

**PAŃSTWOWY INSTYTUT GEOLOGICZNY
PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY**

OPRACOWANIE ZAMÓWIONE PRZEZ MINISTRA ŚRODOWISKA

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

Arkusz BISKUPIEC (139)



MINISTERSTWO
ŚRODOWISKA

Warszawa 2012

Autorzy: Marek Gałka*, Izabela Bojakowska, Paweł Kwecko*,
Hanna Tomassi-Morawiec*, Krystyna Wojciechowska**

Główny koordynator MGŚP: Małgorzata Sikorska-Maykowska*
Redaktor regionalny planszy A: Katarzyna Strzeмиńska*
Redaktor regionalny planszy B: Joanna Szyborska-Kaszycka*
Redaktor tekstu: Joanna Szyborska-Kaszycka *

* Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa
** Przedsiębiorstwo Geologiczne POLGEOL SA, ul. Berezynska 39, 03-908 Warszawa

ISBN.....

Spis treści

I.	Wstęp – <i>M. Gałka</i>	3
II.	Charakterystyka geograficzna i gospodarcza – <i>M. Gałka</i>	4
III.	Budowa geologiczna – <i>M. Gałka</i>	6
IV.	Złoża kopalin – <i>M. Gałka</i>	9
V.	Górnictwo i przetwórstwo kopalin – <i>M. Gałka</i>	13
VI.	Perspektywy i prognozy występowania kopalin – <i>M. Gałka</i>	14
VII.	Warunki wodne – <i>M. Gałka</i>	15
	1. Wody powierzchniowe.....	15
	2. Wody podziemne.....	17
VIII.	Geochemia środowiska.....	20
	1. Gleby – <i>P. Kwecko</i>	20
	2. Osady wodne – <i>I. Bojakowska</i>	23
	3. Pierwiastki promieniotwórcze – <i>H. Tomassi-Morawiec</i>	27
IX.	Składowanie odpadów – <i>K. Wojciechowska</i>	29
X.	Warunki podłoża budowlanego – <i>M. Gałka</i>	37
XI.	Ochrona przyrody i krajobrazu – <i>M. Gałka</i>	38
XII.	Zabytki kultury – <i>M. Gałka</i>	41
XIII.	Podsumowanie – <i>M. Gałka, K. Wojciechowska</i>	43
XIV.	Literatura	44

I. Wstęp

Arkusze Biskupiec Mapy geośrodowiskowej Polski (MGP) w skali 1:50 000 został wykonany w Oddziale Górnośląskim Państwowego Instytutu Geologicznego – Państwowego Instytutu Badawczego w Sosnowcu (plansza A) oraz Państwowym Instytucie Geologicznym – Państwowym Instytucie Badawczym w Warszawie i w Przedsiębiorstwie Geologicznym Polgeol SA w Warszawie (plansza B), zgodnie z „Instrukcją opracowania Mapy geośrodowiskowej Polski w skali 1:50 000” (2005). Przy jego opracowywaniu wykorzystano informacje zamieszczone w Mapie geologiczno-gospodarczej Polski w skali 1:50 000 arkusz Biskupiec (Jurczak-Drabek, 2006).

Mapa geośrodowiskowa składa się z dwóch plansz: plansza A zawiera zaktualizowaną treść Mapy geologiczno-gospodarczej Polski, a plansza B zawiera warstwę informacyjną „Zagrożenia powierzchni ziemi”, opisującą tematykę geochemii środowiska i warunki do składowania odpadów.

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

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

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

moc przy wykonywaniu wojewódzkich, powiatowych i gminnych programów ochrony środowiska oraz planów gospodarki odpadami.

Przy sporządzaniu tej mapy wykorzystano materiały archiwalne i publikowane z zasobów: Centralnego Archiwum Geologicznego Państwowego Instytutu Geologicznego – Państwowego Instytutu Badawczego, Urzędu Marszałkowskiego Województwa Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie, Instytutu Uprawy, Nawożenia i Gleboznawstwa w Puławach, Wojewódzkiego Inspektoratu Ochrony Środowiska w Olsztynie oraz urzędów administracji lokalnej. Zebrane informacje uzupełnione zostały zwiadem terenowym przeprowadzonym w sierpniu 2011 roku.

Mapa jest opracowana w wersji cyfrowej. Dane dotyczące złóż kopalin zostały zamieszczone w kartach informacyjnych opracowanych dla komputerowej bazy danych o złożach.

II. Charakterystyka geograficzna i gospodarcza

Pod względem administracyjnym omawiany obszar należy do województwa warmińsko-mazurskiego i znajduje się w granicach powiatu olsztyńskiego, w obrębie gmin: Biskupiec, Barczewo, Jeziorany i Kolno.

Według podziału fizyczno-geograficznego Polski (Kondracki, red., 2001) większość powierzchni arkusza leży w obrębie mezoregionu Pojezierze Olsztyńskie, które jest częścią makroregionu Pojezierze Mazurskie (fig.1).

Pojezierze Olsztyńskie stanowi zachodnią część Pojezierza Mazurskiego. Jest to obszar wysoczyzny polodowcowej powstałej w czasie recesji lądolodu zlodowacenia wistły, zróżnicowany morfologicznie, o deniwelacjach terenu dochodzących do 100 m. W centralnej części obszaru wzniesienia moren czołowych sięgają do około 200 m n.p.m. Wysokość względna niektórych form morfologicznych dochodzi do 70 m. W północno-zachodniej części arkusza oraz w rejonie jeziora Wadąg przeważają osady akumulacji wodnolodowcowej. Zdecydowanie większą część powierzchni obszaru badań stanowi wysoczyzna falista, z różnorodnymi formami akumulacyjnymi i zagłębieniami bezodpływowymi. W niektórych z nich powstały jeziora. Obniżenia morfologiczne wypełniają utwory organiczne. W południowej i środkowej części arkusza występują faliste powierzchnie sandrowe i zastoiskowe oraz tarasy kemowe. Powierzchnia terenu wyraźnie obniża się w kierunku doliny Symsarny i jeziora Dadaj.

Wschodni fragment obszaru arkusza należy do mezoregionu Pojezierze Mrągowskie. Cechą charakterystyczną tego terenu jest występowanie licznych rynien rozcinających południkowo wysoczyznę morenową oraz równoleżnikowy przebieg wzgórz morenowych. Wzdłuż rynien ciągną się wały ozów i kemów.

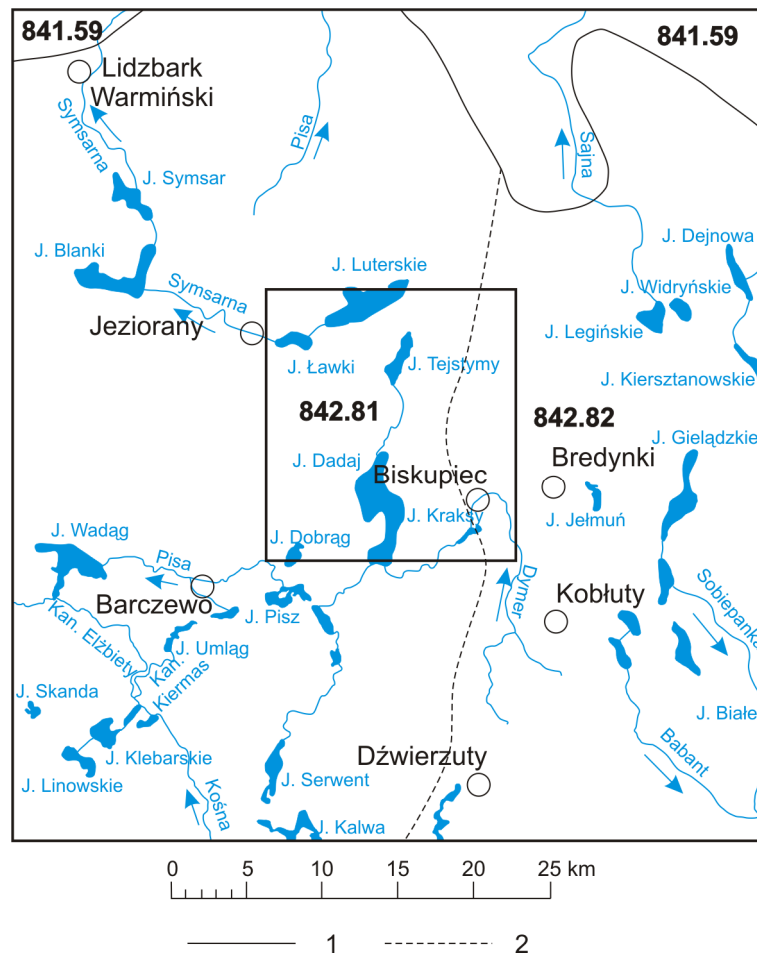


Fig. 1. Położenie arkusza Biskupiec na tle jednostek fizycznogeograficznych wg J. Kondrackiego (2001)

1 – granica makroregionu, 2 – granica mezoregionu

Prowincja: Niż Wschodniobałtycko-Białoruski,

Podprowincja: Pobrzeża Wschodniobałtyckie,

Mezoregion Niziny Staropruskiej: 841.59 – Równina Sępolska

Mezoregiony Pojezierza Mazurskiego: 842.81 – Pojezierze Olsztyńskie, 842.82 – Pojezierze Mrągowskie

Pod względem klimatycznym obszar arkusza Biskupiec należy do olsztyńskiego regionu klimatycznego i położony jest w najzimniejszej dzielnicy Polski – w granicach Pojezierza Mazurskiego. Charakterystyczna dla tego terenu jest wysoka względna wilgotność powietrza (średnio około 70%) oraz średnia roczna temperatura powietrza $+6,8^{\circ}\text{C}$. Najcieplejszym miesiącem jest lipiec ($+17,5^{\circ}\text{C}$), a najzimniejszym styczeń ($-3,5^{\circ}\text{C}$). Roczne opady atmosferyczne nieco przekraczają średnią krajową i wynoszą od 550 do 650 mm/rok. Pokrywa śnieżna utrzymuje się od 98 do 108 dni w roku. W ciągu roku przeważają wiatry z kierunku zachodniego i północno-zachodniego (Wiszniewski (red.), 1973).

Użytki rolne obejmują ponad 60% powierzchni arkusza. Występują tu gleby chronione zaliczane do klas bonitacyjnych: IIIa, IIIb i IVa. Znaczną część gruntów stanowią nieużytki. Lasy zajmują niewiele ponad 25% powierzchni i najczęściej nie stanowią zwartych komple-

sów. Największy obszar leśny jest zlokalizowany w południowo-zachodniej części terenu arkusza, pomiędzy Zerbuniem, Wipsowem i Ramsowem.

Obszar arkusza jest słabo zurbanizowany i uprzemysłowiony oraz rzadko zaludniony, średnia gęstość zaludnienia wynosi około 50 osób/km². Ludność zamieszkująca ten teren jest skupiona w niewielkich miejscowościach i zajmuje się głównie rolnictwem. W miejscowości Ramsowo znajduje się tartak, a w Rukławkach działa cegielnia.

Jedynym ośrodkiem miejskim na omawianym terenie jest Biskupiec liczący około jedenaście tysięcy mieszkańców, będący siedzibą urzędu miasta i gminy. Miasto leży nad rzeką Wadąg (Dymer). Wielu mieszkańców regionu znajduje tu zatrudnienie w handlu, usługach i turystyce. W Biskupcu znajdują się: Zakłady Przemysłu Meblarskiego „Meble International”, Wytwórnia Styropianu „Styrnol” oraz niewielkie zakłady przemysłowe, warsztaty mechaniczne i rzemieślnicze a także fermy hodowlane. W okolicy jezior intensywnie rozwija się turystyka. Jezioro Dadaj należy do najbardziej zagospodarowanych zbiorników wodnych w tym rejonie. Znajduje się nad nim kilka ośrodków wypoczynkowych i hoteli, pola namiotowe i indywidualna zabudowa letniskowa.

Obszar arkusza Biskupiec nie obfituje w bogactwa mineralne. W rejonie Kikit, Biesówka i Biskupca występują kruszywa naturalne, a w Rukławkach surowce ilaste. Większość miejscowości znajdujących się na obszarze arkusza Biskupiec zaopatrywanych jest w wodę z sieci wodociągów, brakuje natomiast powszechnej sieci kanalizacyjnej. Na terenie arkusza działają cztery oczyszczalnie ścieków, z których największa, znajduje się w Rzecku.

Sieć dróg na obszarze arkusza jest dobrze rozwinięta. Przez Biskupiec przebiega droga krajowa nr 57 z Olsztyna przez Bisztynek, Bartoszyce do przejścia granicznego w Bezledach. W południowo-wschodniej części obszaru badań znajduje się fragment drogi krajowej nr 16, z Olsztyna przez Mrągowo i Krainę Wielkich Jezior Mazurskich aż do Ogrodnik przy wschodniej granicy państwa. Przez Biskupiec przebiega linia kolejowa łącząca Olsztyn z Mrągowem, Mikołajkami i Ełkiem.

III. Budowa geologiczna

Budowę geologiczną obszaru arkusza Biskupiec opracowano na podstawie Szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1:50 000 (Morawski, 2009).

Obszar arkusza Biskupiec jest położony na granicy wielkich jednostek strukturalnych Antekliny Mazursko-Suwalskiej i Syneklizy Perybałtyckiej. Pokrywa osadowa nad podłożem krystalicznym ma miąższość od 1000 do 1500 m. Podłoże prekambryjskie jest wyraźnie na-

chylone ku zachodowi. Osady paleozoiczne występują tylko fragmentarycznie na omawianym obszarze. Utwory mezozoiczne reprezentowane są przez: piaskowce, iłowce, wapienie i dolomity triasu; iły, iłowce, piaskowce, mułowce oraz margle, wapienie i łupki jury, piaskowce kwarcowo-glaukonitowe, mułowce, wapienie i margle kredy.

Osady kenozoiczne zostały rozpoznane na całym obszarze arkusza. Pod względem stratygraficznym obejmują one oligocen, miocen, pliocen, plejstocen i holocen. Osady oligocenu reprezentowane są przez mułki i piaski z glaukonitem. Na nich zalegają piaski, iły, mułki i cienkie pokłady węgla brunatnego miocenu.

Osady czwartorzędowe tworzą ciągłą pokrywę na obszarze arkusza Biskupiec (fig. 2).

Wykazują one duże zróżnicowanie pod względem miąższości, od około 80 m w części południowej, do ponad 240 m na północy. Miąższość osadów czwartorzędu jest związana z urozmaiconą rzeźbą powierzchni podczwartorzędowej oraz z przebiegiem procesów denudacyjnych, erozyjnych i akumulacyjnych w plejstocenie i holocenie. Profil utworów plejstocenu reprezentowany jest przez osady glacialne i wodnolodowcowe zlodowaceń: najstarszych, południowopolskich, środkowopolskich i północnopolskich oraz prawdopodobnie przez osady interglacjału augustowskiego, mazowieckiego i eemskiego.

