,5
Miedź (Cu)	2
Nikiel (Ni)	1
Ołów (Pb)	2
Rtęć (Hg)	0,007
WWA ^{11 WWA*}	0,704
WWA ^{7 WWA**}	0,728
PCB ^{***}	<0,0007

* – 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)

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

3. Pierwiastki promieniotwórcze

Materiał i metody badań

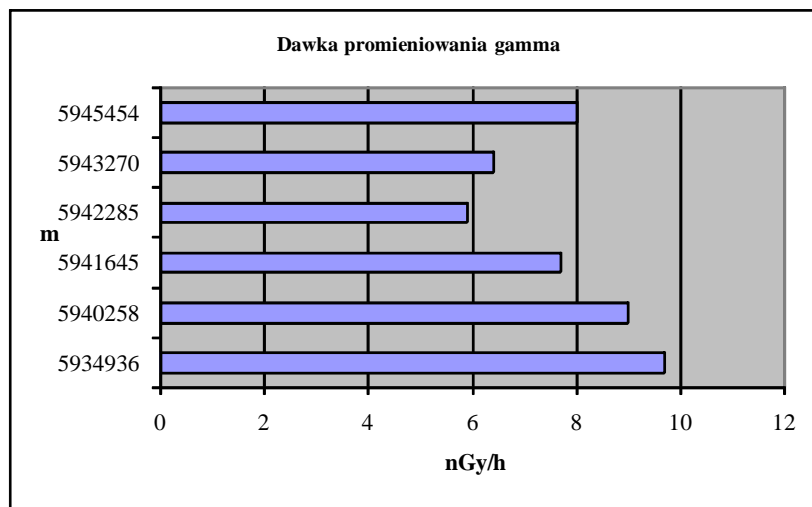
Do określenia dawki promieniowania gamma i stężenia radionuklidów poczynobylskiego cezu wykorzystano wyniki badań gamma-spektrometrycznych wykonanych dla Atlasu Radioekologicznego Polski 1:750 000 (Strzelecki i in., 1993; 1994). Pomiary gammaspektrometryczne wykonywano wzdłuż profili o przebiegu N-S,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

Prezentacja wyników

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

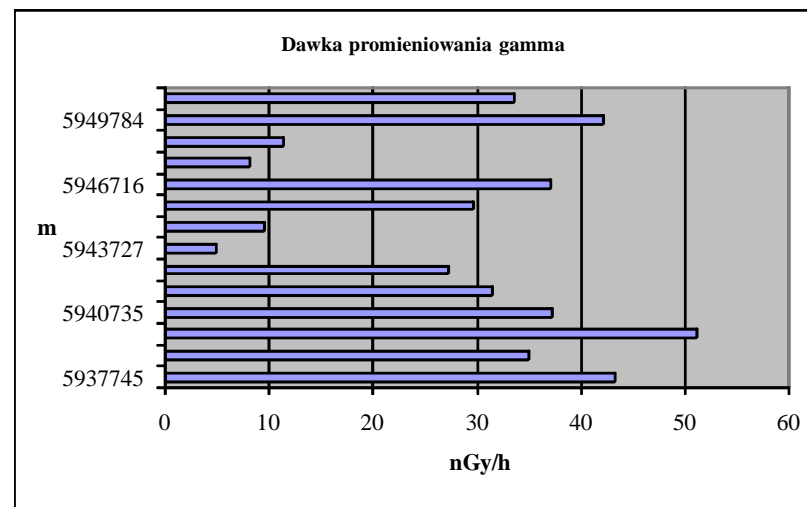
223 W

PROFIL ZACHODNI



223 E

PROFIL WSCHODNI



23

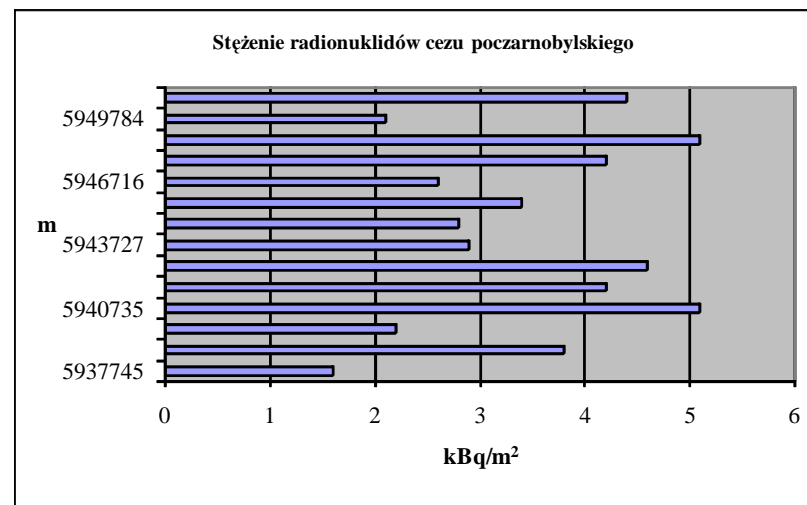
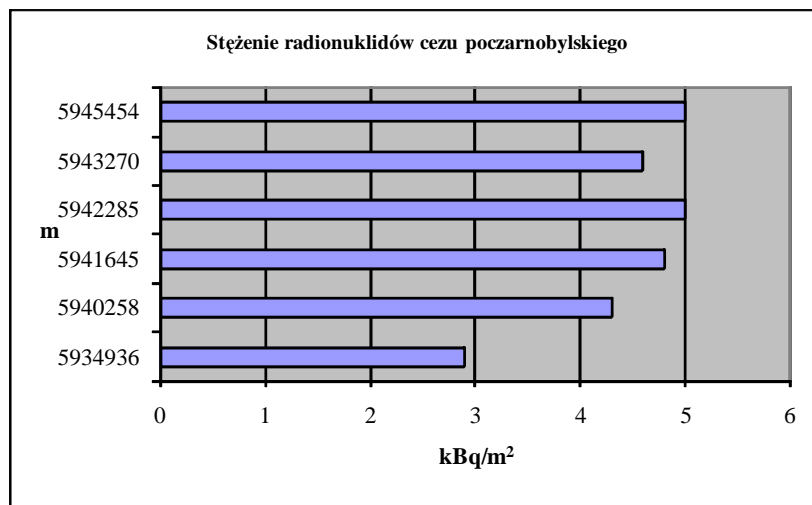


Fig. 4. Zanieczyszczenie gleb pierwiastkami promieniotwórczymi na obszarze arkusza Dolistowo Stare (na osi rzędnych – opis siatki kilometrowej arkusza)

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

Wyniki

Wartości dawki promieniowania gamma wzdłuż profilu zachodniego wahają się w przedziale od około 6 do około 34 nGy/h. Przeciętnie wartość ta wynosi około 17 nGy/h i jest znacznie niższa od średniej dla obszaru Polski wynoszącej 34,2 nGy/h. Wzdłuż profilu wschodniego wartości promieniowania gamma zmieniają się od około 5 do około 54 nGy/h i przeciętnie wynoszą około 33 nGy/h.

