

**PAŃSTWOWY INSTYTUT GEOLOGICZNY  
PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY**

---

OPRACOWANIE ZAMÓWIONE PRZEZ MINISTRA ŚRODOWISKA

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

**Arkusz ALEKSANDRÓW (926)**



MINISTERSTWO  
ŚRODOWISKA

Warszawa 2011

Autorzy: Izabela Laskowicz\*, Paweł Kwecko\*, Jerzy Miecznik\*,  
Grażyna Hrybowicz\*\*

Główny koordynator MŚP: Małgorzata Sikorska-Maykowska\*

Redaktor regionalny planszy A: Bogusław Bąk\*

Redaktor regionalny planszy B: Joanna Szyborska-Kaszycka\*

Redaktor tekstu: Sylwia Tarwid-Maciejowska\*

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

\*\* – Przedsiębiorstwo Geologiczne POLGEOL SA, ul. Berezyńska 39, 03-908 Warszawa

ISBN

Copyright by PIG and MŚ, Warszawa 2011 rok

## Spis treści

I.	Wstęp ( <i>I. Laskowicz</i> ) .....	3
II.	Charakterystyka geograficzna i gospodarcza ( <i>I. Laskowicz</i> ) .....	4
III.	Budowa geologiczna ( <i>I. Laskowicz</i> ).....	6
IV.	Złoża kopalin ( <i>I. Laskowicz</i> ) .....	8
	1. Gaz ziemny.....	10
	2. Surowce ilaste .....	10
V.	Górnictwo i przetwórstwo kopalin ( <i>I. Laskowicz</i> ) .....	12
VI.	Perspektywy i prognozy występowania kopalin ( <i>I. Laskowicz</i> ) .....	13
VII.	Warunki wodne ( <i>I. Laskowicz</i> ).....	14
	1. Wody powierzchniowe.....	14
	2. Wody podziemne.....	15
VIII.	Geochemia środowiska .....	18
	1. Gleby ( <i>P. Kwecko</i> ) .....	18
	2. Pierwiastki promieniotwórcze ( <i>G. Hrybowicz</i> ).....	20
IX.	Składowanie odpadów ( <i>J. Miecznik</i> ).....	22
X.	Warunki podłoża budowlanego ( <i>I. Laskowicz</i> ) .....	30
XI.	Ochrona przyrody i krajobrazu ( <i>I. Laskowicz</i> ).....	31
XII.	Zabytki kultury ( <i>I. Laskowicz</i> ) .....	36
XIII.	Podsumowanie ( <i>I. Laskowicz, G Hrybowicz</i> ).....	36
XIV.	Literatura .....	38

## I. Wstęp

Arkusz Aleksandrów Mapy geośrodowiskowej Polski w skali 1:50 000 wykonano w Oddziale Karpackim Państwowego Instytutu Geologicznego-Państwowego Instytutu Badawczego w Krakowie (plansza A) oraz w Państwowym Instytucie Geologicznym w Warszawie i Przedsiębiorstwie Geologicznym POLGEOL SA w Warszawie(plansza B). Mapę wykonano w 2011 roku na podstawie „Instrukcji opracowania Mapy geośrodowiskowej Polski w skali 1:50000” (2005). Przy jego opracowaniu wykorzystano materiały archiwalne i informacje zamieszczone na arkuszu Mapy geologiczno-gospodarczej Polski w skali 1:50 000, wykonanym przez zespół w składzie: Stanisław Mądry, Bronisław Kwapisz (Mądry Kwapisz, 2005).

Mapa składa się z dwóch plansz. Pierwsza (A) zawiera informacje dotyczące występowania kopalin oraz gospodarki złożami, na tle wybranych elementów: hydrogeologii, geologii inżynierskiej oraz ochrony przyrody, krajobrazu i zabytków kultury.

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

Mapa adresowana jest do instytucji, samorządów terytorialnych i administracji państwowej zajmujących się racjonalnym zarządzaniem zasobami środowiska przyrodniczego. Przedstawiane na mapie informacje środowiskowe stanowią pomoc przy wykonywaniu wojewódzkich, powiatowych i gminnych programów ochrony środowiska oraz planów gospodarki odpadami. Zawarte w niej treści mogą być wykorzystywane w pracach studialnych przy opracowywaniu strategii rozwoju województwa oraz projektów i planów zagospodarowania przestrzennego, a także w opracowaniach ekofizjograficznych. Ponadto mogą stanowić pomoc w realizacji postanowień ustaw o zagospodarowaniu przestrzennym i prawa ochrony środowiska.

Przy opracowaniu mapy wykorzystano materiały archiwalne zebrane między innymi w wydziale ochrony środowiska urzędów wojewódzkiego i marszałkowskiego województwa lubelskiego, u konserwatora zabytków w Lublinie, w starostwie powiatowym, urzędach gmin i w Centralnym Archiwum Geologicznym w Warszawie oraz materiały zebrane podczas wizji terenowych. Kwalifikację sozologiczną złóż uzgodniono z geologiem wojewódzkim.

Dane dotyczące złóż kopalin zamieszczono w kartach informacyjnych opracowanych dla komputerowej bazy danych.

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

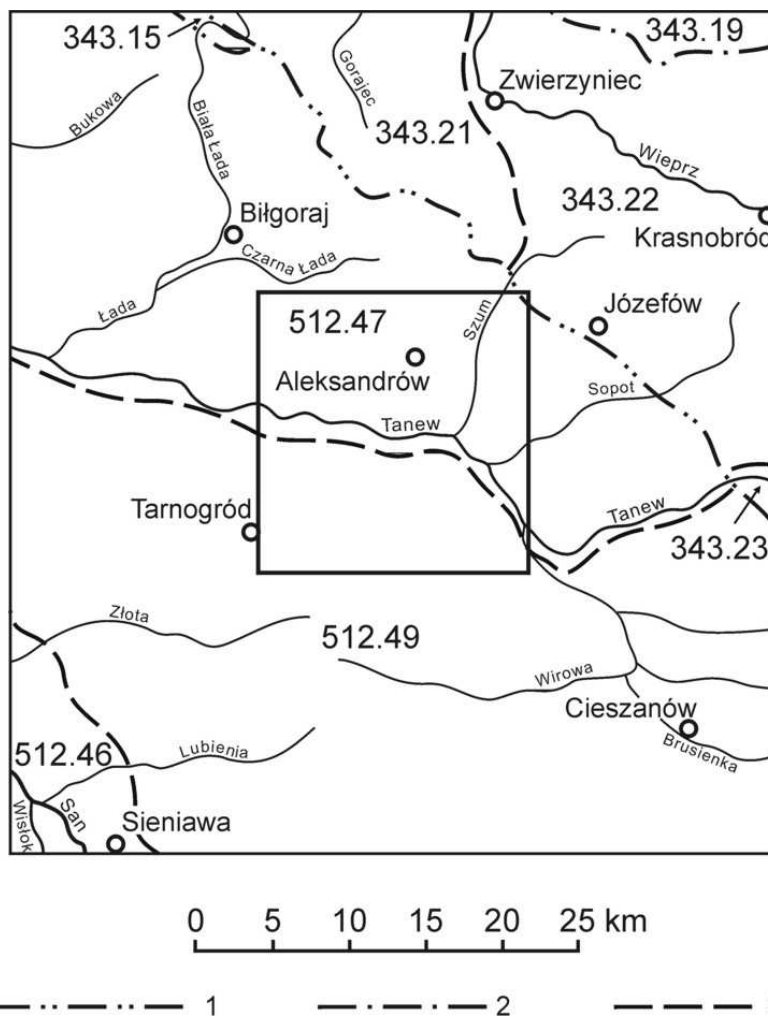
Obszar arkusza Aleksandrów obejmuje część powiatu biłgorajskiego w województwie lubelskim. W granicach arkusza znajdują się fragmenty gmin Biłgoraj, Aleksandrów, Tereszpol, Józefów, Księżpol, Łukowa, Tarnogród i Obsza.

Według podziału fizycznogeograficznego Polski J. Kondrackiego (2000) obszar arkusza znajduje się prawie w całości w makroregionie Kotliny Sandomierskiej, obejmując mezoregiony Równiny Biłgorajskiej i Płaskowyżu Tarnogrodzkiego (fig. 1). Jedynie Góra Brzezińska (286 m n.p.m.) w północno-wschodnim narożu obszaru arkusza należy do makroregionu Roztocza, mezoregionu Roztocza Środkowego.

Dolina Tanwi wyznacza granicę pomiędzy znajdującą się na północ od rzeki Równiną Biłgorajską a Płaskowyżem Tarnogrodzkim obejmującym południową część arkusza. Równina Biłgorajska na omawianym terenie obniża się generalnie w stronę doliny Tanwi od około 220 do 200 m n.p.m. Ma ona urozmaiconą rzeźbę terenu z licznymi wydmami i podmokłymi zagłębieniami, a rzeki wypływające z obszaru Roztocza (Szum, Nepryszka, Sopot) rozcinają ją na głębokość kilku metrów. W południowej części Równiny Biłgorajskiej występują kopulaste wzniesienia (Aleksandrów, Lipowiec) o wysokości względnej do 30 m. W dolinie Tanwi występują długie podcięcia erozyjne oraz często zabagnione starorzecza. Fragmentarycznie zachował się system tarasów plejstoceniowych, wznoszących się 5–10 m ponad dno doliny.

Płaskowyż Tarnogrodzki wznoszący się w granicach arkusza na wysokość 220–240 m n.p.m. jest podzielony młodymi, denudacyjnymi dolinami na kilka równoległych grzbietów. Dna dolin rozcinających Płaskowyż znajdują się na rzędnych 200–210 m n.p.m.

Lasy zajmują około 40% powierzchni terenu. Porastają głównie Równinę Biłgorajską. Największy udział w strukturze siedliskowej lasów mają bory sosnowe, bagienne i wilgotne, rosnące na glebach bielcowych i torfiastych. W dolinach rzek występują zbiorowiska nieleśne, takie jak: bagna, śródleśne torfowiska i łąki.



**Fig. 1. Położenie arkusza Aleksandrów na tle jednostek fizycznogeograficznych wg J. Kondrackiego (2000)**

1 – granica prowincji, 2 – granice makroregionów, 3 – granice mezoregionów

Prowincja Wyżyna Lubelska:	343.15	Wzniesienia Urzędowskie
	343.19	Padół Zamojski
Prowincja Roztocze:	343.21	Roztocze Zachodnie
	343.22	Roztocze Środkowe
	343.23	Roztocze Wschodnie
Prowincja Kotlina Sandomierska:	512.46	Dolina Dolnego Sanu
	512.47	Równina Biłgorajska
	512.49	Płaskowyż Tarnogrodzki

Obszar arkusza prawie w całości należy do regionu nizinnego sandomierskiego (Okolowicz, 1968), w którym warunki klimatyczne kształtowane są przez masy powietrza kontynentalnego, a w mniejszym stopniu oceanicznego. Jest to jeden z najcieplejszych obszarów w Polsce. Charakteryzuje się średnią temperaturą roczną  $7,6^{\circ}\text{C}$ , najcieplejszym miesiącem jest lipiec ze średnią temperaturą  $18,2^{\circ}\text{C}$ , a najzimniejszym – styczeń o średniej temperaturze  $-3,6^{\circ}\text{C}$ . Średnie roczne sumy opadów atmosferycznych kształtują się na poziomie od 550 do

650 mm, przy czym największe opady występują latem, a najniższe zimą. Pokrywa śnieżna zalega przez około 65 dni. Dominują wiatry wiejące z kierunków zachodnich, przy czym w lutym i marcu wzrasta udział wiatrów wschodnich, a w kwietniu północnych i północno-zachodnich (Buraczyński, 2002).

Obszar arkusza ze względu na sprzyjające warunki klimatyczne oraz występowanie gleb wysokiej jakości posiada rolniczy charakter. Na około 70% powierzchni gruntów rolnych występują gleby chronione wysokich klas bonitacyjnych. Są to głównie gleby brunatne, które wykształciły się na glinach zwałowych, utworach pylastych typu lessowego i iłach mioceńskich. W dolinach Tanwi, Szumu i Wirowej powstały gleby napływowe – mady. W silnie zawilgoconych miejscach utworzyły się gleby glejowe. Miejscami występują tu również gleby hydrogeniczne torfowe, murszowe i murszowate. Na Równinie Biłgorajskiej wykształciły się ubogie gleby bielcowe, mające tendencję do okresowego przesuszania i okresowego nadmiernego uwilgocenia. Przeważające klasy bonitacyjne gleb to: III b oraz IV a i b. W sposobie uprawy dominują gospodarstwa indywidualne.

Miejscowości w granicach arkusza mają charakter wiejski, na zachodzie znajduje się niewielki fragment miasta Tarnogród. Większymi zakładami produkcyjnymi są: cegielnia w Markowiczach oraz fabryka mebli w Chmieleku. Pozostały przemysł ograniczony jest do niewielkich zakładów przetwórstwa rolno-spożywczego oraz zakładów usługowych.