W profilu osadów zlodowaceń południowopolskich występuje kilka poziomów glacialnych oddzielonych osadami piaszczystymi akumulacji rzecznej lub jeziornej. Na obszarze arkusza Biskupiec osady te opisano w profilach otworów wiertniczych, a ich miąższość mieści się w granicach od kilkudziesięciu do 200 metrów.

Na osadach zlodowaceń południowopolskich występują piaski drobno- i średnioziarniste ze żwirem i lokalnie z gładzikami oraz domieszką substancji pylastej. Są to osady rzeczne i jeziorne o miąższości około 20 m, należące do interglacjału mazowieckiego.

Osady zlodowaceń środkowopolskich tworzą dwa kompleksy glin zwałowych zlodowacenia odry, dwa kompleksy glin zlodowacenia warty oraz towarzyszących im osadów akumulacji rzeczno-jeziornej, zastoiskowej i wodnolodowcowej w postaci piasków i żwirów wodnolodowcowych, piasków i mułków zastoiskowych oraz piasków i mułków rzeczno-jeziornych o miąższości od 30 do około 100 metrów.

W czasie interglacjału eemskiego nastąpiła degradacja osadów zlodowaceń środkowopolskich. Z tego okresu pozostały na opisywanym obszarze osady bardzo zróżnicowane litologicznie o zmiennej miąższości.

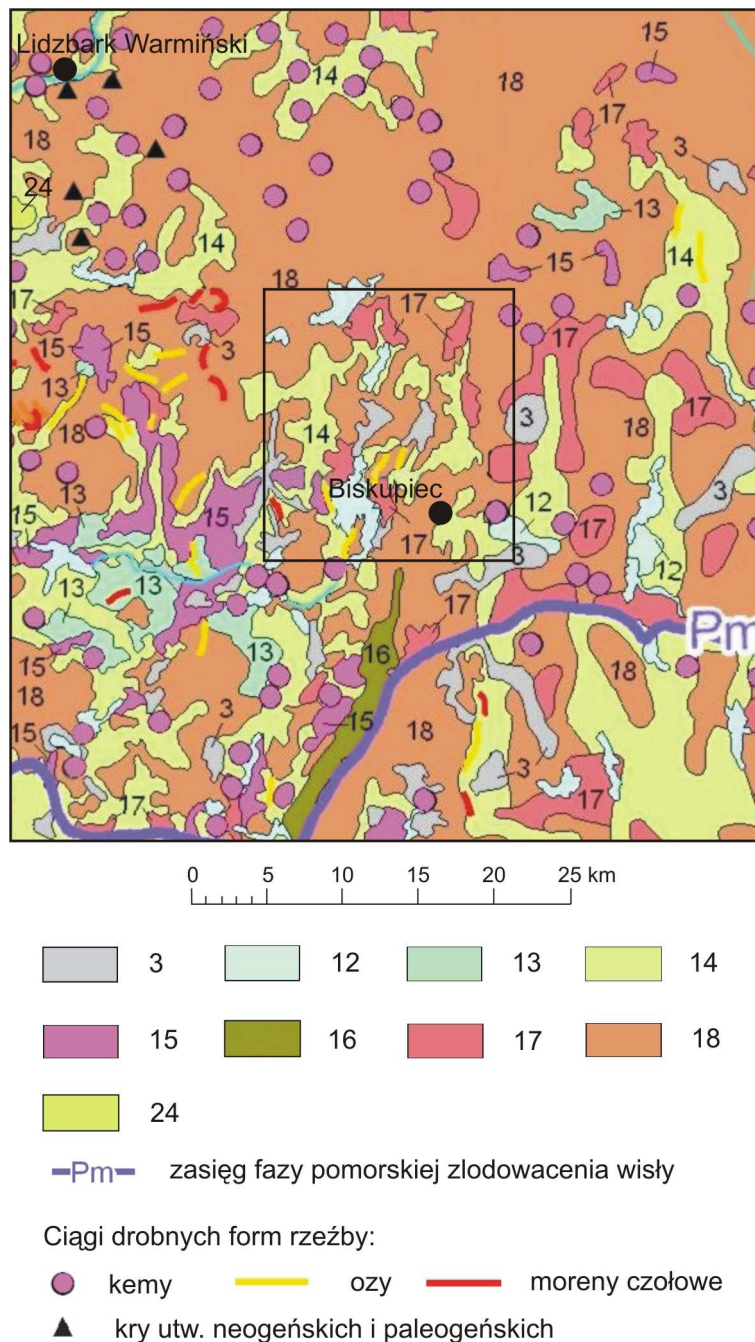


Fig. 2. Położenie arkusza Biskupiec na tle Mapy geologicznej Polski w skali 1:500 000 wg L. Marksa, A. Bera, W. Gogołka, K. Piotrowskiej (red.) (2006)

Czwartorzęd; holocen: 3 – piaski, żwiry, mady rzeczne oraz torfy i namuły; plejstocen zlodowacenia północnopolskie: 12 – piaski i mułki jeziorne, 13 – ropy, mułki i piaski zastoiskowe, 14 – piaski i żwiry sandrowe, 15 – piaski i mułki kemów, 16 – piaski, mułki i żwiry ozów, 17 – żwiry, piaski, głązy i gliny moren czołowych, 18 – gliny zwałowe, ich zwietrzliny oraz piaski i żwiry lodowcowe, zlodowacenie środkowopolskie: 24 – piaski i żwiry sandrowe.

Zachowano oryginalną numerację z Mapy geologicznej Polski... (Marks i in. red, 2006).

Ostatnie ogniwo plejstocenu na obszarze arkusza Biskupiec stanowią osady zlodowaceń północnopolskich (wisły). Budują one fragmenty wysoczyzny polodowcowej, moreny czołowe, kemy i ozy, rozdzielone pokrywami sandrowymi. Wysoczyznę i sandry rozcinają rynny polodowcowe. Tworzą one ciągły poziom o miąższości od kilkunastu do ponad 50 m, a w dużych

formach akumulacyjnych nawet do ponad 70 m (np. w centralnej części badanego obszaru). W kompleksie osadów zlodowacenia wisły można wyróżnić dwa poziomy glin zwałowych stadiału środkowego i głównego. Gliny zwałowe na omawianym obszarze budują wysoczyznę polodowcową lub pokrywają różnorodne formy akumulacyjne, stanowiąc przeważnie zwarty kompleks, sporadycznie dwudzielny lub w postaci szeregu warstw oddzielonych osadami przemytymi. Miąższość tego poziomu wynosi od kilkunastu do ponad 20 m, a w przypadku, kiedy obejmują kilka poziomów, nawet powyżej 50 metrów. Poziom wodnolodowcowo-zastoiskowy obejmuje osady i formy powstałe w kilku etapach deglacjacji opisywanego obszaru. Są to co najmniej dwa poziomy sandrowe, trzy poziomy tarasów kemowych oraz dwie generacje zastoisk. Poziom ten występuje na większej części obszaru arkusza Biskupiec, a jego miąższość najczęściej przekracza 20 m. Osadem, który kończy sedymentację stadiału głównego zlodowaceń północnopolskich są ropy i mułki zbiorników bezodpływowych, leżące zwykle na piaskach wodnolodowcowych.

Na obszarze arkusza Biskupiec występują fragmentarycznie osady akumulowane w końcu plejstocenu i holocenu – gliny deluwialne i piaski ze żwirem, a ich miąższość nie przekracza 2 m.

Osady holocenne mają ograniczony zasięg, występują lokalnie na niewielkich obszarach, tworząc izolowane płyty. Z tego okresu pochodzą piaski rzeczne budujące tarasy zalewowe Wipsówki i Biegówki, namuły w dolinach rzecznych, mułki, piaski i kreda jeziorna. Duże nagromadzenie tych utworów występuje w rejonie Biskupca oraz w obrzeżeniu jeziora Dadaj i Tejstymy, a ich miąższość dochodzi do 4 m. W holocenu utworzyły się również torfy i namuły torfiaste występujące powszechnie na obszarze arkusza Biskupiec, zarówno w dolinach rzecznych jak i w obrębie bezodpływowych zagłębień. Największe torfowiska są zlokalizowane w dnach dolinnych rzek: Wadąg, Wipsówki i Symsarny.

IV. Złóża kopalin

Na obszarze arkusza Biskupiec aktualnie udokumentowanych jest 7 złóż kopalin pospolitych, w tym 6 złóż piasków i żwirów oraz 1 złóże ropy ceramiki budowlanej (tabela 1).

Złóże piasku i żwiru „Kikity” (Strzelczyk, 1975a) zostało udokumentowane kartą reje-stracyjną na powierzchni 1,60 ha. Miąższość kopaliny zmienia się od 6,6 do 13,8 m i średnio wynosi 8,1 m. W nadkładzie o grubości od 0,2 do 0,5 m (średnio 0,4 m) występuje gleba i piaski różnoziarniste. Stosunek grubości nadkładu do miąższości złóża wynosi 0,02. Zawartość ziarna o średnicy do 2,5 mm waha się od 39,2 do 64,2% (średnio 54,6%), a zawartość

pyłów mineralnych mieści się w przedziale od 2,4 do 3,2% (średnio 2,9%). Zawartość siarki w przeliczeniu na SO₃ wynosi średnio 0,01%, a ciężar nasypowy w stanie utrzęsonym zawiera się w przedziale od 1,69 do 1,80 t/m³ (średnio 1,74 t/m³). Kopalina ma zastosowanie w budownictwie i drogownictwie. Złoże jest suche. W złożu Kikity występują piaski i żwiry wodnolodowcowe i wodnomorenowe, miejscami akumulacji szczelinowej lub sandrowej zlodowaceń wisły.

Złoże piasku i żwiru „Biesówko II” (Strzelczyk, 1978, Zaprzelski, 2009a) o powierzchni 33,65 ha udokumentowane zostało w kategorii C₂. Miąższość kopaliny zmienia się od 2,7 do 11,7 m, przy wartości średniej wynoszącej 6,7 m. Nadkład o grubości od 0,2 do 3,8 m (średnio 1,8 m) składa się z gleby i piasków różnoziarnistych ze żwirem. Stosunek grubości nadkładu do miąższości złoża wynosi 0,3. Zawartość ziarna o średnicy do 2,5 mm zmienia się w zakresie od 50,0 do 68,5%, przy wartości średniej 58,2%, zawartość pyłów mineralnych zawiera się w przedziale od 0,6 do 4,2%, (średnio 2,4%), a średnia zawartość ziarna o średnicy do 5,0 mm wynosi 68,6%. Ciężar nasypowy w stanie utrzęsonym mieści się w granicach od 1,69 do 2,07 t/m³ (średnio 1,99 t/m³). Kopalina może być wykorzystywana w budownictwie i drogownictwie. Złoże jest częściowo zawodnione.

Złoże piasku i żwiru „Biesówko” (Strzelczyk, 1975b) zostało udokumentowane kartą rejestracyjną na powierzchni 5,15 ha. Miąższość złoża zmienia się w interwale od 4,1 do 11,0 m i średnio wynosi 8,9 m. Nadkład zbudowany jest z gleby i piasku gliniastego ze żwirem o miąższości 0,2-2,5 m, średnio 1,5 m. Stosunek grubości nadkładu do miąższości złoża wynosi 0,16. Zawartość ziarna o średnicy do 2,5 mm zmienia się w granicach od 45,0 do 85,0%, średnio wynosi 62,3%, zawartość pyłów mineralnych od 1,2 do 2,6% (średnio 2,0%). Ciężar nasypowy w stanie utrzęsonym wynosi od 1,6 do 2,0 t/m³ (średnio 1,8 t/m³). Kopalina wykorzystywana jest w budownictwie i drogownictwie. Jest to złoże suche.

Złóża w rejonie Biesówka związane są z występowaniem piasków i żwirów wodnolodowcowych i wodnomorenowych, miejscami akumulacji szczelinowej lub sandrowej zlodowacenia wisły.

Tabela 1

Złóża kopalin i ich charakterystyka gospodarcza oraz klasyfikacja

Nr złoża na mapie	Nazwa złoża	Rodzaj kopaliny	Wiek kom- pleksu litolo- giczno- surowcowego	Zasoby geolo- giczne bilanso- we (tys. t., tys. m ³ *)	Kategoria rozpoznania	Stan zago- sposodarowa- nia złoża	Wydobycie (tys. t., tys. m ³ *)	Zastosowanie kopaliny	Klasyfikacja złóż		Przyczyny konfliktowości złoża
				wg. stanu na 31.12.2010 r. . (Szuflicki, Malon, Tyimiński, red., 2011)					Klasy 1-4	Klasy A-C	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Kikity	pż	Q	252	C ₁ *	N	0	Skb, Sd	4	A	-
2	Biesówko II	pż	Q	4634	C ₂	N	0	Skb, Sd	4	A	-
3	Biesówko	pż	Q	354	C ₁ *	Z	0	Skb, Sd	4	A	-
4	Biskupiec-Zameczek	pż	Q	196	C ₁ *	Z	0	Skb, Sd	4	A	-
5	Rukławki	i(ic)	Q	1643*	A+B+C ₁	G	43*	Scb	4	A	-
6	Biskupiec	pż	Q	246	C ₁ *	Z	0	Skb, Sd	4	A	-
7	Biesówko III	pż	Q	1905	C ₁	N	0	Skb, Sd	4	A	-

Rubryka 3 – i(ic) – iły ceramiki budowlanej, pż – piaski i żwiry;

Rubryka 4 – Q – czwartorzęd;

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

Rubryka 7 – złoża: G – zagospodarowane, N – niezagospodarowane, Z – zaniechane,

Rubryka 9 – kopaliny skalne: Sd – drogowe, Skb – kruszyw budowlanych; Scb – ceramiki budowlanej,

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

Rubryka 11 – złoża: A – mało konfliktowe,

Złoże piasku i żwiru „Biesówko III” (Zaprzelski, 2009b) o powierzchni 12,60 ha, udokumentowane zostało w kategorii C₁. Miąższość kopaliny zmienia się od 2,2 do 13,8 m, przy wartości średniej wynoszącej 7,4 m. Nadkład o grubości od 0 do 3,5 m (średnio 1,3 m) składa się z gleby i piasków różnoziarnistych ze żwirem. Stosunek grubości nadkładu do miąższości złoża wynosi 0,2. Punkt piaskowy zmienia się w zakresie od 32,1 do 91,4%, a średni wynosi 62,2%, zawartość pyłów mineralnych zawiera się w przedziale od 1,0 do 6,8%, (średnio 2,4%). Ciężar nasypowy w stanie utrzęzionym mieści się w granicach od 1,70 do 2,07 t/m³ (średnio 1,97 t/m³). Kopalina może być wykorzystywana w budownictwie i drogownictwie. Złoże jest częściowo zawodnione.

