

# **PAŃSTWOWY INSTYTUT GEOLOGICZNY**

OPRACOWANIE ZAMÓWIONE PRZEZ MINISTRA ŚRODOWISKA

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

**Arkusz TARNÓW (977)**



Warszawa 2004

Autorzy: Jacek Bajorek<sup>\*</sup>, Izabela Bojakowska<sup>\*\*\*</sup>, Józef Lis<sup>\*\*\*</sup>, Marek Nieć<sup>\*\*</sup>,  
Anna Pasieczna<sup>\*\*\*</sup>, Ewa Poręba<sup>\*</sup>, Andrzej Romanek<sup>\*</sup>, Ewa Salamon<sup>\*\*</sup>,  
Wojciech Woliński<sup>\*</sup>, Hanna Tomassi-Morawiec<sup>\*\*\*</sup>

Główny koordynator Mapy geologiczno-gospodarczej Polski: Małgorzata Sikorska-Maykowska<sup>\*\*\*</sup>

Redaktor regionalny: Barbara Radwanek-Bąk<sup>\*\*\*</sup>

Redaktor tekstu: Piotr Kaszycki<sup>\*\*\*</sup>

\* - Przedsiębiorstwo Geologiczne S.A. w Krakowie, Al. Kijowska 14, 30-079 Kraków

\*\* - Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN w Krakowie, ul. Wybickiego 7, 30-950 Kraków

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

## Spis treści

I	Wstęp.....	4
II	Charakterystyka geograficzna i gospodarcza ( <i>E. Salamon</i> ).....	4
III	Budowa geologiczna ( <i>M. Nieć</i> ).....	8
IV	Złoża kopalin ( <i>E. Poręba</i> ) .....	10
	1. Gaz ziemny.....	14
	2. Kruszywo naturalne.....	15
	3. Kopaliny ilaste ceramiki budowlanej.....	21
V	Górnictwo i przetwórstwo kopalin ( <i>E. Poręba</i> ).....	23
VI	Perspektywy i prognozy występowania kopalin ( <i>E. Poręba</i> ).....	25
VII	Warunki wodne.....	27
	1. Wody powierzchniowe ( <i>J. Bajorek</i> ).....	27
	2. Wody podziemne ( <i>J. Bajorek, E. Salamon</i> ).....	29
VIII	Geochemia środowiska.....	31
	1. Gleby ( <i>J. Lis, A. Pasieczna</i> ).....	31
	2. Osady wodne ( <i>I. Bojakowska</i> ).....	34
	3. Pierwiastki promieniotwórcze w glebach ( <i>H. Tomassi-Morawiec</i> ).....	36
IX	Składowanie odpadów ( <i>A. Romanek</i> ).....	38
X	Warunki podłoża budowlanego ( <i>E. Salamon</i> ).....	43
XI	Ochrona przyrody i krajobrazu ( <i>W. Woliński</i> ).....	44
XII	Zabytki kultury ( <i>E. Salamon</i> ).....	48
XIII	Podsumowanie <i>E. Salamon</i> ).....	50
XIV	Literatura.....	51

## **I Wstęp**

Arkusz Tarnów „Mapy geośrodowiskowej Polski w skali 1:50 000” (MGP) został wykonany w Przedsiębiorstwie Geologicznym S.A. w Krakowie w 2003 roku. Przy jego opracowaniu wykorzystano materiały archiwalne i informacje zamieszczone na arkuszu Tarnów Mapy geologiczno-gospodarczej Polski, w skali 1:50 000 (MGGP) wykonanym w roku 2000 w Instytucie Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN w Krakowie (Salamon, Nieć, 2000). Niniejsze opracowanie powstało zgodnie z instrukcją opracowania i aktualizacji MGGP (Instrukcja..., 2002) oraz z niepublikowanym aneksem do Instrukcji dotyczącym wykonania warstwy tematycznej „Składowanie odpadów”.

Mapa geośrodowiskowa Polski zawiera dane zgrupowane w sześciu warstwach informacyjnych: kopaliny, górnictwo i przetwórstwo kopalin, wody powierzchniowe i podziemne, ochrona powierzchni ziemi (warstwy tematyczne: geochemia środowiska, składowanie odpadów), warunki podłoża budowlanego oraz ochrona przyrody i zabytków kultury.

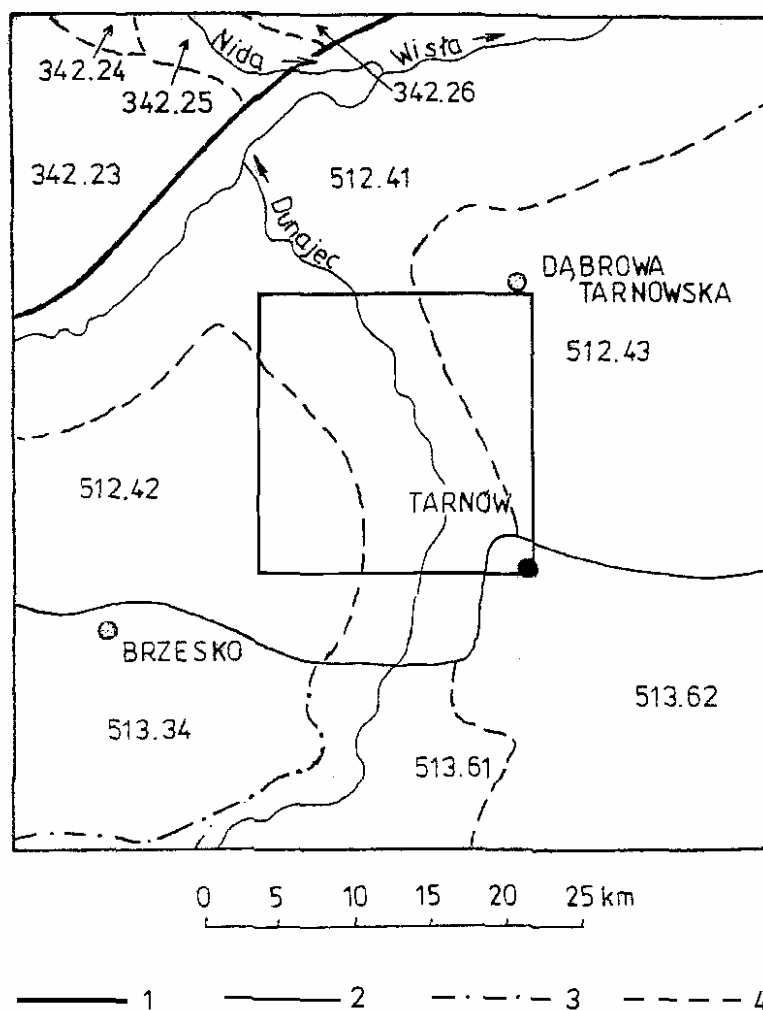
Do opracowania mapy wykorzystano mapy glebowo-rolnicze i dane uzyskane w Małopolskim Urzędzie Wojewódzkim Placówce Zamiejscowej w Tarnowie, Starostwach Powiatowych w Tarnowie, Brzesku i Dąbrowie Tarnowskiej, w Urzędzie Miasta Tarnowa i w urzędach gmin. Informacje archiwalne zweryfikowano na podstawie wizji lokalnej.

Dane dotyczące złóż kopalin zostały zamieszczone w kartach informacyjnych opracowanych do komputerowej bazy danych o złożach.

## **II Charakterystyka geograficzna i gospodarcza**

Arkusz Tarnów ograniczony jest współrzędnymi geograficznymi 20°45' - 21°00' długości geograficznej wschodniej oraz 50°00' - 50°10' szerokości geograficznej północnej.

Położony jest on na terenie województwa małopolskiego. Przeważającą część jego powierzchni zajmuje powiat tarnowski (gminy: Radłów, Żabno, Wierzchosławice, Tarnów, Lisia Góra, Wietrzychowice) i powiat grodzki - miasto Tarnów. Niewielki fragment wzdłuż zachodniej granicy arkusza zajmuje powiat brzeski (gminy: Szczurowa, Borzęcin, Dębno), zaś na północy i północnym wschodzie powiat Dąbrowa Tarnowska (gminy: Olesno, Dąbrowa Tarnowska).



**Fig. 1 Położenie arkusza Tarnów na tle jednostek fizycznogeograficznych wg J. Kondrackiego (1998)**

1 - granica prowincji, 2 - granica podprowincji, 3 - granica makroregionu, 4 - granica mezoregionu

Prowincja Wyżyny Polskie

Podprowincja Wyżyna Małopolska

Mezoregiony Niziny Nidziańskiej: 342.23 - Płaskowyż Proszowicki, 342.24 - Garb Wodzisławski, 342.25 - Dolina

Nidy, 342.26 - Niecka Solecka

Prowincja Karpaty Zachodnie z Podkarpaciem

Podprowincja Północne Podkarpacie

Mezoregiony Kotliny Sandomierskiej: 512.41 - Nizina Nadwiślańska, 512.42 - Podgórze Bocheńskie, 512.43 - Pła-

skowyż Tarnowski

Podprowincja Zewnętrzne Karpaty Zachodnie

Mezoregiony Pogórza Zachodniobeskidzkiego: 513.34 - Pogórze Wiśnickie

Mezoregiony Pogórza Środkowobeskidzkiego: 513.61 - Pogórze Rożnowskie, 513.62 - Pogórze Ciężkowickie

Położenie arkusza na tle jednostek fizycznogeograficznych według J. Kondrackiego (1998) przedstawia figura 1. Znajduje się on w prowincji Karpaty Zachodnie z Podkarpaciem, podprowincji Północne Podkarpacie, w zachodniej części makroregionu Kotliny Sandomierskiej. Arkusz Tarnów obejmuje wschodni brzeg Podgórze Bocheńskiego i zachodnią część Płaskowyżu Tarnowskiego, które rozdzielone są szeroką doliną Dunajca należącą do Niziny Nadwiślańskiej. Niewielki południowo-wschodni fragment arkusza znajduje się w podprowincji Zewnętrzne Karpaty Zachodnie, mezoregionie Pogórza Środkowobeskidzkie, podpro-

wincji Pogórze Ciężkowickie. Podgórze Bocheńskie w obrębie arkusza to tzw. Równina Radłowska, o wysokości 185-200 m n.p.m., wzniesiona około 10 m ponad dolinę Dunajca i lekko nachylona w kierunku północnym. Płaskowyż Tarnowski wznosi się nad wschodnim brzegiem doliny Dunajca, tworząc wyraźny próg morfologiczny, którego maksimum wysokości w obrębie arkusza (do około 265-270 m n.p.m.) znajduje się w okolicy Pawężowa i Śmigna. Opada on łagodnie w kierunku północnym, ku dolinie Brenia.

Klimat omawianego obszaru jest umiarkowanie ciepły, zalicza się do klimatu podgórskich nizin i kotlin. Średnia roczna temperatura wynosi 8,8°C, a średnia ilość opadów w ciągu roku wynosi 760 mm. Długość okresu wegetacyjnego waha się od 220 do 230 dni (średnio 227 dni).

Największym ośrodkiem przemysłowym arkusza jest miasto Tarnów (ponad 120 tys. mieszkańców). Jego dzielnicę (Mościce) położoną w widłach Dunajca i Białej zajmuje największa fabryka Tarnowa - Zakłady Azotowe, wielki kombinat chemiczny, który produkuje szereg wyrobów: obok nawozów azotowych także związki chemii organicznej - między innymi: surowce do produkcji wielu włókien sztucznych, gazy techniczne (chlor, tlen, azot, acetylen). Zakłady Azotowe posiadają Zakład Naukowo-Badawczy, Biuro Projektów, Zakład Budowy Aparatury Chemicznej, szpital i przychodnię lekarską, obiekty sportowe (hala sportowo-widowiskowa, boiska, tor żużlowy, basen letni i kryty).

W Tarnowie znajduje się ponadto kilkadziesiąt zakładów przemysłowych. Do ważniejszych należą: Zakłady Mechaniczne „Tarnów” S.A., Fabryka Silników Elektrycznych „Tamel”, Huta Szkła Gospodarczego „Fantazja”, Fabryka Maszyn Pralniczych „Pralf”, Tarnowskie Zakłady Przetwórstwa: Mięsnego „Mięstar”, Owocowo-Warzywnego „Owintar”, Przedsiębiorstwo Przemysłu Chłodniczego „Fritar”. Są tu liczne hurtownie: materiałów budowlanych, metalowych, artykułów spożywczych, przemysłowych, elektrycznych, chemicznych i chemii gospodarczej oraz wiele innych. Znajduje się tu szereg spółdzielni pracy: budownictwa, przemysłu metalowo-drzewnego, zaopatrzenia ogrodniczego, przemysłu odzieżowego.

Tarnów należy do miast o dużej skali zagrożenia środowiska naturalnego. Według danych GUS w 2000 roku zajmował 31 miejsce wśród 149 najbardziej zagrożonych miast Polski (Gołębiowska i in., 2003). W Tarnowie występuje wysoki wskaźnik dla emisji dwutlenku azotu wynoszący 51,5 Mg/km<sup>2</sup> przy średniej krajowej 1,2 Mg/km<sup>2</sup>, znaczący pyłów – 12,3 Mg/km<sup>2</sup> (średnia krajowa 0,6 Mg/km<sup>2</sup>) i dwutlenku siarki 59,0 Mg/km<sup>2</sup> (średnia krajowa 3,3 Mg/km<sup>2</sup>). Do najbardziej uciążliwych dla środowiska należą Zakłady Azotowe S.A. w Tarnowie, Miejskie Przedsiębiorstwo Energetyki Ciepłej w Tarnowie, Huta Szkła Gospo-

darczego, Zakłady Mechaniczne „Tarnów” S.A. i Przedsiębiorstwo Przemysłu Chłodniczego „Fritar”

Drugim mniejszym ośrodkiem przemysłowym regionu, ale uciążliwym dla środowiska były do początku lat 90-ch Niedomickie Zakłady Celulozy, położone w dolinie Dunajca w gminie Żabno. Obecnie Zakłady zostały zlikwidowane, a pomieszczenia przeznaczone dla drobnej wytwórczości, usług, hurtowni, magazynów itp.

W gminach doliny Dunajca skupiony jest przemysł wydobywczy surowców mineralnych (kruszywa naturalnego), w wyniku którego powstało szereg poeksploatacyjnych zbiorników wodnych. Powodują one przekształcenie dotychczasowego krajobrazu.

Głównym zajęciem ludności (poza miejską strefą uprzemysłowioną i eksploatacją kopalni) jest produkcja rolnicza, usługi, drobne rzemiosło i handel. Rolnicza działalność, pomimo bardzo urodzajnych gleb, coraz bardziej upada z powodu braku zbytu produktów i ich niskich cen.

W dolinie Dunajca i na Płaskowyżu Tarnowskim występują gleby klas I-IVa podlegające ochronie. Są to gleby wysokich klas bonitacyjnych zaliczane do kompleksów: pszennego bardzo dobrego i dobrego oraz zbożowo-pastewnego mocnego. Zajmują one około 50 % powierzchni arkusza. W starorzeczach i w śródleśnych obniżeniach terenu występują podlegające ochronie łąki na glebach pochodzenia organicznego.

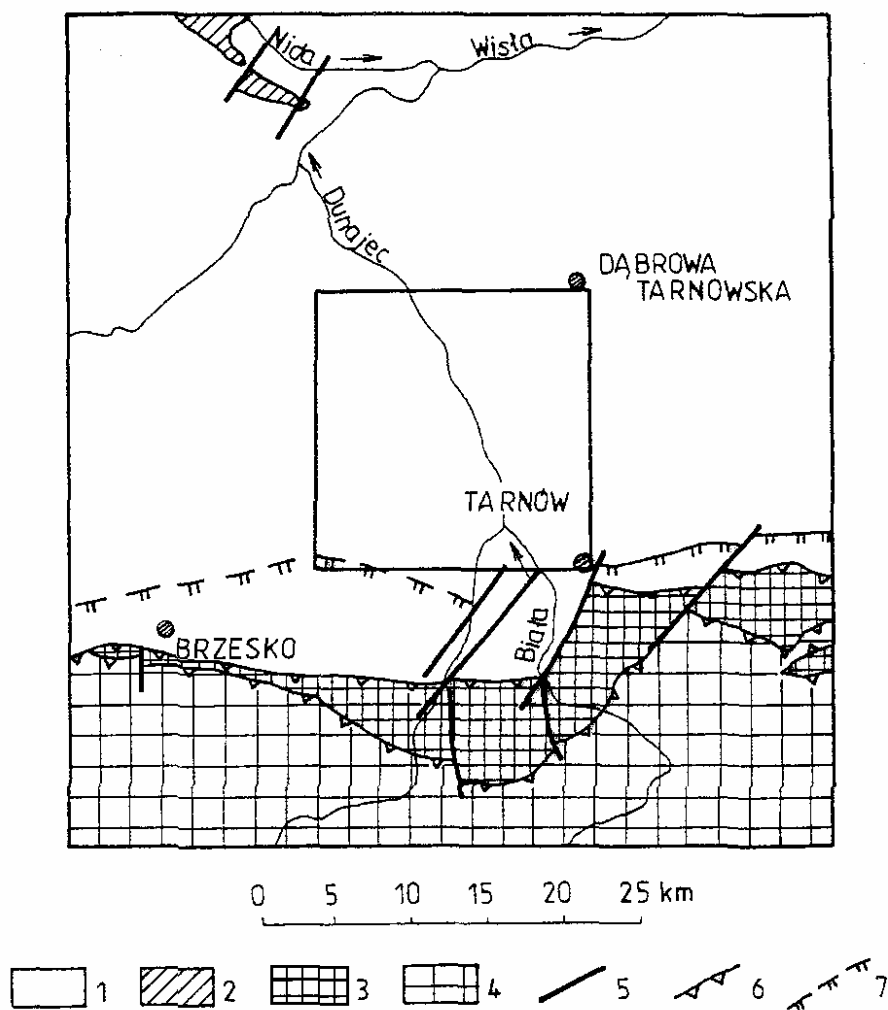
Lasy zajmują około 20 % powierzchni arkusza Tarnów. Zajmują zwarty obszar w zachodniej i południowo-zachodniej części arkusza zwany Lasem Radłowskim.

W południowej części arkusza przebiega równoleżnikowo zelektryfikowana magistrala kolejowa Kraków-Medyka. Równolegle do niej projektowany jest przebieg autostrady A-4, z węzłem w Wierzchosławicach dla północnej i południowej obwodnicy wokół Tarnowa. Od Tarnowa w kierunku północnym prowadziło (od 1906 roku) połączenie kolejowe do Szczucina przez Łęg Tarnowski, Żabno, Dąbrowę Tarnowską, które bardzo ożywiło gospodarczo ten rejon. W 2000 roku względy ekonomiczne doprowadziły do likwidacji tej drogi komunikacyjnej.

Poszczególne miejscowości na terenie arkusza połączone są siecią asfaltowych dróg powiatowych oraz lokalnych o utwardzonej nawierzchni. Brzegi Dunajca w obrębie arkusza łączą dwa mosty: na południu Ostrów - Kępa Bogumiłowicka oraz w części środkowej Żabno - Biskupice Radłowskie. Do niedawna istniało na Dunajcu dodatkowe połączenie promowe miejscowości Bobrowniki Małe i Wielkie.

### III Budowa geologiczna

Budowę geologiczną omawianego terenu przedstawiono na podstawie Mapy geologicznej Polski 1:200 000, A – arkusz Tarnów 1:50 000 z objaśnieniami (Jurkiewicz, Woiński, 1977, 1980). Obszar arkusza Tarnów znajduje się w całości w granicach Zapadliska Przedkarpacciego (Fig. 2), w jego zachodniej części. Jest to obszar dość dobrze rozpoznany dzięki licznym wierceniom wykonywanym w związku z poszukiwaniami złóż ropy naftowej i gazu ziemnego oraz kruszywa naturalnego. Najgłębsze otwory wiertnicze przekraczają 2000 m (np. Biadolinie Bd-9 - głębokości 2322 m, Radłów 5 o głębokości 2733 m).



**Fig. 2** Położenie arkusza Tarnów na tle szkicu geologicznego regionu (bez utworów czwartorzędowych) według K. Żytki i innych (1989)

1 - morskie osady miocenu zapadliska, 2 - kredowe utwory monokliny; utwory fliszu karpacciego: 3 - jednostka podśląska, 4 - jednostka śląska, 5 - uskoki, 6 - granica nasunięcia karpacciego, 7 - granica sfałdowanych utworów miocenu

Podłoże zapadliska budują utwory karbonu dolnego, jurajskie i kredowe. Utwory karbonu dolnego, stwierdzone na głębokości 2000-2074 m poniżej poziomu morza, stanowią wapnienie (częściowo rafowe). Osady jurajskie o miąższości około 680 m reprezentowane są

przez wapienie, miejscami zdolomityzowane. Na nich leżą wapienie margliste i margle kredy górnej podścielone cienką, nieciągłą warstwą piaskowców i zlepieńców cenomańskich. Miąższość utworów kredowych wynosi około 160-360 m.

