

**PAŃSTWOWY INSTYTUT GEOLOGICZNY  
PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY**

---

OPRACOWANIE ZAMÓWIONE PRZEZ MINISTRA ŚRODOWISKA

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

**Arkusz BIŁGORAJ (892)**



Warszawa 2011

Autorzy: Halina Wojtyna\*, Paweł Kwecko\*,  
Jerzy Miecznik\*, Grażyna Hrybowicz\*\*

Główny koordynator MGŚP: 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

## Spis treści

I. Wstęp – <i>Halina Wojtyna</i> .....	3
II. Charakterystyka geograficzna i gospodarcza – <i>Halina Wojtyna</i> .....	4
III. Budowa geologiczna – <i>Halina Wojtyna</i> .....	7
IV. Złoża kopalin – <i>Halina Wojtyna</i> .....	10
V. Górnictwo i przetwórstwo kopalin – <i>Halina Wojtyna</i> .....	14
VI. Perspektywy i prognozy występowania kopalin – <i>Halina Wojtyna</i> .....	16
VII. Warunki wodne – <i>Halina Wojtyna</i> .....	17
1. Wody powierzchniowe.....	17
2. Wody podziemne.....	18
VIII. Geochemia środowiska.....	22
1. Gleby – <i>Paweł Kwecko</i> .....	22
2. Pierwiastki promieniotwórcze – <i>Jerzy Miecznik</i> .....	25
IX. Składowanie odpadów – <i>Grażyna Hrybowicz</i> .....	27
X. Warunki podłoża budowlanego – <i>Halina Wojtyna</i> .....	34
XI. Ochrona przyrody i krajobrazu – <i>Halina Wojtyna</i> .....	36
XII. Zabytki kultury – <i>Halina Wojtyna</i> .....	40
XIII. Podsumowanie – <i>Halina Wojtyna, Grażyna Hrybowicz</i> .....	43
XIV. Literatura.....	44

## I. Wstęp

Arkusz Biłgoraj Mapy geośrodowiskowej Polski w skali 1:50 000 opracowano w roku 2010 w Oddziale Świętokrzyskim Państwowego Instytutu Geologicznego (Plansza A) oraz Państwowym Instytucie Geologicznym w Warszawie i Przedsiębiorstwie Geologicznym POLGEOL SA w Warszawie (Plansza B), zgodnie z „Instrukcją opracowania Mapy geośrodowiskowej Polski w skali 1:50 000” (2005).

Mapa geośrodowiskowa składa się z dwóch plansz: plansza A zawiera zaktualizowaną treść Mapy geologiczno-gospodarczej Polski w skali 1:50 000 arkusz Szczepreszyn (Mądry, Kwapisz, 2005), a plansza B zawiera warstwę informacyjną „Zagrożenia powierzchni ziemi”, opisującą tematykę geochemii środowiska i warunki do składowania odpadów.

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

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

Mapa ta adresowana jest przede wszystkim do instytucji, samorządów terytorialnych i administracji państwowej zajmujących się racjonalnym zarządzaniem zasobami środowiska przyrodniczego. Analiza treści mapy stanowi pomoc w realizacji postanowień ustaw o zagospodarowaniu przestrzennym i prawa ochrony środowiska. Informacje zawarte na mapie mogą być wykorzystywane w pracach studialnych przy opracowywaniu strategii rozwoju województwa oraz projektów i planów zagospodarowania przestrzennego, a także w opracowaniach ekofizjograficznych. Mogą stanowić również ogromną pomoc przy wykonywaniu wojewódzkich, powiatowych i gminnych programów ochrony środowiska oraz planów gospodarki odpadami.

Mapa powstała na podstawie interpretacji i reinterpretacji materiałów archiwalnych, opracowań publikowanych oraz zwiadu terenowego. Materiały niezbędne do opracowania niniejszej mapy zebrano w Centralnym Archiwum Geologicznym Państwowego Instytutu

Geologicznego w Warszawie, Archiwum Geologicznym Urzędu Marszałkowskiego w Lublinie, Regionalnej Dyrekcji Ochrony Środowiska w Lublinie, Nadleśnictwie Biłgoraj, Regionalnym Ośrodku Badań i Dokumentacji Zabytków w Lublinie, urzędach powiatowych, miejskich i gminnych. Zostały one zweryfikowane w czasie wizji terenowej we wrześniu 2010 roku.

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

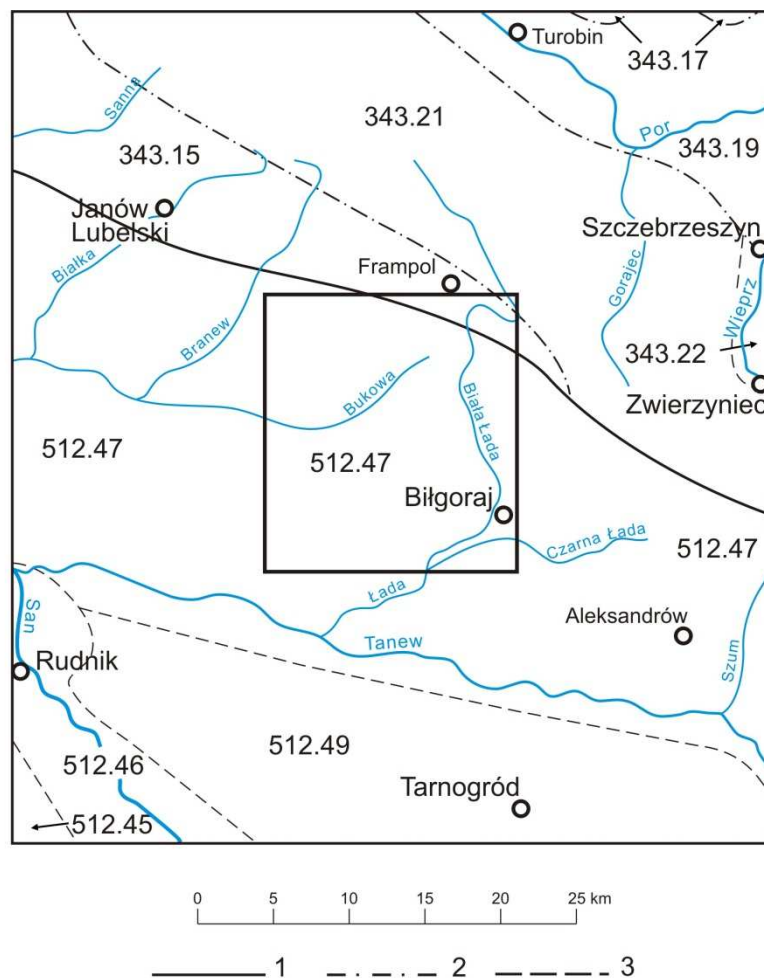
## **II. Charakterystyka geograficzna i gospodarcza**

Obszar arkusza Biłgoraj wyznaczają współrzędne 22°30′–22°45′ długości geograficznej wschodniej i 50°30′–50°40′ szerokości geograficznej północnej. Jego powierzchnia wynosi około 328 km<sup>2</sup>.

Pod względem administracyjnym teren arkusza położony jest w południowej części województwa lubelskiego. Niewielki południowo-zachodni fragment arkusza należy do województwa podkarpackiego (gmina Harasiuki w powiecie nizańskim). Przeważająca część omawianego obszaru znajduje się na terenie powiatu biłgorajskiego (gmina Frampol i Biłgoraj). Północno-zachodnia część położona jest w powiecie janowskim (gmina Dzwola i Janów Lubelski).

Zgodnie z podziałem fizycznogeograficznym Polski (Kondracki, 2002) obszar arkusza znajduje się na pograniczu prowincji zachodniokarpackiej i prowincji Wyżyn Polskich. Jest to jednocześnie granica dwóch podprowincji – Wyżyny Lubelsko-Lwowskiej (makroregiony Roztocze i Wyżyna Lubelska) i Północnego Podkarpacia (makroregion Kotlina Sandomierska). Prawie cały omawiany obszar znajduje się w obrębie Równiny Biłgorajskiej należącej do Kotliny Sandomierskiej. Północno-wschodni fragment arkusza zajmuje Roztocze Zachodnie, które jest oddzielone od Równiny Biłgorajskiej wąskim pasem Wyniesień Urzędowskich należących do Wyżyny Lubelskiej (fig. 1).

Równina Biłgorajska zajmuje prawie cały obszar arkusza, obniżając się ku południowemu zachodowi od około 235 m n.p.m. (okolice Kocudzy i Karolówki) do 190 m n.p.m. (Banachy). Wyrównaną powierzchnię równiny urozmaicają liczne wydmy i podmokłe zagłębienia. Wypływająca z obszaru Roztocza Biała Łada, rozcina równinę na głębokość kilku metrów.



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

1 – Granica prowincji, 2 – Granica makroregionu, 3 – Granica mezoregionu

Prowincja: Wyżyny Polskie

Mezoregiony Wyżyny Lubelskiej: 343.15 – Wzniesienia Urzędowskie, 343.17 – Wyniosłość Gielczewska, 343.19 – Padół Zamojski

Mezoregiony Rostocza: 343.21 – Rostocze Zachodnie, 343.22 – Rostocze Środkowe,

Prowincja: Karpaty i Podkarpacie

Mezoregiony Kotliny Sandomierskiej: 512.45 – Równina Tarnobrzaska, 512.46 – Dolina Dolnego Sanu, 512.47 – Równina Biłgorajska, 512.49 – Płaskowyż Tarnogrodzki

Na północ od Równiny Biłgorajskiej, znajduje się wąska strefa południowo-wschodniego zakończenia Wyniesień Urzędowskich. Obszar ten określany jest również jako strefa krawędziowa Rostocza (Buraczyński, 1997, 2002). Na obszarze arkusza do tego mezoregionu należą dwa, położone na południe od Rzeczyca i Kątów, wzgórza o wysokości około 255 m n.p.m.

Rostocze Zachodnie (Kondracki, 2002), nazywane też, na zachód od doliny Gorajca, Gorajskim (Buraczyński, 1997, 2002), zajmuje jedynie około 4 km<sup>2</sup> omawianego obszaru. Na

tym terenie, w rejonie Woli Kąteckiej, wznosi się kilka, wyraźnie zaznaczających się w morfologii, wzgórz o wysokości 270-290 m n.p.m.

Na obszarze arkusza Roztocze Zachodnie i Wyniesienia Urzędowskie rozcina, zataczając dwa charakterystyczne łuki, przełomowa dolina Białej Łady.

Lasy zajmują około 70% powierzchni terenu. Największy udział w ich strukturze siedliskowej mają bory sosnowe, bagienne i wilgotne, rosnące na glebach bielicowych i torfiastych. Charakterystycznym elementem szaty roślinnej są zbiorowiska nieleśne, takie jak bagna, śródleśne torfowiska i łąki.

Na gruntach ornym przeważają gleby bielicowe najniższych klas bonitacyjnych, wykształcone na piaskach i piaskach gliniastych. Podmokłe tereny w dolinach rzek Bukowej i Rakowej sprzyjały powstawaniu gleb glejowych. Gleby chronione wyższych klas bonitacyjnych występują w strefie krawędziowej Roztocza, a także pomiędzy Solą, Biłgorajem i Dąbrowicą. Są to gleby brunatne wykształcone na lessach i lessach piaszczystych (Roztocze) oraz na glinach zwałowych i iłach miocenijskich (Równina Biłgorajska).

Warunki klimatyczne na omawianym obszarze kształtowane są przez masy powietrza kontynentalnego oraz w mniejszym stopniu oceanicznego. Jest to jeden z najcieplejszych Regionów w Polsce. Charakteryzuje się średnią temperaturą roczną 7,6°C, najcieplejszym miesiącem jest lipiec ze średnią temperaturą 18,2°C, a najzimniejszym – styczeń o średniej temperaturze -3,6°C. Średnie roczne sumy opadów atmosferycznych kształtują się na poziomie od 550 do 600 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).

Zagospodarowanie omawianego terenu ma charakter rolniczo-leśny. Dominują gospodarstwa indywidualne o tradycyjnym sposobie uprawy i hodowli. Uprawia się tu przede wszystkim zboża, ziemniaki, buraki cukrowe, tytoń, rzepak, zioła i rośliny pastewne.

Największą miejscowością na obszarze arkusza jest miasto Biłgoraj (około 27,5 tys. mieszkańców) – siedziba powiatu biłgorajskiego. Biłgoraj położony jest w odległości około 90 km na południe od Lublina. Poza tym występuje osadnictwo typu wiejskiego.

Zakłady przemysłowe, zlokalizowane głównie w Biłgoraju, wykorzystują przede wszystkim surowce miejscowe, na bazie których rozwinął się przemysł meblarski, drzewny oraz przetwórstwo owocowo-warzywne. Znajdują się tu m.in. zakłady dziewiarskie „Mewa”, meblarskie „Black Red White”, „Ambra – producent win, fabryka okien i drzwi Pol-Skone, zakłady Model Opakowania produkujące opakowania i tekturę falistą.

W Biłgoraju krzyżują się dwie drogi wojewódzkie: nr 835 relacji Lublin – Przeworsk i nr 858 łącząca Nisko ze Szczebrzeszynom. Pozostałe drogi mają charakter lokalny, łącząc poszczególne miejscowości z ośrodkami gminnymi. Przez południową część arkusza, z zachodu na wschód, przebiega linia kolejowa relacji Stalowa Wola – Zamość i równoległa do niej, aktualnie nieczynna, Linia Hutnicza Szerokotorowa (do 2001 r. linia hutniczo-siarkowa) łącząca Ukrainę ze Śląskiem.

### **III. Budowa geologiczna**

Budowę geologiczną obszaru objętego arkuszem Biłgoraj przedstawiono na podstawie Szczegółowych map geologicznych Polski w skali 1:50 000, arkusze: Biłgoraj (Brzezińska, 1959) i Terespol (Popielski, 1994a, 1994b).

Obszar arkusza Biłgoraj położony jest na pograniczu dwóch jednostek strukturalnych – w niewielkim fragmencie w niecce lubelskiej i w przeważającej swej części w północnej strefie zapadliska przedkarpackiego. Oba te regiony rozdziela południowa krawędź Roztocza, z reguły wyraźnie widoczna w morfologii terenu, pokrywająca się z głównym uskokiem brzeżnym zapadliska przedkarpackiego.