W profilu zachodnim pomierzone wartości promieniowania gamma są generalnie bardzo niskie. Najniższe dawki promieniowania gamma (ok. 10 nGy/h) pochodzą od namułów dolin rzecznych i od osadów jeziornych (iły, mułki, piaski i kredy jeziorne). Wyższe – około 15–34 nGy/h – są związane z utworami wodnolodowcowymi (piaski i żwiry) i rzecznyymi (mady, mułki, piaski i żwiry) zlodowaceń północnopolskich oraz z torfami, zajmującymi większą część powierzchni arkusza. W profilu wschodnim zarejestrowane dawki promieniowania gamma są bardziej zróżnicowane, ale obserwuje się podobne zależności. Najniższymi wartościami promieniowania gamma (około 10 nGy/h) charakteryzują się namuły. Natomiast wartości promieniowania rzędu 30–50 nGy/h są związane z osadami wodnolodowcowymi i z osadami moren czołowych (piaski, żwiry, głązy i gliny) zlodowaceń środkowopolskich oraz z aluwiami z okresu zlodowaceń północnopolskich (mady, mułki, piaski i żwiry).

Stężenia radionuklidów poczynobylskiego cezu zmierzone wzdłuż obu profili są bardzo niskie, charakterystyczne dla obszarów bardzo słabo zanieczyszczonych. Wzdłuż profilu zachodniego wynoszą od 2,0 do 5,6 kBq/m², a wzdłuż profilu wschodniego wahają się od 0,7 do 5,1 kBq/m².

IX. Składowanie odpadów

Zasady wydzielania potencjalnych obszarów lokalizacji składowisk odpadów

Przy określaniu obszarów predysponowanych do lokalizowania składowisk uwzględniono zasady i wskazania zawarte w Ustawie o odpadach (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 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. W nielicznych przypadkach przyjęto zmodyfikowane rozwiązania w stosunku do wymienionych aktów prawnych, co wynika ze skali oraz charakteru opracowania kartograficznego i nie stoi w sprzeczności z możliwością późniejszych weryfikacji i uszczegółowień na etapie projektowania składowisk.

Na mapie, w nawiązaniu do powyższych kryteriów, wyznaczono:

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

Wymagania dotyczące naturalnych cech izolacyjnych podłoża, a także ścian bocznych potencjalnych składowisk są uzależnione od typu składowanych odpadów (tabela 5).

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

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

Tabela 5

Kryteria izolacyjnych właściwości gruntów

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

Omawiane wyżej wydzielenia przestrzenne zostały przedstawione na Planszy B Mapy geosrodowiskowej Polski. Jednocześnie na dołączonej do materiałów archiwalnych mapie

dokumentacyjnej, wskazano lokalizację wybranych wierceń, których profile geologiczne dokumentują obecność naturalnej bariery geologicznej do głębokości 10 m.

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

Obszary o bezwzględny zakazie lokalizacji składowisk odpadów

W granicach arkusza Dolistowo Stare około 90% powierzchni objęte jest bezwzględnym zakazem lokalizowania składowisk wszystkich typów odpadów. Wyłączenia bezwzględne obejmują:

- tereny położone w granicach obszarów Europejskiej Sieci Ekologicznej Natura 2000. Są to: obszar specjalnej ochrony ptaków PLB 200006 „Ostoja Biebrzańska”, a także specjalny obszar ochrony siedlisk: PLH 200008 „Dolina Biebrzy”. W obrębie tych obszarów znajduje się Biebrzański Park Narodowy, wraz ze strefą ochronną;
- kompleksy leśne, położone na obszarze Kotliny Biebrzańskiej;
- obszary występowania utworów holocenów, wykształconych głównie jako torfy, którym towarzyszą: gytie, namuły torfiaste, piaski humusowe oraz mułki i piaski rzeczne, lokalnie piaski deluwialne. Osady te występują głównie w Kotlinie Biebrzańskiej i dolinkach cieków odwadniających wysoczyznę, a także w zagłębieniach bezodpływowych;
- obszary występowania chronionych łąk na glebach pochodzenia organicznego, szeroko rozprzestrzenionych na obszarze Kotliny Biebrzańskiej, lokalnie również w obniżeniach wysoczyzny morenowej;
- obszar obejmujący część doliny Biebrzy, gdzie zwierciadło wód gruntowych tworzących w tym rejonie główny użytkowy poziom wodonośny (GPU) położone jest na głą-

- bokości mniejszej niż 5 m (Mikołajczyk, Zboralska, 2004). Poziom ten wykazuje bardzo niską odporność na zanieczyszczenia antropogeniczne;
- obszary zagrożone podtopieniami w dolinie Biebrzy, wskazane na „Mapie obszarów zagrożonych podtopieniami w Polsce” (Nowicki (red.), 2007);
 - otoczenie źródła w promieniu 250 m, zlokalizowanego w rejonie Zabiela.

Charakterystyka i ograniczenia warunkowe obszarów spełniających wymagania dla składowania odpadów obojętnych

Rejony, w których lokalizacja składowisk odpadów jest dopuszczalna, zajmują jedynie około 10% obszaru arkusza i zlokalizowane są w wyniesionych partiach Wysoczyzny Białostockiej, w południowo-wschodniej części mapy.

Preferowane do tego celu są obszary posiadające naturalną warstwę izolacyjną, zgodną z wymaganiami dotyczącymi naturalnej bariery geologicznej (tabela 5).