Zasoby złoża „Biskupiec-Zameczek” udokumentowano kartą rejestracyjną (Kokociński, Mackiewicz, 1991). Powierzchnia złoża wynosi 2,06 ha, a kopalina są piaski i żwiry. Średnia miąższość kopaliny wynosi 5,19 m przy wartościach skrajnych od 2,7 do 7,8 m. W nadkładzie o grubości od 0,2 do 0,3 m (średnio 0,24 m) występuje gleba i piaski różnoziarniste. Stosunek grubości nadkładu do miąższości złoża wynosi 0,3. Zawartość ziarna o średnicy do 2,5 mm zmienia się w zakresie od 29,0 do 93,0% (średnio 56,7%). Średnia zawartość pyłów mineralnych wynosi 1,58% (maksymalnie do 1,9%), średnia zawartość ziarna o średnicy do 5,0 mm jest równa 68,6%. Ciężar nasypowy w stanie utrzęzionym kształtuje się w przedziale od 1,85 do 2,01 t/m³ (średnio 1,90 t/m³). Kopalina jest przydatna w budownictwie i drogownictwie. Złoże jest suche.

Dla złoża piasku i żwiru oraz piasku „Biskupiec” (Kokociński, Kokocińska, 1984) sporządzono kartę rejestracyjną. Powierzchnia udokumentowanego złoża wynosi 2,20 ha. Miąższość kopaliny waha się od 4,1 do 13,1 m i średnio wynosi 7,05 m. W nadkładzie o grubości od 0,2 do 1,6 m (średnio 0,8 m) występuje gleba i piaski gliniaste. Stosunek grubości nadkładu do miąższości złoża wynosi 0,3. Zawartość ziarna o średnicy do 2,5 mm wynosi od 49,0 do 89,4% (średnio 64,7%), zawartość pyłów mineralnych waha się od 1,1 do 4,9% (średnio wynosi 3,2%). Ciężar nasypowy w stanie utrzęzionym zawiera się w przedziale od 1,80 do 2,20 t/m³ (średnio 2,01 t/m³). Kopalina ma zastosowanie w budownictwie i drogownictwie. Jest to złoże suche. Złóża w rejonie Biskupca związane są z występowaniem piasków i żwirów moren martwego lodu zlodowacenia wisły.

Czwartorzędowe złoże ilów ceramiki budowlanej „Rukławki” udokumentowano w kategorii A+B+C₁ w 1962 r. na powierzchni 39,08 ha (Zembrzycka, 1962). Średnia miąższości kopaliny wynosi 8,2 m, przy wartościach skrajnych od 2,0 do 13,8 m. Nadkład złożony z gleby i piasku ma grubość od 0,2 do 3,6 m, średnio 1,7 m. Stosunek grubości nadkładu do miąższości

złoża 0,2. Podstawowe parametry kopaliny są następujące: zawartość CaO około 10,0%, zawartość Al₂O₃ od 14,0 do 20,5% (średnio 17,2%), zawartość Fe₂O₃ od 4,7 do 5,6% (średnio 5,1%), zawartość SiO₂ od 50,0 do 55,0% (średnio 52,5%), zawartość MgO od 0,0 do 0,19% (średnio 0,09%), zawartość frakcji ilowej od 39,0 do 47,0% (średnio 43,0%), zawartość frakcji pyłowej od 42,0 do 53,0% (średnio 46,0%), zawartość frakcji piaskowej od 8,0 do 15,0% (średnio 11,5%), woda zarobowa od 23,8 do 34,9% (średnio 29,3%), skurczliwość wysychania od 6,49 do 10,2% (średnio 8,0%), optymalna temperatura wypalania 960°C. Tworzywo ceramiczne wypalane w tej temperaturze posiada następujące parametry: wytrzymałość na ściskanie od 23,0 do 50,9 MPa (średnio 36,9 MPa), nasiąkliwość od 13,9 do 21,7% (średnio 15,0%). Kopalina wykorzystywana jest do produkcji ceramiki budowlanej. Złoże jest częściowo zawodnione, ustabilizowane zwierciadło wody znajduje się na głębokości od 4,0 do 11,0 m poniżej powierzchni terenu. Bazę zasobową dla złoża stanowią ility i mułki zastoiskowe zlodowacenia wisły.

Złoża występujące na obszarze arkusza Biskupiec sklasyfikowano z punktu widzenia ich ochrony oraz ochrony środowiska (tabela 1). Z punktu widzenia ochrony są to złoża zaliczane do klasy 4 – powszechne, licznie występujące i łatwo dostępne. Z punktu widzenia ochrony środowiska wszystkie są mało konfliktowe (klasa A). Należy zaznaczyć że złoża: „Biskupiec”, „Biskupiec-Zameczek” i „Rukławki” są położone w granicach obszaru wysokiej ochrony głównego zbiornika wód podziemnych (GZWP) nr 208 – Zbiornik międzymorenowy Biskupiec, który nie posiada dokumentacji hydrogeologicznej.

V. Górnictwo i przetwórstwo kopalin

Na obszarze arkusza Biskupiec obecnie eksploatowane są jedynie surowce ilaste ceramiki budowlanej ze złoża „Rukławki”.

Eksploatację iłów ze złoża „Rukławki” rozpoczęto w 1973 r. Aktualną koncesję na eksploatację kopaliny ważną do 2017 r. uzyskała w 2005 r. firma CERAMIKA KOPLANY Sp. z o.o. Powierzchnia obszaru górniczego wynosi 8,47 ha, a terenu górniczego 16,64 ha. Eksploatacja prowadzona jest w sposób ciągły systemem odkrywkowym, jednym piętrzem, koparkami podsiębiernymi. Urobek ładowany jest na taśmociągi przestawne, które przenoszą kopalinę na taśmociąg stały połączony z zakładem przerobczym (cegielnią). Kopalina przeznaczona jest do produkcji ceramiki budowlanej. Nadkład występujący nad złożem usuwany jest na tymczasowe zwałowisko zewnętrzne, a docelowo wykorzystany jest do rekultywacji terenów poeksploatacyjnych w kierunku rolniczo-leśnym. Znaczna część wyrobiska poeksploatacyjnego została zrekultywowana – teren poeksploatacyjny został zagospodarowany pod stawy rybne i pola uprawne. Prace rekultywacyjne prowadzone są na bieżąco za krocącym frontem robót eksploatacyjnych.

Eksploatacja piasku i żwiru ze złoża „Biskupiec-Zameczek” prowadzona było w latach 1996-2006. Koncesja na eksploatację kopaliny wygasła w 2006 r., zasoby pozostałe w złożu nie zostały rozliczone. Wyrobisko poeksploatacyjne nie zostało zrehabilitowane i jest porośnięte roślinnością trawiastą i krzewami.

Eksploatacja piasku i żwiru ze złoża „Biesówko” została w 2001 roku zaniechana. Zasoby pozostałe w złożu nie zostały rozliczone. W trakcie prac rekultywacyjnych dno wyrobiska wyrównano, a skarpy złagodzone.

Piaski i żwiry ze złoża „Biskupiec” były eksploatowane od 1985 do 1999 r. Zasoby pozostające w złożu nie są rozliczone i nie podjęto prac rekultywacyjnych, a wyrobisko zarasta trawą i krzewami.

Złoża piasku i żwiru „Kikity”, „Biesówko II” i „Biesówko III” nie były dotąd eksploatowane.

W obrębie arkusza udokumentowano 6 punktów występowania kopaliny, w których prowadzono w przeszłości lub prowadzi się obecnie eksploatację piasków i żwirów na potrzeby miejscowej ludności. Punkty te zlokalizowane są w okolicy miejscowości: Tejstymy, Górowo, Biesówko i Dębowiec. Dla tych punktów wykonano karty informacyjne.

VI. Perspektywy i prognozy występowania kopalin

Podstawą dla oceny perspektyw surowcowych na obszarze arkusza Biskupiec są: Szczegółowa mapa geologiczna Polski w skali 1:50 000 arkusz Biskupiec (Morawski, 2009), wyniki prac geologiczno-poszukiwawczych oraz własne obserwacje w terenie.

Na obszarze arkusza istnieją możliwości udokumentowania nowych złóż. Wyznaczono obszary perspektywiczne piasków i żwirów, ilów ceramiki budowlanej, kredy jeziornej i torfów. Nie wytypowano obszarów prognostycznych z uwagi na brak szczegółowego rozpoznania geologiczno-złożowego i jakościowego.

Na podstawie Szczegółowej mapy geologicznej (Morawski, 2009) oraz obserwacji w terenie wyznaczono obszar perspektywiczny piasków w północno-wschodniej części obszaru arkusza w okolicy miejscowości Górowo. Stwierdzono tu płat czwartorzędowych piasków wodnomorenowych, drobnoziarnistych, o miąższości kilku metrów.

Na podstawie prowadzonych badań geologicznych we wschodniej i południowej części województwa olsztyńskiego (Czochal, Piwocka, 1982) w okolicy miejscowości: Piszewo, Kolonia Zerbuń i Zerbuń, wyznaczono trzy rejony perspektywiczne występowania piasków

wodnomorenowych i wodnolodowcowych zlodowacenia wisty. Piaski o miąższości 2–3 metrów występują pod nakładem o grubości 0,2 m.

W latach osiemdziesiątych i dziewięćdziesiątych ubiegłego stulecia na obszarze województwa olsztyńskiego były prowadzone intensywne prace poszukiwawcze za złożami kredy jeziornej (Bandurska-Kryłowicz, 1983; Kwaśniewska, 1983; Muszyńska, 1991). W południowo-zachodniej części obszaru arkusza Biskupiec, w okolicy miejscowości Wipsowo, Ramsowo i Niedźwiedź oraz na wschód od Biskupca wyznaczono obszary perspektywiczne występowania kredy jeziornej. Osadzała się ona wokół zarastających jezior lub wypełniała misy pojeziorne. Są to osady bardzo silnie wapniste, białe lub jasnoszare. W spągu około czterometrowej warstwy kredy jeziornej występuje gytia barwy beżowo-zielonkawej, a w stropie torf i namuły deluwialne. Podczas prac inwentaryzacyjnych torfowisk na badanym terenie, wytypowano obszar perspektywiczny występowania kredy jeziornej i gytii wapiennej o średniej miąższości kopaliny 3,7 m, przy południowo-zachodnim brzegu jeziora Dadaj (Tołkanowicz, Żukowski, 2001).

Na obszarze arkusza Biskupiec rozpoznano i udokumentowano wiele wystąpień torfów, które jednak ze względu na niewielką miąższość nie spełniają warunków bilansowości. Uwzględniając kryteria hydrogeologiczne, prawne oraz rolniczo-gospodarcze (Ostrzyżek, Dembek, 1996) wyznaczono kilkanaście rejonów perspektywicznych torfów. Torfy brunatne i czarno-brunatne występują na danym obszarze powszechnie, wypełniając zagłębienia bezodpływowe, misy pojeziorne oraz rynny i dolinki cieków. Na ogół torfy występują cienką warstwą na namułach torfiasto-piaszczystych, gytiach i kredzie jeziornej (Morawski, 2009). Największe torfowiska są usytuowane w dolinach rzek Wadąg, Wipsówka i Symsarna. Dominującym typem są torfowiska niskie – turzycowe, mszarne, olesowe, mechowiskowe i mieszane o średniej miąższości od 1,72 m do 3,85 m, popielności od 2,0 do 21,9% i stopniu rozkładu od 25 do 45%.

W środkowej i wschodniej części arkusza w okolicy miejscowości Wygój, Biesowo i Kruzy w latach siedemdziesiątych ubiegłego stulecia były prowadzone badania zwiadowcze za kruszywem piaszczysto-żwirowym, które dały wyniki negatywne (Tulska, 1970). Celem tych prac było przebadanie przebiegu rynny lodowcowej oraz stwierdzenie charakteru osadów, które ją wypełniają. Stwierdzono na tym terenie występowanie soczew zailonych piasków wodnolodowcowych o zmiennej miąższości do 2 metrów.

VII. Warunki wodne

1. Wody powierzchniowe

Obszar arkusza Biskupiec pod względem hydrograficznym należy do dorzecza Pregoły, w zlewni II rzędu Łyny oraz w obrębie zlewni III rzędu rzek: Guber, Symsarna i Wadąg (Dy-

mer, Dadaj). Około 80% powierzchni badanego obszaru zajmuje zlewnia rzeki Wadąg, która płynie w południowo-wschodniej części obszaru arkusza. Jednym z jego największych dopływów jest Wipsówka płynąca z północy na południe i przepływająca przez jeziora Kraksy i Dadaj. Północna część obszaru arkusza odwadniana jest przez prawobrzeżny dopływ Łyny – Symsarnę. Wyływa ona z Jeziora Luterskiego na terenie gminy Kolno, przepływa przez jezioro Ławki, dalej płynie przez miasto Jeziorany i opuszcza teren arkusza Biskupiec.

Największymi zbiornikami wód powierzchniowych na badanym obszarze są licznie występujące jeziora. Największymi z nich są: Dadaj, Luterskie i Tejstymy, a mniejszymi: Ławki, Bęskie, Stryjewskie, Węgój, Dobrąg i Kraksy. W południowej części obszaru arkusza znajduje się jezioro Dadaj o powierzchni 976,8 ha i maksymalnej głębokości 39,8 m. Zajmuje ono drugie miejsce pod względem wielkości na Pojezierzu Olsztyńskim. Jest to rozciągnięty z północy na południe zbiornik z licznymi półwyspami, zatokami i wyspami. Największym dopływem jeziora jest rzeka Wadąg, która uchodzi do niego w południowej części. Do północnej części zbiornika dopływają dwa mniejsze cieki – Biesówka i Czerwonka. Jezioro Dadaj jest wykorzystywane rekreacyjnie przez turystów. Jezioro Luterskie, którego fragment znajduje się w północnej części arkusza, jest drugim pod względem wielkości na opisywanym obszarze. Powierzchnia tego jeziora wynosi 691 ha, a maksymalna głębokość 20,7 m. Powierzchnia jeziora Ławki wynosi 100,8 ha, a maksymalna głębokość 8,6 m. Jezioro Tejstymy o powierzchni 198,2 ha i maksymalnej głębokości 33 m znajduje się w centralnej części opisywanego obszaru i należy do zlewni Wadąga. Zbiornik ten odwadniany jest przez rzekę Biesówkę, która wypływa w południowej jego części i płynąc na południe wpada do jeziora Dadaj.

Jakość rzek i jezior jest badana w ramach monitoringu środowiska przez Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Olsztynie (Raport..., 2010). Ocena jakości wód powierzchniowych w 2009 roku została przeprowadzona zgodnie z zapisami rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 20 sierpnia 2008 roku w sprawie sposobu klasyfikacji stanu jednolitych części wód powierzchniowych (Rozporządzenie..., 2008). Według wstępnej oceny jednolita część wód powierzchniowych „Wadąg od wypływu z jeziora Pisz do wypływu z jeziora Wadąg” charakteryzuje się umiarkowanym stanem ekologicznym, natomiast rzeka Symsarna w punkcie Ustnik poniżej Jezioran charakteryzuje się umiarkowanym stanem ekologicznym. Stan ekologiczny wód jeziora Dadaj określono jako słaby ze względu na wartość chlorofilu typu „a”.

W 2007 roku zgodnie z rozporządzeniem Ministra Środowiska z 2004 r. (Rozporządzenie..., 2004) badano jakość wód jeziora Dadaj, gdzie stwierdzono wody III klasy czystości ze względu na nadmierną zawartość azotynów i fosforu (Raport...,2008).