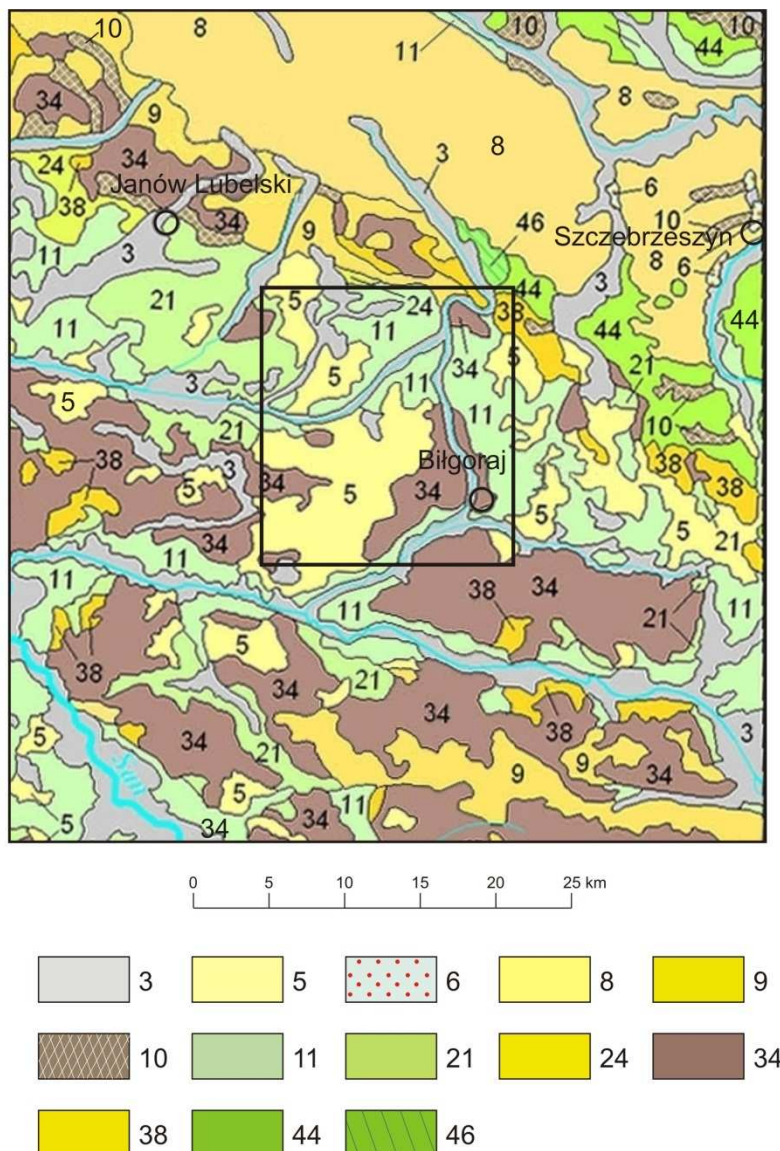
Fundamentem orogenicznym omawianego obszaru są sfałdowane utwory starszego paleozoiku (kambru, ordowiku i syluru), reprezentowane przez mułowce i iłowce z przewarstwieniami piaskowców (Stupnicka, 1989). Na wyżej opisaną strukturę paleozoiczną nałożona jest struktura mezozoiczna – niecka lubelska, którą wypełniają piaskowce i wapienie jury środkowej oraz wapienie jury górnej o miąższości około 250 m. Na utworach jury zalegają (tylko w północnej części obszaru) osady górnokredowe o miąższości około 500 m, wykształcone w postaci monotonnego kompleksu margli i opok.

Północno-wschodnią część obszaru arkusza zajmuje Roztocze – południowo-zachodnią częścią niecki lubelskiej, wydźwignięta w trzeciorzędzie, pod koniec miocenu, podczas młodoolpejskich ruchów tektonicznych. Najstarszymi utworami, odsłaniającymi się na powierzchni terenu, są osady mioceńskie strefy krawędziowej Roztocza, reprezentowane przez wapienie detrytyczne, litotamniowe i rafowe, w spągu których występują piaski kwarcowe i piaskowce wapieniste (fig. 2). Utwory te powstały w strefie brzegowej morza mioceńskiego.

Na południe od krawędzi Roztocza, w obrębie zapadliska przedkarpackiego, sedymentacja mioceńska odbywała się w pogłębiającym się zbiorniku morskim. Na płytkowodnych wapieniach rafowych i litotamniowych, o miąższości do 30 m (warstwy baranowskie), występują osady ilasto-mułowcowo-piaszczyste (warstwy grabowieckie i ily krakowieckie).



W granicach arkusza ich miąższość wzrasta w kierunku południowo-zachodnim od kilkunastu do kilkuset metrów.



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

Czwartorzęd; holocen: 3 – piaski, żwiry i mady rzeczne oraz torfy i namuły. Czwartorzęd nierozdzielony: 5 – piaski eoliczne, lokalnie w wydmach, 6 – piaski i żwiry stożków napływowych, 8 – lessy, 9 – lessy piaszczyste i pyły lessopodobne. Czwartorzęd; plejstocen: 10 – gliny, piaski i glinyz rumoszeniami, soliflukcyjno-deluwialne, 11 – piaski, żwiry i mułki rzeczne, 21 – piaski, żwiry i mułki rzeczne, 24 – piaski i żwiry sandrowe, 34 – gliny zwałowe, ich zwiertzeliny oraz piaski i żwiry lodowcowe. Trzeciorzęd; neogen – miocen: 38 – wapienie organodetrytyczne, siarkonośne, żwiry, piaskowce i gipsy. Kreda górna: 44 – wapienie, kreda pisząca z krzemieniami, opoki, margle, wkładki piaskowców i gezy, 46 – wapienie, opoki, margle, fosforyty, czerty. Zachowano oryginalną numerację wydzieli wg Mapy geologicznej Polski w skali 1:500 000.

Na obszarze Równiny Biłgorajskiej osady czwartorzędowe tworzą ciągłą pokrywę. Spośród osadów glacialnych występuje jeden poziom południowopolskich glin zwałowych, podścielony miejscami mułkami piaszczystymi. Gliny przykryte są najczęściej cienką warstwą piasków i żwirów lodowcowych.

Pod współczesnymi dolinami Czarnej i Białej Łądy przebiega dolina kopalna. Jest ona wynikiem intensywnej działalności rzecznej zachodzącej od pliocenu po interglacjał wielki, przerywanej na krótko wkraczaniem lądolodów zlodowaceń południowopolskich. Dolinę wypełniają preglacialne osady rzeczno-rozlewiskowe – piaski z wkładkami mułków, mułki piaszczyste i mułki (4-23 m), przykryte miejscami gliną zwałową z okresu zlodowaceń południowopolskich. Powyżej zalega seria osadów rzecznych z okresu interglacjału wielkiego (około 40 m), wykształcona głównie jako piaski. Miejscami występują wśród nich wkładki żwirów oraz torfy. Profil osadów interglacialnych w opisywanej dolinie kopalnej kończą mułki jeziorne (4 m) (Popielski, 1994; Kwapisz, 1998).

Znaczną części Równiny Biłgorajskiej pokrywają piaski, miejscami z wkładkami mułków, z których zbudowana jest, pochylona w stronę doliny Tanwi, rozległa równina akumulacyjna. Zaczęła się ona tworzyć podczas zlodowaceń środkowopolskich, ale jej główny etap rozwoju związany jest z okresem zlodowaceń północnopolskich. Na jej powierzchni występują liczne wydmy i pola piasków przewianych. W wąskich dolinach rzecznych, wciętych w powierzchnię równiny, na głębokość kilku metrów, występują piaszczyste, holocenijskie tarasy zalewowe. Płaski teren Równiny Biłgorajskiej oraz wysoki poziom wód gruntowych sprzyjał powstawaniu: torfów, namułów torfiastych i piasków humusowych.

#### **IV. Złóża kopalin**

Na obszarze arkusza Biłgoraj znajduje się aktualnie osiem udokumentowanych złóż: sześć złóż piasku („Frampol”, „Sokołówka 1”, „Kąty dz. 962 i 963”, „Kąty III”, „Andrzejówka” i „Nadrzecze”), jedno złożo surowców ilastych do produkcji kruszywa lekkiego („Sól”) oraz jedno surowców ilastych ceramiki budowlanej („Sól”). Ponadto na omawianym obszarze zlokalizowane było złożo piasku „Kąty 2”, które skreślono z bilansu zasobów kopalin z powodu wyczerpania zasobów. Charakterystykę gospodarczą i klasyfikację sozologiczną złóż przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1

## Złoże kopalin i ich charakterystyka gospodarcza oraz klasyfikacja

Nr złoże na mapie	Nazwa złoże	Rodzaj kopaliny	Wiek kompleksu litologiczno-surowcowego	Zasoby geologiczne bilansowe (tys. t, tys. m <sup>3</sup> *)	Kategoria rozpoznania	Stan zagospodarowania złoże	Wydobycie (tys. t)	Zastosowanie kopaliny	Klasyfikacja złoże*		Przyczyny konfliktowości złoże
									Klasy 1-4	Klasy A-C	
1	2	3	4	wg stanu na 31.12.2009 r. (Wołkowicz i in. red., 2010)					10	11	12
1	Frampol	p	Q	164	C <sub>1</sub> *	N	0	Sd, Skb	4	B	K, N, W
2	Sokołówka 1	p	Q	100	C <sub>1</sub>	G	4	Sd, Skb	4	B	K, N, W
3	Kąty dz. 962 i 963	p	Q	15	C <sub>1</sub>	Z	0	Sd, Skb	4	B	N, W
5	Andrzejówka	p	Q	911	C <sub>1</sub> *	N	0	Skb	4	B	L, N, W
6	Nadrzecze	p	Q	0	C <sub>1</sub>	Z	0	Sd, Skb	4	B	N, W
7	Sól	i(ir)/p*	Tr/Q	10 226*	B+C <sub>1</sub>	N	0	Skb	4	B	GL, N
8	Sól	i(ic)/p*	Tr/Q	4 235*	C <sub>2</sub>	N	0	Scb	4	B	Gl
9	Kąty III	p	Q	86	C <sub>1</sub>	G	25	Sd	4	B	N, W
	Kąty 2	p	Q	–	–	ZWB	–	–	–	–	–

- Rubryka 3 – p – piaski, i(ic) – iły i łupki ilaste ceramiki budowlanej, i(ir) – iły i łupki ilaste o różnym zastosowaniu (do produkcji glinoporytu), \* – zasoby łącznie dla iłów i piasków;
- Rubryka 4 – Q – czwartorzęd, Tr – trzeciorzęd;
- Rubryka 6 – kategoria rozpoznania zasobów udokumentowanych: kopaliny stałych – B, C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub>; złoże zarejestrowane (kategoria przypisana umownie) – C<sub>1</sub>\*;
- Rubryka 7 – złoże: G – zagospodarowane, N – niezagospodarowane, Z – zaniechane, ZWB – złoże wykreślone z bilansu (zlokalizowane na mapie dokumentacyjnej zamieszczonej w materiałach archiwalnych);
- Rubryka 9 – S – kopaliny skalne: Sd – drogowe, Skb – kruszyw budowlanych, Scb – ceramiki budowlanej;
- Rubryka 10, 11 – \* – wg „Zasad dokumentowania złożeń kopaliny stałych” (2002);
- Rubryka 10 – 4 – złoże powszechne, licznie występujące, łatwo dostępne;
- Rubryka 11 – złoże: B – konfliktowe;
- Rubryka 12 – Gl – ochrona gleb, K – ochrona krajobrazu, L – ochrona lasów, N – ochrona obszarów Natura 2000, W – ochrona wód podziemnych.

## 1. Piaski

W złożach „Frampol” (Siliwończuk, 1983), „Sokołówka 1” (Gałus, 2002) i „Kąty dz. 962 i 963” (Sierant, 1995), „Kąty III” (Sierant, 2007) i „Nadrzecze” (Giza, Giza, 1992) występują czwartorzędowe piaski rzeczne z okresu zlodowaceń środkowo- i północnopolskich, budujące na przedpolu Roztocza rozległą równinę akumulacyjną. Są to złoża pokładowe, w których kopalina zalega pod niewielkim nadkładem. Złoże „Sokołówka 1” jest w znacznym stopniu zawodnione. Wody gruntowe występują na jego terenie już na głębokości 0,2–1,5 m. Granice spągowe pozostałych złóż wyznaczono tuż ponad zwierciadłem pierwszego poziomu wodonośnego. Piaski z tych złóż mogą być stosowane w budownictwie i drogownictwie.

Złoże „Andrzejówka” o powierzchni 8,63 ha, zostało udokumentowane kartą rejestracyjną (Giza i in., 1987). Kopalina są czwartorzędowe piaski eoliczne, które zalegają w wydmiu. W nadkładzie serii złożowej występuje tylko gleba o średniej grubości 0,2 m, natomiast w spągu – piaski. Złoże „Andrzejówka” jest złożem suchym. Kopalina z tego złoża może być stosowana do zapraw budowlanych i betonu.

Parametry geologiczno-górnice i jakościowe złóż piasku zestawiono w tabeli 2.

Tabela 2

### Podstawowe parametry geologiczno-górnice złóż piasku i parametry jakościowe kopaliny

Nr złoża (wg tab.1)	Nazwa złoża	Parametry					
		Pole powierzchni (ha)	Miąższość złoża (m)	Grubość nadkładu (m)	Punkt piaskowy* (%)	Zawartość pyłów mineralnych (%)	Gęstość nasypowa w stanie zagęszczonym (kg/m <sup>3</sup> )
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Frampol	1,47	4,0–5,3 śr. 4,5	0,9–1,1 śr. 1,0	śr. 96,0	3,9–8,6 śr. 6,0	1600–1700 śr. 1655
2	Sokołówka 1	1,91	2,8–4,9 śr. 3,8	0,3–0,4 śr. 0,3	94,6–96,2 śr. 95,3	3,8–5,4 śr. 4,7	1867–1926 śr. 1900
3	Kąty dz. 962 i 963	1,52	3,9–4,2 śr. 4,1	0,3–0,6 śr. 0,4	śr. 100	śr. 5,0	śr. 1600
5	Andrzejówka	8,63	1,4–13,1 śr. 5,3	0,2–0,5 śr. 0,2	98,7–100 śr. 100	0,3–8,0 śr. 2,0	1397–1640 śr. 1536
6	Nadrzecze	1,86	1,7–7,7 śr. 4,5	0,3–0,5 śr. 0,3	99,9–100 śr. 100	0,7–3,5 śr. 1,4	1710–1740 śr. 1720
9	Kąty III	1,58	śr. 5,3	śr. 0,2	śr. 100	śr. 4,0	śr. 1540

Rubryka 6: \* – zawartość frakcji < 2 mm

Informacje o złożach zamieszczono również w kartach informacyjnych opracowanych dla komputerowej bazy danych.

Według klasyfikacji sozologicznej złóż z punktu widzenia ich ochrony (Zasady..., 2002) złoża piasku znajdujące się na obszarze arkusza Biłgoraj zostały zaliczone do złóż powszechnie występujących na terenie całego kraju (klasa 4). Natomiast z uwagi na ochronę środowiska uznano je za konfliktowe (klasa B), ponieważ wszystkie złoża piasku położone są w obrębie obszarów Natura 2000 oraz w granicach GZWP nr 428 lub 406.

## 2. Surowce ilaste

W 1961 roku udokumentowano w kategorii C<sub>2</sub> złożę surowca ilastego ceramiki budowlanej „Sól” (Mazurkiewicz, 1961). Dwa lata później opracowano kolejną dokumentację geologiczną w kategorii B+C<sub>1</sub>+C<sub>2</sub>, która nie została zatwierdzona przez Centralny Urząd Geologii ze względu na stwierdzoną w złożu zbyt dużą zawartość siarczanów, szkodliwą przy produkcji wyrobów ceramiki budowlanej. Dokumentację przekazano do wykorzystania przy badaniach nad przydatnością iłów krakowieckich do produkcji kruszyw ceramicznych (keramzytu i glinoporytu).

W 1974 roku rozpoznano w kategorii B+C<sub>1</sub> złożę surowca ilastego do produkcji keramzytu i glinoporytu „Sól”, sporządzając dodatek do pierwszej dokumentacji geologicznej (Profic, Bartnik, 1974). W granicach nowego złoża znalazła się m.in. północna część złoża „Sól” dla ceramiki budowlanej. W dodatku rozliczono zasoby zmniejszonego złoża „Sól” w kat. C<sub>2</sub> oraz podano (tylko) nową powierzchnię złoża i średnią miąższość kopalin (głównej i towarzyszącej). Nie przedstawiono aktualnej granicy złoża po jego pomniejszeniu. Przy opracowaniu mapy przyjęto, że nowy obszar złoża „Sól” w kat. C<sub>2</sub> (dla ceramiki budowlanej) to ten, który nie znalazł się w granicach złoża „Sól” w kat. B+C<sub>1</sub> (do produkcji glinoporytu i keramzytu).

