

**PAŃSTWOWY INSTYTUT GEOLOGICZNY
PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY**

OPRACOWANIE ZAMÓWIONE PRZEZ MINISTRA ŚRODOWISKA

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

Arkusz RADZIŁÓW (259)



SFINANSOWANO ZE ŚRODKÓW
NARODOWEGO FUNDUSZU
OCHRONY ŚRODOWISKA
I GOSPODARKI WODNEJ



MINISTERSTWO
ŚRODOWISKA

Warszawa 2011

Autorzy planszy A: Agata Jaworek *, Alicja Pobratyn *, Katarzyna Bednarz*

Autorzy planszy B: Małgorzata Marczak***, Jerzy Król***

Jerzy Miecznik**, Paweł Kwecko**

Główny koordynator MGŚP: Małgorzata Sikorska-Maykowska**

Redaktor regionalny Planszy A: Albin Zdanowski**

Redaktor regionalny Planszy B: Joanna Szyborska - Kaszycka**

Redaktor tekstu: Anna Gabryś – Godlewska**

* - Przedsiębiorstwo Geologiczne Sp. z o.o., ul. Hauke Bosaka 3A, 25-214 Kielce

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

*** - Przedsiębiorstwo Geologiczne we Wrocławiu PROXIMA S.A., ul. Kwidzyńska 71, 51-415 Wrocław

ISBN

Copyright by PIG - PIB and MŚ, Warszawa 2011

**PAŃSTWOWY INSTYTUT GEOLOGICZNY
PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY**

OPRACOWANIE ZAMÓWIONE PRZEZ MINISTRA ŚRODOWISKA

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

Arkusze Radziłów (259)

.....
mgr inż. Agata Jaworek

.....
Katarzyna Bednarz

.....
mgr inż. Alicja Pobratyn
upr. CUG 020973

.....
Redaktor regionalny
dr inż. Albin Zdanowski
upr. geol. nr 020823

.....
Kierownik / Dyrektor Zakładu

Warszawa 2011

Spis treści

I. Wstęp <i>A. Jaworek</i>	3
II. Charakterystyka geograficzna i gospodarcza <i>A. Jaworek</i>	4
III. Budowa geologiczna <i>A. Jaworek, A. Pobratyn</i>	7
IV. Złoża kopalin <i>A. Jaworek</i>	10
V. Górnictwo i przetwórstwo kopalin <i>K. Bednarz</i>	11
VI. Perspektywy i prognozy występowania kopaliny <i>K. Bednarz</i>	11
VII. Warunki wodne <i>A. Jaworek</i>	14
1. Wody powierzchniowe.....	14
2. Wody podziemne.....	14
VIII. Geochemia środowiska.....	17
1. Gleby <i>P. Kwecko</i>	17
2. Pierwiastki promieniotwórcze <i>J. Miecznik</i>	20
IX. Składowanie odpadów <i>M. Marczak, J. Król</i>	22
X. Warunki podłoża budowlanego <i>A. Pobratyn</i>	29
XI. Ochrona przyrody i krajobrazu <i>A. Jaworek</i>	30
XII. Zabytki kultury <i>A. Jaworek</i>	34
XIII. Podsumowanie <i>A. Jaworek, M. Marczak, J. Król</i>	35
XIV. Literatura <i>A. Jaworek</i>	37

I. Wstęp

Arkusze Radziłów Mapy geośrodowiskowej Polski w skali 1:50 000 zostały opracowane w Przedsiębiorstwie Geologicznym Sp. z o. o. w Kielcach w 2010 r. (plansza A) oraz Przedsiębiorstwo Geologiczne PROXIMA we Wrocławiu i Państwowy Instytut Geologiczny (plansza B). Wykonano go zgodnie z „Instrukcją opracowania Mapy geośrodowiskowej Polski w skali 1:50 000” (2005). Przy opracowywaniu niniejszego arkusza wykorzystano materiały archiwalne arkusza Radziłów Mapy geologiczno-gospodarczej Polski w skali 1:50 000, (Tołkanowicz, Żukowski, 2007).

Plansza A zawiera dane zgrupowane w następujących warstwach informacyjnych: kopaliny, górnictwo i przetwórstwo kopaliny, wody powierzchniowe i podziemne, warunki podłoża budowlanego oraz ochrona przyrody i zabytków kultury.

Dane i oceny geośrodowiskowe zaprezentowane na planszy B zawierają elementy wiedzy o środowisku przyrodniczym, niezbędne przy optymalnym typowaniu funkcji terenów w planowaniu przestrzennym poszczególnych jednostek administracji państwowej. Wskazane na mapie naturalne warunki izolacyjności podłoża są wskazówką nie tylko dla bezpiecznego składowania odpadów lecz także powinny być uwzględniane przy lokalizowaniu innych obiektów, zaliczanych do kategorii szczególnie uciążliwych dla środowiska i zdrowia ludzi, lub mogących pogorszyć stan środowiska. Informacje dotyczące zanieczyszczenia gleb 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. Analiza jej treści stanowi pomoc w realizacji postanowień ustaw o zagospodarowaniu przestrzennym i prawa ochrony środowiska. Informacje zawarte na mapie mogą być wykorzystywane w pracach studialnych przy opracowywaniu strategii rozwoju województwa oraz projektów i planów zagospodarowania przestrzennego, a także w opracowaniach ekofizjograficznych. Przedstawione na mapie informacje środowiskowe stanowią dużą pomoc przy wykonywaniu wojewódzkich, powiatowych i gminnych programów ochrony środowiska oraz planów gospodarki odpadami.

Materiały archiwalne i informacje wykorzystane przy opracowaniu mapy uzyskano m.in. w: CAG PIG-PIB w Warszawie, Banku Hydro Państwowego Instytutu Geologicznego, Ośrodku Dokumentacji Zabytków w Warszawie, Ośrodku Ochrony Dziedzictwa Archeologicznego, Instytucie Upraw, Nawożenia i Gleboznawstwa w Puławach, Wojewódzkim In-

spektoracie Ochrony Środowiska w Białymstoku, Podlaskim Urzędzie Wojewódzkim w Białymstoku, Starostwach Powiatowych w Grajewie, Mońkach i Łomży oraz w Urzędach Gmin: Grabowo, Grajewo, Jedwabne, Przytuły, Radziłów, Trzcianne, Wąsosz. Zebrane informacje uzupełnione zostały zwiadem terenowym przeprowadzonym wiosną 2010 roku.

Mapa przygotowana jest w formie cyfrowej, jako baza danych Mapy geoośrodowiskowej Polski (MGŚP).

II. Charakterystyka geograficzna i gospodarcza

Granice obszaru arkusza Radziłów określają współrzędne 53°20' - 53°30' szerokości geograficznej północnej i 22°15' - 22°30' długości geograficznej wschodniej.

Pod względem administracyjnym omawiany obszar znajduje się w granicach województwa podlaskiego. Północną i północno-zachodnią część obszaru obejmuje powiat Grajewo z częściami gmin: Wąsosz i Grajewo, gmina Radziłów obejmuje centralną i wschodnią część arkusza, część zachodnią i południowo-zachodnią powiat Kolno z częściami gmin: Grabowo i Stawiski, część południową powiat Łomża z częścią gminy Przytuły, a część południowo-wschodnią powiat Mońki z częścią gminy Trzcianne.

Według regionalizacji fizycznogeograficznej obszar omawianego arkusza znajduje się w obrębie dwóch mezoregionów należących do Niziny Północnopodlaskiej: Wysoczyzny Kolneńskiej (część zachodnia), Kotliny Biebrzańskiej (część wschodnia) (Kondracki, 2002) (fig. 1).

Powierzchnia Wysoczyzny Kolneńskiej, stanowiącej większą część omawianego obszaru, położona jest na wysokościach 110-200 m n.p.m. Dominującą formą jest wysoczyzna morenowa falista z niewysokimi wzgórzami i pagórkami. Niewielki obszar wysoczyzny morenowej płaskiej znajduje się po obu stronach doliny Wissy na wysokości Radziłowa. Jest to najniższej położona część Wysoczyzny Kolneńskiej (110-125 m n.p.m).

Wschodnie obszary arkusza zajmuje Kotlina Biebrzańska. Spośród trzech basenów wyróżnianych w obrębie tej formy, w granicach arkusza Radziłów znajduje się fragment basenu południowego, nazywanego również dolnym (ciągnącym się od Osowca do ujścia Biebrzy). W Kotlinie, położonej na wysokościach od 102,0 m n.p.m. na południu do 107 m n.p.m. na północy, dominują równiny torfowe, spod których wyłaniają się „wyspy” piaszczystych sandrów i glin zwałowych. Dolina Biebrzy, płynącej przez południowo-wschodnią część obszaru, jest słabo zaznaczona w rzeźbie terenu. Na północ od Łoje-Awissy z Kotliną Biebrzy łączy się szeroka i zabagniona dolina sandrowa Wissy przecinająca Wysoczyznę Kolneńską.

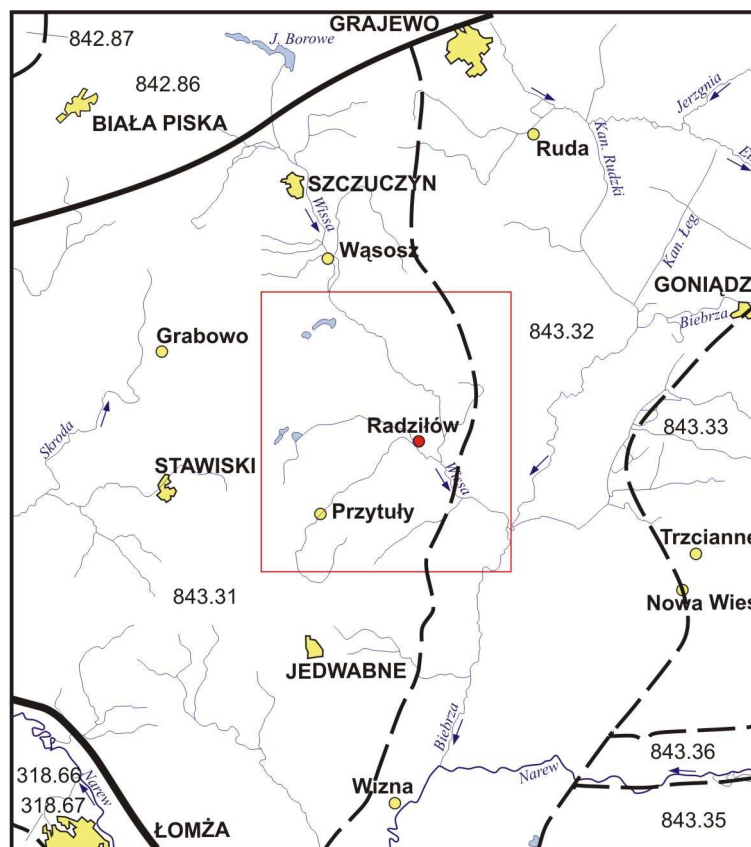


Fig. 1. Położenie arkusza Radziłów na tle jednostek fizycznogeograficznych wg J. Kondrackiego (2002)

1 - Granica prowincji, 2 - Granica podprowincji, 3 - Granica mezoregionu, 4 - miasta

Prowincja: Niziny Wschodniobałtycko-Białoruskie
 Podprowincja: Pojezierze Wschodniobałtyckie
 Makroregion: Pojezierze Mazurskie
 Mezoregiony: Pojezierze Elckie (842.86), Równina Mazurska (842.87)

Podprowincja: Wysoczyzny Podlasko-Białoruskie
 Makroregion: Nizina Północnopolaska
 Mezoregiony: Wysoczyzna Kolneńska (843.31), Kotlina Biebrzańska (843.32),
 Wysoczyzna Białostocka (843.33), Wysoczyzna Wysokomazowiecka (843.35),
 Dolina Górnej Narwi (843.36)

Prowincja: Niż Środkowoeuropejski
 Podprowincja: Niziny Środkowopolskie
 Makroregion: Nizina Północnomazowiecka
 Mezoregiony: Dolina Dolnej Narwi (318.66), Międzyrzecze Łomżyńskie (318.67)

Deniwelacje w obrębie omawianego obszaru sięgają 99,1 m. Najniższy punkt znajduje się w dolinie Biebrzy (101,8 m n.p.m.) przy południowej granicy arkusza, natomiast punkt najwyższy (200,9 m n.p.m.) – w południowej części Wysoczyzny Kolneńskiej, w pobliżu miejscowości Borawskie.

Klimat na obszarze arkusza Radziłów wykazuje cechy właściwe europejskiej odmianie strefy klimatycznej umiarkowanej. Według regionalizacji klimatycznej (Wiszniewski, Chełchowski, 1975) omawiany obszar znajduje się w północnej części mazursko – podlaskiego regionu klimatycznego, charakteryzuje się wyraźnym kontynentalizmem oraz cechami właściwymi strefie subborealnej: długą zimą, stosunkowo krótkim przedwiośniem, niskimi średnimi temperaturami rocznymi, dużą zmiennością warunków pogodowych, dużą amplitudą temperatur oraz przewagą opadów letnich nad zimowymi i wiosennych nad jesiennymi. Charakterystyczny jest krótszy niż w innych rejonach kraju okres wegetacji oraz duża wilgotność powietrza.