2. Wody podziemne

Zgodnie z podziałem na jednostki hydrogeologiczne obszar arkusza Biskupiec należy do makroregionu północno-wschodniego, do regionu III – mazurskiego (Paczyński, red., 1995). Zgodnie z podziałem regionalnym zwykłych wód podziemnych wg jednostek jednolitych części wód podziemnych (Paczyński, Sadurski, red., 2007) obszar arkusza zawiera się w Prowincji Wisły, Regionie Narwi, Pregoły i Niemna.

Wody podziemne o charakterze użytkowym na omawianym terenie związane są z utworami wodonośnymi piętra czwartorzędowego, obejmującego swym zasięgiem prawie cały obszar arkusza oraz z osadami miocenu i oligocenu w zachodniej części obszaru arkusza.

Na przeważającej części arkusza Biskupiec w obrębie czwartorzędowego piętra wodonośnego wykształcony jest lokalnie płytki poziom przypowierzchniowy, zalegający na głębokościach od 2 do 15 m p.p.t. oraz trzy poziomy międzymorenowe. Struktury wodonośne piętra czwartorzędowego związane są z piaszczystymi i piaszczysto-żwirowymi osadami sandrów i form akumulacji szczelinowej (Bielecka, Wojciechowska, 2004).

Górny poziom międzymorenowy stanowi główne źródło zaopatrzenia mieszkańców w wodę. Występuje on na całym obszarze arkusza, a związany jest z osadami wodnolodowcowymi zlodowaceń północnopolskich i zlodowacenia warty. Strop utworów wodonośnych najczęściej występuje pod serią glin o zmiennej miąższości od 2 do 60 m. Miąższość warstwy wodonośnej waha się od 5 do 35 m. Średnia wartość współczynnika filtracji wynosi 19,9 m/d, przewodność wodna od 40 do 2249 m²/d (średnio 385 m²/d), a wydajność potencjalna studni mieści się w przedziale od 5 do 217 m³/h (średnio 44 m³/h). Zwierciadło wody ma charakter naporowy, a lokalnie swobodny i stabilizuje się na głębokości od 0,3 do 58 m p.p.t. Lokalnie pozostaje on w kontakcie hydraulicznym z poziomem przypowierzchniowym i głębiej zalegającym poziomem środkowym.

Środkowy poziom międzymorenowy występuje w obrębie serii gliniastej na zmiennych głębokościach od 40 do 100 m, lokalnie w obrębie głębokich rynien erozyjnych na głębokości od 120 do 157 m p.p.t. Charakteryzuje się on następującymi wartościami parametrów hydrogeologicznych: miąższość warstwy wodonośnej od 10 do 40 m (średnio 19 m), wydajność potencjalna studni od 4 do 102 m³/h (średnio 36 m³/h), współczynnik filtracji od 1,8 do 29 m/d (średnio 19,8 m/d), przewodnictwo wodne od 12 do 635 m²/d (średnio 208 m²/d).

Dolny poziom międzymorenowy występuje najgłębiej na badanym obszarze i jest słabo rozpoznany. Miąższość warstwy wodonośnej tego poziomu waha się od 25 do 40 m, prze-

wodnictwo wodne 104 m²/d, współczynnik filtracji 4,2 m/d, a wydajność otworu studziennego wynosi 60 m³/h.

Jakość wody użytkowego piętra czwartorzędowego na przeważającej części obszaru badań jest dobra. Twardość ogólna wynosi od 3,6 do 18,2 mg/dm³, sucha pozostałość waha się od 222 do 577 mg/dm³, na ogół są to wody słabo zasadowe, rzadziej obojętne o pH od 6,5 do 8,0. Zawartości składników charakterystycznych są następujące: żelazo ogólne średnio 2,61 mg/dm³, mangan 0,24 mg/dm³, chlorki od 0,8 do 82,4 mg/dm³ (średnio 14,6 mg/dm³), siarczany od 2 do 240 mg/dm³, (średnio 22,4 mg/dm³). Zawartość azotu amonowego w tych wodach wynosi od 0,01 do 2,4 mg/dm³ (średnio 0,27 mg/dm³), a azotu azotanowego od 0,01 do 0,7 mg/dm³ (średnio 0,12 mg/dm³). Ujęcia komunalne z poziomu czwartorzędowego naniesione na mapę mają wydajności od 46 m³/h w Tejstymach (Zakład Rolny) do 80 m³/h w Biskupcu (wodociąg miejski). Ujęcie komunalne w Droszewie Starym o wydajności 19 m³/h, posiada strefę ochrony pośredniej ze względu na wysoki stopień zagrożenia, spowodowany niewielką miąższością warstwy izolacyjnej.

Zachodni i południowy fragment obszaru arkusza Biskupiec obejmują fragmenty czwartorzędowego głównego zbiornika wód podziemnych (GZWP) nr 213 – Zbiornik międzymorenowy Olsztyn (Nowakowski i in., 2007). W dokumentacji określono warunki hydrogeologiczne determinujące ustanowienia obszaru ochronnego tego zbiornika. Ze względu na łatwe przenikanie zanieczyszczeń do wód na obszarze całego zbiornika wyznaczono strefę ochronną. Całkowita powierzchnia zbiornika wynosi 1577 km², zasoby dyspozycyjne 300 tys. m³/d, a ujęcia mają średnią głębokość od 20 do 50 m.

Wschodnia część obszaru arkusza Biskupiec znajduje się w zasięgu głównego zbiornika wód podziemnych (GZWP) nr 208 – Zbiornik międzymorenowy Biskupiec (fig. 3). Obejmuje on wodonośne utwory czwartorzędowe. Tereny północno-zachodniej części obszaru badań znajdują się w zasięgu GZWP nr 205 – Subzbiornik Warmia, trzeciorzędowy, niewymagający ochrony. Zbiorniki te nie posiadają dokumentacji hydrogeologicznych i ich granice nie zostały naniesione na mapę.

Mioceni i oligoceni poziom wodonośny jest słabo rozpoznany. Piaszczyste utwory miocenu stanowią piętro wodonośne w centralnej części obszaru arkusza Biskupiec, a oligocenu w zachodniej i północno-zachodniej jego części. Poziomy te pozostają ze sobą w łączności hydraulicznej. Zwierciadło wody tych poziomów ma charakter subartezyjski i stabilizuje się na głębokości od 9 do 25 m.

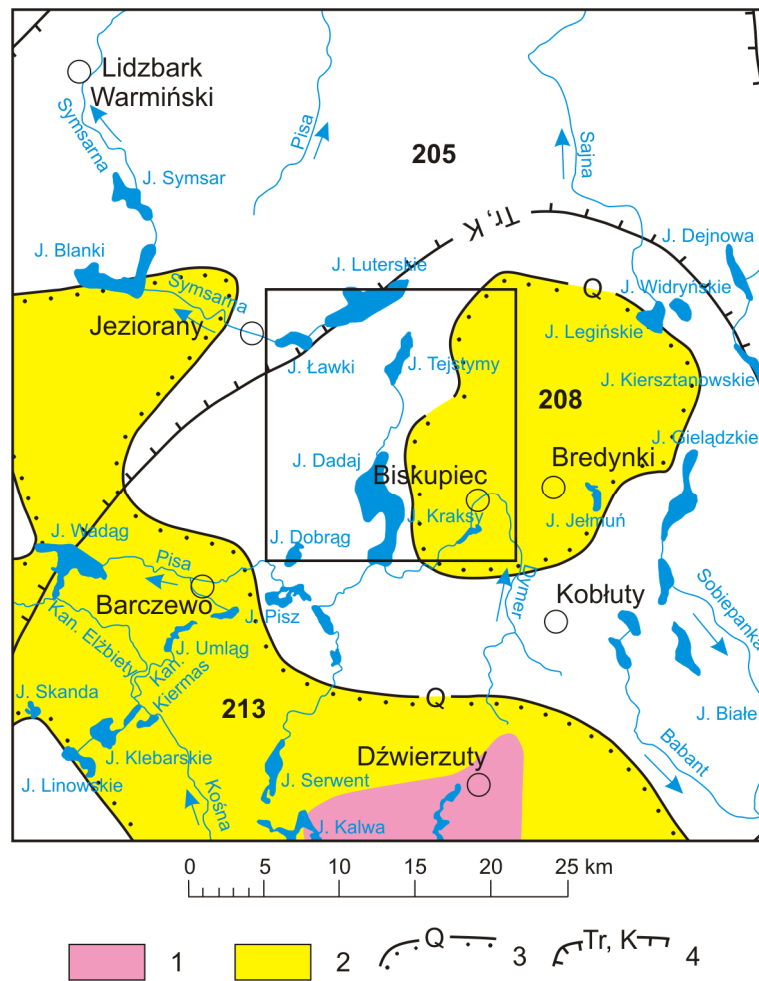


Fig. 3. Położenie arkusza Biskupiec na tle obszarów głównych zbiorników wód podziemnych (GZWP) w Polsce wymagających szczególnej ochrony, w skali 1:500 000 wg A. S. Kleczkowskiego red. (1990)

- 1 – obszar wysokiej ochrony (OWO), 2 – obszar najwyższej ochrony (ONO), 3 – granica GZWP w ośrodku porowym, 4 – granica GZWP w ośrodku szczelinowo-porowym

Numer i nazwa GZWP, wiek utworów wodonośnych: 205 – Subzbiornik Warmia, trzeciorzęd (Tr), kreda (K); 208 – Zbiornik międzymorenowy Biskupiec, czwartorzęd (Q); 213 – Zbiornik międzymorenowy Olsztyn, czwartorzęd (Q)

Strop miocenijskiego poziomu wodonośnego zalega na głębokości od 120 do 130 m p.p.t., a miąższość warstwy wodonośnej waha się od 8 do 12 m. Przewodność omawianego poziomu wodonośnego nie przekracza $50 \text{ m}^2/\text{d}$, wartość współczynnika filtracji wynosi od 0,95 do $3,02 \text{ m}/\text{d}$, a wydajności potencjalne studni osiągają do $60 \text{ m}^3/\text{h}$. Poziom oligocenijski charakteryzuje się miąższością od 20 do 38 m, współczynnikiem filtracji rzędu $9,2 \text{ m}/\text{d}$ i przewodnością $340 \text{ m}^2/\text{d}$.

Wody miocenijskiego poziomu wodonośnego są średnio twarde, twarde i o znacznej twardości (twardość ogólna waha się od 5 do $7,7 \text{ mg}/\text{dm}^3$). Charakteryzują się następującymi parametrami: pH od 7,0 do 8,8; sucha pozostałość od 335 do $450 \text{ mg}/\text{dm}^3$. Zawartość żelaza i manganu przekracza ilości dopuszczalne dla wód pitnych i wynosi odpowiednio od 0,6 do

4,5 mg/dm³, oraz od 0,14 do 0,25 mg/dm³, zawartość chlorków waha się w zakresie od 5,0 do 23,2 mg/dm³, a średnia zawartość siarczanów wynosi 15,8 mg/dm³. Wody tego poziomu nie mają większego znaczenia użytkowego, stanowią rezerwowe źródło zaopatrzenia mieszkańców w wodę (Bielecka, Wojciechowska, 2004).

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 139 – Biskupiec, 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. Kon-

trołę 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).

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 139 – Biskupiec	Wartość przeciętnych (median) w glebach na arkuszu 139 – Biskupiec	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 0–2,0			Głębokość (m p.p.t.) 0–0,2			
As Arsen	20	20	60	<5 – 168	<5	<5
Ba Bar	200	200	1000	24 – 140	40	27
Cr Chrom	50	150	500	4 – 15	11	4
Zn Cynk	100	300	1000	20 – 57	34	29
Cd Kadm	1	4	15	<0,5 – 1,1	<0,5	<0,5
Co Kobalt	20	20	200	2 – 5	4	2
Cu Miedź	30	150	600	2 – 10	7	4
Ni Nikiel	35	100	300	3 – 12	10	3
Pb Ołów	50	100	600	8 – 14	9	12
Hg Rtęć	0,5	2	30	<0,05 – 0,05	0,05	<0,05
Ilość badanych próbek gleb z arkusza 139 – Biskupiec w poszczególnych grupach użytkowania				¹⁾ grupa A		
As Arsen	4			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		
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 139 – Biskupiec do poszczególnych grup użytkowania (ilość próbek)						
	4					

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 oraz pozaklasowej 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: arsenu, kadmu 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, chrom, cynk, kobalt, miedź, nikiel i rtęć; przy czym w przypadku: kobaltu wzbogacenie jest dwukrotne, chromu ponad dwukrotne, a niklu ponad trzykrotne 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.

Próbka gleby z punktu 3 ze względu na ponadnormatywną zawartość arsenu (168 ppm) została zakwalifikowana do grupy pozaklasowej, natomiast zawartości kadmu (1,1 ppm) klasyfikują ją do grupy B (standard użytków rolnych, gruntów leśnych oraz zadrzewionych i zakrzewionych nieużytków, a także gruntów zabudowanych i zurbanizowanych).

Koncentracja arsenu (oraz kadmu) występuje przy drodze lokalnej (Czerwonka – Biesowo) na obszarze gleb powstałych na osadach aluwialnych (piaski, żwiry, mady oraz torfy i namuły). Deponowany materiał aluwialny, głównie zawiera naturalne koncentracje pierwiastków wylugowanych z osadów czwartorzędowych zlewni (zasobnych w te pierwiastki) a także wzbogacenia antropogenicznie pochodzące z zanieczyszczeń w obszarze zlewni. Dokładne określenie źródła i zasięgu podwyższonej zawartości wymaga szczegółowych badań.

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

2. Osady wodne

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

zanieczyszczony 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 trwałąmi zanieczyszczeniami organicznymi w glebach (Bojakowska, Sokołowska, 1996; Bojakowska i in., 1995; Miller i in., 2004; Middelkoop 2000).

Kryteria oceny osadów

Jakość osadów dennych, w aspekcie ich zanieczyszczenia metalami ciężkimi oraz wielopierścieniowymi węglowodorami aromatycznymi (WWA) i polichlorowanymi bifenylami (PCB) oceniono na podstawie kryteriów zawartych w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 16 kwietnia 2002 r. we sprawie rodzajów oraz stężeń substancji, które powodują, że urobek jest zanieczyszczony (DzU Nr 55 poz. 498 z 14 maja 2002 r.). Dla oceny jakości osadów wodnych ze względów ekotoksykologicznych zastosowano wartości *PEL* (ang. *Probable Effects Levels – przypuszczalne szkodliwe stężenie*) – określające zawartość pierwiastka, WWA i PCB, powyżej której prawdopodobny jest szkodliwy wpływ zanieczyszczonych osadów na organizmy wodne. W tabeli 3 zamieszczono dopuszczalne zawartości pierwiastków oraz trwałych zanieczyszczeń organicznych (TZO) w osadach wydobywanych podczas regulacji rzek, kanałów portowych i melioracyjnych, obowiązujące w Polsce oraz wartości tła geochemicznego dla osadów wodnych Polski i wartości *PEL*.

Tabela 3.