W obrębie omawianego obszaru rolę naturalnej bariery izolacyjnej spełniają przede wszystkim plejstocenijskie gliny zwałowe stadiału środkowego zlodowacenia warty, których zasięg powierzchniowy określono na podstawie Szczegółowej mapy geologicznej Polski (Albrycht, Szymański, 2008; Albrycht, 2008). Gliny te mogą stanowić warstwę izolacyjną wyłącznie pod składowiska odpadów obojętnych. Na powierzchni terenu odsłaniają się one w postaci stosunkowo rozległych płątów, w wielu miejscach przykrytych utworami piaszczysto-żwirowymi o genezie wodnolodowcowej lub morenowej. Są to gliny zwałowe piaszczyste, których miąższość w omawianym rejonie została rozpoznana na podstawie otworów badawczych i hydrogeologicznych. Tworzą one warstwę o maksymalnej miąższości 10 metrów (rejon Smogorówki Goniądzkiej). Na ogół jednak miąższość glin zwałowych zlodowacenia warty jest na analizowanym obszarze znacznie większa, ponieważ gliny młodsze podścielone są starszym kompleksem mocniej skonsolidowanych glin, należących do stadiału dolnego. W okolicach Dzieciołowa, Radzi, Moniuszek i Smogorówki Goniądzkiej sumaryczna miąższość glin dochodzi miejscami do 35–45 metrów. Gliny zwałowe stadiału środkowego charakteryzują się znaczną zmiennością litologiczną w profilu pionowym. W ich obrębie spodziewać się można kilkumetrowych przewarstwień i soczewek piasków gliniastych i mułków, a także porwaków osadów kredowych.

Warunki zmiennego wykształcenia naturalnej bariery izolacyjnej wyznaczono w rejonach, gdzie na powierzchni stropowej glin zwałowych tworzących naturalną barierę izolacyjną, występują piaszczyste osady lodowcowe lub deluwialne, o miąższości nie przekraczającej 2,5 m. Obecność utworów przepuszczalnych, przykrywających gliny zwałowe została stwier-

dzona głównie w okolicach Dolistowa Kolonii i Dzieciołowa Kolonii. Lokalizacja składowisk w tym rejonie będzie wymagać usunięcia 1–2 metrowej warstwy piaszczystej, zalegającej w stropie utworów słabo przepuszczalnych.

Omówione osady charakteryzują się obecnością zaburzeń glacitektonicznych, zwłaszcza w rejonach występowania moren spiętrzonych.

Do obszarów pozbawionych naturalnej bariery geologicznej zaliczono miejsca występowania piaszczysto-żwirowych utworów wodnolodowcowych i morenowych o miąższości przekraczającej 2,5 metra. Lokalizacja składowisk odpadów w tych rejonach będzie możliwa, jedynie po zastosowaniu sztucznych przesłon izolacyjnych.

W zasięgu obszarów preferowanych pod składowiska odpadów obojętnych znajduje się czwartorzędowe główne użytkowe piętro wodonośne, związane z utworami piaszczysto-żwirowymi poziomu międzyglinowego zlodowceń środkowopolskich. Obecności GPU nie stwierdzono jedynie w skrajnej części arkusza, na południe od Smogorówki Goniądzkiej.

Warstwa wodonośna występuje na głębokości 15–50 metrów (koło Wrocenia – nawet 75,4 m) i jest izolowana od wpływów powierzchniowych utworami słabo przepuszczalnymi, głównie glinami zwałowymi. Główny poziom użytkowy na większości obszaru charakteryzuje się niskim stopniem zagrożenia. Jedynie w pasie położonym wzdłuż drogi nr 670, z uwagi na obniżoną odporność GPU i obecność ognisk zanieczyszczeń wyznaczono średni stopień jego zagrożenia (Mikołajczyk, Zboralska, 2004).

Wskazane na mapie rejony POLS nie mają żadnych ograniczeń warunkowych składowania odpadów. Wskazania lokalizacyjne pod składowiska mogą nastąpić dopiero po przeprowadzeniu szczegółowych badań hydrogeologicznych i geologicznych, mających na celu rozpoznanie budowy geologicznej terenu planowanego składowiska.

Charakterystyka i ograniczenia warunkowe obszarów spełniających wymagania dla składowania odpadów komunalnych

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

W wyniku badań geologicznych przeprowadzonych w rejonie miejscowości Kolonia Krzeczce stwierdzono występowanie warstwy mułków ilastych o miąższości 5,5–5,6 m, pod nakładem grubości 2,1–2,6 m. Wyznaczony tam niewielki obszar perspektywiczny dla surowców ilastych ceramiki budowlanej kontynuuje się na arkuszu Mońki. Właściwości muł-

ków nie są znane (brak badań), a ich występowanie związane jest ze strefą zaburzeń glacictonicznych w sąsiedztwie moren spiętrzonych, dlatego nie rozpatrywano ich wystąpienia pod lokalizację składowisk odpadów.

W przypadku konieczności realizacji na omawianym terenie inwestycji wykazujących niekorzystne oddziaływanie na środowisko naturalne, należy przeprowadzić szczegółowe badania geologiczne, umożliwiające określenie cech izolacyjnych i rozprzestrzenienia istniejącej naturalnej bariery geologicznej (NBG), natomiast rola glacictoniki powinna być uściślona w dokumentacji geologiczno-inżynierskiej. Może się to wiązać również z koniecznością zastosowania dodatkowych sztucznych barier izolacyjnych. W pierwszej kolejności należałoby rozpatrywać rejony, gdzie kompleksy NBG dla składowania odpadów obojętnych mają największe miąższości, a lokalizacja inwestycji wykluczy możliwość skażenia wód powierzchniowych i podziemnych. Z uwagi na bezpośrednie sąsiedztwo obszarów o dużych walorach przyrodniczych, lokalizowanie na omawianym terenie obiektów uciążliwych dla środowiska nie jest wskazane.

Na południe od Wrocenia znajduje się niewielkie nieczynne składowisko odpadów komunalnych.

Ocena najkorzystniejszych warunków geologiczno-hydrogeologicznych dla lokalizowania składowisk odpadów

Na powierzchni arkusza objętej waloryzacją występują grunty spełniające wymagania przyjęte dla naturalnej bariery geologicznej odpowiedniej dla bezpośredniego lokalizowania składowisk jedynie odpadów obojętnych. Nie stwierdzono obecności osadów o właściwościach umożliwiających składowanie odpadów komunalnych.