Kopaliną główną w obu złożach są iły trzeciorzędowe (krakowieckie), przykryte przez czwartorzędowe piaski drobnoziarniste, miejscami mułkowate (kopalina towarzysząca), które mogą być wykorzystywane bądź jako surowiec schudzający przy produkcji cegły, bądź jako dodatek do iłów przy wytwarzaniu glinoporytu. W otworach wiertniczych wody gruntowej nie stwierdzano. Okresowo może ona jednak występować na kontakcie iłów i piasków.

Powierzchnia złoża surowca ilastego ceramiki budowlanej „Sól” wynosi 21,35 ha, a jego miąższość zmienia się od 16,5 do 21 m (śr. 18,2 m). Nadkład, który stanowią jedynie gleba i piasek ze żwirem ma grubość od 0,4 do 1,4 m (śr. 0,8 m). Miąższość kopaliny towa-

rzyszającej wynosi od 1,2 do 2,6 m (śr. 1,7 m). Parametry jakościowe kopaliny ze złoża „Sól” w kat. C<sub>2</sub> (dla ceramiki budowlanej) przedstawiają się następująco:

– zawartość ziarn margla ponad 0,5 mm (%)	0,01–0,06	śr. 0,02;
– woda zarobowa (%)	23,3–25,2	śr. 23,9;
– skurczliwość wysychania (%)	7,9–8,9	śr. 8,1;

Wyroby wytworzone z tej kopaliny charakteryzują się następującymi parametrami:

– nasiąkliwość po wypale w temp. 1000°C (%)	15,2–18,8	śr. 17,1.
– wytrzymałość na ściskanie po wypale w temp. 1000°C (MPa)	12,9–18,2	śr. 14,7
– nasiąkliwość po wypale w temp. 1040°C (%)	15,5–18,2	śr. 17,0
– wytrzymałość na ściskanie po wypale w temp. 1040°C (MPa)	15,5–20,8	śr. 18,0

Powierzchnia złoża surowca ilastego do produkcji glinoporytu i keramzytu „Sól” wynosi 36,00 ha, a jego miąższość zmienia się od 18,8 do 29,8 m i średnio wynosi 25,5 m. Nadkład, który stanowią jedynie gleba i piasek ma grubość od 0,2 do 3,1 m (śr. 0,6 m). Miąższość kopaliny towarzyszącej mieści się w przedziale od 0,7 do 6,5 m (śr. 2,6 m). Złoże zostało rozpoznane w trzech poziomach eksploatacyjnych – najniższy poziom w kat. C<sub>1</sub>, a dwa wyższe w kat. B i C<sub>1</sub>. Parametry jakościowe kopaliny przedstawiono w tabeli 3.

Tabela 3

**Parametry jakościowe kopaliny ze złoża „Sól”**

Parametry	kat. B		kat. C <sub>1</sub>		
	2		3		
– zawartość ziaren margla powyżej 0,5 mm	%	0,01–0,03	śr. 0,02	0,01–0,06	śr. 0,02
– zawartość domieszek gruboziarnistych niewęglanowych	%	0,02–0,38	śr. 0,08	0,02–0,13	śr. 0,07
– zawartość frakcji zwirowej powyżej 2 mm	%	brak			
– zawartość frakcji piaskowej 0,05–2 mm	%	0,8–5,8	śr. 2,2	0,4–6,9	śr. 2,5
– zawartość frakcji pyłowej 0,002–0,05 mm	%	43,5–60,8	śr. 50,0	46,5–61,7	śr. 53,3
– zawartość frakcji ilowej poniżej 0,002 mm	%	36,2–55,6	śr. 42,7	36,1–51,5	śr. 44,2
– zawartość SiO <sub>2</sub>	%	51,52–68,20	śr. 60,0	54,82–68,20	śr. 60,0
– zawartość Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%	7,57–19,73	śr. 13,20	8,92–19,74	śr. 13,63
– zawartość Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%	3,98–10,45	śr. 6,60	3,54–9,15	śr. 5,99
– interwał pęcznienia w stanie naturalnym	°C	20–60; śr. 40			
– temperatura maksymalnego pęcznienia	°C	1200–1230			
– współczynnik pęcznienia w stanie naturalnym		1,60–3,90; śr. 2,65			
– wydajność spieku	m <sup>3</sup> m <sup>2</sup> /h	15–19			
– pionowa szybkość spiekania	mm/min	10,0–13,5			

Ciężar nasypowy kruszywa glinoporytowego w stanie luźnym, uzyskanego w próbie technologicznej, przedstawia się następująco:

– frakcja 0–5 mm	770 kG/m <sup>3</sup>
– frakcja 5–10 mm	560 kG/m <sup>3</sup>
– frakcja 10–20 mm	440 kG/m <sup>3</sup>

Kopalina ze złoża „Sól” może być wykorzystana do produkcji keramzytu pod warunkiem stosowania dodatku wzbogacającego – oleju napędowego w ilości 2,5%. Wymagane jest także pudrowanie wsadu przed wypalaniem materiałem wysokotopliwym. Ciężar nasypowy kruszywa keramzytowego w stanie luźnym, uzyskanego w próbie technologicznej, przedstawia się następująco:

– frakcja 0–5 mm	850–1040 kG/m <sup>3</sup>
– frakcja 5–20 mm	600–680 kG/m <sup>3</sup>

Według klasyfikacji sozologicznej złóż z punktu widzenia ich ochrony (Zasady..., 2002) złoża surowców ilastych zostały zaliczone do złóż powszechnie występujących na terenie całego kraju (klasa 4). Natomiast z uwagi na ochronę środowiska uznano je za konflikto- we (klasa B), ponieważ na terenie tych złóż występują gleby chronione. Częściowo położone są one również w granicach obszaru Natura 2000.

## V. Górnictwo i przetwórstwo kopalin

Na obszarze arkusza Biłgoraj obecnie eksploatowane są dwa złoża piasku „Sokołówka 1” i „Kąty III”. Wydobycie kopaliny z dwóch złóż zostało zaniechane, a pozostałe cztery są nieeksploatowane.

Złoże „Sokołówka 1” jest zagospodarowane od 2003 r. Wydobycie piasku prowadzone jest na podstawie koncesji ważnej do 12.12.2022 roku. Dla złoża ustanowiono obszar i teren górniczy o tej samej nazwie i powierzchni – 1,91 ha. Ze względu na płytkie zaleganie zwierciadła wód gruntowych, wydobycie nie sięga głęboko i jest prowadzone częściowo spod wody. Tymczasowe składowiska nadkładu znajdują się poza południową granicą złoża. W wyniku długoletniej eksploatacji powstało wyrobisko o powierzchni około 1,5 ha, dla którego określono wodny kierunek rekultywacji. W 2009 roku wydobyto 4 tys. ton piasku, a w 2010 – 2 tys. ton (wg informacji użytkownika). Kopalina bez przeróbki jest odbierana transportem samochodowym przez kupujących.

Użytkownik złoża „Kąty III” rozpoczął eksploatację kopaliny w III kwartale 2008 roku na podstawie koncesji ważnej do 31.12.2018 roku. Dla złoża ustanowiono obszar i teren górniczy o tej samej nazwie i powierzchni – 1,58 ha. Wydobycie piasku odbywa się w wyro-

bisku wgłębnym przy użyciu koparko-ładowarki. Eksploatację złoża rozpoczęto od strony południowej z istniejącego wyrobiska na złożu „Kąty dz. 962 i 963”. Kopalina bez przeróbki jest odbierana transportem samochodowym. W 2009 roku wydobyte ze złoża wynosiło 25 tys. ton. Po zakończeniu eksploatacji dla złoża „Kąty III” przewidziano leśny kierunek rekultywacji.

W latach 1996–2001 eksploatowane było złożo piasku „Kąty dz. 962 i 963”. Koncesja na wydobyte została wygaszona, a obszar i teren górniczy zlikwidowano. Wyrobisko poeksploatacyjne nie zostało zrehabilitowane (przewidziano leśny kierunek rekultywacji). Nie rozliczono również zasobów złoża po zakończeniu wydobywania.

Eksploatację piasku ze złoża „Kąty 2” (Sierant, Sierant, 2000) rozpoczęto w 2001 roku, a zakończono w 2007 roku. Wyrobisko poeksploatacyjne zostało zrehabilitowane w kierunku leśnym, a zasoby złoża rozliczono w dodatku do dokumentacji geologicznej (Sierant, 2008). W 2008 roku złożo „Kąty 2” skreślono z bilansu zasobów kopalin.

Od 1992 do 1995 roku prowadzona była eksploatacja złoża piasku „Nadrzecze”. Brak jest wyraźnych śladów wydobywania. Widoczne są dwie krótkie skarpy, jedna w południowej i druga w północnej części złoża. Teren poeksploatacyjny został wyrównany i prawie w całości zalesiony. Dla złoża nie opracowano dodatku do dokumentacji geologicznej rozliczającego zasoby złoża.

Na południe od Frampola, w początkach lat osiemdziesiątych czynna była piaskownia gminna. W wyniku eksploatacji powstało wyrobisko wgłębne, o powierzchni około 0,5 ha wypełnione wodą. Po udokumentowaniu w 1983 roku złoża piasku „Frampol” to wyrobisko znalazło się w jego granicach.

W czasie wizji terenowej przeprowadzonej we wrześniu 2010 roku, w 6 punktach stwierdzono niekoncesjonowane wydobywanie piasków i w 1 punkcie – wapieni. Na mapie zaznaczono je jako punkty występowania kopaliny. Sporządzono dla nich również karty informacyjne.

W rejonie miejscowości Kocudza III i Nadrzecze (punkty występowania kopaliny nr 2, 3 i 6) przedmiotem nielegalnej eksploatacji są czwartorzędowe piaski eoliczne. Natomiast w okolicy Zdzisławic, Bukowej i Gromady (punkty nr 1, 5 i 7) wydobywane są piaski eoliczne wydmowe, które eksploatowane są, przez okoliczną ludność, także z udokumentowanego złoża „Andrzejówka”.

W północno-wschodniej części obszaru arkusza, w rejonie Woli Kąteckiej i Woli Radziejkiej liczne są niewielkie kamieniołomy, w których wydobywano, wykorzystywane w budownictwie lokalnym, trzeciorzędowe wapienie detrytyczne. Kilka wyrobisk nosi ślady



dawnej eksploatacji (obecnie zarośnięte), a wydobycie w jednym z nich odbywa się prawdopodobnie w sposób ciągły. Na powierzchni około 0,02 ha, eksploatacja sięgnęła głębokości około 6 m. Wapienie wydobywane są przy użyciu narzędzi ręcznych. Dla kamieniołomu również opracowano kartę informacyjną (punkt nr 4).

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

Na obszarze arkusza Biłgoraj istnieją jedynie możliwości rozszerzenia bazy surowcowej złóż piasków. Perspektywy ich udokumentowania związane są z obszarami występowania czwartorzędowych piasków eolicznych w wydmach i rzecznych. Północna i północno-wschodnia część obszaru arkusza objęta jest koncesjami na poszukiwanie gazu łupkowego.

Na podstawie Szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1:50 000, arkusz Biłgoraj (Brzezińska, 1959) oraz punktów występowania kopaliny wytypowano 4 obszary perspektywiczne dla piasków. Jeden z nich znajduje się w północnej części arkusza, w rejonie miejscowości Zdzisławice-Boreczki. Powierzchnia tego obszaru wynosi około 15 ha. Kopalina są czwartorzędowe piaski eoliczne (wydmowe) zalegające pod nadkładem gleby o grubości 0,2 m. Miąższość piasków (w punkcie występowania kopaliny nr 1) zmienia się od 4 do 6 m.

W rejonie Nadrzecza wytypowano rozległy obszar występowania piasków. Jego powierzchnia wynosi około 100 ha. Seria złożowa, podobnie jak w udokumentowanym złożu „Nadrzecze” składa się z piasków eolicznych (górną część) i rzecznych (dolną część). Piaski te były eksploatowane na dużą skalę w nielegalnej piaskowni (punkt nr 6). W wyrobisku poeksploatacyjnym miąższość kopaliny wynosi około 4 m. W nadkładzie piasków zalega jedynie gleba o grubości 0,2 m. Obszar ten ma dobre położenie pod względem komunikacyjnym.

Perspektywy udokumentowania złóż piasków związane są także z obszarami występowania piasków wydmowych, znajdującymi się na obrzeżach Puszczy Solskiej, wzdłuż wschodniej granicy arkusza. Wytypowano tutaj dwa obszary perspektywiczne piasków, które kontynuują się na obszar arkusza Tereszpól, na którym piaski te udokumentowano w kilku złożach. Miąższość ich jest zróżnicowana w zależności od morfologii wydmy i zmienia się od 2 do 16 m. W nadkładzie, o grubości do 1 m występują gleba i niekiedy piaski humusowe. Kopalina są piaski, drobnoziarniste o punkcie piaskowym 100% i zawartości pyłów mineralnych od 0,2 do 4,2%. Znajdują one zastosowanie w budownictwie do zapraw i betonu, a także do produkcji cegły wapienno-piaskowej.

Z uwagi na brak badań jakościowych kopaliny w obszarach perspektywicznych nie wyznaczono obszarów prognostycznych występowania piasków.

Piasków i żwirów poszukiwano na południe od Biłgoraja, koło Korczowa (Flisowska, 1971). Odwiercono cztery sondy, w których stwierdzono występowanie piasków, przeważnie zaglinionych, z pojedynczymi ziarnami żwiru, o miąższości od 0,4 do 1,7 m. Obszar uznano za negatywny.

W roku 1972, w północno-zachodniej części obszaru arkusza, w zasięgu występowania iłów krakowieckich zapadliska przedkarpackiego przeprowadzono prace zwiadowcze w poszukiwaniu surowców ilastych do produkcji cienkościennej ceramiki budowlanej (Żurak, Musiał, 1973). W granicach obszaru arkusza wykonano 8 otworów o głębokości 10 m, w których nawiercono gliny zwałowe z wkładkami piasków, dlatego obszar ten uznano za negatywny dla występowania iłów.

W północno-wschodniej części omawianego terenu zaznaczono fragment obszaru negatywnych poszukiwań za wapieniami mioceńskimi w rejonie Woli Radzieckiej (Knapczyk, Nicpoń, 1981). W profilach przeważają wapienie detrytyczne (rozsypliwe). Wapienie bardziej zwarte (rafowe), występują jedynie w formie soczew (bioherm), stanowiących niewielki procent ogólnej miąższości utworów mioceńskich. Parametry jakościowe kopaliny przedstawiają się następująco: nasiąkliwość 12,2–32,7%, ścieralność w bębnie Los Angeles 65,9–100%, wytrzymałość na ściskanie w stanie powietrzno-suchym 36–120kG/cm<sup>2</sup>, mrozoodporność 3-25 cykli, ścieralność w bębnie Devala 16,1–82,5, ścieralność na tarczy Boehmego 0,7–1,5 cm. Zasoby wapieni w tym rejonie nie są wystarczające do udokumentowania złoża, a jakość kopaliny nie spełnia wymagań stawianych surowcom do produkcji kruszywa łamanych.