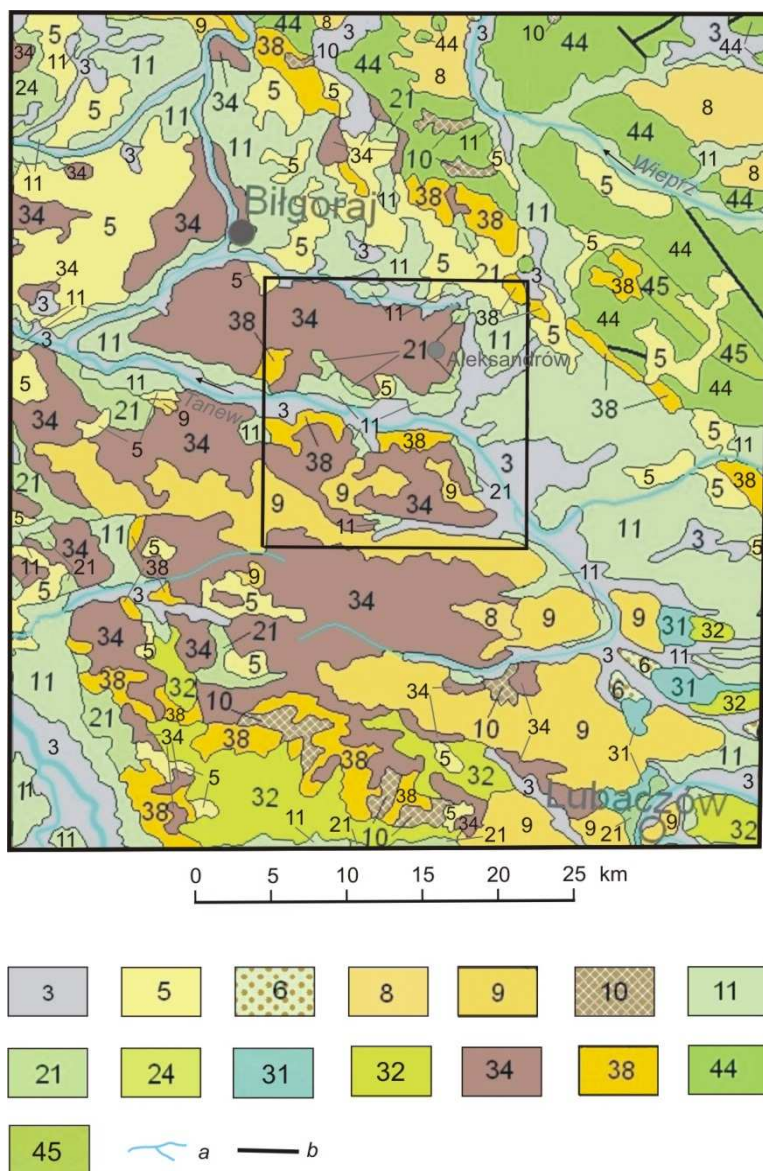
Sieć komunikacyjna ma tu wyłącznie znaczenie lokalne.

### **III. Budowa geologiczna**

Budowę geologiczną obszaru arkusza Aleksandrów przedstawiono według Szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1:50 000 (Kwapisz, 1998 a,b).

Obszar arkusza Aleksandrów leży na pograniczu dwóch jednostek strukturalnych. Niewielki północno – wschodni fragment arkusza leży w granicach niecki lubelskiej, a pozostała część w północnej strefie zapadliska przedkarpackiego. Oba te regiony rozdziela południowa krawędź Roztocza (południowy stok Góry Brzezińskiej), pokrywająca się z głównym uskokiem brzeżnym zapadliska przedkarpackiego.

Najstarsze, rozpoznane utwory to sfałdowane osady kambru dolnego, reprezentowane przez mułowce i iłowce z przewarstwieniami piaskowców kwarcytowych. Miejscami leżą na nich iłowce i piaskowce jury dolnej oraz mułowce z przewarstwieniami piaskowców, wapieni i margli jury środkowej o miąższości około 200 m. Najczęściej jednak osady dolnego kambru kontaktują bezpośrednio z osadami mioceńskimi.



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

Czwartorzęd; holocen: 3 – piaski, żwiry, mady rzeczne oraz torfy i namuły, 5 – piaski eoliczne, lokalnie w wydmach, plejstocen: 6 – piaski i żwiry stożków napływowych, 8 – lessy, 9 – lessy piaszczyste i pyły lessopodobne, plejstocen: 10 – gliny, piaski i gliny z rumoszami, soliflukcyjno-deluwialne, 11 – piaski, żwiry i mułki rzeczne, 21 – piaski, żwiry i mułki rzeczne, 24 – piaski i żwiry sandrowe, 31 – mułki, ropy i piaski zastoiskowe, 32 – piaski i żwiry sandrowe, 34 – gliny zwałowe, ich zwietrzliny oraz piaski i żwiry lodowcowe;

Neogen: miocen: 38 – wapienie organodetrytyczne, siarkonośne, żwiry, piaskowce i gipsy;

Kreda: 44 – wapienie, kreda pizująca z krzemieniami, opoki, margle, wkładki piaskowców i gezy, 45 – opoki, margle, wapienie margliste z czertami

ciągi drobnych form rzeźby: *a* – sieć rzeczna, *b* – uskoki

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

Najstarszymi osadami odsłaniającymi się na powierzchni terenu są gezy kredy górnej, występujące u podnóża Góry Brzezińskiej. Szczyt wzgórza zbudowany jest z typowych dla Rostocza osadów miocenijskich – wapieni detrytycznych i litotamniowych, w spągu których występują piaski kwarcowe i piaskowce wapieniste.

Na południe od krawędzi Roztocza, w obrębie zapadliska przedkarpackiego, na płytkowodnych wapieniach rafowych i litotamniowych, o miąższości do 30 m (warstwy baranowskie), występują osady ilasto-mułowcowo-piaszczyste (warstwy grabowieckie i ily krakowieckie). Na obszarze arkusza ich miąższość rośnie w kierunku południowo-zachodnim od kilkunastu do kilkuset metrów, a w rejonie Tarnogrodu przekracza nawet 1000 m.

Na obszarze Równiny Biłgorajskiej osady czwartorzędowe tworzą prawie ciągłą pokrywę, natomiast na Płaskowyżu Tarnogrodzkim liczne są wychodnie iłłów mioceńskich, a pokrywa czwartorzędowa osiąga maksymalnie kilka metrów grubości. Najstarszymi utworami czwartorzędowymi są preglacjalne piaski z wkładkami mułków o miąższości 23 m akumulowane wzdłuż krawędzi Roztocza w kopalnej dolinie pod współczesnymi dolinami Wirowej, Tanwi, Szumu i Czarnej Łady. Zlodowacenia południowopolskie reprezentują podścielone miejscami mułkami piaszczystymi gliny zwałowe. Wychodnie tych skał budują łagodne wzniesienia na znacznej części arkusza. Gliny przykryte są miejscami cienką, rzadko przekraczającą 2 m miąższości, warstwą piasków i żwirów lodowcowych. Podczas interglacjału wielkiego, we wspomnianej wyżej dolinie kopalnej akumulowane były osady piaszczyste, miejscami ze żwirami w spągu. Przykrywa je seria piasków z przewarstwieniami mułków z okresu zlodowaceń środkowopolskich. Łączna miąższości osadów wypełniających dolinę, osiąga miejscami prawie 60 m. Znaczną część Równiny Biłgorajskiej, szczególnie we wschodniej części arkusza pokrywają piaski, miejscami z wkładkami mułków, z których zbudowane są północnopolskie tarasy nadzalewowe. Na ich powierzchni występują liczne wydmy i pola piasków przewianych. Powszechnie na Płaskowyżu Tarnogrodzkiego występują pokrywy mułków lessopodobnych, które tworzą warstwę, o miąższości około 1 m, na glinach lub piaskach lodowcowych, a także bezpośrednio na iłłach mioceńskich. W dnach dolin występują piaszczyste, holocenijskie tarasy zalewowe, przykryte miejscami cienkimi pokrywami mad.

Liczne doliny rzek i zagłębienia bezodpływowe wypełnione są torfami, namułami torfiastymi i piaskami humusowymi. Największe torfowiska znajdują się w dolinie Niepryszki, Szumu i Lubienia.

#### **IV. Złóża kopalin**

Aktualnie na obszarze arkusza Aleksandrów znajdują się 4 złoża, w tym 2 kopaliny podstawowej – gazu ziemnego i 2 surowców ilastych ceramiki budowlanej (Wołkowicz i in. (red.), 2009). Charakterystykę gospodarczą i klasyfikację sozologiczną złóż przedstawiono w tabeli 1. Szczegółowe informacje o złożach zamieszczono również w kartach informacyjnych złóż.

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. m <sup>3</sup> mln m <sup>3</sup> *)	Kategoria rozpoznania	Stan zagospodarowania złoza	Wydobycie (tys. m <sup>3</sup> mln m <sup>3</sup> *)	Zastosowanie kopaliny	Klasyfikacja złoza		Przyczyny konfliktowości złoza
									wg stanu na 31.12.2008 (Wołkowicz i in. (red.), 2009)	Klasy 1-4	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Markowicze	i(ic), p	Ng	4 396	B+C <sub>1</sub> +C <sub>2</sub>	G	47	Scb	4	A	
2	Tarnogród I*	i(ic)	Ng	11 526	C <sub>1</sub> +C <sub>2</sub>	N	0	Scb	4	B	G1
3	Tarnogród - Wola Różaniecka**	G	Ng	429 340*	C	G	21 260*	E	2	A	
4	Łukowa	G	Ng	416 410*	C	G	6 780*	E	2	A	

Rubryka 2: \* – kontynuacja złoza na arkuszu Tarnogród (925), \*\* – na arkuszu Tarnogród (925) i Dzików (958)

Rubryka 3: G – gaz ziemny, i(ic) – gliny ceramiki budowlanej, p – piaski

Rubryka 4: Ng- neogen.

Rubryka 7: złoza: G – zagospodarowane, N – niezagospodarowane.

Rubryka 9: Kopaliny: E – energetyczne, Scb – skalne ceramiki budowlanej.

Rubryka 10: 2 – złoza skoncentrowane w określonym regionie, 4 – złoza powszechne, licznie występujące, łatwo dostępne.

Rubryka 11: A – złoza mało-konfliktowe, B – złoza konfliktowe.

Rubryka 12: G1 – ochrona gleb.

## 1. Gaz ziemny

W południowo-zachodniej części obszaru arkusza znajduje się fragment złoża „Tarnogród – Wola Różaniecka” (Stolarczyk, 1987, Bosak, 2007). Złoże obejmuje 8 elementów – pól złożowych oznaczonych literami od A do I. Element B znajduje się w granicach arkusza w całości, a elementy A i C fragmentarycznie. Elementy od D do I znajdują się na arkuszu Dzików, a fragment elementu A na arkuszu Tarnogród. Całe złoże ma powierzchnię 1 030 ha. Składa się z 13 horyzontów gazonośnych, występujących w piaskowcowo-mułowcowych utworach badenu górnego i sarmatu (miocen), na głębokości od 470 do 974 m. Kopaliną jest gaz wysokometanowy, zawierający od 94,61 do 99,764% metanu (CH<sub>4</sub>), od 0 do 1,368 g/Nm<sup>3</sup> węglowodorów cięższych od metanu, od 0,109 do 5,234% azotu (N<sub>2</sub>), do 0,03% dwutlenku węgla (CO<sub>2</sub>). Siarkowodór nie występuje. Średnia wartość opałowa jest wysoka i zawiera się w przedziale od 34,08 do 35,92 MJ/m<sup>3</sup>. Porowatość horyzontów gazonośnych waha się od 8 do 28,6 %, a współczynnik nasycenia od 0,50 do 0,766.

Pomiędzy Babicami a Łukową, w roku 2004 udokumentowane zostało złoże gazu ziemnego „Łukowa” (Turek, 2004). Jego powierzchnia wynosi 314 ha a składa się z 14 horyzontów gazonośnych o miąższości od 3 do 20 m, występujących w piaskowcowo-mułowcowych utworach sarmatu (miocen), na głębokości od 390 do 680 m. Jest to złoże gazu wysokometanowego, zawierającego od 96,824 do 99,407% metanu (CH<sub>4</sub>), do 0,95% węglowodorów cięższych od metanu, do 2,915% azotu (N<sub>2</sub>), do 0,169% dwutlenku węgla (CO<sub>2</sub>). Kopalina nie zawiera siarkowodoru (H<sub>2</sub>S). Wartość opałowa gazu wynosi 34,79-35,75 MJ/m<sup>3</sup>. Porowatość horyzontów gazonośnych waha się od 1 do 35 %, współczynnik nasycenia od 0,50 do 0,78, a przepuszczalność od 40 do 700 mD.

Złóża gazu ziemnego z punktu widzenia ich ochrony zostały zaliczone do klasy 2, tj. do skoncentrowanych w określonym regionie, a z punktu widzenia ochrony środowiska do klasy A, tj. do złóż małokonfliktowych.

## 2. Surowce ilaste

W północno-zachodniej części obszaru arkusza znajduje się złoże iłów mioceńskich „Markowicze” (Haas, 1975; Drzymała, Grzesik i in., 1997). Złoże udokumentowano częściowo na obszarze istniejącego tu wcześniej od 1962 roku niewielkiego złoża glin czwartorzędowych i iłów mioceńskich w kategorii B+C<sub>1</sub>+C<sub>2</sub>. Powierzchnia obecnego złoża wynosi 35,15 ha. Według stanu na dzień 1 I 1975 w kategorii B zatwierdzono 1 861 tys. m<sup>3</sup>, w kategorii C<sub>1</sub> – 2 121 tys. m<sup>3</sup>, C<sub>2</sub> – 1 003 tys. m<sup>3</sup>. Kopalina jest miększa i dobrej jakości (tabela 2).