Najkorzystniejsze warunki naturalne dla składowania odpadów obojętnych wskazać należy w miejscach przypowierzchniowego występowania glin zwałowych zlodowacenia warty, osiagających największe rozprzestrzenienie (na północ od miejscowości Moniuszki). W tym rejonie miąższość glin dochodzi do około 10 metrów, a przy głębszym położeniu zwierciadła GPU (maksymalnie do 50 m p.p.t.) wzmocniona jest kolejnym pakietem utworów słabo przepuszczalnych. W rejonie tym wyznaczony jest niski stopień zagrożenia głównego poziomu użytkowego wód podziemnych. Nie posiada on również ograniczeń warunkowych.

Charakterystyka wyrobisk poeksploatacyjnych

Na terenach nieobjętych bezwzględnym zakazem lokalizowania składowisk wskazano cztery wyrobiska związane z niekoncesjonowaną eksploatacją kopalin okruchowych, które mogłyby spełniać rolę niszy umożliwiającej składowanie odpadów pod warunkiem wykona-

nia sztucznych przesłon izolacyjnych. Jedno z nich (Kolonja Dolistowo Stare) położone jest na obszarze występowania warstwy izolacyjnej, której strop położony jest na głębokości nie przekraczającej 2,5 m).

Dla wskazanych wyrobisk wyznaczono punktowe ograniczenia warunkowe, związane z bliskim sąsiedztwem obiektów osadniczych (zabudowa wiejska, cmentarz).

X. Warunki podłoża budowlanego

Zgodnie z zasadami sporządzania MGŚP na obszarze arkusza Dolistowo Stare dokonano uproszczonej oceny warunków podłoża budowlanego. Dla powyższej oceny wykorzystano Szczegółową mapę geologiczną Polski w skali 1:50 000 arkusz Dolistowo Stare (Albrycht, Szymański, 2008; Albrycht, 2008) oraz mapy topograficzne w skali 1:50 000. Waloryzacją geologiczno-inżynierską nie objęto: obszaru Biebrzańskiego Parku Narodowego, lasów, gleb chronionych dla użytkowania rolniczego w klasach I–IVa, łąk na glebach pochodzenia organicznego oraz złoża piasków „Jagłowo”. Obszary te stanowią około 85% powierzchni arkusza. W wyniku waloryzacji wydzielono obszary o warunkach korzystnych dla budownictwa oraz o warunkach niekorzystnych, utrudniających budownictwo.

Za obszary o warunkach korzystnych dla budownictwa uznano rejony występowania gruntów spoistych (zwartych, półzwartych i twar doplastycznych) oraz niespoistych, w stanie średniozagęszczonym i zagęszczonym, w których wody gruntowe występują głębiej niż 2 m od powierzchni terenu. Są to piaski i żwiry powstałe w większości w czasie zlodowaceń północnopolskich. Występują one w obrębie Wysoczyzny Białostockiej w południowo-wschodniej części obszaru arkusza oraz w rejonie miejscowości Jaziewo i Mogilnice w części północno-wschodniej. Podrzędnie w okolicach Kolonii Zabiele są to piaski ze żwirami wodnolodowcowymi z okresu zlodowaceń środkowopolskich.

Na wysoczyźnie korzystne warunki dla budownictwa związane są z gruntami spoistymi – małoskonsolidowanymi glinami zwałowymi, powstałymi w czasie zlodowaceń środkowopolskich.

Należy zaznaczyć, że występujące w dolinach rzecznych w obrębie wysoczyzny piaski mogą charakteryzować się zróżnicowanymi warunkami geologiczno-inżynierskimi. W warunkach zmiennej akumulacji dolinnej serie okruchowe mogą być przewarstwione utworami organicznymi, co stanowi zagrożenie nawet dla lekkich obiektów budowlanych (nierównomierne osiadanie).

Do obszarów o warunkach niekorzystnych, utrudniających budownictwo, zaliczono tereny, na których występują grunty słabonośne. Są to przede wszystkim: grunty organiczne, grunty spoiste w stanie miękkoplastycznym i plastycznym – namuły, mady i ily rzeczne.

Grunty organiczne reprezentowane są przez: torfy, namuły i mułki organiczne. Są to jednocześnie obszary płytkiego zalegania wód gruntowych (0–2 m). Wody, z uwagi na zawartość kwasów humusowych, mogą wykazywać agresywność względem betonu i stali. Tereny takie występują na większości omawianego obszaru w obrębie Kotliny Biebrzy, gdzie jednak nie były poddane waloryzacji z uwagi na ochronę prawną w ramach Biebrzańskiego Parku Narodowego. W obrębie wysoczyzny grunty organiczne występują w dolinach rzek: Biebły, Baberki i ich dopływów.

Jako utrudniające lub niekorzystne dla budownictwa przyjmuje się wszystkie obszary, na których zwierciadło wody gruntowej znajduje się na głębokości mniejszej niż 2 m. Na terenach tych następuje pogorszenie parametrów geologiczno-inżynierskich gruntów. Wykonywanie robót fundamentowych poniżej zwierciadła wód gruntowych może prowadzić do zwiększenia stopnia plastyczności gruntów spoistych (glin zwałowych) oraz zmniejszenia stopnia zagęszczenia gruntów niespoistych (piasków i żwirów).

Przy występowaniu omawianych warunków geologiczno-inżynierskich istotnym elementem niekorzystnym dla budownictwa może być nierównomierne osiadanie podłoża, a także okresowe podtapianie fundamentów budowli.

Na obszarze arkusza Dolistowo Stare nie obserwuje się zjawisk geodynamicznych (Grabowski (red.) i in., 2007).

Wyniesienia, często zerodowane, zbudowane z glin zwałowych, żwirów i piasków, wykazują zaburzenia glacitektoniczne, co jest charakterystyczne dla strefy moren czołowych. W ich obrębie wyznaczono na mapie niekorzystne warunki budowlane, a przed podjęciem w tych obszarach inwestycji konieczne jest wykonanie dokumentacji geologiczno-inżynierskiej.

Na obszarze arkusza nie występują tereny o znacząco zmienionej rzeźbie w wyniku działalności człowieka (składowiska, hałdy, duże wyrobiska poeksploatacyjne).