Torfy występujące na obszarze Równiny Biłgorajskiej, osiągają miąższość 0,5–1,5 m, wyjątkowo 2–3 m (Borowiec, 1990). Związane są one głównie z terenami źródłkowymi (wysięki i młaki). Największe torfowiska znajdują się w Parku Krajobrazowym Lasów Janowskich, bądź w rezerwacie „Obarý”. Według opracowania Ostrzyżka i Dembka (1996) żadne z torfowisk na terenie arkusza nie spełnia wymogów stawianych obszarom potencjalnej bazy surowcowej ze względu na położenie w granicach obszarów chronionych.

## **VII. Warunki wodne**

### **1. Wody powierzchniowe**

Pod względem hydrograficznym cały obszar arkusza Biłgoraj znajduje się w dorzeczu Sanu. Z północy na południe, skręcając koło Dąbrowicy na zachód, przebiega powierzchniowy dział wodny III rzędu pomiędzy zlewniami Tanwi i Bukowej (dopływy Sanu). Dopływem Bukowej jest Rakowa, wypływająca z Bagna Rakowskiego. Największą rzeką jest Biała Łada, która po połączeniu z Czarną Ładą, tuż za południową granicą arkusza, już jako Łada

uchodzi do Tanwi. Do Tanwi wpada również Kurzynka, mająca swój początek na wschód od wsi Ciosmy. Wyżej wymienionym rzekom towarzyszą drobne cieki i rowy melioracyjne. Drenują one, licznie występujące na obszarze Równiny Biłgorajskiej, mokradła i bagna. Przyczyną występowania podmokłości jest płytkie zaleganie słabo przepuszczalnych warstw glin, mułków i iłów, na których osadziły się piaski. W obniżeniach woda gromadzi się stale lub okresowo. Podmokłości osiągają znaczne rozmiary, nawet do kilkuset metrów długości i szerokości. Większość z nich zajęta jest przez lasy i łąki. W Cacaninie wybudowano niewielki zbiornik wodny, spełniający funkcję rekreacyjną. W granicach obszaru arkusza zarejestrowano 7 źródeł. Wszystkie występują w przełomowym odcinku doliny Białej Łady, na obszarze Roztocza Zachodniego (Kozina, 2002).

W 2009 r. na obszarze arkusza w ramach oceny jednolitych części wód powierzchniowych przeprowadzono badania w jednym punkcie pomiarowo-kontrolnym zlokalizowanym na rzece Czarna Łada w południowej części Biłgoraja. Stan ekologiczny jednolitej części wód podziemnych oceniono jako umiarkowany (Raport, 2010).

Klasyfikacji stanu ekologicznego wód dokonano zgodnie z rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 20 sierpnia 2008 r. w sprawie sposobu klasyfikacji stanu jednolitych części wód powierzchniowych (Rozporządzenie, 2008).

## 2. Wody podziemne

Warunki hydrogeologiczne obszaru arkusza przedstawiono na podstawie danych z Mapy hydrogeologicznej Polski w skali 1:50 000, arkusz Biłgoraj (Kozina, 2002).

W granicach arkusza wody podziemne występują w utworach czwartorzędowych, trzeciorzędowych i kredowych. Obszarami praktycznie bezwodnymi są tereny w południowej i zachodniej części arkusza, gdzie iły krakowieckie i gliny zwałowe zalegają płytko pod powierzchnią terenu.

Czwartorzędowe piętro wodonośne występuje w nizinnej części arkusza obejmującej Równinę Biłgorajską. Związane jest z kopalnymi i współczesnymi dolinami rzecznyymi oraz rozległym obszarem równiny akumulacyjnej rozciągającej się na przedpolu Roztocza.

Na obszarze Równiny Biłgorajskiej można wyróżnić dwa czwartorzędowe poziomy wodonośne. Pierwszy występuje w stropie osadów czwartorzędowych i nie jest izolowany osadami słabo przepuszczalnymi. Drugi związany jest z warstwą wodonośną, znajdującą się w spągu utworów czwartorzędowych, pod kilkudziesięciometrowej miąższości warstwą mułków i glin zwałowych.

Poziom wodonośny występujący w stropie utworów czwartorzędowych obejmuje rozległe obszary równiny akumulacyjnej rozciągającej się na przedpolu Rostocza. Warstwę wodonośną stanowią głównie osady zlodowaceń środkowopolskich i północnopolskich, wykształcone jako piaski drobnoziarniste i mułkowate, rzadziej średnioziarniste i gruboziarniste ze żwirem. Miąższość serii wodonośnej zmienia się od 5 do 20 m. W rejonie Andrzejówki osiąga 30 m, a pod doliną Czarnej Łady nawet 45 m. Zwierciadło wody ma głównie charakter swobodny. Pod naporem występuje na niewielkich obszarach, gdzie nad piaskami leżą mułki. Na przeważającej części równiny zwierciadło wody znajduje się na głębokości mniejszej niż 5 m. U podnóża Rostocza oraz na obszarach wydmowych głębokość jego występowania mieści się pomiędzy 5 a 15 m. Zasilanie wód podziemnych odbywa się w wyniku bezpośredniej infiltracji wód opadowych.

Poziom wodonośny, związany z warstwą osadów przepuszczalnych zalegającą w spągu utworów czwartorzędowych, występuje w obrębie doliny kopalnej, zaczynającej się u podnóża Rostocza, w rejonie Korytkowa Małego i biegnącej w kierunku południowo-wschodnim do Biłgoraja. Jej szerokość w północnej części wynosi 700–1500 m, natomiast w Biłgoraju dochodzi do 2000–3000 m. Warstwę wodonośną stanowią piaski drobno- i średnioziarniste, rzadziej piaski pylaste i gruboziarniste. Serię piaszczystą przykrywa kilkudziesięciometrowa warstwa mułków i glin zwałowych. Strop warstwy wodonośnej występuje na głębokości 30–65 m, a jej miąższość waha się od 8 do 20 m. Zwierciadło wody ma charakter napięty i stabilizuje się generalnie kilkadziesiąt centymetrów poniżej lub powyżej powierzchni terenu. Zasilanie odbywa się głównie w wyniku pionowego przesączania się wód opadowych. Od północy istnieje też dopływ boczny wód z poziomu trzeciorzędowego. Wydajności studni wierconych, ujmujących wodę z piętra czwartorzędowego, osiągają 70 m<sup>3</sup>/h. Wydajności jednostkowe wahają się od 1,0 do 14,6 m<sup>3</sup>/h.

Wody czwartorzędowego piętra wodonośnego charakteryzują się odczynem przechodzącym od słabo kwaśnego po zasadowy, z tym, że w obrębie poziomu podmułkowego są to na ogół wody obojętne i słabo zasadowe. Twardość ogólna węglanowa zawiera się pomiędzy 35 a 385 mg CaCO<sub>3</sub>/dm<sup>3</sup>. Przeważają wody miękkie, choć występują też średnio twarde i twarde. Mineralizacja wód podziemnych określona na podstawie zawartości suchej pozostałości zmienia się od 100 mg/dm<sup>3</sup> do 448 mg/dm<sup>3</sup>. Zawartość chlorków, siarczanów, amoniaku, i azotanów kształtuje się na ogół znacznie poniżej wartości dopuszczalnych dla wód pitnych. Natomiast związki żelaza i manganu często przekraczają stężenia dopuszczalne. Dużej zawartości związków żelaza i manganu towarzyszy znaczna mętność i często odbiegająca od

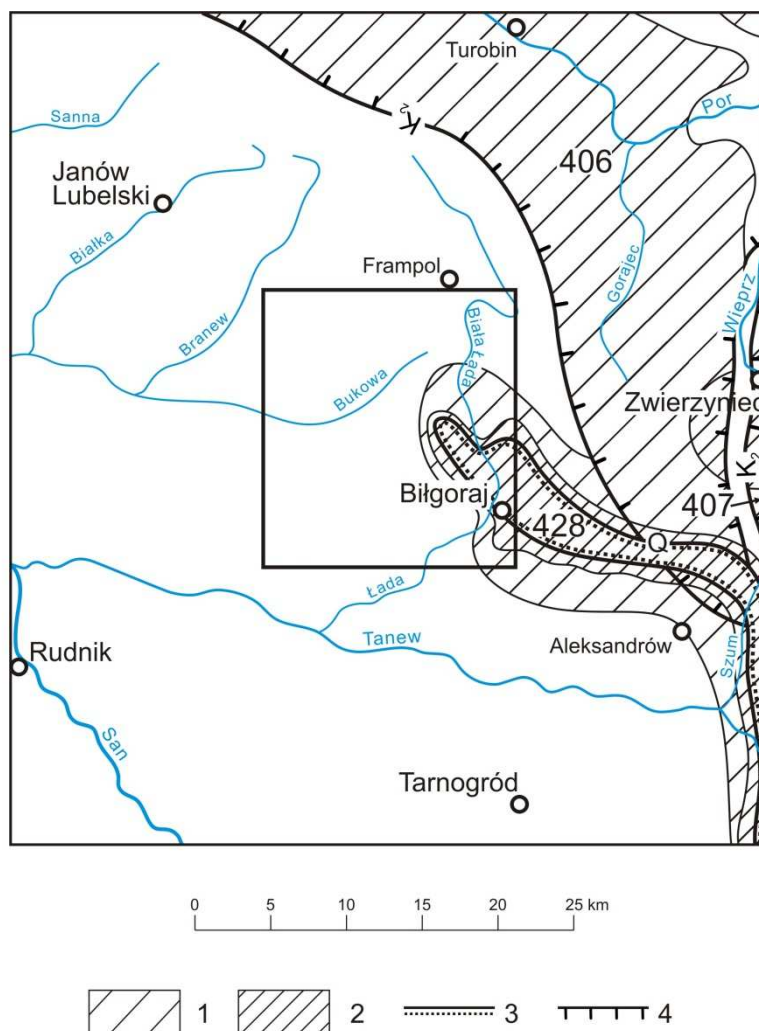
normy barwa. Wody czwartorzędowego piętra wodonośnego na ogół wymagają prostego uzdatniania.

Trzeciorzędowy poziom wodonośny występuje w strefie krawędziowej Roztocza oraz w północnej części Równiny Biłgorajskiej, gdzie jego obecność, na głębokości 49 m, dokumentuje studnia ujęcia komunalnego w Korytkowie Małym. Wodonośne osady miocenu osiągnęły miąższość od 10 do 40 m. Reprezentowane są przez wapienie detrytyczne, litotamniowe, rafowe i serpulowe oraz piaski i piaskowce. Bezpośrednio na nich zalegają lub przylegają wzdłuż stref uskokowych zawadzone osady węglanowe górnej kredy. Bliski kontakt obu warstw wodonośnych sprawia, że wody podziemne poziomu trzeciorzędowego i kredowego są w ścisłym związku hydraulicznym, tworząc jeden zbiornik wód podziemnych.

Wody podziemne gromadzą się w porach osadów klastycznych oraz szczelinach skał węglanowych. Gęsta sieć spękań towarzysząca uskokom, tworzy uprzywilejowane strefy o najwyższej wodonośności. Zwierciadło wody na obszarze Roztocze, generalnie ma charakter swobodny. W dolinie Białej Łady występuje na głębokości od 5 do 12 m, a poza nią od 15 do 50 m, natomiast na wierzchowinach głębokość jego zalegania przekracza 50 m. Na Równinie Biłgorajskiej zwierciadło wody jest napięte. W otworze studziennym w Korytkowie Małym stabilizuje się na głębokości 1 m. Warstwą napinającą są ility krakowieckie, a miejscami także mułki i ility czwartorzędowe. Zasilanie trzeciorzędowo-kredowego poziomu wodonośnego odbywa się poprzez infiltrację wód opadowych na obszarze Roztocza. Wielkość infiltracji uzależniona jest głównie od morfologii terenu, miąższości strefy aeracji oraz szczelności nadkładu. Spływ wód podziemnych odbywa się w kierunku południowo-zachodnim do Równiny Biłgorajskiej. Wydajność potencjalna poziomu mioceńskiego wynosi 50-70 m<sup>3</sup>/h, a wydajność jednostkowa 4 m<sup>3</sup>/h. Na obszarze arkusza jest on eksploatowany tylko przez ujęcie w Korytkowie Małym.

Jakość wód trzeciorzędowego i kredowego poziomu wodonośnego znana jest jedynie z analiz wody z 2 źródeł w Starej Wsi i z 2 studni w Korytkowie Małym i Cacaninie. Ze względu na łączność hydrauliczną wody obu poziomów nie powinny wykazywać znaczących różnic jakościowych. Charakteryzują się one odczynem słabo zasadowym i średnią twardością. Mineralizacja określona na podstawie zawartości suchej pozostałości zmienia się od 218 mg/dm<sup>3</sup> do 397 mg/dm<sup>3</sup>. Zawartość chlorków, siarczanów, żelaza, manganu, amoniaku i azotanów kształtuje się znacznie poniżej wartości dopuszczalnych dla wód pitnych. Nieco podwyższone zawartości Fe i Mn występowały jedynie w wodzie ze studni w Cacaninie (obecnie nieczynna). Wody w utworach trzeciorzędowych i kredowych są bardzo dobrej jakości i nie wymagają uzdatniania.

Na mapie zaznaczono ujęcia wód podziemnych o największych zasobach eksploatacyjnych (powyżej 25 m<sup>3</sup>/h, na terenie Biłgoraja powyżej 50 m<sup>3</sup>/h). Należy do nich 9 ujęć komunalnych w następujących miejscowościach: Andrzejówka, Korytków Mały, Majdan Gromadzki, Dąbrowica, Biłgoraj, Okrągłe oraz 2 ujęcia przemysłowe.



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

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

Numer i nazwa GZWP, wiek utworów wodonośnych: 406 – Niecka Lubelska (Lublin), kreda górna (K<sub>2</sub>); 407 – Niecka Lubelska (Chełm–Zamość), kreda górna (K<sub>2</sub>); 428 – Dolina kopalna Biłgoraj–Lubaczów, czwartorzęd (Q).

Ujęcie komunalne o największych zasobach (ponad 300 m<sup>3</sup>/h) znajduje się w Biłgoraju przy ul. Targowej. Dwa duże ujęcia wód podziemnych do celów przemysłowych zlokalizowane są również w Biłgoraju. Są to ujęcia czterootworowe. Jedno zostało wykonane dla

potrzeb nieistniejącej już Okręgowej Spółdzielni Mleczarskiej, natomiast drugie znajduje się na terenie zakładów meblowych Black Red White.

Struktury wodonośne występujące we wschodniej i centralnej części arkusza Biłgoraj o stosunkowo dużej miąższości warstwy wodonośnej oraz korzystnym jej wykształceniu, stanowią północno-zachodnią część udokumentowanego głównego zbiornika wód podziemnych nr 428 Dolina kopalna Biłgoraj – Lubaczów (Kruk, Górka, 1996). Cały zbiornik ma powierzchnię 290 km<sup>2</sup>, a jego zasoby dyspozycyjne wynoszą 76 200 m<sup>3</sup>/dobę. Charakter zbiornika, którego zasadniczą strukturą jest głęboka dolina kopalna, nie jest jednolity. W różnych jego częściach główne poziomy wodonośne umiejscowione są w stropie, bądź w spągu czwartorzędu. Ze zbiornika wyłączono te fragmenty doliny kopalnej, w obrębie których warstwa wodonośna nie jest korzystnie wykształcona. Włączono natomiast obszary występujące poza rynną, o stosunkowo dużej miąższości warstwy wodonośnej (około 20 m).