Nadkład stanowią gleba, piasek i glina zwałowa. Kopalina towarzysząca są, zalegające na łożach, drobno- i średnioziarniste piaski kwarcowe, stosowane jako surowiec schudzający. Miąższość kopaliny towarzyszącej wynosi od 1,0 do 3,5 m. Złoże jest w nieznacznym stopniu zawodnione. Wody gruntowe występują pod niewielkim ciśnieniem hydrostatycznym, w niewielkiej miąższości warstwach piasków i mułków, przewarstwiających ility krakowieckie. Tylko w jednym otworze wiertniczym, odwierconym w środkowej części złoża, na głębokości 13,5 m, natrafiono na znacznej miąższości warstwę (co najmniej 6,5 m) zawodnionych piasków. Woda gruntowa pojawia się również okresowo na kontakcie iłów i piasków, w zależności od konfiguracji terenu oraz intensywności opadów atmosferycznych.

Tabela 2

**Parametry geologiczno-górnice złóż surowców ilastych ceramiki budowlanej oraz parametry jakościowe kopaliny i uzyskanego tworzywa ceramicznego**

Parametry	Nazwa złoża		
	Markowicze	Tarnogród I	
miąższość złoża	m	4,3–20,2 śr. 14,2	14,0–37,5 śr. 25,8
grubość nadkładu	m	0,5–6,0 śr. 2,2	0,5–5,6 śr. 2,1
stosunek grubości nadkładu do miąższości złoża		0,15	0,08
zawartość margla	%	0,00–0,04 śr. 0,01	0,00–0,40 śr. 0,01
woda zarobowa	%	20,3–33,8 śr. 28,2	26,07–32,30 śr. 29,53
skurczliwość wysychania	%	5,4–9,3 śr. 7,3	7,0–9,0 śr. 7,6
zawartość margla w piaskach schudzających	%	0,00–0,10 śr. 0,03	nie dotyczy
temperatura wypału	°C	1000	950
nasiąkliwość wyrobów po wypale	%	13,6–18,6 śr. 16,0	15,1–18,8 śr. 16,5
wytrzymałość wyrobów na ściskanie po wypale	MPa	14,9–54,9 śr. 22,4	13,3–42,0 śr. 24,4
zastosowanie wg dokumentacji		do produkcji grubo- i cienkościennych wyrobów ceramiki budowlanej oraz elementów drążonych	

Złoże mioceńskich (neogeńskie) iłów krakowieckich „Tarnogród I” (Gad, 1992) zostało udokumentowane w celu poszerzenia bazy surowcowej cegielni w Tarnogrodzie. Powierzchnia złoża, którego zachodnia część znajduje się na obszarze sąsiedniego arkusza, wynosi 47,28 ha. Kopalina ma dużą miąższość i dobre parametry geologiczno – górnicze (tabela 2). Nadkład stanowią gleba, zapiaszczone gliny zwałowe, piaski zaglinione oraz ility z zawartością margla powyżej 0,4%. W serii złożowej stwierdzono skąpe wysięki wody na głębokościach od 2 do 24 m poniżej powierzchni terenu.

Złoże iłów zaliczono do złóż powszechnie występujących. Złoże „Markowicze” określono jako małokonfliktowe z punktu widzenia ochrony środowiska, natomiast „Tarnogród I” ze względu na występowanie gleb chronionych prawie na całej powierzchni zaliczono do konfliktowych.

## V. Górnictwo i przetwórstwo kopalin

Na obszarze arkusza Aleksandrów eksploatowane są obecnie 3 złoża: gazu ziemnego „Tarnogród – Wola Różaniecka” i „Łukowa” i iłów krakowieckich „Markowicze”.

Złoże „Tarnogród – Wola Różaniecka” jest eksploatowane od 1993 r. obecnie przez kopalnię „Tarnogród”. Dla złoża ustanowiono obszar i teren górniczy o takiej samej powierzchni 1941,11 ha. Jego zachodnia część leży na terenie arkusza Tarnogród, a południowa na obszarze arkusza Dzików. Użytkownik posiada koncesję na eksploatację ważną do 2018 roku. Na obszarze arkusza zlokalizowane są dwa otwory eksploatacyjne. Pozostałe znajdują się w rejonie Woli Różanieckiej, poza południową granicą opisywanego terenu. Wydobycie roczne w ostatnich latach było zmienne i wahało się od 0,7 do 21,3 mln m<sup>3</sup>. Gaz wydobywany ze złoża przesyłany jest do krajowego systemu gazowniczego.

Od 2007 r. jest eksploatowane złoże „Łukowa” również przez kopalnię „Tarnogród”. Dla złoża ustanowiono obszar i teren górniczy o takiej samej powierzchni 366,3 ha. Koncesja na eksploatację kopaliny jest ważna do 2030 r. Eksploatacja jest prowadzona pięcioma otworami, cztery z nich znajdują się w granicach złoża, piąty Księżpol 5 znajduje się na północ od granicy złoża. Wielkość wydobycia kształtuje się na poziomie kilku mln m<sup>3</sup> rocznie.

Złoże „Markowicze” jest eksploatowane na skalę przemysłową, przez Zakłady Ceramiki Budowlanej „Leier Markowicze” SA. W północnej części złoża powstało wyrobisko węgłne o powierzchni około 8 ha. Wydobycie kopaliny odbywa się dwoma poziomami eksploatacyjnymi, o wysokości 8 m. Dla złoża ustanowiono obszar górniczy o powierzchni pokrywającej się z powierzchnią złoża (35,15 ha) i teren górniczy o powierzchni 41,00 ha. W miejscu występowania zawodnionych piasków planuje się zgodnie z dokumentacją pozostawienie filara ochronnego. Użytkownik posiada koncesję na wydobycie ważną do wyczerpania zasobów przemysłowych. Tymczasowe składowiska nadkładu znajdują się przed frontem eksploatacji. Roczne wydobycie nie przekracza 50 tys. m<sup>3</sup>. W położonym na północ od złoża zakładzie, wytwarzane są cienkościenne wyroby ceramiki budowlanej: pustaki ścienne, cegły kratówki, cegły modularne, pustaki stropowe i wentylacyjne.

W granicach arkusza znajdują się dwa punkty niekoncesjonowanej eksploatacji piasków eolicznych w rejonie Kozaków Osuchowskich. Pozostałe miejsca występowania piasków i ich

nielegalnej eksploatacji są związane z wystąpieniem okruchowych osadów rzecznych o małej wartości gospodarczej. Obecnie nie są one eksploatowane. Na północny zachód od Aleksandra na górze Brzezińskiej znajduje się odsłonięcie wapieni, obecnie nie eksploatowanych.

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

Na obszarze arkusza Aleksandrów istnieją możliwości udokumentowania złóż piasków oraz rozszerzenia bazy surowcowej iłów mioceńskich dla potrzeb ceramiki budowlanej. Najważniejsze jednak perspektywy surowcowe omawianego obszaru związane są z możliwością udokumentowania złóż węglowodorów. Brak badań jakości kopalin oraz ich parametrów górniczych nie pozwala na wyznaczenie obszarów prognostycznych.

Spośród wszystkich osadów piaszczystych występujących na obszarze arkusza Aleksandrów tylko piaski wydymowe można uznać za perspektywiczne. W sąsiedztwie omawianego obszaru (arkusze Tarnogród i Józefów) udokumentowanych jest kilka złóż piasków wydymowych. Posiadają one korzystne parametry jakościowe i nie są zawodnione. Na obszarze arkusza jako obszary perspektywiczne piasków wytypowano dwie duże wydmy, położone poza obszarami chronionymi (Mądry, Kwapisz, 2005).

Pozostałe utwory piaszczyste nie są perspektywiczne. Piaski lodowcowe, jak wykazało rozpoznanie przeprowadzone na zachód od Smólska (Flisowska, 1971), są zaglinione i mają niewielką miąższość od 0,4 do 1,7 m. Obszar występowania piasków i żwirów lodowcowych uznano za negatywny. Piaski rzeczne zlodowaceń środkowopolskich zawierają liczne przewarstwienia piasków mułkowatych i mułków (Kwapisz, 1998a). Piaski rzeczne z okresu zlodowaceń północnopolskich występują głównie w granicach Parku Krajobrazowego Puszczy Solskiej, a poza nim na terenach podmokłych.

Na północny wschód od złoża „Markowicze”, występuje wychodnia mioceńskich iłów krakowieckich (Kwapisz, 1998 b) o miąższości co najmniej 19 m. Wyznaczony tam obszar perspektywiczny jest przedłużeniem serii złożowej, na której udokumentowane jest złożo „Markowicze”, można zatem spodziewać się, kopaliny o dobrych parametrach technologicznych. Obszar ten jest perspektywiczny dla udokumentowania złoża iłów ceramiki budowlanej, szczególnie jako zasoby rezerwowe dla pobliskiej ZCB „Leier Markowicze” SA. Teren występowania iłów jest niezalesiony, a gleby są niskiej jakości.

Perspektywiczny dla występowania węglowodorów jest Płaskowyż Tarnogrodzki, gdzie miąższość mioceńskich ilasto-mułkowcowo-piaskowcowych osadów zapadliska przedkarpackiego przekracza 500 m. (Jawor, 1990). Teren omawianego arkusza znajduje się w obrębie najbardziej zasobnego obszaru przemysko-rzeszowskiego, w którym oszacowano wskaźnik nasycenia

węglowodorami ponad 8 tys. t/km<sup>2</sup> (Skarbek, 1990). Skala dostępnych opracowań nie pozwala na zlokalizowanie tych obszarów perspektywicznych w skali szczegółowej na mapie.

Torfy występujące na obszarze Równiny Biłgorajskiej, gdzie osiągają miąższość 0,5-1,5 m, wyjątkowo 2 m (Borowiec, 1990) związane są głównie z terenami źródliskowymi. Największe torfowisko położone na wschód od Aleksandrowa znajduje się w Parku Krajobrazowym Puszczy Solskiej i w jego otulinie. Na torfowiskach wzdłuż północnej granicy arkusza utworzono użytki ekologiczne. Nagromadzenia torfów w granicach arkusza Aleksandrów nie spełniają kryteriów bilansowości i wynikających z ochrony środowiska stawianych obszarom potencjalnej bazy surowcowej (Ostrzyżek, Dembek i in., 1996).

## **VII. Warunki wodne**

### **1. Wody powierzchniowe**

Obszar arkusza Aleksandrów należy do zlewni Sanu. Sieć rzeczna jest dobrze rozwinięta. Największą rzeką omawianego terenu jest Tanew, płynąca ze wschodu na zachód. Koło miejscowości Osuchy przyjmuje ona wody Sopotu, a koło Szostaków wody Szumu. W rejonie Kozaków Osuchowskich do Szumu uchodzi Nepryszka. Rzeki Sopot, Szum i Nepryszka wypływają z obszaru Roztocza. Ponadto na obszarze arkusza swój początek ma kilka małych cieków, uchodzących do Tanwi, są to: Złota Nitka i Lubienia. Z podmokłych terenów znajdujących się na północ od Aleksandrowa początek bierze Czarna Łada. Na obszarze arkusza znaczne powierzchnie zajmują bagna i mokradła. Największy teren bagienny, nazywany Wielkim Bagnem, znajduje się w dolinie Czarnej Łady.

Koło Chmieleka i Kozaków Osuchowskich znajdują się sztucznie utworzone stawy hodowlane.

Na Tanwi Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska od wielu lat prowadzi monitoring czystości wód. W 2005 r. klasyfikacja wód była prowadzona zgodnie z wymogami zawartymi w rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 11.02.2004 r. (DzU nr 32, poz. 284), w którym ustalono 5 klas jakości. Wody Tanwi w punkcie pomiarowym w Osuchach zostały zakwalifikowane do IV klasy ze względu na barwę, zawartość związków organicznych (ChZT-Cr) oraz zanieczyszczenie bakteriami coli. Zdecydowana większość pozostałych wskaźników zanieczyszczeń przyjmowała stężenia z zakresu I lub II klasy jakości (Raport, 2006). W kolejnych latach jakość wód Tanwi kształtowała się również na poziomie IV klasy (Raport, 2007, 2008). Od 2008 r. ocenę stanu wód sporządza się na podstawie rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 20 sierpnia 2008 r. w sprawie sposobu klasyfikacji stanu jednoli-

tych części wód powierzchniowych (DzU nr 162). Zgodnie z tym aktem wykonawczym ocena wód polega na określeniu stanu ekologicznego. Ze względu jednak na trwający proces dostosowywania metod badawczych ocena elementów biologicznych nie była kompletna, a zatem jest ona bardzo przybliżona. Wody Tanwi w Osuchach miały stan biologiczny bardzo dobry, fizykochemiczny dobry, a potencjał ekologiczny jednolitej części wód dla Tanwi określono na dobry (Raport, 2009). W 2009 r. wody Tanwi nie były badane w granicach arkusza. Ustalono natomiast, że są to wody zagrożone, do potencjalnie zagrożonych zaliczono wody bezimiennego ciekującego do Tanwi w miejscowości Pisklaki, a do wód niezagrożonych pozostałe rzeki omawianego rejonu (Raport, 2010).

## 2. Wody podziemne

Warunki hydrogeologiczne obszaru arkusza Aleksandrów przedstawiono na podstawie Mapy hydrogeologicznej Polski w skali 1:50 000 (Janik, Gorczyński, 2002). Na omawianym terenie wody podziemne występują w utworach czwartorzędowych, mioceńskich i kredowych. Obszarami praktycznie bezwodnymi są tereny w południowej i zachodniej części arkusza, gdzie na łażach krakowieckich zalegają gliny zwałowe.