XI. Ochrona przyrody i krajobrazu

Formami ochrony przyrody i krajobrazu na obszarze arkusza Dolistowo Stare są: obszar Biebrzańskiego Parku Narodowego wraz z otuliną, obszar chronionego krajobrazu, lasy, gleby chronione klas I–IVa oraz łąki na gruntach organicznych.

Krajobraz naturalny tworzą lasy, bagna i tereny podmokłe, stanowiące około 70% powierzchni mapy. Zarówno siedliska bagiennie, jak i leśne są bardzo urozmaicone. Charakterystyczne zbiorowiska leśne związane są z terenami bagiennymi w Kotlinie Biebrzy. Rosną tu bagiennie bory sosnowo-świerkowe, olsy, łęgi, a także reliktowe zarośla brzozy niskiej. Wyspy tarasu pradolinowego, zwanego grądami, leżące pośród bagien i olsów, mają również swą charakterystyczną roślinność. Są to lasy liściaste z grabem, dębem szypułkowym, lipą, klonem, wiązem, jesionem i leszczyną oraz bogatym runem.

Około 60% powierzchni obszaru arkusza znajduje się w obrębie Biebrzańskiego Parku Narodowego (BPN). Został on utworzony w 1993 roku. Jest to największy park narodowy w Polsce (powierzchnia 59 223 ha). Biebrzański Park Narodowy ma za zadanie ochronę naturalnych zespołów torfowisk niskich i wysokich, położonych w dolinie Biebrzy. Park jest siedliskiem cennych i rzadkich gatunków flory i fauny, szczególnie ostoi lęgowych ptaków wodno-błotnych i drapieżnych, ssaków drapieżnych oraz łośi.

Tereny w dolinie Biebrzy nie włączone do parku narodowego objęte są od 1982 roku ochroną jako Obszar Chronionego Krajobrazu Dolina Biebrzy (OChKDB). W części północnej wschodnia jego granica pokrywa się częściowo z granicą otuliny BPN. Otulina BPN ma za zadanie ochronę terenów sąsiadujących z obszarem parku. Jej całkowita powierzchnia wynosi 66 824 ha. W południowej części arkusza jej granica przebiega wzdłuż drogi łączącej Dąbrowę Białostocką z Goniądzem.

Niewielki północno-zachodni fragment obszaru arkusza od 1982 roku objęty jest ochroną jako Obszar Chronionego Krajobrazu Pojezierza Rajgrodzkiego w celu ochrony wysokich walorów przyrodniczych, krajobrazowych, kulturowych i wypoczynkowych terenów położonych na wschód od Jeziora Rajgrodzkiego.

Według Instytutu Upraw, Nawożenia i Gleboznawstwa w Puławach łąki na glebach pochodzenia organicznego zajmują znaczną część obszaru arkusza i w większości znajdują się na terenie BPN. Większe kompleksy gleb klas I–IVa, chronionych dla użytkowania rolniczego, znajdują się w obrębie Wysoczyzny Białostockiej i stanowią około 50% wszystkich gruntów ornych. Są to gleby wytworzone z piasków i glin w typie gleb brunatnych.

Na obszarze arkusza znajdują się 2 dęby szypułkowe objęte ochroną jako drzewa pomnikowe (tabela 6).

Prawie cały obszar arkusza Dolistowo Stare (oprócz południowo-wschodniego jego fragmentu) zajmuje element należący do Krajowej Sieci Ekologicznej ECONET (Liro (red.), 1998): 26M – Biebrzański międzynarodowy obszar węzłowy (fig. 5).

Wykaz pomników przyrody

Numer obiektu na mapie	Forma ochrony	Miejscowość	Gmina Powiat	Rok zatwierdzenia	Rodzaj obiektu (powierzchnia w ha)
1	2	3	4	5	6
1	P	Dziewcze Grzędy	Goniadz moniecki	1982	Pż – 2 dęby szypułkowe

Rubryka 2 –P – pomnik przyrody

Rubryka 6 – rodzaj pomnika przyrody: Pż – żywe

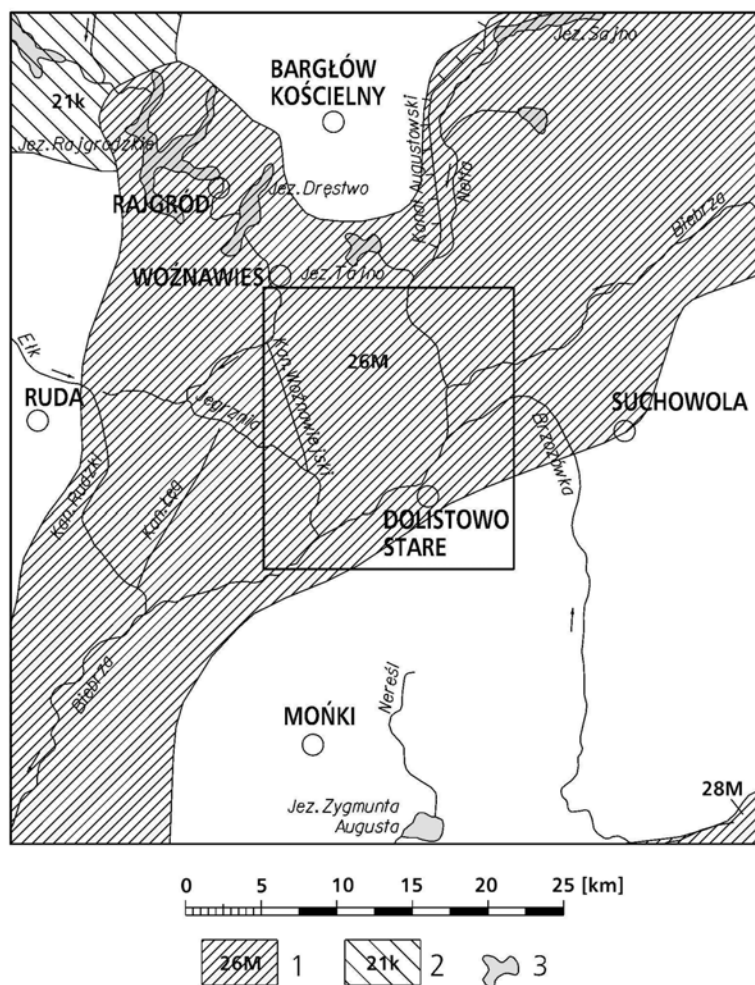


Fig. 5. Położenie arkusza Dolistowo Stare na tle systemu ECINET (Liro (red.), 1998)