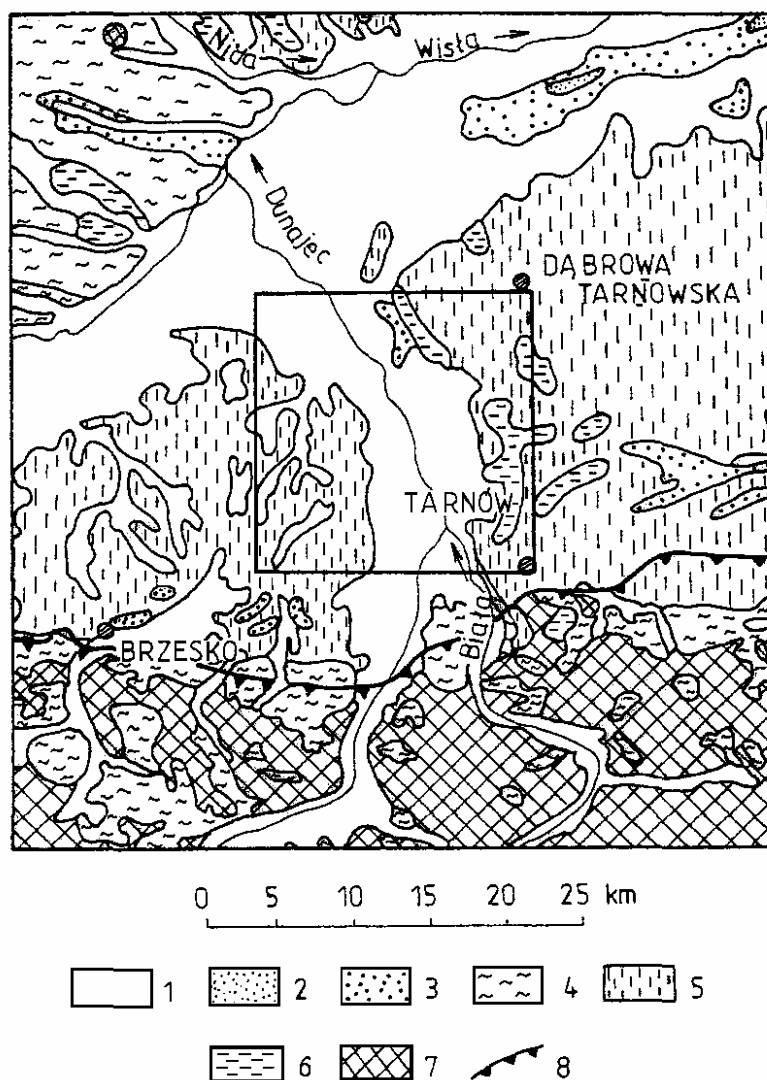
Osady jurajskie i kredowe przykryte są grubym płaszczem utworów trzeciorzędowych. Reprezentowane są one przez morskie osady miocenu (badenu i sarmatu), które wypełniają zapadlisko przedkarpackie. Są to ily mułowce z przewarstwieniami piasków, piaskowców oraz w dolnej części także gipsów i anhydrytów. Przy południowej granicy arkusza pojawia się w dolnej części utworów mioceńskich (badenu) także sól kamienna.

Mioceńskie osady posiadają tu skomplikowaną budowę, spowodowaną ich sfałdowaniem przy brzegu położonych dalej na południe Karpat (Jurkiewicz, Woźniński, 1980). Tworzą one dwa fałdy obalone ku północy, określane jako łuski Wojnicza i Biadolin, które nasunięte są na niesfałdowane osady mioceńskie leżące na podłożu kredowym. Brzeg nasunięcia przebiega ukośnie w stosunku do południowej granicy arkusza, wzdłuż linii Szujec-Ostrów.

Na północ od tej linii pod nakładem utworów czwartorzędowych lub na powierzchni występują osady dolnego sarmatu, reprezentowane przez ily z przewarstwieniami mułowców wapnistych lub drobnoziarnistych piaskowców określane jako ily krakowieckie. Są one doskonałym surowcem dla potrzeb ceramiki budowlanej.

Na przeważającym obszarze arkusza utwory mioceńskie przykryte są przez osady czwartorzędowe plejstocieńskie i holocieńskie (Fig. 3).

Osady plejstocieńskie związane są ze zlodowaczeniami południowopolskimi. Budują one Równinę Radłowską i Płaskowyż Tarnowski. Są to piaski fluwioglacjalne oraz gliny zwałowe, występujące tylko na Płaskowyżu Tarnowskim. Mają one zróżnicowaną miąższość od 2 do ponad 10 m. Piaszczysto-żwirowe osady plejstocieńskie tworzą taras o wysokości 8-15 m, wzniesiony ponad koryto Dunajca. Rozcięty jest on przez dolinę Dunajca wypełnioną holocieńskimi aluwiami. Budują one dwa tarasy: łęgowy (zalewowy), o wysokości 2-3 m nad poziom Dunajca oraz rędzinny (nadzalewowy), położony 3-6 m powyżej lustra wody Dunajca. Powierzchnia tarasu rędzinnego pocięta jest licznymi starorzeczami. Wyróżnia się tu 3-4 ich generacje, posiadające zróżnicowane promienie, zależnie od szybkości przepływu wody (Sokolowski, 1991). Wypełniają je osady mułkowe, niekiedy ilaste, piaski. W ich obrębie brak zwykle pól uprawnych, zarośnięte są one roślinnością trawiastą lub krzewami. Tworzą najczęściej suche formy. Na północ od Radłowa sporadycznie są one wypełnione wodą. Na wschód od koryta Dunajca ślady meandrów są rzadkie, spotyka się je w okolicy Żabna, Niedomic. Na obszarze tarasu plejstocieńskiego występują lokalnie piaski eoliczne, budujące wały wydymowe i wydmy paraboliczne.



**Fig. 3** Położenie arkusza Tarnów na tle szkicu geologicznego regionu wg E. Rühlego (1986)

CZwartorzęd: Holocen: 1 - mady, ily, piaski miejscami ze żwirami akumulacji rzecznej; 2 - piaski eoliczne; Plejstocen: 3 - utwory piaszczyste akumulacji rzecznej, lokalnie tworzące wyższe tarasy; 4 - lessy, lessy spiaszczone i gliny lessowate; 5 - gliny zwałowe i ich aluwia; TRZECIORZĘD - Miocen morski: 6 - ily i mułowce (sarmat, baden); 7 - kredowo-trzeciorzędowe osady fliszu karpackiego; 8 - granica nasunięcia karpackiego

#### IV Złóża kopalin

W granicach obszaru objętego arkuszem Tarnów znajduje się obecnie 45 złóż kopalin: 3 złoża kopalin energetycznych - gazu ziemnego oraz 42 złoża kopalin skalnych, w tym – 36 kruszywa naturalnego i 6 ilastych ceramiki budowlanej (Przeniosło (red.), 2002). Ogólną charakterystykę gospodarczą złóż oraz ich klasyfikację przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1

## Złoza kopalni i ich charakterystyka gospodarcza oraz klasyfikacja

Numer złoza na mapie	Nazwa złoza	Rodzaj kopaliny	Wiek kompleksu litologiczno-surowcowego	Zasoby geologiczne bilansowe [tys. t, tys. m <sup>3</sup> *, mln m <sup>3</sup> **]	Kategoria rozpoznania	Stan zagospodarowania złoza	Wydobycie [tys. t, tys. m <sup>3</sup> *, mln m <sup>3</sup> **]	Zastosowanie kopaliny	Klasyfikacja złoza		Przyczyny konfliktowości złoza
				wg stanu na 31.12.2001 (Przeniosło, 2002)					Klasy 1-4	Klasy A-C	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Żabno II	p	Q	888	C <sub>1</sub> *	Z	0	Skb	4	A	-
2	Sieradza	i(ic)	Tr	3 374 *	B+C <sub>2</sub>	G	8,*	Scb	4	A	-
3	Włosienice	i(ic)	Tr	3 353 *	C <sub>2</sub>	N	-	Scb	4	B	G1
4	Rej. Dąbrowy Tarnowskiej - Obszar Sieradza	p	Q	3 766	C <sub>2</sub>	N	-	Skb	4	B	G1
5	Biskupice Radłowskie	pż	Q	4 513	C <sub>1</sub>	G	b.d.	Skb	4	B	G1
6	Wał Ruda - Wojdakowa Linia	p	Q	623	C <sub>1</sub>	G	46	Skb	4	B	L
7	Wał Ruda - Borowce	pż	Q	2 581	C <sub>1</sub> +C <sub>2</sub>	G	41	Skb	4	B	G1
8	Wola Radłowska-Grądy I	pż	Q	7 466	C <sub>1</sub>	N	-	Skb	4	A	-
9	Wola Radłowska	pż	Q	3 837	C <sub>1</sub>	N	-	Skb	4	A	-
10	Biskupice Gródek	pż	Q	277	C <sub>1</sub>	Z	0	Skb	4	C	OP
11	Głów	pż	Q	1 682	C <sub>1</sub> +B	N	-	Skb	4	C	OP
12	Ilkowice	pż	Q	4 581	C <sub>1</sub> +B	N	-	Skb	4	C	OP
13	Łukowa	i(ic)	Tr	7 659 *	C <sub>2</sub>	N	-	Scb	4	B	G1
14	Łukowa I	i(ic)	Tr	203 *	C <sub>1</sub> *	Z	0	Scb	4	A	-
15	Brzeźnica Rudki	pż	Q	5 372	C <sub>1</sub>	N	-	Skb	4	A	-
16	Brzeźnica	pż	Q	399	C <sub>1</sub>	G	20	Skb	4	B	G1
17	Radłów - Pole Północne	g(gc)	Q	79 *	C <sub>1</sub> +B	Z	0	Scb	4	A	-
19	Skalka	pż	Q	827	C <sub>1</sub>	N	-	Skb	4	B	G1
20	Bobrowniki II	pż	Q	11 874	C <sub>1</sub> +B	N	-	Skb	4	C	OP, G1
21	Radłów	pż	Q	35 918	C <sub>1</sub> +B	G	496	Skb	4	A	-
22	Niwka - Północ	pż	Q	9 699	C <sub>1</sub> +B	G	33	Skb	4	A	-

Numer złoże na mapie	Nazwa złoże	Rodzaj kopaliny	Wiek kompleksu litologiczno-surowcowego	Zasoby geologiczne bilansowe [tys. t, tys. m <sup>3</sup> *, mln m <sup>3</sup> **]	Kategoria rozpoznania	Stan zagospodarowania złoże	Wydobycie [tys. t, tys. m <sup>3</sup> *, mln m <sup>3</sup> **]	Zastosowanie kopaliny	Klasyfikacja złoże		Przyczyny konfliktowości złoże
				wg stanu na 31.12.2001 (Przeniosło, 2002)					Klasy 1-4	Klasy A-C	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
23	Bobrowniki - Skalka	pż	Q	21 843	C <sub>2</sub>	N	-	Skb	4	B	G1
24	Bobrowniki Wielkie	pż	Q	6 111	B +C <sub>1</sub> + C <sub>2</sub>	G	139	Skb	4	C	OP, G1
25	Gosławice	pż	Q	16 579	C <sub>2</sub>	N	-	Skb	4	B	G1
26	Biała - Bobrowniki	ż	Q	1 293	C <sub>1</sub>	G	179	Skb	4	B	G1
27	Krzyż	i(ic)	Tr	733 *	C <sub>1</sub> +B	G	0*	Scb	4	A	-
28	Trzydniaki	pż	Q	9 993	C <sub>1</sub> +C <sub>2</sub> +B	G	133	Skb	4	A	-
29	Niwka - Dwudniaki	pż	Q	3 444	C <sub>1</sub> +B	Z	0	Skb	4	A	-
30	Borowiec	pż	Q	53 230	B +C <sub>1</sub> + C <sub>2</sub>	N	-	Skb	4	B	G1
31	Biedacz	p	Q	578	C <sub>1</sub>	N	-	Skb	4	B	L
32	Łętowice - Bogumiłowice	G	Tr	373,83 **	B+C	G	12,76**	E	2	A	-
33	Szujec	ż	Q	8 782	C <sub>2</sub>	Z	0	Skb	4	A	-
34	Wierzchosławice	G	Cr, J	119,74 **	B	G	0	E	2	A	-
35	Bogumiłowice	ż	Q	20 935	C <sub>1</sub>	N	-	Skb	4	B	G1
36	Tarnów - Miocen	G	Tr	1 748,92**	B	G	98,39**	E	2	A	-
37	Wielopole Moszczyńskie	p	Q	141	C <sub>1</sub>	N	-	Skb	4	B	L, G1
38	Lesisko	p	Q	62	C <sub>1</sub>	G	10	Skb	4	B	L
39	Sieradza Linie*	p	Q	144	C <sub>1</sub>	N	-	Skb	4	A	-
40	Zabawa*	pż	Q	3 501	C <sub>1</sub>	N	-	Skb	4	A	-
41	Żabno - Pogwizdów*	pż	Q	5 987	C <sub>1</sub>	N	-	Skb	4	B	G1
42	Wola Radłowska - Grądy II – Brzeźnica*	pż	Q	43 286	C <sub>1</sub>	N	-	Skb	4	B	G1
43	Brzeźnica III	pż	Q	1 645	C <sub>1</sub>	N	-	Skb	4	A	-
44	Brzeźnica II	pż	Q	8 846	C <sub>1</sub>	N	-	Skb	4	A	-
45	Sanoka I	pż	Q	3 929	C <sub>1</sub>	G	162	Skb	4	B	G1
46	Waryś	pż	Q	4 232	C <sub>1</sub>	G	40	Skb	4	A	-

Numer złoże na mapie	Nazwa złoże	Rodzaj kopaliny	Wiek kompleksu litologiczno-surowcowego	Zasoby geologiczne bilansowe [tys. t, tys. m <sup>3</sup> *, mln m <sup>3</sup> **]	Kategoria rozpoznania	Stan zagospodarowania złoże	Wydobycie [tys. t, tys. m <sup>3</sup> *, mln m <sup>3</sup> **]	Zastosowanie kopaliny	Klasyfikacja złoże		Przyczyny konfliktowości złoże
				wg stanu na 31.12.2001 (Przeniosło, 2002)					Klasy 1-4	Klasy A-C	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	Sanoka	pż	Q	-		ZWB					
	Sieradza - Fiuk	p	Q	-		ZWB					
	Radłów - Bór	p	Q	-		ZWB					
	Czajki	pż	Q	-		ZWB					
	Wierzchosławice	pż	Q	-		ZWB					
	Kantoria	i(ic)	Tr	-		ZWB					

Rubryka 2: \* - zasoby wg dokumentacji (złoże nie figuruje w bilansie zasobów)

Rubryka 3: G - gaz ziemny, g (gc) - gliny ceramiki budowlanej, i (ic) - ły ceramiki budowlanej, pż - piaski i żwiry, p - piaski, z - żwiry

Rubryka 4: Q - czwartorzęd, Tr - trzeciorzęd, Cr - kreda, J - jura

Rubryka 6: C<sub>1</sub>\* - złoże zarejestrowane

Rubryka 7: G - zagospodarowane, N - niezagospodarowane, Z - zaniechane, ZWB - złoże wykreślone z bilansu (zlokalizowane na mapie dokumentacyjnej zamieszczonej w materiałach archiwalnych)

Rubryka 9: E - energetyczne, Scb - ceramiki budowlanej, Skb - kruszyw budowlanych

Rubryka 10: złoże: 2 - rzadko występujące w skali kraju, 4 - powszechne, licznie występujące, łatwo dostępne

Rubryka 11: złoże: A - małokonfliktowe, możliwe do zagospodarowania bez większych ograniczeń, B - konfliktowe, możliwe do eksploatacji po spełnieniu określonych wymagań, C - bardzo konfliktowe, wykluczające eksploatację

Rubryka 12: L - ochrona lasów, Gl - ochrona gleb, OP - ochrona przeciwpowodziowa

Przed rokiem 2000 skreślono z ewidencji zasobów, z powodu wyeksploatowania kopaliny złoża kruszywa naturalnego: „Wierzchosławice”, „Sieradza-Fiuk”, „Radłów-Bór”, ostatnio „Sanoka”. Natomiast złoża kruszywa naturalnego „Czajki” wybilansowano ze względu na zagospodarowanie terenu pod baseny osadnikowe do składowania odpadów przemysłowych Zakładów Azotowych S.A. w Tarnowie. Z ewidencji skreślone zostały też zasoby złoża iłw ceramiki budowlanej „Kantoria”, które obejmuje teren miejskich ogródków działkowych i parku miejskiego w Tarnowie.

## **1. Gaz ziemny**

Obszar omawianego arkusza charakteryzuje się wysokim stopniem rozpoznania złóż gazu ziemnego, który występuje w utworach jury, kredy i trzeciorzędu.

Z utworami jury i kredy związane jest złoża gazu ziemnego „Wierzchosławice” (Jawor, Baran, 1993, Dudek, 1997). Horyzontem gazonośnym są przewarstwiane marglami wapienie górnej kredy oraz wapienie i dolomity górnourajskie, skały występujące na głębokości 1259-1269 i 1272-1284 m. Powierzchnia złoża wynosi 52,8 ha. Parametry złożowe w tych kompleksach są następujące: temperatura – 328 i 324<sup>o</sup>K, a ciśnienie złożowe 14,84 i 14,95 MPa. Gaz ziemny zawiera 63-79% CH<sub>4</sub>, 21-28% N<sub>2</sub>, 25,4-47,6 g/cm<sup>3</sup> gazoliny oraz charakteryzuje się wartością opałową odpowiednio w kompleksach 6 938 i 6 1901 Kcal/m<sup>3</sup>. W śladowych ilościach 23 g/m<sup>3</sup> towarzyszy mu ropa naftowa.

Skalami zbiornikowymi gazu ziemnego w złożach „Łętowice-Bogumiłowice” i „Tarnów Miocen” (Baran, Jawor, 1996) są osady piaskowcowe oraz piaskowcowo-mułowcowe miocenu. Złoża „Łętowice-Bogumiłowice” o powierzchni 148,43 ha tworzą trzy struktury, z których dwie znajdują się w obszarze arkusza Tarnów. Gaz ziemny występuje tu w kilku piaskowcowych horyzontach wśród ilasto-mułowcowych utworów miocenijskich - badenu, położonych na głębokości 183-648 m. Pierwotne ciśnienie złożowe wynosi 5,76 MPa, a współczynnik nasycenia gazem - 0,85. Efektywna miąższość horyzontów złoża waha się od 1,4 do 34,7 m. Gaz jest wysokometanowy, zawierający średnio: 99,44% CH<sub>4</sub>, 0,32% C<sub>2</sub>H<sub>6</sub> oraz 4,49% N<sub>2</sub>. Charakteryzuje go ciepło spalania 39,77MJ/Nm<sup>3</sup>.

Gaz ziemny złoża „Tarnów-Miocen” (powierzchnia 430 ha) nagromadzony jest w 4 piaskowcowych poziomach miocenu. Charakteryzuje się on następującymi właściwościami fizyko-chemicznymi: wartością opałową 9 175 Kcal/m<sup>3</sup> oraz zawartościami - 76,3% metanu, 6,76% etanu i 10,49% azotu. Gaz ziemny w tym złożu towarzyszył parafinowo-asfaltowej ropie naftowej.

Złóża gazu ze względu na ochronę kwalifikują się do rzadkich w skali kraju – klasy 2, z uwagi na ochronę środowiska do małokonfliktowych, możliwych do zagospodarowania bez większych ograniczeń – klasy A.

