

**PAŃSTWOWY INSTYTUT GEOLOGICZNY**  
**PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY**  

---

**OPRACOWANIE ZAMÓWIONE PRZEZ MINISTRA ŚRODOWISKA**

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

**Arkusz DOBRE MIASTO (137)**



MINISTERSTWO  
ŚRODOWISKA

Warszawa 2012

Autorzy planszy A: Robert Formowicz\*, Katarzyna Strzezińska\*,  
Autorzy planszy B: Izabela Bojakowska\*, Paweł Kwecko\*, Hanna Tomassi-Morawiec\*  
Krystyna Wojciechowska\*\*

Główny koordynator MGŚP: Małgorzata Sikorska-Maykowska\*  
Redaktor regionalny planszy A: Katarzyna Strzezińska\*  
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 POLGEOŁ SA, ul. Berezyńska 39, 03-908 Warszawa

ISBN...

## Spis treści

I. Wstęp ( <i>Robert Formowicz</i> ).....	3
II. Charakterystyka geograficzna i gospodarcza ( <i>Robert Formowicz, Katarzyna Strzemińska</i> ) ..	4
III. Budowa geologiczna ( <i>Katarzyna Strzemińska</i> ).....	7
IV. Złoża kopalin ( <i>Robert Formowicz, Katarzyna Strzemińska</i> ).....	10
V. Górnictwo i przetwórstwo ( <i>Robert Formowicz, Katarzyna Strzemińska</i> ) .....	15
VI. Perspektywy i prognozy występowania kopalin ( <i>Robert Formowicz</i> ) .....	16
VII. Warunki wodne ( <i>Robert Formowicz, Katarzyna Strzemińska</i> ) .....	18
1. Wody powierzchniowe.....	18
2. Wody podziemne.....	20
VIII. Geochemia środowiska.....	23
1. Gleby ( <i>Paweł Kwecko</i> ).....	23
2. Osady ( <i>Izabela Bojakowska</i> ).....	25
3. Pierwiastki promieniotwórcze ( <i>Hanna Tomassi-Morawiec</i> ) .....	28
IX. Składowanie odpadów ( <i>Krystyna Wojciechowska</i> ).....	31
X. Warunki podłoża budowlanego ( <i>Katarzyna Strzemińska</i> ) .....	37
XI. Ochrona przyrody i krajobrazu ( <i>Katarzyna Strzemińska, Robert Formowicz</i> ).....	39
XII. Zabytki kultury ( <i>Katarzyna Strzemińska, Robert Formowicz</i> ).....	44
XIII. Podsumowanie ( <i>Robert Formowicz, Krystyna Wojciechowska</i> ).....	46
XIV. Literatura .....	48

## I. Wstęp

Arkusze Dobrych Miejsc Mapy geosrodowiskowej Polski w skali 1:50 000 (MGŚP) zostały wykonane w Oddziale Górnośląskim Państwowego Instytutu Geologicznego – Państwowego Instytutu Badawczego w Sosnowcu (plansza A) oraz w Państwowym Instytucie Geologicznym – Państwowym Instytucie Badawczym w Warszawie i Przedsiębiorstwie Geologicznym POLGEOL w Warszawie (plansza B) w latach 2011–2012. Przy jego opracowywaniu wykorzystano materiały archiwalne i informacje zamieszczone na arkuszu Dobrych Miejsc Mapy geologiczno-gospodarczej Polski w skali 1:50 000 wykonanym w Oddziale Górnośląskim Państwowego Instytutu Geologicznego (Strzezińska, Formowicz, 2006). Niniejsze opracowanie powstało zgodnie z „Instrukcją opracowania Mapy geosrodowiskowej Polski w skali 1:50 000” (Instrukcja..., 2005) na podkładzie topograficznym w układzie „1942”.

Mapa składa się z dwóch plansz. Plansza A zawiera zaktualizowane treści Mapy geologiczno-gospodarczej zgrupowane w następujących warstwach informacyjnych: kopaliny, górnictwo i przetwórstwo kopalin, wody powierzchniowe i podziemne, warunki podłoża budowlanego oraz ochrona przyrody i zabytków kultury.

Dane i oceny geosrodowiskowe 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 pomoc przy wykonywaniu wojewódzkich, powiatowych i gminnych programów ochrony środowiska oraz planów gospodarki odpadami.

Opracowanie wykonano na podstawie analizy materiałów archiwalnych, publikacji oraz konsultacji i uzgodnień dokonanych w archiwach Urzędu Marszałkowskiego w Olsztynie i Starostwa Powiatowego w Olsztynie, Centralnym Archiwum Geologicznym Państwowego Instytutu Geologicznego – Państwowego Instytutu Badawczego w Warszawie oraz w Regionalnej Dyrekcji Ochrony Środowiska w Olsztynie Instytucie i w Wojewódzkim Urzędzie Ochrony Zabytków w Olsztynie. Wykorzystane zostały również informacje uzyskane w siedzibach nadleśnictw oraz w urzędach gmin.

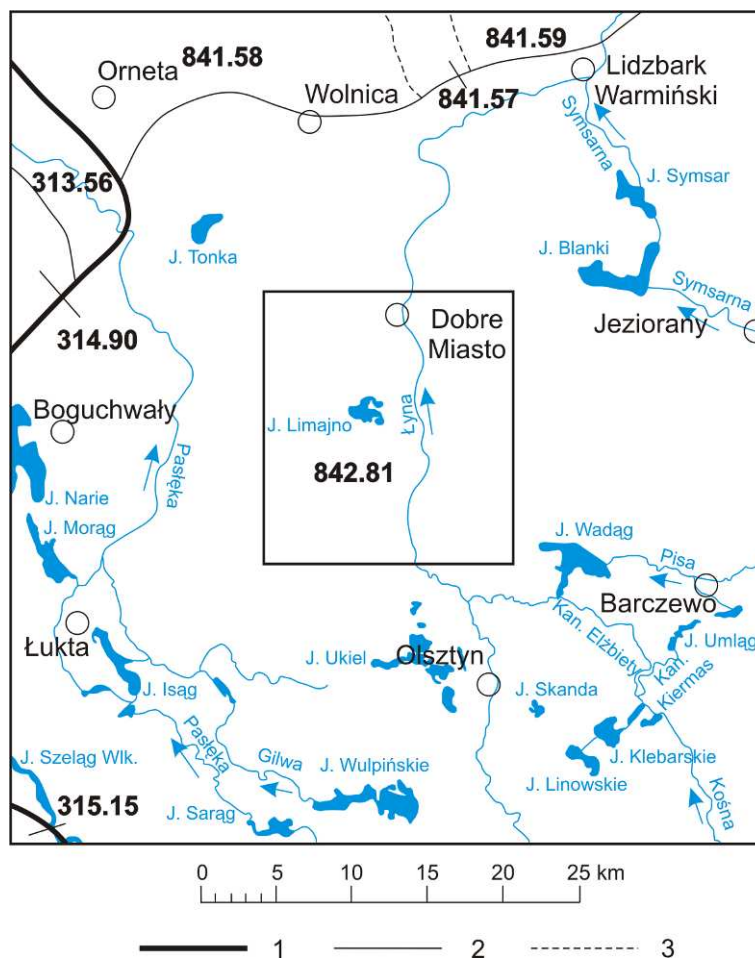
Zebrane informacje uzupełniono zwiadem terenowym przeprowadzonym we lipcu 2011 roku. Mapa wykonana jest w wersji cyfrowej.

## **II. Charakterystyka geograficzna i gospodarcza**

Obszar arkusza Dobre Miasto ograniczony jest następującymi współrzędnymi geograficznymi: 20°15' i 20°30' długości geograficznej wschodniej oraz 53°50' i 54°00' szerokości geograficznej północnej. Administracyjnie omawiany teren znajduje się w środkowej części województwa warmińsko-mazurskiego i obejmuje północno-zachodnią część powiatu olsztyńskiego (gminy: Dobre Miasto, Dywity, Jonkowo i Świątki) oraz niewielki fragment powiatu lidzbarskiego (gmina Lubomino).

Według podziału Polski na jednostki fizycznogeograficzne Kondrackiego (2001) obszar arkusza leży w północnej części mezoregionu Pojezierza Olsztyńskiego, należącego do makroregionu Pojezierza Mazurskiego (prowincja Niż Wschodniobałtycko-Białoruski, podprowincja Pojezierza Wschodniobałtyckie) (fig. 1).

W krajobrazie omawianego terenu wyróżnić można trzy główne jednostki geomorfologiczne: wysoczyznę morenową, dolinę Łyny i równinę sandrową. Wysoczyzna morenowa faliasta tworzy zasadniczą część obszaru arkusza, głównie w jego zachodniej i południowo-wschodniej partii. Jej powierzchnia jest dość zróżnicowana hipsometrycznie od około 100 m n.p.m. na północy obszaru arkusza do około 170 m n.p.m. w części południowej. Moreny czołowe akumulacyjne budują ciąg wzgórz recesyjnej strefy czołowomorenowej lądolodu fazy pomorskiej (stadiału górnego zlodowacenia Wisły), ciągnący się w południowo-zachodniej części obszaru arkusza na linii Gołogóra–Łomy–Bukwałd–Cerkiewnik. Są to na ogół duże wzgórza, o wysokościach względnych przekraczających zwykle 10,0 m, stanowiące kulminacje terenu. Rozległe równiny sandrowe rozciągają się na wschód od Dobrego Miasta (Zieliński, 1993).



**Fig.1. Położenie arkusza Dobre Miasto na tle jednostek fizycznogeograficznych wg J. Kondrackiego (2001)**

1 – granica prowincji, 2- granica makroregionu, 3 – granica mezoregionu,

Prowincja: Niz Wschodniobałtycko-Białoruski:

Podprowincja Pobrzeże Wschodniobałtyckie: Mezoregiony Niziny Staropruskiej: 841.57 – Wzniesienia Górowskie; 841.58 – Równina Ornecka; 841.59 – Nizina Sępopolska

Podprowincja Pojezierza Wschodniobałtyckie: Mezoregiony Pojezierza Mazurskiego: 842.81 – Pojezierze Olsztyńskie

Prowincja: Niz Środkowoeuropejski:

Podprowincja Pobrzeża Południobałtyckie: Mezoregiony Pobrzeża Gdańskiego: 313.56 – Równina Warmińska

Podprowincja Pojezierza Południobałtyckie: Mezoregiony Pojezierza Iławskiego: 314.90 – Pojezierze Iławskie

Mezoregiony Pojezierza Chełmińsko-Dobrzyńskiego: 315.15 – Garb Lubawski

Powierzchnia sandru, wznosząca się na wysokości około 90–120 m n.p.m., jest dość urozmaicona – rozcięta przez dolinki niewielkich cieków oraz liczne zagłębienia powstałe po martwym lodzie wypełnione torfami i namułami. Wysokości względne obszarów sandrowych dochodzą do kilku metrów. Wyróżniający się element krajobrazu stanowi dolina Łyny (70–90 m n.p.m.). Na zachód od niej teren wznosi się do wysokości około 190 m n.p.m., natomiast na wschodzie do 170 m n.p.m. W zachodniej części obszaru przeważają gliny zwałowe. Część wschodnia przykryta jest osadami wodnolodowcowymi, tworzącymi równinę sandrową. W krajobrazie wyodrębniają się liczne wzniesienia i pagórki morenowe oraz formy akumulacji szczelinowej, świadczące o młodoglacjalnej rzeźbie tego obszaru. Deniwelacje terenu do-

chodzą do 120 m. Najwyżej położone jest wzgórze morenowe w okolicy wsi Łomy w południowo-zachodniej części obszaru arkusza, wznoszące się na wysokość około 190 m n.p.m. Najniżej znajduje się dolina Łyny w Dobrym Mieście (71,4 m n.p.m.) oraz obszar na północ od niego (78,5 m n.p.m.).

Rolnictwo pełni funkcję wiodącą na tym terenie. Dominuje gospodarka oparta na zakładach byłych Państwowych Gospodarstw Rolnych, jednak znaczna część areału nie jest obecnie użytkowana rolniczo. W ograniczonym zakresie prowadzona jest hodowla bydła i trzody chlewnej. Jedynym ośrodkiem miejskim jest Dobre Miasto położone nad Łyną w północnej części obszaru arkusza i tu koncentruje się większość zakładów przemysłowych. Są to m.in.: Zakłady Cukiernicze „Jutrzenka-Dobre Miasto”, producent maszyn rolniczych „Warfama”, producent osprzętu dla telekomunikacji „Synergis”. Pozostałe zakłady wytwórcze i usługowe prowadzą działalność związaną z przetwórstwem rolno-spożywczym i przemysłem drzewnym. W Dobrym Mieście zlokalizowana jest podstrefa Warmińsko-Mazurskiej Specjalnej Strefy Ekonomicznej, w której funkcjonuje coraz więcej podmiotów gospodarczych.

Na omawianym obszarze znajduje się kilkanaście wsi, z których największe są Dywity (siedziba gminy), liczące około 1600 mieszkańców. Pozostałe wsie są niewielkie, a ich liczebność nie przekracza 500 mieszkańców.

Lasy porastają około 25% powierzchni omawianego arkusza. Największe kompleksy leśne rozciągają się w dolinie rzeki Łyny oraz w północnej części arkusza. Gleby chronione klas II, IIIa, III i IVa zajmują około 60% powierzchni arkusza. Największe kompleksy gleb chronionych znajdują się w zachodniej, północno-zachodniej i wschodniej części obszaru. Na bazie dobrych gleb rozwinęło się tu intensywne rolnictwo. Wśród upraw dominują: zboża, warzywa oraz buraki. W dolinie rzeki Łyny oraz w dolinkach mniejszych cieków rozciągają się łąki na glebach organicznych. Pokrywają one kilka procent powierzchni terenu.

Omawiany obszar pod względem klimatycznym należy do klimatu pojeziernego, który charakteryzuje się cechami przejściowymi między klimatem kontynentalnym a morskim. Dzięki dużej powierzchni jezior roczne amplitudy temperatur uległy zmniejszeniu, a powietrze odznacza się większą wilgotnością. Charakterystyczne dla tego obszaru są niskie temperatury, częste przymrozki, zarówno wczesne jak i późne, oraz występowanie silnych wiatrów. Najzimniejszym miesiącem jest grudzień, ze średnią temperaturą  $-2,5^{\circ}\text{C}$ , zaś najcieplejszym lipiec ze średnią temperaturą  $+17,7^{\circ}\text{C}$ . Opady atmosferyczne w ciągu roku kształtują się na poziomie 550–650 mm. Roczna ilość dni z opadami wynosi 160–170 (najwięcej w lipcu). Okres wegetacyjny trwa 160–190 dni, ale różnice w jego długości mogą dochodzić w poszczególnych latach nawet do kilku tygodni. Przeważają wiatry zachodnie.

Przez teren arkusza przebiega droga krajowa nr 51 Olsztynek – Olsztyn – Bezledy oraz drogi wojewódzkie: nr 530 z Ostródy do Dobrego Miasta i nr 593 z Miłakowa przez Dobre Miasto do Reszla. Dobrze rozwinięta jest sieć dróg lokalnych. Z południa na północ obszar arkusza przecina linia kolejowa Olsztyn – Braniewo.

### **III. Budowa geologiczna**

Obszar objęty arkuszem Dobre Miasto położony jest na obrzeżu syneklizy perybałtyckiej. Najstarszymi utworami są osady paleozoiczne o kilkusetmetrowej miąższości, stwierdzone na głębokości około 2000 m. Nad nimi zalegają utwory mezozoiczne, których sumaryczna miąższość nie przekracza 700 m. Bezpośrednim podłożem osadów kenozoicznych są skały węglanowe (wapienie i gezy margliste, miejscami piaszczyste) kredy górnej stwierdzone na głębokościach 250–350 m p.p.t. (Rumiński, 2003).

Utwory trzeciorzędu rozpoznane zostały na całym obszarze arkusza. Utwory paleocenu i eocenu znane są jedynie z otworu Pistki (otw. 70). Paleoceńskie szaro-zielone piaski margliste i mułki z wkładkami czertów nawiercono na głębokości 272,8–293,6 m (nie przewiercono). Do eocenu zaliczono, nawiercone na głębokości 220,0–272,8 m, piaski drobno- i średnioziarniste, mułki piaszczyste i ily o barwie szarozielonej. Piaski i mułki glaukonitowe oligocenu w otworze Pistki stwierdzone zostały na głębokości 121,0–220,0 m. Są to szarozielone i zielone, miejscami brunatne piaski, mułki i ily, często z konglomeratami fosforytów. W Komalwach oligoceńskie mułki glaukonitowe (zielonoszare) występują bezpośrednio pod osadami czwartorzędu. Występowanie osadów paleocenu w południowej części głębokiej struktury dolinnej, rozcinającej powierzchnię podczwartorzędową, nie zostało stwierdzone w żadnym z otworów wiertniczych. Udokumentowano je natomiast na obszarze sąsiednim (ark. Olsztyn) i na tej podstawie określono prawdopodobną strefę występowania osadów paleocenu na terenie arkusza Dobre Miasto. Utwory mioceńskie na prawie całej powierzchni obszaru arkusza stanowią bezpośrednie podłoże czwartorzędu. Wysokość stropu utworów miocenu wykazuje duże zróżnicowanie – od około 140 m p.p.m. w obniżeniu podłoża podczwartorzędowego („doliny”) w pobliżu Dobrego Miasta do około 95 m n.p.m. na elewacjach. Wykształcone są one jako ily węgliste, mułki i piaski z węglem brunatnym, o barwie brunatnej, jasnoszarej lub szarej. W Pistkach strop osadów miocenu na kontakcie z utworami czwartorzędowymi wykazuje ślady zlustrowań, a warstwy są nachylone pod kątem dochodzącym do 45°. Osady pliocenu nawiercono jedynie na obszarze Dobrego Miasta. Są to brunatnawoszare i żółtawoszare ily i piaski drobnoziarniste, bezwapniste o miąższości około 20 m. Bezpośrednio pod nimi zalegają mioceńskie piaski brunatnowęglowe.