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

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

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

** – MACDONALD D i in., 2000.

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

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

Materiały i metody badań laboratoryjnych

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

Próbki osadów rzecznych są pobierane ze strefy brzegowej koryt rzecznych, spod powierzchni wody, z przeciwnej strony do nurtu, w miejscach, gdzie tworzący się osad charakteryzuje się większą zawartością frakcji mułkowo-ilastej, zaś osady jeziorne są pobierane z głęboczków jezior. W badaniach analitycznych wykorzystano frakcję ziarnowa drobniejsza niż 0,2 mm. Zawartości arsenu, chromu, kadmu, ołowiu, miedzi, niklu i cynku oznaczono metodą atomowej spektrometrii emisyjnej ze wzbudzeniem plazmowym (ICP-OES), z roztworów uzyskanych po 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) – acenaftylenu, acenaftenu, fluorenu, fenantrenu, antracenu, fluorantenu, pirenu, benzo(a)antracenu, chryzenu, benzo(b)fluorantenu, benzo(k)fluorantenu, benzo(a)pirenu, indeno(1,2,3-cd)pirenu, dibenzo(a,h)antracenu, benzo(ghi)perylenu oznaczono przy użyciu chromatografu gazowego z detektorem spektrometrem mas (GC-MSD), a oznaczenia polichlorowanych bifenyli (kongenery PCB28, PCB52, PCB101, PCB118, PCB153, PCB138, PCB180) wykonano przy użyciu chromatografu gazowego z detektorem wychwyty elektronów (GC-ECD). Wszystkie oznaczenia wykonano w Centralnym Laboratorium Chemicznym Państwowego Instytutu Geologicznego w Warszawie.

Prezentacja wyników

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

kowania osadu do zanieczyszczonego każdy punkt opisano na mapie symbolami pierwiastków lub związków organicznych decydujących o zanieczyszczeniu.

Zanieczyszczenie osadów

Spośród jezior znajdujących się na arkuszu zbadane zostały osady jezior Bęskiego, Dadaj, Luterskiego, Ławki. Osady jezior Dadaj i Ławki charakteryzują się względnie niskimi zawartościami potencjalnie szkodliwych pierwiastków, zbliżonymi do ich wartości tła geochemicznego. Osady Jeziora Bęskiego i Luterskiego cechuje podwyższona zawartość pierwiastków śladowych, zwłaszcza cynku i ołowiu. Odnotowane zawartości wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych w osadach jeziora Dadaj są porównane do przeciętnie spotykanych w osadach jezior Polski.

Tabela 4

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

Parametr	Bęskie 1997 r.	Dadaj 2010 r.	Luterskie 1999 r.	Ławki 1995 r.
Arsen (As)	5	4	8	7
Chrom (Cr)	44	12	41	38
Cynk (Zn)	133	84	115	89
Kadm (Cd)	1,0	0,6	3,0	1,7
Miedź (Cu)	21	13	16	16
Nikiel (Ni)	27	10	24	21
Ołów (Pb)	37	27	44	26
Rtęć (Hg)	0,2	0,157	0,119	0,09
WWA _{11 WWA} *	n.o.	1,623	n.o.	n.o.
WWA _{7 WWA} **	n.o.	1,568	n.o.	n.o.
PCB***	n.o.	0,0011	n.o.	n.o.

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

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

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

Stwierdzone zawartości pierwiastków śladowych i WWA są niższe od ich dopuszczalnych stężeń według rozporządzenia Ministra Środowiska, 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.

3. Pierwiastki promieniotwórcze

Materiał i metody badań

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

Prezentacja wyników

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

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

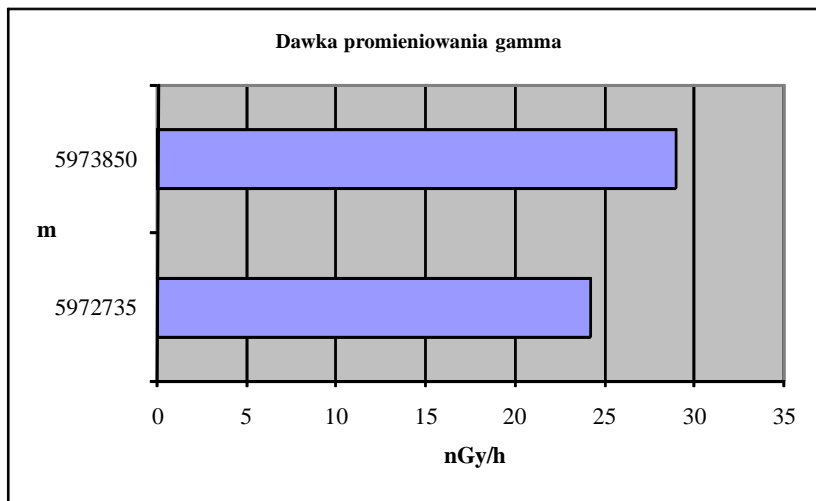
Wyniki

Wartości dawki promieniowania gamma wzdłuż profilu zachodniego wahają się w przedziale od około 24 do około 59 nGy/h. Przeciętnie wartość ta wynosi około 39 nGy/h i jest wyższa do średniej dla obszaru Polski wynoszącej 34,2 nGy. Wzdłuż profilu wschodniego wartości promieniowania gamma zmieniają się od około 32 do około 60 nGy/h i przeciętnie wynoszą około 43 nGy/h.

Na arkuszu Biskupiec pomierzone wartości promieniowania gamma są dość wyrównane (przeważają dawki z zakresu wartości: 35–55 nGy/h). Nieco wyższymi wartościami promieniowania gamma cechują się gliny zwałowe (40–59 nGy/h) zlodowacenia północnopolskiego dominujące na omawianym arkuszu oraz torfy, a niższymi (ok. 25–35 nGy/h) – utwory wodnolodowcowe (piaski i żwiry) z tego samego okresu zlodowacenia, osady kemów (iły, mułki, piaski i żwiry) i aluwia (piaski).

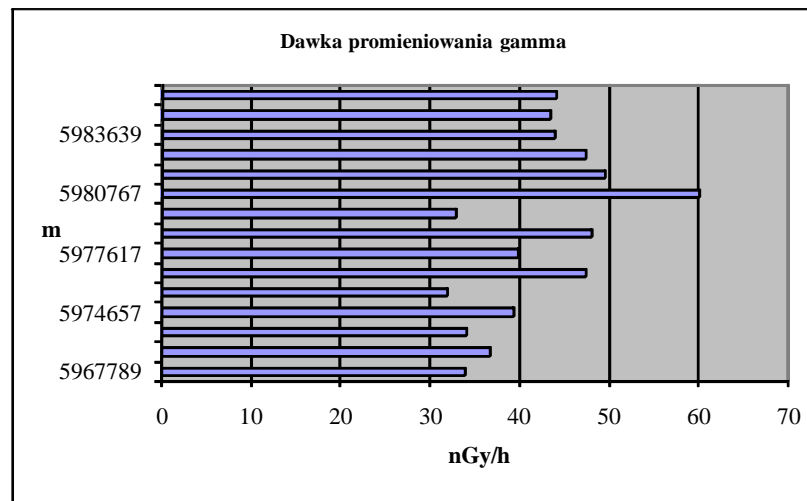
139 W

PROFIL ZACHODNI



139 E

PROFIL WSCHODNI



28

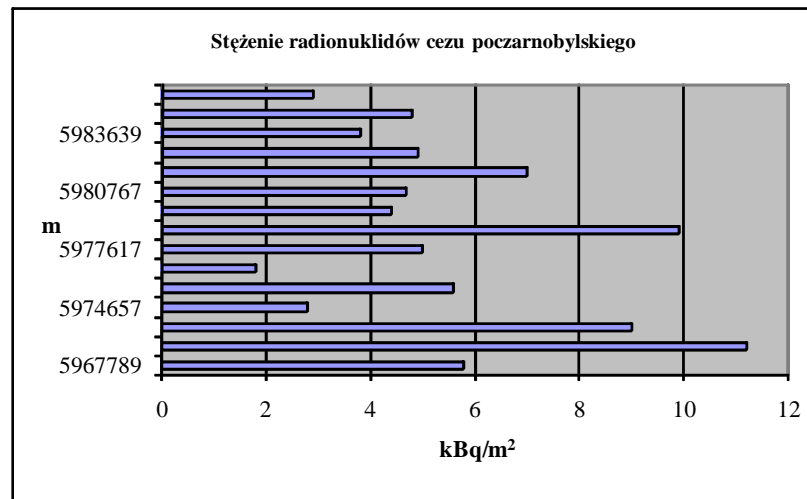
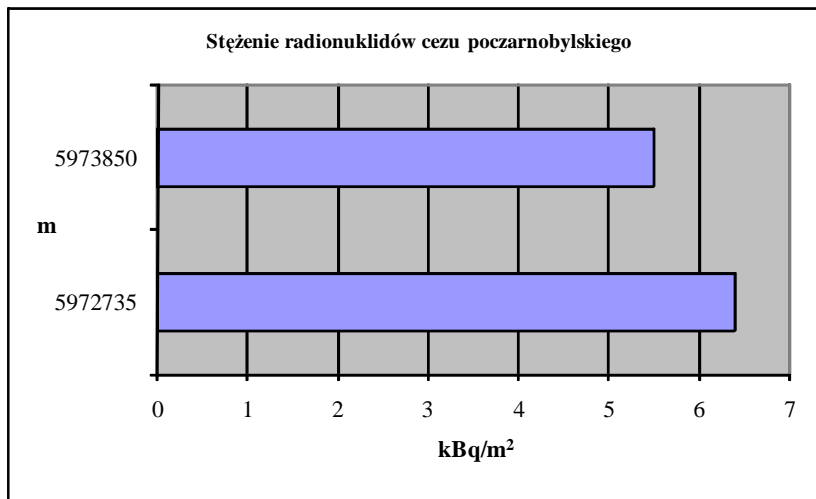


Fig. 4. Zanieczyszczenie gleb pierwiastkami promieniotwórczymi na obszarze arkusza Biskupiec (na osi rzędnych – opis siatki kilometrowej arkusza)

Stężenia radionuklidów poczynobylskiego cezu zmierzone wzdłuż obu profili są generalnie bardzo niskie, charakterystyczne dla obszarów bardzo słabo zanieczyszczonych. Wzdłuż profilu zachodniego wynoszą od 0,9 do 9,7 kBq/m², a wzdłuż profilu wschodniego wahają się od 1,4 do 11,2 kBq/m². Nieco podwyższona lokalnie wartość stężenia cezu w profilu wschodnim (ok. 11 kBq/m²) jest związana z niezbyt intensywną anomalią występującą między Olsztynem, Piszem a Ostrołką i nie stwarza żadnego zagrożenia radiologicznego dla ludności.

IX. Składowanie odpadów

Zasady wydzielenia potencjalnych obszarów lokalizacji składowisk odpadów

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

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

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

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

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

- wyłączenie terenów, na których bezwzględnie nie można lokalizować składowisk odpadów,

- warunkowe ograniczenia lokalizacji odpadów, wymagające akceptacji odpowiednich władz i służb,
- wymagania dotyczące naturalnych cech izolacyjnych podłoża i skarp potencjalnych składowisk.

Na mapie, w nawiązaniu do powyższych kryteriów, wyznaczono:

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

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

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

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

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

Tabela 5

**Charakterystyka naturalnej bariery geologicznej
w odniesieniu do typu składowanych odpadów**

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

Ocena wykształcenia naturalnej bariery geologicznej pozwala na wyróżnienie:

- warunków izolacyjności podłoża zgodnych z wymaganiami dla określonego typu składowisk (przyjętymi w tabeli 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).

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

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

Obszary o bezwzględnym zakazie lokalizacji składowisk odpadów

Wyłączeniu z możliwości składowania odpadów podlegają:

- zabudowa Biskupca i Jezioran będących siedzibami urzędów miasta i gminy i miejscowości gminnej Kolno,
- zabytkowy zespół architektoniczny w Biskupcu,
- obszary w zasięgu strefy ochrony głównego zbiornika wód podziemnych nr 213 Olsztyn (Nowakowski, Szelewicka, 2008),
- strefa ochrony pośredniej ujęcia wód podziemnych w Droszowie Starym,
- rezerwat przyrody „Dębowo” (leśny),
- lasy o powierzchni powyżej 100 hektarów,
- obszary bagienne, podmokłe, łąki wykształcone na glebach pochodzenia organicznego,

- powierzchnie erozyjnych i akumulacyjnych tarasów holocenijskich w obrębie dolin rzek: Symsary, Biesówki, Czerwonki, Wipsówki, Dymier i pozostałych licznych cieków,
- strefy (do 250 m) wokół źródeł w rejonach miejscowości Kolonia Wójtowo, Górowo, Kolonia Zerbuń i Kolonia Jeziorany,
- strefy (do 250 m) wokół jezior: Ławki, Luterskie, Kikity, Tejstyny, Bęskie, Radajek, Stryjewskie, Węgój, Zerbuń, Korek, Dadaj, Dąbrąg, Wipsowo, Białe, Gałek, Krakusy i pozostałych akwenów,
- tereny zagrożone ruchami powierzchniowymi masowymi ziemi w rejonach: między Miejską Wsią i Żardenikami, na północ od Żardenik, na wschód od Kolna, wzdłuż krawędzi jeziora Tejstyny, na północ od Wilim, obszar między miejscowościami Droszewo, Czerwonka, Kolonia Czerwa, południowo – wschodnia krawędź jeziora Dobrąg, rejon Rukławek (Grabowski (red.), 2007),
- tereny o nachyleniu powyżej 10° w rejonach Żardenik, Górowa, Biesowa, Rukławek, na wschód od Ramsówka (strefa krawędziowa jeziora Dadaj), rejon Droszewa i Kolonii Kruzy,
- strefy płytkiego (do 5 m) występowania poziomu wodonośnego (Dębowo, Kolonia Węgój, Kolonia Stryjewe).

Obszary bezwzględnie wyłączone z możliwości składowania odpadów zajmują około 80% powierzchni analizowanego terenu.

Charakterystyka i ograniczenia warunkowe obszarów spełniających wymagania dla składowania odpadów obojętnych

Ze względu na wymagania dotyczące naturalnych cech izolacyjnych podłoża i ścian bocznych potencjalnych składowisk odpadów analizowano obszary, gdzie bezpośrednio na powierzchni występują grunty spoiste spełniające kryteria przepuszczalności (tabela 5) lub grunty spoiste, których strop znajduje się nie głębiej niż 2,5 m p.p.t. Analizę budowy geologicznej przeprowadzono na podstawie Polski w skali 1:50 000 arkusz Biskupiec (Morawski, 2009).