## **2. Kruszywo naturalne**

Złóża piasków i żwirów związane są z tarasem holoceniowym i plejstoceniowym, doliny Dunajca, a zlokalizowane głównie w gminach: Radłów, Wierzchosławice, Żabno. Obecnie znajduje się tu 29 złóż kruszywa naturalnego: „Biskupice Radłowskie” (Radomski, 1999b), „Wał Ruda-Borowce” (Nowak, 1997b), „Brzeźnica” (Nowak, 1997c), „Radłów” (Wołkowicz, Surmacz, 1981), „Niwka - Północ” (Wołkowicz, Surmacz, 1980d), „Bobrowniki Wielkie” (Wołkowicz, Surmacz, 1980b), „Biała-Bobrowniki” (Radomski, 1998), „Trzydniaki” (Ryczek, 1975), „Sanoka I” (Nowak, 2000a), „Waryś” (Nowak, 2000b), „Wola Radłowska-Grądy I” (Radomski, 1999d), „Wola Radłowska” (Radomski, 1999c), „Biskupice Gródek” (Bardel, 1997), „Głów” (Flisowska, 1980b), „Ilkowice” (Sanecki, Surmacz, 1980), „Brzeźnica-Rudki” (Radomski, 1999a), „Skałka” (Wal, 1964), „Bobrowniki II” (Wołkowicz, Surmacz, 1980c), „Bobrowniki-Skałka” (Ryczek, 1968), „Gosławice” (Siembab, 1966), „Niwka-Dwudniaki” (Turza, 1976, Wołkowicz, Surmacz, 1980a), „Borowiec” (Karwacki, 1970, Flisowska, 1980a), „Szujec” (Turza, 1974), „Bogumiłowice” (Bogacz, 2000), „Zabawa” (Biel, 2003), „Żabno – Pogwizdów” (Nowak, 2002), „Wola Radłowska Grądy II Brzeźnica” (Biel, 2002), „Brzeźnica II” (Biel, 2000) i „Brzeźnica III” (Skiba, 2000). Podstawowe parametry geologiczno-górnictwa złóż kruszywa zestawiono w tabeli 2, a jakości kopaliny w tabeli 3. Złóża tarasu holoceniowego posiadają na ogół większą miąższość od złóż, leżących na tarasie plejstoceniowym (Nieć i in., 1999). Seria piaszczysto-żwirowa złóż, leżących na tarasie plejstoceniowym np. „Szujec”, „Trzydniaki”, „Niwka Północ” miąższości do około 5 m występuje pod 2 m nadkładem glin i mułków, natomiast seria ta w złóżach położonych na tarasie holoceniowym takich jak np. „Bobrowniki-Skałka”, „Gosławice” występuje pod 4 m nadkładem, a ma miąższość do ponad 10 metrów. W spągu prawie wszystkich złóż występują mioceńskie utwory ilaste. Seria piaszczysto-żwirowa cechuje się dużą zmiennością uziarnienia. Średni punkt piaskowy kopaliny w poszczególnych złóżach wynosi od 22,5 do 89,5%, średnia zawartość ziarnowej frakcji >4 mm waha się w przedziale 30,2-71,3%. W przeważającej liczbie złóż kopalina charakteryzuje się średnim punktem piaskowym 30-50%. Żwirowe kruszywo naturalne o średnim punkcie piaskowym <30% występuje w złóżach: „Szujec”, „Biała-Bobrowniki” i „Bogumiłowice”. Charakterystyczną cechą piasków i żwirów, budujących zło-

za jest na ogół niska zawartość pyłów średnio 0,5-5,7%, brak zanieczyszczeń obcych i organicznych oraz śladowa zawartość siarki całkowitej.

Tabela 2

**Parametry geologiczno-górnice złóż kruszywa naturalnego**

Nr złoży na mapie	Nazwa złoża	Rodzaj kopaliny	Powierzchnia złoża [ha]	Grubość nadkładu [m]	Miąszość złoża [m]	Zawodnienie
1	2	3	4	5	6	7
1	Żabno II (poła E i W)	p	8,22	0-0,7 0,3	0-6,6 3,7/5,3	Częściowo zawodnione
4	Rej. Dąbrowa Tarnowska - Obszar Sieradza	p	32,25	0,1-0,3 0,2	1,9-20,3 8,5	Częściowo zawodnione
5	Biskupice Radłowskie	pż	20,71	0,4-1,8 0,8	9,2-13,2 11,5	Częściowo zawodnione
6	Wał Ruda - Wojdakowa Linia	p	11,49	0,2-0,3 0,25	2,0-13,0 8,7	Suche
7	Wał Ruda - Bo- rowce	Pole I	17,35	0,3	6,4-10,2 8,2	Częściowo zawodnione
		Pole II			8,3-10,4 9,6	
8	Wola Radłowska Grądy I	pż	27,18	1,3-0,8 0,5	11,8-15,9 13,9	Częściowo zawodnione
9	Wola Radłowska	pż	15,28	0,3-1,0 0,5	11,9-14,8 12,8	Częściowo zawodnione
10	Biskupice Gródek	pż	4,84	1,0-3,1 2,3	2,0-6,5 4,9	Suche
11	Głów	pż	11,80	1,0-2,9 1,6	6,3-9,0 7,8	Częściowo zawodnione
12	Ilkowice	pż	32,92	0,0-5,3 3,0	6,8-11,2 8,8	Częściowo zawodnione
15	Brzeźnica Rudki	pż	23,10	0,3-0,6 0,4	11,2-14,4 12,2	Częściowo zawodnione
16	Brzeźnica	pż	3,81	1,9-2,0 2,0	9,7-9,8 9,7	Częściowo zawodnione
19	Skalka	pż	7,92	1,5-4,0 3,3	4,5-7,1 5,4	Częściowo zawodnione
20	Bobrowniki II	pż	68,65	2,5	8,4	Częściowo zawodnione
21	Radłów	warstwa I	141,42	0,4-6,2 2,0	5,5	Częściowo zawodnione
		warstwa II			5,5	
		warstwa III			3,6	
22	Niwka Północ	pż	152,11	0,3-5,0 2,1	4,0-10,5 6,3	Częściowo zawodnione
23	Bobrowniki Skalka	pż	157,72	1,5-4,0 3,4	6,0-11,0 7,7	Częściowo zawodnione
24	Bobrowniki Wielkie	kategoria B i C <sub>1</sub>	24,43	1,5-2,9 1,5	6,5-10,5 6,0/7,1	Częściowo zawodnione
		kategoria C <sub>2</sub>	34,48	2,1-4,7 2,7	7,2-10,5 9,3	
25	Gosławice	pż	89,38	0,2-4,7 2,7	7,2-13,0 10,9	Częściowo zawodnione
26	Biała Bobrowniki	z	17,35	1,0-2,6 1,8	4,2-5,8 4,8	Częściowo zawodnione
28	Trzydniaki	kategoria C <sub>1</sub>	162,16	0,3-4,8 1,8	1,2-7,1	Częściowo zawodnione
		kategoria C <sub>2</sub>			4,3	

Nr złoza na mapie	Nazwa złoza	Rodzaj kopaliny	Powierzchnia złoza [ha]	Grubość nadkładu [m]	Miąższość złoza [m]	Zawodnienie
1	2	3	4	5	6	7
29	Niwka Dwudniaki	pż	51,61	1,0-4,0 2,2	1,5-14,0 7,2	Częściowo zawodnione
30	Borowiec	pż	327,95	2,7	8,0	Częściowo zawodnione
31	Biedacz	p	11,55	0,2-0,6 0,4	1,5-5,2 3,1	Częściowo zawodnione
33	Szujec	ż	87,17	0,2-3,5 1,5	2,2-10,1 5,4	Częściowo zawodnione
35	Bogumiłowice	ż	169,80	1,0-5,0 2,1	5,3-12,5 8,2	Częściowo zawodnione
37	Wielopole Moszczyńskie	p	2,73	0,2-0,3	0,5-10,1 5,3	Częściowo zawodnione
38	Lesisko	p	1,12	0-0,5 0,3	0-9,6 3,3	Suche
39	Sieradza Linie	p	1,20	0,2	3,5-10,7 7,5	Suche
40	Zabawa	pż	19,47	1,7-2,4 2,0	8,8-9,5 9,2	Częściowo zawodnione
41	Żabno - Pogwizdów	pż	24,53	0,4-2,5 1,3	7,7-17,0 13,4	Częściowo zawodnione
42	Wola Radłowska Grądy II Brzeźnica	pż	198,26	0,3-0,4 0,4	9,6-14,7 11,2	Częściowo zawodnione
43	Brzeźnica III	pż	12,21	0,3-0,9 0,7	5,5-7,6 6,8	Częściowo zawodnione
44	Brzeźnica II	pż	25,64	0,3	17,6	Brak danych
45	Sanoka I	pż	32,54	1,6-3,0 2,1	6,2-8,4 7,1	Częściowo zawodnione
46	Waryś	pż	39,40	0,3-2,6 1,3	2,7-8,2 5,3	Zawodnione

Kruszywo w poszczególnych złożach cechują średnie parametry: gęstość nasypowa w stanie luźnym 1,53-1,99 t/m<sup>3</sup>, w stanie zagęszczonym 1,50-2,25 t/m<sup>3</sup>, nasiąkliwość 0,8-2,7%, wytrzymałość na zgniatanie poszczególnych frakcji kruszywa 15,3-58,8 MPa, mrozoodporność (ubytek masy po 25 cyklach) od 0,1 do 14,3% (tabela 3). Kopalina kwalifikuje się do produkcji kruszywa do betonów, do zapraw i wypraw budowlanych oraz dla drogownictwa.

Złoża kruszywa naturalnego - grubego rejonu Tarnowa odznaczają się dobrą jakością, ze względu na znaczną zawartość we frakcji żwirowej otoczków granitów i kwarcytów pochodzenia tatrzańskiego (Starkel, Rutkowski, 1976).

Piaski eoliczne w wydmach i piaski fluwioglacjalne udokumentowane są w złożach: „Żabno II” (Nowak, 1990, Bardel, 2002), „Wał Ruda-Wojdakowa Linia” (Nowak 1997a), „Biedacz” (Skiba, 1998c) „Rejon Dąbrowy Tarnowskiej -Obszar Sieradza” (Urbańska, 1992), „Lesisko” (Bardel, 2000), „Sieradza Linie” (Bardel, 2003), i „Wielopole Moszczyńskie” (Radomski, 1999e).

Tabela 3

## Parametry jakościowe złóż kruszywa naturalnego

Nazwa złoża	Pyły mineralne od – do śr. [m]	Punkt piaskowy < 2 mm od – do śr. [m]	Zawartość nadziarna > 4 mm od – do śr. [m]	Mrozoodporność Frakcje: 4-8 mm* 4-63 mm** (ubytek) [%]	Nasiąkliwość [%]	Gęstość nasypowa		Wytrzymałość na miażdżenie fr. 4-8 mm [Mpa]	Zawartość ziarn	
						w stanie luźnym [t/m <sup>3</sup> ]	w stanie zagęszczonym [t/m <sup>3</sup> ]		słabych i zwietrzałych [%]	nieforemnych i płaskich [%]
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Biskupice Radłowskie	0,7-1,3 1,0	35,9-54,9 48,6	41,9	2,1-3,0 2,5	1,8-2,3 2,1	1,58-1,85 1,72	1,90-2,00 1,96		8,4-13,3 10,9	6,1-9,8 7,4
Wał Ruda - Borowce	3,6-5,5 4,6	44,4-80,0 61,1	34,5	2,7-3,4 3,1	2,1-2,5 2,3			15,8-16,0 15,9	4,7-5,9 5,2	5,8-7,8 6,9
Wola Radłowska - Grądy I	0,4-1,5 0,9	49,2-70,5 56,7	38,0	2,1-3,0 2,5	0,8-2,0 1,4	1,72-1,85 1,79	2,03-2,25 2,13		1,4-3,4 2,1	2,1-11,8 5,6
Wola Radłowska	0,4-1,5 0,9	49,2-63,5 56,7	38,4	2,1-3,0 2,5	0,8-2,0 1,4					2,4-9,8 5,6
Biskupice Gródek	0,5	32,2		2,7	0,6-2,5		1,90		28,1	15,0
Głów	2,7-8,3 5,7	65,4	30,2	1,0-2,7 2,0	2,0-2,7 2,4		1,87	28,2		4,5-10,0 7,6
Ilkowice	0,6-2,3 1,3	33,9-64,2 49,1	44,3	0,3-2,4 1,4	1,4-2,4 1,8	1,65-1,92 1,80	1,82-2,07 1,95	15,3-41,5		9,0-16,8 12,5
Brzeźnica Rudki	1,2-1,9 1,5	48,7-62,9 57,5	36,3	2,1-3,0 2,5	0,9-2,1 1,4	1,72-1,89 1,79	1,93-2,00 1,96		1,4-3,3 2,1	3,1-9,8 5,6
Brzeźnica	1,7-2,1 1,9	31,4-42,2 36,8	55,5	2,2	1,5	1,76-1,84 1,80	1,96-2,04 2,00		4,0-4,4 4,2	9,8-10,5 10,2
Skalka	0,2-10,2 0,9	16,4-99,4 31,3	64,5	5,0-14,3 7,8	1,0-2,3 1,3				3,9-11,8 5,0	5,6
Bobrowniki II	1,1	47,0	34,5	2,7	1,4	1,79	1,98		9,93	5,79
Radłów	Warstwa I	1,5	57,8	7,1		2,0	1,61	1,84		
	Warstwa II	1,5	90,5	48,3	2,2		1,89	2,04		6,08
	Warstwa III	1,1	47,2			1,7				
Niwka Północ	0,5-4,2 1,5	28,5-67,4 44,9		2,0-12,0 6,8	1,4-2,3 2,0	1,53-1,90 1,67	1,74-2,10 1,85	24,0-58,8 37,6	1,2-14,3 4,9	1,6-23,0 11,2

Nazwa złoża	Pyły mineralne od – do śr. [m]	Punkt piaskowy < 2 mm od – do śr. [m]	Zawartość nadziarna > 4 mm od – do śr. [m]	Mrozoodporność Frakcje: 4-8 mm* 4-63 mm** (ubytek) [%]	Nasiąkliwość [%]	Gęstość nasypowa		Wytrzymałość na miażdżenie fr. 4-8 mm [Mpa]	Zawartość ziarn	
						w stanie luźnym [t/m <sup>3</sup> ]	w stanie zagęszczonym [t/m <sup>3</sup> ]		słabych i zwietrzałych [%]	nieforemnych i płaskich [%]
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Bobrowniki Skalka	0,5-2,0 1,0	23,3-53,2 32,2	62,8		0,9-2,0 1,4					7,2-23,7 12,5
Bobrowniki Wielkie	Kategoria B i C <sub>1</sub>	0,2-1,5 0,8/0,7	22,5-40,5 31,5/41,1		0,1-2,0 0,7/1,1	0,8-2,1 1,4/1,7	1,50-2,00 1,77/1,81		0,8-2,1 3,9/3,1	4,5-16,8 3,9/3,1
	Kategoria C <sub>2</sub>	0,4-2,6 1,2	31,9-58,1 40,6		0,4-2,1 1,0	1,2-2,5 1,8	1,67-1,93 1,86		1,8-7,4 5,3	5,4-18,0 11,7
Gosławice	0,8-3,6 1,9	26,9-54,9 42,0	52,7	4,2-13,5 8,7	1,5-2,7 2,0	1,70-1,90			2,3-8,8 5,8	4,6-17,9 10,4
Biała Bobrowniki	0,4-1,5 0,9	17,8-31,7 26,1	68,0	2,1-3,0 2,5	0,8-2,0 1,4	1,92-1,99 1,96	2,03-2,25 2,13		1,4-3,4 2,1	2,1-11,8 5,6
Trzydniaki	kategoria C <sub>1</sub>	1,7	35,6	57,8	4,9	1,9	1,83	54,1	4,9	8,1
	Kategoria C <sub>2</sub>	1,1	43,6	49,3	9,1	1,6	1,86		2,01	9,1
Niwka Dwudniaki	1,5-4,6 3,1	25,2-67,5 39,5		2,0-10,0 6,9	1,3-2,6 1,9	1,58-1,80 1,71	1,77-2,00 1,89	25,4-41,5 32,3	2,7-6,4 4,2	1,6-6,2 3,2
Borowiec	0,2-2,9 1,2	16,9-69,6 35,1	40,1			1,85	2,03		6,0-17,0 11,2	2,8-20,0 7,4
Szujec	0,2-10,1 1,4	5,3-69,0 22,5			0,8-2,0 1,6	1,60-1,85 1,81	1,85-2,02 2,00		1,0-8,0 3,8	2,0-11,6 5,1
Bogumiłowice	0,2-3,6 1,2	13,9-34,6 24,1	60,2-83,1 71,3	1,0-5,0 2,8	0,9-2,7 1,7				2,4-11,7 6,7	4,5-21,8 11,8
Zabawa	brak danych									
Żabno Pogwizdów	2,7	89,5		2,3	1,8	1,70	1,85		8,3	6,4
Wola Radłowska Grądy II Brzeźnica		31,6-95,0 74,2								
Brzeźnica III	1,8-10,2 4,4	79,0-85,0 81,7				1,60-1,76 1,69	1,88-2,04 1,97			
Brzeźnica II	1,2-2,9 1,5	48,7-62,9 57,5			0,9-2,1 1,4					3,1-9,8 5,6

Nazwa złoża	Pyły mineralne od – do śr. [m]	Punkt piaskowy < 2 mm od – do śr. [m]	Zawartość nadziarna > 4 mm od – do śr. [m]	Mrozoodporność Frakcje: 4-8 mm* 4-63 mm** (ubytek) [%]	Nasiąkliwość [%]	Gęstość nasypowa		Wytrzymałość na miażdżenie fr. 4-8 mm [Mpa]	Zawartość ziarn	
						w stanie luźnym [t/m <sup>3</sup> ]	w stanie zagęszczonym [t/m <sup>3</sup> ]		słabych i zwietrzałych [%]	nieforemnych i płaskich [%]
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Sanoka I	1,8-8,3 5,4	48,0		2,3-2,8	1,7-2,0	1,76-1,82	1,95-1,97	19,8-23,1	5,9-7,0	1,1
Waryś	brak danych									
Żabno II (pola E i W)	0,6-10,1 2,8	99,5				1,50-1,60 1,53	1,65-1,77 1,68			
Rej. Dąbrowa Tarnowska Obszar Sieradza	1,4-7,3 2,9	87,1-99,8 98,5				1,35-1,48 1,42	1,55-1,64 1,62			
Wał Ruda Wojdakowa Linia	1,0-3,0 2,1	100				1,30-1,40 1,35	1,50-1,60 1,54			
Biedacz	0,8-3,6 2,3	71,8-84,4 78,1				1,45	1,60			
Lesisko	0,3-0,6	100					1,67			
Sieradza Linie	2,0	100								
Wielopole Moszczyńskie	0,7	100								

Złóża piasków posiadają niewielką średnią miąższość, (średnie) 3-8 m i występują bezpośrednio pod glebą. Piaski te, charakteryzując się korzystnymi właściwościami fizyko-mechanicznymi, zawartością pyłów średnio 3,1-8,7%, zawartością frakcji ziarnowej <2,0 mm 78,1-100,0% oraz gęstością nasypową w stanie luźnym 1,30-1,60 t/m<sup>3</sup> i w stanie utrzęsionym 1,50-1,77 t/m<sup>3</sup> kwalifikują się do wykorzystania w budownictwie i drogownictwie (Tabela 3).

Złóża kruszywa naturalnego, ze względu na ich ochronę klasyfikowano jako powszechne, licznie występujące i łatwo dostępne – klasy 4, z uwagi na ochronę gleb i lasów w większości (17 złóż) są konfliktowe, możliwe do eksploatacji po spełnieniu określonych wymagań – klasy B, a nawet z powodu położenia w międzywalu Dunajca - bardzo konfliktowe (5 złóż: „Biskupice Gródek”, „Głów”, „Ilkowice”, „Bobrowniki II” i „Bobrowniki Wielkie”), wykluczające eksploatację – klasy C. Jedynie 14 złóż uznano za małokonfliktowe, możliwe do zagospodarowania bez większych ograniczeń – klasy A (Tabela 1).

Tabela 4

#### Parametry geologiczno-górnice złóż surowców ilastych

Nr złoża na mapie	Nazwa złoża	Powierzchnia złoża [ha]	Grubość nadkładu od-do/śr. [m]	Miąższość złoża od-do/śr. [m]
1	2	4	5	6
2	Sieradza	19,03	Kategoria B	19,0-26,2 20,2
			Kategoria C <sub>1</sub>	3,5-22,5 14,3
3	Włosienice	13,46	0,3-1,5 0,7	21,31-30,41 25,22
13	Łukowa	36,00	0,1-2,5 2,3	5,2-37,3 20,2
14	Łukowa I	1,38	0-0,3 0,15	9,0-23,85 15,3
17	Radłów - Pole Północne	1,62	0-0,5 0,3	2,0-5,6 4,9
27	Krzyż	5,37	0-2,5 0,6	10,2-26,3 17,3

### 3. Kopaliny ilaste ceramiki budowlanej

W omawianym obszarze złoża kopaliny ilaste ceramiki budowlanej wiążą się głównie z płytko leżącym kompleksem iłów krakowieckich, sporadycznie z przykrywającymi je czwartorzędowymi mułkami lub glinami zwałowymi. Złóża: „Sieradza” (Surowaniec, 1980, Bardel, 1998), „Włosienice” (Cielenkiwicz, 1969), „Łukowa”, „Łukowa I” (Brożek, 1978, Skiba, 1998b) i „Krzyż” (Garpiel, 1973) obejmują górną część kilkuset metrowego kompleksu iłów krakowieckich. Złóża, o miąższości średnio 15,3-25,2 m, występują pod nadkładem nie większym niż 2,5 m, przeciętnie 0,5-2,0 m (Tabela 4). Kopalinę stanowią ility illitowe,

o niskiej zawartości marglu i domieszek gruboziarnistych, charakteryzujące się dobrymi parametrami jakościowymi: wodą zarobową 21,4-36,4%, skurczliwością wysychania w granicach 5,8-11,0%. Właściwości tworzywa po wypale w temperaturze 900-980°C są następujące: nasiąkliwość 14,7-21,3%, przeciętnie 16-17%, wytrzymałość waha się od kilku do około 53 MPa, średnio wynosi >15 MPa (Tabela 5). Iły kwalifikują się do wyrobów ceramiki budowlanej- grubościennych, drażonych i cienkościennych, z możliwością produkcji nawet wyrobów dachowych oraz porowatych wyrobów drażonych i cienkościennych (Wyrwicka, Wyrwicki, 1994).