Omawiany obszar należy do terenów o małym zalesieniu. Lasy stanowią niewielki procent powierzchni (około 10 %). Poza dwoma większymi, zwartymi kompleksami, charakteryzują się rozdrobnieniem powierzchni, młodą strukturą drzewostanów i małym zróżnicowaniem gatunków. W drzewostanie przeważa sosna z domieszką świerka, brzozy i dębu. Największe kompleksy leśne znajdują się na północnych krańcach omawianego arkusza oraz w okolicach wsi: Słucz, Przytuły-Las, Borawskie i Olszewo Góra.

Zagospodarowanie omawianego obszaru wiąże się z opisanymi jednostkami geomorfologicznymi. Większą część Wysoczyzny Kolneńskiej stanowią tereny rolnicze. Kotlina Biebrzy stanowi obszar chroniony Biebrzańskiego Parku Narodowego.

Rolnictwo jest podstawową gałęzią gospodarki. W strukturze użytków dominują grunty rolne oraz użytki zielone. Rolnictwo indywidualne nastawione jest na uprawę podstawowych zbóż i ziemniaków, a duże powierzchnie łąk sprzyjają hodowli bydła. Rozwinięta jest również hodowla trzody chlewnej. Słabo zróżnicowana pozarolnicza działalność gospodarcza ma głównie charakter usługowy (handel, zakłady budowlane, młyny, piekarnie). W pobliżu miejscowości Przytuły działa niewielka garbarnia.

Obszar arkusza Radziłów cechuje się niskim zaludnieniem, brakiem ośrodków miejskich i przemysłowych. Największym skupiskiem ludności jest gminna wieś Radziłów, licząca blisko 1300 mieszkańców. Gęstość zaludnienia w gminie Radziłów wynosi 28 osób/km², w gminie Przytuły 30,9 osób/km², w gminie Trzcianne 14,3 osób/km² (przy średniej krajowej dla gmin wiejskich 49 osób/km²).

Większość miejscowości na omawianym terenie jest podłączona do sieci wodociagowych. Jedyna mechaniczno-biologiczna oczyszczalnia ścieków (o przepustowości 200 m³/dobę) funkcjonuje w Radziłowie, a sieć kanalizacyjna obejmuje dwie miejscowości: Radziłów i pobliskie Karwowo. Odprowadzanie ścieków odbywa się głównie do przydomowych

zbiorników bezodpływowych. W ostatnich latach coraz więcej gospodarstw korzysta z przyzagrodowych oczyszczalni ścieków.

Przez obszar arkusza Radziłów przebiegają następujące szlaki komunikacyjne: droga wojewódzka (nr 668) Łomża – Jedwabne – Osowiec, przebiegająca przez Przytuły, Radziłów i Klimaszewnicę oraz szereg dróg powiatowych i gminnych łączących poszczególne miejscowości.

Via Baltica – fragment drogi międzynarodowej E67, częściowo zrealizowana jako droga ekspresowa z Warszawy do Tallina w Estonii, biegnąca z Polski przez Litwę i Łotwę do Estonii. Pełni ona rolę najważniejszego połączenia drogowego pomiędzy krajami bałtyckimi. Via Baltica wraz z Rail Baltica jest elementem transeuropejskiego korytarza transportowego. Przez Polskę Via Baltica pobiegnie z Warszawy drogą ekspresową S8 do Ostrowa Mazowieckiego, stamtąd trasa będzie biegła nową drogą ekspresową (S61) przez Łomżę, Szczuczyn, Elk i Suwałki, aż do przejścia granicznego w Budzisku, gdzie pierwotnie miała się kończyć trasa S8.

Przez obszar arkusza Radziłów przebiega międzynarodowa trasa rowerowa R-11 (Grecja – Macedonia – Słowenia – Słowacja – Polska – Litwa – Estonia – Finlandia – Norwegia), która pokrywa się z granicą strefy ochronnej (otuliny) parku narodowego.

III. Budowa geologiczna

Budowa geologiczna obszaru arkusza Radziłów przedstawiona została na podstawie Szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1:50 000, arkusz Radziłów (Lichwa, 2004 a, b).

Pod względem tektonicznym omawiany obszar położony jest w obrębie prekambryjskiej platformy wschodnioeuropejskiej, wyniesienia mazursko – białoruskiego. Podłoże omawianego obszaru pokryte jest osadowymi utworami kambru, ordowiku, syluru i permu oraz utworami mezozoicznymi i kenozoicznymi. Nachylone jest ono ku zachodowi. Miąższość osadów mezozoicznych i kenozoicznych maleje z zachodu na wschód, na zachodzie wynosi 2000 m, a na wschodzie (przy granicy Polski) wynosi do 350 m.

Pokrywa skał osadowych obejmuje utwory jury środkowej i górnej, kredy środkowej i górnej, paleogenu, neogenu oraz czwartorzędu. Miąższość kompleksu mezozoicznego, zbadanego w głębokim wierceniu Mońki IG2, wynosi 381,9 m.

Powierzchnię obszaru arkusza tworzy zróżnicowany kompleks osadów czwartorzędowych (plejstoceńskich i holocenijskich) o miąższości od około 100 m na wschodzie, 150-170 m

na północy i południu do około 200 m na południowym zachodzie. W pobliżu Radziłowa miąższość osadów czwartorzędowych nie przekracza 40 m. W podłożu osadów czwartorzędowych występują osady paleogenu (mułki eocenu, piaski glaukonitowe oligocenu) i neogenu (miocenu, mio-pliocenu). Osady mioceńskie występują bezpośrednio pod utworami czwartorzędu w środkowej i wschodniej części obszaru. Są to ropy i mułki miocenu dolnego, piaski kwarcowe, piaski węgliste i węgiel brunatny miocenu środkowego o miąższości od 4-5 m na północy do 30-40 m na południu obszaru arkusza. Na zachodzie obszaru w spągu utworów czwartorzędu występują ropy pstry mio-pliocenu o miąższości przekraczającej 3 m.

Osady plejstoceńskie reprezentowane są przez poziomy glin zwałowych odpowiadające pięciu zlodowaceniom: najstarszemu (narwi), południowopolskim (nidy i sanu) oraz środkowopolskim (odry i warty) oraz przedzielające je osady wodnolodowcowe, zastoiskowe, rzeczne i jeziorne. W czasie zlodowaceń północnopolskich (wisty) lądolód nie dotarł na omawiany obszar.

Najstarsze zlodowacenie (narwi) reprezentowane jest głównie przez piaski i żwiry wodnolodowcowe, gliny zwałowe. Transgresja lądolodu stadiału górnego zlodowacenia narwi zaznaczyła się akumulacją osadów zastoiskowych – ropy, mułków i piasków.

Zlodowacenie południowopolskie to zlodowacenie nidy i sanu. Na obszarze arkusza Radziłów osady zlodowacenia nidy reprezentowane są przez osady zastoiskowe (mułki i piaski zastoiskowe), wodnolodowcowe (piaski i żwiry) i lodowcowe (gliny zwałowe).

Osady sanu reprezentowane są głównie przez ropy, mułki i piaski zastoiskowe, piaski, żwiry wodnolodowcowe oraz gliny zwałowe.

W profilu osadów czwartorzędowych szczególne znaczenie mają utwory związane ze zlodowaczeniami środkowopolskimi, występujące na obszarze całego arkusza, również na powierzchni terenu. Miąższość ich osiąga 50,0 - 90,0 m, maksymalnie ponad 120 m. Składają się one z dwóch kompleksów glin zwałowych zlodowacenia odry i zlodowacenia warty, przedzielonych osadami interglacjalnymi i interstadialnymi oraz wodnolodowcowymi i zastoiskowymi.

Najstarszymi osadami zlodowaceń środkowopolskich, występującymi na powierzchni terenu, są gliny zwałowe zlodowacenia odry. Ich obecność stwierdzono tylko w strefie krańdziej doliny Biebrzy i w postaci ostańców erozyjnych w dolinie. Na całym obszarze natomiast występują osady zlodowacenia warty, przy czym we wschodniej części są silnie zredukowane. Poziom górnych glin zwałowych tego zlodowacenia pokrywa przeważającą część obszaru arkusza. W zachodniej części osiągają one miąższość 16,0-26,0 m, we wschodniej nie przekraczają 10,0 m. We wschodniej części arkusza i na północny zachód od Świę-

ciemna na glinach leżą piaski, żwiry i głazy lodowcowe o miąższości 1,0-4,0 m, słabo przemyte, gliniaste zawierające duże ilości głazów. Seria piaszczysto-żwirowa z głazami w rejonie Obrytek ma miąższość 15,0-18,0 m.

Formy czołowomorenowe zbudowane z osadów piaszczysto-żwirowych przemytych w różnym stopniu, czasami zaglinionych i pyłowych, często z głazikami, występują dość powszechnie na obszarze arkusza. Największa morena czołowa, osiągająca wysokość względną około 30 m, znajduje się w północno-wschodniej części obszaru.

W centralnej i zachodniej części obszaru występują formy świadczące o deglacji arealnej - pagórki i wzgórza moren martwego lodu i plateau kemowego. Moreny martwego lodu zbudowane są ze żwirów niesegregowanych, zaglinionych i pyłowych, rzadko z przemytych osadów piaszczysto-żwirowych o miąższości przeważnie do 5,0 m. Formy kemowe tworzą drobnoziarniste piaski z wkładkami mułków.

Osady sandrowe zlodowacenia warty wypełniają obniżenie wykorzystywane obecnie przez rzekę Przytulankę w południowej części obszaru. Są to piaski i żwiry przechodzące w kierunku stropowym w piaski drobnoziarniste. Miąższość ich wynosi od 5,0 do 7,5 m. Drobnoziarniste piaski wodnolodowcowe o niewielkiej miąższości tworzą sandry wysoczyznowe występujące lokalnie w zachodniej i północnej części obszaru.

Łądołód zlodowacenia wisły nie dotarł na obszar omawianego arkusza - jego czoło znajdowało się na linii Szczuczyn - Grajewo. Osadami związanymi z tym zlodowaceniem są piaski i żwiry wodnolodowcowe, nagromadzone wzdłuż szlaków odpływu wód roztopowych wykorzystywanych przez obecne doliny Wissy i rzeki Ełk. Oba szlaki łączyły się w południowo-wschodniej części arkusza, na północ od wsi Łoje-Awissa.

W dolinie Wissy osady wodnolodowcowe osiągają miąższość 2,0-5,0 m, a w obrębie Kotliny Biebrzy od 3,5 do ponad 10,0 m.

Osady holoceny występują głównie w obniżeniach terenu. W Kotlinie Biebrzy są to piaski rzeczne oraz piaski i mułki jeziorne przykryte cienką warstwą torfu. W zagłębieniach bezodpływowych, dolinach wód roztopowych i młodych dolinach rzecznych nagromadziły się namuły piaszczyste lub torfiaste. Torfy występują w dolinach Wissy, Matlaka i Przytulanki. Ich miąższość rzadko przekracza 2,0 m. Są to słabo rozłożone torfy drzewne, rzadziej turzycowe i trzcinowe, często zamulone. We wschodniej części arkusza, na północ od Klimaszewnicy i na wschód od Mścich miąższość torfów osiąga 3,0-4,0 m. W Kotlinie Biebrzy występują głównie torfy trzcinowe i turzycowe, a ich miąższość jest niewielka do 0,5-1,0 m (fig. 2).