Czwartorzędowe, użytkowe piętro wodonośne związane jest ze współczesnymi i kopalnymi dolinami rzek Tanwi i Lubieni biegnącymi wzdłuż wschodniej i północnej granicy arkusza, oraz z rozległą równiną akumulacyjną, rozwiniętą na przedpolu Rostocza. Warstwę wodonośną stanowią utwory zlodowaceń środkowo- i północnopolskich, a w dolinie kopalnej także osady interglacjału wielkiego, wykształcone jako piaski średnio- i drobnoziarniste, piaski pylaste, miejscami z wkładkami mułków. W spągu osadów interglacialnych miejscami zalega, kilkumetrowej miąższości, warstwa żwirów i piasków gruboziarnistych. Miąższość warstwy wodonośnej w dolinie kopalnej waha się od 20 do 45 m. Na pozostałym terenie osiąga maksymalnie kilkanaście metrów. Zwierciadło wód podziemnych ma charakter swobodny i układa się współkształtnie z powierzchnią terenu, na głębokości 0,7–4,5 m. W miejscu występowania dwudzielnego poziomu czwartorzędowego, w dolinie Szumu, pierwsze występuje na głębokości 1–2 m, drugie 10 m. Wydajności studni wierconych, ujmujących wodę z piętra czwartorzędowego, wynoszą od 18 do 79 m<sup>3</sup>/h. Czwartorzędowe piętro wodonośne zasilane jest na drodze bezpośredniej infiltracji opadów atmosferycznych oraz dodatkowo z obszaru Rostocza wodami z utworów mioceńskich i kredowych.

Na omawianym obszarze duże znaczenie ma głęboka, kopalna rynna wyerodowana u podnóża Rostocza, gdzie utworzono GZWP 428 (fig. 3) (Kleczkowski, 1990). Zbiornik składa się z kilku przegłębień i rejonów o mniejszej głębokości. W północno – wschodniej

części arkusza Aleksandrów głębokość zbiornika wynosi 59m; w kierunku południowym wypłyca się on do około 38m, a w dolinie Czarnej Łady rymna osiąga 20m głębokości (Kruk i in., 1996). Udokumentowany zbiornik ma obecnie powierzchnię 290 km<sup>2</sup>, a jego zasoby dyspozycyjne wynoszą 76 200 m<sup>3</sup>/dobę.

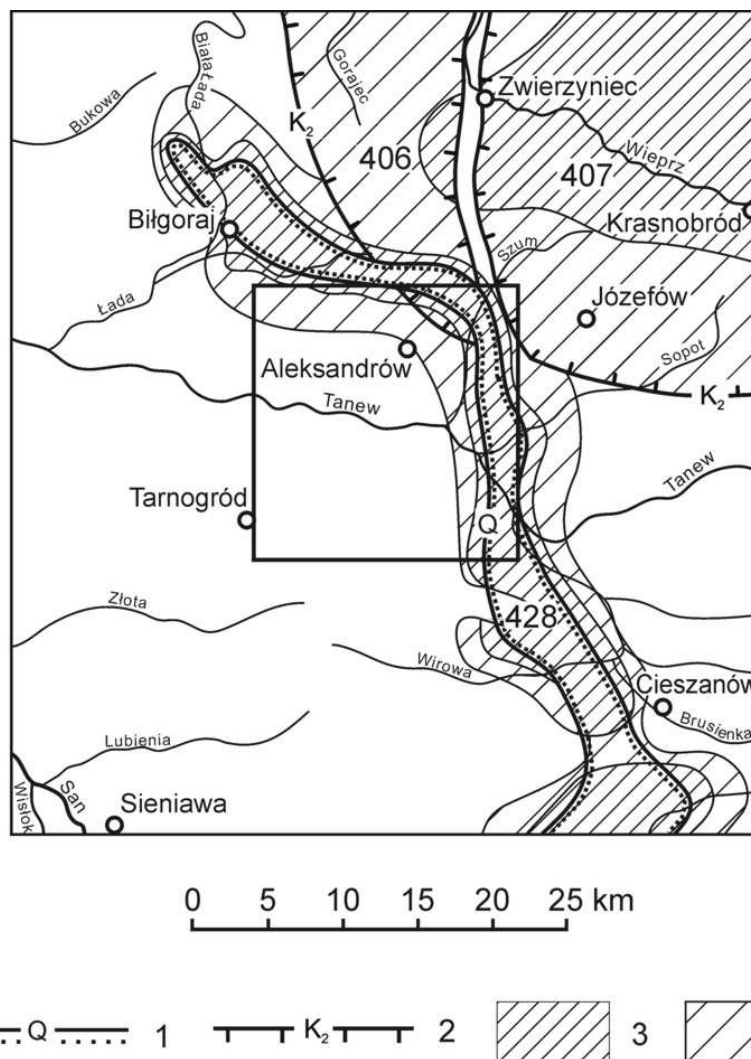
Czwartorzędowe piętro wodonośne występuje także lokalnie na wierzchowinach Płaskowyżu Tarnogrodzkiego, gdzie wody podziemne gromadzą się w nieciągłych pokrywach piaszczysto-żwirowych występujących na glinach zwałowych. Ze względu na małą zasobność ujmowane są jedynie przez studnie gospodarskie.

Mioceńskie piętro wodonośne występuje na obszarze Płaskowyżu Tarnogrodzkiego, w stropowej części ilów krakowieckich, w której występują wkładki piaszczyste. Mają one charakter soczewek o małej miąższości i niewielkim rozprzestrzenieniu. W rejonie miejscowości Tarnogród i Korchów na głębokości 20-97 m stwierdzono występowanie serii piasków drobnoziarnistych i piasków ilastych, o miąższości warstw średnio od 5 do 20 m. Warstwy te, pozostają ze sobą w kontakcie hydraulicznym, tworząc jeden poziom wodonośny. Jest on eksploatowany przez studnie wiercone. Mioceński poziom wodonośny zasilany jest w wyniku infiltracji opadów poprzez słabo przepuszczalne utwory. Zwierciadło wody ma charakter napięty. Stabilizuje się na głębokości od kilku do 35 m poniżej powierzchni terenu. Wydajności studni wahają się od 6,0 do 25,0 m<sup>3</sup>/h przy depresjach 12,5-25,5 m.

Północno-wschodni narożnik obszaru arkusza należy do strefy krawędziowej Roztocza, gdzie wody podziemne występują głównie w spękanych, wapiennych utworach kredy oraz w przykrywających je osadach miocenu, tworząc jeden połączony poziom wodonośny, o charakterze szczelinowo-porowym. W rejonie Góry Brzezińskiej wody podziemne występują na głębokości od 5 do 15 m. W kredowym poziomie wodonośnym w granicach arkusza mapy wyznaczono główny zbiornik wód podziemnych nr 406 (Kleczkowski 1990), nie jest on jednak dotychczas udokumentowany. Na omawianym terenie brak jest studni ujmujących wody z kredowego poziomu wodonośnego.

Wody czwartorzędowego poziomu wodonośnego mają odczyn od słabo kwaśnego do słabo zasadowego, a mioceńskiego są słabo zasadowe. W utworach czwartorzędowych występują wody począwszy od bardzo miękkich do twardych, a w mioceńskich są średnio twarde. Zawartość chlorków, siarczanów, amoniaku, azotanów i azotynów kształtuje się na ogół znacznie poniżej wartości dopuszczalnych dla wód pitnych zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Zdrowia z dnia z 19.11.2002 r., (DzU nr 203, poz. 1718). Jedynie w wodach poziomu mioceńskiego zawartość amoniaku jest miejscami podwyższona, w studni w Korchowie sięgają nawet 2,6 mg NH<sub>4</sub>/dm<sup>3</sup>. W ciągu ostatnich kilku lat wzrosła zawartość azotynów w wodzie czerpanej

z ujęć w Smółsku Dużym, Łukowie i Dobrozech. Podwyższona wartość tego parametru może być wynikiem naturalnych procesów rozkładu, ale nie jest wykluczone, że powstała pod wpływem antropogenicznych zanieczyszczeń bytowych, hodowlanych lub rolniczych. Wody podziemne z warstw występujących płytko pod powierzchnią terenu odznaczają się podwyższoną zawartością żelaza ( $0,5\text{--}2,8\text{ mg Fe/dm}^3$ ) i manganu ( $0,1\text{--}0,5\text{ mg Mn/dm}^3$ ). Lokalnie w okolicach Olchowca i w dolinie Tanwi wynosi ona do  $10\text{ mg Fe/dm}^3$ . Powodem dużego stężenia jonów żelaza są prawdopodobnie substancje organiczne powszechnie występujące w osadach rzecznych. W wodach głębszych, w tym także w wodach poziomu mioceńskiego, zawartości żelaza wynoszą do  $2,0\text{ mg Fe/dm}^3$ . Wody podziemne na obszarze arkusza, ze względu na podwyższoną zawartość Fe i Mn, wymagają prostego uzdatniania.



**Fig. 3. Położenie arkusza Aleksandrów na tle obszarów głównych zbiorników wód podziemnych (GZWP) w Polsce wymagających szczególnej ochrony wg A. S. Kleczkowskiego (1990)**

Granica GZWP: 1 – w ośrodku porowym, 2 – granica GZWP w ośrodku szczelinowo-porowym, 3 – obszar najwyższej ochrony GZWP (ONO), 4 – obszar wysokiej ochrony GZWP (OWO). Numer i nazwa GZWP, wiek utworów wodonośnych: 406 – Niecka lubelska (Lublin), kreda górna ( $K_2$ ), 407 – Niecka lubelska (Chełm – Zamość), kreda górna ( $K_2$ ), 428 – Dolina kopalna Biłgoraj – Lubaczów, czwartorzęd (Q).

Dla ujęć w Łukowej i Olchowcu ustanowiono pośrednie zewnętrzne strefy ochrony sanitarnej ujęć wód podziemnych. Strefa w Łukowej została wyznaczona na zachód od ujęcia i obejmuje dolinę cieku Mucha i przyległe stoki.

## 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 926 – Aleksandrów, 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). Próbkę gleb pobierano za pomocą sondy ręcznej z wierzchniej warstwy (0,0–0,2 m) w regularnej siatce 5x5 km. Pobierana gleba o masie około 1000 g była suszona w temperaturze pokojowej, kwartowana i przesiewana przez sita nylonowe o wymiarach oczka 2 mm.

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

Tabela 3

**Zawartość metali w glebach (w mg/kg)**

Metale	Wartości dopuszczalne stężeń w glebie lub ziemi (Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 9 września 2002 r.)			Zakresy zawartości w glebach na arkuszu 926 – Aleksandrów	Wartość przeciętnych (median) w glebach na arkuszu 926 – Aleksandrów	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=8	N=8	N=6522
		Głębokość (m p.p.t.) 0–0,3      0–2,0		Frakcja ziarnowa <1 mm Mineralizacja HCl (1:4) Głębokość (m p.p.t.) 0–0,2		
As Arsen	20	20	60	<5	<5	<5
Ba Bar	200	200	1000	2–33	22	27
Cr Chrom	50	150	500	<1–5	2	4
Zn Cynk	100	300	1000	8–31	15	29
Cd Kadm	1	4	15	<0,5	<0,5	<0,5
Co Kobalt	20	20	200	<1–3	<1	2
Cu Miedź	30	150	600	2–5	3	4
Ni Nikiel	35	100	300	<1–6	1	3
Pb Ołów	50	100	600	<3–11	6	12
Hg Rtuć	0,5	2	30	<0,05–0,09	0,06	<0,05
Ilość badanych próbek gleb z arkusza 926 – Aleksandrów w poszczególnych grupach użytkowania				<sup>1)</sup> grupa A		
As Arsen	8			a) nieruchomości gruntowe wchodzące w skład obszaru poddanego ochronie na podstawie przepisów ustawy Prawo wodne,		
Ba Bar	8			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	8			<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	8			<sup>3)</sup> grupa C – tereny przemysłowe, użytki kopalne, tereny komunikacyjne,		
Cd Kadm	8			<sup>4)</sup> Lis, Pasieczna, 1995 – Atlas geochemiczny Polski 1:2 500 000		
Co Kobalt	8			N – ilość próbek		
Cu Miedź	8					
Ni Nikiel	8					
Pb Ołów	8					
Hg Rtuć	8					
Sumaryczna klasyfikacja badanych gleb z obszaru arkusza 926 – Aleksandrów do poszczególnych grup użytkowania (ilość próbek)						
	8					

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.

Lokalizację miejsc pobierania próbek (wraz z numeracją zgodną z bazą danych) przedstawiono na mapie w postaci kwadratów wypełnionych kolorem przyjętym dla gleb za-

klasyfikowanych 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 3).

Przeciętne zawartości: arsenu, baru, chromu, cynku, kadmu, kobaltu, miedzi, niklu i ołowiu w badanych glebach arkusza są na ogół niższe lub równe w stosunku do wartości przeciętnych (median) w glebach obszarów niezabudowanych Polski. Wyższą wartość mediany wykazuje jedynie zawartość rtęci.