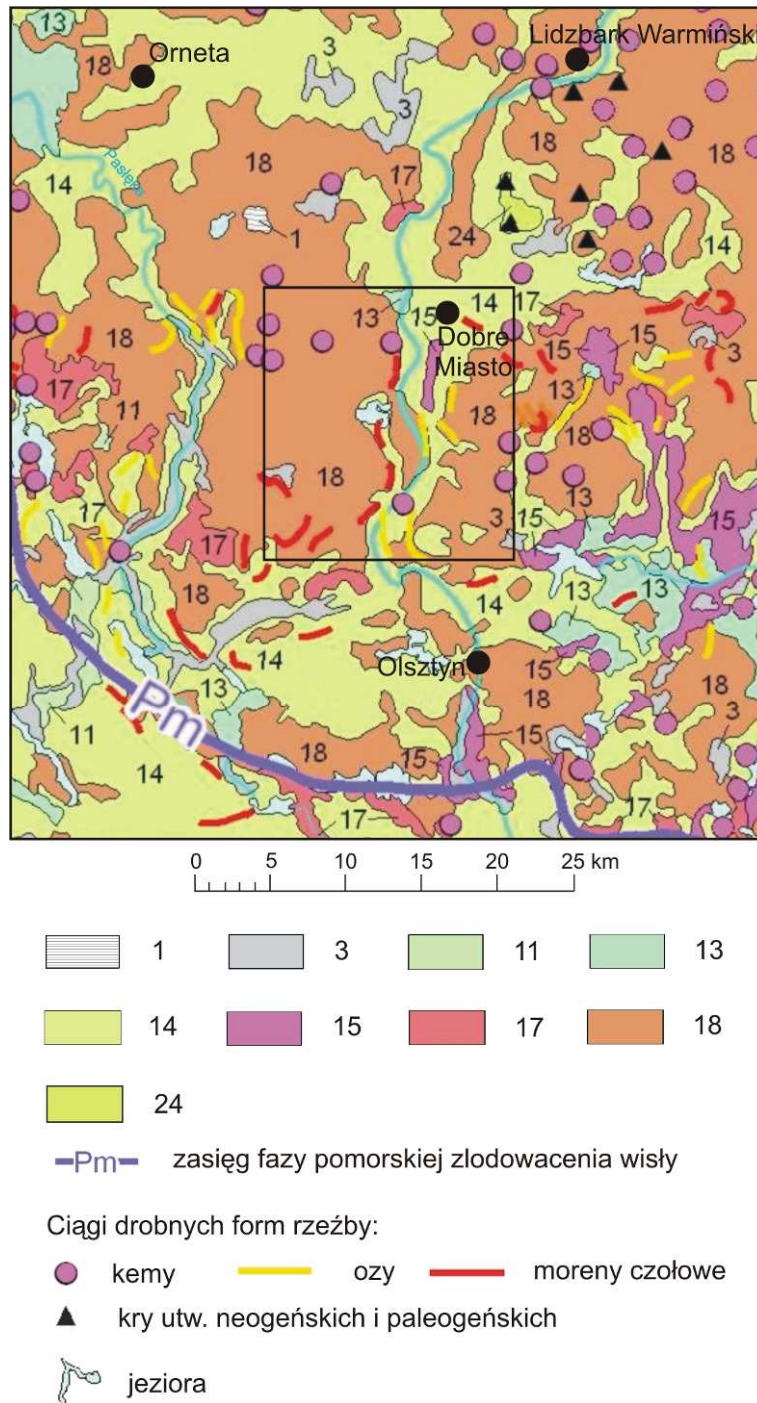
Cały obszar arkusza pokryty jest osadami czwartorzędu (fig. 2). Ich miąższość, w porównaniu z notowanymi na obszarach sąsiednich, jest stosunkowo niewielka. Największą miąższość utworów czwartorzędowych (215,0 m) stwierdzono w Knopinie, w obrębie struktury dolinnej przecinającej obszar arkusza. Znaczną miąższość osadów czwartorzędowych stwierdzono w otworze Komalwy (133,0 m). Na pozostałym obszarze zwykle nieznacznie przekracza ona 100,0 m. Minimalne miąższości stwierdza się na elewacjach podłoża podczwartorzędowego w Różnowie (40,0 m) i w Kajnach (30,0 m). W obrębie plejstocenu wyróżniono: zlodowacenia najstarsze (zlodowacenie narwi), zlodowacenia południowopolskie (zlodowacenia: nidy, sanu 1 i sanu 2), zlodowacenia środkowopolskie (zlodowacenia odry i warty), interglacjał eemski oraz zlodowacenia północnopolskie (zlodowacenie wisły). Najstarszymi osadami czwartorzędowymi są gliny zwałowe zlodowacenia narwi nawiercone w Komalwach i w obrębie kopalnej doliny w Dobrym Mieście, nad którymi zalegają piaski i żwiry wodnolodowcowe (Rumiński, 2003).

Utwory zlodowaceń południowopolskich reprezentowane są przez 3 poziomy glin zwałowych, piaski i żwiry wodnolodowcowe oraz mułki i piaski zastoiskowe. Powyżej nawiercono kompleks osadów zlodowaceń środkowopolskich zbudowany z: piasków i żwirów wodnolodowcowych, glin zwałowych i mułków zastoiskowych zlodowacenia odry i warty, nad którymi występują ility mułki i piaski jeziorne interglacjału eemskiego.

Utwory zlodowacenia wisły występują na powierzchni omawianego obszaru lub leżą bezpośrednio pod utworami holoceniowymi. Profil osadów tego zlodowacenia rozpoczynają mułki zastoiskowe wypełniające górną część niecki w rejonie Dobrego Miasta. Powyżej występują piaski i żwiry wodnolodowcowe o miąższości nieprzekraczającej 20 m, podścielające gliny zwałowe, których miąższość waha się od kilku do ponad 20 m. Na omawianym obszarze nie tworzą one ciągłego poziomu – w rejonie Dobrego Miasta zostały one prawdopodobnie zerodowane, a w dolinie Łyny nie było warunków dla sedimentacji lodowcowej. Wzgórza morenowe zbudowane są z piasków, żwirów i głazów oraz glin zwałowych. Na omawianym obszarze powszechnie występują piaski, żwiry i głazy oraz gliny zwałowe tworzące pagórki moren martwego lodu. Największa tego typu forma znajduje się w rynnicy Łyny na południe od jeziora Mosąg. Mułki ilaste wytopiskowe wypełniają obniżenia występujące na północ od Dobrego Miasta i częściowo w samym mieście.

Na wysoczyźnie morenowej występują piaski, żwiry i głazy akumulacji szczelinowej. Ich maksymalna miąższość nie przekracza 20 m. W północnej części obszaru (okolice Barcikowa) występuje duży taras kemowy oraz mniejsze pagórki zbudowane z mułków i piasków najczęściej pyłowatych. Piaski i żwiry wodnolodowcowe, o miąższości od kilku do 20 m,

występują głównie w części wschodniej. Z okresem późnego plejstocenu i holocenu związane są piaski i żwiry (miejscami gliny) deluwialne, oraz piaski rzeczne tarasów nadzalewowych.



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

Czwartorzęd; **holocen**: 1 – piaski, mułki, ropy i gytie jeziorne, 3 – piaski, żwiry, mady rzeczne oraz torfy i namuły; **plejstocen**: **zlodowacenia północnopolskie**: 11 – piaski, żwiry i mułki rzeczne, 13 – ropy, mułki i piaski zastoiskowe; 14 – piaski i żwiry sandrowe; 15 – piaski i mułki kemów; 17 – żwiry, piaski, gazy i gliny moren czołowych; 18 – gliny zwałowe, ich zwietrzliny oraz piaski i żwiry lodowcowe; **zlodowacenia środkowopolskie**: 24 – piaski i żwiry sandrowe.

Numeracja wydzielen zgodna z Mapą... (Marks i in. red., 2006)

Najczęściej występującymi na obszarze arkusza osadami holoceniowymi są: torfy, gytie, mułki (mady) rzeczne i namuły. Do rzadziej spotykanych należą m.in.: piaski rzeczne, mułki

i piaski jeziorne, kreda jeziorna i piaski humusowe. Torfowiska (najczęściej niskie) zajmują przeważnie duże powierzchnie i koncentrują się głównie w dolinie Łyny, oraz w okolicach Kwiecewa i Międzylesia. Powszechne jest również występowanie niewielkich powierzchniowo torfowisk na całym obszarze arkusza. Kreda jeziorna występuje najczęściej w strefach brzegowych jezior, będących niegdyś ich dnami, a także towarzyszy wystąpieniom torfów.

#### **IV. Złóża kopalin**

Na obszarze objętym arkuszem Dobre Miasto występują jedynie kopaliny pospolite, związane z czwartorzędowymi osadami o genezie lodowcowej i wodnolodowcowej. Aktualnie udokumentowanych jest tu 11 złóż (Szuflicki i in. red., 2011), w tym: osiem złóż kruszywa piaskowo-żwirowego: „Barcikowo”, „Mątki II”, „Ługwałd”, „Ługwałd 1”, „Podleśna”, „Knopin II”, „Podleśna Kolonia” „Bukwałd”, złoża piasków „Ługwałd II”, złoża kredy jeziornej „Cerkiewnik” i złoża torfu „Ługwałd”.

Ze względu na wyczerpanie zasobów i zakończenie eksploatacji z rejestru zasobów wykreślone zostały złoża „Barcikowo II” (2008 r.) i „Ługwałd III” (2007 r.) natomiast złoża „Spręcowo” (2008) skreślono ze względu na złą jakość kopaliny i zmianę przeznaczenia terenu.

Dla złóż „Mątki II” i „Ługwałd II”, których zasoby uległy wyeksploatowaniu, konieczne jest wykonanie dodatków rozliczeniowych (tabela 1).

Wszystkie złoża kruszyw są złożami pokładowymi. Kopalina ze złóż „Barcikowo” i „Ługwałd II” może być wykorzystywana w budownictwie, ze złóż „Mątki II” i „Ługwałd 1” w drogownictwie, a z pozostałych złóż w budownictwie i drogownictwie. Złoża „Podleśna Kolonia” jest częściowo zawodnione, a pozostałe złoża kopalin piaskowo-żwirowych są złożami suchymi. Parametry geologiczne złóż oraz parametry jakościowe dla kruszyw piaskowo-żwirowych przedstawia tabela 2.

Złoża piasków i żwirów „Barcikowo” udokumentowane zostało kartą rejestracyjną w dwóch polach A i B (Kokociński i in., 1987). Serię złożową stanowią utwory piaszczyste i piaszczysto-żwirowe akumulacji szczelinowej stadiału górnego zlodowacenia wisły. W otoczeniu serii złożowej występują piaski gliniaste i gliny piaszczyste.

Złoża piasku i żwiru „Mątki II” udokumentowane zostało w kategorii C<sub>1</sub> na obszarze piaszczysto-żwirowych utworów pochodzenia wodnolodowcowego osadzonych w stadiałach górnym zlodowacenia wisły (Zaprzelski, 1992).

Tabela 1

## Złoza kopalni i ich charakterystyka gospodarcza oraz klasyfikacja

Nr złoza na mapie	Nazwa złoza	Rodzaj kopaliny	Wiek kompleksu litologiczno-surowcowego	Zasoby geologiczne bilansowe (tys. ton tys. m <sup>3*</sup> )	Kategoria rozpoznania	Stan zagospodarowania złoza	Wydobycie (tys. ton)	Zastosowanie kopaliny	Klasyfikacja złozy		Przyczyny konfliktowości złoza	
									Klasy 1-4	Klasy A-C		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
				według stanu na 31.12.2010 (Szuflicki i in. red., 2011)								
1	Barcikowo	pż	Q	928	C <sub>1</sub> *	Z		Skb	4	B	GL, W	
3	Cerkiewnik	kj	Q	1332	C <sub>2</sub>	N		Sr	4	B	L, W	
5	Mątki II	pż	Q	-	C <sub>1</sub>	Z	-	Sd	4	B	W	
6	Ługwałd II	p, pż	Q	-	C <sub>1</sub> *	Z	-	Skb	4	B	W	
8	Ługwałd	pż	Q	2841 <sup>1</sup>	C <sub>1</sub>	G	43	Skb, Sd	4	B	GL, W	
9	Ługwałd 1	pż	Q	342	C <sub>1</sub>	N	-	Sd	4	B	GL, W	
10	Ługwałd	t	Q	113*	C <sub>1</sub> +B	N	-	Sr	4	B	GL, W	
11	Podleśna	pż	Q	70	C <sub>1</sub>	G	-	Skb, Sd	4	B	W	
12	Knopin II	pż	Q	379	C <sub>1</sub>	N	-	Skb, Sd	4	A	-	
13	Podleśna Kolonia	pż	Q	2650	C <sub>1</sub> +C <sub>2</sub>	G	-	Skb, Sd	4	B	W	
14	Bukwałd	pż	Q	1150	C <sub>1</sub>	N	-	Skb, Sd	4	B	W	
	Barcikowo II	pż	Q	-	-	ZWB	-	-	-	-	-	
	Spręcowo	p	Q	-	-	ZWB	-	-	-	-	-	
	Ługwałd III	p	Q	-	-	ZWB	-	-	-	-	-	

Rubryka 3 – p – piaski; pż – piaski i żwiry; t – torfy; kj – kreda jeziorna

Rubryka 4 – Q – czwartorzęd

Rubryka 5 – <sup>1</sup>zasoby wg Dodatku nr 1 do dokumentacji (Olik, 2009)

Rubryka 6 – B, C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub> – kategoria rozpoznania zasobów udokumentowanych kopalni stałych; C<sub>1</sub>\* – zasoby zarejestrowane

Rubryka 7 – złoza: G – zagospodarowane; N – niezagospodarowane; Z – zaniechane; ZWB – złoże wykreślone z Bilansu... (zamieszczone na mapie dokumentacyjnej)

Rubryka 9 – kopaliny skalne: Sd – drogowe; Skb – kruszyw budowlanych; Sr – rolnicze

Rubryka 10 – 4 – złoza powszechne, licznie występujące, łatwo dostępne

Rubryka 11 – A – mało konfliktowe; B – konfliktowe;

Rubryka 12 – W – ochrona wód podziemnych (obszar ochronny zbiornika GZWP 213); L – ochrona lasów; Gl – ochrona gleb

Udokumentowane kartą rejestracyjną złoża piasku oraz piasku ze żwirem „Ługwałd II” (Zaprzelski, 1991) zlokalizowane jest w strefie krawędziowej wysoczyzny morenowej zbudowanej z glin zwałowych. Złoże ma budowę dwudzielną. Serie stropowe tworzy seria piaszczysto-żwirowa o miąższości od 2 do 7,5 m, a partie spągowe zbudowane są z piasków drobnoziarnistych. Lokalnie przedzielone są one warstwą gliny piaszczystej o grubości dochodzącej do 1–1,2 m.

Złoże „Ługwałd” udokumentowane zostało kartą rejestracyjną (Kokociński, 1984) na obszarze starych wyrobisk w obrębie wyraźnie oddzielonego pagórka o nieregularnym kształcie i stromych zboczach. Serię złożową stanowią piaski i żwiry pochodzenia wodnolodowcowego zlodowacenia wisły. W nadkładzie i spągu serii złożowej występują piaski gliniaste i gliny piaszczyste. Dla złoża opracowano Dodatek nr 1... (Olik, 2009), w którym podzielono obszar złoża na pole A – południowe (objęte koncesjonowaną eksploatacją) i pole B – północne oraz rozszerzono granice pola A w kierunku wschodnim. Poszerzenie granic złoża spowodowało włączenie w jego obszar złoża „Ługwałd 1”, dla którego nie wykonano stosownego dodatku rozliczającego zasoby.

Złoże „Ługwałd 1” udokumentowane w 2005 roku (Borawska, 2005) w kategorii C<sub>1</sub> w obrębie starego wyrobiska poeksploatacyjnego. Po rozszerzeniu granic złoża „Ługwałd” cały obszar opisywanego złoża znalazł się w granicach powiększonego złoża. Parametry geologiczne złoża oraz jakościowe kruszywa obydwu złóż są zbliżone.

Złoże „Podleśna Kolonia” udokumentowano w kategorii C<sub>1</sub>+C<sub>2</sub> na obszarze występowania piasków, żwirów i głazów moreny martwego lodu zlodowacenia wisły (Zaprzelski, 2008). W związku z wyeksploatowaniem części zasobów i zmianą dysponenta informacji geologicznej wykonano Dodatek nr 1 do dokumentacji... (Zaprzelski, 2010). Nadkład serii złożowej stanowi glina zwałowa, a w podłożu zalegają mułki zastoiskowe oraz gliny piaszczyste.