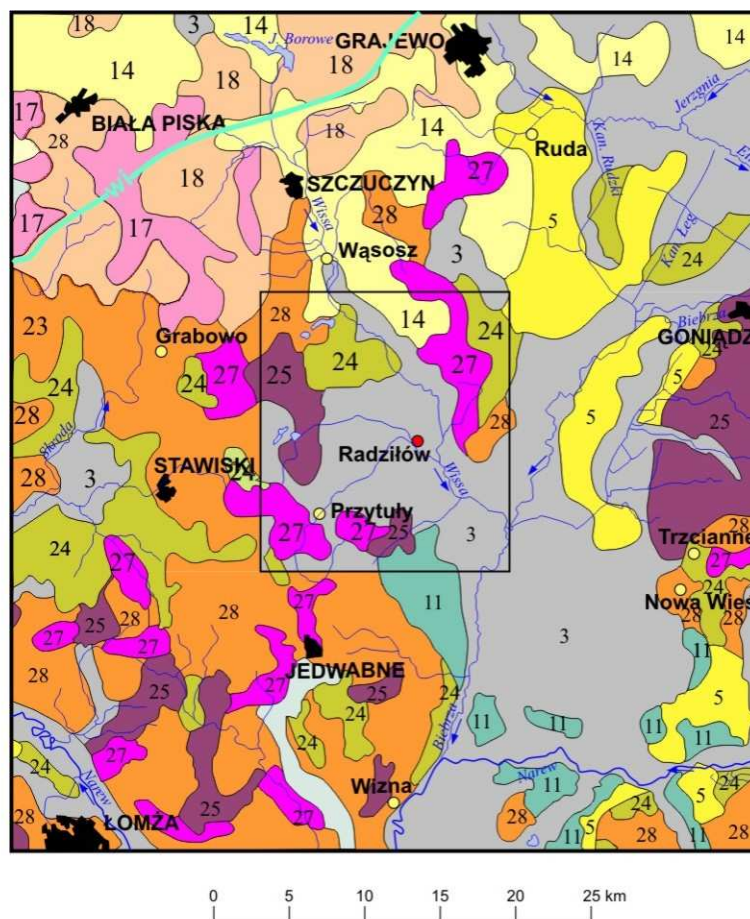
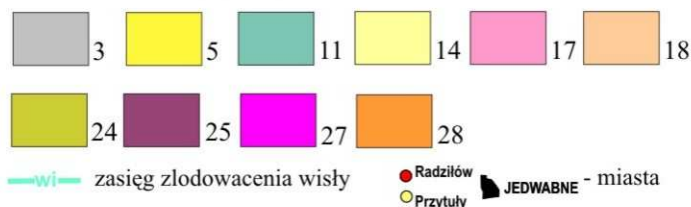


Fig. 2. Położenie arkusza Radziłów na tle Mapy geologicznej Polski w skali 1:500 000 wg L. Marksa, A. Bera, W. Gogołka i K. Piotrowskiej (red., 2006)



Czwartorzęd; holocen: 3. piaski, żwiry, mady rzeczne oraz torfy i namuły;
 plejstocen: 5. piaski eoliczne, lokalnie w wydmach; 11. piaski, żwiry i mułki rzeczne;
 14. piaski i żwiry sandrowe; 17. żwiry, piaski, głązy i gliny moren czołowych;
 18. gliny zwałowe, ich zwietrzliny oraz piaski i żwiry lodowcowe; 24. piaski
 i żwiry sandrowe; 25. piaski i mułki kemów; 27. żwiry, piaski, głązy i gliny
 moren czołowych; 28. gliny zwałowe, ich zwietrzliny oraz piaski i żwiry lodowcowe;

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

IV. Złoża kopalin

Na omawianym arkuszu Radziłów, brak jest w aktualnej ewidencji zasobów kopalin (Wołkowicz, 2010) złóż udokumentowanych. Potwierdzono to podczas zwiadu terenowego przeprowadzonego w maju 2010 r. oraz w organach administracji regionalnej.

V. Górnictwo i przetwórstwo kopalin

Na obszarze arkusza Radziłów wydobywanie kopalin ma niewielkie znaczenie gospodarcze, bowiem ogranicza się do odkrywkowej eksploatacji kruszywa naturalnego z niewielkich „dzikich” wyrobisk.

Większe punkty eksploatacji piasku ze żwirem, dla których sporządzono karty informacyjne punktu występowania kopaliny znajdują się w miejscowości: Kownatki, Danowo, Wiązownica, Rydzewo, Karwowo, Trzaski, Szlasy, Brychy, Wagi-Gnaty, Wagi-Gnaty-Chrostowo. Pozyskiwana kopalina to głównie piasek średnio-i gruboziarnisty ze żwirem. Wydobywana kopalina znajduje zastosowanie w budownictwie indywidualnym i drogowym.

Na omawianym obszarze pozyskiwany jest również piasek. Największe wyrobiska piasku dla których sporządzono karty informacyjne znajdują się w miejscowości: Borawskie – Awissa, Chrzanowo-Włociańskie, Borawskie, Olszewo-Góra. Wydobywana kopalina to piasek drobno-i średnioziarnisty. Eksploatacja piasku prowadzona jest przez miejscową ludność w sposób dorywczy na własne potrzeby gospodarczo – budowlane.

Na mapie zaznaczono również liczne punkty występowania kopaliny, dla których nie sporządzono kart informacyjnych. Są to wystąpienia piasku w okolicach miejscowości: Kieliany, Gardoty, Przytuły, Borawskie, Kolonia Przytuły i Mieczki Czarne oraz wystąpienia piasku ze żwirem w rejonach: Nieciki, Słucz, Dębówka, Chrzanowo-Dusze, Kubra i w okolicy osady Szyjki. W większości tych punktów nie zarejestrowano świeżych śladów eksploatacji.

VI. Perspektywy i prognozy występowania kopaliny

W granicach arkusza Radziłów obszary perspektywiczne wyznaczono na podstawie analizy budowy geologicznej (Lichwa, 2004a,b), opracowań złożowych oraz lokalnych punktów występowania kopaliny.

Wyznaczono jeden obszar prognostyczny torfu, który obejmuje torfowisko niskie o powierzchni 6 ha. Znajduje się on w rejonie miejscowości Ławsk. W obrębie tego obszaru występuje torf turzycowy i olsowy. Średnia miąższość serii złożowej wynosi 1,6 m, średnia popielność 22,6%, a średni stopień rozkładu 40%. Zasoby oceniono na 96 tys. m³ (Ostrzyżek, Dembek, 1996). Kopalina ta może znaleźć zastosowanie w rolnictwie.

Tabela 1

Wykaz obszarów prognostycznych

Numer obszaru na mapie	Powierzchnia (ha)	Rodzaj kopaliny	Wiek kompleksu litologiczno-surowcowego	Parametry jakościowe	Średnia grubość nadkładu (m)	Grubość kompleksu litologiczno-surowcowego (m)	Zasoby w kategorii D ₁ (tys. m ³)	Zastosowanie kopaliny
1	2	3	4	5	6	7	8	9
I	6,0	t	Q	popielność – 22,6%, stopień rozkładu – 40 %	b.d.	maks. 1,9 śr. 1,6	96	Sr

Rubryka 3 – t – torfy,

Rubryka 4 – Q - czwartorzęd,

Rubryka 9 – Sr – rolnicze,

Perspektywy surowcowe na obszarze arkusza Radziłów wiążą się przede wszystkim z występowaniem osadów okrucowych, podrzędnie z surowcami ilastymi.

Obszary perspektywiczne dla piasków budowlanych w rejonie Kownatek i Szczudry obejmują fragmenty występowania piasków wodnolodowcowych i form czołowomorenowych zlodowacenia warty. Prowadzone w tym rejonie poszukiwania kruszywa piaszczysto-żwirowego (Lichwa, 1983) zakończyły się wynikiem negatywnym. Stwierdzono natomiast występowanie piasków drobnoziarnistych i różnoziarnistych o miąższościach 3,9-12,3 m, które mogą być eksploatowane na skalę przemysłową.

Obszar perspektywiczny w rejonie Bukowa obejmuje fragment formy kemowej zbudowanej z osadów piaszczystych i żwirowo-piaszczystych o miąższości około 2,0 m.

Obszary w okolicach: Wiązownicy, Borawskie - Awissa, Chrzanowo Włociańskie, Karwowo, Borawskie, Trzaski, Szlasy, Brychy, Wagi Gnaty, Olszewo-Góra, Chrostowo oraz Kąty wyznaczono zgodnie ze Szczegółową mapą geologiczną (Lichwa, 2004), a także na podstawie zwiadu terenowego. Stwierdzono tu występowanie plejstoceńskich utworów piaszczystych i piaszczysto-żwirowych pochodzenia wodnolodowcowego. W południowej części arkusza Radziłów stwierdzono występowanie utworów piaszczysto – żwirowych ze zdecydowaną przewagą frakcji żwirowej między innymi w rejonie miejscowości Karwowo, gdzie utwory zalegają pod nadkładem o średniej grubości 0,5 m, a miąższość kruszywa jest orientacyjnie szacowana na ok. 3,0 m. W rejonie miejscowości Trzaski, utwory występują pod nadkładem o średniej grubości 0,2 m, a miąższość kruszywa waha się od 1,5 do 5,0m. W okolicy miejscowości Szlasy miąższość kruszywa szacowana jest na ok. 2,0-5,0 m, a nadkład na ok. 0,5 m. W pobliżu miejscowości Brychy miąższość serii złożowej wynosi do 5,0 m i występuje pod nadkładem 0,3 m. W rejonie miejscowości Borawskie, piaski i żwiry zalegają pod

nadkładem o średniej grubości 0,2 m. Miąższość kruszywa jest orientacyjnie szacowana na ok. 2,0 m. W okolicy miejscowości Brychy, pod nadkładem 0,3 m występują piaski i żwiry o miąższości około 5,0 m. W rejonie miejscowości Wagi-Gnaty, seria surowcowa zalega pod nadkładem o średniej grubości 0,2 m. Miąższość kruszywa waha się od 0,5-5,0 m. W rejonie miejscowości Wagi-Gnaty-Chrostowo, utwory piaszczysto – żwirowe występują pod nadkładem o średniej grubości 0,2 m. Miąższość kruszywa jest orientacyjnie szacowana na ok. 2,0-5,0 m. Rejon Kąty to obszar perspektywiczny piasków i żwirów o miąższości od 0,5 do 5,0 m, zalegający pod nadkładem 0,2 m. Przymuszczalnie pozyskiwana kopalina wykorzystywana może być w budownictwie i drogownictwie.

Obszar perspektywiczny dla surowców ilastych ceramiki budowlanej wyznaczono na podstawie wyników prac badawczych (Kwaśniewska, 1984) prowadzone w rejonie Radziłowa. W wąskim pasie ciągnącym się wzdłuż rzeki Matlak stwierdzono obecność iłów i mułków ilastych zastoiskowych, tworzących nagromadzenie o znaczeniu lokalnym. Miąższość iłów waha się od 1,7 do 3,8 m, zawartość margla wynosi 0,08-0,45 %. Wykonane badania na gotowych wyrobach wykazały że: optymalna temperatura wypału surowca ze złoża wynosi 950-960 °C, skurczliwość suszenia 10,4-10,7 %, wytrzymałość wyrobów na ściskanie 14,6-20,0 MPa. Powyższe parametry wskazują, że iły nadają się do produkcji wyrobów grubościennych. Wyniki poszukiwań w pozostałych rejonach były negatywne ze względu na brak nagromadzenia utworów ilastych spełniających parametry geologiczno-górnice i jakościowe.

Ze względu na niekorzystne warunki geologiczno-górnice (znaczna głębokość zalegania powyżej 150 m) i brak dokładniejszego rozpoznania nie wyznaczono perspektyw występowania węgla brunatnego. Zasadniczo pokład węgla brunatnego zailonego o miąższości około 5 m został przewiercony w jednym otworze (Supy, otw 1), a w drugim nawiercona została tylko część stropowa (Kownatki, otw 8) kolejnego pokładu węgla brunatnego, ziemistego. Powyższe uzasadnienie wyjaśnia nie wyznaczenie obszaru perspektywicznego.

Prace poszukiwawcze prowadzone pod kątem możliwości udokumentowania złóż kruszywa piaszczysto-żwirowego w rejonie Ławska – Słucza i Szyjki – Brychy dały wynik negatywny ze względu na niewielkie miąższości oraz punktowe rozprzestrzenienie (Lichwa, 1983).

Również negatywnym wynikiem zakończyły się prace poszukiwawcze za piaskami i żwirami w rejonie miejscowości Przytuły (Data, 1991) nawiercono tu głównie gliny piaszczyste i piaski zaglinione o niewielkich miąższościach.

VII. Warunki wodne

1. Wody powierzchniowe

Na obszarze arkusza Radziłów sieć hydrogeologiczna jest dość dobrze rozwinięta. Główną rzeką jest Biebrza, której meandrujące koryto przecina południowo-wschodnie krańce arkusza. Prawostronna część zlewni Biebrzy to Wissa o częściowo uregulowanym korycie, która płynie szeroką, zabagnioną doliną w kierunku południowo-wschodnim. Prawym dopływem Wissy jest Matlak (Radziłówka) wraz z Przytulanką. Północno-wschodni teren odwadnia uregulowana Klimasówka (Klimaszewnica), wpadająca do Biebrzy poza granicami arkusza. Sieć hydrograficzną uzupełniają liczne rowy melioracyjne w dolinie Wissy i w obrębie Kotliny Biebrzy.

Ocena stanu jednolitych części wód powierzchniowych (rzek) województwa podlaskiego w 2009 roku wykonana została przez Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Białymstoku, zgodnie z zapisami rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 20 sierpnia 2008 roku w *sprawie sposobu klasyfikacji stanu jednolitych części wód powierzchniowych* (Dz. U. z 2008r. Nr 162, poz. 1008) (Rozporządzenie...,2008) . Według opublikowanych przez WIOŚ danych, w 2009 roku badania takie na obszarze arkusza nie były prowadzone.