Czwartorzędowe gliny zwałowe występujące niekiedy w nadkładzie trzeciorzędowych utworów ilastych stanowią surowiec schudzający łą, samodzielnie na ogół nie przedstawiają wartości surowcowej. Jedynie mady mułkowo-ilaste w złożu „Radłów-Pole Północne” (Surowaniec, 1974, Skiba, 1998a) były wykorzystywane jako kopalina dla wyrobów ceramiki budowlanej, do produkcji cegły pełnej klasy 50-100. Charakteryzują się one dobrymi parametrami, ilość marglu mieści się w normie, skurczliwość suszenia wynosi 6,8%, woda zarobowa 20,3-32,3%, a właściwości tworzywa po wypaleniu w temperaturze 950°C wynoszą: nasiąkliwość 14,5-16,4%, wytrzymałość na ściskanie 14,5-18,5 MPa (Tabela 5).

Tabela 5

**Właściwości kopaliny w złożach surowców ilastych**

Złoże	Właściwości kopaliny min. - max./średnia				Właściwości tworzywa ceramicznego min. – max./średnia		
	Zawartość marglu w ziarnach >0,5 mm (%)	Zawartość domieszek gruboziarnistych (%)	Woda zarobowa (%)	Skurczliwość suszenia w temp. 110°C	Skurczliwość całkowita w temp. 900*, 950**, 980°C	Wytrzymałość na ściskanie w temp. 900*, 950**, 980°C (MPa)	Nasiąkliwość w temp. 900*, 950**, 980°C (%)
Sieradza	ślady		22,5-36,4 29,1	5,8-9,9 7,6	14,7-19,0 16,9	8,4-21,0 14,5	14,7-19,0 16,9
Włosienice	0,0-0,23		25,6-40,2	6,8-11,0	8,3-11,4*	15,0-53,3*	15,3-19,9*
Łukowa	0,04-0,81	0,04-8,06	31,4-36,4	7,8-10,5	8,5-10,8*	33,7-54,3*	15,0-19,4*
Łukowa I	0,0-0,58 0,07	0,0-1,06 0,14	21,4-32,4 30,0	8,1-9,3 8,8	8,4-9,4 9,3**	10,7-16,9 14,7**	16,3-21,3 19,2**
Krzyż	brak	brak	24,2-27,3	7,4-8,2	8,0-8,2* 8,2-8,7**	18,6-22,4* 26,1-29,2**	18,3-19,6* 17,0-18,2**
Radłów Pole Północne	brak	w ilościach nieszkodl.	20,3-32,3	6,2-7,2 6,8		14,5-18,5 16,9**	14,5-16,4 15,8**

Złoża kopaliny ilastych, z punktu widzenia ich ochrony należą do powszechnych, licznie występujących i łatwo dostępnych – klasy 4, a z uwagi na ochronę środowiska, z wyjątkiem złóż „Włosienice” i „Łukowa”, które z powodu ochrony gleb zaliczone są do konfliktowych, możliwych do eksploatacji po spełnieniu określonych wymagań - klasy B, pozostałe są

małokonfliktowe, możliwe do zagospodarowania - klasy A (Tabela 1). Klasyfikację złóż uzgodniono z Geologiem Wojewódzkim.

## V Górnictwo i przetwórstwo kopalin

Górnictwo i przetwórstwo kopalin na arkuszu Tarnów jest gałęzią gospodarki, odgrywającą pewną rolę w kształtowaniu funkcji gospodarczych tego obszaru. Górnictwo gazu ziemnego rozwinięte jest w południowej jego części, natomiast kopalnictwo skalne, a zwłaszcza kruszywa naturalnego na całym omawianym obszarze. Z 45 złóż kopalin, tutaj występujących, 17 w ramach udzielonych koncesji jest eksploatowanych.

Wydobycie gazu ziemnego prowadzi Polskie Górnictwo Nafty i Gazu Oddział Sanocki, ze złóż „Wierchosławice” i „Łętowice-Bogumiłowice” w Kopalni Wierchosławice, natomiast ze złoża „Tarnów-Miocen” w Kopalni Tarnów. Dla złóż tych utworzone zostały w roku 1994 obszary i tereny górnicze: „Łętowice-Bogumiłowice” o powierzchni 817,07 ha (zaktualizowany w 1999) i „Tarnów” o powierzchni 1 061,13 ha (zaktualizowany w 1998 r.). Oddział Sanocki posiada koncesje na wydobywanie gazu w granicach tych obszarów górniczych na okres do 2019 roku. Wydobycie gazu ze złoża „Łętowice-Bogumiłowice” prowadzone jest 4 szybami, w 2001 roku wynosiło ono – 12,76 mln m<sup>3</sup>. Roczne wydobycie ze złoża „Tarnów Miocen” w 2001 wynosiło 98,39 mln m<sup>3</sup>.

Obecnie eksploatacja kruszywa naturalnego odbywa się z 12 złóż: „Biskupice Radłowskie”, „Wał Ruda-Borowce”, „Brzeźnica”, „Radłów”, „Niwka - Północ”, „Bobrowniki Wielkie”, „Biała-Bobrowniki”, „Trzydniaki”, „Sanoka I”, „Waryś”, „Wał Ruda Wojdakowa Linia” i „Lesisko”. Rzeszowskie Przedsiębiorstwo Produkcji Kruszywa i Usług Geologicznych „Kruszgeo” S. A. w Rzeszowie wydobywa kopalinę z 4 złóż: Radłów”, „Niwka - Północ”, „Bobrowniki Wielkie” i „Trzydniaki”, na podstawie koncesji wydanych na okres do końca lat 2005-2010. Koncesje na eksploatację pozostałych złóż kruszywa posiadają prywatne zakłady eksploatacyjne i spółki cywilne oraz Lasy Państwowe. Powierzchnie obszarów i terenów górniczych oraz terminy ważności koncesji zestawiono w tabeli 6.

Wydobywane kruszywo ze złóż to głównie pospółka i piaski. Eksploatacja kruszywa w większości prowadzona jest spod wody, w wyniku której powstają liczne zbiorniki wodne głębokości do 15 m. Kopalina jest przedmiotem zbytu bezpośrednio po wydobyciu np. piaski ze złoża „Wał Ruda-Wojdakowa Linia”, pospółka ze złoża „Wał Ruda-Borowce”, „Brzeźnica” lub podlega przeróbce. Odpady przeróbcze powstałe po płukaniu kruszywa odprowadzane są do poeksploatacyjnych zbiorników. Z wydobytego kruszywa naturalnego uzyskuje się piasek płukany oraz grysy różnych frakcji. W celu uzyskania określonych wielkości ziarn służą

kruszarne, zlokalizowane przy zakładach wydobywczych w Radłowie, Niwkach-Północ, Trzydniakach, Bobrownikach Wielkich i Sanoce. Wielkość wydobycia w 2001 roku wahała się od 10,0 tys. ton ze złoża „Lesisko” do 496 tys. ton ze złoża „Radłów”.

Tabela 6

**Zestawienie eksploatowanych złóż kruszywa naturalnego, powierzchni obszarów i terenów górniczych oraz terminu ważności koncesji**

Nr złoża na mapie	Nazwa złoża	Powierzchnia obszaru górniczego [ha]	Powierzchnia terenu górniczego [ha]	Termin ważności koncesji
5	„Biskupice Radłowskie”	12,10	12,10	31.12.2020 r.
6	„Wał Ruda-Wojdakowa Linia”	19,58	26,97	31.12.2007 r.
7	„Wał Ruda-Borowce”	17,37	17,37	31.12.2025 r.
16	„Brzeźnica”	2,67	4,17	31.12.2010 r.
21	„Radłów”	178,56	213,36	31.12.2005 r.
22	„Niwka-Północ” I II	44,09	60,12	31.12.2005 r.
		101,82	159,97	
24	„Bobrowniki Wielkie” część A część B	21,68	50,57	31.12.2010 r.
		35,73	49,21	
26	„Biała-Bobrowniki”	10,80	10,80	31.12.2030 r.
28	„Trzydniaki”	98,83	115,42	31.12.2005 r.
38	„Lesisko”	1,27	1,39	31.12.2008 r.
45	„Sanoka I”	25,21	26,21	31.12.2022 r.
46	„Waryś”	37,15	37,15	31.12.2020 r.

Intensywna eksploatacja kruszywa prowadzona od wielu lat spowodowała powstanie rozległych basenów wodnych, częściowo zagospodarowywanych na cele rekreacyjne lub hodowlane - stawy rybne. Do takich należą liczne akweny na lewym brzegu Dunajca w rejonie Komorowa.

Kopaliny ilaste ceramiki budowlanej eksploatowane są w wyrobiskach stokowo-węglanych z 2 złóż: „Sieradza” i „Krzyż” na podstawie koncesji ważnych do 2010 i 2019 r. Dla eksploatacji tych złóż utworzone zostały obszary górnicze „Sieradza” o powierzchni 21,69 ha i „Krzyż” – 3,52 ha oraz nieco większe tereny górnicze o powierzchniach 25,43 ha i 5,84 ha. Kopaliny te stanowią surowiec dla pobliskich cegielni. Po wydobyciu kopalina podlega leżakowaniu, a następnie formowaniu i wypalaniu. Asortymenty produkcji stanowi: cegła pełna klasy 50-200 i cegła kratówka K-1, K-3, a także z kopaliny złoża „Krzyż” rurki drenarskie średnicy 125-150 mm, natomiast ze złoża „Sieradza” pustaki ścienne Max U i stropowe Ackermana. Niewielkie odpady powstające przy produkcji cegły są używane jako surowiec schudzający, bądź sprzedawane w postaci gruzu (kruszywa) lub mączki ceglarskiej - po zmieleniu. W 2001 roku wydobycie prowadzono tylko ze złoża „Sieradza” i wynosiło ono 8 tys. m<sup>3</sup>.

Produkcja cegieł z kopaliny w Radłowie została zaniechana w 1991 roku. Znaczną część zasobów „Radłów Pole Północne” już wyeksploatowano. Użytkownik złoża, pomimo uzyskanej koncesji nie podejmuje produkcji, z uwagi na brak zbytu.

Zaniechana została eksploatacja złóż kruszywa naturalnego: „Żabno II”, „Biskupice Gródek”, „Niwka Dwudniaki” i „Szujec” oraz złóż kopalin ilastych: „Łukowa I” i „Radłów Pole Północne”. Złóża: „Niwka Dwudniaki” i „Żabno II” zostały zrehabilitowane w kierunku wodnym. Na obszarze złoża „Żabno II” utworzono teren rekreacyjny z plażą i wypożyczalnią kajaków i rowerów wodnych. Złóża „Szujec” w którym pozostało część zasobów i położone w międzywalu Dunajca złoża „Biskupice Gródek” nie zostały zrehabilitowane. Nie zostały też zrehabilitowane złoża surowców ilastych. Nie stwierdzono miejsc niekoncesjonowanej eksploatacji kopalin.

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

Obszar arkusza Tarnów charakteryzuje się dużymi perspektywami występowania kopalin: ropy naftowej, gazu ziemnego, kruszywa naturalnego i kopalin ilastych ceramiki budowlanej.

Perspektywy występowania kruszywa naturalnego piaskowego i piaszczysto-żwirowego znajdują się w obrębie utworów rzecznych w dolinie Dunajca i wodnolodowcowych na Równinie Radłowskiej. W Lasach Radłowskich i w rejonie Żabna związane są one również z piaskami wydmowymi, leżącymi na osadach rzeczno-lodowcowych. Zasięg obszarów perspektywicznych osadów piaszczysto-żwirowych w dolinie Dunajca ogranicza nadkład, przekraczający 3 m.

W obrębie perspektyw wyznaczone zostały 3 obszary prognostyczne dla kruszywa naturalnego (Tabela 7), I i III w gminie Radłów oraz II - w gminie Żabno. W obszarze I, o powierzchni 603 ha, pod nadkładem gliny, pyłu piaszczystego o średniej grubości 3,2 m, występują dwie warstwy złożowe, w stropie piaszczysta o punkcie piaskowym 92,9% oraz w spągu piaszczysto-żwirowa o punkcie piaskowym 68,1%, posiadające miąższości około 10 m (Smaluch, Turza, 1987). W obszarze II, znajdującym się na prawym tarasie Dunajca, stwierdzono pod nadkładem głównie glin o grubości 2,8 m, serię złożową, o miąższości od 3,2 do 12,5 m, średnio 6,3 m, którą stanowią piaski o punkcie piaskowym 94,1% (Smaluch, Turza, 1987).

Tabela 7

## Wykaz obszarów prognostycznych

Numer obszaru na mapie	Powierzchnia (ha)	Rodzaj kopaliny	Wiek kompleksu litologiczno-surowcowego	Parametry jakościowe	Średnia grubość nadkładu (m)	Grubość kompleksu litologiczno-surowcowego od-do (m)	Zasoby w kategorii D <sub>1</sub> [tys. t, tys. m <sup>3</sup> *]	Zastosowanie kopaliny
1	2	3	4	5	6	7	8	9
I	603	p	Q	punkt piaskowy 85,4%, pyły mineralne 3,1%, zanieczyszczenia obce – brak, nasiąkliwość– 2,7%	3,2	4,6-13,3	106 128	Skb
II	132	p	Q	punkt piaskowy 94,1%, pyły mineralne 3,6%, zanieczyszczenia obce – brak, nasiąkliwość– 1,3%	2,8	3,2-12,5	16 632	Skb
III	225,5	pż	Q	punkt piaskowy 36,8-57,5%, pyły mineralne 0,9-1,9%, zanieczyszczenia obce – brak, nasiąkliwość 1,4- 2,0%	0,5	9,7-13,9	40 600	Skb
IV	68	i(ic)	Tr	skurczliwość wysychania 7,0-10,0%, zawartość marglu 0,1-0,5%, nasiąkliwość tworzywa 14,0 – 17,0%, wytrzymałość na ściskanie 16,6-38,9 MPa, woda zarobowa 26,0-36,0%	2,0	5,3- 37,3	8 060*	Scb
V	73	i(ic)	Tr	skurczliwość wysychania 7,0-10,0%, zawartość marglu 0,1-0,5%, nasiąkliwość tworzywa 14,0 – 17,0%, wytrzymałość na ściskanie 16,6-38,9 MPa, woda zarobowa 26,0-36,0%	2,0	5,3-37,3	8 700*	Scb

Rubryka 3: p - piaski, pż - piaski i żwiry, i(ic) - iły ceramiki budowlanej;

Rubryka 4: Q - czwartorzęd, Tr - trzeciorzęd;

Rubryka 9: Skb - kopaliny kruszyw budowlanych, Scb - kopaliny ceramiki budowlanej

W obszarze III między Wolą Radłowską, a udokumentowanym złożem kruszywa „Radłów” określone zostały szacunkowo zasoby kruszywa w ilości 40 600 tys. ton (Płonczyński, 1989).

Natomiast negatywnie z powodu małej miąższości kruszywa, ocenia się starorzecza Szatanówki (Ryczek, 1966) w rejonie miejscowości Głów, a także rejon Dąbrowy Tarnowskiej – Sieradzy oraz rejon Laskówki-Chorąska i Odporyszowa.

Perspektywy kopalin ilastych do produkcji wyrobów ceramiki budowlanej wiążą się z obszarem płytko występujących ilów krakowieckich na Płaskowyżu Tarnowskim. Zwłaszcza należą do nich okolice złoża „Włosienice”, obszar na zachód i północny zachód od złoża „Sieradza” oraz rejon miejscowości Łukowa, gdzie lokalnie ility przykryte są przez gliny zwałowe. Ponadto, perspektywy występowania ilów miocenских pod niewielkim nadkładem piaszczystym są rejon miejscowości Laskówka-Chorąska oraz między Odporyszowem a Morzychną (Purchla, 1989, Urbańska, 1992). Na południe i południowy zachód od miejscowości Łukowa wyznaczono 2 obszary prognostyczne nr IV i V płytkiego występowania ilów krakowieckich przydatnych do wyrobów ceramiki budowlanej (Tabela 7).

Za negatywny w aspekcie poszukiwań ilów do produkcji keramzytu, należy uznać wyniki badań wykonanych między Lasówką Chorąską a Żelazówką. Umożliwiły one wyznaczenie niewielkiego obszaru perspektywicznego występowania ilów miocenских do produkcji wyrobów ceramiki budowlanej (Cielenkiewicz, Czarakczewa, 1974).

Znaczenie surowcowe mogą posiadać ilasto-mułkowe osady aluwialne - mady, które w rejonie przedpola Karpat dostarczały surowca dla małych, lokalnych cegielni (Ratajczak, 1976).

## **VII Warunki wodne**

### **1. Wody powierzchniowe**

Obszar arkusza położony jest głównie w zlewniach rzek: Dunajca, Kisieliny i Brenia, które są prawobrzeżnymi dopływami Wisły. Działy wodne drugiego rzędu oddzielają poszczególne zlewnie wymienionych rzek. Na wzniesieniu Krzyż, na wysokości 249,9 m n.p.m. znajduje się punkt zbieżny trzech działów wodnych II rzędu zlewni Dunajca, Brenia oraz Wisłoki. Dział III rzędu wydziela zlewnie: Żabnicy - dopływu Brenia oraz Białej Tarnowskiej.

Omawiany obszar jest prawie pozbawiony źródeł. Na Płaskowyżu Tarnowskim znajdują się tylko trzy źródła wśród fluwioglacjalnych osadów piaszczysto-żwirowych, podścielonych ility miocenu. Na skłonie starorzecza w gminie Radłów występuje obudowane źródło dające początek potokowi (bez nazwy).

Sieć drobnych cieków wodnych w obrębie Kotliny Nadwiślańskiej jest nieregularna i chaotyczna, charakterystyczna dla obszarów polodowcowych. Płytkie zaleganie utworów nieprzepuszczalnych, przewarstwiających osady piaszczyste jest powodem znacznego zagęszczenia sieci cieków i licznych rowów melioracyjnych.

Główne rzeki posiadają monitoringowe punkty pomiarowe (Sebesta L., 2002). Dunajec objęty jest monitoringiem podstawowym w Biskupicach Radłowskich. Regionalna sieć monitoringu rzek obejmuje punkty kontrolno-pomiarowe w Tarnowie-Chyszowie na Białej Tarnowskiej oraz już poza obszarem arkusza w Woli Rogowskiej na Kisielinie, w Tarnowie na Wątołu i w Grądach na Żabnicy.

Dunajec prowadził w 2002 roku (Jakość, 2003) wody zaklasyfikowane w ocenie ogólnej do III klasy czystości ze względu na zawartość substancji biogenych i stan sanitarny. W porównaniu z rokiem poprzednim (Sebesta, 2002) nastąpiła poprawa wskaźników fizykochemicznych z III do II klasy. Wskaźniki hydrobiologiczne i zawartość zawiesiny spełniały wymagania dla II klasy czystości. Wody Białej Tarnowskiej i jej dopływu – Wątoła zaliczone zostały do pozaklasowych. O takiej ocenie zdecydowały: stan sanitarny, wskaźniki fizykochemiczne, substancje biogenne a w Białej również zawiesiny. Żabnica w 2002 roku prowadziła wody zaliczone (Jakość, 2003) do III klasy ze względu na zawartość azotu azotynowego, fosforu ogólnego i miano Coli. W stosunku do 2001 roku stwierdzono poprawę wskaźników fizykochemicznych z nieodpowiadających normie do wymaganych dla III klasy, co wpłynęło na ogólną ocenę jakości (Sebesta, 2002). Wody Kisieliny przy ujściu do Dunajca spełniały wymagania dla II klasy czystości.

Nieliczne naturalne zbiorniki wodne występują w starorzeczach Dunajca, które znajdują się w stadium zaniku. Przybywa ilość sztucznych zbiorników wodnych, powstających w wyniku eksploatacji kruszywa naturalnego sięgającej poniżej zwierciadła wód gruntowych. Pełnią one funkcje rekreacyjną, hodowlaną, a także krajobrazotwórczą (pojezierza), zmieniając morfologię terenu w gminach: Wierzchosławice, Radłów i Żabno. Na rzece Breń w Żelazówce projektowana jest budowa małego zbiornika retencyjnego.

Główną rolę w zaopatrzeniu w wodę na obszarze arkusza odgrywa Dunajec, który jest jednocześnie źródłem zaopatrzenia w wodę oraz odbiorcą ścieków. Na tarasach tej rzeki zlokalizowane jest infiltracyjne przemysłowe ujęcie wody dla Zakładów Azotowych w Tarnowie oraz ujęcia wody dla wodociągów gminnych. Do Dunajca zrucane są oczyszczone ścieki z dużej oczyszczalni biologicznej z podwyższonym usuwaniem biogenów w Tarnowie oraz wielu mniejszych oczyszczalni mechaniczno-biologicznych.