Złoże „Knopin II” budują piaski i żwiry akumulacji szczelinowej stadiału górnego zlodowacenia wisły. Rejon w którym zlokalizowane jest złoże stanowi niewielkie wyniesienie w obrębie wysoczyzny morenowej. W stropie i spągu serii użytecznej występują piaski gliniaste i gliny piaszczyste. Zasoby kopaliny zostały udokumentowane w kategorii C<sub>1</sub> (Paczulski i in., 2010).

Złoże piasków i żwirów „Podleśna” udokumentowano na obszarze występowania osadów wodnolodowcowych stadiału górnego zlodowacenia wisły (Kuszyk i in., 2007). W nadkładzie zalegają piaski drobno- i średnioziarniste, a serię podłożową stanowią piaski drobne.

Udokumentowane w kategorii C<sub>1</sub>, w 8 polach, złoża „Bukwałd” (Kuczyński, 2006) obejmuje swym zasięgiem utwory pochodzenie wodnolodowcowego (piaski i żwiry) oraz lodowcowego moreny czołowej. Serię złożową stanowią piaski ze żwirami i piaski z otoczkami tworzące nieregularne formy pokładowe o dużej zmienności stropu i spągu. Nadkład złoża budują holocenijskie gleby piaszczyste oraz piaski drobne i piaski gliniaste. W podłożu zalegają gliny zwałowe.

Tabela 2

**Parametry geologiczne złóż i parametry jakościowe kruszywa piaskowo-żwirowego**

Nr złoża na mapie	Nazwa złoża	Rodzaj kopaliny	Powierzchnia złoża (ha)	Miąszość złoża (m)	Grubość nadkładu (m)	Wybrane parametry jakościowe kopaliny	
1	2	3	4	5	6	7	
1	<b>Barcikowo</b>	<b>pż</b>	<p><u>Pole A</u> (północne) 1,85</p> <p><u>Pole B</u> (południowe) 2,30</p>	<p><u>Pole A</u> 7,2–18,5; śr. 12,44</p> <p><u>Pole B</u> 10,0–21,0; śr. 12,94</p>	<p><u>Pole A</u> 0,0–4,0; śr. 1,64</p> <p><u>Pole B</u> 0,0–4,0; śr. 1,54</p>	<p><u>Pole A</u> zaw. ziaren o śr. do 2,5 mm: 53,0–69,9; śr. 63,35 % zaw. pyłów min.: 1,7–3,5; śr. 2,74 %; ciężar nasypowy w st. utrzęsionym: 2000–2090; śr. 2050 kg/m<sup>3</sup></p> <p><u>Pole B</u> zaw. ziaren o śr. do 2,5 mm: 58,4–72,9; śr. 64,32 % zaw. pyłów min.: 1,1–3,9; śr. 2,44 %; ciężar nasypowy w st. utrzęsionym: 2035–2100 ; śr. 2055 kg/m<sup>3</sup></p>	
5	<b>Mątki II</b>	<b>pż</b>	0,48	3,4–7,7 śr. 4,8	0,3–2,0; śr. 1,0	<p>punkt piaskowy: 49,4–83,0; śr. 69,9 % zaw. pyłów min.: 0,9–3,6; śr. 1,96 %; zaw. zaniecz. org. i obcych: brak</p>	
6	<b>Ługwałd II</b>	<b>p,pż</b>	0,46	<p><u>piaski i żwiry</u> 2,0–7,55; śr. 5,12</p> <p><u>piaski</u> śr. 7,03</p>	<p><u>piaski i żwiry</u> 0,45–1,2; śr. 0,84</p> <p><u>piaski</u> 1,2–2,5; śr. 2,07</p>	<p><u>piaski i żwiry</u>: punkt piaskowy: 60,4–86,2; śr. 77,6 % zaw. pyłów min.: 1,0–3,0; śr. 1,43 %;</p> <p><u>piaski</u>: punkt piaskowy: 85,4–99,5; śr. 96,2 % zaw. pyłów min.: 1,2–4,8; śr. 2,1 %;</p>	
8	<b>Ługwałd</b>	<b>pż</b>	13,47	<p><u>Pole A</u> (południowe) 9,44</p> <p><u>Pole B</u> (północne) 4,03</p>	<p><u>Pole A</u> 3,1–24,3; śr. 11,8 m</p> <p><u>Pole B</u> 8,0–12,8; śr. 10,3</p>	<p><u>Pole A</u> 0,0–8,0 śr. 2,2 m</p> <p><u>Pole B</u> 0,3–5,2 śr. 2,7</p>	<p><u>Pole A</u> punkt piaskowy: 31,7–90,1; śr. 74,6% zaw. pyłów min.:1,7–5,3; śr. 3,2% ciężar nasypowy w st. utrzęsionym: 1574–2025; śr. 1811 kg/m<sup>3</sup></p> <p><u>Pole B</u> punkt piaskowy: 53,5–64,6; śr. 60,9% zaw. pyłów min.:2,1–5,0; śr. 3,1% ciężar nasypowy w st. utrzęsionym: 1860–2070; śr. 1985 kg/m<sup>3</sup></p>

1	2	3	4	5	6	7
9	<b>Ługwałd I</b>	<b>pż</b>	1,74	6,2–14,0 śr. 12,5	3,2–4,0	punkt piaskowy: 45,9–70,0; śr. 61,3 % zaw. pyłów min.: 2,1–5,0; śr. 3,0 %; ciężar nasypowy w st. utrzęsionym: 1900–2000; śr. 1990 kg/m <sup>3</sup>
11	<b>Podleśna</b>	<b>pż</b>	1,57	1,3–4,7 śr. 2,9	0,2–0,6 śr. 0,4	punkt piaskowy: 12,0–73,5; śr. 42,2% zaw. pyłów min.: 0,4–2,3; śr. 0,8% ciężar nasypowy w st. utrzęsionym: 1690–1850 śr. 1820 kg/m <sup>3</sup>
12	<b>Knopin II</b>	<b>pż</b>	1,98	6,7–13,0 śr. 10,0	3,7–6,5 śr. 5,2	wskaźnik piaskowy: 27–87; śr. 45% zaw. pyłów min.: 0,2–30,7; śr. 3,49% ciężar nasypowy w st. utrzęsionym: 1780–1970 śr. 1840 kg/m <sup>3</sup>
13	<b>Podleśna Kolonія</b>	<b>pż</b>	7,85	7,5–26,0 śr. 16,7	2,5–15,0 śr. 9,5 m	punkt piaskowy: 56,4–78,3; śr. 72,5% zaw. pyłów mineral.: 4,2–8,7; śr. 6,6% ciężar nasypowy w st. utrzęsionym: śr. 1864 kg/m <sup>3</sup>
14	<b>Bukwałd</b>	<b>pż</b>	11,13	2,2–15,6 śr. 6,8 m	3,7–6,5 śr. 5,2 m	punkt piaskowy: 40,9–83,5; śr. 68% zaw. pyłów mineral.: 0,2–1,0; śr. 0,34% ciężar nasypowy w st. utrzęsionym: 1450–1670 śr. 1580 kg/m

Rubryka 3: – p – piaski; pż – piaski i żwirzy;

Rubryka 7: –punkt piaskowy – zawartość ziaren do 2 mm

Złoże kredy jeziornej „Cerkiewnik” udokumentowane zostało w kategorii C<sub>2</sub> w 5 polach na powierzchni 19,92 ha (Zdrojewska, 1993). Nadkład, o miąższości do 2,1m (średnio 0,2 m) stanowią: namuły, piaski oraz gytia z torfem. Największa grubość nadkładu występuje w obrębie pola A; w polach B, C i E nadkład nie występuje. Miąższość złoża waha się od 1,1 do 8,8 m i średnio wynosi 4,2 m (największa – w polach A i E). Jest to złoże pokładowe, ze względu na dużą zmienność parametrów jakościowych i złożowych (głównie zawartość CaO i miąższość serii) zaliczone do III grupy. Kopaliną towarzyszącą jest torf występujący nad warstwą kredy jeziornej i osiagający miąższość od 0,4 do 3,9 (średnio 2,0 m). Parametry kredy jeziornej są następujące: zasadowość ogólna (w przeliczeniu na CaO) waha się od 39,68 do 47,98 % (średnio 44,12%), wilgotność naturalna od 50,6 do 72,8% (średnio 65,2%), a ciężar objętościowy od 1,23 do 1,41 g/cm<sup>3</sup> (średnio 1,3 g/cm<sup>3</sup>) Złoże jest zawodnione. Kreda jeziorna może być wykorzystana w rolnictwie do wapnowania gleb, a torf w ogrodnictwie lub rolnictwie (do produkcji mieszanek i kompostów), a częściowo do polepszenia struktury gleb lekkich.

Złoże torfu „Ługwałd” (Kokociński, 1995) zlokalizowane jest w obniżeniu dolinnym i zajmuje obszar 2,17 ha. Udokumentowane zostało w kategorii C<sub>1</sub>, a jakość kopaliny rozpoznana została w kategorii B. Nadkład, o grubości od 0,3 do 0,9 m, stanowi gleba humusowa

i ilasto-piaszczyste szare mułki. Miąższość kopaliny waha się od 3,1 do 6,7 m. Są to torfy turzycowo-mszyste o średnim pH wynoszącym 6,2. Średnia zawartość azotu (na 1 dm<sup>3</sup>) wynosi 2,4%, fosforu 0,2%, potasu 1,0%, a magnezu 3,8%. Złoże jest zawadnione, kopalina może być wykorzystywana w rolnictwie i ogrodnictwie.

Z punktu widzenia ochrony złóż wszystkie złoża zaliczone zostały do klasy 4 (złoża powszechne, licznie występujące, łatwo dostępne). Ze względu na ochronę środowiska złoże „Knopin II” uznane zostało za mało konfliktowe (klasa A). Wszystkie pozostałe złoża z uwagi na fakt, iż znajdują się w obrębie obszaru ochronnego czwartorzędowego głównego zbiornika wód podziemnych nr 213, zakwalifikowano do złóż konfliktowych (klasa B). Ponadto kilka złóż znajduje się na obszarach gleb chronionych i lasów.

## V. Górnictwo i przetwórstwo

Z 11 aktualnie udokumentowanych na obszarze arkusza Dobre Miasto złóż do tej pory niezagospodarowano złoża kredy jeziornej „Cerkiewnik”, złoża torfu „Ługwałd” oraz złóż piasków i żwirów „Ługwałd 1”, „Knopin II” i „Bukwałd”. Wydobycie kopaliny prowadzone jest obecnie ze złóż kruszyw piaskowo-żwirowych: „Ługwałd”, „Podleśna” i „Podleśna Kolonia”. Eksploatacja kopaliny z 6 złóż została zakończona, z czego 3 złoża wykreślono z rejestru zasobów.

Kruszywo piaskowo-żwirowe ze złoża „Ługwałd” eksploatowane jest od 1999 roku na podstawie koncesji wydanej przez wojewodę warmińsko-mazurskiego. W 2011 r. decyzją marszałka województwa przedłużono ważność koncesji do końca 2023 r., zwiększając jednocześnie powierzchnie obszaru górniczego (9,6 ha) i terenu górniczego (10,6 ha). Użytkownikiem złoża jest Jan Ambroziak „AMB-JK” SC. Kruszywo eksploatowane jest w sposób ciągły. W wyniku eksploatacji powstało stokowo-wgłębne wyrobisko. Nadkład składowany jest tymczasowo na składowiskach wewnętrznych i zewnętrznych i wykorzystany będzie do wyrównania powstałych skarp. Projektowany jest rolny kierunek rekultywacji.

Kopalinę ze złoża „Podleśna” eksploatuje od 2008 r. firma „ŻWIR-BUD” z Dobrego Miasta. Koncesję na pozyskiwanie kruszywa wydał starosta olsztyński na okres 4 lat. Dla złoża ustanowiono obszar górniczy o powierzchni 1,99 ha i teren górniczy o powierzchni 3,16 ha. Kruszywo eksploatowane jest w wyrobisku wgłębny. Nadkład składowany jest na niewielkich składowiskach wewnętrznych i sukcesywnie wywożony. Przewiduje się rekultywację terenu w kierunku leśnym.

Eksploatację piasków i żwirów w granicach złoża „Podleśna Kolonia” prowadzi VARIA GROUP Sp. z o.o. z Ostródy, na podstawie koncesji wydanej na okres 10 lat przez

marszałka województwa warmińsko-mazurskiego w 2010 r. Obszar górniczy obejmuje 8,6 ha, a teren górniczy 22,8 ha. Kopalina eksploatowana jest w wyrobisku stokowo-wgłębnym, jednym poziomem wydobywczym. W spagowej części złoża występuje niewielkie zawodnienie. Nadkład składowany jest głównie wewnątrz wyrobiska. Po zakończeniu eksploatacji przewiduje się leśny kierunek rekultywacji, a w obszarze zawodnionym proponuje się utworzenie niewielkiego zbiornika wodnego.

Eksploatacja piasków i żwirów ze złoża „Mątki II” odbywała się w latach 1992–1997. Po jej zakończeniu wyrobisko zrehabilitowano w kierunku rolnym.

Kopalnia piasku „Ługwałd II” czynna była w latach 1992–1995. Wyrobisko zostało całkowicie zrehabilitowane (deniwelacja terenu). Po zakończeniu rekultywacji sąsiadującej z wyrobiskiem odkrywki złoża „Ługwałd III” cały teren zostanie zalesiony.

Koncesjonowana eksploatacja piasków i żwirów ze złoża „Barcikowo” prowadzona była w latach 1978–1993 (w granicach pola A) i zaniechana została z przyczyn ekonomicznych. Powstałych stokowo-wgłębnych wyrobisk o powierzchniach około 6 ha i 1,5 ha nie zrehabilitowano. Są one wykorzystywane jako „dzikie” składowiska odpadów.

Kopalina ze złóż „Barcikowo II” (2000–2004) oraz „Ługwałd III” (1996–2005) została całkowicie wyeksploatowana, a w złożu „Spręcowo” (1992–2002) surowiec odznaczał się niską jakością. W związku z tym złoża te zostały wykreślone z rejestru zasobów. W przypadku złoża „Barcikowo II” wyrobisko pozostało niezrehabilitowane.

Na obszarze objętym arkuszem znajduje się kilka punktów niekoncesjonowanej eksploatacji kruszywa naturalnego (głównie piasków i żwirów). Znajdują się one w okolicach: Dobrego Miasta, Knopina, Łomów, Koloni Podleśna, Cerkiewnika i Mątek. Dla trzech punktów sporządzono karty informacyjne punktu wystąpienia kopaliny.

## **VI. Perspektywy i prognozy występowania kopalin**

Możliwości poszerzenia istniejącej bazy zasobowej na obszarze arkusza Dobre Miasto są ograniczone i dotyczą udokumentowania złóż kruszyw piaskowo-żwirowych, surowców węglanowych i torfów. Na zlecenie Ministerstwa Ochrony Środowiska Zasobów Naturalnych i Leśnictwa w latach 90. XX wieku w rejonie Starego Dworu i Barcikowa podjęto prace mające na celu udokumentowanie złóż kredy jeziornej. Stwierdzono występowanie kopaliny o średnich miąższościach około 2 m i parametrach jakościowych odpowiadających wymaganiom stawianym surowcom węglanowym do produkcji wapna nawozowego (Zdrojewska, 1991; 1992). W nadkładzie serii węglanowej występuje torf z wkładkami piasku o miąższości od 0,3 do 1,6 m (nieprzydatny do celów ogrodniczych i rolniczych). Nie są to jednak złoża

bilansowe w rozumieniu kryteriów bilansowości ze względu na zbyt małe zasoby wynoszące 109,33 i 40,6 tys. ton (wymagane kryteriami 500 tys. ton) i uznane zostały za obszary prognostyczne (tabela 3).

W latach 70. i 80., w obrębie torfowisk w dolinie Łyny, a także w okolicach Nowej Wsi Małej, Międzylesia, Łęgna, Barcikowa i Głotowa prowadzono prace poszukiwawcze mające na celu udokumentowanie złóż kredy jeziornej. Na części obszarów dały one negatywne wyniki ze względu na niewielką miąższość kopaliny. W rejonie Głotowa, Nowej Wsi Małej, Międzylesia i Cerkiewnika na kilku- lub kilkunastohektarowych powierzchniach stwierdzono występowanie kredy jeziornej o średnich miąższościach od 2,3 do 5,1 m. Rejony te uznane zostały za perspektywiczne (Bujakowska, Parecka, 1996a,b; Kwaśniewska, 1983).

Prace geologiczno-poszukiwawcze prowadzone w rejonie Pupek (południowo-zachodnia część arkusza) pozwoliły na wyznaczenie kilkuhektarowego perspektywicznego obszaru występowania piasków ze żwirami. Ze względu na przypuszczalnie niewielkie zasoby kopalina może być pozyskiwana na skalę lokalną (Pepoł, 1981).