Monitoring jakości wód powierzchniowych prowadzony jest przez Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Białymstoku (Stan ..., 2009). W roku 2009 jakość wód powierzchniowych na omawianym obszarze nie była oceniana. Ostatnie badania pochodzą z 2006 roku (Stan..., 2007), kiedy monitoringiem objęte były wody rzeki Wissy i Klimasówki. Ocena jakości wód dokonywana jest na podstawie badań prowadzonych w danym punkcie pomiarowym, a kryterium określenia ogólnej klasy jakości stanowią wskaźniki graniczne w poszczególnych klasach. Stosowana jest klasyfikacja pięcioklasowa jakości tych wód (Rozporządzenie..., 2004). Wody Wissy badane w miejscowości Łoje-Awissa i wody Klimasówki w miejscowości Klimaszewnica (na granicy z sąsiednim arkuszem Goniądz) miały IV (niezadowolającą) klasę jakości. O takiej klasyfikacji decydowały: barwa, ChZT-Mn lub ChZT-Cr, kadm, liczba bakterii coli, niekiedy tlen lub azot.

Uzupełnieniem sieci rzecznej są niewielkie oczka wodne i stawy rybne w pobliżu miejscowości Ławsk i Wilamowo.

2. Wody podziemne

Według podziału Polski na jednolite części wód podziemnych obszar objęty arkuszem Radziłów położony jest w subregionie nizinnym zlewnia Biebrzy (JCWPd nr34). W regiona-

lizacji hydrogeologicznej rejon ten leży w obrębie regionu mazowiecko-mazurskiego-podlaskiego (Paczyński, Sadurski (red.), 2007).

Na całym obszarze objętym arkuszem Radziłów użytkowe poziomy wodonośne związane są z utworami czwartorzędowymi. W obrębie piętra czwartorzędowego wyróżnia się trzy poziomy wodonośne: przypowierzchniowy, międzyglinowy i podglinowy (Nowicki i in., 2004).

Poziom przypowierzchniowy związany jest głównie z piaskami i żwirami wodnolodowcowymi o miąższości od kilku do około 20 m. Głębokość swobodnego zwierciadła wody waha się od kilku centymetrów do 20 m. Współczynnik filtracji najczęściej mieści się w przedziale 15-40 m/dobę, a wydajności studni wynoszą od 20 do 60 m³/h. Wody zasilane są przez bezpośrednią infiltrację, co wpływa na ich podatność na degradację.

Poziom międzyglinowy wykształcony jest lokalnie w postaci piasków i żwirów rzecznych wypełniających rozcięcia erozyjne. Głębokość jego występowania jest zmienna i może dochodzić do 60-80 m. Współczynnik filtracji wynosi około 5 m/d, natomiast wydajności studzien osiągają do 25 m³/h.

Poziom podglinowy występuje prawie na całym obszarze arkusza, a związany jest z utworami wodnolodowcowymi zlodowacenia nidy (zlodowacenia południowopolskie). Wydajności studzien ujmujących wody tego poziomu są znaczne i często przekraczają 70 m³/h. Współczynnik filtracji przeważnie mieści się w przedziale 15-30 m/d.

Jakość czwartorzędowych wód podziemnych mieści się w klasach I, IIa i IIb. Wody bardzo dobrej jakości (klasa I), nadające się do spożycia bez uzdatniania, występują w północnej części omawianego obszaru oraz na niewielkim obszarze na wschód od Przytuł. Jakość dobrą (klasa IIa), wynikającą z podwyższonych zawartości żelaza i manganu, mają wody w północno-zachodniej i wschodniej części arkusza. Na pozostałym obszarze występują wody średniej jakości (klasa IIb), a więc wymagające uzdatniania ze względu na zawartość żelaza i manganu.

Zagrożenia dla jakości wód podziemnych wiążą się ze stopniem izolacji warstwy wodonośnej oraz rodzajem zagospodarowania terenu. Ze względu na brak ośrodków miejskich i przemysłowych, głównym źródłem zanieczyszczeń może być dopływ substancji związanych z działalnością rolniczą typu uprawowego, w mniejszym stopniu z hodowlą zwierząt. Bardzo niski stopień zagrożenia występuje w całej zachodniej części obszaru arkusza, gdzie główny poziom wodonośny znajdujący się na głębokości 50-100 m przykrywa warstwa mułów i glin zwałowych o miąższości do 70 m. Niski stopień zagrożenia występuje w centralnej i południowo-wschodniej części arkusza, gdzie główny poziom wodonośny znajduje się na głębo-

kości 15-50 m pod warstwą izolującą. Zagrożenie w stopniu wysokim stwierdzono w północnej i wschodniej części arkusza. Przypowierzchniowy poziom użytkowy występuje tu na głębokości 5-15 m lub poniżej 5 m (w Kotlinie Biebrzańskiej) i jest słabo izolowany od wpływu zanieczyszczeń z powierzchni terenu.

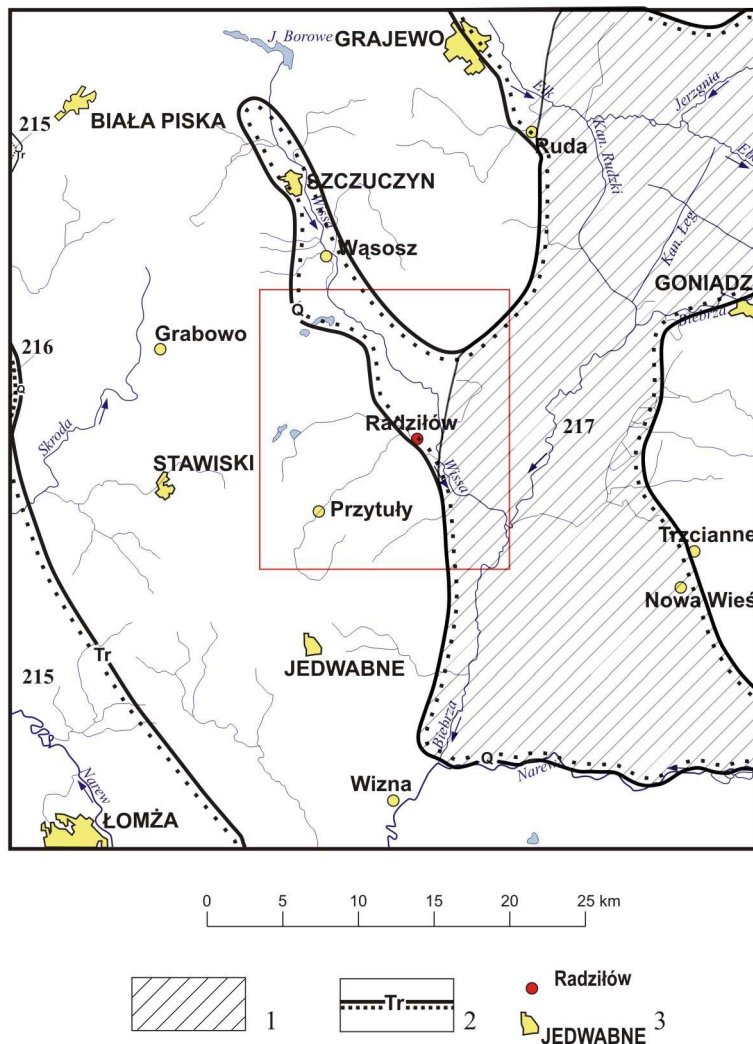


Fig. 3. Położenie arkusza Radziłów na tle obszarów głównych zbiorników wód podziemnych (GZWP) w Polsce, wymagających szczególnej ochrony, w skali 1:500 000, wg A. S. Kleczkowskiego (1990)

1 - Obszar wysokiej ochrony (OWO), 2 - Granica GZWP w ośrodku porowym, 3 - miasta

Numer i nazwa GZWP, wiek utworów wodonośnych:

215 - Zbiornik Subniecka Warszawska, trzeciorzęd (Tr);

216 - Sandr Kurpie, czwartorzęd (Q);

217 - Pradolina rzeki Biebrza, czwartorzęd (Q)

Największe ujęcia wód podziemnych, zaopatrujące wodociągi gminne, znajdują się w: Ławsku, Słuczu, Radziłowie, Świącieniu, Kubrze Nowej i Łojach-Awissie. Mniejsze ujęcie dla potrzeb Nadleśnictwa Rajgród zlokalizowane jest przy leśniczówce Stegna. Wszystkie ujęcia korzystają z wód czwartorzędowych przypowierzchniowego poziomu wodonośnego.

Gospodarstwa nie podłączone do sieci wodociągowej, zaopatrują się w wodę ze studni kopanych i abisynek ujmujących wody gruntowe pierwszego poziomu wodonośnego (przy powierzchniowego), a ich głębokość wynosi kilka metrów.

W obrębie arkusza Radziłów znajduje się fragment głównego zbiornika wód podziemnych wymagającego szczególnej ochrony Pradolina rzeki Biebrza (Kleczkowski, 1990). Zbiornik ten utworzył się w obrębie wachlarzowato usypanego stożka sandrowego na przedpolu lodowca. Szacunkowe zasoby dyspozycyjne zbiornika kształtują się w wysokości około 200 tys. m³/dobę, przy średniej głębokości ujęć 50 m. Do chwili obecnej nie opracowano dokumentacji dotyczącej zbiornika Pradolina rzeki Biebrza.

Na obszarze arkusza Radziłów wody poziomu czwartorzędowego zostały zaszeregowane do ogólnokrajowej kategorii głównych zbiorników wód podziemnych (Kleczkowski, 1990), w ramach których wyznaczono obszary wysokiej (OWO) ochrony tych wód (fig. 3).

VIII. Geochemia środowiska

1. Gleby

Kryteria klasyfikacji gleb

Dla oceny zanieczyszczenia gleb zastosowano wartości dopuszczalne stężeń metali określone w Załączniku do Rozporządzenia Ministra środowiska z dnia 9 września 2002 r. w sprawie standardów gleby oraz standardów jakości ziemi (DzU nr 165 z dnia 4 października 2002 r., poz. 1359). Dopuszczalne wartości pierwiastków dla poszczególnych grup użytkowania, ich zakresy oraz przeciętne zawartości w glebach z terenu arkusza 259 – Radziłów, 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 minerali-

zowano 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 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 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).

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 259 – Radziłów	Wartość przeciętnych (median) w glebach na arkuszu 259 – Radziłów	Wartość przeciętnych (median) w glebach obszarów niezabudowanych Polski ⁴⁾
	Grupa A ¹⁾	Grupa B ²⁾	Grupa C ³⁾	N=5	N=5	N=6522
				Frakcja ziarnowa <1 mm Mineralizacja HCl (1:4)		
			Głębokość (m p.p.t.) 0–0,3	Głębokość (m p.p.t.) 0–2,0		
As Arsen	20	20	60	<5	<5	<5
Ba Bar	200	200	1000	12 - 71	31	27
Cr Chrom	50	150	500	2 - 7	4	4
Zn Cynk	100	300	1000	19 - 81	41	29
Cd Kadm	1	4	15	<0,5	<0,5	<0,5
Co Kobalt	20	20	200	<1 - 3	2	2
Cu Miedź	30	150	600	2 - 63	6	4
Ni Nikiel	35	100	300	2 - 7	5	3
Pb Ołów	50	100	600	<3 - 19	10	12
Hg Rteć	0,5	2	30	<0,05 - 0,08	0,07	<0,05
Ilość badanych próbek gleb z arkusza 259 – Radziłów w poszczególnych grupach użytkowania				¹⁾ grupa A		
As Arsen	5			a) nieruchomości gruntowe wchodzące w skład obszaru poddanego ochronie na podstawie przepisów ustawy Prawo wodne,		
Ba Bar	5			b) obszary poddane ochronie na podstawie przepisów o ochronie przyrody; jeżeli utrzymanie aktualnego poziomu zanieczyszczenia gruntów nie stwarza zagrożenia dla zdrowia ludzi lub środowiska – dla obszarów tych stężenia zachowują standardy wynikające ze stanu faktycznego,		
Cr Chrom	5			²⁾ grupa B – grunty zaliczone do użytków rolnych z wyłączeniem gruntów pod stawami i gruntów pod rowami, grunty leśne oraz zadrzewione i zakrzewione, nieużytki, a także grunty zabudowane i zurbanizowane z wyłączeniem terenów przemysłowych, użytków kopalnych oraz terenów komunikacyjnych,		
Zn Cynk	5			³⁾ grupa C – tereny przemysłowe, użytki kopalne, tereny komunikacyjne,		
Cd Kadm	5			⁴⁾ Lis, Pasieczna, 1995 – Atlas geochemiczny Polski 1:2 500 000		
Co Kobalt	5			N – ilość próbek		
Cu Miedź	4	1				
Ni Nikiel	5					
Pb Ołów	5					
Hg Rteć	5					
Sumaryczna klasyfikacja badanych gleb z obszaru arkusza 259 – Radziłów do poszczególnych grup użytkowania (ilość próbek)						
	4	1				

Przeciętne zawartości: arsenu, chromu, kadmu, kobaltu i ołowiu w badanych glebach arkusza są na ogół niższe lub równe w stosunku do wartości przeciętnych (median) w glebach obszarów niezabudowanych Polski. Wyższe wartości median wykazują: bar, cynk, kobalt,

miedź, nikiel i rtęć; przy czym w przypadku niklu wzbogacenie jest prawie 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 B (standard terenów przemysłowych, użytków kopalnych i terenów komunikacyjnych) zaklasyfikowano próbkę gleby z punktu 5, ze względu na zawartość miedzi (63 ppm).