Dunajec stwarza zagrożenie powodziowe, charakteryzując się dużymi wahaniami stanu wody przekraczającymi nawet 10 m w okresach katastrofalnych wezbrań. Jest on obwałowany wałami przeciwpowodziowymi. Podczas wiosennych i letnich wezbrań międzywał bywa znacznie podtapiane lub zalewane. Katastrofalna powódź obejmująca całą dolinę Dunajca miała miejsce szczególnie w 1934 roku. Wysoki stan wód w rzekach w 1997 roku spowodował, że na wielu odcinkach obwałowań Dunajca i Kisieliny wystąpiły przesiąki oraz przebicia hydrauliczne (Grela i in., 1999). Naruszona została wtedy ciągłość warstw gruntu nieprzepuszczalnego w międzywałach, stanowiących naturalną przeszkodę na drodze filtrującej przez podłoże wody. Dzięki zaangażowaniu lokalnej społeczności nigdzie nie doszło do przerwania wałów. Nasiąknięte i podtopione obszary nie przyjmowały intensywne opadów wiosną 1998 roku. Skutki wezbrań i podtopień w 1997 i 1998 roku skumulowały się, przynosząc szczególnie szkody materialne i przyrodnicze na obszarach zaznaczonych na mapie.

### **1. Wody podziemne**

Położenie arkusza na tle zbiorników wód podziemnych (Kleczkowski, 1990) przedstawia figura 4. W obrębie arkusza nie został wyznaczony żaden z głównych zbiorników wód podziemnych (GZWP) wymagających szczególnej ochrony.

Użytkowym poziomem zaopatrującym w wodę pitną jest lokalny czwartorzędowy zbiornik wód podziemnych o charakterze porowym wśród piaszczysto-żwirowych osadów tarasów Dunajca. Zasilany jest on wodami opadowymi. Zwierciadło wód jest zwykle swobodne, występuje na głębokości do około 4 m poniżej powierzchni terenu. Współczynnik przepuszczalności wynosi od 20 do 150 m/dobę.

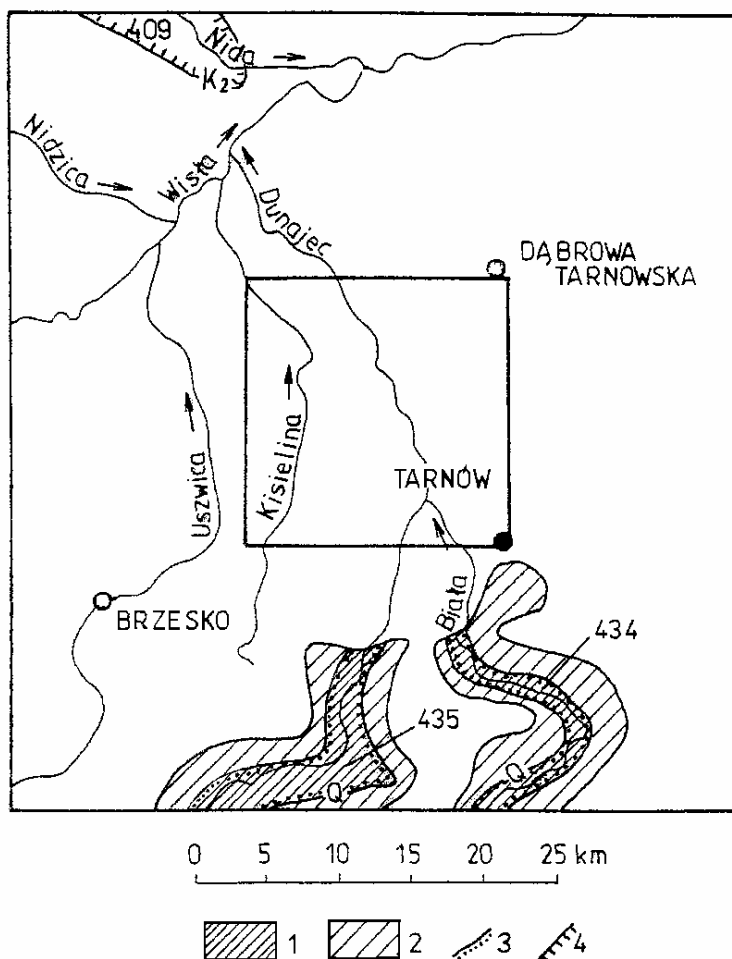
Znaczna część wód podziemnych doliny Dunajca, między Tarnowem a Żabnem, wykazuje ponadnormatywne zawartości żelaza, manganu, amoniaku i azotanów (Chowaniec i in., 1997, Nieć i in., 1999). Są to wody złej jakości klasy Id, zanieczyszczone, znacznie odbiegające od normy, wymagające uzdatniania.

Największe znaczenie dla zaopatrzenia w wodę mają infiltracyjne ujęcia wód czwartorzędowych zlokalizowane w sąsiedztwie koryta Dunajca w Żabnie, Kępie Bogumiłowickiej i Łęgu Tarnowskim oraz studnie wiercone w Świerczkowie, Radłowie i na terenie Zakładów Azotowych w Tarnowie.

Ujęcie w Żabnie administruje Rejonowe Przedsiębiorstwo Wodociągów i Kanalizacji w Dąbrowie Tarnowskiej zaopatrując w wodę mieszkańców miasta Żabno i północnej części tej gminy oraz przyległych gmin: Dąbrowy Tarnowskiej i Olesna. Do południowej części gminy Żabno i gminy Lisiej Góry dostarczana jest woda pitna z ujęcia w Łęgu Tarnowskim,

którym zarządza Gminna Spółka Komunalna Sp. z o.o. z siedzibą w Lisiej Górze. Z ujęcia w Kępie Bogumiłowickiej korzysta Miejskie Przedsiębiorstwo Wodociągów i Kanalizacji oraz Zakłady Azotowe w Tarnowie.

Ujęcia w Żabnie, Kępie Bogumiłowickiej i Łęgu Tarnowskim mają wyznaczone i zatwierdzone strefy ochrony pośredniej.



**Fig. 4** Położenie arkusza Tarnów 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 najwyższej ochrony (ONO), 2 – obszar wysokiej ochrony (OWO), 3 - granica GZWP w ośrodku porowym, 4 - granica GZWP w ośrodku szczelinowo-porowym  
 Numer i nazwa GZWP, wiek utworów wodonośnych: 409 – Niecka Miechowska (SE), kreda górna (K<sub>2</sub>), 434 – Dolina rzeki Biała Tarnowska, czwartorzęd (Q), 435 – Dolina rzeki Dunajec (Zakliczyn), czwartorzęd (Q)

Płytkie zaleganie zbiornika słabo chroni go od wpływów powierzchniowych. Źródłem zanieczyszczeń wód podziemnych są składowiska odpadów komunalnych i przemysłowych, osadniki odpadów chemicznych, spływy z pól (nawożenie), zrzuty ścieków, powszechna obecność szamb, gnojowic, a także magazyny paliw płynnych i cementarze.

Poziomy wodonośne trzeciorzędowe są nieciągłe, związane z piaskami i piaskowcami najwyższego miocenu. Zwierciadło wody ma charakter napięty. W granicach arkusza nie ma-

ją one znaczenia praktycznego. Ujęcia wody są sporadyczne, na obszarze Starego Miasta oraz północnych dzielnic Tarnowa, o małej wydajności (0,5-5 m<sup>3</sup>/h) z głębokości 1-11 m p.p.t.

Na dużej głębokości w otworach gazowych stwierdzono w utworach piaszczystych miocenu oraz wapieniach kredowych i jurajskich występowanie zasolonych wód złożowych oraz solanek okalających złoża gazu ziemnego.

## VIII Geochemia środowiska

### 1. Gleby

#### Kryteria klasyfikacji gleb

Dla oceny zanieczyszczenia gleb zastosowano wartości dopuszczalne stężeń określone w Załączniku do Rozporządzenia Ministra środowiska z dnia 9 września 2002 r. w sprawie standardów gleby oraz standardów jakości ziemi (Dz. U. Nr 165 z dnia 4 października 2002 r., poz. 1359). Wartości dopuszczalne pierwiastków dla poszczególnych grup zanieczyszczeń oraz zakresy i ich przeciętne zawartości w glebach z terenu arkusza 977 - Tarnów zamieszczono w tabeli 8. W celu porównania tabelę uzupełniono danymi zawartości przeciętnych (median) pierwiastków w glebach terenów niezabudowanych Polski (najmniej zanieczyszczonych w kraju).

#### Materiał i metody badań laboratoryjnych

Dla oceny zanieczyszczenia gleb wykorzystano wyniki ze zbioru analiz chemicznych wykonanych dla „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 oczkach 1 mm.

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

Tabela 8

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

Metale	Wartości dopuszczalne stężeń w glebie lub ziemi (Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 9 września 2002 r.)			Zakresy zawartości w glebach na arkuszu 977-Tarnów	Wartość przeciętnych (median) w glebach na arkuszu 977-Tarnów	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=15	N=15	N=6522
		Głębokość (m p.p.t.)			Fracja ziarnowa < 1mm, mineralizacja HCl (1:4)	
		0,0-0,3	0-2	Głębokość (m p.p.t.)		
				0,0-0,2		
As Arsen	20	20	60	<5-8	<5	<5
Ba Bar	200	200	1000	24-343	55	27
Cr Chrom	50	150	500	4-17	10	4
Zn Cynk	100	300	1000	25-177	60	29
Cd Kadm	1	4	15	<0,5-0,7	<0,5	<0,5
Co Kobalt	20	20	200	2-8	4	2
Cu Miedź	30	150	600	6-51	11	4
Ni Nikiel	35	100	300	6-28	10	3
Pb Ołów	50	100	600	12-58	16	12
Hg Rtęć	0,5	2	30	0,07-3,76	0,09	<0,05
Ilość badanych próbek gleb z arkusza 977-Tarnów w poszczególnych grupach zanieczyszczeń				1) grupa A		
As Arsen	15			a) nieruchomości gruntowe wchodzące w skład obszaru poddanego ochronie na podstawie przepisów ustawy Prawo wodne,		
Ba Bar	13		2	b) obszary poddane ochronie na podstawie przepisów o ochronie przyrody; jeżeli utrzymanie aktualnego poziomu zanieczyszczenia gruntów nie stwarza zagrożenia dla zdrowia ludzi lub środowiska – dla obszarów tych stężenia zachowują standardy wynikające ze stanu faktycznego,		
Cr Chrom	15			2) grupa B - grunty zaliczone do użytków rolnych z wyłączeniem gruntów pod stawami i gruntów pod rowami, grunty leśne oraz zadrzewione i zakrzewione, nieużytki, a także grunty zabudowane i zurbanizowane z wyłączeniem terenów przemysłowych, użytków kopalnych oraz terenów komunikacyjnych,		
Zn Cynk	12	3		3) grupa C - tereny przemysłowe, użytki kopalne, tereny komunikacyjne,		
Cd Kadm	15			4) Lis, Pasieczna, 1995 – Atlas geochemiczny Polski 1: 2 500 000		
Co Kobalt	15			N – ilość próbek		
Cu Miedź	13	2				
Ni Nikiel	15					
Pb Ołów	14	1				
Hg Rtęć	13		2			
Sumaryczna klasyfikacja badanych gleb z obszaru arkusza 977-Tarnów do poszczególnych grup zanieczyszczeń (ilość próbek)						
	12	1	2			

## Prezentacja wyników

Zastosowana gęstość opróbowania (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 na 1 cm<sup>2</sup> mapy). Wyniki badań geochemicznych zostały więc przedstawione na mapie punktowej.

Lokalizację miejsc opróbowania (wraz z numeracją zgodną z bazą danych) przedstawiono na mapie w postaci kwadratów wypełnionych kolorem przyjętym dla gleb zaklasyfikowanych do grupy A, B i C (zgodnie z Rozporządzeniem...,2002). Przy klasyfikacji stosowano zasadę zaliczania gleb do danej grupy, gdy zawartość co najmniej jednego pierwiastka przewyższała dolną granicę wartości dopuszczalnej w tej grupie.

Na mapie umieszczono symbole pierwiastków decydujących o zanieczyszczeniu gleb z danego miejsca.

### Zanieczyszczenie gleb metalami

Wyniki badań geochemicznych gleb odniesiono zarówno do wartości stężeń dopuszczalnych metali określonych w Rozporządzeniu..., 2002, jak i do wartości przeciętnych określonych dla gleb obszarów niezabudowanych całego kraju (Tabela 8).

Przeciętne wartości arsenu, kadmu i ołowiu w glebach arkusza są identyczne lub zbliżone do wartości przeciętnych (median) w glebach obszarów niezabudowanych Polski. Dwukrotnie wyższe wartości median zanotowano dla baru, chromu, cynku, kobaltu, miedzi, niklu i rtęci.

Pod względem zawartości metali 12 spośród badanych próbek spełnia warunki klasyfikacji do grupy A (standard obszaru poddanego ochronie), co pozwala na ich wielofunkcyjne użytkowanie. Próbka gleby w punkcie 15 została zaliczona do grupy B z uwagi na wzbogacenie w ołów i cynk. Do grupy C zaklasyfikowano gleby w punktach 9 i 12. Stwierdzono w nich podwyższone ilości baru, rtęci, miedzi i cynku. W punkcie 9 zanotowano zawartości: 343 mg/kg Ba, 3,76 mg/kg Hg, 49 mg/kg Cu i 155 mg/kg Zn a w punkcie 12 - 315 mg/kg Ba, 2,94 mg/kg Hg, 51 mg/kg Cu i 177 mg/kg Zn. Źródłem podwyższonych zawartości metali w glebach są prawdopodobnie emisje przemysłowe (na terenie arkusza położone są zakłady azotowe Tarnów- Mościce) i pyły ze spalania paliw (elektrownia).

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. Powinny być jednak sygnałem dla odpowiednich urzędów i władz wskazującym na konieczność podjęcia badań szcze-

gólowych i wskazania źródeł zanieczyszczeń, nawet w przypadku gdy przekroczenia zawartości dopuszczalnych zaobserwowano tylko dla jednego pierwiastka.

## 2. Osady wodne

### Kryteria oceny osadów

Do oceny jakości osadów dennych, w aspekcie ich zanieczyszczenia metalami ciężkimi lub szkodliwymi związkami organicznymi, zastosowano kryteria zawarte w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 16 kwietnia 2002 r. we sprawie rodzajów oraz stężeń substancji, które powodują, że urobek jest zanieczyszczony (Dz. U. Nr 55 poz. 498 z 14. 05.2002 roku). Dla oceny jakości osadów wodnych ze względów ekotoksykologicznych zastosowano wartości *PEL* (ang. *Probable Effects Levels*) – określające zawartość pierwiastka lub związku chemicznego, powyżej której prawdopodobny jest szkodliwy wpływ zanieczyszczonych osadów na organizmy wodne. W tabeli 10 zamieszczono dopuszczalne zawartości pierwiastków i wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (WWA) w osadach wydobywanych podczas regulacji rzek, kanałów portowych i melioracyjnych, wartości *PEL* oraz tła geochemicznego dla osadów wodnych Polski.

### Materiał i metody badań laboratoryjnych

W opracowaniu wykorzystane zostały dane z bazy *GEMONOS*, zawierającej wyniki badań geochemicznych osadów wodnych Polski wykonywanych na zlecenie Głównego Inspektora Ochrony Środowiska.

Próbki osadów są pobierane ze strefy brzegowej koryt rzecznych, spod powierzchni wody, z przeciwnej strony do nurtu, w miejscach, gdzie tworzący się osad charakteryzuje się większą zawartością frakcji mułkowo-ilastej. W badaniach analitycznych wykorzystano frakcję ziarnową drobniejszą niż 0,2 mm. Zawartości arsenu, kadmu, chromu, ołowiu, miedzi, niklu i cynku oznaczono metodą atomowej spektrometrii emisyjnej ze wzbudzeniem plazmowym (ICP-AES), z roztworów uzyskanych po rozтворzeniu próbek osadów wodą królewską, a oznaczenia zawartości rtęci z próbki stałej metodą spektrometrii absorpcyjnej przy zastosowaniu techniki zimnych par (CV-AAS). Zawartości wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (WWA) – acenaftylenu, acenaftenu, fluorenu, fenantrenu, antracenu, fluorantenu, pirenu, benzo(a)antracenu, chryzenu, benzo(b)fluorantenu, benzo(k)fluorantenu, benzo(a)pirenu, indeno(1,2,3-cd)pirenu, dibenzo(a,h)antracenu, benzo(ghi)perylenu oznaczono przy użyciu chromatografu gazowego z detektorem spektrometrem mas. Wszystkie oznaczenia wykonano w laboratorium Państwowego Instytutu Geologicznego w Warszawie.

## Prezentacja wyników

Lokalizację miejsc opróbowania osadów przedstawiono na mapie w postaci trójkąta dla pierwiastków i kółka dla WWA obwiedzionych odmiennymi kolorami dla osadów zaklasyfikowanych do zanieczyszczonych lub niezanieczyszczonych i o przekroczonych wartościach PEL. Przy klasyfikacji stosowano zasadę zaliczania osadów do danej grupy, gdy zawartość, co najmniej jednego pierwiastka przewyższała górną granicę wartości dopuszczalnej w tej grupie. W przypadku zakwalifikowania osadu do zanieczyszczonego każdy punkt opisano na mapie symbolami pierwiastków decydujących o zanieczyszczeniu.

## Zanieczyszczenie osadów

Na arkuszu Tarnów zlokalizowane są dwa punkty obserwacyjne sieci geochemicznego monitoringu osadów wodnych – na Dunajcu w Bobrownikach i na Białej Tarnawskiej w Tarnowie. Osady Białej Tarnawskiej i Dunajca w Bobrownikach charakteryzują się naturalnie podwyższoną zawartością chromu, miedzi i niklu w porównaniu do tła geochemicznego Polski. W osadach obu rzek odnotowano również podwyższoną zawartość rtęci, która w osadach Dunajca w Bobrownikach przekraczająca wartość PEL, powyżej której często obserwowane szkodliwe oddziaływania tego pierwiastka na organizmy wodne. Zawartość WWA w osadach Białej Tarnawskiej jest zbliżona do stężeń WWA odnotowywanych w niezanieczyszczonych osadach rzecznych.

Tabela 9

### Zawartość pierwiastków i WWA w osadach rzecznych.

Pierwiastek	Rozporządzenie MŚ*	PEL**	Tło geochemiczne	Biała Tarnawska Tarnów	Dunajec Bobrowniki
	Zawartość (ppm)				
Arsen (As)	30	17	<5	6	6
Chrom (Cr)	200	90	6	20	25
Cynk (Zn)	1000	315	73	66	94
Kadm (Cd)	7,5	3,5	<0,5	<0,5	0,7
Miedź (Cu)	150	197	7	19	18
Nikiel (Ni)	75	42	6	28	26
Ołów (Pb)	200	91	11	14	19
Rtęć (Hg)	1	0,49	<0,05	0,10	0,66
WWA ***		0,782		0,442	n.o.
WWA ****	8,5			0,394	n.o.

\* - Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 16 kwietnia 2002 r. we sprawie rodzajów oraz stężeń substancji, które powodują, że urobek jest zanieczyszczony Dz. U. Nr 55 poz. 498 z 14. 05.2002 r.

\*\* - PEL – zawartość, powyżej której prawdopodobny jest szkodliwy wpływ zanieczyszczonych osadów na organizmy wodne.

\*\*\* - suma zawartości 11 związków: acenaftylenu, acenaftenu, fluorenu, fenantrenu, antracenu, fluorantenu, pirenu, benzo(a)antracenu, chryzenu, benzo(a)pirenu, dibenzo(a,h)antracenu

\*\*\*\* - suma zawartości 7 związków: bezno(a)antracenu, benzo(b)fluorantenu, Benzo(k)fluorantenu, benzo(ghi)perylenu, benzo(a)pirenu, dibenzo(a,h)antracenu, indeno(1,2,3-c,d)pirenu.

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

### **3. Pierwiastki promieniotwórcze w glebach**

#### **Materiał i metody badań**

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

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

#### **Prezentacja wyników**

Z uwagi na to, że gęstość opróbowania nie pozwala na opracowanie map izoliniowych w skali 1:50 000, wyniki przedstawiono w formie słupkowej (fig. 5) dla dwóch krawędzi arkusza mapy (zachodniej i wschodniej). Zabieg taki jest możliwy, gdyż te dwie krawędzie są zbieżne z generalnym przebiegiem profili pomiarowych. Wykresy słupkowe sporządzono jedynie dla punktów zlokalizowanych na opisywanym arkuszu, natomiast do interpretacji wykorzystywano informacje zawarte w profilach na arkuszu sąsiadującym wzdłuż zachodniej lub wschodniej granicy opisywanego arkusza.