W latach 60. XX wieku poszukiwaniami kruszywa naturalnego objęto obszary położone w rejonie Bukwałdu (południowa część omawianego obszaru) (Profic, 1961). Stwierdzono występowanie serii utworów piaszczystych z przewarstwieniami i soczewkami żwirowymi. Ze względu na małą miąższość, niewielkie rozprzestrzenienie i zbyt duży nakład obszar ten uznany został za negatywny.

Na podstawie Szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1:50 000 (Rumiński, 2003), wyznaczono obszary perspektywiczne dla kruszywa piaskowo-żwirowego w rejonie Knopina i Barcikowa. W obu rejonach nagromadzenia piasków i żwirów związane są z akumulacją szczelinową stadiału górnego zlodowacenia wisły. W rejonie Knopina, w południowej części wyznaczonego obszaru, udokumentowane zostało złożo piasków i żwirów „Knopin II” (Paczulski i.in., 2010), w którym średnia miąższość kopaliny wynosi 10 m, a wskaźnik piaskowy mieści się w przedziale od 27 do 87% (średnio 45%). Nadkład stanowią piaski drobne i piaski gliniaste, których miąższość wynosi od 3,7 do 6,5 (średnio 5,2 m). Zbliżone parametry można przyjąć dla całego obszaru perspektywicznego. W niewielkiej odległości od złoża znajduje się stare wyrobisko, w którym zaobserwowano ten sam typ kruszywa. Również w północnej części obszaru istniało wyrobisko, które zostało zasypane.

W granicach obszaru perspektywicznego rejonu Barcikowa (część południowa) znajduje się złożo piasków i żwirów „Barcikowo” (Kokociński, 1987). Miąższość kopaliny, wg dokumentacji, wynosi średnio 12,9 m, nadkład stanowią piaski drobne i gliniaste zmiennej miąższości 0–4 m, (średnio 1,6 m). Kruszywo charakteryzuje się średnim punktem piasko-

wym wynoszącym 63,5%. Omawiany obszar perspektywiczny rozdzielony został na część północną i południową wąską doliną wypełnioną namułami.

Tabela 3

### Wykaz obszarów prognostycznych

Numer obszaru na mapie	Powierzchnia (ha)	Rodzaj kopaliny	Wiek kompleksu litologiczno-surowcowego	Parametry jakościowe	Średnia grubość nadkładu (m)	Grubość kompleksu surowcowego od – do średnia (m)	Zasoby w kat. D <sub>1</sub> (tys. t)	Zastosowanie kopaliny
1	2	3	4	5	6	7	8	9
I	3,99	kj	Q	zasad. ogólna w przel. na CaO: 40,03–48,28; śr 44,38% wilg. naturalna: 47,5–58,6; śr. 54,23% ciężar objętościowy: 1,34–1,43; śr. 1,4 t/m <sup>3</sup>	0,4–1,2; śr. 0,76 (razem z torfem)	1,1–3,1 2,11	109,35	Sr
II	1,1	kj	Q	zasad. ogólna w przel. na CaO: 44,58–48,32; śr. 45,7% wilgotność naturalna: 60,8 – 69,1; śr. 67,07 % ciężar objętościowy: śr. 1,3 t/m <sup>3</sup>	1,9 – 2,6; śr. 2,1 torf	1,2–6,3 2,8	40,6	Sr

Na obszarze arkusza Dobre Miasto korzystając z opracowania Instytutu Melioracji i Użytków Zielonych w Falentach wyznaczono 31 perspektywicznych obszarów występowania torfów o powierzchniach przekraczających 5 ha (Ostrzyżek, Dembek, 1996). Poza nimi na omawianym arkuszu znajduje się kilkadziesiąt mniejszych torfowisk, o powierzchniach mniejszych niż 5 ha (najczęściej 1–2 ha) niezaznaczonych na mapie. Największe torfowiska, o kilkudziesięciohektarowych powierzchniach, rozciągają się w dolinie rzeki Łyny. Częściowo znajdują się one w obrębie kompleksów leśnych, co wyklucza zaliczenie ich do potencjalnej bazy zasobowej. Są to zwykle torfy szuwarowe, turzycowiskowe i olesowe typu niskiego i przejściowego. Miąższość kopaliny mieści się w przedziale od około 2 do 4,5 m, miejscami przekraczając 6 m (rejon Dywity), popielność wynosi od 2,6 do 22,6% (średnio 12,4%), a stopień rozkładu waha się od 20 do 55%.

## VII. Warunki wodne

### 1. Wody powierzchniowe

Obszar arkusza Dobre Miasto, należący w całości do dorzecza Łyny (lewobrzeżnego dopływu Pregoty) i zlewni Morza Bałtyckiego, charakteryzuje się słabo rozwiniętą siecią

rzeczną. Łyna, przepływająca przez omawiany teren z południa na północ, tworzy malowniczą dolinę i stanowi główną oś hydrograficzną obszaru. W swym biegu rzeka wykorzystwała i przekształciła starszą rynnę subglacjalną. Wybudowana, w Redykajnach tama (na granicy z obszarem arkusza Olsztyn) piętrzy wody rzeki, powodując powstanie długiego na kilka kilometrów jeziora zaporowego, połączonego sztucznym kanałem z jeziorem Mosąg, na którym zbudowana jest elektrownia wodna. Dolina Łyny poniżej zapory jest wąska i ma strome zbocza. Od Cerkiewnika jej charakter zmienia się – rzeka płynie zakolami szeroką, bagnistą doliną o łagodnych stokach. Mniejsze doliny rzeczne są zwykle wąskimi formami erozyjnymi wciętymi w powierzchnię wysoczyzny morenowej lub równin sandrowych. W okolicy Międzylesia ma swoje źródła rzeka Kirsna. Płynie ona w kierunku północno-zachodnim niewielką dolinką rozcinając powierzchnię sandru. Uchodzi do Łyny poniżej Dobrego Miasta. Z północnego krańca jeziora Sunia wypływa rzeka o tej samej nazwie. Płynie ona na północ i wpada do Łyny poniżej Dobrego Miasta. Z rozległego obniżenia w rejonie Kwiecewa wypływa rzeka Kwieła. Wcina się w powierzchnię wysoczyzny morenowej głęboką dolinką o stromych zboczach. Uchodzi do Łyny na przedmieściach Dobrego Miasta. Oprócz wymienionych rzek powierzchnię obszaru arkusza odwadnia szereg niewielkich cieków.

Na obszarze arkusza największymi jeziorami są jeziora: Limajno (223,5 ha), Sunia (115,0 ha), Mosąg (60,0 ha), Jezioro Bukwałdzkie (35,0 ha) oraz Łomy (22,5 ha), Dywity (17,5 ha), Ługwałd (10,0 ha). Są to płytkie zbiorniki postglacjalne (wytopiskowe). Ich maksymalna głębokość waha się od kilku do około 12 m. Głębsze jest jedynie jezioro Limajno (39,5 m).

Ocenę jakości wód Łyny w 2009 przeprowadzono zgodnie z zapisami rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 20.08.2008 r. w sprawie klasyfikacji jednolitych części wód powierzchniowych (Rozporządzenie..., 2008). Według badań wykonanych w punkcie zlokalizowanym w Redykajnach jednolita część wód powierzchniowych „Łyna od Wadąga do Kirsny z jez. Masąg” charakteryzowała się umiarkowanym stanem ekologicznym (Raport..., 2010). Jakość wód Łyny badanej w 2006 r. zgodnie z rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 11 lutego 2004 r. (Rozporządzenie..., 2004) w Knopinie odpowiadała III klasie, natomiast w Redykajnach po przejęciu ścieków z Olsztyna IV klasie. Na obniżenie jakości wód wpłynęła: barwa, substancje organiczne, oleje mineralne i stan sanitarny (Raport..., 2007).

Klasyfikacja stanu ekologicznego jednolitej części wód dokonana z wykorzystaniem elementów biologicznych i fizykochemicznych wskazuje na II klasę jakości wód jeziora Sunia i dobry stan ekologiczny. Badana jednolita część wody osiąga również dobry stan chemiczny (Raport..., 2011).

## 2. Wody podziemne

W podziale hydrogeologicznym Polski wg B. Paczyńskiego cały obszar arkusza Dobre Miasto należy do regionu 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 (RNPN).

Wody podziemne na obszarze omawianego arkusza zostały rozpoznane w utworach czwartorzędowych i trzeciorzędowych. W obrębie piętra czwartorzędowego występują trzy międzymorenowe poziomy wodonośne wykazujące odrębność hydrostrukturalną (Lidzbarski, 2004).

Pierwszy międzymorenowy poziom wodonośny rozpoznany został w osadach wodnolodowcowych zlodowaceń środkowopolskich (głównie warty) i zlodowaceń północnopolskich na całym obszarze arkusza. Na przeważającej części obszaru jego strop występuje na głębokości od 15 do 40 m p.p.t., jedynie w dolinie Łyny i na obszarach sandrowych utwory wodonośne zalegają na głębokości mniejszej niż 10 m p.p.t., a w zachodniej części Pojezierza Olsztyńskiego głębiej niż 50 m p.p.t. Maksymalna miąższość wodonośca nie przekracza 42 m, a najczęściej mieści się w przedziale od 10 do 20 m. Wartość współczynnika filtracji nie przekracza 181 m/24h (średnio 21,7 m/24h). W dolinie Łyny parametry hydrogeologiczne poziomu są najlepsze. Przewodność przekracza tam 150 m<sup>2</sup>/24h (miejscami nawet 300 m<sup>2</sup>/24h), a wydajność potencjalna studni mieści się w przedziale od 50 do 80 m<sup>3</sup>/h. Na pozostałym obszarze wartości przewodności i wydajności potencjalnej są niższe. Pierwszy międzymorenowy poziom wodonośny jest zasilany poprzez infiltrację wód opadowych, głównie na wysoczyznach. Ze względu na zaleganie kompleksu glin zwałowych zwierciadło wody jest przeważnie napięte i nachylone ku dolinie Łyny. Za wyjątkiem rejonów w okolicach Dobrego Miasta jest to główny poziom wodonośny omawianego obszaru i stanowi podstawę zaopatrzenia w wodę większości użytkowników studni komunalnych i przemysłowych. Są to wody średniotwarde (1,4–9,6mval/dm<sup>3</sup>), słabo zmineralizowane, o odczynie obojętnym. Z uwagi na znacznie podwyższoną zawartość żelaza i manganu zaliczone zostały one do klasy IIB, lokalnie do klasy IIa. W rejonie ujęcia miejskiego dla Dobrego Miasta wody pierwszego poziomu pozostają w bezpośrednim kontakcie hydraulicznym z wodami sandru, co wpływa na ich skład chemiczny. Odznaczają się one mniejszą mineralizacją, twardością i niższą zawartością azotu i żelaza. W dolinie Łyny poziom wodonośny jest pozbawiony izolacji i narażony na przenikanie zanieczyszczeń z powierzchni terenu.

Drugi międzymorenowy poziom wodonośny rozpoznany został w obrębie piaszczystych utworów zlodowaceń środkowopolskich (odry) i południowopolskich w zachodniej części obszaru arkusza oraz w dolinie Łyny. Strop warstwy wodonośnej stwierdzony został na głębokości od 50 do 80 m p.p.t. pod pakietem glin zwałowych, co zapewnia dobrą izolację wód od wpływów antropogenicznych. Jest on najlepiej wykształcony w obrębie kopalnej struktury erozyjnej rozciągającej się na zachód od Dobrego Miasta. Średnia miąższość wodonośca wynosi 20 m, jego współczynnik filtracji waha się od 3,6 do 22,8 m/24h, a przewodność od 12 do 349 m<sup>2</sup>/24h. Zwierciadło ma charakter napięty. Zasilanie poziomu wodonośnego odbywa się na drodze przesączania wód z płytszych poziomów. Jest to główny użytkowy poziom wodonośny w rejonie Dobrego Miasta. Wody te mają zbliżony skład do wód pierwszego poziomu wodonośnego – są nisko zmineralizowane, średnio twarde, o odczynie obojętnym i wyższej zawartości żelaza i manganu. Zaliczone zostały one do klasy IIb i III.

W rejonie miejscowości Komalwy i w obrębie kopalnej struktury erozyjnej rozpoznany został trzeci poziom międzymorenowy w utworach piaszczystych najstarszych zlodowaceń na głębokościach od 120 do 150 m p.p.t. Warstwa wodonośna, o miąższości nieprzekraczającej 23 m, jest całkowicie izolowana od wpływów antropogenicznych. Z uwagi na niskie wartości parametrów hydrogeologicznych tylko w okolicach Dobrego Miasta spełnia on kryteria użytkowego poziomu wodonośnego. Zbyt mała ilość analiz nie pozwala na pełną charakterystykę składu chemicznego wód tego poziomu, można jednak przypuszczać, że jakością nie odbiegają one od jakości wód poziomów płytszych.

Trzeciorzędowe piętro wodonośne występuje na prawie całym obszarze arkusza w piaszczystych utworach miocenu i oligocenu, o łącznej miąższości dochodzącej do 50 m. Strop warstwy wodonośnej stwierdzony został na głębokościach od 59 do 125 m p.p.t. pod nakładem utworów nieprzepuszczalnych. Zwierciadło wody ma charakter subartezyjski, a w dolinie Łyny artezyjski. Jest to piętro wodonośne zasilane wodami głębokiego krążenia. Przewodnictwo waha się od 34 do 74 m<sup>2</sup>/24h, a wydajność potencjalna studni przekracza 50 m<sup>3</sup>/h. Poziom ten stanowi podstawę zaopatrzenia w wodę kilku ujęć zakładowych w rejonie Dobrego Miasta; na pozostałym obszarze ma znaczenie podrzędne. Wody piętra trzeciorzędowego wyróżnia niska zawartość związków azotowych i siarczanów, a zawartości chlorków, żelaza i manganu przekraczają dopuszczalne normy dla wód pitnych. Zaliczono je do klasy IIb.

Tereny położone na wschód od rzeki Łyny znajdują się w granicach udokumentowanego czwartorzędowego głównego zbiornika wód podziemnych (GZWP) Olsztyn (nr 213) (Nowakowski i in., 2007) oraz trzeciorzędowo-kredowego głównego zbiornika wód podziemnych



## 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 137 – Dobre Miasto, umieszczono w tabeli 4. W celu porównania tabelę uzupełniono danymi o przeciętnej zawartości (median) pierwiastków w glebach terenów niezabudowanych Polski (najmniej zanieczyszczonych w kraju).

#### Materiał i metody badań laboratoryjnych

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

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

#### Prezentacja wyników

Zastosowana gęstość pobierania próbek (1 próbka na około 25 km<sup>2</sup>) 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 cm<sup>2</sup> mapy dla całego arkusza). Wyniki badań geochemicznych zostały więc przedstawione na mapie w postaci punktów.

Tabela 4

**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 137 – Dobrze Miasto	Wartość przeciętnych (median) w glebach na arkuszu 137 – Dobrze Miasto	Wartość przeciętnych (median) w glebach obszarów niezabudowanych Polski <sup>4)</sup>
	Grupa A <sup>1)</sup>	Grupa B <sup>2)</sup>	Grupa C <sup>3)</sup>	N=6	N=6	N=6522
				Frakcja ziarnowa <1 mm Mineralizacja HCl (1:4)		
			Głębokość (m p.p.t.) 0–0,3	Głębokość (m p.p.t.) 0–2,0		
As Arsen	20	20	60	<5–7	<5	<5
Ba Bar	200	200	1000	11–78	27	27
Cr Chrom	50	150	500	2–16	6	4
Zn Cynk	100	300	1000	16–58	26	29
Cd Kadm	1	4	15	<0,5–0,5	<0,5	<0,5
Co Kobalt	20	20	200	<1–7	2	2
Cu Miedź	30	150	600	1–10	3	4
Ni Nikiel	35	100	300	2–14	4	3
Pb Ołów	50	100	600	5–20	9	12
Hg Rtuć	0,5	2	30	0,05–0,13	0,07	<0,05
Ilość badanych próbek gleb z arkusza 137 – Dobrze Miasto w poszczególnych grupach użytkowania				<sup>1)</sup> grupa A		
As Arsen	6			a) nieruchomości gruntowe wchodzące w skład obszaru poddanego ochronie na podstawie przepisów ustawy Prawo wodne,		
Ba Bar	6			b) obszary poddane ochronie na podstawie przepisów o ochronie przyrody; jeżeli utrzymanie aktualnego poziomu zanieczyszczenia gruntów nie stwarza zagrożenia dla zdrowia ludzi lub środowiska – dla obszarów tych stężenia zachowują standardy wynikające ze stanu faktycznego,		
Cr Chrom	6			<sup>2)</sup> grupa B – grunty zaliczone do użytków rolnych z wyłączeniem gruntów pod stawami i gruntów pod rowami, grunty leśne oraz zadrzewione i zakrzewione, nieużytki, a także grunty zabudowane i zurbanizowane z wyłączeniem terenów przemysłowych, użytków kopalnych oraz terenów komunikacyjnych,		
Zn Cynk	6			<sup>3)</sup> grupa C – tereny przemysłowe, użytki kopalne, tereny komunikacyjne,		
Cd Kadm	6			<sup>4)</sup> Lis, Pasieczna, 1995 – Atlas geochemiczny Polski 1:2 500 000		
Co Kobalt	6			N – ilość próbek		
Cu Miedź	6					
Ni Nikiel	6					
Pb Ołów	6					
Hg Rtuć	6					
Sumaryczna klasyfikacja badanych gleb z obszaru arkusza 137 – Dobrze Miasto do poszczególnych grup użytkowania (ilość próbek)						
	6					

Lokalizację miejsc pobierania próbek (wraz z numeracją zgodną z bazą danych) przedstawiono na mapie w postaci kwadratów wypełnionych kolorem przyjętym dla gleb zaklasyfikowanych do grupy A zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 9 września 2002 r.