Koncentracja wskazanego pierwiastka występuje na obszarze zurbanizowanym (Przytuły) i prawdopodobnie ma charakter antropogeniczny. Precyzyjne określenie źródła i zasięgu podwyższonej zawartości wymaga dokładniejszych 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. Pierwiastki promieniotwórcze

Materiał i metody badań

Do określenia dawki promieniowania gamma i stężenia radionuklidów poczarabyłskiego cezu wykorzystano wyniki badań gamma-spektrometrycznych wykonanych dla Map radioekologicznych Polski 1 : 750 000 (Strzelecki i in., 1993-1994).

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

Prezentacja wyników

Ponieważ gęstość pomiarów nie pozwala na opracowanie map izoliniowych w skali 1: 50 000, wyniki przedstawiono w postaci słupków (fig. 4) dla dwóch krawędzi arkusza mapy (zachodniej i wschodniej). Było to możliwe gdyż krawędzie arkusza ogólnie pokrywają się z przebiegiem profili pomiarowych. Wykresy słupkowe zostały sporządzone dla punktów pomiarowych zlokalizowanych na opisanym arkuszu, przy czym do interpretacji wykorzystano także informacje z punktów znajdujących się na arkuszu sąsiadującym wzdłuż zachodniej lub wschodniej granicy.

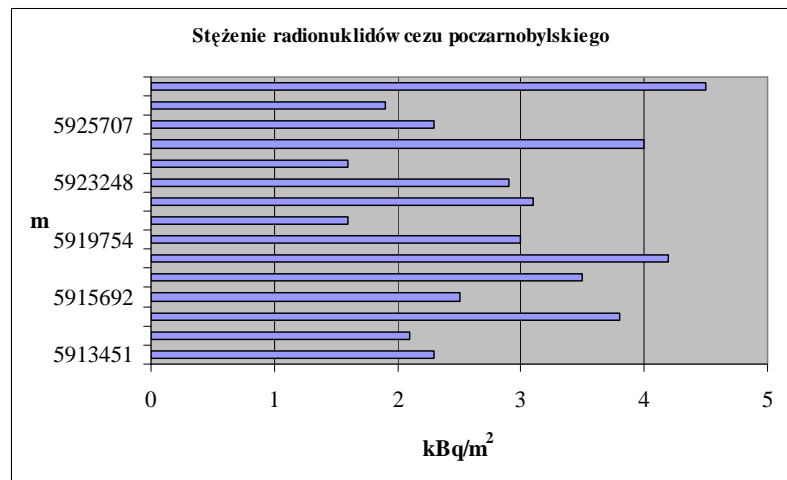
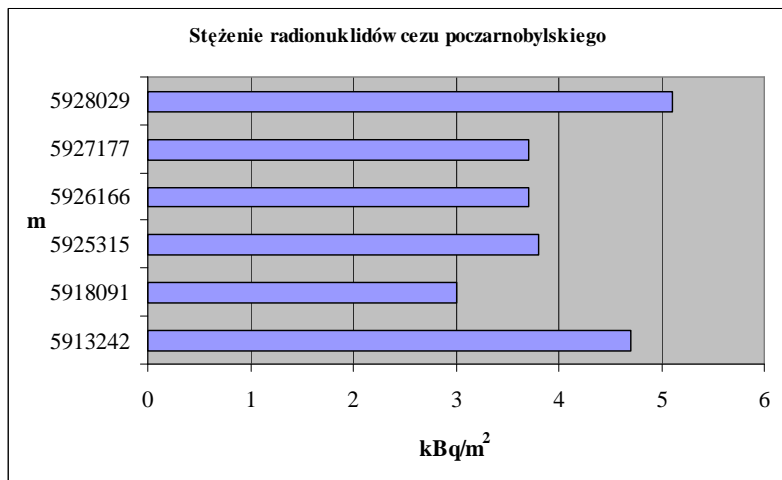
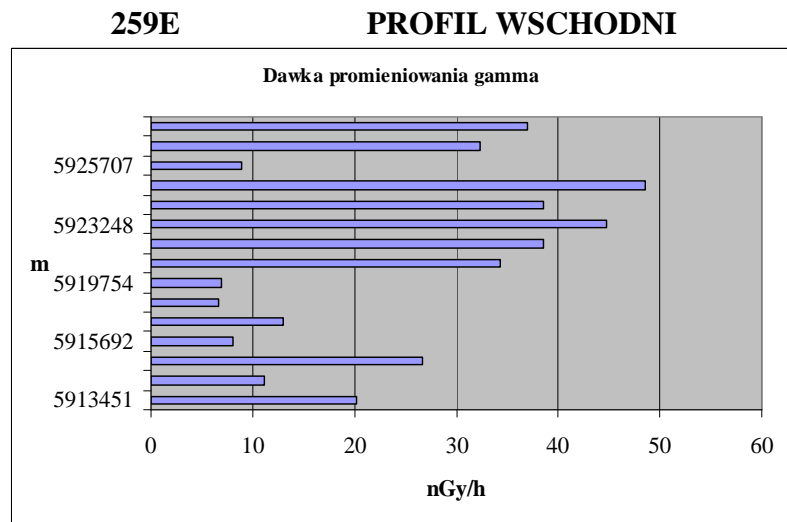
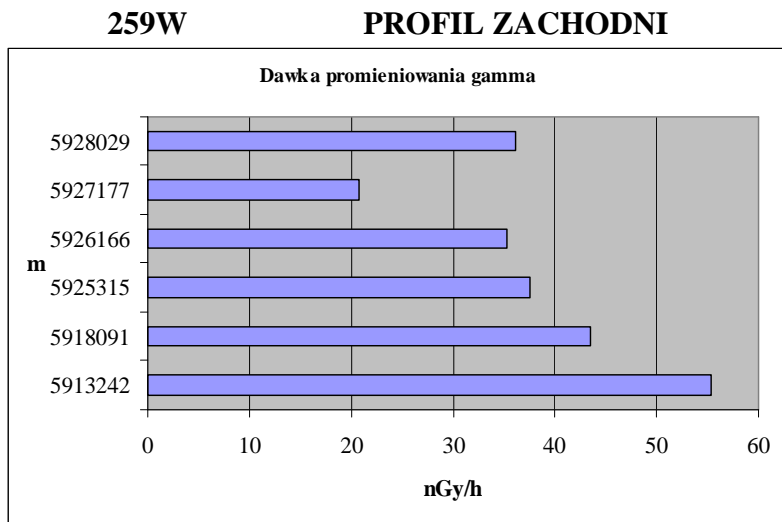


Fig. 4. Zawartość pierwiastków promieniotwórczych w glebach na terenie arkusza Radziłów (na osi rzędnych – opis siatki kilometrowej arkusza)

Przedstawione wyniki pomiarów promieniowania gamma obejmują sumę promieniowania pochodzącego z radionuklidów naturalnych (uran, potas, tor) i sztucznych (cez).

Wyniki

Wartości promieniowania gamma wzdłuż profilu zachodniego mieszczą się w przedziale 20 – 55 nGy/h i są związane z obecnością glin zwałowych, iłów, piasków i żwirów kemowych oraz piasków i żwirów wodnolodowcowych. Wzdłuż profilu wschodniego wartości promieniowania są wydatnie mniejsze co wynika z odmiennej sytuacji geologicznej. Punkty pomiarowe rozmieszczone są w dolinie Biebrzy i w znaczącej części odpowiadają nadrzecznym torfowiskom (7 – 20 nGy/h), tylko niektóre są zlokalizowane na glinach zwałowych moren czołowych tworzących zachodni brzeg doliny. Wartości promieniowania gamma maksymalnie sięgają tu 48 nGy/h.

Średnia wartość promieniowania gamma dla Polski wynosi 34,2 nGy/h.

Wartości stężenia radionuklidów poczarnobylskiego cezu są bardzo niskie, wahają się w przedziale 1,6 – 5 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 (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). 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 3).

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

- warunków izolacyjności podłoża zgodnych z wymaganiami przyjętymi w tabeli 3;
- 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 3

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, iłołupki
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 warstwy izolacyjnej do głębokości 10 m.

Tło dla przedstawianych na Planszy B informacji stanowi stopień zagrożenia głównego użytkowego poziomu wodonośnego, przeniesiony z arkusza Radziłów Mapy hydrogeologicznej Polski w skali 1:50 000 (Nowicki i in., 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 bezwzględnym zakazie lokalizacji składowisk odpadów

W granicach arkusza Radziłów niemal 60% powierzchni objęte jest bezwzględnym zakazem lokalizowania składowisk wszystkich typów odpadów. Wyłączeniem podlegają:

- obszar Biebrzańskiego Parku Narodowego, zajmującego 15% powierzchni arkusza, wraz z jego otuliną;
- obszary objęte ochroną przyrody w ramach Europejskiej Sieci Ekologicznej NATURA 2000: specjalny obszar ochrony siedlisk - PLH - Dolina Biebrzy (PLH 200008) i obszar specjalnej ochrony ptaków - Ostoja Biebrzańska (PLB 200006). Granice obu obszarów na omawianym terenie pokrywają się i są zgodne z przebiegiem granicy zasięgu otuliny Biebrzańskiego Parku Narodowego;
- obszary zwartej zabudowy miejscowości Radziłów i Przytuły (siedziby urzędu gminy) oraz większych wsi: Ławska, Klimaszewnicy, Słucza i Wilamowa;
- tereny występowania osadów holocenijskich, wykształconych w postaci: torfów i gyttii, namulów torfiastych i piaszczystych, mułków i piasków jeziornych oraz rzecznych, a także osadów deluwialnych. Utwory te akumulowane zostały przede wszystkim w dolinach rzek: Wissy, Przytulanki, Matlaka, a także w starorzeczu Biebrzy, oraz wzdłuż dolin drobnych cieków odwadniających wysoczyznę i dolinek deluwialnych;
- tereny wokół stawów hodowlanych i oczek wodnych - w pobliżu miejscowości Ławsk i Wilamowo;
- tereny zabagnione i podmokłe oraz obszary łąk na glebach pochodzenia organicznego (podlegające ochronie), zajmujące duże powierzchnie w obrębie Kotliny Biebrzańskiej i w dolinach rzek Wissy, Matlaka, Klimasówki i Przytulanki, wzdłuż kanałów i rowów oraz w zagłębieniach bezodpływowych, wyłączone bezwzględnie wraz ze strefą o szerokości 250 m;
- obszary predysponowane do występowania ruchów masowych w miejscach spadków terenu przekraczających 10°, wyznaczone: we wschodniej części arkusza w okolicach miejscowości: Mścichy i Okrasin w zboczach doliny Biebrzy oraz w południowej części arku-

sza w rejonie Obrytek, Borawskich, Mieczków Czarnych i Olszewa-Góry (Grabowski (red.), 2007);

- obszary bardzo płytkiego występowania zwierciadła wód podziemnych głównego użytkowego poziomu wodonośnego na terenach tarasów zalewowych doliny Biebrzy wzniesionych od 0,5 do 1,5 m n.p.rzeki. Występują one przy wschodniej granicy obszaru arkusza. Obecność pierwszego zwierciadła wód podziemnych stwierdzono na głębokości 0–5 m (Nowicki i in., 2004). Poziom ten wykazuje niską odporność na zanieczyszczenia antropogeniczne;
- obszary zagrożone podtopieniami w dolinie Biebrzy, wskazane na „Mapie obszarów zagrożonych podtopieniami w Polsce” (Nowicki (red.), 2007);
- zwarte kompleksy leśne o powierzchni powyżej 100 ha.

Charakterystyka i ograniczenia warunkowe obszarów spełniających wymagania dla składowania odpadów obojętnych

Rejony, w których lokalizacja składowisk odpadów jest dopuszczalna, zajmują około 40% powierzchni arkusza. Preferowane do tego celu są tereny posiadające naturalną warstwę izolacyjną, zgodną z wymaganiami dotyczącymi naturalnej bariery geologicznej (NBG) (tabela 3).