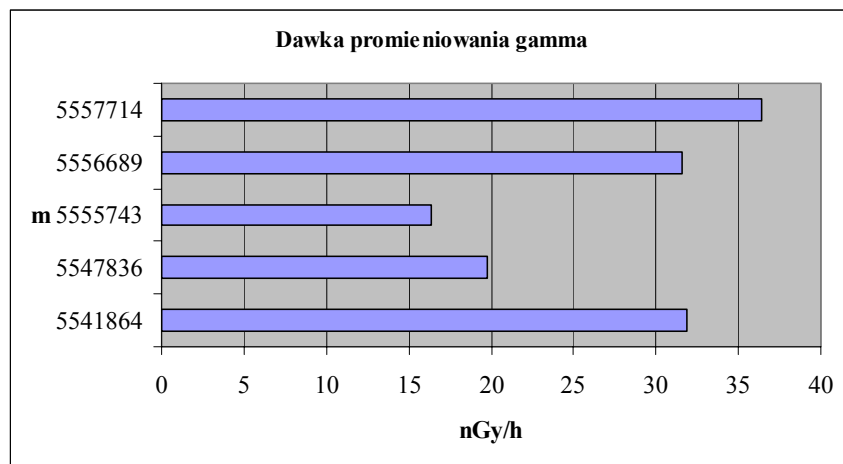
Prezentowane są wyniki dawki promieniowania gamma obejmujące sumę promieniowania pochodzącego od radionuklidów naturalnych (uran, potas, tor) i sztucznych (cez).

#### **Wyniki**

Wartości dawki promieniowania gamma wzdłuż profilu zachodniego wahają się w przedziale od około 10 do około 50 nGy/h. Przeciętnie wartość ta wynosi około 20 nGy/h i jest nieco niższa od średniej dla obszaru Polski wynoszącej 34,2 nGy/h. Wzdłuż profilu wschodniego wartości promieniowania gamma mieszczą się w zakresie od około 15 do około 50 nGy/h, przy przeciętnej wartości wynoszącej około 30 nGy/h.

977W

PROFIL ZACHODNI



977E

PROFIL WSCHODNI

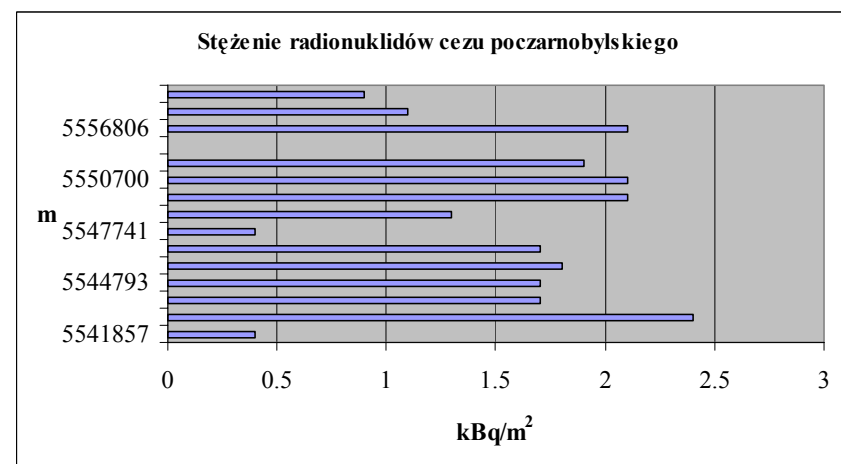
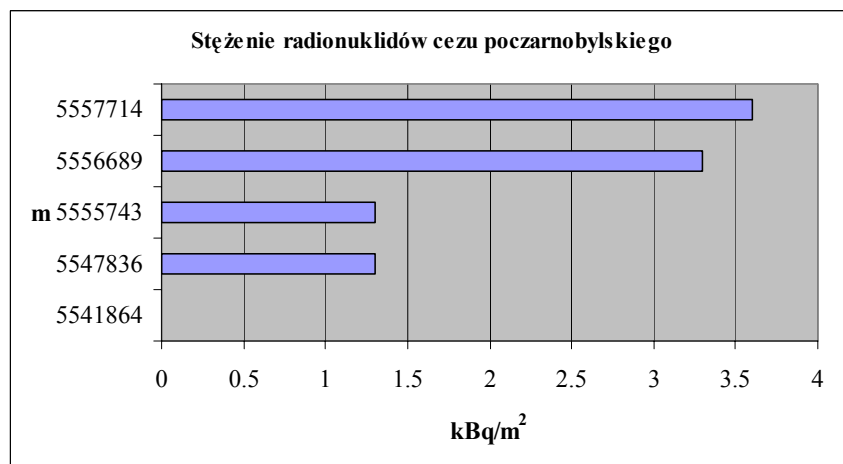
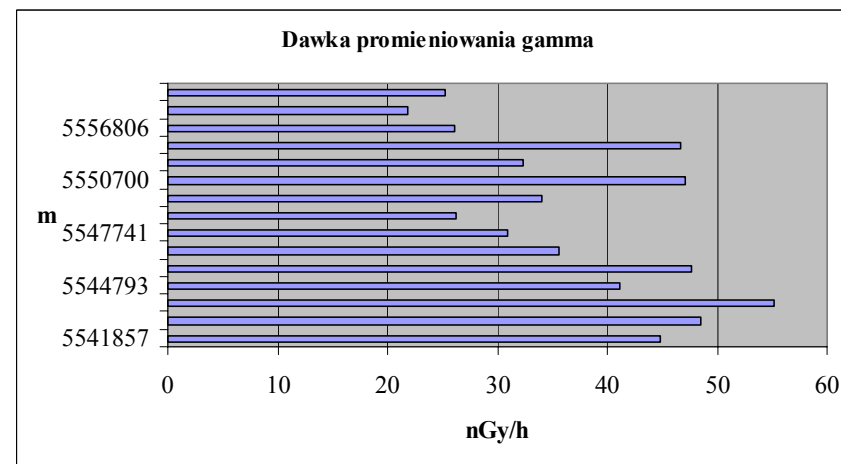


Fig. 5. Zanieczyszczenia gleb pierwiastkami promieniotwórczymi (na osi rzędnych - opis siatki kilometrowej arkusza)

Część wschodnią i zachodnią badanego obszaru pokrywają utwory charakteryzujące się generalnie niską radioaktywnością. Są to głównie utwory plejstoceny - piaski, żwiry i głązy lodowcowe oraz gliny zwałowe. Obecność glin zwałowych we wschodniej części obszaru powoduje niewielkie podwyższenie wartości promieniowania gamma w profilu wschodnim w stosunku do zarejestrowanych wzdłuż profilu zachodniego. Środkowa część arkusza pokryta jest holoceniowymi osadami rzeczno-lodowcowymi.

Stężenia radionuklidów poczynobylskiego cezu zmierzone wzdłuż obu profili są bardzo niskie, charakterystyczne dla obszarów bardzo słabo zanieczyszczonych. Wahają się w przedziale od około 1 do około 3,5 kBq/m<sup>2</sup> wzdłuż profilu zachodniego, a wzdłuż profilu wschodniego - od około 0,5 do około 2,5 kBq/m<sup>2</sup>.

## **IX Składowanie odpadów**

Przy określeniu warunków, jakim powinny odpowiadać obszary predysponowane do lokalizowania składowisk uwzględniono zasady i wskazania zawarte w „Ustawie o odpadach” oraz w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 24 marca 2003 r. w sprawie szczególnych wymagań dotyczących lokalizacji, budowy, eksploatacji i zamknięcia, jakim powinny odpowiadać poszczególne typy składowisk odpadów. W nielicznych przypadkach przyjęto zmodyfikowane rozwiązania w stosunku do wyżej wymienionych aktów prawnych, co wynika ze skali oraz charakteru opracowania kartograficznego i nie stoi w sprzeczności z możliwością późniejszych weryfikacji i uszczegółowień na etapie projektowania składowisk.

Na mapie, w nawiązaniu do powyższych kryteriów, wyznaczono:

- tereny wyłączone całkowicie z możliwości lokalizacji wszystkich typów składowisk;
- tereny, na których możliwa jest lokalizacja składowisk odpadów, nieposiadające naturalnej warstwy izolacyjnej (w rejonach tych lokalizacja składowisk odpadów jest możliwa pod warunkiem wykonania sztucznej bariery izolacyjnej dla dna i skarp obiektu);
- tereny, na których wskazane jest lokalizowanie składowisk odpadów, ze względu na istnienie naturalnej warstwy izolacyjnej.

Na terenach, na których możliwa jest lokalizacja składowisk odpadów, zaznaczono także istniejące wyrobiska po eksploatacji kopalni, które mogą być rozpatrywane jako potencjalne miejsca składowania odpadów.

Wymagania dotyczące naturalnych cech izolacyjnych podłoża i ścian bocznych potencjalnych składowisk są uzależnione od typu składowanych odpadów (Tabela 10).

**Kryteria izolacyjnych właściwości gruntów**

Rodzaj składanych odpadów	Wymagania dotyczące naturalnej bariery geologicznej		
	Miaższość [m]	Współczynnik filtracji k [m/s]	Rodzaj gruntów
<b>N</b> - odpadów niebezpiecznych	$\geq 5$	$\leq 1 \cdot 10^{-9}$	Iły, iłolupki
<b>K</b> - odpadów innych niż niebezpieczne i obojętne	od 1 do 5	$\leq 1 \cdot 10^{-9}$	
<b>O</b> - odpadów obojętnych	$\geq 1$	$\leq 1 \cdot 10^{-7}$	Gliny

Z możliwości składowania wszystkich typów odpadów na arkuszu Tarnów wyłączone:

- obszar tarasów zalewowych w dolinie Dunajca i dolin kilku podrzędnych cieków zasilających aluwia doliny Dunajca odwadniających Wysoczyznę Tarnowską. Obszar wyłączony charakteryzuje się płytkim (często poniżej 2 m p.p.t.) występowaniem pierwszego poziomu wód gruntowych, cienką, nieregularną i w związku z tym przepuszczalną warstwą mad na powierzchni, gęstą zabudową. Jednocześnie cały ten obszar, choć w nierównym stopniu zagrożony jest potencjalnie wylewami Dunajca i podtopieniami. Podkreślenia wymaga fakt poddania wyłączonego obszaru tarasowego silnej antropopresji wyrażonej położeniem i aktywnością jednego z największych w Polsce zakładu ciężkiej chemii w Mościcach (Tarnów), towarzyszących mu osadników oraz składowisk odpadów przemysłowych i komunalnych w Niedomicach i Żabnie. W tej sytuacji lokalizowanie dalszych składowisk odpadów w dolinie Dunajca w niekorzystnych geologicznie warunkach jest niecelowe i może w znaczący sposób pogorszyć warunki środowiskowe,
- obszary zwartej zabudowy Tarnowa, Dąbrowy Tarnowskiej, Radłowa, Żabna, Niedomic, Biskupic Radłowskich, Wierzchosławic, Łukowej, Sieradzy,
- lasy ochronne oraz obszary bagienne, podmokłe. Położone w zachodniej części arkusza powierzchni wyższych, nadzalewowych tarasów Dunajca porośnięte są lasami często podmokłymi. Miejscami tworzą się tam tereny bagienne, a miejscami (na W od Wierzchosławic, pod Brzeźnicą i na zachód od Rudy) występują znaczne obszary łąk rozwiniętych na gruntach organicznych. Na wschodzie łąki tego typu występują pod Zagrodami na wschód od Żabna. Wśród lasów i łąk zlokalizowanych jest kilka rezerwatów przyrody, a cały teren leśny znajduje się w granicach obszaru chronionego krajobrazu,
- strefy ochronne ujęć wód podziemnych. Wyłączono jedną strefę tego typu położoną między Radłowem i Niwkami. Objęła fragment lewobrzeżnego tarasu nadzalewowego Dunajca.

Na pozostałej części arkusza lokalizowanie składowisk odpadów jest możliwe, chociaż na terenach pozbawionych naturalnej bariery izolacyjnej - pod warunkiem sztucznego jej utworzenia. Może się to okazać konieczne zwłaszcza w obrębie lewobrzeżnej części doliny Dunajca, gdzie duże i gęsto zamieszkane obszary nie posiadają naturalnej bariery izolacyjnej.

Zupełnie odmienna jest sytuacja na wschodzie i północnym wschodzie obszaru arkusza (Purchla 1994, 2001). Trzon tzw. Wysoczyzny Tarnowskiej tworzy tu liczący kilkaset metrów miąższości kompleks izolacyjny mioceńskich ilów i łupków ilastych – tzw. warstwy jarosławskie i grabowieckie. W postaci podrzędnych soczew i wkładek występują w nim co prawda mułki i drobnoziarniste piaski, ale ich niewielka miąższość i występowanie na większych głębokościach powoduje, że opisywany kompleks ilasty może być traktowany jako bardzo dobra i skuteczna naturalna bariera izolacyjna (Tabela 11). Dlatego tereny, gdzie ily mioceńskie odsłaniają się bezpośrednio na powierzchni rekomenduje się do lokalizowania składowisk odpadów niebezpiecznych.

Stropowe partie wysoczyzny pokrywają gliny lodowcowe z okresu zlodowaceń południowopolskich występujące nieciągłą, maksymalnie kilkumetrowej miąższości warstwą zbudowaną z glin o zróżnicowanej litologii - ilastych, ilasto-piaszczystych i piaszczystych. Bezpośrednio pod tymi glinami znajduje się opisany wyżej kompleks ilów i łupków ilastych. Tereny na których miąższości glin zwałowych są niewielkie – do 3-5 m – zakwalifikowano do obszarów o zmiennych własnościach izolacyjnych podłoża i rekomendowano do lokalizowania składowisk odpadów innych niż obojętne i niebezpieczne (w tym również komunalnych). Należy jednak zaznaczyć, że po usunięciu warstwy gliny zwałowej bezpośrednim podłożem będą ily mioceńskie – i wówczas możliwe jest lokalizowanie składowisk odpadów niebezpiecznych po odpowiednim zabezpieczeniu ścian wyrobiska. Jedynie w okolicach miejscowości Łukowa miąższość glin zwałowych dochodzi do 10 m – w tym obszarze wskazane jest raczej lokalizowanie wyłącznie składowisk odpadów obojętnych.

Zgodnie ze wskazanymi powyżej ustaleniami, związanymi z izolacyjnym charakterem podłoża wyróżniono w północno-wschodniej części arkusza kilkanaście potencjalnych obszarów lokalizowania składowisk odpadów niebezpiecznych i innych niż obojętne i niebezpieczne. Wszystkie one znajdują się w odległości mniejszej niż 1 km od terenów zwartej zabudowy wiejskiej i obiektów infrastrukturalnych. Inne uwarunkowania nie występują.

Cały obszar zbudowany z mioceńskich ilów i łupków ilastych w północno-wschodniej części pozbawiony jest użytkowego poziomu wodonośnego, dlatego nie istnieje tu zagrożenie zanieczyszczenia wód podziemnych. Należy natomiast chronić obszar doliny Dunajca, gdzie płytko występujące wody poziomu użytkowego nie są przykryte żadnymi utworami izolacyj-

nymi i znajdują się w strefie o bardzo wysokim stopniu zagrożenia wód podziemnych. W związku z ochroną wód poziomu użytkowego powinno się rozpatrywać jako miejsca potencjalne lokalizacji składowisk odpadów niebezpiecznych lub komunalnych obszary oddalone od zboczy doliny – aby ewentualny spływ odcieków z terenu składowiska nie odbywał się bezpośrednio w kierunku dna doliny Dunajca.

W obrębie wyróżnionych obszarów koło Krzyża, Pawężowa, Łukowej, Odporyszowa zaznaczono wyrobiska eksploatacyjne i poeksploatacyjne iłów miocénskich. Z uwagi na korzystne parametry filtracyjne tych osadów wyrobiska te powinny być rozważane jako miejsca lokalizacji składowisk odpadów niebezpiecznych lub innych niż obojętne i niebezpieczne. Symbolami wskazano również 5 wyrobisk, w których eksploatowano lub eksploatuje się skały okrucowe. Wobec dostępności w pobliżu obszarów z dobrą naturalną barierą geologiczną nie wydaje się, aby celowym było ich zagospodarowywanie jako składowisk odpadów.

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

Dane i oceny zaprezentowane na planszy B zawierają elementy wiedzy o środowisku niezbędne przy optymalnym typowaniu funkcji terenów w planowaniu przestrzennym. Naturalne warunki izolacyjności podłoża są przesłanką nie tylko dla składowania odpadów lecz także powinny być uwzględniane przy lokalizowaniu innych obiektów zaliczanych do kategorii szczególnie uciążliwych dla środowiska i zdrowia ludzi lub mogących pogorszyć stan środowiska. Informacje dotyczące zanieczyszczenia gleb i osadów dennych wód powierzchniowych mogą być użyteczne przy wskazaniu optymalnych kierunków zagospodarowania terenów zdegradowanych. Plansza B prezentuje więc zarówno wybrane aspekty odporności środowiska jak i zapis istotnych wskaźników zanieczyszczeń, do których dostosowane powinny być szczegółowe rozwiązania w zakresie zarządzania przestrzenią.

## Zestawienie wybranych profili otworów wiertniczych w obrębie wydzielonych POLS

Archiwum i nr otworu	Nr otw. na mapie dokumentacyjnej B	Profil geologiczny		Miąższość warstwy izolacyjnej [m]	Głębokość do zwierciadła wody podziemnej występującego pod warstwą izolacyjną [m p.p.t.]	
		strop warstwy [m. p.p.t.]	litologia i wiek warstwy		zwierciadło nawiercone	zwierciadło ustalone
1	2	3	4	5	6	7
Dok/sł/DII/386	1	0,0	Piasek	<b>22,7</b>	b.d.	b.d.
		0,7	<b>Glina</b> Q			
		1,3-23,4	<b>Iły łupkowe</b> Tr			
Dok/sł/DII/386	2	0,0	Piasek szary	<b>13,8</b>	b.d.	b.d.
		2,2-16,0	<b>Iły łupkowe</b> Tr			
Dok/sł/DII/386	3	0,0	Piasek drobnoziarnisty	<b>11,2</b>	14,0	14,0
		2,8	<b>Iły łupkowe</b> Tr			
		14,0	Piasek zailony			
		15,6	<b>Iły łupkowe</b>			
Dok/sł/DII/445	4	0,0	Gleba	<b>24,0</b>	b.d.	b.d.
		0,3	Piasek zailony			
		1,0-25,0	<b>Iły</b>			
Dok/sł/DII/445	5	0,0	Gleba	<b>19,8</b>	b.d.	b.d.
		0,2-20,0	<b>Iły</b> Tr			

Warstwa tematyczna „Składowisko odpadów” wraz z „Geochemia środowiska” wchodzi w skład arkusza B – dotyczącego „Zagrożenia powierzchni ziemi” i są przedstawiane razem na Planszy B. Na mapie dokumentacyjnej – B (dołączonej do materiałów archiwalnych) zestawiono charakterystyczne profile geologiczne, obejmujące odcinek od powierzchni terenu do głębokości 5 m poniżej spągu warstwy słabo przepuszczalnej.

Tłem dla przedstawianych informacji na planszy B jest stopień zagrożenia głównego użytkowego poziomu wodonośnego, zaczerpnięty z arkusza Tarnów Mapy hydrogeologicznej Polski w skali 1:50 000 (MHP) (Chowaniec i in., 1997). Na mapach hydrogeologicznych wyznaczono obszary dla pięciu stopni zagrożenia wód podziemnych, przedstawianych na arkuszu odpowiednim kolorem:

- stopień bardzo wysoki – obecność licznych ognisk zanieczyszczeń na terenach o niskiej odporności poziomu głównego (a, ab), niektóre z nich spowodowały już zanieczyszczenie wód podziemnych
- stopień wysoki – obecność ognisk zanieczyszczeń na terenach o niskiej odporności poziomu głównego wód podziemnych,

- stopień średni – obszar o niskiej odporności poziomu głównego, ale ograniczonej dostępności\*: parki narodowe, rezerваты, masywy leśne, bez ognisk zanieczyszczeń lub obszar o średniej odporności poziomu głównego z ogniskami zanieczyszczeń,
- stopień niski – obszar o średniej odporności poziomu głównego, bez ognisk zanieczyszczeń,
- stopień bardzo niski – obszar wysokiej odporności poziomu głównego lub o średniej odporności poziomu i ograniczonej dostępności.

Jak wynika z przytoczonych wyżej kryteriów stopień zagrożenia wód podziemnych jest funkcją nie tylko wartości parametrów filtracyjnych warstwy izolującej (odporności poziomu wodonośnego na zanieczyszczenia), ale także czynników zewnętrznych, takich jak istnienie na powierzchni ognisk zanieczyszczeń czy obszarów prawnie chronionych. Dlatego też obszarów tych nie należy wprost porównywać z wyznaczonymi na Planszy B terenami pod składowiska odpadów.

## **X Warunki podłoża budowlanego**

Warunki podłoża budowlanego przedstawione zostały dla tych obszarów arkusza Tarnów, na których nie występują: chronione grunty orne i łąki, obszary leśne oraz obszary udokumentowanych złóż kopalin. Z oceny przydatności podłoża dla budownictwa wyłączono również międzywale Dunajca i Białej Tarnowskiej, a także obszar już istniejącej zwartej zabudowy miasta Tarnowa i Dąbrowy Tarnowskiej.