Północno-wschodnia część obszaru arkusza znalazła się natomiast w granicach głównego zbiornika wód podziemnych nr 406 – Niecka Lubelska (Lublin), dla którego również opracowano szczegółową dokumentację hydrogeologiczną (Czerwińska-Tomczyk red., 2008). Powierzchnia całego zbiornika wynosi 7 492,5 km<sup>2</sup>. Zasoby dyspozycyjne obszaru GZWP 406 oszacowano na 1052,7 tys. m<sup>3</sup>/d. Dla zbiornika ustanowiono obszar ochronny o powierzchni 7 521,6 km<sup>2</sup>. Na mapie zaznaczono granice GZWP nr 406 i 428 według dokumentacji hydrogeologicznych.

Na figurze 3 przedstawiono granice głównych zbiorników wód podziemnych według opracowania Kleczkowskiego (1990).

## **VIII. Geochemia środowiska**

### **1. Gleby**

#### Kryteria klasyfikacji gleb

Do 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 Biłgoraj, 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

Do 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.

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, chromu, cynku, kadmu, kobaltu, miedzi, niklu, ołowiu oraz rtęci w badanych glebach arkusza są na ogół niższe lub równe w stosunku do wartości przeciętnych (median) w glebach obszarów niezabudowanych Polski.

Tabela 4

**Zawartość metali w glebach (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 Biłgoraj	Wartość przeciętnych (median) w glebach na arkuszu Biłgoraj	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=9	N=9	N=6522
				Frakcja ziarnowa <1 mm Mineralizacja HCl (1:4)		
Głębokość (m p.p.t.) 0-0,3      0-2,0			Głębokość (m p.p.t.) 0-0,2			
As Arsen	20	20	60	<5-5	<5	<5
Ba Bar	200	200	1000	4-34	9	27
Cr Chrom	50	150	500	<1-2	1	4
Zn Cynk	100	300	1000	8-32	10	29
Cd Kadm	1	4	15	<0,5	<0,5	<0,5
Co Kobalt	20	20	200	<1-2	<1	2
Cu Miedź	30	150	600	<1-3	1	4
Ni Nikiel	35	100	300	<1-2	<1	3
Pb Ołów	50	100	600	<3-9	5	12
Hg Rtęć	0,5	2	30	<0,05-0,15	<0,05	<0,05
Ilość badanych próbek gleb z arkusza Biłgoraj w poszczególnych grupach użytkowania				<sup>1)</sup> grupa A a) nieruchomości gruntowe wchodzące w skład obszaru poddanego ochronie na podstawie przepisów ustawy Prawo wodne, b) obszary poddane ochronie na podstawie przepisów o ochronie przyrody; jeżeli utrzymanie aktualnego poziomu zanieczyszczenia gruntów nie stwarza zagrożenia dla zdrowia ludzi lub środowiska – dla obszarów tych stężenia zachowują standardy wynikające ze stanu faktycznego, <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, <sup>3)</sup> grupa C – tereny przemysłowe, użytki kopalne, tereny komunikacyjne, <sup>4)</sup> Lis, Pasieczna, 1995 – Atlas geochemiczny Polski 1:2 500 000 N – ilość próbek		
As Arsen	9					
Ba Bar	9					
Cr Chrom	9					
Zn Cynk	9					
Cd Kadm	9					
Co Kobalt	9					
Cu Miedź	9					
Ni Nikiel	9					
Pb Ołów	9					
Hg Rtęć	9					
Sumaryczna klasyfikacja badanych gleb z obszaru arkusza Biłgoraj do poszczególnych grup użytkowania (ilość próbek)						
	9					

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 poczarnobylskiego 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 m nad powierzchnią terenu, a czas pomiaru wynosił 2 minuty. Pomiary wykonywano spektrometrem czeskim GS-256 produkowanym przez „Geofizykę” Brno.

### Prezentacja wyników

Z uwagi na to, że gęstość pomiarów nie pozwala na opracowanie map izoliniowych w skali 1:50 000, wyniki przedstawiono w postaci słupków dla dwóch krawędzi arkusza mapy (zachodniej i wschodniej) (fig. 4). Było to możliwe, gdyż krawędzie arkusza ogólnie pokrywają się z przebiegiem profili pomiarowych.

Wykresy słupkowe zostały sporządzone dla punktów pomiarowych zlokalizowanych na opisanym arkuszu, przy czym do interpretacji wykorzystano także informacje z punktów znajdujących się na arkuszach sąsiadujących wzdłuż zachodniej i wschodniej granicy.

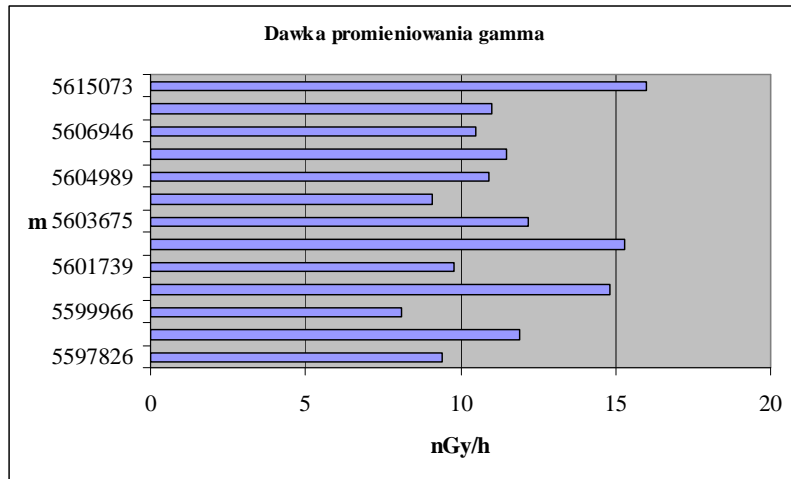
Przedstawione wyniki pomiarów promieniowania gamma stanowią sumę promieniowania pochodzącego z radionuklidów naturalnych (uran, potas, tor) i sztucznych (cezu).

### Wyniki

Wartości promieniowania gamma wahają się w granicach 7–25 nGy/h. Zasadniczą część powierzchni arkusza zajmują osady rzeczne neoplejstocenu (mady, mułki, piaski, żwirry), charakteryzujące się bardzo niską promieniotwórczością (<15 nGy/h), nieco wyższe wartości odnoszą się do niewielkich wystąpień glin zwałowych oraz lessów piaszczystych i gli niastych. Warto dodać, że średnia wartość promieniowania gamma w Polsce wynosi 34,2 nGy/h. Stężenie radionuklidów poczarnobylskiego cezu jest bardzo niskie, wynosi od 0,6 do 4,4 kBq/m<sup>2</sup>.

892W

PROFIL ZACHODNI



.....892E

PROFIL WSCHODNI

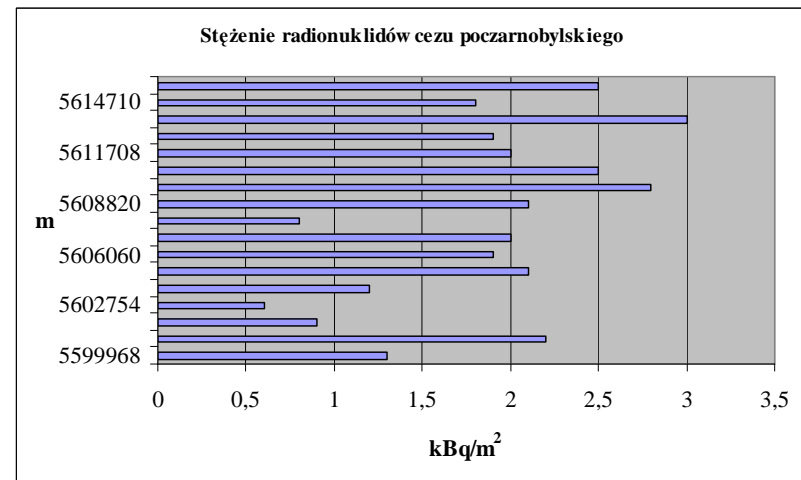
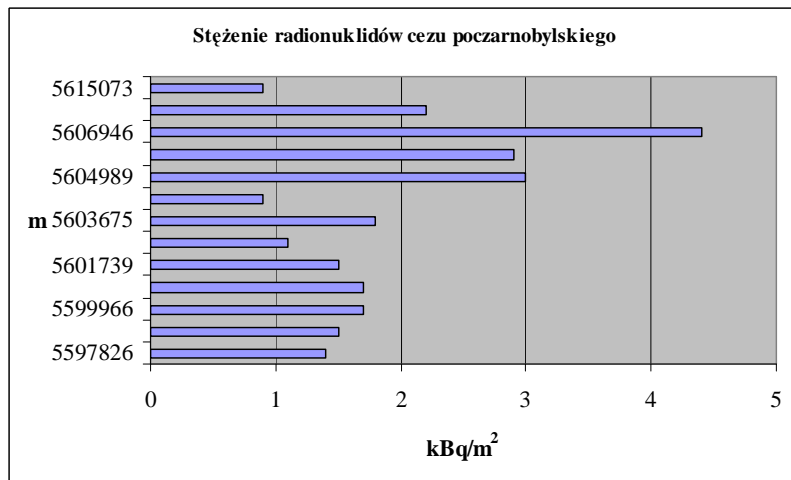
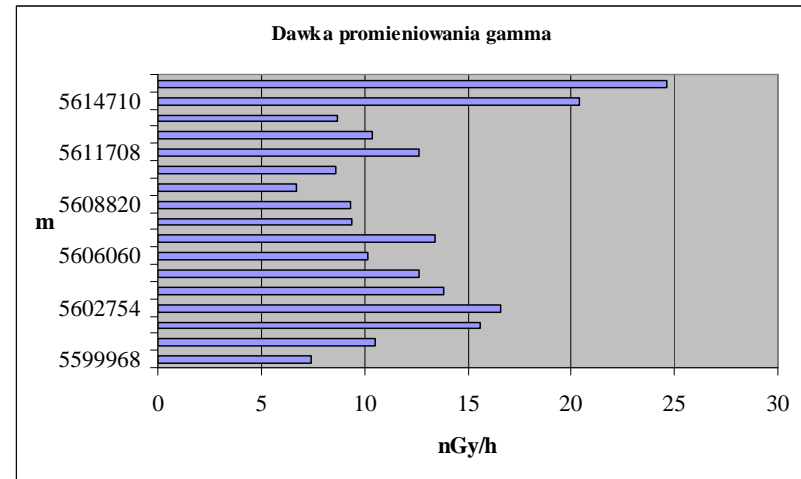


Fig. 4. Zawartość pierwiastków promieniotwórczych w glebach na terenie arkusza Biłgoraj (na osi rzędnych – opis siatki kilometrowej arkusza)

## 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. 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 nie posiadające naturalnej warstwy izolacyjnej.

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 5).

Tabela 5

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

Typ składowiska	Wymagania dotyczące naturalnej bariery geologicznej		
	miąższość [m]	współczynnik filtracji [m/s]	rodzaj gruntów
<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 5),
- zmiennych właściwości izolacyjnych podłoża (warstwa izolacyjna znajduje się pod przykryciem osadami piaszczystymi o miąższości do 2,5 m, miąższość lub jednorodność warstwy izolacyjnej jest zmienna).

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

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

Na obszarze objętym arkuszem Biłgoraj bezwzględnemu wyłączeniu z możliwości składowania odpadów podlegają:

- obszary położone w zasięgu stref ochronnych udokumentowanych głównych zbiorników wód podziemnych nr 406 Niecka Lubelska (kreda górna) i nr 428 Dolina Kopalna Biłgoraj–Lubaczów (czwartorzęd),
- zabudowa Biłgoraja będącego siedzibą starostwa powiatowego oraz urzędów miasta i gminy,
- obszary objęte ochroną prawną w Europejskiej Sieci Ekologicznej NATURA 2000: „Lasy Janowskie” PLB 060005 i „Puszcza Solska” PLB 060008 (ochrona ptaków) oraz „Uroczyska Lasów Janowskich” PLH 060031 , „Bory bagienne nad Bukową” PLH 180048 i „Uroczyska Puszczy Solskiej” PLH 060034 (ochrona siedlisk),
- rezerваты przyrody: „Lasy Janowskie” (leśny), „Kacze Błota” (leśny, torfowiskowy), „Obary” (torfowiskowy),
- obszary leśne o powierzchni powyżej 100 hektarów,
- tereny bagienne, podmokłe, łąki wykształcone na glebach organicznych,
- obszary pokryw lessowych (północno-wschodnia część arkusza, w rejonie Rzeczyce-Wola Kątecka),
- powierzchnie erozyjnych i akumulacyjnych tarasów holocenijskich w obrębie dolin rzek: Biała Łada, Czarna Łada, Pruchnica, Osa, Dzwola, Branewka Górna, Rakowa, Bukowa, Kurzynka i pozostałych cieków,
- strefa (do 250 m) wokół akwenu (na północ od Rap Dylańskich),
- strefy (do 250 m) wokół źródeł w północno-wschodniej części terenu: Sokółówka, Kolonia Kąty, Stara Wieś, Wola Radziecka, Rzeczyce, Wola Kątecka,
- tereny o nachyleniu powyżej 10<sup>0</sup>, w rejonach Kolonii Kąty, Woli Kąteckiej i Szewców,
- obszary zagrożone ruchami masowymi ziemi w rejonach: Woli Kąteckiej (Grabowski (red.), 2007).

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

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

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

Pod kątem składowania odpadów obojętnych można rozpatrywać obszary występowania glin zwałowych zlodowaceń południowopolskich, bezpośrednio na powierzchni terenu lub pod niewielkim nakładem (do 2 m) piasków lodowcowych.. Gliny mają barwę brązowożółtą w partiach stropowych, w spągowych stalowoszarą. Zawierają przewarstwienia piaszczyste i głązy narzutowe. W stropie często są zwietrzałe. Ich miąższości wynoszą na ogół od około 4 do 10 m (arkusz Tarnogród – Popielski, 1991a, b; arkusz Terespol – Popielski, 1994a, b). Maksymalną, 14 m miąższość glin w granicach omawianego terenu stwierdzono w profilu otworu wiertniczego wykonanego w odległości około 2 km na wschód od zabudowań wsi Dąbrowicy.

Prawdopodobnie bezpośrednio pod glinami występuje pakiet mioceńskich iłów facji krakowieckiej. Iły te na powierzchni terenu występują w cegielniach w Harasiukach i Tarnogrodzie (arkusz Tarnogród). Są one ciemnoszare, z brązowymi przebarwieniami, lokalnie nieco spiaszczone, łupiące się na drobne ostrokrawędziste bryłki. W stropie są zwietrzałe i przechodzą w brązowoszarą glinę ilastą z licznymi skupieniami i konkrecjami jasnego margla. Niżej iły przechodzą w iły łupkowe, lokalnie z domieszką frakcji piaszczystej oraz wkładkami mułowców i piaskowców. W kierunku północnym i wschodnim strop iłów krakowieckich ulega obniżeniu.

Obszary możliwej lokalizacji składowisk odpadów obojętnych wskazano w rejonie Szeligi w gminie Harasiuki; w gminie Biłgoraj w rejonach Soli, Dąbrowicy, Dereźni Solskiej i Okrągłego, Kolonii Sól i Gromady oraz w granicach administracyjnych Biłgoraja.

Wytypowane obszary mają duże powierzchnie o charakterze równinnym i są położone przy drogach dojazdowych. Warunki izolacyjne glin, ze względu na ich zwietrzenie mogą być mniej korzystne (zmienne).

Środowiskowymi ograniczeniami warunkowymi budowy obiektów potencjalnie uciążliwych dla środowiska w granicach obszarów wskazanych w gminie Harasiuki jest położenie

w strefie ochrony Parku Krajobrazowego Lasy Janowskie, a w gminie Biłgoraj zabudowa miasta.