W obrębie omawianego obszaru rolę naturalnej bariery izolacyjnej spełniają plejstoceny gliny zwałowe, których zasięg powierzchniowy określono na Szczegółowej mapie geologicznej Polski (Lichwa, 2004). Na powierzchni wysoczyzny w wielu miejscach powszechnie występują piaszczyste gliny zwałowe stadiału środkowego zlodowacenia warty (zlodowacenia środkowopolskie). Miejscami, w brzeżnych strefach rozcięć wysoczyzny (rejon Ławska, Kielian) odsłaniają się starsze gliny zwałowe, korelowane ze stadiąłem dolnym tego zlodowacenia. Wymienione osady mogą stanowić warstwę izolacyjną wyłącznie pod składowiska odpadów obojętnych. Miąższość glin zwałowych występujących w strefie przypowierzchniowej (górných) waha się od 4 m (rejon miejscowości Czerwonki, Trzaski, Przytuły-Las), 6-7 m (okolice Konwatek, Dąbrówki, Chrzanowa-Dusz), 8-12 m (Przytuły-Las, Wagi-Gnaty, Dębówka). Ich maksymalna miąższość (16,0–26,0 m) została rozpoznana w zachodniej części arkusza. Ku wschodowi maleje ona, i na ogół nie przekracza 10,0 metrów (Lichwa, 2004a, b). W wielu miejscach są one podścielone silniej skonsolidowanymi glinami zwałowymi i osadami ilasto-mułkowymi stadiału dolnego zlodowacenia warty i zlodowacenia odry, tworząc ciągły kompleks o miąższości dochodzącej do 50–60 m (koło Dębówki), 65–70 m (w rejonie Chrzanowa-Dusz), do około 80 m (Trzaski, Przytuły-Las, Wagi-Gnaty).

Warunki zmiennego wykształcenia naturalnej bariery izolacyjnej wyznaczono w rejonach gdzie na powierzchni stropowej glin zwałowych tworzących NBG występują przepuszczalne osady piaszczyste o miąższości nieprzekraczającej 2,5 m. Są to piaszczysto-pylaste utwory eluwialne, a także powszechnie występujące piaski i żwiry wodnolodowcowe oraz piaski i mułki wytopiskowe przykrywające gliny zwałowe lub osady zastoiskowe. Lokalizacja składowisk w tych rejonach wymagać będzie usunięcia 1–2 m warstwy piaszczystej zalegającej w stropie utworów słabo przepuszczalnych. Na północ od Siwek (zachodni kraniec arkusza) oraz koło Olszewa-Góry (południowo-zachodnie naroże) na niewielkich powierzchniach odsłaniają się zaburzone glacitektonicznie osady zastoiskowe zlodowacenia warty (o miąższości do 10 m), wykształcone jako silnie wapniste ility, przechodzące w spągu w piaski pylaste i mułki piaszczyste. Oba obszary, z uwagi na niejednorodną strukturę odsłaniających się osadów, również zakwalifikowano jako wystąpienie naturalnej bariery geologicznej o zmiennych warunkach wykształcenia.

Obszary pozbawione naturalnej bariery geologicznej wyznaczono w rejonach występowania piaszczysto-żwirowych utworów wodnolodowcowych, moren martwego lodu oraz tarasów kemowych zlodowaceń północnopolskich i środkowopolskich, o miąższości przekraczającej 2,5 m, a także w miejscach gdzie osady piaszczyste przykryte są zbyt cienką (0,5–2,0 m) warstwą piaszczystych glin zwałowych. Tworzą one stosunkowo duże powierzchnie w północnej i środkowej części waloryzowanego obszaru. Lokalizacja składowisk odpadów w tych miejscach będzie możliwa jedynie po zastosowaniu sztucznych przesłon izolacyjnych.

W zasięgu obszarów preferowanych pod składowiska odpadów znajduje się czwartorzędowe użytkowe piętro wodonośne związane z wodnolodowcowymi i rzeczными utworami piaszczysto-żwirowymi plejstocenu (Nowicki i in., 2004). W utworach tych występują trzy poziomy wodonośne. Poziom przypowierzchniowy, zalegający na głębokości 5–15 m p.p.t., stanowi główny użytkowy poziom wodonośny (GPU) w rejonie Rydzewa Szlacheckiego, Żebrów, Kownatek i Kielian. Ze względu na słabą izolację od wpływów powierzchniowych lub jej całkowity brak dla tych obszarów określono wysoki stopień zagrożenia. Występujące tam płaty glin zwałowych mają ograniczony zasięg poziomy, co umożliwia migrację zanieczyszczeń emitowanych przez potencjalne składowisko do głębiej położonych warstw wodonośnych.

Zdecydowanie lepsze warunki dla lokalizowania inwestycji mogącej mieć niekorzystny wpływ na jakość wód podziemnych panują w zachodniej i południowej części arkusza. Występujący tam poziom wodonośny ujmowany jest przeważnie z warstw międzyglinowych,

miejskami również z głębiej położonych - podglinowych (okolice Ławska). W okolicach Radziłowa, Dąbrówki, Barwików i Plut utwory wodonośne znajdują się na głębokości 15-50 m p.p.t. Jedynie w rejonach występowania dobrze wykształconej warstwy osadów słabo przepuszczalnych są one izolowane od wpływów powierzchniowych. Pomimo częściowej izolacji, lecz w warunkach braku potencjalnych ognisk zanieczyszczeń, stopień zagrożenia GPU w okolicach wymienionych miejscowości określono jako niski.

Rozległe obszary zajmujące zachodnią i południową część arkusza charakteryzują się korzystnym wykształceniem naturalnej bariery geologicznej występującej w stropie warstwy wodonośnej GPU, leżącej tam na głębokości 50–100 m. Są to okolice miejscowości: Modzele, Ławsk, Nieciki, Zkrzewo, Słucz, Glinki oraz cały południowo-zachodni fragment arkusza (Przytuły, Sup). Miąższość osadów słabo przepuszczalnych lokalnie może tam dochodzić do 50–80 metrów. Dzięki bardzo dobrej izolacji, w omawianych rejonach wyznaczono bardzo niski stopień zagrożenia GPU.

Jak wynika z powyższej analizy, warunki hydrogeologiczne w rejonach przypowierzchniowego występowania NBG w zachodniej i południowej części obszaru arkusza, nie powinny wpływać na funkcjonowanie prawidłowo zaprojektowanego składowiska odpadów.

W obrębie wyznaczonych POLS wydzielono rejonu wyspecyfikowanych uwarunkowań (RWU). Wyróżniono je (na podstawie ograniczeń lokalizowania składowisk, wynikających z ochrony zwartej zabudowy) w promieniu 1 km od miejscowości Radziłów oraz Przytuły, stanowiących siedziby urzędów gminy. Warunkowe ograniczenie oznaczone symbolem „w” wyznaczono we wschodniej części arkusza. Wynika ono z położenia rejonu POLS w granicach obszaru wysokiej ochrony (OWO) nieudokumentowanego głównego zbiornika wód podziemnych nr 217 – Pradolina rzeki Biebrza.

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

Problem składowania odpadów komunalnych

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

Występujące w rejonie Siwek i Olszewa-Góry niewielkie wychodne osadów zastoiskowych (iły, mułki i piaski mułkowate), pomimo dostatecznej miąższości (1-10 m) nie zostały zakwalifikowane jako NBG dla składowisk odpadów komunalnych. Zdecydowały o tym: charakter litologiczny osadów (znaczący udział frakcji piaszczystej i pylastej w spągowej części kompleksu) oraz przejawy zaburzeń glacitektonicznych (Lichwa, 2004).

W przypadku konieczności budowy tego typu składowiska na obszarze omawianego arkusza, miejsca te można by przebadać i rozpoznać szczegółowo w pierwszej kolejności. Również należałoby rozpatrywać rejony, gdzie pakiet izolacyjny zbudowany z glin zwałowych i osadów zastoiskowych osiąga największe miąższości (południowa i zachodnia część arkusza), co wykluczy możliwość skażenia wód powierzchniowych i podziemnych. Należy przeprowadzić szczegółowe badania geologiczne umożliwiające określenie cech izolacyjnych i rozprzestrzenienia istniejącej naturalnej bariery geologicznej. Lokalizacja składowiska może się również wiązać z koniecznością zastosowania dodatkowych sztucznych barier izolacyjnych.

Na obszarze arkusza zlokalizowanych jest pięć składowisk odpadów innych niż obojętne i niebezpieczne (komunalnych). W rejonie Radziłowa znajduje się czynne składowisko, którego zamknięcie planowane jest w 2012 roku. Zamknięte w 2009 r. i zrekultywowane składowiska odpadów komunalnych znajdują się w okolicach miejscowości: Przytuły-Kolonia, Kubra, Doliwy i Obrytki.

Ocena najkorzystniejszych warunków geologiczno-hydrogeologicznych dla lokalizowania składowisk odpadów

Wskazanie obszarów najkorzystniejszych dla lokalizowania składowisk odpadów poprzedziła analiza litologiczna skał tworzących naturalną barierę geologiczną, jej zasięg głębokościowy (łączna grubość całego kompleksu), a także dane hydrogeologiczne określające głębokość występowania głównych użytkowych poziomów wodonośnych. Na tej podstawie wyznaczyć można rejony wychodni osadów słabo przepuszczalnych, położone w granicach obszarów o bardzo niskim stopniu zagrożenia GPU, bez ograniczeń warunkowych.

Najlepsze warunki naturalne dla składowania odpadów wskazać należy w miejscach, gdzie utworzył się różnowiekowy pakiet skonsolidowanych glin zwałowych i osadów zastoiskowych zlodowaceń środkowopolskich o miąższości przekraczającej 50 metrów. Występują one w zachodniej części arkusza (okolice Modzeli, Ławska, Niecików, Zakrzewa, Słucza, Chrzanowa-Dusz, Trzask, Przytułów-Lasu, Wag-Gnatów, Sup), a także w okolicach Dębówki. Zwierciadło wód podziemnych głównego poziomu użytkowego, na wymienionych tere-

nach znajduje się poniżej powierzchni spągowej NBG. Zwrócić należy uwagę na tendencje ogólnego zmniejszania się miąższości warstwy izolacyjnej w kierunku wschodnim, z jednoczesnym wzrostem stopnia zagrożenia głównego poziomu użytkowego wód podziemnych.

Charakterystyka wyrobisk poeksploatacyjnych

Na terenach nie objętych bezwzględnym zakazem lokalizowania składowisk znajduje się osiemnaście niezawodnionych wyrobisk związanych z niekoncesjonowaną eksploatacją kruszywa naturalnego (rejon Zakrzewa, Borawskiego-Awissa, Chrzanowa Włociańskiego, Olszewa-Góry, Wag-Gnatów, Rydzewa Szlacheckiego, Kielian, Klimaszewnicy, Słucza, Chrzanowa-Dusze, Trzasek, Szlasów, Borychów, Kątów, Chrostowa i Gorawskiego). Z uwagi na istnienie niezagospodarowanych nisz w morfologii terenu, mogą być one rozpatrywane jako potencjalne miejsca składowania odpadów, pod warunkiem stworzenia pełnej sztucznej bariery izolacyjnej. Szesnaście wyrobisk znajduje się na obszarach nieposiadających naturalnej warstwy izolacyjnej, natomiast dwa wyrobiska (w rejonie Słucza i Brychów) zlokalizowane są w obrębie obszarów posiadających w spągu osady słabo przepuszczalne.

Wszystkie wyrobiska posiadają ograniczenie warunkowe („(b)”), wyznaczone z uwagi na bliskość obiektów zabudowy wiejskiej. Ponadto trzy wyrobiska posiadają ograniczenie przestrzenne („w”) w związku z położeniem w granicach strefy wysokiej ochrony głównego zbiornika wód podziemnych nr 217 – Pradolina rzeki Biebrza, który do tej pory nie posiada dokumentacji hydrogeologicznej.

X. Warunki podłoża budowlanego

Warunki podłoża budowlanego na terenie arkusza Radziłów ustalono na podstawie map: Szczegółowej mapy geologicznej Polski 1:50 000, arkusz Radziłów (Lichwa, 2004a,b) topograficznych, hydrogeologicznej (Nowicki i inni, 2004), obserwacji terenowych oraz informacji uzyskanych w urzędach gmin.

Ze względu na skalę prezentowanej mapy waloryzacja warunków geologiczno-inżynierskich podłoża budowlanego ma charakter ogólny. Wyróżniono zgodnie z instrukcją: obszary o warunkach korzystnych dla budownictwa i obszary o warunkach niekorzystnych, utrudniających budownictwo. Z analizy wyłączono obszary lasów i gleb chronionych (grunty rolne w klasie I-IVa), łąki na glebach organicznych, kompleksy leśne oraz przyrodnicze obszary chronione (Biebrzański Park Narodowy).

Grunty występujące na omawianym obszarze są zróżnicowane litogenetycznie co znacząco rzutuje na wartości i zmienności parametrów fizyczno-mechanicznych. Jako kryterium

podziału przyjęto: rodzaj gruntu, jego genezę i wiek oraz właściwości fizyczno-mechaniczne. Za wstępną cechę diagnostyczną (parametr wiodący) przyjmuje się parametry stanu: dla gruntów niespoistych - stopień zagęszczenia, natomiast dla gruntów spoistych – stopień plastyczności.

Obszary o warunkach korzystnych dla budownictwa związane są z występowaniem gruntów niespoistych: średniozagęszczonych i zagęszczonych, na których głębokość występowania wody gruntowej przekracza 2 m p.p.t. Obszary tego typu znajdują się na przeważającej części obszaru wysoczyznowego, zbudowanego z glin zwałowych, piasków, żwirów i mułków kemów oraz piasków i żwirów wodnolodowcowych należących do zlodowacenia warty (zlodowacenia środkowopolskie).