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

## 2. Pierwiastki promieniotwórcze

### Materiał i metody badań

Do określenia wartości promieniowania gamma i stężenia radionuklidów poczynobylskiego cezu wykorzystano wyniki badań gamma-spektrometrycznych wykonanych do Map radioekologicznych 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 robiono co 1 km, a w przypadku stwierdzenia podwyższonej promieniotwórczości zagęszczano je do 0,5 km. Sonda pomiarowa była umieszczona na wysokości 1,5 km nad powierzchnią terenu, a czas pomiaru wynosił 2 minuty. Pomiary wykonywano spektrometrem czeskim GS-256 produkowanym przez „Geofizykę” Brno.

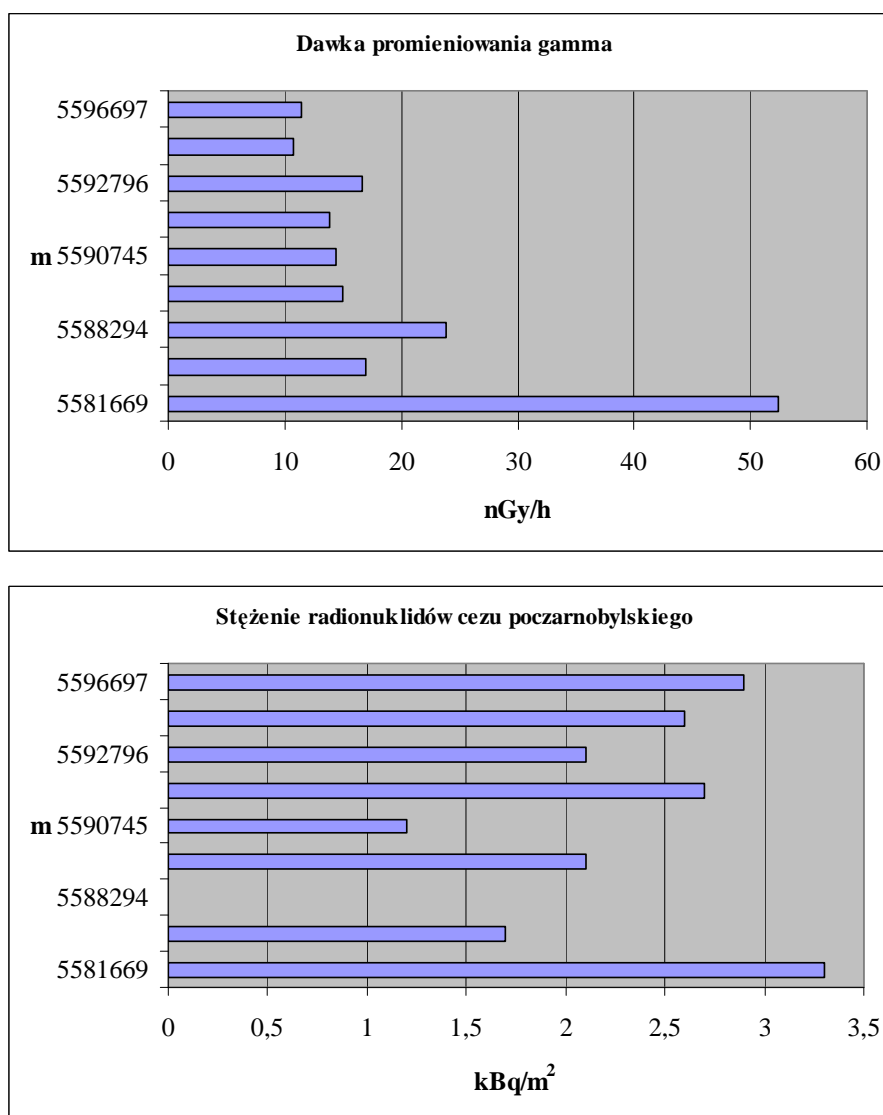
### Prezentacja wyników

Ponieważ gęstość pomiarów nie pozwala na opracowanie map izoliniowych w skali 1:50 000, wyniki przedstawia się w postaci słupków dla dwóch krawędzi arkusza mapy – zachodniej i wschodniej. Jest to możliwe gdyż krawędzie arkusza ogólnie pokrywają się z przebiegiem profili pomiarowych. Niewielkie przesunięcie profilu zachodniego w stronę arkusza Tarnogród sprawiło, że wszystkie punkty pomiarowe na tym profilu znalazły się poza krawędzią niniejszego arkusza, w związku z czym na figurze 4 przedstawiono jedynie wykres dla wschodniego profilu pomiarowego. Dane z profilu zachodniego zostały wykorzystane do charakterystyki promieniotwórczości gleb i skał na opisanym arkuszu.

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

**926E**

**PROFIL WSCHODNI**



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

Wyniki

Wzdłuż zachodniego brzegu arkusza wartości promieniowania gamma wahają się w granicach 10–53 nGy/h. Wyższe wartości (35–50 nGy/h) są związane z lessami i glinami zwałowymi, które ku północy przechodzą w aluwia oraz piaski i żwiry wodnolodowcowe, odznaczające się promieniotwórczością rzędu 10–20 nGy/h.

Na wschodnim profilu przeważają osady rzeczne (mady, mułki, piaski) charakteryzujące się niską promieniotwórczością (10–20 nGy/h) i tylko na południowym krańcu występuje płat gliny zwałowej o wartości promieniowania 52 nGy/h.

Stężenie radionuklidów poczarnobylskiego cezu jest bardzo niskie, wynosi 0–3,8 kBq/m<sup>2</sup>.

## **IX. Składowanie odpadów**

### Zasady wydzielenia potencjalnych obszarów lokalizacji składowisk odpadów

Obszary predysponowane do lokalizowania składowisk odpadów wytypowano uwzględniając zasady i wskazania zawarte w Ustawie o odpadach z dnia 27 kwietnia 2001 r. (DzU 07.39.251 tekst jednolity) oraz Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 24 marca 2003 roku w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących lokalizacji, budowy, eksploatacji i zamknięcia, jakim powinny odpowiadać poszczególne typy składowisk odpadów wraz ze zmianą z 26.02 2009 r. 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.

Na terenach, na których możliwa jest lokalizacja składowisk odpadów i obszarach pozabawionych naturalnej izolacji, zaznaczono także wyrobiska po eksploatacji kopalin, które mogą być rozpatrywane jako potencjalne miejsca składowania opadów.

Występowanie w strefie przypowierzchniowej gruntów spoistych o wymaganej izolacyjności pozwala wyróżnić potencjalne obszary dla lokalizowania składowisk (POLs). W ich obrębie wydzielono rejonu 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 4).

Tabela 4

**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 4),
- zmiennych właściwości izolacyjnych podłoża (warstwa izolacyjna znajduje się pod przykryciem osadami piaszczystymi o miąższości do 2,5 m, miąższość lub jednorodność warstwy izolacyjnej jest zmienna).

Warstwa tematyczna „Składowanie odpadów” wraz z warstwą „Geochemia środowiska” wchodzi w skład warstwy informacyjnej „Zagrożenia powierzchni ziemi” i są przedstawione razem na Planszy B Mapy geośrodowiskowej Polski.

Tło dla przedstawianych na Planszy B informacji stanowi stopień zagrożenia głównego użytkowego poziomu wodonośnego przeniesiony z arkusza Aleksandrów Mapy hydrogeologicznej Polski w skali 1:50 000 (Janik, Gorczyński, 2002). 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 Aleksandrów bezwzględny wyłączeniu z możliwości składowania odpadów podlegają:

- zabudowa miejscowości gminnych Aleksandrów i Łukowa oraz Tarnogrodu będącego siedzibą urzędów miasta i gminy,
- obszary położone w zasięgu udokumentowanego czwartorzędowego głównego zbiornika wód podziemnych nr 428 Biłgoraj – Lubaczów (Kruk i in. 1996),
- strefy ochrony pośredniej ujęć wód podziemnych w Łukowej i Olchowcu,
- obszary objęte ochroną prawną w ramach Europejskiej Sieci Ekologicznej NATURA 2000: „Puszcza Solska” PLB 060008, „Roztocze” PLB 060012 (ochrona ptaków) i „Uroczyska Puszczy Solskiej” PLH 060034, „Dolina dolnej Tanwi” PLH 060097 (ochrona siedlisk),
- strefa ochrony Roztoczańskiego Parku Narodowego,
- obszary leśne o powierzchni powyżej 100 hektarów,
- tereny bagienne, podmokłe, łąki wykształcone na glebach organicznych,
- strefy (do 250 m) wokół akwenów,
- powierzchnie erozyjnych i akumulacyjnych tarasów holoceniowych w obrębie dolin rzek: Tanew, Łukawica Szpicznica, Sopol, Wirowa, Lubienia, Mucha, Pasternik, Żłota Nitka, Czarna Łada oraz Szumu i Niepryszki wciętych w plejstoceniowe pokrywy aluwialne
- obszary występowania mułków lessopodobnych (Łukowa, Babice),
- tereny o nachyleniu powyżej 10° (Góra Brzezińska północno wschodnia część),
- obszary zagrożone ruchami masowymi ziemi: Płusy – Korchów I – Korchów II, rejon na północny zachód od Podsośniny Łukowskiej i na południe od Babic oraz w rejonie Góry Brzezińskiej (Grabowski (red) i in., 2007).

Obszary objęte zakazem lokalizowania składowisk 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 4) lub grunty spoiste, których strop znajduje się nie głębiej niż 2,5 m p.p.t.

Rozległe, faliste powierzchnie miejscami zdenudowanych wysoczyzn polodowcowych zbudowanych z glin zwałowych są obszarami możliwej lokalizacji składowisk odpadów obojętnych. Są to miejsca występowania bezpośrednio na powierzchni terenu lub pod niewielkim nakładem (do 2 m) piasków ze żwirami lodowcowych i mułków lessopodobnych glin zwałowych zlodowacenia wilgi (zlodowacenia środkowopolskie). Są to gliny piaszczyste, miejscami pyłowate, z pojedynczymi ziarnami (sporadycznie okruchami) skał północnych oraz wapieni i margli lokalnych. Materiał skalny jest bardzo silnie zwietrzały. Gliny mają brązowe zabarwienie, ciemniejące wraz z głębokością, do stalowo-szarego na kontakcie z ilami krakowieckimi. Badania litologiczno-petrograficzne wykazały, że są to gliny słabo wysortowane, zawierające 6,2–6,5%  $\text{CaCO}_3$ , ziarna kwarcu są słabo obtoczone. Miąższość glin na ogół nie przekracza 5 m (Kwapisz, 1997).

W profilach niektórych otworów wiertniczych stwierdzono występowanie warstw glin o miąższościach 15–26 m – w rejonie Babice, a 2 km na południe od Przedmieścia Różanieckiego 14 m. Prawdopodobnie są to miejsca, w których gliny zlodowacenia wilgi tworzą wspólny pakiet z glinami starszych zlodowaceń. Opisanie gliny zwałowe w zdecydowanej większości obszaru objętego arkuszem leżą bezpośrednio na serii neogeńskich ilów krakowieckich.

Obszary predysponowane do składowania odpadów obojętnych wyznaczono głównie w południowej części obszaru objętego arkuszem, w rejonach: Przymiarki – Łukowa II, Chmiełek – Podsośnina Łukowska, Przedmieście Różanieckie, Różanec, Jamieńszczyzna i Babice (dwa obszary).

Mają one duże powierzchnie i są położone przy drogach dojazdowych, co umożliwia lokalizację obiektów w dogodnej, niebudzącej konfliktów społecznych odległości od zabudowań.

Decyzję o budowie obiektów musi poprzedzić rozpoznanie geologiczne i hydrogeologiczne, z uwzględnieniem oceny warunków występowania przypowierzchniowego poziomu wodonośnego. Bardzo istotnym czynnikiem jest również ustalenie zasięgu wezbrań powodziowych lokalnych rzek w czasie powodzi w 2010 r. Wody rzeki Złota Nitka (lewy dopływ Tanwi) zalały kilka miejscowości na terenie gminy Tarnogród i Księżpol.

Środowiskowym ograniczeniem warunkowym budowy składowisk odpadów w części wyznaczonych obszarów jest ich położenie w granicach eksploatowanych złóż gazu ziemnego „Łukowa” i „Tarnogród – Wola Różaniecka” oraz zabudowa miejscowości Łukowa II.

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

Podłożem dla utworów czwartorzędowych na całym obszarze objętym arkuszem (z wyłączeniem małej części północno wschodniej) są neogeńskie iły krakowieckie. Miąższość iłów krakowieckich na analizowanym terenie wynosi od 600 m (w części północnej – rejon Lipowca) do około 1000 m w części południowej (rejon Kolonii Korców i Woli Różańskiej}. Osady te nie są zaburzone i zalegają niemal poziomo.

Obszary możliwej lokalizacji składowisk odpadów niebezpiecznych wskazano w granicach udokumentowanych złóż iłów krakowieckich „Tarnogród I” oraz w kilku rejonach, gdzie w strefie przypowierzchniowej (do głębokości 2 m) występuje strop iłów krakowieckich. Ich szczegółową charakterystykę opisano na podstawie dokumentacji złóż oraz danych zawartych w objaśnieniach do Szczegółowej mapy geologicznej Polski.