### Charakterystyka i ograniczenia warunkowe obszarów spełniających wymagania dla składowania odpadów niebezpiecznych i innych niż niebezpieczne i obojętne

W rejonie na północny zachód od miejscowości Sól, w gminie Biłgoraj udokumentowano dwa złoża iłów miocenkich (krakowieckich) o nazwie „Sól” (Profic, 1974). Położone są na północnej części wychodni iłów krakowieckich. Złoża udokumentowano w dwóch etapach – w kategorii C<sub>2</sub> dla ceramiki budowlanej i w kategorii B+C<sub>1</sub> – do produkcji glinoporytu i keramzytu. W ich granicach wyznaczono obszar możliwej lokalizacji składowisk odpadów niebezpiecznych.

Złoże surowca ceramiki budowlanej „Sól” (część północno zachodnia wyznaczonego obszaru) ma powierzchnię 21,35 ha, ily mają średnią miąższość około 18 m (16,5–21 m), zalegają pod nadkładem gleby i piasków ze żwirami o grubości 0,4–1,4 m (średnio 0,8 m), średnia zawartość ziaren margla wynosi 0,02%. Surowiec jest bogaty we frakcję iłową, która stanowi w złożu od 36 do 52% zawartości, od 48 do 53% frakcji pyłowej i około 5% frakcji piaskowej. Partie stropowe iłów są czasem zapiaszczone, niżej często bardzo mułkowate i wapniste, wśród iłów występują niekiedy cienkie przerosty piaszczyste. Strop iłów jest wyrównany i na ogół zgodny z morfologią terenu. Powierzchnia złoża surowca ilastego „Sól” do produkcji glinoporytu i keramzytu wynosi 36 ha, miąższość kopaliny od 18,8 do 29,8 m (średnio 25,5 m), grubość nadkładu wykształconego w postaci piasków zailonych wynosi średnio 0,6 m (0,2–3,1 m), zawartość ziaren margla powyżej 0,5 mm – średnio 0,02%. Ily zawierają w swoim składzie od 35 do 55% frakcji iłowej. Ily udokumentowane w złożach „Sól” są średnioplastyczne i plastyczne. W granicach złóż ily nie zostały przewiercone. Z uwagi na duże rozprzestrzenienie poziome i pionowe oraz mało zróżnicowaną jakość, złożo zaliczono do I grupy. Surowiec ilasty w swojej masie jest bardzo jednolity.

W kierunku północnym i wschodnim ily krakowieckie są przykryte coraz większym nadkładem utworów czwartorzędowych. Miąższość warstw krakowieckich jest bardzo różna i waha się w granicach 35 do 276 m. Wzrasta wyraźnie w kierunku z północnego zachodu na południowy wschód, natomiast w rejonie Soli maleje do około 4 m. W bezpośrednim sąsiedztwie tych złóż mogą istnieć naturalne warunki izolacyjne korzystne dla lokalizacji składowisk odpadów wszystkich typów. W obu złożach nie stwierdzono występowania poziomego wodonośnego, wody występują jednak w piaszczystych warstwach nadkładu, przeważnie na kontakcie iłów i piasków. Zwierciadło wody jest swobodne, miąższość warstwy wodonośnej wa-



ha się w granicach od 0,6 do 3,4 m i okresowo ulega zmianom, w zależności od natężenia opadów atmosferycznych. Ogólny spadek terenu zaznacza się w kierunku południowo-wschodnim, do rzeki Białej Łady. Decyzję lokalizacji składowisk odpadów musi poprzedzić rozpoznanie hydrogeologiczne, które pozwoli na zabezpieczenie wód rzeki i wód podziemnych przed odciekami z obiektu.

Duża miąższość iłów, pozwala na rozpatrywanie terenów w granicach złóż na miejsce lokalizacji składowisk odpadów wszystkich typów, w tym niebezpiecznych. Dodatkowym, pozytywnym czynnikiem jest to, że złoża dotychczas nie było eksploatowane. Umożliwia to sposób ewentualnej eksploatacji iłów, formujący dno i skarpy składowiska odpadów. Kopalnię można również wykorzystać do wykonania przesłon mineralnych obiektów znajdujących się poza terenem w granicach złóż.

Decyzję o budowie składowiska odpadów niebezpiecznych muszą poprzedzić badania geologiczno-inżynierskie i hydrogeologiczne, które pozwolą na zminimalizowanie zagrożeń dla środowiska ze strony obiektu, konieczne jest również zbadanie głębokości występowania przypowierzchniowego poziomu wodonośnego.

Środowiskowym ograniczeniem warunkowym budowy składowiska odpadów niebezpiecznych w wyznaczonym obszarze jest zabudowa miejscowości Sól i położenie w granicach udokumentowanego złoża. Należy się również liczyć z protestami okolicznych mieszkańców.

W Korczowie, w gminie Biłgoraj funkcjonuje składowisko odpadów komunalnych. W sierpniu 2007 roku w ramach Regionalnego Programu Operacyjnego województwa lubelskiego na lata 2007–2013 podpisano umowę o realizacji projektu: „Kompleksowy system gospodarki odpadami w Zakładzie Zagospodarowania Odpadów Korczów”. W latach 2010–2013 powstanie tu kompostownia odpadów wyposażona w sito i przerzucarkę, zrehabilitowana zostanie jedna z kwater składowiska, zakupiona zostanie nowa śmieciarka. W wyniku procesów kompostowania powstanie nawóz organiczny. Kompostowanie odbywać się będzie w warunkach tlenowych, co praktycznie wyeliminuje substancje złowonne. Składowisko posiada system monitoringu wód podziemnych, ma uszczelnione dno. Na terenie obiektu znajduje się myjnia kontenerów, funkcjonuje sortownia, w której doczyszczane są odpady pochodzące ze zbiórki selektywnej. Do zagęszczania odpadów używany jest kompaktor. Pozwolenie zintegrowane ważne jest do 2017 roku.

#### Ocena najbardziej korzystnych warunków geologicznych i hydrogeologicznych

Najbardziej korzystny jest wariant lokalizacji składowiska w granicach udokumentowanych złóż mioceńskich iłów krakowieckich „Sól” oraz w sąsiedztwie tych złóż zwłaszcza

w stronę na zachód i południe od ich granic. Na dużej powierzchni występują tu kompleksy ilaste o miąższościach 18,8–29,8 m. Zawartość frakcji iłowej poniżej 0,02 mm wynosi średnio 44,2%, zawartość ziaren margla powyżej 0,5 mm średnio 0,02%. Wśród warstwy złożowej nie stwierdzono występowania horyzontu wodonośnego, należy się jednak liczyć z okresowym pojawieniem wód (infiltracja opadów) na kontakcie piasków nadkładu z iłami.

Warunki geologiczne rozpatrywane pod kątem składowania odpadów obojętnych są korzystne. Występujące tu gliny zwałowe stanowią wystarczającą naturalną barierę geologiczną dla tego typu odpadów, zwłaszcza że pod glinami zalega miąższa seria iłów mioceńskich. Najbardziej korzystny wydaje się być wariant lokalizacji obiektu w rejonie miejscowości Sól lub w bezpośrednim sąsiedztwie otworu wiertniczego wykonanego w odległości około 2 km na wschód od zabudowy Dąbrowicy, w profilu którego stwierdzono występowanie 14 m warstwy glin.

Na analizowanym terenie wody występują w utworach czwartorzędowych, trzeciorzędowych i górnokredowych. W granicach większości wytypowanych obszarów nie występuje użytkowy poziom wodonośny, w części z nich przeważa wysoki stopień zagrożenia płytko występujących (na głębokości do 5 m) wód podziemnych.

W pierwszej kolejności można rozpatrywać wariant lokalizacji obiektów potencjalnie uciążliwych dla środowiska w granicach udokumentowanych złóż iłów krakowieckich „Sól”, gdzie stwierdzono najbardziej korzystne dla tych celów warunki, zarówno geologiczne, jak i hydrogeologiczne.

#### Charakterystyka wyrobisk poeksploatacyjnych

Wyrobiska po eksploatowanych na tych terenach złóż piasków oraz punkty niekoncesjonowanej eksploatacji piasków i wapieni na potrzeby lokalne zlokalizowane są na obszarach bezwzględnie wyłączonych z możliwości składowania odpadów i nie powinny być rozpatrywane pod tym kątem.

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 geo-

logiczno-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 Biłgoraj opracowano na podstawie mapy topograficznej i geologicznej w skali 1:50 000 (Brzezińska, 1959) oraz obserwacji terenowych. Wykorzystano również mapę osuwisk i obszarów predysponowanych do występowania ruchów masowych (Grabowski red., 2007) oraz dokumentacje geologiczno-inżynierskie z rejonu Biłgoraja (Sierant, 1983) i Cacanina (Sierant, 1989), a także pomiary głębokości zwierciadła wody w studniach kopanych wykonane dla potrzeb mapy hydrogeologicznej (Kozina, 2002).

Ze względu na skalę prezentowanej mapy waloryzacja warunków geologiczno-inżynierskich podłoża budowlanego ma charakter orientacyjny. Wyróżniono, zgodnie z instrukcją obszary o warunkach korzystnych dla budownictwa i obszary o warunkach niekorzystnych, utrudniających budownictwo. Z analizy wyłączono obszar Parku Krajobrazowego Lasów Janowskich, rezerwatu przyrody „Obarý”, udokumentowanych złóż kopalin mineralnych, lasów, gleb chronionych, zwartą zabudowę miejską Biłgoraja oraz zbiorniki wodne. Obszary, dla których przeanalizowano geologiczno-inżynierskie warunki podłoża budowlanego, stanowią około 20% powierzchni arkusza.

O warunkach geologiczno-inżynierskich terenu decydują: rodzaj i stan gruntów, ukształtowanie terenu, położenie zwierciadła wód gruntowych oraz występowanie procesów geodynamicznych. Uwzględniając te kryteria wydzielono rejony korzystne i niekorzystne (utrudniające) dla budownictwa.

Tereny o korzystnych warunkach budowlanych to przede wszystkim wychodnie wapieni i margli mioceni, w północno-wschodniej części arkusza (strefa krawędziowa Roztocza), będące gruntami skalistymi, bardzo spękanymi. W ich stropie na ogół zalegają zwie-

trzeliny i rumosze gliniaste – grunty spoiste, w stanie zwartym, półzwartym lub twardoplastycznym. Podobne utwory wypełniają leje krasowe, spotykane na wychodniach wapieni mioceńskich. W utworach ilasto-węglanowych, w zależności od składu mineralnego frakcji ilastej może występować tendencja do pęcznienia i skurczu przy zmianie wilgotności gruntu.

Na wzgórzach strefy krawędziowej Roztocza występują lessy i lessy piaszczyste, granulometrycznie należące do gruntów spoistych. Lessy wykazują skłonność do osiadania zapadowego. Pod wpływem nasycenia wodą, np. przy awariach sieci wodociągowych lub kanalizacyjnych, a także w wyniku nagromadzenia się wody w wykopach fundamentowych, może nastąpić zmiana struktury lessu i szybkie zmniejszenie się jego objętości (osiadanie zapadowe). Skłonność do osiadań zapadowych wykazują lessy występujące na zboczach dolin. Lessy aluwialne oraz lessy pokrywające powierzchnie szczytowe mają strukturę trwałą (Malinowski, 1964). Zwierciadło wód gruntowych na wymienionych wyżej obszarach kształtuje się na głębokości większej niż 2 m.

W miejscach, gdzie wody gruntowe znajdują się na głębokości większej niż 2 m., korzystne dla budownictwa są piaski równiny akumulacyjnej, która w okresie zlodowaceń środkowo- i północnopolskich powstała na przedpolu Roztocza (Równina Biłgorajska). Reprezentują one grunty niespoiste średnio zagęszczone i zagęszczone. Płytkie zaleganie słabo przepuszczalnych warstw glin, mułków i iłów, sprawia, że piaski równiny, na przeważającym obszarze, są już zawodnione od głębokości 0,5–1,0 m (Kozina, 2002). Budownictwo nie jest utrudnione jedynie na terenach nieco wyniesionych morfologicznie, a przede wszystkim w strefie wzdłuż Białej Łady, która drekuje przylegające do swojej doliny obszary Równiny Biłgorajskiej.

Zmienne warunki budowlane związane są z obszarami występowania gruntów spoistych, reprezentowanych przez: skonsolidowane południowopolskie gliny zwałowe, gliniaste piaski lodowcowe, mułki zastoiskowe oraz ily mioceńskie (krakowieckie). Na ogół grunty te są korzystne dla budownictwa, gdyż znajdują się w stanie: zwartym, półzwartym lub twardoplastycznym. Jednak w przypadkach, gdy występują na terenach płaskich i w obniżeniach, z których utrudniony jest odpływ wód deszczowych i roztopowych, w części powierzchniowej ulegają uplastycznieniu. Pojawia się wówczas podatność do wypierania podłoża. W okresach zimowych występują warunki dla tworzenia się wysadzin. Ily mioceńskie mogą wykazywać podatność na procesy pęcznienia i skurczu w warunkach zmian wilgotności.

Rejony o niekorzystnych warunkach budowlanych to obszary występowania: torfów, namułów torfiastych i piasków humusowych, które reprezentują grunty słabonośne z wodami agresywnymi względem betonu. Większość z tych obszarów nie była waloryzowana, gdyż

położone są głównie w Parku Krajobrazowym Lasów Janowskich, w rezerwacie „Obary”, na terenach leśnych lub łąkach chronionych. Płytko występujące wody gruntowe występują na przeważającym obszarze Równiny Biłgorajskiej, w tym również na terenach zabudowy wiejskiej (Zdzisławice, Kocudza, Szewce, Bukowa, Korytków Duży, Korytków Mały, Szeliga i Ciosmy). Jednak w większości są to tereny zalesione, z licznymi mokradłami i podmokłościami, pocięte siecią cieków i rowów melioracyjnych. Warunki utrudniające budownictwo związane są także wydrami i płatami luźnych piasków przewianych. Niekorzystne dla budownictwa są stoki o nachyleniu powyżej 12%, występujące w strefie krawędziowej Roztocza.

Obszary o warunkach geologiczno-inżynierskich utrudniających budownictwo, zwłaszcza o dużej zmienności przestrzennej gruntów wymagają szczegółowych badań przed podjęciem ewentualnych inwestycji oraz sporządzenia dokumentacji geologiczno-inżynierskiej. Wszystkie większe budowle winny posiadać dokumentacje geologiczno-inżynierskie niezależnie od tego, czy znajdują się w obszarach korzystnych czy też niekorzystnych.

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

Lasy zajmują około 60–65% powierzchni obszaru arkusza Biłgoraj. Znajdują się tutaj dwa zwarte kompleksy leśne – Lasy Janowskie i Puszcza Solska. Lasy Janowskie występują w północno-zachodniej części obszaru arkusza. Dominuje w nich las mieszany z przewagą sosny. Wokół Biłgoraja rozciągają się bory sosnowe należące do Puszczy Solskiej.

Niewielką część (około 3%) obszaru arkusza pokrywają gleby wysokich klas bonitacyjnych. Największą powierzchnię zajmują na zachód od Biłgoraja, w rejonie Soli oraz w północno-wschodniej części arkusza, w okolicy Rzeczyca. W dolinie Bukowej i Białej Łady oraz w rejonie Zdzisławic występują łąki na glebach pochodzenia organicznego.