Obszary o warunkach korzystnych, związane z występowaniem piasków wodnolodowcowych, mają największe rozprzestrzenienie we wschodniej części arkusza, na północny zachód od Świącienina oraz w południowo-zachodniej części arkusza Radziłów.

Obszary o warunkach niekorzystnych, utrudniających budownictwo, są związane z obecnością gruntów słabonośnych: organicznych (namuły, torfy), spoistych w stanie plastycznym i miękkoplastycznym (gliny pylaste i ły) oraz gruntów niespoistych w stanie luźnym, na których zwierciadło wody gruntowej znajduje się na głębokości mniejszej niż 2 m p.p.t. Takie warunki stwierdzono w obrębie Kotliny Biebrzańskiej oraz w dolinach Wissy, Przytulanki i mniejszych cieków. Z obecnością gruntów organicznych wiązać może się także agresywność wód gruntowych względem betonu i stali. Dla zaklasyfikowania terenu do obszarów niekorzystnych wystarczy jeden niekorzystny czynnik (np. płytkie położenie zwierciadła wód gruntowych). Warunki niekorzystne wskazano w obrębie równin torfowych zbudowanych z torfów kilkumetrowej miąższości, miejscami podścielonych gytiami.

Na terenie omawianego arkusza występują obszary predysponowane do powstawania powierzchniowych ruchów masowych (Grabowski (red.), 2007). Obszary te występują we wschodniej części arkusza w okolicach miejscowości: Mścichy i Okrasin w zboczach doliny Biebrzy oraz w południowej części arkusza w rejonie Olszewo-Góra, Borawskie, Obrytki i Mieczki Czarne w całości pokrywają się z obszarami użytków rolnych i leśnych.

XI. Ochrona przyrody i krajobrazu

Na obszarze arkusza Radziłów ochroną prawną objęte są następujące formy przyrody i krajobrazu: Biebrzański Park Narodowy wraz z otuliną, grunty rolne klas I-IVa, łąki na glebach pochodzenia organicznego oraz lasy.

Biebrzański Park Narodowy położony w województwie podlaskim, w północno-wschodniej części kraju, jest największym parkiem narodowym w Polsce. Utworzony w 1993 roku obejmuje powierzchnię 59223 ha. Wokół parku utworzono otulinę o powierzchni 66824 ha. Biebrzański Park Narodowy to przede wszystkim nieużytki - bagna i torfowiska Doliny Biebrzy, które stanowią 25494 ha, grunty rolne to 18182 ha, pozostała część - 15547 ha to tereny leśne. Ochronę cennych ekosystemów biebrzańskich rozpoczęto w latach międzywojennych tworząc rezerwaty przyrody, które w 1989 roku zostały włączone do Biebrzańskiego Parku Krajobrazowego, przekształconego później w BPN. Nienaruszone zbytnio działalnością człowieka torfowiska i tereny bagienne powodują istnienie bogatej różnorodności gatunków roślin, a przede wszystkim ptaków. Z tego między innymi powodu w 1995 roku BPN wpisano na listę obszarów mokradłowych o międzynarodowym znaczeniu ze względu na siedliska ptactwa wodno – błotnego chronionych konwencją RAMSAR. Roślinność w Biebrzańskim Parku Narodowym to oprócz turzycowisk, szuwarów, łąk, pastwisk i mechowisk także olsy, bory bagienne i brzeziny. Do gatunków rzadkich zalicza się występowanie, między innymi zanokcice, narecznice, wąkrotkę zwyczajną, płesznika zwyczajnego, arnikę górską, itd. Dolina Biebrzy stanowi siedlisko dla objętych ścisłą ochroną gatunki storczykowatych, z których kilka spotkać można zaledwie na kilku stanowiskach, np.: Storczyk Fuchsa (1 stanowisko "Czerwone Bagno"), buławnik czerwony, ozorka zielona. Poza najliczniejszą grupą bezkręgowców (motyli, gat. pajaków, gat. chrząszczy, i innych) faunę BPN tworzy druga pod względem liczebności grupa gatunków ptaków, ssaków, ryb, płazów i gadów. Dolina Biebrzy jest nie tylko ważnym przystankiem dla ptaków wędrownych, ale także miejscem lęgowym dla gatunków, m. in.: bataliona, wodniczki, kszczyka, sowy błotnej, kraski, większości rybitw, perkozów, czapli, kaczek, błotniaków, obu gatunków bocianów i innych. Wśród spotykanych tu ssaków wymienić można: łosia, bobra, wilka, wydrę, jenota, rysia, nornika północnego, smużkę, popielicę, orzesznicę oraz nietoperze. W wodach BPN oprócz licznie występujących gatunków ryb spotkać można rzadkiego minoga ukraińskiego – nieszkodliwego, pasożytniczego bezzuchwowca.

Gleby chronione dla użytkowania rolniczego, na obszarze arkusza Radziłów, należą do kompleksu pszennego dobrego oraz kompleksu żytniego bardzo dobrego. Szacunkowo około 75% zajmuje wśród nich klasa bonitacyjna IVa, a około 25% - klasy IIIa i IIIb. Pod względem typologicznym są to gleby: brunatne, bielnicowe i pseudobielnicowe oraz czarne ziemie. Występują na obszarze wysoczyzny w formie płątów różnej wielkości, koncentrujących się w części centralnej, zachodniej i południowej arkusza.

Na obszarze arkusza Radziłów podlegające ochronie gleby organiczne łąk zajmują duże powierzchnie w obrębie Kotliny Biebrzańskiej i w dolinach rzek Wissy, Matlaka, Klimasówki i Przytulanki. Są to gleby torfowe i murszowo-torfowe, gleby murszowo-mineralne i murszowate oraz mułowo-torfowe i torfowo-mułowe.

Lasy na obszarze omawianego arkusza nie tworzą dużych, zwartych kompleksów, szczególnie cennych przyrodniczo. Charakteryzują się rozdrobnieniem powierzchni leśnych, młodą strukturą drzewostanów i małym zróżnicowaniem gatunków. Na piaszczystych sandrach przeważającym gatunkiem jest sosna, miejscami z udziałem dębu i brzozy. W obrębie podmokłych obniżen rozwinęły się olsy cechujące się stosunkowo większym zróżnicowaniem roślinności. Największy kompleks leśny znajduje się w obrębie Wysoczyzny Kolneńskiej w północno-zachodnim fragmencie omawianego arkusza.

Krajowa sieć ekologiczna ECONET – Polska (Liro (red.), 1998) jest wieloprzestrzennym systemem obszarów węzłowych najlepiej zachowanych pod względem przyrodniczym i reprezentowanych dla różnych regionów przyrodniczych kraju. Są one wzajemnie powiązane ze sobą korytarzami ekologicznymi, zapewniającymi ciągłość więzi przyrodniczych w obrębie tego systemu. Wschodnią część omawianego terenu obejmuje węzłowy Obszar Biebrzański, mający znaczenie międzynarodowe (fig. 5).

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

W skład sieci NATURA 2000 wchodzi: obszary specjalnej ochrony ptaków (OSO) oraz specjalne obszary ochrony siedlisk (SOO). Zgodnie z systemem Natura 2000 na obszarze arkusza znajduje się obszar specjalnej ochrony ptaków „Ostoja Biebrzańska” oraz specjalny obszar ochrony siedlisk „Dolina Biebrzy” (Tabela 4).

Obszar „Ostoja Biebrzańska” stanowi rozległe, zatorfione obniżenie terenu, otoczone wysoczyznami morenowymi i równinami sandrowymi. Jest to obecnie największy kompleks dobrze zachowanych torfowisk niskich w Europie Środkowej. Ostoja obejmuje obszar od ujścia Sidry po Narew. Główną rzeką ostoi jest Biebrza. Gniazduje tu około 170 gatunków ptaków. Jest to niezwykle ważna ostoja wielu gatunków ptaków, szczególnie wodno-błotnych i drapieżnych, które osiągają rekordowe liczebności. Ostoja Biebrzańska jest najważniejszą w Polsce i Unii Europejskiej ostoją wodniczki i orlika grubodziobego.

Głównym zagrożeniem dla tego obszaru jest zaniechanie użytkowania łąk i pastwisk na terenach podmokłych, stosowanie nawozów sztucznych, lokalny deficyt wody wynikający z przeprowadzenia melioracji, zanieczyszczenie wód, turystyka, kłusownictwo oraz wypala-

nie szuwarów. Potencjalne zagrożenie związane z rozbudową I helsińskiego korytarza transportowego Via Baltica.

Obszar „Dolina Biebrzy” wyznaczony został na podstawie tzw. Dyrektywy Siedliskowej. Dolina Biebrzy charakteryzuje się dużym zróżnicowaniem siedlisk. Spośród 15 typów największy udział powierzchniowy posiadają cenne torfowiska przejściowe i trzęsawiska, zmiennowilgotne łąki trzęślicowe oraz bory i lasy bagienne. W dolinie Biebrzy występuje pięć gatunków ssaków: bóbr europejski, mopek, nocek łydkowłosy, wilk, wydra z Załącznika II Dyrektywy Siedliskowej. Dolina Biebrzy jest również bardzo ważną ostoją bobra i wydry.

Na omawianym arkuszu mapy brak jest obiektów podlegających ochronie, które stanowią pomniki przyrody żywej i nieożywionej.

Obszar arkusza Radziłów obejmuje program ekorozwoju „Zielone Płuca Polski”, mający na celu powiązanie rozwoju gospodarczego z całościową ochroną środowiska przyrodniczego.

Tabela 4

Wykaz obszarów chronionych Europejskiej Sieci Ekologicznej Natura 2000

Lp	Typ obszaru	Kod obszaru	Nazwa obszaru i symbol oznaczenia na mapie	Położenie centralnego punktu na mapie		Powierzchnia całkowita obszaru (ha)	Położenie administracyjne obszaru w granicach arkusza			
				Długość geogr.	Szerokość geogr.		Kod NUTS	Województwo	Powiat	Gmina
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	C	PLC 2000 01	„Dolina Biebrzy” (S)	E 22 40 20	N 53 31 15	124104,6	PL0A1 (80%)	podlaskie	Grajewo, Moński, Łomża	Radziłów, Trzciানে, Jedwabne
							PL0A2 (20%)			
2	B	PLB 2000 06	„Ostoja Biebrzańska” (P)	E 22 40 20	N 53 31 15	149929,1	PL072	podlaskie	Grajewo, Moński, Łomża	Radziłów, Trzciানে, Jedwabne
							PL073			

Rubryka 2: B – wydzielenie SOO (Specjalne Obszary Ochrony Siedlisk) bez żadnych połączeń z innymi obszarami Natura 2000; C – powierzchnia wydzielonego OSO odpowiada wydzielonemu SOO

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

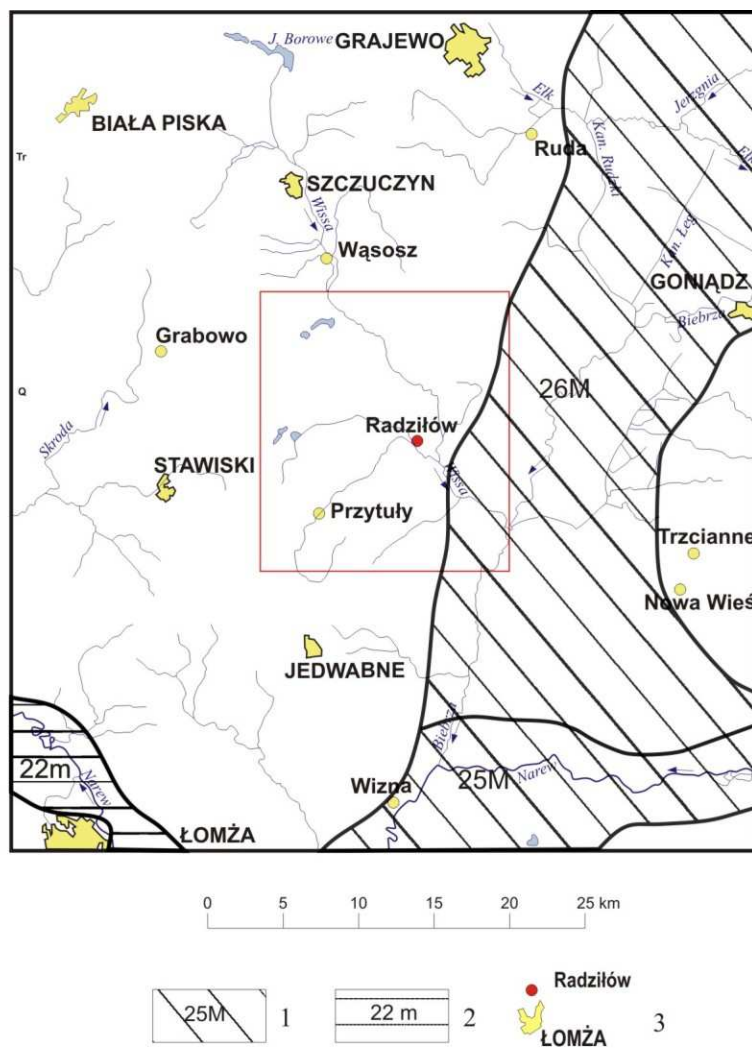


Fig. 5. Położenie arkusza Radziłów na tle systemu ECONET (Liro (red.), 1998)

- 1 – Obszar węzłowy o znaczeniu międzynarodowym, jego numer i nazwa 25 M – Doliny Górnej Narwi, 26 M Obszar Biebrzański
- 2 – Korytarz ekologiczny o znaczeniu międzynarodowym, jego numer i nazwa 22m – Korytarz Dolnej Narwi
- 3 – miasta

XII. Zabytki kultury

Na obszarze arkusza Radziłów opiece konserwatorskiej podlegają nieliczne obiekty dziedzictwa kulturowego. Znajdują się wśród nich: stanowiska archeologiczne, zabytkowe obiekty sakralne, architektoniczne i techniczne oraz układ przestrzenny Radziłowa.