W złożu „Tarnogród I” pod nadkładem o grubości średnio 2 m, zbudowanym z gleby, piaszczystych glin zwałowych, piasków zaglinionych oraz iłów z zawartością margli powyżej 0,4% występuje warstwa złożowa o miąższości od 14 do 37,5 m, średnio 25,8 m (nieprzewiercona). Kopaliną są iły krakowieckie wykształcone jako iły, iły pylaste, od plastycznych po bardzo plastyczne, miejscami nieco zapiaszczone, litologicznie i jakościowo dość jednorodne, o barwie stalowoszarej i ciemnopopielatej. Na dużą jednorodność iłów w złożu wskazują wyniki analizy granulometrycznej – zawartość frakcji iłowej wynosi od 33 do 48%, frakcji pyłowej od 50 do 63%. Iły mają szarą, stalowoszarą lub ciemnopopielatą barwę, reagują z HCl, węglan wapnia występuje przeważnie w formie rozproszonej, jego średnia zawartość wynosi 5,9%, średnia zawartość margli wynosi 0,01%, skurczliwość wysychania średnio 7,6%. W serii złożowej stwierdzono niewielkie wsięki wody na głębokościach od 2 do 24 m (Gad, 1992).

Na północny wschód od złoża, w rejonie Majdan Nowy – Markowicze-Cegielnia, w granicach wychodni iłów krakowieckich, wyznaczono obszar możliwej lokalizacji składowisk odpadów niebezpiecznych. Jest to przedłużenie serii złożowej złoża „Markowicze”, występujące tu iły mają miąższość ponad 19 m.

Na południe od szosy Biłgoraj – Łukowa, w rejonie między Księżpolem i Przymiarkami Górnymi, w okolicach Marianki (dwa obszary), w rejonie miejscowości Chmielek i na północny wschód od niej, w miejscu występowania na powierzchni terenu iłów neogeńskich wy-

znaczono obszar możliwej lokalizacji składowisk odpadów niebezpiecznych. Zakwalifikowane do warstw przeworskich osady reprezentowane są przez ility krakowieckie z przewarstwieniami mułków i piasków. Stanowią one podłoże osadów czwartorzędu. Miąższość iłów krakowieckich na analizowanym terenie waha się od 600 m do 900 m, maksymalnie osiągając ponad 1000 m w rejonie Kolonii Korchów (obszar bezwzględnie wyłączony z możliwości składowania odpadów). Na południe od miejscowości Babice ility neogeńskie występują pod niewielkim (do 2 m) nadkładem czwartorzędowych mułków lessopodobnych.

Stropowe partie iłów opisano w cegielni w Markowiczach. Występują tu ility szare i ciemnoszare z rdzawymi przebarwieniami, spiaszczone, łupiące się w drobne bryłki. W części przypowierzchniowej są one zwietrzałe i wyglądają jak brązowo-szara glina ilasta z licznymi skupieniami i konkrecjami jasnego margla oraz domieszką materiału skalnego różnej wielkości. Ily opisano również w sprawozdaniu z prac geologicznych związanych z poszukiwaniami złoża dla Wojewódzkiego Terenowego Przedsiębiorstwa Eksploatacji Surowców Mineralnych w Lublinie (Kabza, 1972). Teren badań położony jest w rejonie wsi Rakówka (obszar bezwzględnie wyłączony z możliwości składowania odpadów). Na powierzchni 13,4 ha wykonano otwory wiertnicze o głębokości 12–20 m i sondy o głębokości 1,2–6 m. Są to ility mioceńskie szare i jasnoszare, o wyraźnej oddzielności łupkowej z licznymi przerostami mułków, najczęściej pylaste. Należą do iłów średnio tłustych i chudych, mułki w większości ilaste zawierające liczne drobne przerosty piaszczyste. Ich miąższość wynosi od 2 do 19 m, średnio 5,5 m. W nadkładzie występują piaski i gliny czwartorzędowe o grubości 0,7–6 m. W kilku otworach w przerostach mułkowo-piaszczystych występujących w postaci izolowanych soczewek nawiercono wodę, w części otworów i sond wody nie występują. Ze względu na możliwą zmienność litologiczną iłów krakowieckich, zwłaszcza w ich partiach stropowych i lokalnie niewielki (2–4 m) nadkład osadów czwartorzędowych warunki izolacyjne dla wszystkich obszarów określono na zmienne.

Obszar w granicach udokumentowanego złoża iłów neogeńskich „Markowicze” (Haas, 1975) rekomenduje się do składowania odpadów komunalnych. Pod nadkładem o grubości średnio 2 m, zbudowanym z gleby, piasków kwarcowych i glin zwałowych występuje warstwa złożowa o miąższości 4,3–20,2 m, średnio 14,2 m zbudowana z iłów krakowieckich przewarstwionych piaskami i mułkami niewielkiej miąższości. Zawartość margla wynosi średnio 0,01%, skurczliwość wysychania średnio 7,3%. Zawartość frakcji iłowej wynosi od 15 do 35%, frakcji pyłowej od 44 do 69% w partiach stropowych złoża, w partiach spagowych od 33 do 42% (frakcja iłowa), frakcji pyłowej od 52 do 60%. Złoże jest w nieznacznym stopniu zawodnione, wody występują pod niewielkim ciśnieniem hydrostatycznym w pia-

skach i mułkach przewarstwiających iły. W otworze odwierconym w środkowej części złoza natrafiono na 6,5 m warstwę zawodnionych piasków. W nadkładzie złoza występują dwa poziomy wód gruntowych. Ze względu na warunki hydrogeologiczne nie rekomenduje się terenu w granicach złoza do składowania odpadów niebezpiecznej (Haas, 1975).

Lokalizację składowisk odpadów niebezpiecznych i komunalnych w granicach wskazanych obszarów musi poprzedzić rozpoznanie geologiczne i hydrogeologiczne, które pozwoli na ustalenie faktycznego wykształcenia litologicznego osadów oraz warunków wodnych.

Środowiskowym ograniczeniem warunkowym budowy obiektów uciążliwych dla środowiska lub mogących pogorszyć jego stan jest zabudowa miejscowości.

Składowisko odpadów w Królach Starych w gminie Księżpol zostało zamknięte. Rozpoczęto prace rekultywacyjne, planowany termin zakończenia w pierwszym kwartale 2011 r. Prowadzony jest monitoring wód podziemnych (4 piezometry). Składowisko odpadów komunalnych w Podsośninie w gminie Łukowa jest ogrodzone, odpady składowane są w dwóch nieckach. Nieckę wschodnią wyłączono z eksploatacji z końcem 2010 roku., w przygotowaniu jest projekt jej rekultywacji. Odpady składowane są w niecce zachodniej, prowadzony jest drenaż odcieków i monitoring wód podziemnych. Obiekty zlokalizowane są na obszarach bezwzględnie wyłączonych z możliwości składowania odpadów. Składowisko w Królach Starych położone jest na terenach podmokłych, składowisko w Podsośninie w granicach obszaru NATURA 2000 i na krawędzi doliny rzeki Tanwi.

#### Ocena najbardziej korzystnych warunków geologicznych i hydrogeologicznych

Najbardziej korzystne warunki występują w południowej i północno zachodniej części obszaru objętego arkuszem, gdzie pod pokrywą utworów czwartorzędowych (gliny zwałowe, miejscami piaski o miąższości średnio 10 m) występuje seria utworów ilasto-mułkowych z lokalnymi wtrąceniami piasków zaliczona do tzw. iłów krakowieckich, których miąższość na tym obszarze waha się od 600 do około 1000 m. Wszystkie nieudokumentowane (w miarę równinne) partie wysoczyzn i równin denudacyjnych są najlepszymi miejscami do lokalizacji składowisk odpadów obojętnych, komunalnych i niebezpiecznych. Nie ma większego znaczenia, że na powierzchni terenu występują gliny zwałowe (nadające się wyłącznie do lokalizowania składowisk odpadów obojętnych), gdyż są one podścielone seriami iłów krakowieckich. Na większości tego obszaru nie ma użytkowego poziomu wodonośnego, a zatem lokalizacja składowisk odpadów komunalnych lub niebezpiecznych, nawet w obrębie glin zwałowych nie stwarza praktycznie żadnego zagrożenia dla wód podziemnych. Ważniejszym ogra-

niczeniem dla lokalizacji składowisk odpadów komunalnych lub niebezpiecznych są bliskość zabudowy oraz bliskość powierzchniowej sieci hydrograficznej.

Z ekonomicznego punktu widzenia najlepiej byłoby zlokalizować nowe składowiska dla odpadów komunalnych lub niebezpiecznych w obrębie udokumentowanych złóż surowców ilastych „Tarnogród” i „Markowicze”, zwłaszcza, że w Markowiczach istnieje już wyrobisko gotowe do ewentualnego wykorzystania pod budowę składowiska. W drugiej kolejności należy zwrócić uwagę na miejsca, gdzie seria iłów krakowieckich występuje płytko pod pokryciem utworami czwartorzędowymi.

Większość obszarów wyznaczonych pod składowanie odpadów zlokalizowano na terenach bez użytkowego poziomu wodonośnego, co związane jest prawdopodobnie z występowaniem nieprzepuszczalnych pakietów glin zwałowych o niewielkiej miąższości (średnio około 5 m, maksymalnie w otworze wiertniczym wykonanym w Babicach 26 m) bezpośrednio na iłach neogeńskich. Obszary wskazane w rejonie Kolonii Różaniec – Przedmieście Różanieckie znajdują się na terenach o średnim stopniu zagrożenia wód w utworach mioceńskich, a brzeżne północno wschodnie części obszaru Łukowa III – Rakowiec – Podsośnina Łukowska – Łukowa II i wschodnia część obszaru to tereny o wysokim stopniu zagrożenia wód podziemnych w utworach czwartorzędowych. Są to tereny o niskiej odporności poziomu głównego z obecnością nielicznych ognisk zanieczyszczeń

Należy zaznaczyć, że każdorazowo decyzję o wyborze miejsca lokalizacji składowisk odpadów musi poprzedzić dokładne rozpoznanie warunków geologiczno-inżynierskich i hydrogeologicznych terenu planowanej inwestycji.

#### Charakterystyka wyrobisk poeksploatacyjnych

Wyrobisko eksploatowanego na tym terenie złoża iłów neogeńskich „Markowicze” można rozpatrywać pod kątem składowania odpadów komunalnych. Należy się liczyć możliwością jego okresowego zawodnienia. Wody występują w niewielkich przerostach piaszczystych i mułkowatych w serii złożowej, okresowo na kontakcie iłów z piaskami. Obiekt zlokalizowany jest w bezpośrednim sąsiedztwie obszaru objętego ochroną prawną NATURA 2000 – „Puszcza Solska”.

Niewielkie punkty lokalnej, niekoncesjonowanej eksploatacji piasków 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 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**

Warunki podłoża budowlanego na obszarze arkusza Aleksandrów opracowano na podstawie map topograficznej i geologicznej (Kwapisz, 1998 a, b) oraz obserwacji terenowych. Wykorzystano również dokumentacje geologiczno-inżynierskie z rejonu: Aleksandrowa (Sierant, 1997) i Pisklaków (Grzesik, 1991), a także pomiary głębokości zwierciadła wody w studniach kopanych z maja 2001 roku (Janik, Gorczyński, 2002). Z waloryzacji wyłączone obszary Parku Krajobrazowego Puszczy Solskiej, udokumentowanych, powierzchniowych złóż kopalin mineralnych, lasów, gleb klasy od I do IVa, łąk na glebach pochodzenia organicznego, zwartą zabudowę miejską Tarnogrodu oraz stawy hodowlane.

O warunkach geologiczno-inżynierskich decydują: rodzaj i stan gruntów, ukształtowanie terenu oraz położenie zwierciadła wód gruntowych. Zastosowano dwa wydzielenia obszarów: o warunkach korzystnych dla budownictwa oraz niekorzystnych, utrudniających budownictwo. Obszary, dla których ustalono geologiczno-inżynierskie warunki podłoża budowlanego stanowią około 30% powierzchni arkusza.

Korzystne dla budownictwa są obszary wychodni opok i margli kredowych oraz wapieni, margli i piaskowców mioceńskich w północno-wschodnim narożu omawianego obszaru, w strefie krawędziowej Roztocza. Są to grunty skaliste, bardzo spękane. W ich stropie na ogół zalegają zwietrzliny i rumosze gliniaste – grunty spoiste, w stanie zwartym, półzwartym lub

twardoplastycznym. Korzystne dla budownictwa warunki występują także na Płaskowyżu Tarnogrodzkim, gdzie gliny zwałowe przykryte są zazwyczaj gliniastymi, piaskami lodowcowymi. Miąższość glin nie przekracza 5 m, a piasków 2 m. Na ogół grunty te są korzystne dla budownictwa, gdyż znajdują się w stanie: zwartym, półzwartym lub twardoplastycznym. Na Równinie Biłgorajskiej budownictwo nie jest utrudnione jedynie na terenach zbudowanych z gruntów spoistych – iłów mioceńskich i glin zwałowych zlodowaceń południowopolskich, w stanie zwartym, półzwartym i twardoplastycznym w rejonie Smólska Małego i Dużego, Lipowca oraz Podlasu. Na obszarach wschodni iłów krakowieckich oraz margli kredowych należy zwrócić uwagę na możliwość pęcznienia i skurczu, związanych ze zmianą wilgotności gruntu.