Obszary rekomendowane do bezpośredniego składowania odpadów obojętnych wskazano w miejscach występowania glin zwałowych zlodowacenia wisły (zlodowacenia północnopolskie) tworzących powierzchnię wysoczyzny morenowej falistej. Stanowią one główny poziom glacialny na analizowanym terenie. Miąższość glin wynosi od kilku do kilkunastu metrów, na znacznych obszarach może przekraczać nawet 50 m. Lokalnie gliny mogą zawierać

do kilku przewarstwień piaszczystych. Są to na ogół gliny pyłowato-piaszczyste, lokalnie pyłowato-ilaste ze żwirem i gładzikami, w partiach stropowych brązowe, niżej ciemnoszare. Wśród glin zlodowacenia wisły rozległe, spłaszczone wzgórza, niekiedy usytuowane wokół zagłębień bezodpływowych budują gliny zwałowe moren martwego lodu. Ich cechy litologiczne są podobne. Miąższość glin moren martwego lodu może dochodzić do ponad 30 m, ale na kulminacjach niektórych wzgórz mogą tworzyć jedynie około 2 metrową pokrywę na piaskach i żwirach moren martwego lodu budujących jądra tych form.

Lokalnie gliny zlodowacenia wisły mogą zalegać bezpośrednio na glinach starszych zlodowaceń (warty i odry) tworząc wspólny pakiet izolacyjny o znacznej, dochodzącej do 100120 m miąższości (rejon Najdymowa i Kruz – przekroje geologiczne w wykonane w objaśnieniach SmgP) oraz w rejonie Biesowa i Kolonii Jeziorany (przekrój hydrogeologiczny MhP).

Obszary predysponowane do składowania odpadów obojętnych zlokalizowane są na terenach gmin: Jeziorany, Kolno, Barczewo i Biskupiec. Mają one duże powierzchnie i są położone przy drogach dojazdowych, co umożliwi lokalizację obiektów w dogodnej, niebudzącej konfliktów społecznych odległości od zabudowań miejscowości.

Warunkowymi ograniczeniami budowy składowisk w granicach wytypowanych obszarów są:

- w – położenie w zasięgu stref ochrony głównego zbiornika wód podziemnych nr 208 (Biskupiec),
- p – lokalizacja w obszarach chronionego krajobrazu Doliny Symsarny oraz Pojezierza Olsztyńskiego,
- b – bliskość zabudowy miejscowości gminnych Kolno i Jeziorany.

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

Przy wyborze miejsca lokalizacji składowisk odpadów należy zwrócić uwagę na obecność licznych drobnych cieków powierzchniowych.

Na mapie pokazano również obszary możliwej lokalizacji składowisk odpadów pozbawione naturalnej izolacji. Na powierzchni terenu występują tu przepuszczalne osady czwartorzędowe. Lokalizacja składowisk odpadów w ich granicach wiąże się z koniecznością wykonania dodatkowej przesłony podłoża obiektu – syntetycznej lub mineralnej.

Ze względu na to, że analiza budowy geologicznej obszarów wytypowanych pod składowiska odpadów została przeprowadzona na podstawie materiałów autorskich, będących jeszcze w redakcji merytorycznej granice poprowadzonych wydziałów mogą mieć przybliżony przebieg, a ostateczna wersja SmgP może być odmienna od wersji pierwotnej.

Charakterystyka i ograniczenia warunkowe obszarów spełniających wymagania dla składowania odpadów innych, niż niebezpieczne i obojętne (komunalnych).

Obszary predysponowane do lokalizowania składowisk odpadów komunalnych wskazano w miejscach występowania na powierzchni terenu iłów i mułków zastoiskowych zlodowacenia wisły zlodowaceń północnopolskich. Osady te były eksploatowane w kilku miejscach. W rejonie Rukławek w profilu wyrobiska cegielni występują 12 metrowe warstwy szarych masywnych mułków zastoiskowych miejscami ilastych, pod nimi do głębokości około 4 m występują ily pyłowate, poniżej seria iłów warwowych szarych i ciemnoszarych. Łączna miąższość tych osadów wynosi 10,2 m, pod nimi występuje ponad 20 m warstwa gliny zwalowej.

Iły ceramiki budowlanej udokumentowano w złożu „Rukławki” (Zembrzycka, 1962). Iły o miąższości 213,8 m (średnio 8,2 m) występują pod nadkładem gleby i piasków o grubości 0,23,6 m. Zawartość CaO wynosi około 10%, frakcji iłowej 39-47% (średnio 43%), frakcji pyłowej 4253% (średnio 46%), frakcji piaskowej 815% (średnio 11,5%). Złoże jest częściowo zawodnione, zwierciadło wodonośne stabilizuje się na głębokości od 4 do 11 m. W złożu iłów występują trzy poziomy wód gruntowych. Są to wody o swobodnym zwierciadle lub znajdujące się pod minimalnym ciśnieniem. Pierwszy poziom nawiercono w piaskach nadkładu. Tworzy on niewielkie soczewki o swobodnym zwierciadle, występuje okresowo, w zależności od opadów atmosferycznych. Nieznaczne sączenie zanotowano w mułkach zalegających w warstwach szarych iłów, wody podłożowe trzeciego poziomu stwierdzono tylko w kilku otworach, na kontakcie iłów z piaskami. Tworzą one izolowane soczewki i znajdują się pod minimalnym ciśnieniem hydrostatycznym.. Złoże stanowi fragment dużego obszaru występowania czwartorzędowych iłów zastoiskowych wskazanego w rejonie Kolonia Rukławki – Rukławki w gminie Biskupiec. Należy podkreślić konieczność weryfikowania oceny izolacyjności tych gruntów badaniami polowymi współczynnika filtracji. Wytypowane osady spełniają kryteria izolacyjności przyjęte dla składowania odpadów komunalnych, w przypadku przeznaczenia na składowisko terenów poeksploatacyjnych złoża „Rukławki” należy uwzględnić konieczność odwodnienia i zamknięcia dopływu wód gruntowych

Drugi obszar predysponowany do składowania odpadów komunalnych wskazano w rejonie Kolonii Tłokowo w gminie Jeziorany. Na powierzchni terenu występują tu brązowe i szarobeżowe iły zastoiskowe budujące spłaszczoną powierzchnię rozległego wzgórza uznawanego za morenę martwego lodu. Miąższość iłów wynosi od 2 m w części centralnej do 5 m. Pod iłami występują gliny zwałowe moren martwego lodu.

Ze względu na możliwość niejednorodnego wykształcenia litologicznego osadów, a w przypadku złoża „Rukławki” również częściowego zawodnienia – warunki izolacyjne określono jako zmienne (mniej korzystne).

Na obszarach wskazanych jako odpowiednie pod składowanie odpadów komunalnych warunkowymi ograniczeniami składowania odpadów są:

- w – położenie w zasięgu strefy wysokiej ochrony głównego zbiornika wód podziemnych nr 208 (Biskupiec),
- z – położenie w granicach udokumentowanego złoża.

Wytypowane obszary mają duże powierzchnie i położone są przy drogach dojazdowych. Umożliwia to lokalizację składowisk odpadów w dogodnej, niebudzącej konfliktów społecznych odległości od zabudowy miejscowości.

W Adamowie koło Biskupca funkcjonuje składowisko odpadów komunalnych. Jest to dawne wyrobisko po eksploatacji kruszywa naturalnego o powierzchni 5 hektarów. Stan prawny jest uregulowany, prowadzony jest monitoring wód podziemnych (5 piezometrów). Obiekt jest ogrodzony, otoczony pasem zieleni izolacyjnej. Podłoże wyrobiska nie posiada uszczelnienia. Jediną formą unieszkodliwiania odpadów jest ich deponowanie, uzupełnione segregacją ręczną. Odpady są plantowane, zagęszczane kompaktorem, następnie przesypywane warstwą materiału izolacyjnego z gruntu mineralnego, żuźla lub gruzu. Składowisko nie ma wagi, brakuje również rowów opaskowych do odprowadzania odcieków i wód opadowych oraz instalacji do odgazowywania. Składowisko czynne od 1960 roku, ma być eksploatowane do 2020 roku.

Na terenie gminy Biskupiec w rejonie miejscowości Czerwonka zlikwidowano mogilnik, w którym zdeponowano około 31600 kg substancji chemicznych. Stan techniczny obiektu był zły i stwarzał zagrożenie dla środowiska.

W 2008 roku na terenie województwa warmińsko-mazurskiego przeprowadzono badania monitoringowe wód podziemnych pobranych z terenów zlikwidowanych składowisk odpadów niebezpiecznych z przeterminowanymi środkami ochrony roślin. Przeprowadzone ana-

lizy wykazały, iż zawartość pestycydów chloroorganicznych nie przekroczyła wartości dopuszczalnej dla I klasy czystości wód.

Ocena najbardziej korzystnych warunków geologicznych i hydrogeologicznych dla lokalizowania składowisk odpadów

Najbardziej korzystne warunki geologiczne mają obszary wskazane w rejonie Kolonii Tłokowo i Kolonii Rukławki – Rukławki. Na powierzchni terenu występują tu ility i mułki zastoiszkowe zlodowaceń północnopolskich (wisły). Osady te, lokalnie mogą mieć do 14 m miąższości (Rukławki), zawartość frakcji iltowej wynosi średnio około 40%.

W pierwszej kolejności, ze względu na najlepsze rozpoznanie, można uwzględnić wariant lokalizacji składowiska w części terenów poeksploatacyjnych udokumentowanego złoża iltów ceramiki budowlanej „Rukławki”. Należy się liczyć z możliwością częściowego zawodnienia wyrobisk, tym samym z koniecznością ewentualnego odwodnienia obiektu.

Gliny zwałowe zlodowacenia wisły, w granicach których wskazano obszary rekomendowane do składowania odpadów obojętnych spełniają kryteria przyjęte dla tego typu odpadów. Największych miąższości glin należy się spodziewać w rejonie miejscowości Biesowo, Jeziorany, Najdymowo i Kruz, gdzie według danych z przekroju geologicznego i hydrogeologicznych miąższości glin mogą wynosić 100-120 m.

Dobrych warunków można się również spodziewać w bezpośrednim sąsiedztwie otworu odwierconego w rejonie Jezioran, w profilu którego stwierdzono występowanie 33 m pakietu gliniastego oraz otworu wykonanego w rejonie Olszewnika, gdzie nawiercono gliny o miąższości 28 m.

Warunki hydrogeologiczne rozpatrywane pod kątem składowania odpadów są korzystne. Na przeważającej części analizowanego terenu użytkowe poziomy wodonośne występują na głębokości 1550 m, a stopień ich zagrożenia określono na niski i średni, podrzędnie bardzo niski. Na prawie całym terenie główny użytkowy poziom wodonośny występuje w osadach czwartorzędu, w części południowej w osadach mioceńskich, a głębiej zalegający poziom oligoceński występuje w części zachodniej i wschodniej.

Czwartorzędowe piętro wodonośne zasilane jest wodami opadowymi przesączającymi się przez półprzepuszczalne serie gliniasto-mułkowe. Wody wszystkich poziomów wodonośnych pozostają w więzi hydraulicznej, poziomy mioceński i oligoceński również są zasilane wodami opadowymi przesączającymi się przez gruby nakład osadów półprzepuszczalnych.

Najbardziej korzystny pod względem hydrogeologicznym wydaje się wariant lokalizacji obiektów potencjalnie szkodliwych lub uciążliwych dla środowiska w rejonie Jeziorany –

Kolonia Jeziorany, gdzie użytkowy poziom wodonośny występuje na głębokości 100–150 m, a stopień jego zagrożenia określono na bardzo niski.

Tereny objęte arkuszem Biskupiec pozostają w zasięgu trzech głównych zbiorników wód podziemnych: nr 213 Olsztyn, nr 208 – międzymorenowy zbiornik Biskupiec (część wschodnia) i nr 205 – Subzbiornik Warmia (część zachodnia). W 2011 roku rozpoczęto dokumentację zbiornika Warmia. Z chwilą udokumentowania zbiorników, a przede wszystkim określeniu stref ochronny i stref zasilania część obszarów wskazanych do ewentualnej lokalizacji obiektów szkodliwych dla środowiska lub mogących pogorszyć jego stan może zostać wykluczona z tego typu zagospodarowania.

Charakterystyka wyrobisk poeksploatacyjnych

Wyrobisko złoża ilów ceramiki budowlanej „Rukławki” jest rekultywowane na bieżąco. Nadkład tymczasowo zwałowany na zewnątrz złoża przeznaczony jest do zasypywania terenów poeksploatacyjnych przeznaczonych pod zalesienia. Przy przeznaczaniu części terenów poeksploatacyjnych na składowisko odpadów należy liczyć się z możliwością zawodnienia obiektu, a co za tym z kosztami jego odwodnienia i koniecznością trwałego odizolowania dopływu wód gruntowych. Warunkowym ograniczeniem jest ich położenie w granicach udokumentowanego złoża. Znaczną część starych wyrobisk zrekultywowano i zagospodarowano jako stawy rybne i pola uprawne.

W przypadku decyzji o lokalizacji w wyrobisku składowiska odpadów należy uwzględnić konieczność rozpoznania warunków geologiczno-inżynierskich i hydrogeologicznych obiektu oraz koszt wykonania przesłony podłoża i skarp – mineralnej lub syntetycznej.

X. Warunki podłoża budowlanego

Na obszarze arkusza Biskupiec dokonano oceny warunków geologiczno-inżynierskich podłoża budowlanego z pominięciem: obszarów występowania złóż kopalin, rezerwatu przyrody, obszarów leśnych, gleb chronionych klasy IIIaIVa, łąk na glebach pochodzenia organicznego i rejonów zwartej zabudowy. Obszary o korzystnych i niekorzystnych warunkach dla budownictwa wydzielone zostały na podstawie informacji zawartych na mapach: topograficznej, geologicznej (Morawski, 2009) i hydrogeologicznej (Bielecka, Wojciechowska, 2004).

Obszary o korzystnych warunkach dla budownictwa wyznaczono zgodnie z kryteriami określonymi w „Instrukcji...” (2005). Są to obszary wysoczyznowe, na których występują grunty spoiste: zwarte, półzwarte i twaroplastyczne, reprezentowane przez mało skonsolidowane i nieskonsolidowane gliny zwałowe zlodowacenia wisły oraz piaski gliniaste i piaski

o różnej granulacji, pochodzące ze zlodowaceń północnopolskich. Poziom wód gruntowych na tych obszarach utrzymuje się głębiej niż 2 m p.p.t. Obszary o warunkach korzystnych występują w postaci płątów różnej wielkości na całym badanym terenie. Największe obszary o warunkach korzystnych dla budownictwa występują w południowo-wschodniej części arkusza, w okolicy Biskupca.

Obszary o warunkach niekorzystnych, utrudniających budownictwo wyznaczono w rejonach występowania gruntów niespoistych w stanie luźnym (piaski drobne) i gruntów organicznych holocenijskich takich jak: torf, namuły torfiaste, namuły piaszczyste i mułki. Zwierciadło wody gruntowej na tych obszarach występuje zazwyczaj płycej niż 2 m p.p.t. Wody w utworach pochodzenia organicznego mogą być agresywne względem betonu i stali. Obszary o niekorzystnych warunkach budowlanych występują na równinach torfowych oraz w obniżeniach wytopiskowych. Niekorzystne warunki występują w dolinie rzeki Wadąg (Dymer) w południowej części obszaru arkusza (na zachód od miasta Biskupiec), Wipsówki i Biesówki w centralnej części (pomiędzy miejscowościami Biesowo i Droszewo) oraz rzeki Symsarny w północnej części arkusza (okolice Jezioran). Tereny utrudniające budownictwo występują też wzdłuż brzegów jezior: Luterskiego, Ławki, Tejstymy, Stryjewskiego, Wadąg i Dadaj. Na tych obszarach zwierciadło wody gruntowej występuje na głębokości około 1 m pod powierzchnią terenu. Na analizowanym obszarze zaznacza się rynnę glacytektoniczną rozdzielającą wysoczyznę i sandry, pomiędzy miejscowościami Wipsowo i Biskupiec. Osady tam występujące stwarzają warunki utrudniające budownictwo. W takim przypadku konieczne jest sporządzenie dokumentacji geologiczno-inżynierskiej poprzedzającej projekt budowlany.