Korzystne warunki budowlane związane są z występowaniem gruntów niespoistych w stanie średniozagęszczonym i zagęszczonym na obszarach gdzie nie ma zjawisk geodynamicznych, a głębokość wody gruntowej przekracza 2 metry. Do korzystnych dla budownictwa zalicza się także obszary występowania gruntów spoistych w stanie zwartym, półzwartym i twardoplastycznym. Korzystne warunki budowlane posiada Płaskowyż Tarnowski. Występują tu czwartorzędowe gliny, piaski gliniaste zlodowacenia południowopolskiego oraz ily miocenijskie. Na przeważającym obszarze poziom wodonośny znajduje się na głębokości większej niż 2 metry. W przypadku płytko zalegających utworów gliniasto-ilastych ich ekran gromadzi wody opadowe, stwarzając niekorzystne warunki dla budownictwa. Występują one w naturalnych obniżeniach morfologicznych, związanych z ciekami z reguły o przebiegu równoleżnikowym. Podłoże zbudowane z ilów miocenijskich może wykazywać tendencje do pęcznienia lub skurczu w warunkach zmiany wilgotności. Sytuacje takie wymagają przeprowa-

---

\* „dostępność obszaru” jako jeden z elementów kwalifikujących dany teren była uwzględniana na mapach MHP realizowanych od 2000 roku

dzenia badań geologiczno-inżynierskich. Lokalnie występują większe spadki, nachylenia terenu (jary), gdzie możliwa jest sufozja (rejon Śmigina, Kobierzyna).

Zdecydowanie przeważają w obrębie arkusza obszary o warunkach niekorzystnych, utrudniających budownictwo. W dolinach rzecznych dominują piaszczysto-żwirowe grunty często w stanie luźnym, w których poziom wody gruntowej znajduje się na głębokości mniejszej niż 2 metry. Zasilanie pierwszego poziomu wód podziemnych następuje przez bezpośrednią infiltrację opadów atmosferycznych. Szczególnie widoczne jest to na terenach niższych tarasów Dunajca oraz wyższych na obszarze Równiny Radłowskiej. Z tego powodu niekorzystne warunki budowlane występują od zachodniej granicy arkusza poprzez niemal całą Dolinę Dunajca. Tereny te narażone są na poważne zagrożenia powodziowe, spowodowane podtopieniami terenu. W Lasach Radłowskich obecne są tereny podmokłe i zabagnione.

Na prawym brzegu Doliny Dunajca, gdzie lokalnie poziom wody gruntowej znajduje się na głębokości wyraźnie przekraczającej 2 m, wyznaczono tereny o korzystnych warunkach budowlanych w rejonie Żabna, Niedomic, Łęgu.

## **XI Ochrona przyrody i krajobrazu**

Większość obszaru arkusza Tarnów pokrywają gleby chronione. Są to głównie mady rzeczne, bielice, gleby brunatne i czarnoziemy rozwinięte na czwartorzędowych osadach aluwialnych. W obrębie Płaskowyzu Tarnowskiego występują gleby brunatne wytworzone na glinach i iłach trzeciorzędowych oraz lessy. Pod względem przydatności rolniczej są to gleby wysokich klas bonitacyjnych, obejmujących kompleks pszenny bardzo dobry i dobry oraz zbożowo-pastewny mocny (Warunki przyrodnicze ... , 1987). Główne uprawy to: pszenica, żyto, ziemniaki oraz warzywa. Obecne są tu także łąki na organicznym podłożu, występujące najliczniej w starorzeczach oraz terenach śródleśnych.

Obszary leśne zajmują zwartą przestrzeń w zachodniej i częściowo przy południowej granicy arkusza. Kompleks leśny zwany Lasem Radłowskim, należy do lasów ochronnych. Dominują tu siedliska boru mieszanego wilgotnego i boru mieszanego świeżego. Głównym składnikiem gatunkowym lasów jest sosna zwyczajna. Dąb występuje w nieznacznej ilości, a na terenach podmokłych spotyka się czarną olchę. Pozostałe obszary leśne są rozproszone, na niewielkich powierzchniach. Zaliczane są do lasów gospodarczych. Wszystkie obszary leśne znajdują się pod nadzorem Nadleśnictwa Lasów Państwowych z siedzibą w Dąbrowie Tarnowskiej, które na obszarze arkusza obejmują trzy obręby leśne: Dąbrowa Tarnowska, Wierzchosławice i Waryś.

Spośród objętych najwyższą ochroną elementów przyrody, na omawianym obszarze znajduje się jeden rezerwat leśny „Debrza” (o powierzchni 9,50 ha) zatwierdzony w 1995 roku (północna część dzielnicy Tarnowa - Krzyż) oraz projektowany (na powierzchni 25,81 ha) rezerwat florystyczno-leśny „Lasy Radłowskie” (gmina Wierzchosławice).

Obiekty uznane za pomniki przyrody zostały przedstawione w tabeli 12. Wśród pomników przyrody żywej przeważają ilościowo dęby i lipy. Ochroną objęte są parki i grupy drzew oraz aleje: jesionowa z lipami i robiniami w Łęgu Tarnowskim, wiązowa i lipowo-robinowo-klonowa w Tarnowie. Do osobliwości przyrody nieożywionej należy głaz narzutowy o wymiarach 150 x 140 cm, usytuowany w Tarnowie w miejscu przecięcia się równoleżnika 50°00' szerokości północnej z południkiem 21°00' długości wschodniej (Aleksandrowicz i in., 1990). Godne uwagi i ochrony są mniejsze wielkością eratyki zlokalizowane na terenie wsi Morzychna oraz głaz czerwonego gnejsu w miejscowości Łukowa. Głazy narzutowe należałoby chronić jako geologiczne obiekty przyrody nieożywionej.

Liczne głazy narzutowe wydobywane są przy okazji eksploatacji kruszywa w złożu „Trzydniaki”.

Tabela 12

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

Nr obiektu na mapie	Forma ochrony	Miejscowość	Gmina	Rok zatwierdzenia	Rodzaj obiektu (powierzchnia w ha)
			Powiat		
1	2	3	4	5	6
1	R	Tarnów - Krzyż	Tarnów	1995	L – „Debrza” (9,50)
			Tarnów		
2	R	Wierzchosławice	Wierzchosławice	*	L, Fl – „Lasy Radłowskie” (25,81)
			Tarnów		
3	P	Odporyszów parafia kościelna	Żabno	1997	Pż – sosna pospolita
			Tarnów		
4	P	Żabno	Żabno	1987	Pż – dąb szypułkowy „Dąb Wolności”
			Tarnów		
5	P	Wał Ruda-Bór	Radłów	1987	Pż – dąb szypułkowy
			Tarnów		
6	P	Wał Ruda-Bór	Radłów	1987	Pż – dąb szypułkowy
			Tarnów		
7	P	Kobierzyn Zakład Unasieniania Zwierząt	Lisia Góra	1987	Pż – 3 dęby szypułkowe
			Tarnów		
8	P	Łęg Tarnowski droga Tarnów- Żabno	Żabno	1987	Pż – aleja drzew pomnikowych; 22 drzewa różnych gatunków
			Tarnów		
9	P	Wierzchosławice- Dwudniaki, Nadleś.	Wierzchosławice	1987	Pż – dąb szypułkowy i 5 lip
			Tarnów		
10	P	Wierzchosławice- Dwudniaki, Nadleś.	Wierzchosławice	1987	Pż – dąb szypułkowy
			Tarnów		
11	P	Komorów międzywale	Wierzchosławice	1995	Pż – topola biała
			Tarnów		

Nr obiektu na mapie	Forma ochrony	Miejscowość	Gmina	Rok zatwierdzenia	Rodzaj obiektu (powierzchnia w ha)
			Powiat		
1	2	3	4	5	6
12	P	Tarnów-Klików (stadnina koni)	Tarnów	1987	Pż – 6 lip, 2 robinie i 6 klonów
			Tarnów		
13	P	Tarnów ul. Krzyska	Tarnów	1987	Pż – aleja drzew pomnikowych - wiązowa
			Tarnów		
14	P	Wierzchosławice probostwo	Wierzchosławice	1987	Pż – dąb szypułkowy
			Tarnów		
15	P	Gosławice nr 29 obok klaszt.	Wierzchosławice	1998	Pż – topola biała z gniazdem bociana
			Tarnów		
16	P	Bogumiłowice-Sieciechowice	Wierzchosławice	1995	Pż – topola biała
			Tarnów		
17	P	Tarnów ul. Kolejowa 37	Tarnów	1996	Pż – dąb szypułkowy
			Tarnów		
18	P	Tarnów ul. Głowackiego 76	Tarnów	1995	Pż – dąb szypułkowy
			Tarnów		
19	P	Tarnów - przedszkole ul. Kościuszki 9	Tarnów	1997	Pż – dęby szypułkowe
			Tarnów		
20	P	Tarnów ul. Nowy Świat	Tarnów	1993	Pż – dąb szypułkowy
			Tarnów		
21	P	Tarnów ul. Żwirki	Tarnów	1996	Pż – dąb szypułkowy
			Tarnów		
22	P	Tarnów ul. Piłsudskiego	Tarnów	1993	Pż – dąb szypułkowy
			Tarnów		
23	P	Tarnów Narutowicza 12	Tarnów	1987	Pż – jesion
			Tarnów		
24	P	Tarnów ul. Bema 4	Tarnów	1993	Pż – dąb szypułkowy
			Tarnów		
25	P	Tarnów (kości. pw. P.M.)	Tarnów	1987	Pż – drzewostan wokół kościoła
			Tarnów		
26	P	Tarnów wodociągi miejsk.	Tarnów	1997	Pż – grupa drzew
			Tarnów		
27	P	Tarnów al. Tarnowskich	Tarnów	1987	Pn – G - granit
			Tarnów		
28	U	Wał-Ruda oddział leśny	Radłów	1998	„Wał”- bagienna roślinność leśna (0,14)
			Tarnów		
29	U	Brzeźnica	Radłów	*	stanowisko krokusa (0,5)
			Tarnów		

Objaśnienia:

- Rubryka 2 -R – rezerwat, P - pomnik przyrody, U - użytek ekologiczny  
Rubryka 5 -\* - projektowany obiekt do ochrony  
Rubryka 6 -rodzaj rezerwatu: L – leśny, Fl – florystyczny  
-rodzaj pomnika przyrody: Pż żywej, Pn - nieożywionej  
-rodzaj obiektu: G – gład narzutowy

W 1998 roku Wojewoda Tarnowski uznał obszar wielkości 0,14 ha za użytek ekologiczny o nazwie „Wał”. Utworzony został w celu ochrony bagiennnej roślinności na podmokłym terenie, na skraju Lasów Radłowskich w Wał Rudzie. Na etapie projektu znajduje się utworzenie na obszarze około 0,5 ha użytku ekologicznego dla ochrony gatunku krokusa (szafrań spiski), rzadko spotykanego w tej części Polski na łąkach śródleśnych w Brzeźnicy. Do

rzadkości na skalę europejską należy kotewka wodna żyjąca w akwenu starorzecza w Zabawie, którą należałoby objąć ochroną.

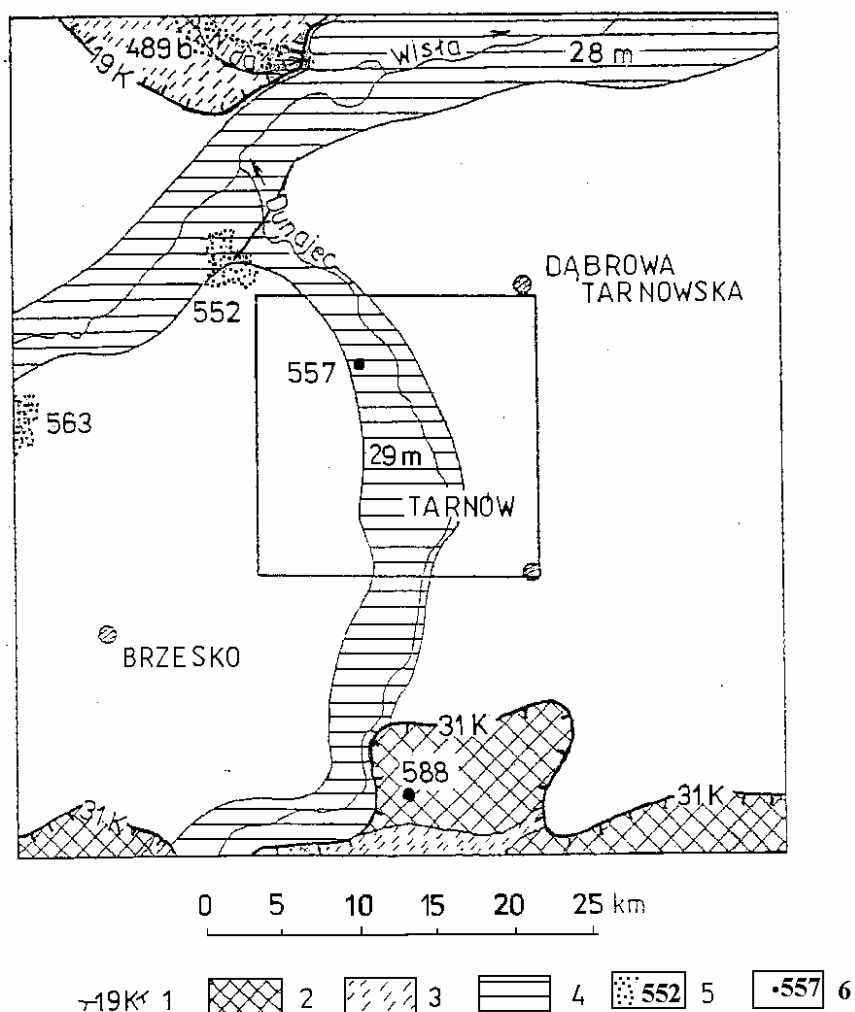


Fig. 6 Położenie arkusza Tarnów na tle systemów ECONET (Liro, 1998) i CORINE (Dyduch-Falniowska, 1999)

#### System ECONET

1 – granica obszaru węzłowego o znaczeniu krajowym, jego numer i nazwa: 19K – obszar nizinny, 31K – obszar Pogórza Ciężkowickiego. 2 – biocentrum w obszarze węzłowym o znaczeniu krajowym. 3 – strefa buforowa w obszarze węzłowym o znaczeniu krajowym. 4 – korytarz ekologiczny o znaczeniu międzynarodowym, jego numer i nazwa: 28m – Tarnobrzezki Wisły, 29m – Dolnego Dunajca

#### System CORINE

Ostoje przyrody o znaczeniu europejskim, ich numer i nazwa; 5 – obszary: 489b – Dolina Dolnej Nidy, 552 – Jadowniki Mokre, 563 - Łąki Cerekiew-Bratucice; 6 – punkty: 557 – Starorzecze Nieprawie, 588 – Uroczysko Wróblowice

Niemal połowę powierzchni arkusza, w jego zachodniej części, zajmuje zatwierdzony w 1996 roku Radłowsko-Wierzchosławicki Obszar Chronionego Krajobrazu. Obejmuje on Lasy Radłowskie z kompleksem śródleśnych stawów, starorzecza w obrębie doliny Dunajca, ostoje ptactwa oraz zabytki kultury.

Położenie arkusza na tle systemu sieci ekologicznej ECONET (Liro, 1998) przedstawia fig. 6. Dolina Dunajca, obejmująca środkową część arkusza, stanowi korytarz ekologiczny o znaczeniu międzynarodowym: 29m – Górnego Dunajca. Łączy on obszary węzłowe o znaczeniu krajowym na południu 31K – Pogórza Ciężkowickiego, poprzez korytarz ekologiczny o znaczeniu międzynarodowym 28m – Tarnobrzegi Wisły z obszarem węzłowym o znaczeniu krajowym 19K – Nidziańskim na północy. Celem wyznaczonego korytarza jest odtworzenie naturalnych układów przyrodniczych, poprzez umożliwienie rozprzestrzenienia się gatunków pomiędzy obszarami węzłowymi.

W systemie sieci ostoi przyrody CORINE (Dyduch-Falniowska, 1999) w obszarze arkusza znajduje się jedna obszarowa ostoja przyrody o znaczeniu europejskim 557 – Starorzecze Nieprawie. Jest to ostoja typu wodnego i terenów podmokłych z torfowiskami, bagnami i roślinnością wód śródlądowych. Znajduje się tu unikatowa chroniona flora (Tabela 13). Obszary te wymagają wprowadzenia proekologicznej gospodarki.

Tabela 13

### Proponowane ostoje przyrody wg CORINE / 2000

Numer (Fig. 6)	Nazwa ostoi	Powierzchnia (ha)	Typ	Motyw wyboru	Status ostoi	NATURA 2000	
						Gatunki	Ilość Siedlisk
1	2	3	4	5	6	7	8
557	Starorzecze Nieprawie	10	W, T	Fl			1-5

Objaśnienia:

Rubryka 4 T – tereny podmokłe – torfowiska, bagna i roślinność brzegów wód śródlądowych, W – wody śródlądowe stojące i płynące

Rubryka 5 Fl – flora

## XII Zabytki kultury

Na obszarze arkusza Tarnów znajdują się cenne zabytki kultury związane z dziejami tej ziemi. Dolina Dunajca była od dawna miejscem osadnictwa (od epoki kultury łużyckiej), o czym świadczą stanowiska archeologiczne w tym rejonie. U ujścia Białej Tarnowskiej do Dunajca istniała osada w X wieku oraz cmentarzysko XIII wieku. Na terenie Żabna notowane jest grodzisko z VII-X wieku. Doliną Dunajca od średniowiecza wiódł trakt handlowy przez Tarnów (wzdłuż Dunajca i Wisły) do Opatowca i Nowego Korczyna.

Najwyższej rangi zabytkiem w granicach arkusza jest średniowieczna zabudowa staromiejskiego zespołu architektonicznego skupionego wokół rynku w Tarnowie, w którego składzie znajdują się między innymi fragmenty murów obronnych z XV i XVI wieku, gotycki kościół katedralny datowany na 1400 rok, później rozbudowywany; domy i kamieniczki zabytkowe w rynku i najbliższym jego sąsiedztwie oraz gotycki ratusz z XIV wieku. W obrębie

śródmieścia wyróżnia się XV-wieczny gotycki kościół i klasztor Bernardynów oraz kościół NMP, stary XVIII-wieczny cmentarz między innymi z mogiłami powstańców z 1830 i 1863 roku, podmiejskie dworki z XVIII i XIX wieku, a także Park 1 Maja powstały pod koniec XIX wieku, z bogatym i różnorodnym drzewostanem oraz z mauzoleum generała Józefa Bema.

Na pozostałym obszarze do zabytkowych obiektów sakralnych należą: gotycki murowany kościół z XVI wieku w Radłowie, barokowy kościół z dzwonnica z XVII wieku w Żabnie oraz barokowo-klasycystyczny kościół z początku XIX wieku w Wierzchosławicach. W Odporyszowie znajduje się kościół barokowy z początku XVIII w. z wolno stojącą dzwonnica współczesną kościołowi i murowanymi kapliczkami Drogi Krzyżowej z przełomu XIX i XX wieku z konchowymi wnętrzami w których umieszczono drewniane rzeźby wykonane przez miejscowego rzeźbiarza Jana Wnęka..

Do zabytkowych obiektów architektonicznych należą ponadto na tym obszarze: zespół pałacowo-dworski z XIX wieku wraz z parkiem w Radłowie; neorenesansowy pałac z parkiem w Łęgu Tranowskim. W miejscowości Wierzchosławice – Dwudniaki znajduje się pochodzący z pierwszej połowy XIX w. dom rodzinny Wincentego Witosa - chłopskiego polityka, męża stanu okresu międzywojennego, współzałożyciela Polskiego Stronnictwa Ludowego, a w Wierzchosławicach jego muzeum biograficzne mieszczące się w drewnianym domu z początku XX w.

Do ciekawych, godnych pamięci osób związanych z tymi ziemiami należy żyjący w latach 1828-69 w Odporyszowie Jan Wnek. Był prekursorem światowego szybownictwa, pierwszym lotnikiem - „polskim Ikarem”. Stworzył i sam doskonalił lotnie z wielką brawurą, aż do tragicznej swej śmierci podczas próby lotni z wieży pobliskiego kościoła. Jan Wnek był również zdolnym cieślą i rzeźbiarzem. Jest twórcą kapliczek Drogi Bolesci oraz Stacji Drogi Krzyżowej w parafii w Odporyszowie.