Do powierzchniowych form ochrony przyrody należy powołany w 1984 roku Park Krajobrazowy Lasy Janowskie (PKLJ). Obejmuje on zwarty kompleks leśny, położony w północnej części Równiny Biłgorajskiej. Przeważają tu bory sosnowe o dużym zróżnicowaniu siedlisk – od borów suchych do bagiennych i wilgotnych, wśród których spotkać można liczne, wyspowo rozmieszczone fragmenty borów jodłowych i lasów mieszanych. Oprócz zróżnicowanych lasów krajobraz urozmaicają wyniesienia wydmowe, a także cenne przyrodniczo zbiorowiska nieleśne – bagna, torfowiska i liczne ciek wodne.

W południowo-zachodniej części arkusza położonej w województwie podkarpackim, na obszarze od południowej granicy PKLJ do Tanwi, projektowane jest utworzenie Zaklikow-

sko-Ulanowskiego Obszaru Chronionego Krajobrazu. Istniejąca tu otulina PKLJ zostałaby włączona w obręb powstającego Z-UOChK.

Na omawianym obszarze znajdują się trzy rezerваты przyrody, w tym dwa w granicach PKLJ. Największym z nich jest rezerwat leśny „Lasy Janowskie”. Chroni on cenne przyrodniczo zbiorowiska leśne, spośród których na szczególną uwagę zasługuje, naturalnie odnawiający się, wyżynny bór jodowy mieszany. Poza obszarem arkusza znajduje się malownicza dolina meandrującej Branwi, nad którą wznosi się wydłużona zalesiona wydma zwana „Porytowym Wzgórzem”, miejsce historycznej bitwy partyzanckiej w czerwcu 1944 r.

Rezerwat leśno-torfowiskowy „Kacze Błota” został utworzony w celu ochrony boru bagiennego, rosnącego na śródleśnym torfowisku wysokim, wraz z otaczającymi go wydmiami i terenami podmokłymi, na których występuje bór wilgotny.

Występujące w rezerwacie „Obary” torfowisko ma szczególną wartość przyrodniczą. Należy do rzadko spotykanego w Polsce typu subkontynentalnego niewykazującego typowej, kopulastej, kępkowo-dolinowej budowy. Przeważająca część torfowiska jest płaska, a charakterystyczne kępki są dość niskie i rzadko porożrucane.

W sferze projektów pozostaje objęcie ochroną rezerwatową „Błot Rakowskich” – rozległego torfowiska we wschodniej części Lasów Janowskich. Na przeszkodzie stoi własność terenu, gdyż są to grunty należące do wielu właścicieli indywidualnych.

Na obszarze arkusza statusem pomnika przyrody objęto 17 okazałych drzew. Są to lipy drobnolistne, robinie, klony pospolite, dąb szypułkowy, wiąz szypułkowy, buk pospolity i grusza polna. Największe skupienie drzew pomnikowych znajduje się na terenie cmentarza w Biłgoraju (2 lipy drobnolistne, 2 robinie i klon pospolity). Wśród drzew na uwagę zasługuje dąb szypułkowy w Ciosmach o obwodzie pnia osiagającym 680 cm i wysokości 24 m. Ponadto planuje się uznać za pomnik przyrody lipę drobnolistną we Władysławowie. Pełny wykaz elementów przyrody podlegających ochronie przedstawiono w tabeli 6.

Tabela 6

#### Wykaz rezerwatów i pomników przyrody

Numer obiektu na mapie	Forma ochrony	Miejscowość	Gmina Powiat	Rok zatwierdzenia	Rodzaj obiektu (powierzchnia w ha)
1	2	3	4	5	6
1	<b>R</b>	Kocudza III	Dzwola janowski	*	<b>T</b> – „Błota Rakowskie” (154,74)
2	<b>R</b>	Szewca	Dzwola Janów Lubelski janowski	1984	<b>L</b> – „Lasy Janowskie” (2676,87)

1	2	3	4	5	6
3	<b>R</b>	Władysławów	Dzwola janowski	1988	<b>L, T</b> – „Kacze Błota” (168,67)
4	<b>R</b>	Dąbrowica	Biłgoraj biłgorajski	1975	<b>T</b> – „Obary” (82,25)
5	<b>P</b>	Kocudza III	Dzwola janowski	1988	<b>Pż</b> – buk pospolity
6	<b>P</b>	Władysławów	Dzwola janowski	*	<b>Pż</b> – lipa drobnolistna
7	<b>P</b>	Władysławów	Dzwola janowski	1988	<b>Pż</b> – lipa drobnolistna
8	<b>P</b>	Bukowa	Biłgoraj biłgorajski	1988	<b>Pż</b> – wiąz szypułkowy
9	<b>P</b>	Bukowa	Biłgoraj biłgorajski	1987	<b>Pż</b> – klon pospolity
10	<b>P</b>	Andrzejówka	Biłgoraj biłgorajski	1987	<b>Pż</b> – grusza polna
11	<b>P</b>	Bukowa	Biłgoraj biłgorajski	1987	<b>Pż</b> – lipa drobnolistna
12	<b>P</b>	Bukowa (koło kościoła)	Biłgoraj biłgorajski	1987	<b>Pż</b> – lipa drobnolistna
13	<b>P</b>	Bukowa	Biłgoraj biłgorajski	1987	<b>Pż</b> – lipa drobnolistna
14	<b>P</b>	Ciosmy	Biłgoraj biłgorajski	2007	<b>Pż</b> – dąb szypułkowy
15	<b>P</b>	Biłgoraj (na cmentarzu)	Biłgoraj biłgorajski	1991	<b>Pż</b> – 2 lipy drobnolistne, 2 robinie i klon pospolity,
16	<b>P</b>	Biłgoraj (w parku podworskim)	Biłgoraj biłgorajski	1991	<b>Pż</b> – lipa drobnolistna i klon pospolity
17	<b>P</b>	Huta Krzeszowska	Harasiuki niżański	1984	<b>Pż</b> – lipa drobnolistna

Rubryka 2 – **R** – rezerwat, **P** – pomnik przyrody;

Rubryka 5 – \* – obiekt projektowany przez służby ochrony przyrody;

Rubryka 6 – rodzaj rezerwatu: **L** – leśny, **T** – torfowiskowy, **L, T** – leśno-torfowiskowy;

– rodzaj pomnika przyrody: **Pż** – żywej.

Krajowa sieć ekologiczna ECONET (Liro i in., 1998) jest wieloprzestrzennym systemem obszarów węzłowych najlepiej zachowanych pod względem przyrodniczym i reprezentatywnych dla różnych regionów przyrodniczych kraju. Są one wzajemnie ze sobą powiązane korytarzami ekologicznymi, zapewniającymi ciągłość więzi przyrodniczych w obrębie tego systemu. Centralną i wschodnią część arkusza obejmuje międzynarodowy korytarz ekologiczny – korytarz Biłgorajski. Są nim zwarte kompleksy leśne położone pomiędzy Parkiem Krajobrazowym Lasów Janowskich, a Roztoczańskim Parkiem Narodowym i Parkiem Krajobrazowym Puszczy Solskiej. W północno-wschodnim narożu obszaru arkusza ma swój początek krajowy korytarz ekologiczny Wzniesień Urzędowskich (fig. 5).

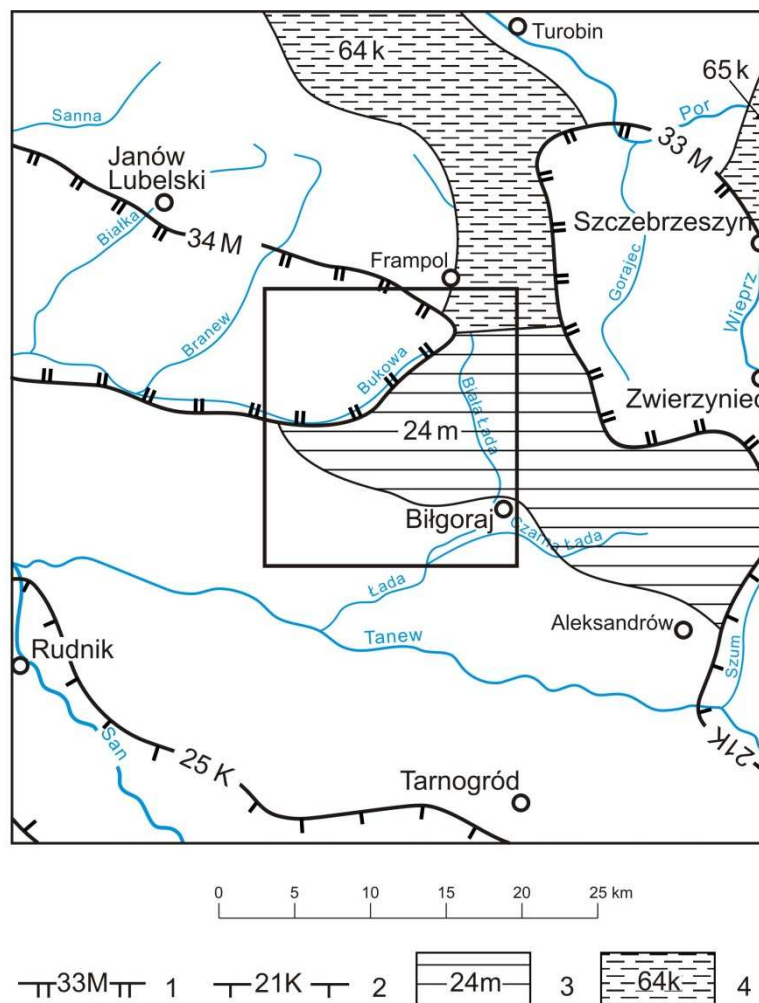


Fig. 5. Położenie arkusza Biłgoraj na tle systemów ECONET (Liro, 1998)

#### 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  
25K – Obszar Doliny Środkowego Sanu
- 3 – Korytarz ekologiczny o znaczeniu międzynarodowym, jego numer i nazwa:  
24m – Korytarz Biłgorajski
- 4 – Korytarz ekologiczny o znaczeniu krajowym, jego numer i nazwa:  
64k – Korytarz Wzniesień Urzędowskich  
65k – Korytarz Wieprza

Europejską Sieć Ekologiczną NATURA 2000 stanowi szereg obszarów chronionych na terenie Unii Europejskiej. Celem wyznaczania tych obszarów jest ochrona cennych, pod względem przyrodniczym i zagrożonych, składników różnorodności biologicznej.



Na omawianym terenie utworzono dwa obszary specjalnej ochrony ptaków NATURA 2000 – Lasy Janowskie i Puszcza Solska (tabela 7), które obejmują około 65% obszaru arkusza. W ostojach tych występuje, co najmniej 36 gatunków ptaków wymienionych w Dyrektywie Ptasiej. Znajdują się tu miejsca lęgowe takich ptaków chronionych jak: bielik, bocian czarny, gadożer, puchacz i lelek. Spotkać można również orlika krzykliwego, kanię czarną, trzmielojada, cietrzewia, derkacza, jarząbka i sóweczkę. Lasy Janowskie są bardzo ważną ostoją głuszca.

W Lasach Janowskich utworzono specjalny obszar ochrony siedlisk – Uroczyska Lasów Janowskich, a w Puszczy Solskiej – Uroczyska Puszczy Solskiej.

Uroczyska Lasów Janowskich obejmują trzy najcenniejsze przyrodniczo fragmenty rozległego kompleksu leśno-torfowiskowo-stawowego. Są to: „Imielty Ług” na zachodzie, „Nad Branwią” w centrum oraz „Bagno Rakowskie” na wschodzie. Wymienione płyty o łącznej powierzchni 4 343,1 ha położone są w granicach Parku Krajobrazowego Lasów Janowskich, obejmują rezerваты: Imielty Ług, Szklarnia, Lasy Janowskie oraz projektowany rezerwat Bagno Rakowskie.

Uroczyska Puszczy Solskiej są rozległym obszarem, będącym częścią Kotliny Sandomierskiej oraz niewielkich fragmentów strefy krawędziowej Roztocza – obejmujący cenne siedliska przyrodnicze, występujące w dużych płatach (bory bagienne i torfowiska) lub małych płatach, ale w dużym skupieniu (torfowiska, zbiorniki naturalne), wśród lasów sosnowych. Puszcza Solska jest kompleksem leśnym porastającym ubogie gleby piaszczyste, zaś w strefie krawędziowej Roztocza – pararendziny i gleby brunatne. W znacznym stopniu jest to obszar podmokły. Drzewostany zdominowane są przez sosnę. Występują również dość duże płyty jodły oraz płyty i smugi olsów i łęgów.

W zachodniej części obszaru arkusza znajduje się fragment specjalnego obszaru ochrony siedlisk – Bory bagienne nad Bukową. Podłoże stanowią piaski, a w bezodpływowych zagłębieniach torfy. W przeważającej części teren pokryty jest zwartym płaszczem lasów.

## **XII. Zabytki kultury**

Na obszarze arkusza Biłgoraj najstarsze ślady osadnictwa należą głównie do kultury pucharów lejkowatych, amfor kulistych i ceramiki sznurowej. Z wczesnej epoki brązu występują znaleziska po kulturze mierzanowickiej i trzcinieckiej. W okresie środkowego brązu tereny te zamieszkiwały ludy kultury łużyckiej. Z okresu wpływów rzymskich pochodzą znaleziska po kulturze przeworskiej. Ślady osadnictwa związane z tymi kulturami znajdowane były w dolinie Białej Łady, w okolicy Biłgoraja, Soli, Gromady i Rzeczyc, a także w rejonie Ciosm.

## 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 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	PLB060005	Lasy Janowskie (P)	E22°17'15''	N50°41'41''	60 235,7	PL312 PL315 PL326	lubelskie	biłgorajski  janowski	Biłgoraj Frampol  Dzwola Janów Lubelski
2	F	PLB060008	Puszcza Solska (P)	E22°54'52''	N50°29'11''	79 349,1	PL312 PL324	lubelskie  podkarpackie	biłgorajski  nizański	Biłgoraj Frampol  Harasiuki
3	K	PLH 060031	Uroczyska Lasów Janowskich (S)	E22°12'15''	N50°40'14''	34 544,2	PL312 PL315 PL326	lubelskie	biłgorajski  janowski	Biłgoraj Frampol  Dzwola Janów Lubelski
4	K	PLH 060034	Uroczyska Puszczy Solskiej (S)	E23°02'55''	N50°22'57''	34 671,5	PL312 PL324	lubelskie	biłgorajski	Biłgoraj Frampol
5	B	PLH 180048	Bory Bagienne nad Bukową (S)	E22°28'07''	N50°33'25''	532,2	PL326	podkarpackie	nizański	Harasiuki

Rubryka 2: B – wydzielony Specjalny Obszar Ochrony (SOO), bez żadnych połączeń z innymi obszarami Natura 2000, F – obszar OSO (Obszar Specjalnej Ochrony), całkowicie zawierający w sobie obszar SOO, K – SOO, częściowo przecinający się z OSO.

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

Na omawianym obszarze znajduje się niewiele zabytków kultury objętych ochroną konserwatorską. Są one zgrupowane głównie w Biłgoraju. Najcenniejszymi zabytkami są: późnobarokowy kościół pw. Wniebowzięcia NMP z 1778 roku oraz dawna cerkiew greckokatolicka, wybudowana w latach 1790-93 (obecnie kościół pw. św. Jerzego). Przy ulicy Tarnogrodzkiej znajduje się budynek dawnego klasztoru franciszkańskiego z 1778 roku. Obok stoi zabytkowa dzwonnica, a po przeciwnej stronie ulicy kaplica św. Marii Magdaleny. W sąsiedztwie klasztoru, w latach 1921-1929 wybudowano kościół pw. św. Marii Magdaleny.