Na obszarze arkusza wytypowano kilka obszarów predysponowanych do występowania ruchów masowych. Występują one na zboczach rynien jezior (np. jeziora Dadaj w okolicy Rukławek, jeziora Luterskiego) oraz na zboczach dolinek m.in. w rejonie Czerwonki i Droszewa i w okolicy Stryjewa (Grabowski red., 2007).

XI. Ochrona przyrody i krajobrazu

Walory przyrodniczo-krajobrazowe terenu objętego arkuszem Biskupiec są chronione poprzez ustanowienie: rezerwatu przyrody, obszarów chronionego krajobrazu, zespołu przyrodniczo-krajobrazowego, pomników przyrody i użytków ekologicznych.

W granicach arkusza Biskupiec znajduje leśny rezerwat przyrody „Dębowo” (tab. 2), który podlega ochronie częściowej. Rezerwat utworzony został w 1954 roku w celu zachowania ze względów naukowych i dydaktycznych lasu bukowego o cechach zespołu naturalnego,

będącego równocześnie najdalej wysuniętym na wschód naturalnym stanowiskiem tego gatunku. Jest to jeden z najstarszych rezerwatów utworzonych na terenie Pojezierza Mazurskiego. Jego całkowita powierzchnia wynosi 25,96 ha. Rezerwat znajduje się w kompleksie leśnym o zróżnicowanym składzie gatunkowym i strukturze wiekowej. Najcenniejsze fragmenty rezerwatu zajmują ponad dwustuletnie drzewa bukowe.

W obrębie obszaru arkusza znajdują się znaczne fragmenty dwóch obszarów chronionego krajobrazu – Dolina Symsarny i Pojezierza Olsztyńskiego. Utworzone one zostały rozporządzeniem Wojewody Warmińsko-Mazurskiego w 2003 r. W północnej i centralnej części obszaru arkusza rozciąga się fragment Obszaru Chronionego Krajobrazu Doliny Symsarny o powierzchni 19 329,8 ha, a na południe od niego znajduje się fragment OCHK Pojezierza Olsztyńskiego zajmujący 40 997,4 ha. Cechą charakterystyczną wymienionych obszarów są rozległe kompleksy lasów, torfowisk i bagien o zróżnicowanej florze i faunie. W ich granicach znajduje się znaczna część jezior Pojezierza Olsztyńskiego. W rzeźbie terenu dominują formy płaskie, piaszczyste i zabagnione równiny z jeziorami. W ekosystemach jeziornych występują liczne gatunki rzadkich roślin oraz wiele gatunków fauny, głównie ptactwa wodnego. Obszary chronionego krajobrazu spełniają ważną rolę w utrzymaniu równowagi stosunków wodnych i klimatycznych rejonu, a ze względu na bardzo malowniczy krajobraz przyciągają wielu turystów.

Na terenie gminy Biskupiec w 2000 roku został ustanowiony zespół przyrodniczo-krajobrazowy „Kobułckie Wzgórza” na powierzchni 2005 ha. Jego niewielki fragment znajduje się w południowo-wschodnim narożniku arkusza (tabela 6). Zespół ten został utworzony w celu ochrony dużego kompleksu wysokich (do 220 m n.p.m.) wzgórz morenowych porośniętych lasem. Obszar ten jest wododziałem między dorzeczem Krutyni, a zlewnią jeziora Dadaj. Występuje tu duża różnorodność flory i fauny.

Na obszarze arkusza Biskupiec znajduje się kilka cennych drzew lub grup drzew uznanych za pomniki przyrody żywej. Są to stare i okazałe dęby szypułkowe, lipy drobnolistne i cisy. W pobliżu miejscowości Kikity nad Jeziorem Luterskim znajdują się dwa głązy narzutowe, uznane za pomniki przyrody nieożywionej.

Kolejnym ważnym elementem podlegającym ochronie są użytki ekologiczne. Na obszarze arkusza Biskupiec w 1998 roku za użytki ekologiczne uznano jezioro „Galk” i jezioro „Korek” (tab. 6). Celem ochrony jest zachowanie śródleśnych jezior, które w korzystny sposób kształtują stosunki wodne oraz lokalny klimat, są też ostoją rzadkich i chronionych gatunków roślin i zwierząt.

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

Lp.	Forma ochrony	Miejscowość	Gmina Powiat	Rok zatwierdzenia	Rodzaj obiektu (powierzchnia w ha)
1	2	3	4	5	6
1	R	Bęsia (nadm. Mrągowo, obręb Stryjewe)	Biskupiec Olsztyn	1954	L – „Dębowo” (25,96)
2	P	Kikity (leśnictwo Kikity, oddz. 66)	Jeziorany Olsztyn	1952	Pn – G granitognejs szaroróżowy
3	P	Kikity (brzeg Jeziora Luterskiego)	Jeziorany Olsztyn	1986	Pn – G gład „Wodnik”
4	P	Kikity (leśnictwo Kikity, oddz. 47)	Jeziorany Olsztyn	1952	Pż – 3 cisy
5	P	Kikity (leśnictwo Kikity, oddz. 63 f)	Jeziorany Olsztyn	1992	Pż – lipa drobnolistna o sześciu pniach
6	P	Kolonia Kruzy	Kolno Olsztyn	1983	Pż – dąb szypułkowy
7	P	Ramsowo (przy drodze polnej)	Barczewo Olsztyn	1984	Pż – 2 cisy, 2 dęby szypułkowe
8	U	Kolonia Wilmy	Biskupiec Olsztyn	1998	„Korek” jezioro śródlądne (10,96)
9	U	Wipsowo	Biskupiec Olsztyn	1998	„Galk” jezioro śródlądne (4,23)
10	Z	Kolonia Biskupiec, Parleza Wielka	Biskupiec Olsztyn	2000	„Kobułkie Wzgórza” (2005)

Rubryka 2 – **R** – rezerwat, **P** – pomnik przyrody, **U** – użytk ekologiczny, **Z** – zespół przyrodniczo-krajobrazowy
 Rubryka 6 – rodzaj rezerwatu: **L** – leśny
 rodzaj pomnika przyrody: **Pż** – żywej, **Pn** – nieożywionej
 rodzaj obiektu: **G** – gład narzutowy

W Polsce realizowany jest program ECONET, którego celem jest przedstawienie obszarów o walorach przyrodniczych, mających najwyższą rangę krajową oraz europejską. Położenie arkusza Biskupiec na tle systemów ECONET (Liro, red., 1998) przedstawia figura 5.

Przez wschodnią część obszaru arkusza przebiega fragment międzynarodowego korytarza ekologicznego 7m – Mazurskiego. Na obszarze arkusza nie ma terenów chronionych w ramach systemu Natura 2000.

Gleby chronione występujące głównie w centralnej i północnej części obszaru arkusza oraz na południowy-zachód od miasta Biskupiec należą do klas bonitacyjnych IIIa, IIIb i IVa. W obrębie gleb chronionych występują gleby kompleksu pszennego dobrego, żytniego bardzo dobrego i żytniego wadliwego. Pod względem typologicznym są to gleby brunatne właściwe, brunatne wylugowane i kwaśne, a pod względem składu granulometrycznego są to w przeważającej części gliny lekkie, średnie oraz pyły. Na niewielkich obszarach występują ponadto piaski gliniaste mocne zalegające na glinie lekkiej. W obrębie gleb organicznych przeważają gleby: torfowe, murszowo-torfowe, murszowo-mineralne i murszowate.

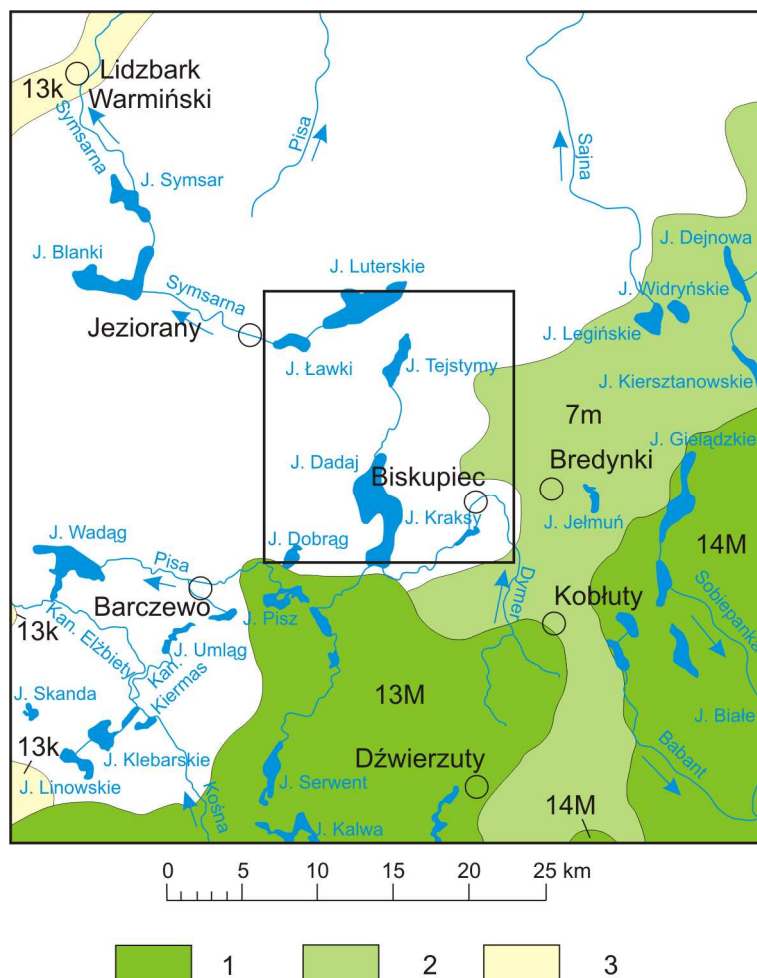


Fig. 5. Położenie arkusza Biskupiec na tle systemu ECONET (Liro red., 1998)

System ECONET

1 – obszar węzłowy o znaczeniu międzynarodowym, jego numer i nazwa: 13M – obszar Zachodniomazurski, 14M – Puszczy Piskiej; 2 – międzynarodowy korytarz ekologiczny, jego numer i nazwa: 7m – Mazurski; 3 – korytarz ekologiczny o znaczeniu krajowym, jego numer i nazwa: 13k – Łyny

Lasy zajmują niewiele ponad 25% całego badanego obszaru. Największy kompleks leśny jest zlokalizowany w południowo-zachodniej części obszaru arkusza, pomiędzy miejscowościami Zerbuń, Wipsowo i Ramsowo. Poza tym lasy zajmują niewielkie przestrzenie. Cechą charakterystyczną zespołów leśnych jest dość duży udział monokultur iglastych. Panujące warunki klimatyczne i glebowe sprawiają, że głównym gatunkiem jest: sosna, świerk, brzoza, dąb, olsza, modrzew, grab i jesion.

XII. Zabytki kultury

Na obszarze arkusza Biskupiec najstarsze ślady bytności człowieka pochodzą sprzed około 9000 lat. Z tego okresu pochodzą osadzone w strzałach i dziurach kościane ostrza. Najwięcej stanowisk archeologicznych wpisanych do rejestru, stanowiących dużą wartość poznawczą przedstawiają ślady osadnictwa bądź osady od okresu neolitu poprzez epokę ka-

mienia, brązu, żelaza, aż po okres nowożytny. W miejscowości Biesowo (w centralnej części obszaru badań) znajduje się kurhan z brukiem kamiennym, w Czerwonce grodzisko wyżynne i wysoczyznowe. Dobrze zbadane są tereny wokół jeziora Dadaj i tam odkryto grodziska kultury pruskiej z okresu od IX do XII w. Najwięcej prac wykopaliskowych było prowadzonych w okolicy miejscowości Biskupiec, gdzie zachowały się fragmenty wczesnośredniowiecznego i nowożytnego miasta, cmentarzyska różnych wyznań oraz osady od kultury sznurowej z okresu neolitu poprzez średniowiecze aż po okres nowożytny.

W granicach arkusza znajdują się miasto Biskupiec oraz fragmenty miast Jeziorany i Kolno. Miasto Biskupiec znajduje się w południowo-wschodniej części obszaru arkusza w zakolu rzeki Wadąg. W pobliżu miasta przebiega granica historyczna pomiędzy Warmią i Mazurami. Biskupiec otrzymał prawa miejskie w 1395 r. Miasto wielokrotnie dotykały epidemie dziesiątkujące ludność oraz pożary i zniszczenia wojenne. Większość zabytków znajduje się w granicach strefy ochrony konserwatorskiej i są to: założenia urbanistyczne miasta, ratusz, kościół parafialny pw. św. Jana Chrzciciela, murowany, gotycki z około 1580 r., barokowe ogrodzenie, plebania, kościół ewangelicki (obecnie rzymsko-katolicki) pw. św. Karoliny, cmentarz ewangelicko-augsburski, budynek dawnego starostwa oraz zespół kilkudziesięciu kamieniczek w centrum miasta. Poza tym do rejestru zabytków wpisano wieżę ciśnień i dwie kapliczki przydrożne.

Jeziorany położone są w północno-zachodniej części obszaru arkusza nad rzeką Symarną. Miasto powstało w drugim etapie kolonizacji Prus, po podboju krzyżackim, a prawa miejskie otrzymało w 1338 r. Miasto było niszczone przez liczne pożary. Do dziś w mieście przetrwały liczne zabytki, które zostały objęte ochroną konserwatorską. W większości znajdują się one w granicach sąsiedniego arkusza Jeziorany, natomiast w granicach arkusza Biskupiec zachowały się: część założenia układu urbanistycznego miasta, cmentarz ewangelicki i brama cmentarna, cmentarz rzymsko-katolicki, bramy cmentarne i barokowe ogrodzenie cmentarza z drugiej połowy XVIII wieku oraz kaplica Św. Krzyża.

W północno-wschodnim narożniku obszaru arkusza znajduje się miasto Kolno założone w 1359 r. przez biskupa warmińskiego. W Kolnie do rejestru zabytków wpisane są: kościół pw. Trzech Króli i św. Anny z XIV wieku o barokowym wystroju wnętrza, ogrodzenie kościoła i neogotycka kaplica cmentarna z XX wieku.