Tereny o niekorzystnych warunkach budowlanych występują prawie na całej Równinie Biłgorajskiej w południowej części arkusza. Tylko w niewielu miejscach wody gruntowe znajdują się poniżej 2 m p.p.t. (Janik, Gorczyński, 2002) czego powodem jest płytkie zaleganie słabo przepuszczalnych warstw glin, mułków i iłów. Nawet na wierzchołkach płaskiego wzniesienia, na którym położony jest Aleksandrów, wzdłuż całej wsi stwierdzono wody gruntowe na głębokości od 0,2 do 1,9 m (Sierant, 1997). Występujące na powierzchni terenu grunty spoiste, reprezentowane przez: południowopolskie gliny zwałowe, gliniaste piaski lodowcowe, oraz ily mioceńskie (krakowieckie), znajdują się często w stanie plastycznym. Wysoko położone zwierciadło wód gruntowych sprzyjało powstawaniu torfów i piasków humusowych, czyli gruntów słabonośnych z wodami agresywnymi względem betonu. Rozległym obszarem o niekorzystnych dla budownictwa warunkach jest szeroka dolina Tanwi i jej dopływów, a także mniejszych rzek i cieków na obszarze Płaskowyżu Tarnogrodzkiego. Są to tereny podmokłe lub o płytko zalegającym zwierciadle wód gruntowych do 2 m p.p.t.

Predysponowane do wystąpienia ruchów masowych, a więc niekorzystne dla budownictwa, są miejscami krawędzie dolin rzek szumu i Tanwi (Grabowski (red.), 2007).

## **XI. Ochrona przyrody i krajobrazu**

Obszary prawnie chronione zajmują około 15 % powierzchni arkusza mapy Aleksandrów. We wschodniej części znajduje się zachodni fragment Parku Krajobrazowego Puszczy Solskiej (PKPS) wraz z otuliną. Park Krajobrazowy Puszczy Solskiej utworzono w 1988 r. w celu zachowania unikalnych walorów przyrodniczych, historycznych, kulturowych i krajobrazowych Roztocza oraz Puszczy Solskiej. Występują tu zwarte kompleksy leśne o charakterze puszczańskim, a także bogactwo krajobrazowe dolin rzek tworzących przełomy zwane "szumami". Lasy stanowią 86% powierzchni parku. Wiek drzewostanów w większości nie

przekracza 40–60 lat. Przeważają bory sosnowe o dużym zróżnicowaniu siedlisk – od suchych do bagiennych i wilgotnych, wśród których występują fragmenty borów jodłowych i lasów mieszanych.

Zwarte kompleksy leśne występujące w północnej części arkusza nie są objęte ochroną, stanowią jednak znaczne bogactwo przyrodnicze tego rejonu. Dominują lasy, w których głównym gatunkiem jest sosna. Obszar pomiędzy Aleksandrowem i Smólskiem Dużym gdzie występuje drzewostan jodłowy, jodłowo-świerkowy i jodłowo-sosnowy o charakterze zbliżonym do naturalnego planuje się objąć ochroną ścisłą w formie rezerwatu leśnego „Łódyszki”.

Północno-wschodni fragment arkusza objęty jest ochroną jako strefa ochronna Roztoczańskiego Parku Narodowego.

Na wschód od Księżpola, na prawosławnym cmentarzu ochroną w formie pomnika przyrody jest objęta grupa drzew, w skład której wchodzi: 28 wiązów szypułkowych, lipa drobnolistna i dąb szypułkowy (tabela 5).

Tabela 5

#### Wykaz rezerwatów, pomników przyrody i użytków ekologicznych

Numer obiektu na mapie	Forma ochrony	Miejscowość	Gmina Powiat	Rok zatwierdzenia	Rodzaj obiektu (powierzchnia w ha)
1	2	3	4	5	6
1	R	Smólsko Duże	Biłgoraj biłgorajski	*	<b>L</b> – „Łódyszka” (56,71)
2	P	Księżpol (na cmentarzu prawosławnym)	Księżpol biłgorajski	1988	<b>Pż</b> 28 wiązów szypułkowych, lipa drobnolistna i dąb szypułkowy
3	U	Leśnictwo Tereszpól oddz. 321 f, g	Tereszpól biłgorajski	1999	„Kobyłackie Bagna” (0,48)
4	U	Leśnictwo Tereszpól oddz. 315 j	Tereszpól biłgorajski	1999	„Nowa Łąka” (2,88)
5	U	Leśnictwo Tereszpól oddz. 329 g	Tereszpól biłgorajski	1999	„Żurawie Bagno” (0,47)
6	U	Leśnictwo Tereszpól oddz. 328 l	Tereszpól biłgorajski	1999	„Za Maziarnią” (0,62)
7	U	Leśnictwo Tereszpól oddz. 308 h	Tereszpól biłgorajski	1999	„Sokoliska” (1,53)
8	U	Leśnictwo Tereszpól oddz. 326 f	Tereszpól biłgorajski	1999	„Sokoliska” (0,41)
9	U	Leśnictwo Tereszpól oddz. 305 c, d	Tereszpól biłgorajski	1999	„Sokoliska” (2,09)
10	U	Leśnictwo Tereszpól oddz. 324 f	Tereszpól biłgorajski	1999	„Koszówka” (0,60)

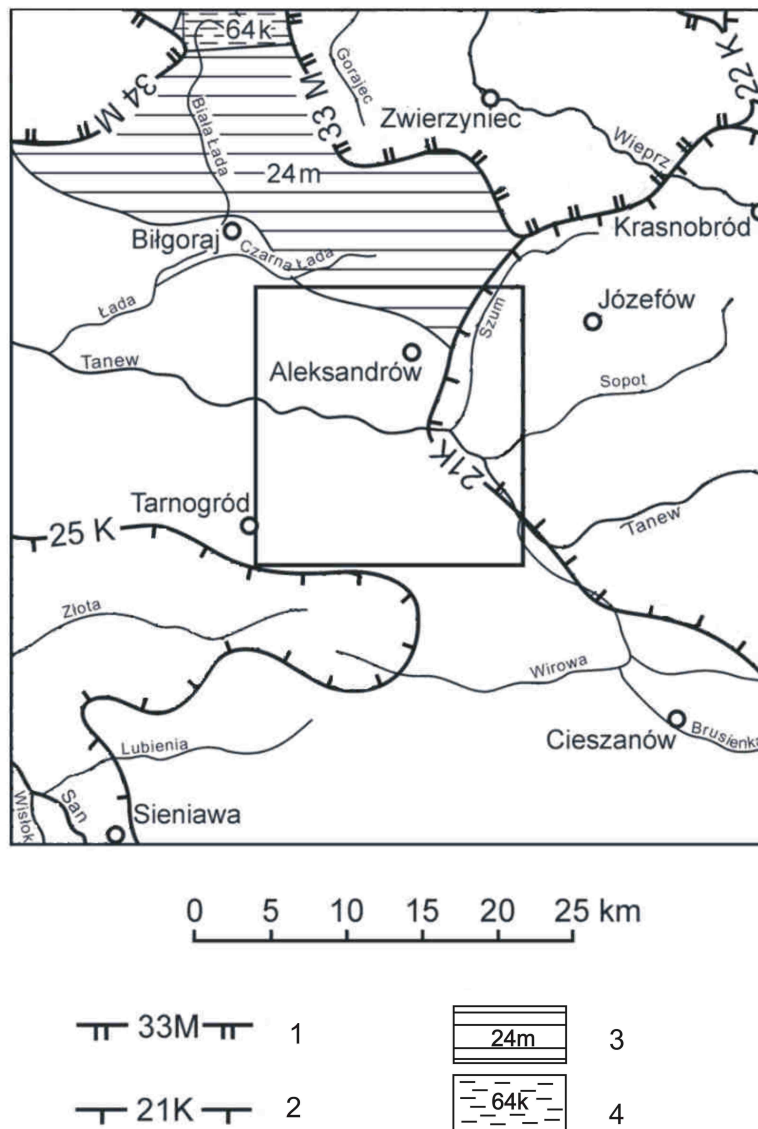
Rubryka 2: R – rezerwat, P – pomnik przyrody, U – użytek ekologiczny,

Rubryka 5: \* – obiekt projektowany lub proponowany do ochrony przez służby ochrony przyrody,

Rubryka 6: rodzaj rezerwatu: L – leśny, rodzaj pomnika przyrody: Pż – przyrody żywej.

W północnej części arkusza gdzie występują największe nagromadzenia torfowisk ustanowiono 8 użytków ekologicznych. Ochronie podlegają śródleśne łąki, bagna i tereny podmokłe, które przeznaczono do naturalnej sukcesji roślin.

Na omawianym obszarze znajdują się dwie jednostki należące do Krajowej Sieci Ekologicznej ECONET (Liro, 1998). Jest to krajowy południoworoztoczański obszar węzłowy 21K oraz międzynarodowy biłgorajski korytarz ekologiczny 24m, który obejmuje fragment Puszczy Solskiej nienależący do parku krajobrazowego (fig. 5).



**Fig. 5.** Położenie arkusza Aleksandrów na tle mapy systemów ECONET (Liro i in., 1998)

System ECONET:

1 – granica obszaru węzłowego o znaczeniu międzynarodowym, jego numer i nazwa: 33M – Obszar roztoczański, 34M – Obszar Lasów Janowskich; 2 – granica obszaru węzłowego o znaczeniu krajowym, jego numer i nazwa: 21K – Obszar południoworoztoczański, 22K – Obszar zamojski, 25K – Obszar Doliny Środkowego Sanu; 3 – korytarz ekologiczny o znaczeniu międzynarodowym, jego numer i nazwa: 24m – Biłgorajski; 4 – korytarz ekologiczny o znaczeniu krajowym, jego numer i nazwa: 64k – Wzniesień Urzędowskich.

Znaczna część omawianego obszaru ze względu na znaczenie dla systemu przyrodniczego Europy została objęta ochroną w ramach Europejskiej Sieci Ekologicznej Natura 2000, jako obszar specjalnej ochrony ptaków i specjalne obszary ochrony siedlisk (tabela 6).

Puszcza Solska jest rozległym kompleksem leśnym położonym w strefie kontaktu Roztocza i Kotliny Sandomierskiej, przecięty licznymi dolinami rzecznyymi. Przełamujące się przez Krawędź Roztocza rzeki tworzą systemy niewielkich wodospadów, zwanych szumami, o dużej atrakcyjności krajobrazowej. Bardzo liczne tereny bagienno-torfowiskowe w południowej i zachodniej części ostoi decydują o dużej wartości przyrodniczej tego obszaru. Znajdują się tu miejsca lęgowe takich ptaków chronionych jak: bocian czarny, gadożer, głuszec, puchacz, orlik krzykliwy, trzmielojad i lelek. Ostoja obejmuje ponadto kompleks stawów rybnych w rejonie Rudy Różanieckiej. Osobliwością w skali kraju jest południowo-zachodnia krawędź Roztocza, która jest jedynym w Polsce, wyraźnie zaznaczonym w rzeźbie terenu, fragmentem granicy geologicznej między fałdową Europą Zachodnią, a płytową Wschodnią.

Uroczyska Puszczy Solskiej to rozległy obszar obejmujący cenne siedliska przyrodnicze, występujące w dużych płatach (bory bagienne i torfowiska) lub małych, ale w dużym skupieniu (torfowiska, zbiorniki naturalne). Głównym walorem ostoi są dobrze zachowane rozległe bory bagienne a także płaty i smugi torfowisk wysokich oraz przejściowych. Wyróżnikiem tego obszaru są też martwe wydmy.

Dolina Dolnej Tanwi obejmuje dolinę, od miejsca gdzie Tanew wypływa z Puszczy Solskiej, aż do jej ujścia do Sanu. Dno doliny jest porozcinane przez liczne starorzecza, z których najdłuższe ma kilka kilometrów. Charakterystyczne dla tego obszaru są duże kompleksy torfów. Wśród chronionych gatunków zwierząt można tu spotkać bobry europejskie, wilki, rysie i wydry.

Ptaki objęte są ochroną w Obszarze Specjalnej Ochrony Roztocze. Obejmuje on Lasy Zwierzyniecko-Kosobudzkie oraz całe Roztocze Środkowe i Południowe. Jest to pas łagodnych wzniesień w większości pokryty lasami o charakterze zbliżonym do naturalnego.

## 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	Położenie administracyjne obszaru w granicach arkusza			
				Długość geogr.	Szerokość geogr.		Kod NUTS	Województwo	Powiat	Gmina
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	F	PLB060008	Puszcza Solska (P)	E 22°54'52''	N 50°29'11''	79 349,1 ha	PL312 PL324	lubelskie	biłgorajski	Biłgoraj Księżpol Aleksandrów Józefów Łukowa Obsza Tereszpol
2	K	PLH060034	Uroczyska Puszczy Solskiej (S)	E 23°2'55''	N 50°22'57''	34 671,5 ha	PL312 PL324	lubelskie	biłgorajski	Aleksandrów Józefów Łukowa Obsza Tereszpol
3	K	PLH060097	Dolina Dolnej Tanwi (S)	E 22°38'14''	N 50°27'32''	8 518 ha	PL312 PL324	lubelskie	biłgorajski	Księżpol Łukowa Obsza
4	F	PLB060012	Roztocze (P)	E 23°14'45''	N 50°28'49''	103 503,3 ha	PL312 PL324	lubelskie	biłgorajski	Józefów

Rubryka 2: F – obszar specjalnej ochrony ptaków, całkowicie zawierający w sobie specjalny obszar ochrony siedlisk;

K – obszar SOO, częściowo przecinający się z OSO;

gdzie: obszar OSO – Obszary Specjalnej Ochrony ptaków, obszar SOO – Specjalny Obszar Ochrony siedlisk;

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

## **XII. Zabytki kultury**

Obszar arkusza Aleksandrów jest terenem stosunkowo ubogim w znaczące stanowiska archeologiczne. Najstarsze ślady osadnictwa pochodzą z okresu kultury pucharów lejkowatych, amfor kulistych i ceramiki sznurowej. Z wczesnej epoki brązu znajdowane są tu pozostałości po kulturze mierzanowickiej i trzcinieckiej. W okresie środkowego brązu tereny te zamieszkiwały ludy kultury łużyckiej, a za czasów wpływów rzymskich ludy kultury przeworskiej.