Stanowiska archeologiczne, stwierdzone na omawianym obszarze, koncentrują się w rejonie dolin Wisły i Matlaka. Dużo punktów osadniczych zlokalizowano na cyplu utworzonym w strefie ujściowej Wisły do Biebrzy. Na szczególną uwagę i ochronę konserwatorską zasługuje grób megalityczny zbudowany z kamiennych płyt związany z kulturą amfor kulistych znajdujący się w Brodowie (na południe od Radziłowa). Cenne stanowisko wielo-

kulturowe, rozpoznane w pobliżu Słucza to obozowisko z epoki kamienia, cmentarzysko z czasów rzymskich i ślad osadnictwa średniowiecznego. W dolinie Klimasówki znajdują się stanowiska paleolityczne.

Radziłów, dawne miasto książęce, później królewskie, przywilej lokacyjny otrzymał w 1466 roku. W swej przeszłości był siedzibą jednego z trzech powiatów Ziemi Wiskiej, obejmującego najdalej na wschód wysuniętą część dawnego Mazowsza. Prawa miejskie utracił w 1870 r. Do obecnych czasów zachował się układ przestrzenny z dużym rynkiem jako ośrodkiem zabudowy, wskazujący na średniowieczne rozplanowanie urbanistyczne. Układ ten stanowi zabytek urbanistyczny podlegający ochronie konserwatorskiej.

Do rejestru zabytków wpisany jest układ urbanistyczny (z początku XX wieku) w Radziłowie.

Zabytkami sakralnymi są zabudowania kościelne w: Przytułach, Kramarzewie, Słuczu i Radziłowie. W Przytułach ochroną objęty jest budynek plebanii wybudowany w 1889 r. oraz część cmentarza rzymsko-katolickiego z kaplicą z początku XIX wieku i kamiennym ogrodzeniem. W Kramarzeniu zachował się kościół z drewnianą dzwonnica z początku XVIII wieku. Zabytkiem sakralnym w Słuczu jest kościół z początku XX wieku i najstarsza część cmentarza rzymsko-katolickiego, a w Radziłowie plebania zbudowana w latach 1881-1883, dziewięć nagrobków z lat 1842-1945 na cmentarzu rzymsko-katolickim oraz mogiła ludności żydowskiej z czasów II wojny światowej.

Ochroną konserwatorską objęty jest również zespół dworski i folwarczny w Słuczu, użytkowany w przeszłości przez PGR, a obecnie przez prywatnego właściciela. Zachował się tam dwór zbudowany w 1894 r. wraz z parkiem, sadem i ogrodem oraz zabudowania folwarczne takie jak: stajnia, stodoła, gorzelnia i czworaki.

XIII. Podsumowanie

Omawiany obszar arkusza Radziłów jest słabo zaludniony, podstawę zagospodarowania stanowi rolnictwo. Pod względem administracyjnym znajduje się w granicach województwa podlaskiego. Północną i północno-zachodnią część obszaru obejmuje powiat Grajewo z częściami gmin: Wąsosz i Grajewo, gmina Radziłów obejmuje centralną i wschodnią część arkusza, część zachodnią i południowo-zachodnią powiat Kolno z częściami gmin: Grabowo i Stawiski, część południową powiat Łomża z częścią gminy Przytuły, a część południowo-wschodnią powiat Mońki z częścią gminy Trzcianne.

Według regionalizacji fizycznogeograficznej obszar omawianego arkusza znajduje się w obrębie dwóch mezoregionów należących do Niziny Północnopodlaskiej: Wysoczyzny Kolneńskiej (część zachodnia), Kotliny Biebrzańskiej (część wschodnia).

Wydobycie kopalin nie ma praktycznie żadnego znaczenia gospodarczego. Eksploatacja ogranicza się do niewielkich, „dzikich” wyrobisk kruszywa piaszczysto-żwirowego i piaszczystego. Stwierdzone nagromadzenia piasków ze żwirem mają niewielkie zasoby i mogą być wykorzystywane tylko na potrzeby lokalne, a wykorzystanie torfów ograniczają względy ochrony przyrody.

Na obszarze arkusza Radziłów wyznaczono jeden obszar prognostyczny torfu, 14 potencjalnych obszarów perspektywicznych kruszywa piaszczysto-żwirowego oraz jeden obszar perspektywiczny surowców ilastych.

W granicach arkusza Radziłów wyznaczono obszary predysponowane do lokalizowania jedynie składowisk odpadów obojętnych. Wskazano je w miejscach, gdzie na powierzchni odsłaniają się gliny zwałowe zlodowacenia warty, które wraz z glinami zlodowacenia odry i słabo przepuszczalnymi osadami zastoiskowymi tworzą kompleks osiagający w zachodniej i południowej części obszaru arkusza maksymalną miąższość dochodzącą lokalnie do 80 metrów. Są to obszary o najkorzystniejszych warunkach dla składowania odpadów.

Ograniczenia lokalizacji składowisk występują w okolicy miejscowości gminnych: Radziłów i Przytuły (wynikają z bliskości zwartej zabudowy), a także we wschodniej części arkusza, w związku z położeniem w granicach strefy OWO głównego zbiornika wód podziemnych.

Na arkuszu zlokalizowano osiemnaście wyrobisk powstałych w wyniku niekoncesjonowanej eksploatacji kruszywa naturalnego, które mogłoby być rozpatrywane jako potencjalne miejsce składowania odpadów, pod warunkiem wykonania sztucznej (w tym gruntowej) bariery izolacyjnej. Wskazane wyrobiska posiadają ograniczenia warunkowe (punktowe) - ze względu na sąsiedztwo zabudowy, a trzy z nich - ze względu na ochronę wód podziemnych GZWP.

Lokalizacja składowisk odpadów na preferowanych obszarach powinna być poprzedzona szczegółowymi badaniami geologiczno-inżynierskimi i hydrogeologicznymi, które pozwolą na dokładne rozpoznanie parametrów określających właściwości izolacyjne utworów tworzących naturalną barierę geologiczną, ich miąższość, rozprzestrzenienie, jak i skalę ewentualnych zaburzeń glacitektonicznych.

Zasadnicze znaczenie dla zaopatrzenia regionu w wodę ma piętro podglinowe czwartorzędowe. Konieczna jest więc ochrona jego zasobów oraz jakości wód.

Uwarunkowania przyrodnicze decydują o specyfice obszaru, obfitującego w liczne formy ochrony przyrody i krajobrazu (park narodowy, obszary NATURA 2000 - PLC 200001 Dolina Biebrzy i PLB 200006 Ostoja Biebrzańska).

Obszar arkusza Radziłów jest atrakcyjny turystycznie przede wszystkim ze względu na walory przyrodnicze występujące we wschodniej części obszaru.

XIV. Literatura

DATA I., 1991 – Sprawozdanie z prac geologiczno-poszukiwawczych za kruszywem naturalnym „Przytuły”. Archiwum Urzędu Wojewódzkiego, Białystok.

GRABOWSKI D. (red.), KUCHARSKA M., NOWACKI Ł., 2007 – Mapa osuwisk i obszarów predysponowanych do występowania ruchów masowych w województwie podlaskim. Centr. Arch. Geol., Państw. Inst. Geol., Warszawa.

Instrukcja opracowania Mapy geosrodowiskowej Polski w skali 1:50 000, 2005 – Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.

KLECZKOWSKI A.S., 1990 – Mapa obszarów głównych zbiorników podziemnych (GZWP) w Polsce wymagających szczególnej ochrony w skali 1:500 000 wraz z objaśnieniami. Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków.

KONDRACKI J., 2002 – Geografia regionalna Polski. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.

KWAŚNIEWSKA J., 1984 – Sprawozdanie z prac badawczych dla określenia warunków występowania surowców ilastych ceramiki budowlanej na terenie woj. łomżyńskiego. Archiwum Przedsiębiorstwa Geologicznego „Polgeol”, Warszawa.

LICHWA M., 1983 – Sprawozdanie z prac badawczych dla określenia warunków występowania serii piaszczysto-żwirowej w woj. łomżyńskim. Archiwum Przedsiębiorstwa Geologicznego „Polgeol”, Warszawa.

LICHWA M., 2004a - Szczegółowa mapa geologiczna Polski 1:50 000, arkusz Radziłów. Centralne Archiwum Geologiczne, Warszawa.

LICHWA M., 2004b - Objasnienia do szczegółowej mapy geologicznej Polski 1:50 000, arkusz Radziłów. Centralne Archiwum Geologiczne, Warszawa.

LIRO A. (red.), 1998 – Koncepcja krajowej sieci ekologicznej w Polsce, ECONET POLSKA. Instytut Ochrony Przyrody, Polska Akademia Nauk, Kraków.

LIS J., PASIECZNA A., 1995 – Atlas geochemiczny Polski 1:2 500 000. Państw. Inst. Geol. Warszawa.

- MARKS L., BER A., GOGOŁEK W., PIOTROWSKA K. (red.), 2006 – Mapa geologiczna Polski w skali 1:500 000. Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
- NOWICKI Z., GRYCZKO A., LISTKIEWICZ M., 2004 – Mapa hydrogeologiczna Polski w skali 1:50 000, arkusz Radziłów. Centralne Archiwum Geologiczne, Warszawa.
- NOWICKI Z. (red.), 2007 – „Mapa obszarów zagrożonych podtopieniami w Polsce”. Informator Państwowej Służby Hydrogeologicznej. Warszawa.
- 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. Centralne Archiwum Geologiczne, Warszawa.
- PACZYŃSKI B., SADURSKI A., (red.) 2007 – Hydrogeologia regionalna Polski tom I, Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- Rozporządzenie** Ministra Środowiska z dnia 9 września 2002 r. w sprawie standardów jakości gleby oraz standardów jakości ziemi. Dziennik Ustaw Nr 165 z dnia 4 października 2002 r. , poz. 1359.
- Rozporządzenie** Ministra Środowiska z dnia 24 marca 2003 r w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących lokalizacji, budowy, eksploatacji i zamknięcia, jakim powinny o powiadać poszczególne typy składowisk odpadów. Dz. U. z 2003 r nr 61, poz. 549.
- Rozporządzenie** Ministra Środowiska z dnia 11 lutego 2004 r. w sprawie klasyfikacji dla prezentowania stanu wód powierzchniowych i podziemnych, sposobu prowadzenia monitoringu oraz sposobu interpretacji wyników i prezentacji stanu tych wód (Dz. U. nr 32, poz. 2840).
- Rozporządzenie** Ministra Środowiska z dnia 20 sierpnia 2008 roku w sprawie sposobu klasyfikacji stanu jednolitych części wód powierzchniowych (Dz. U. z 2008 r. Nr 162, poz. 1008).
- Stan** czystości rzek województwa podlaskiego 2006 r., 2007, Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska, Białystok.
- Stan** czystości rzek województwa podlaskiego 2008 r., 2009, Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska, Białystok.
- STRZELECKI R., WOŁKOWICZ S., SZEWCZYK., LEWANDOWSKI P. 1993-1994 – Mapy radioekologiczne Polski. Cz. I – II. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- TOŁKANOWICZ E, ŻUKOWSKI K., 2007 – Mapa geologiczno-gospodarcza Polski, skala 1:50 000, arkusz Radziłów. Państw. Inst. Geol., Warszawa.

Ustawa o odpadach z dnia 27 kwietnia 2001 r (tekst jednolity, z późniejszymi zmianami).

DzU. z 2007 r nr 39, poz. 251.

WISZNIEWSKI W., CHEŁCHOWSKI W., 1975 – Charakterystyka klimatu i regionalizacja klimatyczna Polski. Biuletyn Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej, Warszawa.

WOŁKOWICZ S. i in., 2010 – Bilans zasobów kopalin i wód podziemnych w Polsce wg stanu na 31 XII 2009 r. Państw. Inst. Geol., Warszawa.