1 – międzynarodowy obszar węzłowy i jego numer: 26M – Biebrzański, 28M - Puszczy Knyszyńskiej; 2 – krajowy korytarz ekologiczny i jego numer: 21k – Elku 3 – jeziora

Duża część arkusza została włączona do Europejskiej Sieci Ekologicznej „Natura 2000” (tabela 7), jako obszary wyznaczone na podstawie tzw. Dyrektywy „Ptasiej” i Dyrektywy „Siedliskowej”. Są to: specjalny obszar ochrony siedlisk PLH200008 Dolina Biebrzy oraz obszar specjalnej ochrony ptaków PLB200006 Ostoja Biebrzańska. Granice obszarów na terenie omawianego arkusza całkowicie się pokrywają. Informacje na temat sieci „Natura 2000” są zamieszczone na oficjalnej stronie internetowej Generalnej Dyrekcji Ochrony Środowiska (<http://natura2000.gdos.gov.pl/natura2000/>).

Wykaz obszarów chronionych Europejskiej Sieci Ekologicznej Natura 2000

Lp.	Typ obszaru	Kod obszaru	Nazwa obszaru (symbol oznaczenia na mapie)	Położenie centralnego punktu obszaru		Powierzchnia obszaru (ha)	Położenie administracyjne obszaru w obrębie arkusza			
				Długość geogr.	Szerokość geogr.		Kod NUTS	Województwo	Powiat	Gmina
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	F	PLB 200006	Ostoja Biebrzańska (P)	E 22°59'38"	N 53°38'53"	148 508,8	PL343 PL344 PL345	podlaskie	moniecki	Jaświły Goniądz
									augustowski	Sztabin Bargłów Kościelny
									grajewski	Rajgród
									sokólski	Suchowola
2	K	PLH 200008	Dolina Biebrzy (S)	E 22°34'48"	N 53°27'05"	121 206,2	PL343 PL344 PL345	podlaskie	moniecki	Jaświły Goniądz
									augustowski	Sztabin Bargłów Kościelny
									grajewski	Rajgród
									sokólski	Suchowola

Rubryka 2 – **F** – obszar specjalnej ochrony ptaków, całkowicie zawierający w sobie specjalny obszar ochrony siedlisk, **K** – specjalny obszar ochrony siedlisk, częściowo przecinający się z obszarem specjalnej ochrony ptaków

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

Torfowiska Doliny Biebrzy są największym, prawie niezmienionym kompleksem torfowisk dolinowych w Europie. Koryto rzeki Biebrzy z licznymi meandrami i starorzeczami w różnym stadium zarastania ma charakter naturalny. Spośród 15 typów siedlisk występujących w ostoi największy udział powierzchniowy posiadają szczególnie cenne torfowiska przejściowe i trzęsawiska, zmiennowilgotne łąki oraz bory i lasy bagienne. Dolina Biebrzy jest bardzo ważną w skali kraju ostoją bobra i wydry, jak również wielu gatunków ptaków, szczególnie wodno-błotnych i drapieżnych, które osiągają tu rekordowe liczebności.

XII. Zabytki kultury

Jak wynika z badań terenowych, wykonanych w ramach Archeologicznego Zdjęcia Polski (AZP), na obszarze arkusza Dolistowo Stare nie stwierdzono stanowisk archeologicznych objętych ochroną konserwatorską. Na mapie zaznaczono te, które mają dużą wartość poznawczą i wymagają ochrony w celu dokumentowania dalszych badań archeologicznych.

Udokumentowane stanowiska archeologiczne świadczą o tym, że człowiek pierwotny żył na rozpatrywanym obszarze już na początku środkowej epoki kamienia (mezolitu), która przypada na preborealną i borealną fazę klimatyczną. Na początku młodszej epoki kamienia (neolitu), czyli około 4500 lat temu rozprzestrzenione już było tu rolnictwo motykowe. Narzędzia z brązu pojawiły się w omawianym regionie około 1300–1100 lat p.n.e., a z żelaza – na początku naszej ery. W tym czasie docierały na ten obszar wpływy rzymskie.

Najstarsze ślady osadnictwa na omawianym terenie położone są wśród bagien na wydmach i grądach, a także na wysoczyźnie morenowej na południowy wschód od doliny Biebrzy. Znalezione tu narzędzia krzemienne z epoki kamienia.

Ludność zamieszkująca te tereny od II - VII do końca XIII w. należała do grupy prabaltyckiej, z której wywodziły się plemiona Galindów i Jaćwingów, a także północnych Litwinów. Z tego okresu pochodzą ślady osad wczesnośredniowiecznych w: Jadeszkach, Krzeczach i Zabieliach oraz w rejonie Dębowej Góry i Wilczej Góry w Kotlinie Biebrzy. W miejscowości Kopytkowo odnaleziono cmentarz szkieletowy.

Łupieskie wyprawy Jaćwingów i Galindów na sąsiednie ziemie Mazowsza i Litwy, a także Rusi, spowodowały odwetowe wyprawy krzyżackie i mazowiecko-ruskie, których nasilenie nastąpiło pod koniec XIII w. Spowodowały one wyludnienie tych terenów na blisko 150 lat. Następną falą osadniczą nastąpiła w okresie późnego średniowiecza i w czasach nowożytnych. Tereny objęte arkuszem stanowiły od 1422 roku pogranicze pomiędzy państwem zakonu krzyżackiego a Wielkim Księstwem Litewskim.

Na omawianym obszarze znajdują się tylko dwa obiekty zabytkowe objęte ochroną Konserwatora Zabytków w Białymstoku. Są to: barokowy kościół parafialny pw. św. Wawrzyńca oraz kaplica cmentarna z 1820 roku w Dolistowie Starym.

W miejscowości Jaziewo znajduje się pomnik poświęcony działaczom podziemia, zamordowanym przez funkcjonariuszy UB i NKWD w 1947 roku.