## 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 4).

Przeciętne zawartości: arsenu, baru, cynku, kobaltu, kadmu, miedzi 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: chrom, nikiel oraz rtęć.

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

## 2. Osady

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

procesów albo podczas transportu bądź bagrowania (Sjöblom i in., 2004; Bordas, Bourg, 2001). Także podczas powodzi zanieczyszczone osady mogą być przemieszczane na gleby tarasów zalewowych albo transportowane w dół rzek (Gocht i in., 2002; Gabler, Schneider, 2000; Weng, Chen, 2000). Przemieszczenie na tarasy zalewowe zanieczyszczonych osadów powoduje wzrost stężenia metali ciężkich i trwałymi zanieczyszczeniami organicznymi w glebach (Bojakowska, Sokołowska, 1995; Bojakowska i in., 1996; Miller i in., 2004; Middelkoop, 2000).

### Kryteria oceny osadów

Jakość osadów dennych, w aspekcie ich zanieczyszczenia metalami ciężkimi oraz wielopierścieniowymi węglowodorami aromatycznymi (WWA) i polichlorowanymi bifenyłami (PCB) oceniono na podstawie kryteriów zawartych w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 16 kwietnia 2002 r. we sprawie rodzajów oraz stężeń substancji, które powodują, że urobek jest zanieczyszczony (DzU nr 55 poz. 498 z 14. 05.2002 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 5 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 5

### **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 <sub>11 WWA</sub> ***		5,683	
WWA <sub>7 WWA</sub> ****	8,5		
PCB	0,3	0,189	

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

\*\* – MACDONALD D., INGERSOLL C., BERGER T., 2000.

\*\*\* – suma acenaftyleny, acenaftenu, fluoreny, fenantreny, antracenu, fluorantenu, pireny, benzo(a)antracenu, chryzenu, benzo[a]pireny, dibenzo[ah]antracenu

\*\*\*\* – suma benzo(a)antracenu, benzo[b]fluorantenu, benzo[k]fluorantenu, benzo[a]pireny, dibenzo[ah]antracenu, indeno[1,2,3-cd]pireny, 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 (PMS).

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 głębozczków 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 zatężaniem na amalgatorze. Zawartości wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (WWA) – acenaftylenu, acenaftenu, fluorenu, fenantrenu, antracenu, fluorantenu, pirenu, benzo(a)antracenu, chryzenu, benzo(b)fluorantenu, benzo(k)fluorantenu, benzo(a)pirenu, indeno(1,2,3-cd)pirenu, dibenzo(a,h)antracenu, benzo(ghi)perylenu oznaczono przy użyciu chromatografu gazowego z detektorem spektrometrem mas (GC-MSD), a oznaczenia polichlorowanych bifenyli (kongenery PCB28, PCB52, PCB101, PCB118, PCB153, PCB138, PCB180) wykonano przy użyciu chromatografu gazowego z detektorem wychwytu elektronów (GC-ECD). Wszystkie oznaczenia wykonano w Centralnym Laboratorium Chemicznym Państwowego Instytutu Geologicznego w Warszawie.

## Prezentacja wyników

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

## Zanieczyszczenie osadów

Spośród jezior znajdujących się na arkuszu zbadane zostały osady jezior Linajno i Sunia. Osady jeziora Linajno charakteryzują się niskimi zawartościami potencjalnie szkodliwych pierwiastków, zbliżonymi do ich wartości tła geochemicznego. Osady jeziora Sunia cechuje podwyższona zawartość pierwiastków śladowych. Odnotowana zawartość wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych w osadach jeziora Sunia jest porównywalna z przeciętnie spotykanymi w osadach jezior. Stwierdzone zawartości pierwiastków śladowych i WWA w osadach jezior są niższe od ich dopuszczalnych stężeń według Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 16 kwietnia 2002 r., są one także niższe od ich wartości *PEL*, powyżej której obserwuje się szkodliwe oddziaływanie na organizmy wodne.

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

Tabela 6

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

Parametr	Limajno 1999 r.	Sunia 2011 r.
Arsen (As)	5	6
Chrom (Cr)	16	24
Cynk (Zn)	38	125
Kadm (Cd)	0,5	1,1
Miedź (Cu)	5	24
Nikiel (Ni)	10	21
Ołów (Pb)	16	54
Rtęć (Hg)	0,04	0,191
WWA <sub>11 WWA</sub> *	n.o.	1,915
WWA <sub>7 WWA</sub> **	n.o.	2,087
PCB***	n.o.	0,0016

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

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

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

### 3. Pierwiastki promieniotwórcze

#### Materiał i metody badań

Do określenia dawki promieniowania gamma i stężenia radionuklidów poczarabyłskiego cezu wykorzystano wyniki badań gamma-spektrometrycznych wykonanych dla Atlasu Radioekologicznego Polski 1:750 000 (Strzelecki i in., 1993, 1994). Pomiary gamma-spektrometryczne wykonywano wzdłuż profili o przebiegu N-S, przecinających Polskę co 15". Na

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

### Prezentacja wyników

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

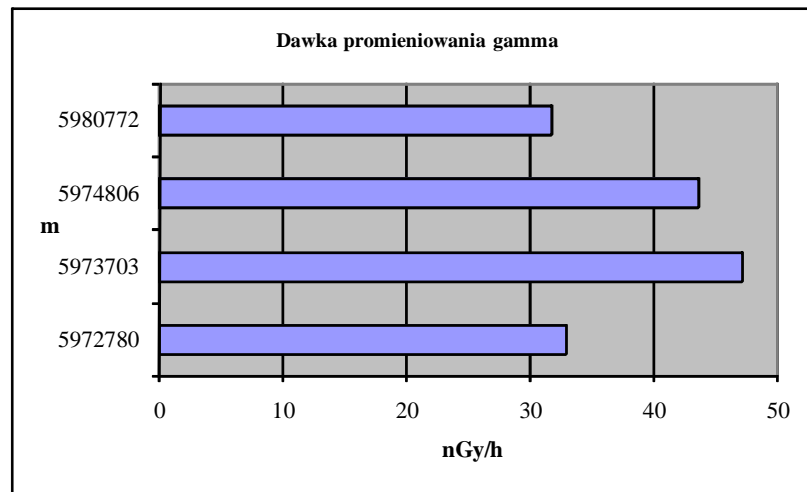
Wartości dawki promieniowania gamma wzdłuż profilu zachodniego wahają się w przedziale od około 32 do około 48 nGy/h. Przeciętnie wartość ta wynosi około 42 nGy/h i jest wyższa od średniej dla obszaru Polski wynoszącej 34,2 nGy/h. Wzdłuż profilu wschodniego wartości promieniowania gamma zmieniają się od około 22 do około 46 nGy/h i przeciętnie wynoszą około 34 nGy/h.

Na omawianym arkuszu pomierzone wartości promieniowania gamma są dość wyrównane (przeważają dawki z przedziału wartości: 30–45 nGy/h), co świadczy o tym, że podobnymi wartościami promieniowania gamma cechują się gliny zwałowe zlodowacenia północnopolskiego dominujące wzdłuż obu profili pomiarowych oraz utwory wodnolodowcowe (piaski i żwiry) z tego samego okresu zlodowacenia, występujące podrzędnie na omawianym arkuszu.

Stężenia radionuklidów poczarnobylskiego cezu zmierzone wzdłuż obu profili są generalnie bardzo niskie, charakterystyczne dla obszarów bardzo słabo zanieczyszczonych. Wzdłuż profilu zachodniego wynoszą od 1,3 do 5,9 kBq/m<sup>2</sup>, a wzdłuż profilu wschodniego wahają się od 1,6 do 11,5 kBq/m<sup>2</sup>. Nieco podwyższona lokalnie wartość stężenia cezu w profilu wschodnim (ok. 11 kBq/m<sup>2</sup>) jest związana z niezbyt intensywną anomalią występującą między Olsztynem, Piszem a Ostrołęką i nie stwarza żadnego zagrożenia radiologicznego dla ludności.

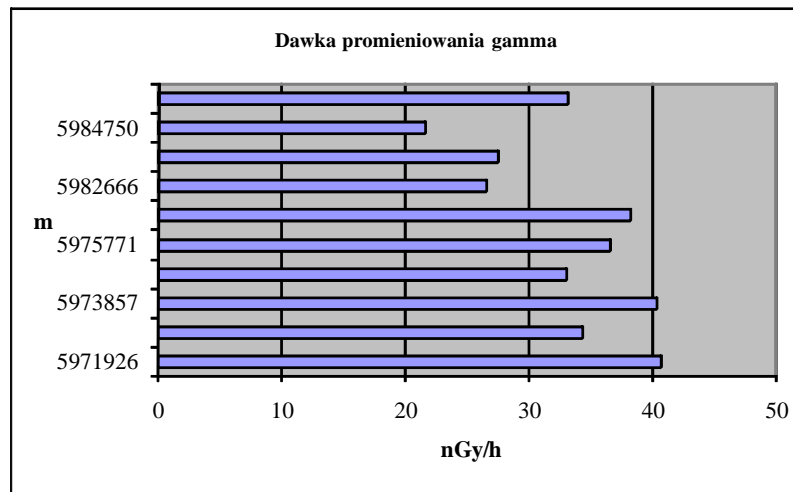
137 W

PROFIL ZACHODNI



137 E

PROFIL WSCHODNI



30

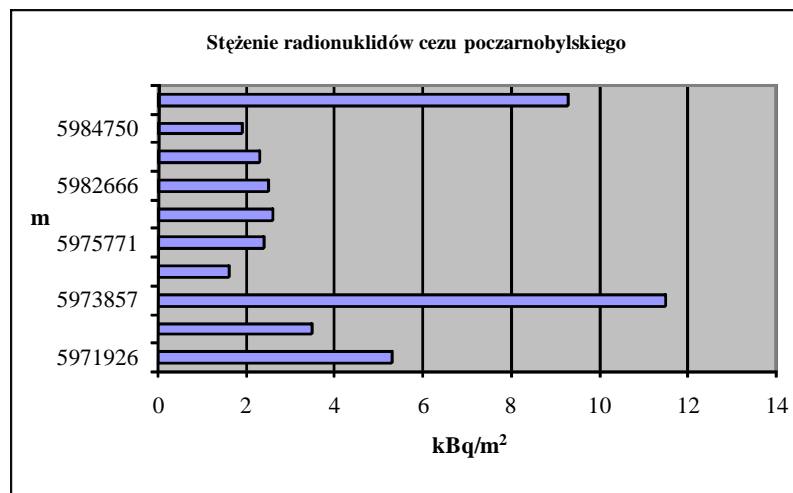
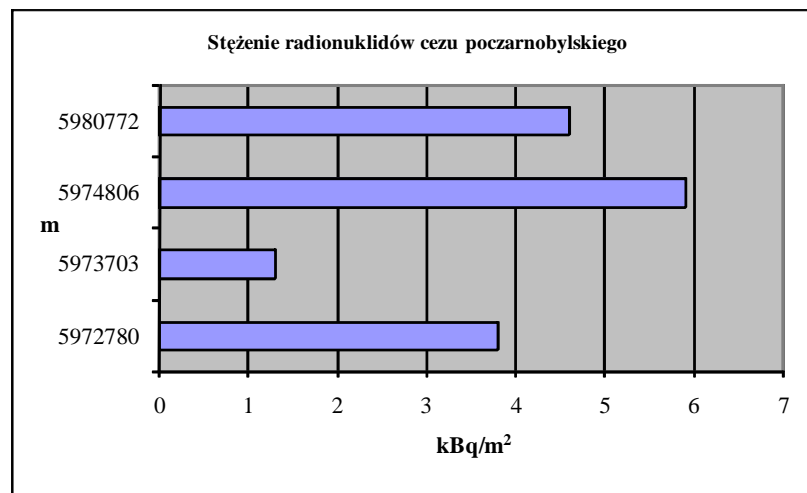


Fig. 4. Zanieczyszczenie gleb pierwiastkami promieniotwórczymi na obszarze arkusza Dobre Miasto (na osi rzędnych – opis siatki kilometrowej arkusza)

## **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 6).

Tabela 6

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

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

Ocena wykształcenia naturalnej bariery geologicznej pozwala na wyróżnienie:

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

Warstwa tematyczna „Składowanie odpadów” wraz z warstwą „Geochemia środowiska” wchodzi w skład warstwy informacyjnej „Zagrożenia powierzchni ziemi” i są przedstawione razem na Planszy B Mapy geosrodowiskowej 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 Dobre Miasto Mapy hydrogeologicznej Polski w skali 1:50 000 (Lidzbarski, 2004). Stopień zagrożenia wód podziemnych wyznaczono w pięciostopniowej skali (bardzo wysoki, wysoki, średni, niski, bardzo niski) i jest on funkcją nie tylko wartości parametrów filtracyjnych warstwy izolacyjnej (odporności poziomu wodonośnego na zanieczyszczenia), ale także czynników zewnętrznych, takich jak istnienie na powierzchni ognisk zanieczyszczeń czy obszarów prawnie chronionych. Stopień ten jest parametrem zmiennym i syntetyzującym różne naturalne i antropogeniczne uwarunkowania. Dlatego też obszarów o różnym stopniu zagrożenia nie należy wprost porównywać z wyznaczonymi na Planszy B terenami pod składowanie odpadów. Wydzielone tereny o dobrej izolacyjności (POLs) mogą współwystępować z obszarami o różnym zagrożeniu jakości wód podziemnych.

#### Obszary o bezwzględny zakazie lokalizacji składowisk odpadów

Na obszarze objętym arkuszem Dobre Miasto bezwzględny wyłączeniu z możliwości składowania odpadów podlegają:

- zabudowa Dobrego Miasta będącego siedzibą urzędów miasta i gminy i miejscowości gminnej Dywity,
- zabytkowy zespół architektoniczny w Dobrym Mieście,
- obszary objęte ochroną prawną w Europejskiej Sieci Ekologicznej NATURA 2000 „Swajnie” PLH 280046 i „Warmińskie Buczyny” PLH 280033 (ochrona siedlisk),
- rezerваты przyrody; „Kwiecewo” (faunistyczny) i strefa jego ochrony oraz „Kamienna Góra” (leśny),
- strefa ochrony głównego zbiornika wód podziemnych nr 213 Olsztyn,
- obszary płytkiego występowania głównego poziomu wodonośnego (poniżej 5 m) w rejonie Międzyzlesia i Braswałdu,
- obszary leśne o powierzchni powyżej 100 hektarów,
- tereny bagienne, podmokłe, łąki wykształcone na glebach pochodzenia organicznego,
- powierzchnie erozyjnych i akumulacyjnych tarasów holocenijskich w obrębie dolin rzek: Łyna, Sunia, Kwiała, Międzyzleska Struga i pozostałych, licznych cieków,
- strefy (do 250 m) wokół jezior: Limajno, Sunia, Mosąg, Bukwałdzkie, Łomy i Dywity,
- obszary płytkiego występowania (poniżej 5 m) zwierciadła wód podziemnych,
- tereny zagrożone ruchami masowymi: rejon na północny zachód od Żerdenik, wokół jeziora Sunia, Głotowa, Nowej Wsi Małej, Dobrego Miasta, Kolonii Międzyzlesie

(wzdłuż doliny Międzyleskiej Strugi), od Kwiecewa do Dobrego Miasta (wzdłuż doliny Kwieli), Knopin, Stary Dwór, Barcikowo, Drzazgi – Gajnica, rejon jeziora Limajno (Różanka – Swobodna, Kolonia Cerkiewnik), Cerkiewnik, Kabikiejmy Dolne, Kolonia Cerkiewnik, rejon Sętala, Łomy, Polejki, Braswałdu, Spręcowa – Różnowa (Grabowski, 2007),

- tereny o nachyleniu powyżej 10° (rejon Głodowa, jeziora Limajno, Gajnicy, Jankowa, Kabikiejm Dolnych, Sętala, Spręcowa, Bukwałdu, Brąswałdu, Ługwałdu, Gołogóry i Łomów).

Wybierając miejsce lokalizacji obiektów potencjalnie uciążliwych dla środowiska należy zwrócić uwagę na obecność licznych drobnych cieków i oczek wodnych.

Obszary bezwzględnie wyłączone z możliwości składowania odpadów zajmują około 75% powierzchni analizowanego terenu.

#### Charakterystyka i ograniczenia warunkowe obszarów spełniających wymagania dla składowania odpadów obojętnych

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

Przeważającą część obszaru objętego arkuszem stanowi wysoczyzna morenowa falista (wysokości względne 2–5 m), głównie jego część zachodnią i południowo wschodnią. Jej powierzchnię tworzy prawie ciągła pokrywa glin zwałowych stadiału górnego zlodowacenia wisty. Ich miąższość wynosi od kilku do ponad 20 m (Rumiński, 2003). Powszechnie na jej powierzchni występują pagórki moren martwego lodu, w których w warstwie przypowierzchniowej do głębokości około 2 m zalegają gliny zwałowe.