Do ciekawszych zabytków na opisywanym obszarze należą kościoły: pw. św. Walentego z początku XX wieku w Piszewie, pw. św. Antoniego Padewskiego w Biesowie, ewangelicko-augsburski w Czerwonce oraz barokowy z XVIII wieku pw. Św. Andrzeja Apostoła

z cmentarzem w Ramsowie. Kaplice zabytkowe można obejrzeć w Czerwonce i Najdymowie. Na obszarze arkusza do rejestru zabytków wpisano także kilka kapliczek przydrożnych zlokalizowanych w miejscowościach: Kikity, Miejska Wieś, Żerbuń, Rzeck i Dadaj.

W Górowie znajduje się zespół dworski złożony z dworu i parku, a w Górkowie cmentarz z okresu I wojny światowej. Do rejestru zabytków wpisano także cmentarz ewangelicki i zespół dworski z XIX wieku, w tym: dwór, stajnię i park z aleją dojazdową w Tejstymach, dawny zajazd w Biesowie, pałac barokowy z XVIII w., wiatrak holenderski, czworaki i park w Bęsi, zespół dworski klasycystyczny z końca XVIII w. z parkiem w Droszewie oraz dwory w miejscowości Nasy i Kiersztanowo. W Dadaju opieką konserwatorską objęto park podworski.

XIII. Podsumowanie

Obszar arkusza Biskupiec położony jest w województwie warmińsko-mazurskim, w powiecie olsztyńskim. Znajduje się leży w obrębie mezoregionów Pojezierze Olsztyńskie i Pojezierze Mrągowskie. Największą miejscowością na omawianym terenie jest miasto Biskupiec. Ludność zamieszkująca ten obszar znajduje zatrudnienie w rolnictwie, rzemiośle, handlu i usługach oraz w turystyce.

Na opisywanym obszarze aktualnie udokumentowanych jest siedem złóż kopalin pospolitych, w tym sześć złóż piasków i żwirów oraz jedno iłów ceramiki budowlanej. W 2010 roku eksploatowane były iły ceramiki budowlanej ze złoża „Rukławki”. Kopalina jest wykorzystywana na potrzeby miejscowej ludności.

Na obszarze arkusza Biskupiec wyznaczono kilka obszarów perspektywicznych piasków i żwirów, kredy jeziornej oraz torfów.

Stan ekologiczny większych rzek i jezior na opisywanym obszarze określono w 2009 roku jako umiarkowany. Głównym poziomem użytkowym, z którego zaopatrywana jest ludność miejscowa w wodę, jest poziom czwartorzędowy.

Gleby należą przeważnie do klas bonitacyjnych IIIa, IIIb i IVa. Opisywany teren odznacza się walorami krajobrazowo-przyrodniczymi. Występują tu: rezerwat przyrody „Dębowo”, Obszary Chronionego Krajobrazu „Dolina Symsarny” i „Pojezierza Olsztyńskiego”, zespół przyrodniczo-krajobrazowy, pomniki przyrody oraz użytki ekologiczne.

Na terenie objętym arkuszem Biskupiec wskazano obszary rekomendowane do składowania odpadów obojętnych i komunalnych. Naturalną barierę geologiczną dla składowisk odpadów obojętnych stanowią gliny zwałowe zlodowaceń północnopolskich (wisły), miej-

scami podścielone glinami starszych zlodowaceń. Wskazane obszary zlokalizowane są na terenie gmin: Jeziorany, Kolno, Barczewo i Biskupiec.

Obszary rekomendowane do składowania odpadów komunalnych wskazano w granicach powierzchniowego występowania ilów i mułków zastoiskowych zlodowacenia wisły w rejonie Rukławki – Kolonia Rukławki w gminie Biskupiec i Kolonii Tłokowo w gminie Jeziorany. Dominująca część analizowanego terenu charakteryzuje się słabą lub nieciągłą izolacją głównego poziomu wodonośnego od zanieczyszczeń powierzchniowych. Stopień zagrożenia wód użytkowego poziomu wodonośnego występującego przeważnie na głębokości 15–50 m określono na średni, podrzędnie bardzo niskim. Teoretycznie na składowisko odpadów można przeznaczyć część terenów poeksploatacyjnych złoża ilów ceramiki budowlanej „Rukławki”. Należy jednak liczyć się z problemami dopływu wód gruntowych.

Wytypowane obszary przy analizowaniu funkcji gospodarczej terenów w planowaniu przestrzennym mogą być rozpatrywane jako miejsca lokalizacji inwestycji szkodliwych dla środowiska i zdrowia ludzi bądź pogarszających stan środowiska. Wskazane tereny spełniają w tym zakresie ogólne wymogi ochrony środowiska ujęte w ustawodawstwie polskim.

Walory przyrodnicze, obszary leśne, czyste zbiorniki wodne oraz liczne zabytki pozwalają upatrywać przyszłość tego obszaru w turystyce, agroturystyce i związanych z nią usługach. Samorządy terytorialne powinny dążyć do ochrony i wzbogacania tych walorów. W celu uniknięcia zanieczyszczenia wód podziemnych konieczne jest dostosowanie istniejących gminnych wysypisk odpadów komunalnych do obowiązujących norm.

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.
- BANDURSKA-KRYŁOWICZ H., 1983 – Sprawozdanie z prac poszukiwawczych złóż kredy jeziornej we wschodniej części województwa olsztyńskiego. *Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol. Warszawa.*
- BIELECKA H., WOJCIECHOWSKA R., 2004 – Mapa hydrogeologiczna Polski 1:50 000 wraz z objaśnieniami arkusz Biskupiec (139). *Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol. Warszawa.*

- BIRCH G., SIAKA M., OWENS C. (2001) — The source of anthropogenic heavy metals in fluvial sediments of a rural catchment: Coxs River, Australia. *Water, Air & Soil Pollution*, 126 (1-2): 13 – 35.
- BOJAKOWSKA I., SOKOŁOWSKA G. (1996) — Heavy metals in the Bystrzyca river flood plain. *Geological Quarterly*, 40 (3): 467-480.
- BOJAKOWSKA I., SOKOŁOWSKA G., LEWANDOWSKI P. (1995) – Metale ciężkie w glebach tarasów zalewowych Pisi. *Prz. Geol.* 44 (1), 75, 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.
- CZOCHAL S., PIWOCKA K., 1982 – Sprawozdanie z badań objętych projektem nr 1 dla określenia warunków występowania serii piaszczysto-żwirowej we wschodniej i południowej części województwa olsztyńskiego. *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 hydro-carbons (PAH) and heavy metals in floodplain sediments from the Rhine River (Hessische Ried, Germany). *Applied Geochemistry* 16: 1707–1721.
- GRABOWSKI D. (red.), MORAWSKI W., POCHOCKA-SZWARC K., 2007 – System Osłony Przeciwosuwiskowej Etap I: Mapa osuwisk i obszarów predysponowanych do występowania ruchów masowych w województwie warmińsko-mazurskim. *Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.*
- HOWSAM M., JONES K., 1998 – Sources of PAHs in the environment. In: *PAHs and related compounds*. Springer-Verlag. Berlin Heidelberg, p. 137-174.
- Instrukcja** opracowania Mapy geośrodowiskowej Polski w skali 1:50 000. 2005. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- JURCZAK-DRABEK A, 2006 – Mapa geologiczno-gospodarcza Polski w skali 1:50000. Arkusz Biskupiec. *Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.*
- KLECZKOWSKI A. S. (red.), 1990 – Mapa obszarów głównych zbiorników wód podziemnych (GZWP) w Polsce wymagających szczególnej ochrony, skala 1: 500 000. Akademia Górniczo – Hutnicza w Krakowie.

- KOKOCIŃSKI M., KOKOCIŃSKA F., 1984 – Karta rejestracyjna złoża kruszywa naturalnego grubego, piaskowo-żwirowego w miejscowości Biskupiec. Arch. Geol. Urzędu Marszałkowskiego w Olsztynie.
- KOKOCIŃSKI M., MACKIEWICZ I., 1991 – Karta rejestracyjna złoża kruszywa naturalnego (piasku ze żwirem i żwiru) w miejscowości Biskupiec-Zameczek. Arch. Geol. Urzędu Marszałkowskiego w Olsztynie.
- KONDRACKI J., 2001 – Geografia regionalna Polski. PWN, Warszawa.
- KWAŚNIEWSKA J., 1983 – Czwartorzędowe osady węglanowe województwa olsztyńskiego. Arch. Przedsiębiorstwa 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 – Koncepcja krajowej sieci ekologicznej ECONET-POLSKA. Fundacja IUCN Poland, Warszawa.
- LIS J., PASIECZNA A., 1995 – Atlas geochemiczny Polski 1:2 500 000. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
- LIU H., PROBST A. LIAO B. (2005) – Metal contamination of soils and crops affected by the Chenzhou lead/zinc mine spill (Hunan, China). *Sci Total Environ.* 339(1-3):153–166, 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.

- 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.
- MORAWSKI W., 2009 – Szczegółowa mapa geologicznej Polski w skali 1:50 000. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
- MUSZYŃSKA E., 1991 – Sprawozdanie z prac poszukiwawczych złóż kredy jeziornej w północnej części województwa olsztyńskiego. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
- NOWAKOWSKI C., SZELEWICKA A., CZERWIŃSKA M., SUCHARZEWSKA M., WĘGRZYN A., 2007 – Dokumentacja określająca warunki hydrogeologiczne dla ustanowienia obszaru ochronnego zbiornika wód podziemnych Olsztyn (GZWP nr 213). Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol. 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. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
- PACZYŃSKI B. (red.), 1995 – Atlas hydrogeologiczny Polski 1:500 000. PIG Warszawa.
- PACZYŃSKI B., SADURSKI A. (red.), 2007 – Hydrogeologia regionalna Polski. 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.
- Raport** o stanie środowiska województwa warmińsko-mazurskiego w roku 2007. 2008. Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Olszynie.

- Raport** o stanie środowiska województwa warmińsko-mazurskiego w roku 2010. 2011. Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Olszynie.
- Rozporządzenie** Ministra Środowiska z dnia 16 kwietnia 2002 r. we sprawie rodzajów oraz stężeń substancji, które powodują, że urobek jest zanieczyszczony. Dziennik Ustaw nr 55 poz. 498 z dnia 14 maja 2002 r.
- Rozporządzenie** Ministra Środowiska z dnia 9 września 2002 r. w sprawie standardów jakości gleby oraz standardów jakości ziemi. Dziennik Ustaw nr 165, poz. 1359, z dnia 4 października 2002 r.
- Rozporządzenie** Ministra Środowiska z dnia 24 marca 2003 r. w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących lokalizacji, budowy, eksploatacji i zamknięcia, jakim powinny odpowiadać poszczególne typy składowisk odpadów. Dziennik Ustaw nr 61, poz. 549 z dnia 10 kwietnia 2003 r.
- Rozporządzenie** Ministra Środowiska z dnia 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. Dziennik Ustaw nr 32, poz. 284, z dnia 1 marca 2004 r.
- Rozporządzenie** Ministra Środowiska z dnia 20 sierpnia 2008 r. w sprawie sposobu klasyfikacji stanu jednolitych części wód powierzchniowych, Dziennik Ustaw nr 162, poz. 1008, z dnia 10 września 2008 r.
- Rozporządzenie** Ministra Środowiska z dnia 26 lutego 2009 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących lokalizacji, budowy, eksploatacji i zamknięcia, jakim powinny odpowiadać poszczególne typy składowisk odpadów. Dziennik Ustaw nr 39, poz. 320 z dnia 13 marca 2009 r.
- SJÖBLOM A, HÅKANSSON K., ALLARD B. 2004 – River water metal speciation in a mining region – the influence of wetlands, limning, tributaries, and groundwater. *Water, Air, and Soil Pollution* 152: 173-194.
- STRZELCZYK G., 1975a – Karta rejestracyjna złoża kruszywa naturalnego do nawierzchni drogowych w rejonie miejscowości Kikity woj. olsztyńskie. Archiwum Warmińsko-Mazurskiego Urzędu Marszałkowskiego, Olsztyn.
- STRZELCZYK G., 1975b – Karta rejestracyjna złoża kruszywa naturalnego do nawierzchni drogowych w rejonie miejscowości Biesówko woj. olsztyńskie. Archiwum Warmińsko-Mazurskiego Urzędu Marszałkowskiego, Olsztyn.

- STRZELCZYK G., 1978 – Dokumentacja geologiczna złoża kruszywa naturalnego w kat. C₂ w rejonie „Biesówko II”. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
- STRZELECKI R., WOŁKOWICZ S., SZEWCZYK J., LEWANDOWSKI P., 1993 – Mapy radioekologiczne Polski Część I: Mapa mocy dawki promieniowania gamma w Polsce; Mapa stężeń cezu w Polsce. Skala 1:750000. Wyd. Państw. Instyt. Geol. Warszawa.
- STRZELECKI R., WOŁKOWICZ S., SZEWCZYK J., LEWANDOWSKI P., 1994 – Mapy radioekologiczne Polski Część II: Mapy koncentracji uranu, toru i potasu w Polsce. Wyd. Państw. Instyt. Geol. Warszawa.
- SZUFLICKI M., MALON A., TYMIŃSKI M. (red), 2011 – Bilans zasobów kopalin i wód podziemnych w Polsce wg stanu na 31.12.2010 r. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- 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.
- TOLKANOWICZ E., ŻUKOWSKI K. 2001 – Mapa węglanowych osadów jeziornych województwa warmińsko-mazurskiego w skali 1:200 000. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
- TULSKA I., 1970 – Orzeczenie o możliwości występowania złoża kruszywa naturalnego w rejonach: Łąka Dymarska-Kobuły, Jełmuń i Węgaj, pow. Biskupiec i Mrągowo, woj. olsztyńskie. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
- Ustawa** o odpadach z dnia 27 kwietnia 2001 r. Dziennik Ustaw nr 185, poz. 1243 z dnia 5 października 2010 r.
- VINK J. (2009) – The origin of speciation: Trace metal kinetics over natural water/sediment interfaces and the consequences for bioaccumulation. *Environmental Pollution* 157: 519–527.
- WENG H., CHEN X. (2000) – Impact of polluted canal water on adjacent soil and groundwater systems. *Environmental Geology* vol. 39 (8): 945-950.
- WILDI W., DOMINIK J., LOIZEAU J., THOMAS R. FAVARGER P. HALLER L., PERROUD A., PEYTREMANN C. 2004. River, reservoir and lake sediment contamination by heavy metals downstream from urban areas of Switzerland. *Lakes & Reservoirs: Research & Management* 9 (1): 75–87.
- WISZNIEWSKI W. (red.), 1973 – Atlas klimatyczny Polski. IMGW. Warszawa.

ZAPRZELSKI Z., 2009a – Dodatek nr 1 do dokumentacji geologicznej w kategorii C₂ złoża kruszywa naturalnego „Biesówko II”. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.

ZAPRZELSKI Z., 2009b – Dokumentacja geologiczna w kat. C₁ złoża kruszywa naturalnego piasku ze żwirem „Biesówko III”. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.

ZEMBRZYCKA D., 1962 – Dokumentacja geologiczna złoża ilów ceramiki budowlanej w Rukławkach pow. Biskupiec Raszelski. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol. Warszawa.