Do zabytków architektonicznych należy budynek, w którym obecnie mieści się urząd gminy Łukowej pochodzący z początku XX w. Pierwotnie pełnił rolę więzienia. Jest on przykładem architektury rosyjskiej z ostatnich lat carskiego imperium. W Babicach znajduje się zbudowany w latach osiemdziesiątych XIX w. jako cerkiew prawosławna, kościół parafialny. Na omawianym terenie położona jest również południowa część układu przestrzennego wsi Górecko Kościelne. W jego skład wchodzi: zabudowania wsi, szata roślinna, rzeka Szum oraz ukształtowanie terenu.

Puszcza Solska i Roztocze były terenem wielu bitew z okresu powstania styczniowego, I wojny światowej, kampanii wrześniowej 1939 r., lat okupacji i walk partyzanckich. Wydarzenia z tamtych lat upamiętniają liczne pomniki i cmentarze wojenne. W miejscowości Podsośnica Łukowska znajduje się zabytkowy cmentarz z okresu I wojny światowej. Cmentarz składający się z 18 mogił zbiorowych partyzantów AK i BCh, którzy zginęli w Puszczy Solskiej w czerwcu 1944 roku położony jest na północnym skraju wsi Osuchy. Kolejny cmentarz wojenny znajduje się przy drodze z Aleksandrowa do Józefowa, koło mostu na Szumie. Spoczywają tu żołnierze WP z grupy operacyjnej „Bielsko”, polegli we wrześniu 1939 roku oraz partyzanci, którzy zginęli w czasie okupacji (Słoniewski, 1998).

## **XIII. Podsumowanie**

Rejon Aleksandrowa objęty omawianym arkuszem znajduje się z dala od ośrodków miejskich, jest obszarem typowo rolniczym, z potencjałem turystycznym. Sąsiedztwo Roztoczańskiego Parku Narodowego, zwarte, rozległe kompleksy leśne i bogata sieć małych rzek sprawiają, że jest to ważny dla systemu przyrodniczego Europy obszar, którego ochrona jest wskazana. Stąd znacząca część arkusza jest objęta różnymi systemami ochrony na szczeblu krajowym i międzynarodowym. Znajduje się tu fragment Parku Krajobrazowego Puszczy Solskiej, użytki ekologiczne, a ponadto przeważająca część terenu chroniona jest w ramach sieci Natura 2000.

Drugim, ważnym elementem przyrodniczym jest występowanie na obszarach bezleśnych gleb wysokiej jakości, które były podstawą rozwoju rolnictwa. Dostosowana do potrzeb uprawy roli jest także zabudowa, charakterystyczna dla tego obszaru. Miejscowości o układzie ulicówek pozwalają na dogodny dojazd do pól uprawnych. Rolnictwo, przetwórstwo rolnicze i drzewne jest głównym źródłem utrzymania miejscowej ludności.

Źródłem zaopatrzenia w wodę jest czwartorzędowe piętro wodonośne. Jest ono zasobne w wody wysokiej jakości. W celu ich ochrony utworzony został główny zbiornik wód podziemnych nr 428, którego utworami wodonośnymi są osady piaszczyste i piaszczysto-żwirowe, wypełniające kopalną dolinę, biegnącą wzdłuż krawędzi Roztocza od Lubaczowa do Biłgoraja. Wody podziemne ze względu na brak izolującego nadkładu są w znacznym stopniu narażone na zanieczyszczenie.

Wysokie znaczenie gospodarcze tego obszaru jest związane z występowaniem złóż gazu ziemnego wysokometanowego, a także prognoz dotyczących odkrycia kolejnych złóż. Mniejsze znaczenie mają kopaliny pospolite. Eksploatowane jest tylko jedno z dwóch udokumentowanych złóż iłów miocenijskich. Kopalina stanowi surowiec dla dużej cegielni „Markowicz”.

Na terenie objętym arkuszem Aleksandrów wskazano obszary możliwej lokalizacji odpadów wszystkich typów. Obszary predysponowane do składowania odpadów obojętnych wytypowano na terenie gmin Księżpól, Łukowa, Tarnogród i Obsza. Teren w granicach udokumentowanego złoża iłów krakowieckich „Tarnogród I” oraz miejsca ich powierzchniowego występowania wskazano do ewentualnej lokalizacji składowisk odpadów wszystkich typów. Warunki hydrogeologiczne rozpatrywane pod kątem składowania odpadów są korzystne, przeważająca część wytypowanych obszarów to tereny pozbawione użytkowego poziomu wodonośnego.

Uwarunkowania przyrodnicze takie jak występowanie lasów, terenów podmokłych i gleb o wysokiej jakości sprawiają, że mało jest w tym rejonie obszarów zwaloryzowanych jako korzystne dla budownictwa. Biorąc jednak pod uwagę małe zaludnienie tego obszaru nie stanowi to przeszkody dla dalszego jego rozwoju, który z całą pewnością nie jest ukierunkowany na urbanizację.

## XIV. Literatura

- BOROWIEC J., 1990 – Torfowiska Regionu Lubelskiego. PWN Warszawa.
- BURACZYŃSKI J., 2002 – Roztocze. Środowisko przyrodnicze. Wydawnictwo Lubelskie, Lublin.
- DRZYMAŁA J., Grzesik J., Luterek H., 1997 – Dodatek nr 1 do dokumentacji geologicznej w kat. B+C1+C2 złoża surowców ceramiki budowlanej „Markowicze” w Markowiczach. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- FLISOWSKA E., 1971 – Sprawozdanie z prac zwiadowczo-geologicznych i poszukiwawczych za kruszywem naturalnym w powiecie biłgorajskim. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- GAD A., 1992 – Dokumentacja geologiczna w kat. C1+C2 złoża iłów trzeciorzędowych dla potrzeb ceramiki budowlanej „Tarnogród I”. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- GRABOWSKI D. (red.), MAŁEK M., WODYK K., MALESZYK M., 2007 – System Ochrony Przeciwosuwiskowej. Etap I: Mapa osuwisk i obszarów predysponowanych do występowania ruchów masowych w województwie lubelskim. Centralne Archiwum Geologiczne, Warszawa.
- GAD A. 1992 – Dokumentacja geologiczna w kat. C<sub>1</sub>+C<sub>2</sub> złoża trzeciorzędowych dla potrzeb ceramiki budowlanej „TARNOGRÓD I” Przeds. Geolog. Kielce.
- GRABOWSKI D. (RED.), WODYK K., MAŁEK M., 2007 – System Osłony Przeciwosuwiskowej Etap I: Mapa osuwisk i obszarów predysponowanych do występowania ruchów masowych w województwie lubelskim. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- GRZESIK J., 1991 – Opinia z technicznych badań podłoża gruntowego pod budowę gminnego wysypiska i wylewiska we wsi Pisklaki, gmina Łukowa. Lubelski Urząd Wojewódzki Delegatura w Zamościu.
- HAAS T., 1975 – Dokumentacja geologiczna w kat. B + Ci + C2 złoża łu surowców ceramiki budowlanej „Markowicze” Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa
- Instrukcja** opracowania Mapy geośrodowiskowej Polski w skali 1:50 000, 2005 – Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- JANIK A., GORCZYŃSKI A, 2002– Mapa hydrogeologiczna Polski w skali 1:50 000 arkusz Aleksandrów Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.

- JAWOR E., 1990 – Ilościowa ocena zasobów prognostycznych ropy naftowej i gazu ziemnego w mioceńskim kompleksie strukturalnym przedgórze Karpat. Technika Posz. Geol., nr 3-4, Kraków.
- KLECZKOWSKI A., red., 1990 – Mapa obszarów głównych zbiorników wód podziemnych (GZWP) w Polsce wymagających szczególnej ochrony w skali 1:500 000. AGH, Kraków.
- KONDRACKI J., 2002 – Geografia regionalna Polski. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa.
- KRUK L., GÓRKA J., i inni, 1996 – Dokumentacja hydrogeologiczna zbiornika wód podziemnych nr 428. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- KWAPISZ B., 1997 – Szczegółowa mapa geologiczna Polski w skali 1:50 000 arkusz Aleksandrów. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- KWAPISZ B., 1998a – Objasnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski, w skali 1:50 000, arkusz Aleksandrów. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- KWAPISZ B., 1998b – Szczegółowa mapa geologiczna Polski, w skali 1:50 000, arkusz Aleksandrów. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- KRUK L, GÓRKA J., LEŚNIAK J., WITKOWSKA J. 1996 – Dokumentacja hydrogeologiczna zbiornika wód podziemnych nr 428. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- KABZA E., 1972 Sprawozdanie z prac geologiczno – poszukiwawczych w celu okonturowania złoża ilów krakowieckich w rejonie wsi Rakówka dla potrzeb ceramiki budowlanej. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- LIRO A. (kier.) i in., 1998 – Strategia wdrażania krajowej sieci ekologicznej ECONET – Polska. Fundacja IUCN Poland, Warszawa.
- LIS J., PASIECZNA A., 1995 – Atlas geochemiczny Polski 1:2 500 000. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
- MĄDRY S., KWAPISZ B. 2005 – Mapa geologiczno-gospodarcza Polski w skali 1:50 000, arkusz Aleksandrów. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- OKOŁOWICZ W., 1968 – Klimatologia ogólna. PWN, Warszawa.
- OSTRZYŻEK S., Dembek W. i in. 1996 – Zlokalizowanie i charakterystyka złóż torfowych w Polsce spełniających kryteria potencjalnej bazy zasobowej z ustaleniem i uwzględnieniem wymogów związanych z ochroną i kształtowaniem środowiska. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- Raport** o stanie środowiska województwa lubelskiego w 2005, 2006 – Biblioteka Monitoringu Środowiska, Lublin.

- Raport** o stanie środowiska województwa lubelskiego w 2006, 2007 – Biblioteka Monitoringu Środowiska, Lublin.
- Raport** o stanie środowiska województwa lubelskiego w 2007, 2008 – Biblioteka Monitoringu Środowiska, Lublin.
- Raport** o stanie środowiska województwa lubelskiego w 2008, 2009 – Biblioteka Monitoringu Środowiska, Lublin.
- Raport** o stanie środowiska województwa lubelskiego w 2009, 2010 – Biblioteka Monitoringu Środowiska, Lublin.
- Rozporządzenie** Ministra Środowiska z dnia 9 września 2002 r. w sprawie standardów jakości gleby oraz standardów jakości ziemi. Dziennik Ustaw nr 165, poz. 1359, z dnia 4 października 2002 r.
- Rozporządzenie** Ministra Środowiska z dnia 24 marca 2003 r. w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących lokalizacji, budowy, eksploatacji i zamknięcia, jakim powinny odpowiadać poszczególne typy składowisk odpadów. Dziennik Ustaw nr 61, poz. 549 z dnia 10 kwietnia 2003 r.
- Rozporządzenie** Ministra Środowiska z dnia 11 lutego 2004 r. w sprawie klasyfikacji dla prezentowania stanu wód powierzchniowych i podziemnych, sposobu prowadzenia monitoringu oraz sposobu interpretacji wyników i prezentacji stanu tych wód. Dziennik Ustaw nr 32, poz. 284, z dnia 1 marca 2004 r.
- SIERANT M., 1997 – Dokumentacja geologiczno-inżynierska w formie uproszczonej dla Zadania I kanalizacji sanitarnej w Aleksandrowie, województwo zamojskie. Lubelski Urząd Wojewódzki Delegatura w Zamościu.
- SKARBK K., 1990 – Ocena stanu zasobów prognostycznych gazu ziemnego i ropy naftowej w Polsce według stanu na 1.01.1989. Technika Posz. Geol., nr 3-4, Kraków.
- SŁONIEWSKI E., 1998 – Roztocze. Wydawnictwo PTTK „Kraj”, Warszawa.
- STOLARCZYK J., 1987 – Dokumentacja geologiczna złoża gazu ziemnego „Tarnogród – Wola Różaniecka”. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- STRZELECKI R., WOŁKOWICZ S., SZEWCZYK J., LEWANDOWSKI P., 1993 – Mapy radioekologiczne Polski. Część I: Mapa mocy dawki promieniowania gamma w Polsce; Mapa stężeń cezu w Polsce. Skala 1:750 000. Wyd. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
- STRZELECKI R., WOŁKOWICZ S., SZEWCZYK J., LEWANDOWSKI P., 1994 – Mapy radioekologiczne Polski. Część II: Mapa koncentracji uranu, toru i potasu w Polsce; Skala 1:750 000. Wyd. Państw. Inst. Geol. Warszawa.

TUREK CZ., 2004 – Dokumentacja geologiczna złoża gazu ziemnego „Łukowa” w kat. C. Centr.  
Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.

**Ustawa** o odpadach z dnia 27 kwietnia 2001 r. Dziennik Ustaw nr 39, poz. 251 z dnia 5 marca  
2007 r.

WOIŃSKI J. 1994 – Mapa geologiczna Polski 1:200 000. Arkusz Rzeszów. Państw. Inst. Geol.,  
Warszawa.

WOŁKOWICZ S. i in., 2009 – Bilans zasobów kopalin i wód podziemnych w Polsce wg sta-  
nu na 31.12.2008. Państw. Inst. Geol., Warszawa.