W rejonie Gołogóry obszary spełniające wymagane kryteria izolacyjności wskazano w granicach powierzchniowego występowania glin zwałowych moren czołowych. Ich miąższość wynosi około 3 m. W miejscach, w których na glinach zlodowacenia wisty występuje warstwa (do 2 m) piasków i żwirów lodowcowych warunki izolacyjne określono na mniej korzystne. Budowa składowisk odpadów wiąże się z koniecznością zdjęcia przepuszczalnego nadkładu.

Wytypowane obszary zlokalizowano na terenie gmin: Świątki, Dobre Miasto, Jankowo i Dywity. Mają one duże powierzchnie i są położone przy drogach dojazdowych, co umożli-

wia lokalizację składowisk odpadów lub innych obiektów uciążliwych dla środowiska w dogodnej odległości od zabudowań miejscowości.

Warunkowymi ograniczeniami części wytypowanych obszarów są:

p – położenie w granicach Obszaru Chronionego Krajobrazu Dolina środkowej Łyny,

b – bliskość zabudowy Dobrego Miasta.

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.

Na mapę naniesiono również obszary możliwej lokalizacji składowisk odpadów pozbawione naturalnej izolacji. Na powierzchni terenu występują tu przepuszczalne osady czwartorzędowe. Budowa składowisk odpadów w ich granicach wiąże się z koniecznością uszczelnienia podłoża obiektu dodatkową przesłoną – syntetyczną lub mineralną.

#### Problem składowania odpadów innych, niż niebezpieczne i obojętne (komunalnych)

W granicach obszarów rekomendowanych do składowania odpadów, w strefie głębokości do 2,5 m nie występują osady, których własności izolacyjne spełniałyby kryteria przyjęte dla składowania odpadów komunalnych.

W razie konieczności budowy tego typu obiektu można dodatkowo rozpoznać tereny w bezpośrednim sąsiedztwie otworów, w profilach których stwierdzono występowanie warstw gliniasto-ilastych lub glin o dużych miąższościach.

W otworze wykonanym na północny wschód od Kwiecewa, na głębokości 0,5 m nawiercono 1,5 m warstwę gliny zwałowej, pod którą występują ility czwartorzędowe o miąższości 4 m, w rejonie Łęgna gliny o 43 m miąższości, w otworze zlokalizowanym 1500 m na północ od Kwiecewa pakiet glin o miąższości 41 m.

Według danych z przekrojów geologicznego i hydrogeologicznego gliny zwałowe o miąższości 50–60 m mogą występować w granicach obszarów wskazanych w rejonie miejscowości Komalwy, Drzazgi oraz między Różynką i Bukwałdem. W rejonie Żardeniki – Łęgno – Nowa Wieś Mała gliny mogą mieć miąższości rzędu 40–50 m (przekrój geologiczny SmgP).

Należy zaznaczyć, że każdorazowo decyzję o lokalizacji składowisk odpadów musi poprzedzić rozpoznanie geologiczne, które pozwoli na potwierdzenie rozciągłości miąższych warstw gliniastych lub gliniasto-ilastych i określenie faktycznych własności izolacyjnych osadów.

Odpady z terenów objętych arkuszem przewożone są na składowiska w Rudnie koło Ostródy i do Olsztyna. W Rudnie deponuje się odpady zmieszane, na składowisku w Olsztynie selekcjonowane.

#### Ocena najbardziej korzystnych warunków geologicznych i hydrogeologicznych dla lokalizacji składowisk odpadów

Gliny zwałowe zlodowacenia wisły, które stanowią naturalną barierę geologiczną w granicach wskazanych obszarów spełniają jedynie kryteria wymagane dla składowania odpadów obojętnych.

Przy wyborze miejsca lokalizacji składowiska odpadów w pierwszej kolejności powinno się dodatkowo rozpoznać tereny w bezpośrednim sąsiedztwie otworów, w profilach których stwierdzono występowanie warstw gliniasto-ilastych (Kwiecewo, przy suszarni zakładu rolnego) lub gliny o dużych miąższościach (Łęgno, Kwiecewo). Korzystne warunki geologiczne mogą występować w obrębie obszarów wskazanych w rejonie miejscowości Komalwy, Drzazgi oraz między Różynką i Bukwałdem oraz w rejonie Żardeniki – Łęgno – Nowa Wieś Mała, gdzie można spodziewać się występowania pakietów gliniastych o dużych miąższościach. Warunki hydrogeologiczne rozpatrywane pod kątem składowania odpadów są korzystne. Przeważająca część obszarów spełniających kryteria przyjęte dla składowania odpadów obojętnych znajduje się na terenach o niskim i bardzo niskim stopniu zagrożenia wód użytkowych poziomów wodonośnych występujących na głębokości 15–50 m (część północna) i 50–100 m (część zachodnia i południowa).

Jedynie dla obszaru wskazanego w rejonie Kolonii Jankowo stopień zagrożenia wód poziomu użytkowego występującego tu na głębokości 15-50 m określono na średni. Główny użytkowy poziom wodonośny występuje tu w utworach pierwszego poziomu międzymorenowego.

Część analizowanego terenu pozostaje w zasięgu nieudokumentowanego głównego zbiornika nr 205 (subzbiornik Warmia). Prace dokumentacyjne rozpoczęto w 2011 r. Ze względu na głębokie występowanie wód, dobrą izolację i zasilanie wodami głębokiego krążenia prawdopodobnie nie będzie wymagane utworzenie stref jego ochrony.

#### Charakterystyka wyrobisk poeksploatacyjnych

Na składowiska odpadów można przeznaczyć wyrobiska niekoncesjonowanej eksploatacji kruszyw naturalnych na potrzeby lokalne zlokalizowane w okolicach miejscowości Swobodna i Knopin. Konieczne jest wykonanie rozpoznania geologicznego i hydrogeologicznego obiektów, które pozwoli na wybór optymalnej przesłony podłoża – syntetycznej lub mi-

neralnej. Warunkowym ograniczeniem budowy składowisk w wyrobiskach jest bliskość zabudowy miejscowości „b” i położenie w Obszarze Chronionego Krajobrazu Dolina środkowej Łyny „p”.

Wyrobiska eksploatowanych na tym terenie złóż oraz pozostałe punkty lokalnej eksploatacji kruszyw naturalnych znajdują się na obszarach bezwzględnie wyłączonych z możliwości składowania odpadów.

Przedstawione na mapie tereny i miejsca predysponowane do składowania wyróżnionych typów odpadów należy traktować jako podstawę późniejszych wariantowych propozycji lokalizacyjnych i w nawiązaniu do nich projektowania odpowiednich badań geologicznych i hydrogeologicznych. Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 24 marca 2003 roku w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących lokalizacji, budowy, eksploatacji i zamknięcia, jakim powinny odpowiadać poszczególne typy składowisk na obszarze planowanego składowania odpadów i jego otoczenia oraz zmieniającego je Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 26 lutego 2009 r. wymagane jest przeprowadzenie badań geologicznych i hydrogeologicznych, których wyniki opracowuje się w formie dokumentacji geologiczno-inżynierskiej i hydrogeologicznej, dołączonych do wniosku o wydanie decyzji o warunkach zabudowy i zagospodarowania terenu dla składowiska odpadów.

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

## **X. Warunki podłoża budowlanego**

Na obszarze arkusza Dobre Miasto dokonano oceny warunków geologiczno-inżynierskich podłoża budowlanego z wyłączeniem: terenów rezerwatów, obszarów występowania złóż kopalin, rejonów zwartej zabudowy miejskiej, obszarów leśnych, obszarów rolnych w klasach bonitacyjnych I–IVa i łąk na glebach pochodzenia organicznego.

Obszary o korzystnych i niekorzystnych warunkach dla budownictwa wydzielone zostały na podstawie map: topograficznej, geologicznej (Rumiński, 2003) i hydrogeologicznej (Lidzbarski, 2004)

Tereny o korzystnych warunkach geologiczno-inżynierskich to obszary występowania gruntów spoistych w stanach: zwartym, półzwartym, miejscami twaroplastycznym oraz gruntów sypkich w stanie zagęszczonym i średniozagęszczonym, o ile nie występują w nich zjawiska geodynamiczne, a zwierciadło wód gruntowych znajduje się na głębokości większej niż 2 m p.p.t. Takie kryteria na omawianym obszarze spełniają wysoczyzny zbudowane z piasków i żwirów wodnolodowcowych oraz mało skonsolidowanych (morena denna) lub nieskonsolidowanych (morena czołowa) glin zwałowych zlodowaceń północnopolskich, jak również rejon występowania piasków wodnolodowcowych i lodowcowych, piasków rzeczno-lodowcowych i rzecznych występujących na tarasach Łyny. Na obszarze arkusza Dobre Miasto największe powierzchnie budują gliny zwałowe oraz piaski i żwiry wodnolodowcowe zlodowaceń północnopolskich. Korzystnymi warunkami dla budownictwa charakteryzują się rejon we wschodniej i południowej jego części. Obszary moren czołowych i martwego lodu ze względu na mniej regularną budowę i występowanie wkładek mułkowo-ilastych oraz złożoną strukturę wewnętrzną są mniej korzystne dla budownictwa. Obszary takie na omawianym terenie występują powszechnie na wysoczyźnie morenowej, w rynn timer Łyny, w rejonie Jeziora Bukwałdzkiego i w okolicach Gołogóry.

Rejon o niekorzystnych warunkach geologiczno-inżynierskich zbudowane są z gruntów słabonośnych tzn. gruntów organicznych, zwierzelin gliniastych, gruntów sypkich i luźnych oraz plastycznych i miękkoplastycznych. Niekorzystnymi warunkami dla budownictwa cechują się ponadto takie tereny, gdzie zwierciadło wody gruntowej znajduje się na głębokości mniejszej niż 2 m p.p.t. Są to rejon występowania torfów oraz piasków rzecznych tarasów zalewowych, zawierających wkładki mułków i osadów organogenicznych. W obszarach występowania gruntów organicznych można się spodziewać wzrostu agresywności wód względem betonu i stali. Na omawianym arkuszu obszary te zajmują znaczne powierzchnie i występują głównie w dolinach: Łyny, Kirsny, Suni i mniejszych cieków. Utrudnienia dla budownictwa mogą także występować w obrębie rynien subglacjalnych z urozmaiconą rzeźbą powierzchni oraz dużą zmiennością rodzaju gruntów.

W dolinach rzek Łyny i Kwieli oraz na północ od Dobrego Miasta rozpoznano obszary predysponowane do występowania powierzchniowych ruchów masowych typu spęływania i osuwania (Grabowski red., 2007). Tereny te zaznaczono na mapie jako niekorzystne dla posadowienia budowli.

## XI. Ochrona przyrody i krajobrazu

Na obszarze arkusza Dobre Miasto lasy (w dużej części ochronne) pokrywają około 25% powierzchni. Ich skład gatunkowy jest dość bogaty. Drzewostany charakteryzują się dużym wymieszaniem oraz zróżnicowaniem. W części południowej, w uroczysku Bukwałd, dominują wysokowartościowe drzewostany bukowe. Należą one w większości do starszych klas wiekowych i charakteryzują się domieszką świerka i dębu. Wzdłuż Łyny przeważają drzewostany sosnowe, bardzo zróżnicowane pod względem wieku. Wśród siedlisk leśnych niewielką przewagę pod względem zajmowanej powierzchni mają siedliska borowe, w tym głównie frakcje boru mieszanego. Siedliska lasowe przeważają w północnej części gminy. Niewielkie powierzchnie zajmują siedliska podmokłe i bagienne. Największe kompleksy leśne rozciągają się w dolinie rzeki Łyny oraz w północnej części arkusza.

Na obszarach bezleśnych występują głównie gleby chronione II, IIIa, III i IVa klasy bonitacyjnej kompleksów: pszennego dobrego, żytniego wadliwego oraz żytniego bardzo dobrego. Pod względem typologicznym są to gleby brunatne właściwe, brunatne wylugowane i kwaśne oraz czarne ziemie. Zajmują one około 60% powierzchni arkusza. Największe kompleksy gleb chronionych znajdują się w zachodniej, północno-zachodniej i wschodniej części obszaru. W dolinie rzeki Łyny oraz w dolinkach mniejszych cieków rozciągają się gleby organiczne łąk. Są to gleby torfowe i murszowo-torfowe oraz mułowo-torfowe i torfowo-mułowe.

Na terenie arkusza Dobre Miasto ochroną objęte zostały znaczne obszary. W celu ochrony przyrody i krajobrazu ustanowiono: rezerwaty, obszary chronionego krajobrazu, zespół przyrodniczo-krajobrazowy, użytek ekologiczny, a także liczne pomniki przyrody ożywionej i nieożywionej.

Rezerwat faunistyczny „Kwiecewo” ustanowiono w 2010 r. w celu zachowania, w stanie naturalnym, rozlewiska będącego ostoją łęgową oraz miejscem występowania licznych gatunków ptaków wodno-błotnych. Powierzchnia rezerwatu wynosi 110 ha. Wokół granic rezerwatu ustanowiono otulinę o powierzchni 271 ha. Obszar rezerwatu „Kwiecewo” w całości znajduje się w obrębie z ustanowionego w 2008 r. użytku ekologicznego.

Rezerwat „Kamienna Góra”, o powierzchni 95,14 ha, został utworzony dla ochrony drzewostanu bukowego reprezentującego zespół buczyny pomorskiej wraz ze stanowiskami licznych gatunków roślin rzadkich i chronionych. Obejmuje on rozległy garb moreny czołowej, którego najwyższe wzniesienie – Kamienna Góra – osiąga wysokość 179 m n.p.m. Powierzchnię garbu pokrywają liczne głązy narzutowe. Rezerwat jest miejscem występowania szeregu zróżnicowanych siedliskowo i florystycznie zbiorowisk roślinnych, wśród których

dominuje buczyna pomorska. Występuje tu również buczyna kwaśna, olszyna typowa, łęg jesionowo-olchowy, świerkowy bór mieszany świeży, świerkowy bór mieszany wilgotny, a także nieleśne turzycowisko szalejowe.

Znaczną powierzchnię na obszarze omawianego arkusza zajmują obszary chronionego krajobrazu. Powołane zostały one decyzją wojewody olsztyńskiego w celu zachowania wartości ekologicznych, ekonomicznych, estetycznych i kulturowych wyróżniających się krajobrazowo i przyrodniczo terenów o cennych typach ekosystemów. Środkową część omawianego obszaru zajmuje Obszar Chronionego Krajobrazu Doliny Środkowej Łyny o łącznej powierzchni 15307,8 ha. Ochroną objęto głównie malowniczą dolinę rzeki Łyna oraz jej dopływów, a także jeziora w okolicach Sętała. Obszar Chronionego Krajobrazu Doliny Dolnej Łyny w granicach omawianego arkusza zajmuje niewielką powierzchnię w jego północno-wschodniej części. Obszary chronionego krajobrazu wraz z istniejącymi i projektowanymi parkami krajobrazowymi, rezerwatami i użytkami ekologicznymi tworzą system obszarów chronionych województwa, powiązany przestrzennie z obszarami chronionymi sąsiednich województw.

Zespół przyrodniczo-krajobrazowy „Jezioro Limajno i okolice” utworzony w 2007 r. na powierzchni 450 ha, w celu ochrony ekosystemu Jeziora Limajno oraz walorów przyrodniczych i krajobrazowych terenów otwartych otaczających jezioro.

Na terenie arkusza znajdują się liczne drzewa objęte ochroną jako pomniki przyrody (tab. 7). Są to głównie: dęby, topole, lipy a także kasztanowiec, sosna, świerk i jałowiec o 7 pniach, rosnący w leśnictwie Redykajny w okolicach Brąswałdu. Planowane jest również objęcie ochroną pomnikową kilku buków rosnących w leśnictwie Kamienna Góra. W leśnictwie Buki znajduje się jedyny na omawianym obszarze pomnik przyrody nieożywionej. Jest to granit szary o obwodzie około 9,5 m. Projektuje się ponadto ustanowienie dwóch użytków ekologicznych na obszarze zbiorników wodnych w rejonie Spręcewa i Barkwedy.