XIII. Podsumowanie

Dominującym elementem morfologiczno-krajobrazowym na obszarze arkusza Dolistowo Stare jest bagnista dolina rzeki Biebrzy (Kotlina Biebrzy). Osadnictwo wiejskie rozwinęło się na wysoczyźnie i w strefach brzeżnych kotliny. Około 60% powierzchni omawianego arkusza zajmuje teren Biebrzańskiego Parku Narodowego, największego parku narodowego w Polsce. Znaczna część obszaru arkusza włączona została do Europejskiej Sieci Ekologicznej „Natura 2000” jako obszary PLH200008 Dolina Biebrzy i PLB200006 Ostoja Biebrzańska. Na obszarze arkusza znajdują się Obszary Chronionego Krajobrazu: Pojezierza Rajgrodzkiego i Doliny Biebrzy.

Baza surowcowa jest bardzo uboga. Udokumentowano tu jedno złożo kopalin okrucowych, które obecnie nie jest już eksploatowane. Perspektywy surowcowe są znikome i dotyczą kopalin okrucowych oraz surowców ilastych ceramiki budowlanej.

Na omawianym obszarze wody podziemne o znaczeniu użytkowym występują w piaskowo-żwirowych utworach czwartorzędu. W obrębie piętra czwartorzędowego wyróżnia się poziomy: przypowierzchniowy, który ma znaczenie podrzędne oraz poziomy międzyglinowe, stanowiące główne poziomy użytkowe.

Przeciętne zawartości metali ciężkich w glebach na obszarze arkusza są na ogół niższe lub równe w stosunku do wartości przeciętnych (median) w glebach obszarów niezabudowanych Polski. Wyższą wartość mediany wykazują zawartości: arsenu, baru oraz rtęci.

Na obszarze arkusza zlokalizowany jest jeden punkt obserwacyjny Państwowego Monitoringu Środowiska (PMŚ) na rzece Jegrzni w Kuligach. Osady rzeczne charakteryzują się bardzo niskimi zawartościami potencjalnie szkodliwych pierwiastków śladowych oraz wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych, niższymi od wartości ich tła geochemicznego.

Stężenia radionuklidów poczynobylskiego cezu są bardzo niskie, charakterystyczne dla obszarów bardzo słabo zanieczyszczonych.

W granicach arkusza wyznaczono rejony, w których możliwe jest bezpośrednie składowanie jedynie odpadów obojętnych. Rozmieszczone są one na obszarze wysoczyznowym,

ograniczonym od północy strefą ochrony przyrodniczej obejmującej Kotlinę Biebrzańską. W strefie przypowierzchniowej występują tu gliny zwałowe zlodowacenia warty o miąższości dochodzącej do 10 metrów. Miejscami grubość serii osadów słabo przepuszczalnych może dochodzić do 50 metrów. Lokalnie gliny zwałowe przykryte są cienką warstwą osadów piaszczystych.

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

Na planszy B zlokalizowano cztery wyrobiska (w tym 3 nie posiadające naturalnej warstwy izolacyjnej), które w przyszłości mogą stanowić niszę umożliwiającą składowanie odpadów.

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

Najkorzystniejsze podłoże dla budownictwa występuje w obrębie wysoczyzny morenowej. Spośród obszarów objętych waloryzacją geologiczno-inżynierską jako niekorzystne dla budownictwa uznano obszary podmokłe i tereny bagienne, zlokalizowane w dolinach rzek: Biebły i Baberki.

Podstawowym źródłem utrzymania ludności jest rolnictwo. Z uwagi na unikalne walory krajobrazowe i przyrodnicze rozwija się tu turystyka pobytowa (agroturystyka) i kwalifikowana (spływy kajakowe, obserwacje ornitologiczne).

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.
- ALBRYCHT A., 2008 – *Objaśnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski 1:50 000, arkusz Dolistowo Stare (223)*. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- ALBRYCHT A., SZYMAŃSKI J., 2008 – *Szczegółowa mapa geologiczna Polski 1:50 000, arkusz Dolistowo Stare (223)*. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- BIRCH G., SIAKA M., OWENS C., 2001 – The source of anthropogenic heavy metals in fluvial sediments of a rural catchment: Coxs River, Australia. *Water, Air & Soil Pollution*, 126 (1–2): 13–35.

- BOJAKOWSKA I., SOKOŁOWSKA G., 1996 – Heavy metals in the Bystrzyca river flood plain. *Geological Quarterly*, 40 (3): 467–480.
- BOJAKOWSKA I., SOKOŁOWSKA G., LEWANDOWSKI P., 1995 – Metale ciężkie w glebach tarasów zalewowych Pisi. *Prz. Geol.* 44 (1), 75, 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.
- DOMAŃSKA Z., 1984 – Sprawozdanie z prac geologiczno-poszukiwawczych złóż kruszywa naturalnego na terenie województwa białostockiego. *Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol.*, Warszawa.
- GABLER H., SCHNEIDER J., 2000 – Assessment of heavy metal contamination of floodplain soils due to mining and mineral processing in the Harz Mountains, Germany. *Environmental Geology* 39 (7): 774–781.
- GOCHT T., MOLDENHAUER, K.M. AND PÜTTMANN, W., 2001 – Historical record of polycyclic aromatic hydrocarbons (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 – 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.
- <http://natura2000.gdos.gov.pl/natura2000/>
- Informacja** o stanie środowiska na obszarze województwa podlaskiego w 2009 roku, 2010 – Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Białymstoku. <http://www.wios.bialystok.pl/pdf/raport2009.pdf>
- Instrukcja** opracowania Mapy geośrodowiskowej Polski w skali 1:50 000, 2005 – Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- KAPERA H., LEŚNIAK J., 2006 – Mapa geologiczno-gospodarcza Polski w skali 1:50 000, arkusz Dolistowo Stare (223). *Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol.*, Warszawa.
- KLECZKOWSKI A. S. (red.), 1990 – Mapa obszarów głównych zbiorników wód podziemnych (GZWP) w Polsce wymagających szczególnej ochrony 1:500 000. Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków.
- KONDRACKI J., 2002 – Geografia regionalna Polski. PWN, Warszawa.