W Biłgoraju ma swoją siedzibę Muzeum Ziemi Biłgorajskiej, w skład którego wchodzi skansen „Zagroda Sitarska”, gdzie można poznać sitarską przeszłość miasta. W skansenie można również zobaczyć dom drewniany z 1810 roku, spichlerz, budynki gospodarcze, wozownię oraz zabytkową bramę z furtą. Nad Białą Ładą znajdują się pozostałości zagrody młynarskiej, w skład której wchodzi: dom drewniany, spichlerz oraz jaz z mostem na rzece.

W Różnówce, dzielnicy Biłgoraja warto obejrzeć park dworski o charakterze romantycznym, utworzony w pierwszej połowie XIX w. Na powierzchni 3,3 ha urozmaicony drzewostan poprzeplatany jest siecią kanałów wodnych. W parku mieściła się rezydencja jego założyciela Stanisława Nowakowskiego, szambelana króla Stanisława Augusta Poniatowskiego. Klasycystyczny pałacyk rozebrano po zniszczeniach w okresie I wojny światowej. W 1975 r. odnowiono układ wodny, a w 1984 r. park został wpisany w rejestr zabytków. Z dworskiej zabudowy zachował się budynek gospodarczy z ciekawą elewacją północną, zwieńczoną trójkątnym szczytem z okrągłym oknem i brama wjazdowa.

Jedynym zabytkiem poza miastem jest kościół w Soli, dawna cerkiew prawosławna, wybudowana w roku 1872.

Na mapie zaznaczone zostały historyczne miejsca pamięci związane z wydarzeniami II wojny światowej. Znajdują się one w Ciosmach, Biłgoraju, Rapach oraz w lesie na północ od Korytkowa Małego. Pod Banachami, przy skrzyżowaniu dróg wzniesiono pomnik upamiętniający poległych we wrześniu 1939 roku żołnierzy Wojska Polskiego. Spoczywają oni na małym cmentarzu wojennym, który położony jest 100 m dalej, przy drodze do Huty Krzeszowskiej. W Biłgoraju przy ulicy Zamojskiej wzniesiono pomnik ku czci uczestników powstania listopadowego. Na skwerze przed kościołem św. Jerzego w XIX w. ustawiono obelisk upamiętniający wizytę biskupa i poety Ignacego Krasickiego w 1782 r. Pomnik ten, ufundowany przez Stanisława Nowakowskiego, stał pierwotnie w parku otaczającym jego rezydencję w Różnówce.

### **XIII. Podsumowanie**

W ramach niniejszego opracowania przedstawiono stan bazy surowcowej na obszarze arkusza Biłgoraj. Obejmuje ona złoża piasków oraz surowców ilastych ceramiki budowlanej i kruszyw ceramicznych. Spośród sześciu złóż piasków tylko trzy („Sokołówka 1”, „Kąty III” i „Andrzejówka”) mają lokalne znaczenie surowcowe. Pozostałe powinny być wnioskowane przez odpowiednie organy administracji państwowej do skreślenia z bilansu zasobów kopalin.

Poszerzenie bazy surowcowej piasku można wiązać z obszarem położonym na zachód od Nadrzecza oraz z wydrami znajdującymi się przy wschodniej granicy arkusza. Wyznaczono cztery obszary perspektywiczne dla udokumentowania złóż piasków.

Ewentualna eksploatacja złóż surowców ilastych, położonych w rejonie miejscowości Sól, wiązałaby się z budową w sąsiedztwie cegielni lub zakładu produkującego kruszywa lekkie, a taka inwestycja nie jest planowana. Zapotrzebowanie na wyroby ceramiki budowlanej w rejonie Biłgoraja zaspokajają w pełni zakłady w Harasiukach i Markowiczach.

Głównym źródłem zaopatrzenia miejscowej ludności w wodę jest czwartorzędowe piętro wodonośne, składające się z dwóch poziomów. Na obszarze arkusza znajduje się fragment GZWP nr 428 wyznaczonego w utworach czwartorzędowych. Utworami wodonośnymi tego zbiornika są osady piaszczyste, wypełniające dolinę kopalną, biegnącą wzdłuż krawędzi Roztocza od Lubaczowa do Biłgoraja. Północno-wschodnia część arkusza znajduje się w granicach GZWP nr 406 wyznaczonego w osadach górnej kredy. Utworami wodonośnymi są opoki i margle.

Wody podziemne pierwszego poziomu czwartorzędowego oraz poziomu kredowego ze względu na brak izolującego nadkładu są w znacznym stopniu narażone na zanieczyszczenie. Dlatego szczególnej uwagi wymaga uporządkowanie gospodarki wodno-ściekowej, poprawa stanu czystości rzek, eliminacja nielegalnych wysypisk odpadów oraz podniesienie świadomości ekologicznej mieszkańców.

W granicach arkusza Biłgoraj wyznaczono obszary predysponowane do składowania odpadów wszystkich typów. Odpady obojętne można składować w granicach występowania glin zwałowych zlodowceń południowopolskich, występujących bezpośrednio na powierzchni terenu lub pod niewielkim (do 2 m) nadkładem piasków lodowcowych. Obszary możliwej lokalizacji składowisk odpadów obojętnych wskazano na terenie gminy Biłgoraj, oraz w gminie Harasiuki. Prawdopodobnie bezpośrednio pod glinami występują mioceńskie iły facji krakowieckiej, tworząc wspólny pakiet izolacyjny o bardzo dobrych parametrach.

W gminie Biłgoraj, w granicach udokumentowanych złóż mioceńskich iłów krakowieckich „Sól”, o dużych miąższościach (średnio 19-30 m), wytypowano obszar możliwej lokalizacji składowisk odpadów wszystkich typów, w tym niebezpiecznych. Złoże jest suche, należy uwzględnić okresową obecność wód na kontakcie osadów nadkładu z iłami. Korzystne warunki hydrogeologiczne, rozpatrywane pod kątem składowania odpadów obojętnych występują w rejonie Soli, Dereźni Solskiej-Okragłego, Dąbrowicy-zachodnich peryferii Biłgoraja i Szeligi – tu również nie występuje użytkowy poziom wodonośny.

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

Na obszarze arkusza dominującą rolę pełni leśnictwo. Jedynym ośrodkiem miejskim i przemysłowym jest Biłgoraj. Duże kompleksy leśne Lasów Janowskich i Puszczy Solskiej, bogactwo zasobów przyrody, ich stopień zachowania i stan środowiska decydują o wysokim potencjale omawianego obszaru do uprawiania różnych form rekreacji.

Z uwagi na walory przyrodnicze regionu znaczna część terenu arkusza objęta jest różnymi formami ochrony przyrody. Są to: Park Krajobrazowy Lasów Janowskich, trzy rezerwaty przyrody oraz pomniki przyrody żywej. Planuje się utworzenie obszaru chronionego krajobrazu i rezerwatu przyrody. Lasy Janowskie i Puszcza Solaska są ostojami sieci ekologicznej Natura 2000. W granicach arkusza znajdują się również trzy specjalne obszary ochrony Siedlisk (Uroczyska Lasów Janowskich, Uroczyska Puszczy Solskiej oraz Bory Bagienne nad Bukową). Należy dążyć do trwałego zachowania równowagi ekologicznej w środowisku przyrodniczym, które jest największą wartością, mogącą przynieść wymierne korzyści mieszkańcom tego obszaru.

#### **XIV. Literatura**

- BOROWIEC J., 1990 – Torfowiska Regionu Lubelskiego. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa.
- BRZEZIŃSKA M., 1959 – Szczegółowa mapa geologiczna Polski, w skali 1:50 000, arkusz Biłgoraj. Wyd. Geol., Warszawa.
- BURACZYŃSKI J., 1997 – Roztocze. Budowa – rzeźba – krajobraz. Wyd. UMCS, Lublin.
- BURACZYŃSKI J. (red.), 2002 – Roztocze. Środowisko przyrodnicze. Wyd. Lubelskie.
- CZERWIŃSKA-TOMCZYK J. (red.), 2008 – Dokumentacja określająca warunki hydrogeologiczne dla ustanowienia obszaru ochronnego zbiornika wód podziemnych Niecka Lubelska (GZWP nr 406). Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.

- DRĄGOWSKI A., 1981 – Inżyniersko-geologiczna charakterystyka niszczenia skał masywowych Wyżyny Lubelskiej w wyniku pęcznienia i skurczu. Biul. Geol. UW, t. 29.
- FLISOWSKA E., 1971 – Sprawozdanie z prac zwiadowczo-geologicznych i poszukiwawczych za kruszywem naturalnym w powiecie biłgorajskim. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- GĄŁUS S., 2002 – Dokumentacja geologiczna złoża kruszywa naturalnego (piasku) „Sokolówka 1” w kategorii C<sub>1</sub>. Arch. Geol. Starostwa Powiatowego w Biłgoraju.
- GIZA R., GIZA T., 1992 – Uproszczona dokumentacja geologiczna z elementami zagospodarowania złoża piasku do robót drogowych „Nadrzecze”. Arch. Geol. Urzędu Marszałk. w Lublinie, Delegatura w Zamościu.
- GIZA R., GIZA T., GRUSZCZYŃSKI T., 1987 – Karta rejestracyjna złoża kruszywa naturalnego (piasku) „Andrzejówka”. Arch. Geol. Urzędu Marszałk. w Lublinie, Delegatura w Zamościu.
- GRABOWSKI D. (red.), WODYK K., MAŁEK M., 2007 – Mapa osuwisk i obszarów predisponowanych do występowania ruchów masowych w województwie lubelskim. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- Instrukcja** opracowania Mapy geośrodowiskowej Polski w skali 1:50 000. Państw. Inst. Geol., Warszawa 2005.
- KLECZKOWSKI A. S. (red.), 1990 – Mapa obszarów głównych zbiorników wód podziemnych (GZWP) w Polsce, wymagających szczególnej ochrony w skali 1:500 000. Wyd. AGH, Kraków.
- KNAPCZYK J., NICPOŃ W., 1981 – Sprawozdanie z badań zwiadowczych za surowcami węglanowymi do produkcji kruszyw łamanych w rejonie Roztocza, miejscowości: Wola Radzięcka – Wola Kątecka. Arch. Przeds. Geol. w Kielcach.
- KONDRACKI J., 2002 – Geografia regionalna Polski. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa.
- KOZINA S., 2002 – Mapa hydrogeologiczna Polski w skali 1:50 000, ark. Biłgoraj. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- KRUK L., GÓRKA J., 1996 – Dokumentacja hydrogeologiczna zbiornika wód podziemnych nr 428. 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 w skali 1:2 500 000. Państw. Inst. Geol. Warszawa.

- MALINOWSKI J., 1964 – Budowa geologiczna i własności geotechniczne lessów Roztocza i Kotliny Zamojskiej między Szczebrzeszynem i Turobinem. Pr. Inst. Geol., 41.
- MARKS L., BER A., GOGOŁEK W., PIOTROWSKA K., 2006 – Mapa geologiczna Polski w skali 1:500 000. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- MAZURKIEWICZ Z., 1961 – Dokumentacja geologiczna złoża ilów ceramiki budowlanej w Soli k/Biłgoraja. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- MĄDRY S., KWAPISZ B., 2005 – Mapa geologiczno-gospodarcza Polski w skali 1:50 000, arkusz Biłgoraj. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- OSTRZYŻEK S., DEMBEK W., 1996 – Zlokalizowanie i charakterystyka złóż torfowych w Polsce spełniających kryteria potencjalnej bazy zasobowej z ustaleniem i uwzględnieniem wymogów związanych z ochroną i kształtowaniem środowiska. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- POPIELSKI W., 1991a – Szczegółowa mapa geologiczna Polski, w skali 1:50 000, arkusz Tarnogród. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- POPIELSKI W., 1991b – Objasnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski, w skali 1:50 000, arkusz Tarnogród. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- POPIELSKI W., 1994a – Szczegółowa mapa geologiczna Polski, w skali 1:50 000, arkusz Teresopol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- POPIELSKI W., 1994b – Objasnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski, w skali 1:50 000, arkusz Teresopol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- PROFIC A., BARTNIK E., 1974 – Dokumentacja geologiczna (dodatek) w kat. C1+B złoża surowców ilastych przydatnych do produkcji keramzytu i glinoporytu „Sól”. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- Raport** o stanie środowiska województwa lubelskiego w roku 2009. Biblioteka Monitoringu Środowiska, 2010, WIOŚ, 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.
- 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. Dziennik Ustaw nr 61, poz. 549, z późniejszymi zmianami.
- Rozporządzenie** Ministra Środowiska z dnia 20 sierpnia 2008 r. w sprawie sposobu klasyfikacji stanu jednolitych części wód powierzchniowych. Dziennik Ustaw nr 162, poz. 1008.

- SIERANT M., 1983 – Dokumentacja technicznych badań podłoża gruntowego do projektu technicznego kanalizacji sanitarnej do osiedla „Przemysłowa” w Biłgoraju. Arch. Geol. Urzędu Marszałk. w Lublinie, Delegatura w Zamościu.
- SIERANT M., 1989 – Dokumentacja technicznych badań podłoża gruntowego do projektu technicznego budowy Domu Opieki Społecznej we Frampolu. Arch. Geol. Urzędu Marszałk. w Lublinie, Delegatura w Zamościu.
- SIERANT M., 1995 – Dokumentacja geologiczna uproszczona w kat. C<sub>1</sub> złoża kruszywa naturalnego (piasku) dz. nr 962 i 963 w miejscowości Kąty. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- SIERANT M., 2007 – Dokumentacja geologiczna w kategorii C<sub>1</sub> złoża kruszywa naturalnego „Kąty III”. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- SIERANT M., 2008 – Dodatek nr 1 do dokumentacji geologicznej w kat. C<sub>1</sub> złoża kruszywa naturalnego „Kąty 2” w związku z zakończeniem eksploatacji. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- SIERANT M., SIERANT J., 2000 – Uproszczona dokumentacja geologiczna złoża w kategorii rozpoznania C<sub>1</sub> kruszywa naturalnego (piasku) „Kąty 2”. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- SILIWOŃCZUK Z., 1983 – Karta rejestracyjna złoża kruszywa naturalnego – piaski „Frampol”. Arch. Geol. Urzędu Marszałk. w Lublinie, Delegatura w Zamościu.
- 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. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
- STRZELECKI R., WOŁKOWICZ S., SZEWCZYK J., LEWANDOWSKI P., 1994 – Mapy radioekologiczne Polski. Część II: Mapy koncentracji uranu, toru i potasu w Polsce. Skala 1:750 000. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
- STUPNICKA E., 1989 – Geologia regionalna Polski. Wyd. Geol., Warszawa.
- Ustawa** o odpadach z dnia 27 kwietnia 2001 r. (tekst jednolity z 2010 r.). Dziennik Ustaw nr 185, poz. 1243, z późniejszymi zmianami.
- WOIŃSKI J., 1994 – Mapa geologiczna Polski w skali 1:200 000 (A – mapa utworów powierzchniowych), arkusz Rzeszów. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- WOŁKOWICZ S., MALON A., TYMIŃSKI M. (red.), 2010 – Bilans zasobów kopalin i wód podziemnych w Polsce wg stanu na 31.12.2009. Państw. Inst. Geol., Warszawa.



ŻURAK J., MUSIAŁ B., 1973 – Projekt badań geologicznych dla udokumentowania w kat. C<sub>2</sub> złoża ilów krakowieckich do produkcji cienkościennej ceramiki budowlanej w rejonie miejscowości Flisy. Arch. Przeds. Geol. w Kielcach.

**Zasady** dokumentowania złóż kopalin stałych, 2002, Ministerstwo Środowiska, Warszawa.