Liczne na omawianym terenie są miejsca pamięci narodowej, związane z „rzezią galicyjską” (1846 r. - Odporyszów), walkami narodowo-wyzwoleńczymi, I wojną światową i egzekucjami hitlerowskimi oraz akcjami partyzanckimi w czasie II wojny światowej. Pozostałością tego okresu historii są liczne małe (często osamotnione wśród pól, lasów) cmentarzyki I wojny - Radłów, Gródek, Zabawa, Wał Ruda, Waryś, Siedlce, Komorów, Tarnów, Niedomice. Mogiły poległych w czasie II wojny światowej (żołnierzy, partyzantów, ludności cywilnej) znajdują się na lokalnych cmentarzach w Radłowie, Odporyszowie, Żabnie, Niedomicach, Zabawie, Wierzchosławicach, Tarnowie. Miejsca egzekucji hitlerowskich upamiętniają

pomniki - między innymi w Biskupicach Radłowskich, Białej. Osobliwością jest słup graniczny w Zabawie, dokumentujący granice zaboru austriackiego i rosyjskiego.

### **XIII Podsumowanie**

Obszar objęty arkuszem Tarnów ma zróżnicowane walory gospodarczo-przyrodnicze. Jego charakterystyczną cechą jest występowanie na znacznym obszarze kruszyw naturalnych dobrej jakości. Są one przedmiotem intensywnej eksploatacji na potrzeby ponadlokalnego budownictwa w Małopolsce. Złóża kruszyw stanowią perspektywiczną bazę surowcową. Wynikiem działalności wydobywczej na tym terenie są daleko idące przeobrażenia krajobrazu, spowodowane tworzeniem poeksploatacyjnych basenów wodnych, częściowo zagospodarowywanych na cele rekreacyjne.

Zharmonizowanie eksploatacji złóż kruszywa z odpowiednim kształtowaniem krajobrazu i wykorzystywaniem terenów poeksploatacyjnych powinno być jednym z podstawowych zadań planowania przestrzennego na tym obszarze.

Głównym poziomem zaopatrzenia ludności w wodę jest lokalny czwartorzędowy poziom wód podziemnych w piaszczysto-żwirowych osadach tarasów Dunajca.

Obszar arkusza odznacza się bardzo zróżnicowanymi potencjalnymi warunkami lokalizacji składowisk odpadów. Jego większa część posiada niekorzystne warunki naturalne, które bądź całkowicie wykluczają, bądź znacznie utrudniają i podrażniają składowanie odpadów. Odmiennie wygląda sytuacja w północno-wschodnim rejonie w pobliżu Odporyszowa, Morzychna, Laskówki, Łukowej, gdzie gruba i szczelna naturalna warstwa izolacyjna utworów mioceńskich predysponuje te obszary do lokalizowania składowisk odpadów niebezpiecznych oraz innych niż obojętne i niebezpieczne (w tym komunalnych).

Wytypowane obszary należy brać pod uwagę również przy rozpatrywaniu lokalizacji innych inwestycji niż składowiska odpadów, gdyż wskazane tereny spełniają w tym zakresie ogólne wymogi ochrony środowiska ujęte w ustawodawstwie polskim.

Walorem przyrodniczym o dużym znaczeniu są Lasy Radłowskie, w których dominują siedliska borowe, sosna zwyczajna, dąb szypułkowy. Projektowany jest tu rezerwat florystyczno-leśny. W lasach tych znajduje się kompleks stawów, ostoje ptactwa wzbogacające krajobraz. Obszar Chronionego Krajobrazu Radłowsko-Wierzchosławicki obejmuje swym zasięgiem Lasy Radłowskie, starorzecza Dunajca.

Na obszarze arkusza istnieją dogodne warunki dla rekreacji i wypoczynku, które stwarzają i kompleks leśny lasów Radłowskich i zagospodarowywane poeksploatacyjne baseny wodne. Przykładem może być kąpielisko w Podlesiu Dębowym – zagospodarowane wyrobi-

sko poeksploatacyjne złoża „Żabno II” posiadające piaszczyste plaże, z wypożyczalnią pływającego sprzętu wodnego (kajaki, rowery wodne).

Sąsiedztwo aglomeracji miejskiej Tarnowa i projektowana autostrada A-4 wywierać będą istotny wpływ na gospodarkę środowiskiem w tym obszarze. W szczególności obecność udokumentowanych złóż kruszywa powinna być brana pod uwagę, przy projektowaniu szlaków komunikacyjnych.

#### **XIV Literatura**

ALEKSANDROWICZ Z. i in., 1990 - Waloryzacja przyrody nieożywionej obszarów i obiektów chronionych w Polsce. Państw. Inst. Geol., Warszawa.

BARAN U., JAWOR E., 1996 – Dodatek nr 4 do dokumentacji geologicznej złoża gazu ziemnego „Tarnów” w utworach miocenu. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol. Warszawa.

BARDEL L., 1997 - Dokumentacja geologiczna uproszczona (odpowiadająca kat. C<sub>1</sub>) złoża kruszywa naturalnego „Biskupice-Gródek”. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol. Warszawa.

BARDEL L. 1998 - Dodatek do dokumentacji geologicznej w kat. C<sub>2</sub>+B złoża iłw mioceńskich „Sieradza”. Geogrunt Tarnów. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol. Warszawa.

BARDEL L., 2000 – Uproszczona dokumentacja geologiczna złoża w kategorii C<sub>1</sub> piasków wydmywanych „Lesisko”. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol. Warszawa.

BARDEL L., 2002 – Dodatek nr 1 do dokumentacji geologicznej złoża kopaliny pospolitej „Żabno II” p.n. Karta rejestracyjna złoża piasków wydmywanych „Żabno II” dla potrzeb budownictwa i nawierzchni drogowych miejscowość Podlesie Dębowe, gmina Żabno kategoria rozpoznania C<sub>1</sub>. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol. Warszawa.

BARDEL L., 2003 – Dokumentacja geologiczna złoża piasku „Sieradza - Linie” w kategorii C<sub>1</sub>. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol. Warszawa.

BIEL R., 2000 - Dokumentacja geologiczna uproszczona w kategorii C<sub>1</sub> złoża kruszywa naturalnego „Brzeźnica II”. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol. Warszawa.

BIEL R., 2002 - Dokumentacja geologiczna złoża kruszywa naturalnego „Wola Radłowska Grądy II - Brzeźnica” w kategorii C<sub>1</sub>. Firma Kontrakt., E. Wachowska, Tarnów.

BIEL R., 2003 - Dokumentacja geologiczna złoża kruszywa naturalnego „Zabawa” w kategorii C<sub>1</sub>. Arch. Małop. Urz. Woj. Oddz. Zam., Tarnów.

BOGACZ A., 2000 – Dodatek nr 1 do dokumentacji geologicznej w kategorii C<sub>2</sub> złoża kruszywa naturalnego „Bogumiłowice”. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol. Warszawa.

BROŻEK R., 1978 - Karta rejestracyjna złoża surowca ilastego „Łukowa”. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol. Warszawa.

CHOWANIEC J., WITEK K., LASKOWICZ I., 1997 - Mapa hydrogeologiczna Polski, w skali 1:50 000 arkusz Tarnów. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol. Warszawa.

CIELENKIEWICZ D. 1969 - Sprawozdanie z badań geologicznych złoża „Włosienice” ze stopniem rozpoznania - kat. C<sub>2</sub>. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol. Warszawa.

CIELENKIEWICZ D., CZARAKCZIEWA A. 1974 - Projekt badań geologicznych do kat. C<sub>2</sub> dla udokumentowania złoża surowca ilastego do produkcji keramzytu. Arch. Przeds. Geolog. Kraków.

DUDEK J., 1997 – Dokumentacja geologiczna złoża gazu ziemnego „Rysie”. Dodatek nr 5 do dokumentacji geologicznej złoża gazu ziemnego Rysie, Szczepanów, Łętowice, Bogumiłowice, Wierzchosławice, Wrzepin. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol. Warszawa.

DYDUCH-FALNIEWSKA A. i in., 1999 – Ostoje przyrody w Polsce (CORINE). Inst. Ochr. Przyr., PAN, Kraków.

FLISOWSKA E. 1980a - Dodatek nr 1 do dokumentacji geologicznej złoża kruszywa naturalnego „Borowiec” w kat. B + C<sub>1</sub> + C<sub>2</sub>. Arch. Małop. Urz. Woj. Oddz. Zam., Tarnów.

FLISOWSKA E. 1980b - Dokumentacja geologiczna w kat. C<sub>1</sub> z jakością w kat. B złoża kruszywa naturalnego „Głów”. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol. Warszawa.

GARPIEL M. 1973 - Dokumentacja geologiczna w kat. C<sub>1</sub> z jakością w kat. B złoża surowców ilastych ceramiki budowlanej „Krzyż”. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol. Warszawa.

GOŁĘBIEWSKA K., OGAR M., PRAJSNER T., RECZEK T. 2003 – Informacja o stanie środowiska, Miasto Tarnów. Woj. Insp. Ochr. Środ. w Krakowie Delegatura w Tarnowie.

GRELA J., Słota H., Zieliński J. (red.) 1999 – Dorzecze Wisły. Monografia powodzi lipiec 1997. Inst. Meteor. i Gosp. Wodnej. Kraków.

INSTRUKCJA opracowania i aktualizacji Mapy geologiczno-gospodarczej Polski w skali 1:50 000. Państw. Inst. Geol. Warszawa 2002.

JAKOŚĆ wód powierzchniowych płynących 2002 r. wyniki pomiarów. Informacja o środowisku i jego ochronie. 2003 - Woj. Insp. Ochr. Środ. w Krakowie.

JAWOR E., BARAN U., 1993 - Dodatek nr 2 do Dokumentacji geologicznej złóż gazu ziemnego „Borek-Grądy Bocheńskie-Rysie” (na obszary: „Szczepanów”, „Wierzchosławice” oraz „Łętowice-Bogumiłowice”). Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol. Warszawa.

JURKIEWICZ H., WOŃSKI J., 1977 - Mapa geologiczna Polski 1:200 000. A - Mapa podstawowa 1:50 000, arkusz Tarnów. Inst. Geol. Warszawa.

JURKIEWICZ H., WOŃSKI J., 1980 - Objaśnienia do mapy geologicznej Polski 1:200 000. arkusz Tarnów. Inst. Geol. Warszawa.

KARWACKI A. 1970 - Dokumentacja geologiczna złoża kruszywa naturalnego „Borowiec” w kat. B+C<sub>1</sub>+C<sub>2</sub>. Arch. Małop. Urz. Woj. Oddz. Zam., Tarnów.

KLECZKOWSKI A.S.(red.), 1990 - Mapa obszarów głównych zbiorników wód podziemnych (GZWP) w Polsce wymagających szczególnej ochrony 1:500 000. AGH, Kraków.

KONDRACKI J., 1998 – Geografia regionalna Polski. PWN, Warszawa.

LACH A., Michalik A., Pulit F. 1981 - Warunki hydrogeologiczne województwa tarnowskiego. Prace Monograf. Wyższej Szkoły Pedagog. Nr 47, Kraków.

LIRO A. (red.), 1998 – Strategia wdrażania krajowej sieci ekologicznej ECONET – Polska. Wyd. Fund. IUCN Poland. Warszawa.

NIEĆ M., KAWULAK M., SALAMON E. 1999 - Mapa geologiczno-gospodarczo-geologiczna gminy Wierzchosławice. Inst. Gosp. Sur. Min. i Energią Pol. Akad. Nauk Kraków.

NOWAK F. 1990 - Karta rejestracyjna złoża piasków wydmych „Żabno II” dla potrzeb budownictwa i nawierzchni drogowych. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol. Warszawa.

NOWAK F. 1997a - Dokumentacja geologiczna uproszczona piasków czwartorzędowych w kat. C<sub>1</sub> „Wał Ruda - Wojdakowa Linia”. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol. Warszawa.

NOWAK F. 1997b - Dokumentacja geologiczna uproszczona złoża kruszywa naturalnego w kat. C<sub>1</sub>+C<sub>2</sub> „Wał Ruda - Borowce”. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol. Warszawa.

NOWAK F. 1997c - Dokumentacja geologiczna uproszczona złoża kruszywa naturalnego w kat. C<sub>1</sub> „Brzeźnica”. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol. Warszawa.

NOWAK F., 2000a - Dokumentacja geologiczna uproszczona złoża kruszywa naturalnego w kategorii C<sub>1</sub> „Sanoka I”. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol. Warszawa.

NOWAK F., 2000 - Dokumentacja geologiczna uproszczona złoża kruszywa naturalnego w kategorii C<sub>1</sub> „Waryś”. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol. Warszawa.

NOWAK F., 2002 - Dokumentacja geologiczna złoża kruszywa naturalnego „Żabno - Pogwizdów” w kategorii C<sub>1</sub>. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol. Warszawa.

PŁONCZYŃSKI J. 1989 - Inwentaryzacja złóż kopalin stałych do lokalnej produkcji materiałów budowlanych w gminie Radłów, woj. tarnowskie. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol. Warszawa.

PRZENIOSŁO S. [red], 2002 - Bilans zasobów kopalin i wód podziemnych w Polsce wg stanu na 31.XII. 2001, Państw. Inst. Geol., Warszawa.

PURCHLA J. 1989 - Inwentaryzacja złóż kopalin stałych do lokalnej produkcji materiałów budowlanych gmina Żabno, woj. tarnowskie. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol. Warszawa.

PURCHLA J., 1991 - Szczegółowa mapa geologiczna Polski w skali 1:50 000 arkusz Tarnów.

PURCHLA J., 1994 - Objasnienia do szczególowej mapy geologicznej Polski w skali 1:50 000 arkusz Tarnów.

RADOMSKI T. 1998 - Uproszczona dokumentacja geologiczna w kat. C<sub>1</sub> złoża kruszywa naturalnego „Biała - Bobrowniki”. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol. Warszawa.

RADOMSKI T. 1999a - Dokumentacja geologiczna uproszczona w kat. C<sub>1</sub> złoża kruszywa naturalnego „Brzeźnica - Rudki”. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol. Warszawa.

RADOMSKI T. 1999b - Dokumentacja geologiczna uproszczona w kat. C<sub>1</sub> złoża kruszywa naturalnego „Biskupice Radłowskie”. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol. Warszawa.

RADOMSKI T. 1999c - Dokumentacja geologiczna uproszczona w kat. C<sub>1</sub> złoża kruszywa naturalnego „Wola Radłowska”. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol. Warszawa.

RADOMSKI T. 1999d - Dokumentacja geologiczna uproszczona w kat. C<sub>1</sub> złoża kruszywa naturalnego „Wola Radłowska - Grądy I”. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol. Warszawa.

RADOMSKI T., 1999e – Dokumentacja geologiczna uproszczona w kategorii C1 złoża piasków czwartorzędowych „Wielopole Moszczyńskie”. Arch. Małop. Urz. Woj. Oddz. Zam., Tarnów.

RATAJCZAK T. 1976 - Osady aluwialne (mady) Karpat jako surowiec ceramiki budowlanej. W: Wykształcenie młodoczwartorzędowych aluwiów rzek karpaccich i ich znaczenie surowcowe. Mat. Teren. Konf. Nauk. 7-9 maja 1976, Kraków.

RÜHLE E. 1986 - Mapa geologiczna Polski 1:500 000. Państw. Inst. Geol., Warszawa.

RYCZEK L. 1966 - Orzeczenie z przeprowadzonych prac geologiczno-zwiadowczych za złożem kruszywa naturalnego na obszarze „Szatanówka” (gm. Radłów), woj. tarnowskie. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol. Warszawa.

RYCZEK L. 1968 - Sprawozdanie z badań geologicznych złoża kruszywa naturalnego „Bobrowniki-Skałka”. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol. Warszawa.

RYCZEK L. 1975 - Dokumentacja geologiczna złoża kruszywa naturalnego „Trzydnia-ki” w kat. C<sub>1</sub>+C<sub>2</sub> z jakością w kat. B. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol. Warszawa.

SALAMON E., NIEĆ M., 2000 – Mapa geologiczno-gospodarcza Polski w skali 1:50 000 arkusz Tarnów. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol. Warszawa.

SANECKI K., SURMACZ R., 1980 - Dokumentacja geologiczna złoża kruszywa naturalnego „Ilkowice” w kat. C<sub>1</sub> z jakością w kat. B - gmina Łęg Tarnowski. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol. Warszawa.

SEBESTA L. (red.) 2002 – Raport o stanie środowiska w województwie małopolskim w 2001 roku. Woj. Insp. Ochr. Środ. Kraków.

SIEMBAB D. 1966 - Dokumentacja geologiczna złoża kruszywa naturalnego „Gosławice” w kategorii C<sub>2</sub>. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol. Warszawa.

SKIBA M. J. 1998a - Dodatek do dokumentacji geologicznej w kat. C<sub>1</sub> z jakością w akt. B złoża surowców ilastych ceramiki budowlanej „Radłów - Pole Północne”. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol. Warszawa.

SKIBA M. J. 1998b- Dodatek do karty rejestracyjnej złoża surowców ilastych „Łukowa I”. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol. Warszawa.

SKIBA M. J. 1998c - Uproszczona dokumentacja geologiczna złoża piasków wydmych „Biedacz” w kategorii C<sub>1</sub>. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol. Warszawa.

SKIBA M., J., 2000 - Uproszczona dokumentacja geologiczna złoża kruszywa naturalnego „Brzeźnica III” w kategorii C<sub>1</sub>. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol. Warszawa.

SMALUCH D., TURZA M. 1987 - Sprawozdanie z przeprowadzonych badań geologicznych, zwiadowczych za złożami kruszyw naturalnych w Dolinie Wisły, woj. tarnowskie. Arch. Przeds. Geolog. Kraków.

SOKOŁOWSKI T. 1991 - Uwagi o tarasach doliny Dunajca koło Tarnowa. Rocznik Pol. Tow. Geol. vol. 51, z. 3/4.

STARKEL L., RUTKOWSKI J., 1976 - Wykształcenie młodoczwartorzędowych aluwów rzek karpackich i ich znaczenie surowcowe. Mat. Terenowej Konf. Nauk. 7-9 maj 1976, Akad. Gór. Hutn., Kraków.

SUROWANIEC M. 1974 - Dokumentacja geologiczna w kat. C<sub>1</sub> z jakością w kat. B złoża surowców ilastych ceramiki budowlanej „Radłów”. Geobud Kraków. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol. Warszawa.

SUROWANIEC M. 1980 - Dokumentacja geologiczna złoża surowców niepełnych do produkcji ceramiki budowlanej w kat. B+C<sub>2</sub> „Sieradza”. Arch. Małop. Urz. Woj. Oddz. Zam., Tarnów.

TURZA M., 1974 - Dokumentacja geologiczna złoża kruszywa naturalnego w kat. C<sub>2</sub> „Szujec”. Przens. Geolog. Kraków. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol. Warszawa.

TURZA M., 1976 - Dokumentacja geologiczna w kategorii C<sub>1</sub> z jakością w kat. B złoża kruszywa naturalnego „Niwka - Dwudniaki”. Przens. Geolog. Kraków. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol. Warszawa.

URBAŃSKA A. 1992 - Dokumentacja geologiczna w kat. C<sub>2</sub> złoża piasków budowlanych w rejonie Dąbrowy Tarnowskiej - obszar Sieradza. Arch. Małop. Urz. Woj. Oddz. Zam., Tarnów.

WAL A. 1964 - Dokumentacja geologiczna uproszczona złoża kruszywa naturalnego „Skalka” w rejonie Komorowa. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol. Warszawa.

WARUNKI PRZYRODNICZE produkcji rolnej. Woj. Tarnowskie, 1987 - Inst. Upraw Nawożenia i Gleboznawstwa, Puławy.

WOŁKOWICZ W., SURMACZ R. 1980a - Dodatek nr 1 do dokumentacji geologicznej w kat. C<sub>1</sub> z jakością w kat. B złoża kruszywa naturalnego „Niwka-Dwudniaki”. Arch. Małop. Urz. Woj. Oddz. Zam., Tarnów.

WOŁKOWICZ W., SURMACZ R. 1980b - Dokumentacja geologiczna złoża kruszywa naturalnego „Bobrowniki Wielkie” w kategorii B+C<sub>1</sub>+C<sub>2</sub>. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol. Warszawa.

WOŁKOWICZ W., SURMACZ R. 1980c - Dokumentacja geologiczna złoża kruszywa naturalnego „Bobrowniki II” w kat. C<sub>1</sub> z jakością w kategorii B. Arch. Małop. Urz. Woj. Oddz. Zam., Tarnów.

WOŁKOWICZ W., SURMACZ R. 1980d - Dokumentacja geologiczna złoża kruszywa naturalnego „Niwka-Północ” w kat. C<sub>1</sub> z jakością w kat. B. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol. Warszawa.

WOŁKOWICZ W., SURMACZ R. 1981 - Dokumentacja geologiczna złoża kruszywa naturalnego „Radłów” w kat. C<sub>1</sub>+B dla potrzeb budownictwa. Arch. Małop. Urz. Woj. Oddz. Zam., Tarnów.

WYRWICKA K., WYRWICKI R. 1994 - Waloryzacja złóż kopalin ilastych w Polsce, Państw. Inst. Geol., Warszawa.

ŻYTKO K. I in., 1989 - Geological map of the western outer Carpathians and their foreland. Państw. Inst. Geol., Warszawa.