- LICHWA M., 1983 – Sprawozdanie z prac badawczych dla określenia warunków występowania serii piaszczysto-żwirowej w województwie łomżyńskim. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- LINDSTRÖM M., 2001 – Urban land use influences on heavy metal fluxes and surface sediment concentrations of small lakes. *Water, Air & Soil Pollution*, Vol.126 Nos. 3–4 p. 363–383.
- LIRO A. (red.), 1998 – Strategia wdrażania krajowej sieci ekologicznej ECONET-Polska. Wyd. Fundacja IUCN Poland, Warszawa.
- LIS J., PASIECZNA A., 1995 – Atlas geochemiczny Polski 1:2 500 000. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- LIU H., PROBST A. LIAO B., 2005 – Metal contamination of soils and crops affected by the Chenzhou lead/zinc mine spill (Hunan, China). *Sci Total Environ.* 339 (1–3):153–166, 2005.
- MACDONALD D., INGERSOLL C., BERGER T., 2000 – Development and Evaluation of consensus-based Sediment Development and evaluation of consensus-based sediment quality guidelines for freshwater ecosystems. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology* 39: 20–31.
- MARKS L., BER A., GOGOŁEK W., PIOTROWSKA K. (red.), 2006 – Mapa geologiczna Polski w skali 1:500 000. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- MECRAY E. L., KING J. W., APPLEBY P. G., HUNT A. S., 2001 – Historical trace metal accumulation in the sediments of an urbanized region of the Lake Champlain Watershed, Burlington, Vermont. *Water, Air & Soil Pollution* Vol. 125 Nos. 1–4 p 201 – 230.
- MIDDELKOOP H., 2000 – Heavy metal pollution of the river Rhine and Meuse floodplains in the Netherlands. *Geologie en Mijnbouw / Netherlands Journal of Geosciences* 79 (4): 411–428.
- MIKOŁAJCZYK M., ZBORALSKA E., 2004 – Mapa hydrogeologiczna Polski w skali 1:50 000 arkusz Dolistowo Stare (0223). Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- 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. (red.), 2002 – Zasady dokumentowania złóż kopalin stałych. Ministerstwo Środowiska Departament Geologii i Koncesji Geologicznych Komisja Zasobów Kopalin, Warszawa.
- NOWICKI Z. (red.), 2007 – Mapa obszarów zagrożonych podtopieniami w Polsce. Informator Państwowej Służby Hydrogeologicznej. Warszawa.
- OSTRZYŻEK W., DEMBEK K., 1996 – Zlokalizowanie i charakterystyka złóż torfowych w Polsce, spełniających kryteria potencjalnej bazy surowcowej z ustaleniem i uwzględnieniem wymogów związanych z ochroną i kształtowaniem środowiska. IMiUZ, Falenty.
- PACZYŃSKI B., SADURSKI A. (red.), 2007 – Hydrogeologia regionalna Polski, tom I. Wody słodkie. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- PULFORD I., MACKENZIE A., DONATELLO S., LAURA HASTINGS L., 2009 – Source term characterisation using concentration trends and geochemical associations of Pb and Zn in river sediments in the vicinity of a disused mine site: implications for contaminant metal dispersion processes. *Environmental Pollution* 157(5): 1649–1656
- RAMAMOORTHY S., RAMAMOORTHY S., 1997 – Chlorinated organic compounds in the Environment. Lewis Publishers. pp.370.
- 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., w sprawie rodzajów oraz stężeń substancji, które powodują, że urobek jest zanieczyszczony (DzU nr 55, poz. 498).
- Rozporządzenie** Ministra Środowiska z dnia 9 września 2002 r. w sprawie standardów jakości gleby oraz standardów jakości ziemi (DzU nr 165, poz. 1359).
- 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 (DzU nr 61, poz. 549).
- Rozporządzenie** Ministra Środowiska z dnia 20 sierpnia 2008 r. w sprawie sposobu klasyfikacji stanu jednolitych części wód powierzchniowych (DzU nr 162, poz. 1008).

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 (DzU nr 39, poz. 320).

SADOWSKI W., 1992 – Karta rejestracyjna złoża kruszywa naturalnego „Jagłowo” wraz z uproszczonym projektem zagospodarowania złoża dla potrzeb budownictwa i drogownictwa gminnego, gmina Sztabin, woj.suwalskie. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.

SJÖBLOM A, HÅKANSSON K., ALLARD B., 2004 – River water metal speciation in a mining region – the influence of wetlands, limning, tributaries, and groundwater. *Water, Air, and Soil Pollution* 152: 173–194.

ŠMEJKALOVÁ M., MIKANOVÁ O., BORŮVKA L., 2003 – Effects of heavy metal concentrations on biological activity of soil micro-organisms. *Plant & Soil Environ.*, 49 (7): 321–326.

STACHÝ J., 1987 – Atlas hydrologiczny Polski. Wyd. Geol., Warszawa.

STARKEL L. (red.), 1991 – Geografia Polski. Środowisko przyrodnicze. PWN, Warszawa.

STRZELECKI R., WOŁKOWICZ S., SZEWCZYK J., LEWANDOWSKI P., 1993 – Mapy Radioekologiczne Polski. cz. I: Mapa mocy dawki promieniowania gamma w Polsce. Mapa stężenia cezu w Polsce. Skala 1:750 000. 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. Skala 1:750 000. Państw. Inst. Geol., Warszawa.

SZUFLICKI M., MALON A., TYMIŃSKI M. (red.), 2011 – Bilans zasobów kopalin i wód podziemnych w Polsce wg stanu na 31.XII.2010 r. Państw. Inst. Geol. – PIB, Warszawa.

Ustawa o odpadach z dnia 27 kwietnia 2001 r. (tekst jednolity DzU z 2010 nr 185, poz. 1243).

VINK J., 2009 – The origin of speciation: Trace metal kinetics over natural water/sediment interfaces and the consequences for bioaccumulation. *Environmental Pollution* 157: 519–527.

WENG H., CHEN X., 2000 – Impact of polluted canal water on adjacent soil and groundwater systems. *Environmental Geology* vol. 39 (8): 945–950.

WILDI W., DOMINIK J., LOIZEAU J., THOMAS R., FAVARGER P., HALLER L., PERROUD A., PEYTREMANN C., 2004 – River, reservoir and lake sediment contamination by heavy metals downstream from urban areas of Switzerland. *Lakes & Reservoirs: Research & Management* 9 (1): 75–87.