Tabela 7

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

Nr obiektu na mapie	Forma ochrony	Miejscowość	Gmina	Rok zatwierdzenia	Rodzaj obiektu (powierzchnia w ha)
			Powiat		
1	2	3	4	5	6
1	R	Kwiecewo	Świątki	2010	Fn – Kwiecewo (110)
			olsztyński		
2	R	Obwód Łomy; oddz. 208, 209, 210a-k	Jonkowo	1995	L – Kamienna Góra (95,14)
			olsztyński		
3	P	Dobre Miasto	Dobre Miasto	1994	Pz – lipa
			olsztyński		

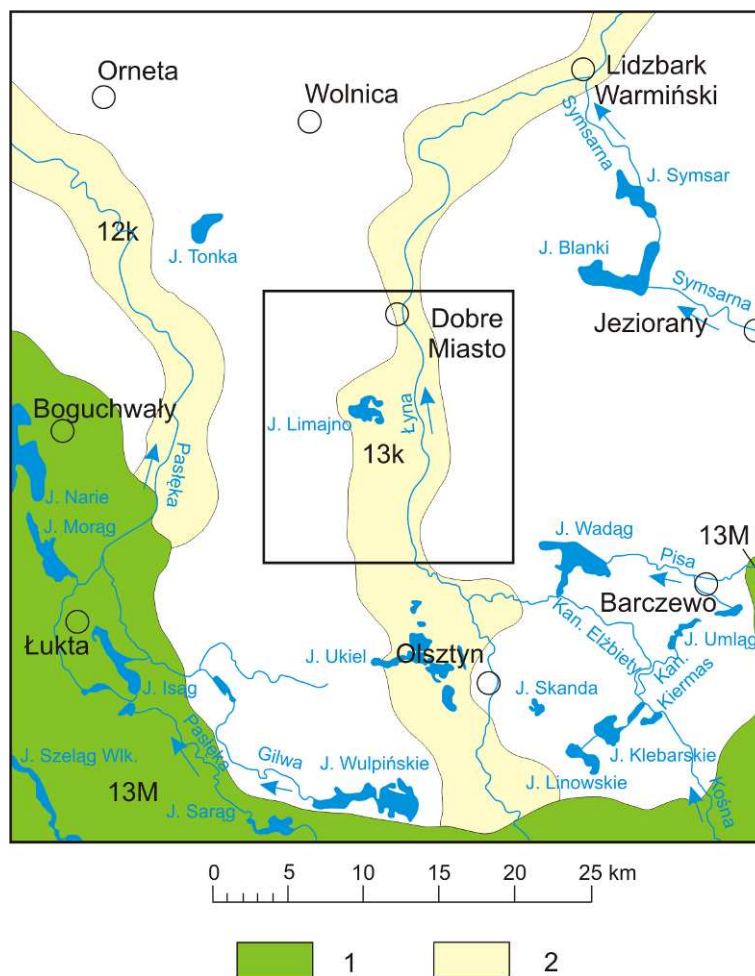
1	2	3	4	5	6
4	P	Dobre Miasto	Dobre Miasto	1994	Pż – lipa
			olsztyński		
5	P	Dobre Miasto	Dobre Miasto	1994	Pż – lipa
			olsztyński		
6	P	Dobre Miasto	Dobre Miasto	1994	Pż – kasztanowiec
			olsztyński		
7	P	Leśn. Smolany oddz. 379j	Dobre Miasto	1997	Pż – sosna
			olsztyński		
8	P	Leśn. Sarny oddz. 476h	Dobre Miasto	1997	Pż – świerk
			olsztyński		
9	P	Leśn. Buki oddz. 105a	Dywity	1961	Pn, G – granit szary grubokrystaliczny
			olsztyński		
10	P	Barkweda	Dywity	1984	Pż – dęby (3 szt.), lipa o 3 pniach
			olsztyński		
11	P	Spręcwo	Dywity	2004	Pż – topola czarna
			olsztyński		
12	P	Leśn. Kamienna Góra oddz. 206i	Jonkowo	*	Pż – buk
			olsztyński		
13	P	Leśn. Kamienna Góra oddz. 205d	Jonkowo	*	Pż – grupa buków
			olsztyński		
14	P	Leśn. Redykajny oddz. 285Ac	Dywity	1989	Pż – jałowiec o 7 pniach
			olsztyński		
15	U	Kwiecwo	Świątki	2008	„Kwiecwo” rozlewisko (126)
			olsztyński		
16	U	Spręcwo oddz. 139j; 140f	Dywity	*	Zbiornik wodny, nie-użytek (16,48)
			olsztyński		
17	U	Barkweda	Dywity	*	Zbiornik wodny, jez. Masąg (59,0)
			olsztyński		
18	Z	Cerkiewnik	Dobre Miasto	2007	„Jezioro Limajno i okolice” (450,0)
			olsztyński		

Rubryka 2: **R** – rezerwat, **P** – pomnik przyrody; **U** – użytek ekologiczny; **Z** – zespół przyrodniczo-krajobrazowy

Rubryka 5: \* – obiekt projektowany;

Rubryka 6: rodzaj rezerwatu: **L** – leśny, **Fn** – faunistyczny; rodzaj pomnika przyrody: **Pż** – żywej; **Pn** – nieżywionej  
rodzaj obiektu: **G** – gład narzutowy

Według koncepcji krajowej sieci ekologicznej ECONET (Liro red., 1998) środkową część arkusza zajmuje obszar węzłowy o znaczeniu krajowym – Łyny. Położenie arkusza Dobre Miasto na tle mapy systemu ECONET obrazuje figura 5.



**Fig. 5. Położenie arkusza Dobre Miasto tle mapy systemu ECONET (Liro red., 1998)**

- 1 – Międzynarodowy obszar węzłowy, jego numer i nazwa: 13M – Zachodniomazurski
- 2 – Korytarz ekologiczny o znaczeniu krajowym, jego numer i nazwa: 12k – Pasłęki, 13k – Łyny

W skład Europejskiej Sieci Ekologicznej NATURA 2000, która opracowana została dla ochrony cennych pod względem przyrodniczym i zagrożonych składników różnorodności biologicznej, wchodzi obszary specjalnej ochrony ptaków (OSO) i specjalne obszary ochrony siedlisk (SOO) (tab. 8). W obrębie omawianego arkusza znajduje się specjalny obszar ochrony siedlisk Warmińskie Buczyny (PLH 280033) oraz fragment specjalnego obszaru ochrony siedlisk Swajnie (PLH 280046)

Ostoję Warmińskie Buczyny wyznaczono jako 3 odrębne enklawy położone w środkowej części Pojezierza, obejmujące swym zasięgiem fragment moreny czołowej powstałej w okresie ostatniego zlodowacenia. Głównym walorem przyrodniczym terenu są dobrze zachowane starodrzewia lasów bukowych stanowiące najdalej na wschód wysunięte, zwarte enklawy tego gatunku w Europie. Charakterystyczną część ostoi stanowią naturalne eutroficzne zbiorniki wodne oraz bardzo dobrze zachowany, „dziki” fragment doliny rzeki Łyny o długości około 4 km.

**Wykaz obszarów chronionych Europejskiej Sieci Ekologicznej Natura 2000**

Lp.	Typ obszaru	Kod obszaru	Nazwa obszaru i symbol oznaczenia na mapie	Położenie centralnego punktu obszaru		Powierzchnia obszaru (ha)	Położenie administracyjne obszaru			
				Długość geogr.	Szerokość geogr.		Kod NUTS	Województwo	Powiat	Gmina
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	B	PLH280033	Warmińskie Buczyny (S)	E 20°23'17''	N 53°53'29''	1525,9	PL622	warmińsko-mazurskie	olsztyński	Dobre Miasto
2	B	PLH280046	Swajnie (S)	E 20°29'59''	N 51°00'10''	1186,5	PL622	warmińsko-mazurskie	olsztyński	Dobre Miasto, Dywity, Jonkowo

Rubryka 2: B – wydzielone SOO bez żadnych połączeń z innymi obszarami Natura 2000

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

Ostoja Swajne charakteryzuje się występowaniem grądu subkontynentalnego oraz siedlisk wodnych w postaci niewielkiej śródlądowej rzeki (Kirsna), zbiorników eutroficznycych, naturalnych zbiorników dystroficznycych, podmokłych łąk i łągów, sosnowych borów bagiennych, borealnej świerczyny bagiennej oraz torfowisk wysokich i przejściowych. Jest to obszar ważny dla zachowania populacji organizmów związanych z siedliskami wodnymi i podmokłymi (bóbr, wydra, minóg strumieniowy) oraz przyrodniczymi (storczyki, mech – sierpowiec błyszczący i inne).

Na omawianym obszarze znajduje się fragment szlaku turystycznego o znaczeniu ogólnokrajowym zwanego „Kopernikowskim Szlakiem”. Prowadzi on przez zabytkowe miejscowości związane z pobytem Mikołaja Kopernika z Olsztyna (na południe od granic arkusza) przez Brąswałd, Barkwedę, Dobre Miasto w kierunku Lidzbarka Warmińskiego i dalej do Fromborka.

## **XII. Zabytki kultury**

Obszar arkusza Dobre Miasto położony jest w południowej części Warmii zwanej często polską Warmią, gdyż od wieków zamieszkały był głównie przez Polaków. Prowadzone badania archeologiczne ustaliły najstarsze ślady pobytu człowieka sprzed około 14 tysięcy lat przed naszą erą w takich miejscowościach jak Barkweda i Brąswałd oraz w okolicach jeziora Limajno. W rejonie tym znajduje się najwięcej stanowisk archeologicznych o dużym znaczeniu. Część z nich (okolice jeziora Limajno) wpisano do rejestru zabytków. Pierwotnymi mieszkańcami tych ziem byli Prusowie. W XIII wieku Warmia została opanowana przez Krzyżaków. Najwcześniej z licznych w tym rejonie XIV-wiecznych wsi powstał Brąswałd, wkrótce potem: Dywity, Bukwałd i Różnowo. Wiek XVI był okresem wzmożonego napływu ludności polskiej w okolice Olsztyna.

Historia Dobrego Miasta sięga średniowiecza. Zostało ono założone na początku XIV wieku na miejscu osady Prusów. Położone na wyspie w ramionach rzeki Łyny, posiadało dogodne warunki obronne. W 1329 roku Dobre Miasto otrzymało prawa miejskie. W kilka lat po lokacji otoczono je murami obronnymi. Pozostałością dawnych obwarowań jest istniejąca do dziś „Baszta Bociania”. Miasto było częścią składową Diecezji Warmińskiej utworzonej w 1234 roku na opanowanym przez Krzyżaków terytorium Prus. W latach 1466–1772 Dobre Miasto znajdowało się w granicach Rzeczypospolitej. W czasie wojny polsko-krzyżackiej w latach 1519–1521 – okupowane było przez wojska wielkiego mistrza Albrechta Hohenzollerna, które obrabowały skarbiec kolegiaty. W latach 1626–1629 trwała okupacja wojsk szwedzkich Gustawa Adolfa. Decydujące znaczenie dla rozwoju miasta miało przeniesienie tu

Kapituły Kolegiackiej. W ciągu kilkudziesięciu lat kanonicy wybudowali kościół, odpowiadający rangą kapitule, szkołę parafialną oraz szpital. Wraz z budową kolegiaty zaczęto wznosić obwarowania miejskie. W XIX wieku przez około 30 lat Dobre Miasto było miastem powiatowym. Przeżyło wówczas okres intensywnego rozwoju: w 1852 roku powstała fabryka saletry, w 1882 roku fabryka sukna, w 1884 roku uzyskano połączenie kolejowe z Olsztynem i Ornetą, w latach 1823–1849 było siedzibą sądu powiatowego, a od 1879 roku siedzibą sądu okręgowego. Z wydarzeń pierwszej wojny światowej miasto wyszło obronną ręką. W okresie międzywojennym przeżywało stagnację. W czasie działań wojennych drugiej wojny światowej uległo wraz z okolicznymi miejscowościami dużym zniszczeniom. Wyludnione zostały miasta i wsie, spalone domy mieszkalne i budynki gospodarcze, zerwane tory kolejowe i linie elektryczne. Głównym zadaniem była odbudowa i rozbudowa przemysłu. Lata powojenne były okresem stałego rozwoju miasta.

Średniowieczny układ urbanistyczny Dobrego Miasta jest objęty ochroną konserwatorską. W obrębie tej strefy znajduje się m.in. kilka kościołów i fragmenty murów obronnych wraz z basztą „Bocianią”. Jej nazwa pochodzi od gnieźdzących się na jej szczycie bocianów. Obecnie mieści się tu siedziba Oddziału Stowarzyszenia Społeczno – Kulturalnego „Pojezierze” oraz muzeum historii Dobrego Miasta. Można tu obejrzeć dawne mapy biskupstwa warmińskiego, plany miasta, fotografie i fotokopie zabytkowych obiektów i starych dokumentów. Kościół pw. Najświętszego Zbawiciela i Wszystkich Świętych (Bazylika Mniejsza) jest wspaniałą gotycką kolegiatą wybudowaną w latach 1357–1389 na bagnie, przypuszczalnie na dębowych palach. Stanowi wraz z zabudowaniami kolegiackimi potężny czworobok murów, przypominający zamek obronny. Jest to najpiękniejszy i jeden z największych kościołów typu halowego na Warmii. Wewnątrz kościoła znajdują się m.in.: rzeźba Madonny z XV wieku, ołtarz Tron Łaski wykonany około 1500 roku przez uczniów Wita Stwosza, ołtarz Trójcy Świętej, bogato zdobiona ambona z 1693 r. i XVIII-wieczny ołtarz główny wzorowany na ołtarzu z katedry wawelskiej. Kościół pw. św. Mikołaja zbudowany został w latach 1736–1741. Posiada on barokowe ołtarze z lat 1600 i 1700 oraz ciekawy wystrój wnętrza. Obecnie jest świątynią parafialną obrządku ukraińsko-bizantyjskiego. W neoromańskim, zabytkowym budynku dawnego kościoła ewangelickiego, wzniesionego w latach 1830–1834, mieści się obecnie biblioteka. Jest to budowla z wysoką kwadratową wieżą, piętrowa, na rzucie prostokąta. Pozostałe zabytkowe obiekty sakralne w mieście to kaplica św. Jerzego i 2 kapliczki przydrożne. W mieście znajdują się ponadto liczne obiekty architektoniczne objęte ochroną konserwatorską. Do rejestru zabytków wpisano ponad 70 domów położonych przy ulicach: Fabrycznej, Sowińskiego, Grunwaldzkiej, Wojska Polskiego, Łużyckiej, Malczewskiego,

Górnej i Orła Białego. Ochronie podlega również 5 spichlerzy, rzeźnia, zabudowania gazowni, wieża ciśnień oraz dawne stajnie.

Cechą charakterystyczną omawianego obszaru, podobnie jak i całej Warmii, są liczne kapliczki przydrożne. Były one wznoszone w pobliżu zagród i przy drogach. Elementem wyróżniającym kapliczki Warmii spośród innych tego typu obiektów jest ich charakterystyczna i niepowtarzalna architektura, wyrastająca z różnorodnego dziedzictwa kulturowego i zasłóści historycznych Warmii. Fundowano je zarówno z potrzeby serca, z pobożności, czy jako pokutę za grzechy. Wiele z nich powstało również jako wota – w intencji ocalenia wsi od wojny, zarazy, klęski głodu, lub też w podzięce za wysłuchane modlitwy. Na omawianym terenie znajdują się one w: Głotowie, Nowej Wsi Małej, Łęgnie, Międzylesiu, Starym Dworze, Podleśnej, Sętału, Bukwałdzie, Brąswałdzie, Dywitach i Rozgitach. W Głotowie w pobliżu barokowego kościoła znajduje się ponadto zespół 14 kapliczek i kaplic drogi krzyżowej, wiernie naśladujący jerozolimską drogę krzyżową, zwany „Kalwarią Warmińską”. Kalwarię wybudowano pod koniec XIX wieku w sztucznie wykopanym wąwozie o niemal pionowych ścianach budowanym rękoma 70 000 osób. Jest to jedyny taki zabytek w północno-wschodniej Polsce. W Głotowie ochroną konserwatorską objęto również barokowy Kościół Najświętszego Zbawiciela, pochodzący z lat 1723–1726 wraz z zespołem kaplic w murze kościelnym i 2 cmentarze. Do rejestru zabytków wpisano także wiele innych obiektów sakralnych. Są to kościoły, kaplice i cmentarze w: Knopinie, Międzylesiu, Cerkiewniku, Nowej Wsi Małej, Sętału, Bukwałdzie, Brąswałdzie, Kwiecewie, Różynce i Dywitach. Na cmentarzu w Barkwedzie pochowani zostali żołnierze polegli w krwawej bitwie pomiędzy wojskami Napoleona i sprzymierzonymi siłami prusko-rosyjskimi.

Na omawianym obszarze za obiekty zabytkowe uznane zostały dwór wraz z otaczającym go parkiem w Komalwach, oraz park podworski w Żardenikach. Stare zabytkowe domy znajdują się w: Bukwałdzie, Brąswałdzie i Dywitach.

Jedynym zabytkiem technicznym objętym ochroną jest młyn wodny w Barkwedzie. Bardzo ciekawe są również, choć niewpisane do rejestru, zabudowania elektrowni wodnej oraz zapora w Brąswałdzie.

### **XIII. Podsumowanie**

Obszar arkusza Dobre Miasto ma charakter rolniczy. Produkcja rolna i związana z tym hodowla bazują na dobrych glebach (klasy bonitacyjne II–IVa), pokrywających znaczną część omawianego terenu. W ograniczonym zakresie prowadzona jest hodowla bydła i trzody chlewnej. Zakłady przemysłowe mają w większości ścisły związek z rolnictwem funkcjonuje

tu ponadto wiele zakładów usługowo-produkcyjnych i rzemieślniczych. Jedynym ośrodkiem miejskim jest Dobre Miasto położone nad Łyną w północnej części obszaru arkusza i tu koncentruje się większość zakładów przemysłowych.

Na obszarze objętym arkuszem Dobre Miasto występują jedynie kopaliny pospolite, związane z czwartorzędowymi osadami o genezie lodowcowej i wodnolodowcowej. Aktualnie udokumentowanych jest 11 złóż, w tym 9 złóż kruszyw piaskowo-żwirowych, złoża torfów i złoża kredy jeziornej. Możliwości poszerzenia istniejącej bazy zasobowej na omawianym obszarze są ograniczone i dotyczą jedynie udokumentowania złóż surowców węglanowych, torfów oraz piasków i żwirów w istniejących rejonach złożowych. Aktualnie zagospodarowane są trzy złoża piasków i żwirów.

Omawiany obszar, należący w całości do dorzecza Łyny (lewobrzeżnego dopływu Pregoły) i zlewni Morza Bałtyckiego, charakteryzuje się słabo rozwiniętą siecią rzeczną. Na terenie arkusza monitoringiem objęta jest Łyna, której wody w 2009 roku charakteryzowały się umiarkowanym stanem ekologicznym. Badania przeprowadzone w roku 2006 wykazały niezadowalającą jakość w rejonie Redyjkajn oraz jakość zadowalającą w dolnym biegu Łyny w Knopinie. Rzeka jest w znacznym stopniu obciążona zanieczyszczeniami pochodzącymi ze źródeł punktowych głównie z olsztyńskiej mechaniczno-biologicznej oczyszczalni. W roku 2010 wody jeziora Sunia zaliczono do klasy II.

Wody podziemne na omawianym terenie zostały rozpoznane w utworach czwartorzędowych i trzeciorzędowych. Znaczenie użytkowe ma głównie poziom czwartorzędowy.

Korzystnymi warunkami dla budownictwa charakteryzują się rejony we wschodniej i południowej jego części. Rejony o warunkach geologiczno-inżynierskich niekorzystnych i utrudniających budownictwo i występują głównie w dolinie Łyny, Kirsny, Suni i mniejszych cieków.

Na obszarze arkusza Dobre Miasto ochroną objęte zostały znaczne obszary. W celu ochrony przyrody i krajobrazu ustanowiono rezerwaty „Kamienna Góra” i „Kwiecewo”, obszary chronionego krajobrazu, zespół przyrodniczo krajobrazowy „Jezioro Limajno i okolice”, użytek ekologiczny a także liczne pomniki przyrody ożywionej i nieożywionej. W granicach opracowania znajdują się specjalne obszary ochrony siedlisk systemu NATURA 2000 Warmińskie Buczyny oraz Swajnie.

W północno-wschodniej części arkusza rozciąga się rozległy kompleks leśny zwany Lasami Wichrowskimi. Liczne jeziora, różnorodność gatunków roślin i zwierząt tworzą niepowtarzalny urok leśnej krainy. Uroku dodaje płynąca wśród morenowych wzgórz rzeka Łyna, jedenasta, co do długości rzeka w kraju, którą przebiega szlak kajakowy o znaczeniu krajo-

wym. Atrakcyjnymi turystycznie są tereny położone w okolicach jeziora Limajno zwanego „Perłą Warmii”. Czyste wody jeziora przyciągają amatorów sportów wodnych i wędkowania. Nad jeziorem znajduje się ośrodek wypoczynkowy.

Szczególne walory krajobrazowo-przyrodnicze obszaru arkusza obligują do priorytetowego traktowania zagadnień ochrony środowiska przyrodniczego. Ingerencja człowieka w zasoby naturalne obszaru powinna być podporządkowana nadrzędnemu celowi jakim, w tym rejonie, jest ochrona przyrody. Nadrzędnym celem dla samorządów lokalnych powinny być: rozwiązanie problemu gospodarki odpadami, kompleksowa ochrona środowiska naturalnego, wspieranie rozwoju turystyki, agroturystyki i rekreacji, a także koordynacja przedsięwzięć gospodarczych i społecznych w zakresie ochrony środowiska, turystyki i edukacji. Istnieje potrzeba pilnego przeciwdziałania postępującej degradacji środowiska, szczególnie wód powierzchniowych i podziemnych. Wymaga to budowy wydajnych i kompleksowych oczyszczalni ścieków, a także racjonalnego użytkowania wody w zakładach przemysłowych i gospodarstwach domowych.

Na terenie objętym arkuszem Dobre Miasto wskazano obszary rekomendowane dla składowania jedynie odpadów obojętnych. Znajdują się one na terenie gmin: Świątki, Dobre Miasto, Jonkowo i Dywity. Naturalną barierę geologiczną tworzą gliny zwałowe zlodowacenia wisły.

Dla potrzeb składowania odpadów komunalnych można dodatkowo rozpoznać teren w pobliżu otworu wiertniczego odwierconego na północny wschód od Kwiecewa, w profilu którego występuje 5,5 m pakiet gliniasto-ilasty; otworu w Łęgnie, gdzie nawiercono gliny o miąższości 43 m; w odległości 1500 m na północ od Kwiecewa gliny 41 m miąższości.

Warunki hydrogeologiczne rozpatrywane pod kątem składowania odpadów są korzystne. Przeważająca część obszarów rekomendowanych dla składowania odpadów obojętnych znajduje się na terenach o bardzo niskim i niskim stopniu zagrożenia wód poziomów użytkowych.

Na składowiska odpadów można przeznaczyć punkty lokalnej eksploatacji kruszyw zlokalizowane w rejonie miejscowości Swobodna i Knopin. Konieczna będzie dodatkowa przesłona podłoża obiektu – mineralna lub syntetyczna.

Każdorazowo decyzję o przeznaczeniu terenów pod budowę obiektu potencjalnie uciążliwego dla środowiska muszą poprzedzić prace geologiczne, które pozwolą na wybór optymalnej lokalizacji.

#### XIV. Literatura

- 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., LEWANDOWSKI P., 1995 – Metale ciężkie w glebach tarasów zalewowych Pisi. *Prz. Geol.* 44 (1), 75, 1996.
- BOJAKOWSKA I., SOKOŁOWSKA G., 1996 – Heavy metals in the Bystrzyca river flood plain. *Geological Quarterly*, 40 (3): 467–480.
- BORAWSKA M., 2005 – Dokumentacja geologiczna złoża żwirowo-piaskowego „Ługwałd 1” w kat. C<sub>1</sub>. *Centr. Ach. Geol. Państw. Inst. Geol. Warszawa.*
- 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.
- BUJAKOWSKA K., PARECKA K., 1996a – Inwentaryzacja złóż surowców mineralnych województwa olsztyńskiego z uwzględnieniem elementów ochrony środowiska gmina Dywity. *Centr. Ach. Geol. Państw. Inst. Geol. Warszawa.*
- BUJAKOWSKA K., PARECKA K., 1996b – Inwentaryzacja złóż surowców mineralnych województwa olsztyńskiego z uwzględnieniem elementów ochrony środowiska gmina Dobre Miasto. *Centr. Ach. 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 – Mapa osuwisk i obszarów predysponowanych do występowania ruchów masowych w województwie warmińsko-mazurskim. *Państw. Inst. Geol. Warszawa.*
- HOWSAM M., JONES K., 1998 — Sources of PAHs in the environment. In: *PAHs and related compounds*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, p. 137- 174
- Instrukcja** opracowania Mapy geośrodowiskowej Polski w skali 1:50 000, 2005 – Państw. Inst. Geol. Warszawa.

- KLECZKOWSKI A. (red.), 1990 – Mapa obszarów głównych zbiorników wód podziemnych (GZWP) w Polsce, wymagających szczególnej ochrony, w skali 1:500 000. AGH. Kraków.
- KOKOCIŃSKI M., 1984 – Karta rejestracyjna złoża kruszywa grubego, piasków naturalnych ze żwirem w miejscowości Ługwałd. Archiwum Warmińsko-Mazurskiego Urzędu Marszałkowskiego. Olsztyn.
- KOKOCIŃSKI M., 1995 – Dokumentacja geologiczna uproszczona w kat. C<sub>1</sub> z jakością w kat. B złoża torfu w miejscowości Ługwałd. Centr. Ach. Geol. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
- KOKOCIŃSKI M., KOKOCIŃSKA F., MACKIEWICZ I., 1987 – Karta rejestracyjna złoża kruszywa naturalnego w polu „A” i „B” w miejsc. Barcikowo. Centr. Ach. Geol. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
- KONDRACKI J., 2001 – Geografia regionalna Polski, PWN. Warszawa.
- KUCZYŃSKI A., 2006 – Dokumentacja geologiczna złoża piasku ze żwirem „Bukwałd” w kat. C<sub>1</sub>. Centr. Ach. Geol. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
- KUSZYK R., KACPRZAK L., PACZULSKI P., 2007 – Dokumentacja geologiczna złoża kruszywa naturalnego „Podleśna” w kategorii C<sub>1</sub> w miejscowości Podleśna. Centr. Ach. Geol. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
- KWAŚNIEWSKA J., 1983 – Czwartorzędowe surowce węglanowe woj. olsztyńskiego. Arch. Przedsiębiorstwa Geologicznego „Polgeol”. Warszawa
- LIDZBARSKI M., 2004 – Mapa hydrogeologiczna Polski w skali 1:50 000, arkusz Dobre Miasto (137) wraz z Objasnieniami. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
- LINDSTRÖM M. (2001) – Urban land use influences on heavy metal fluxes and surface sediment concentrations of small lakes. *Water, Air & Soil Pollution*, Vol.126 Nos. 3-4 p. 363 – 383.
- LIRO A. (red.), 1998 – Strategia wdrażania krajowej sieci ekologicznej. Wyd. Fundacja IUCN -Poland, Warszawa.
- LIS J., PASIECZNA A., 1995 – Atlas geochemiczny Polski 1:2 500 000. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
- LIU H., PROBST A., LIAO B. (2005) – Metal contamination of soils and crops affected by the Chenzhou lead/zinc mine spill (Hunan, China). *Sci Total Environ.* 339(1-3):153-166, 2005.

- MACDONALD D., INGERSOLL C., BERGER T. (2000) – Development and Evaluation of consensus-based Sediment Development and evaluation of consensus-based sediment quality guidelines for freshwater ecosystems. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology* 39: 20–31.
- MARKS L., BER A., GOGOŁEK W., PIOTROWSKA K., (red.), 2005 – 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.
- NOWAKOWSKI C., SZELEWICKA A., CZERWIŃSKA M., SUCHARZEWSKA., 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
- OLIK J., 2009 – Dodatek nr 1 do dokumentacji geologicznej (karty rejestracyjnej) złoża kruszywa naturalnego „Ługwałd” w kat. C<sub>1</sub>. 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. IMiUZ, Fałenty.
- PACZYŃSKI B. (red.), 1995 – Atlas hydrogeologiczny Polski w skali 1:500 000. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- PACZYŃSKI B., SADURSKI A., 2007 – Hydrogeologia regionalna Polski tom I – wody słodkie. Państw. Inst. Geol.
- PACZULSKI P., BURS P., PŁAWIK M., 2010 – Dokumentacja geologiczna złoża kruszywa naturalnego „Knopin II” w kategorii C<sub>1</sub> w miejscowości Knopin. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol. Warszawa.

- PEPOL J., 1981 – Sprawozdanie z prac geologiczno-poszukiwawczych złóż kruszywa naturalnego w rejonie miejscowości Pupki. Archiwum Warmińsko-Mazurskiego Urzędu Marszałkowskiego. Olsztyn.
- PROFIC K., 1961 – Wyniki wierceń geologiczno-poszukiwawczych kruszywa mineralnego w miejsc. Bukwałd, pow. Olsztyn, woj. olsztyńskie. Centr. Ach. Geol. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
- PULFORD I., MACKENZIE A., DONATELLO S., LAURA HASTINGS L. (2009) – Source term characterisation using concentration trends and geochemical associations of Pb and Zn in river sediments in the vicinity of a disused mine site: implications for contaminant metal dispersion processes. *Environmental Pollution* 157(5): 1649-1656
- RAMAMOORTHY S., RAMAMOORTHY S. (1997) – Chlorinated organic compounds in the Environment. Lewis Publishers. pp.370.
- Raport** o stanie środowiska województwa warmińsko-mazurskiego w 2006 roku, 2007 – Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Olsztynie, Biblioteka Monitoringu Środowiska. Olsztyn
- Raport** o stanie środowiska województwa warmińsko-mazurskiego w 2009 roku, 2010 – Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Olsztynie, Biblioteka Monitoringu Środowiska. Olsztyn
- Raport** o stanie środowiska województwa warmińsko-mazurskiego w 2010 roku, 2011 – Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Olsztynie, Biblioteka Monitoringu Środowiska. Olsztyn
- 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* vol 159: 101-113.
- ROCHER V., AZIMI S., GASPERI J., BEUVIN L., MULLER M., MOILLERON R., CHEBBO G. (2004) – Hydrocarbons and metals in atmospheric deposition and roof runoff in Central Paris. *Water, Air, and Soil Pollution* vol. 159:67-86.
- Rozporządzenie** Ministra Środowiska z dnia 16 kwietnia 2002 r. w sprawie rodzajów oraz stężeń substancji, które powodują, że urobek jest zanieczyszczony. (DzU nr 55, poz. 498)
- Rozporządzenie** Ministra Środowiska z dnia 9 września 2002 r. W sprawie standardów jakości gleby oraz standardów jakości ziemi (DzU nr 165, poz. 1359)

- Rozporządzenie** Ministra Środowiska z dnia 24 marca 2003 r. w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących lokalizacji, budowy, eksploatacji i zamknięcia, jakim powinny odpowiadać poszczególne typy składowisk odpadów (DzU nr 61, poz. 549).
- Rozporządzenie** Ministra Środowiska z dnia 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 wódz (DzU nr 32, poz. 284).
- Rozporządzenie** Ministra Środowiska z dnia 20 sierpnia 2008 r. w sprawie sposobu klasyfikacji stanu jednolitych części wód powierzchniowych (DzU nr 162 poz. 1008)
- Rozporządzenie** Ministra Środowiska z dnia 26 lutego 2009 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących lokalizacji, budowy, eksploatacji i zamknięcia, jakim powinny odpowiadać poszczególne typy składowisk odpadów (DzU nr 39, poz. 320).
- RUMIŃSKI J., 2003 – Szczegółowa mapa geologiczna Polski w skali 1:50 000 arkusz Dobre Miasto z Objasńnieniami. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
- SJÖBLOM A, HÅKANSSON K., ALLARD B. 2004 – River water metal speciation in a mining region – the influence of wetlands, limning, tributaries, and groundwater. *Water, Air, and Soil Pollution* 152: 173-194.
- STRZELECKI R., WOŁKOWICZ S., SZEWCZYK J., LEWANDOWSKI P., 1993 – Mapy Radioekologiczne Polski cz. I: Mapa mocy dawki promieniowania gamma w Polsce; Mapa stężenia cezu w Polsce. Skala 1:750 000. Wyd. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- STRZELECKI R., WOŁKOWICZ S., SZEWCZYK J., LEWANDOWSKI P., 1994 – Mapy Radioekologiczne Polski cz. II. Mapa koncentracji uranu, toru i potasu w Polsce. Wyd. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- STRZEMIŃSKA K., FORMOWICZ R., 2006 – Mapa geologiczno-gospodarcza Polski w skali 1: 50000 arkusz Dobre Miasto (137). Państw. Inst. 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., MIKANOVÁO., BORŮVKA L.(2003) – Effects of heavy metal concentrations on biological activityof soil micro-organisms. *Plant & Soil Environ.*, 49 (7): 321–326.
- Ustawa** o odpadach z dnia 27 kwietnia 2001 r. (DzU Nr 185, poz. 1243 z 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
- ZAPRZELSKI Z, 1991a – Karta rejestracyjna złoża kruszywa naturalnego „Ługwałd II” miejsc. Ługwałd, gm Dywity. Archiwum Warmińsko-Mazurskiego Urzędu Marszałkowskiego. Olsztyn.
- ZAPRZELSKI Z, 1992 – Dokumentacja geologiczna – uproszczona złoża kruszywa naturalnego „Mątki II” miejsc. Mątki, gm. Jonkowo, pow. olsztyński. Archiwum Warmińsko-Mazurskiego Urzędu Marszałkowskiego. Olsztyn.
- ZAPRZELSKI Z., 2008 – Dokumentacja geologiczna w kat. C<sub>1</sub>+C<sub>2</sub> złoża kruszywa naturalnego „Podleśna Kolonia”. Centr. Ach. Geol. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
- ZAPRZELSKI Z., 2010 – Dodatek nr 1 do dokumentacji geologicznej w kat. C<sub>1</sub>+C<sub>2</sub> złoża kruszywa naturalnego „Podleśna Kolonia”. Arch. Geol. Urz. Marsz. Olsztyn.
- ZDROJEWSKA E., 1991 – Orzeczenie geologiczne o występowaniu złoża kredy jeziornej w rejonie miejscowości Barcikowo. Centr. Ach. Geol. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
- ZDROJEWSKA E., 1992 – Orzeczenie geologiczne o występowaniu złoża kredy jeziornej w rejonie miejscowości Stary Dwór. Centr. Ach. Geol. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
- ZDROJEWSKA E., 1993 – Dokumentacja geologiczna w kat. C<sub>2</sub> złoża kredy jeziornej „Cerkiewnik”. Centr. Ach. Geol. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
- ZIELIŃSKI T., 1993 – Sandry Polski północno-wschodniej – osady i warunki sedymentacji. Prace Nauk. Uniw. Śl. nr 1398. Katowice.