

**PAŃSTWOWY INSTYTUT GEOLOGICZNY  
PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY**

---

OPRACOWANIE ZAMÓWIONE PRZEZ MINISTRA ŚRODOWISKA

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

**Arkusz KOZIENICE (673)**



MINISTERSTWO  
ŚRODOWISKA

Warszawa 2010 r.

Autorzy: Adam Szeląg\*, Bogusław Bąk\*, Izabela Bojakowska\*, Paweł Kwecko\*, Marzena Małek\*\*,  
Adam Oźga\*\*, Hanna Tomassi-Morawiec\*

Główny koordynator MGŚP: Małgorzata Sikorska-Maykowska\*

Redaktor regionalny: Bogusław Bąk\* (plansza A), Joanna Szyborska-Kaszycka\* (plansza B)

Redaktor tekstu: Sylwia Tarwid-Maciejowska\*, Adam Szeląg\*

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

\*\* Przedsiębiorstwo Geologiczne POLGEOLOG S.A., ul. Budowlana 26, 20-469 Lublin

ISBN

Copyright by PIG and MŚ, Warszawa, 2010

## Spis treści

I.	Wstęp – <i>A. Szeląg</i> .....	3
II.	Charakterystyka geograficzno-gospodarcza – <i>A. Szeląg</i> .....	4
III.	Budowa geologiczna – <i>B. Bąk</i> .....	7
IV.	Złoża kopalin - <i>B. Bąk, A. Szeląg</i> .....	10
V.	Górnictwo i przetwórstwo kopalin - <i>B. Bąk, A. Szeląg</i> .....	14
VI.	Perspektywy i prognozy występowania kopalin – <i>B. Bąk</i> .....	17
VII.	Warunki wodne – <i>A. Szeląg</i> .....	20
	1. Wody powierzchniowe.....	20
	2. Wody podziemne.....	21
VIII.	Geochemia środowiska .....	24
	1. Gleby – <i>P. Kwecko</i> .....	24
	2. Osady wodne– <i>I. Bojakowska</i> .....	28
	3. Pierwiastki promieniotwórcze – <i>H. Tomassi-Morawiec</i> .....	31
IX.	Składowanie odpadów – <i>A. Ożga, M. Małek</i> .....	32
X.	Warunki podłoża budowlanego - <i>B. Bąk, A. Szeląg</i> .....	41
XI.	Ochrona przyrody i krajobrazu – <i>A. Szeląg</i> .....	43
XII.	Zabytki kultury - <i>A. Szeląg</i> .....	51
XIII.	Podsumowanie - <i>A. Szeląg, B. Bąk, A. Ożga</i> .....	52
XIV	Literatura .....	54

## . Wstęp

Arkusz Kozienice Mapy geośrodowiskowej Polski w skali 1:50 000 został opracowany w Oddziale Karpackim Państwowego Instytutu Geologicznego w Krakowie (plansza A) oraz w Państwowym Instytucie Geologicznym i Przedsiębiorstwie Geologicznym „POLGEOL” SA w Lublinie i Państwowym Instytucie Geologicznym w Warszawie (plansza B). Mapę wykonano zgodnie z Instrukcją opracowania Mapy geośrodowiskowej Polski w skali 1:50 000, (Instrukcja..., 2005). Przy opracowaniu wykorzystano materiały archiwalne i informacje zamieszczone na arkuszu Kozienice Mapy geologiczno-gospodarczej Polski (MGGP) w skali 1:50 000 wykonanym w Oddziale Karpackim Państwowego Instytutu Geologicznego w Krakowie w 2004 r. (Bąk, Szelaąg, 2004). Opracowanie sporządzono na podkładzie topograficznym w skali 1:50 000 w układzie 1942.

Mapa geośrodowiskowa Polski jest kartograficznym odwzorowaniem występowania kopalin, gospodarki złożami, górnictwa i przetwórstwa kopalin, stanu geochemicznego ziemi i możliwości składowania odpadów na tle wybranych elementów hydrogeologii, geologii inżynierskiej oraz ochrony przyrody, krajobrazu i zabytków kultury. Składa się z dwóch plansz. Plansza A zawiera zaktualizowane treści MGGP, a plansza B nowe treści dotyczące składowania odpadów i geochemii środowiska wchodzące w skład warstwy informacyjnej „Zagrożenia powierzchni ziemi”.

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

Mapa przeznaczona jest głównie do praktycznego wspomagania regionalnych i lokalnych działań gospodarczych. Służyć ma instytucjom, samorządom terytorialnym i administracji państwowej w podejmowaniu decyzji dotyczących gospodarki zasobami środowiska przyrodniczego oraz planowania przestrzennego. Przedstawiane na niej informacje środowiskowe mogą stanowić

pomoc przy wykonywaniu wojewódzkich, powiatowych i gminnych programów ochrony środowiska oraz planów gospodarki odpadami. Mapa może też być przydatna w kształtowaniu proekologicznych postaw lokalnych społeczności oraz w edukacji na wszystkich szczeblach nauczania.

W opracowaniu przeanalizowano i wykorzystano materiały archiwalne pochodzące z: Centralnego Archiwum Geologicznego Państwowego Instytutu Geologicznego w Warszawie, Mazowieckiego Urzędu Wojewódzkiego i Marszałkowskiego w Warszawie i Delegatury w Radomiu, Urzędu Wojewódzkiego i Marszałkowskiego w Lublinie, Wojewódzkiego Inspektoratu Ochrony Środowiska w Warszawie i Lublinie, Instytutu Upraw, Nawożenia i Gleboznawstwa w Puławach, Dyrekcji Kozienickiego Parku Krajobrazowego oraz urzędów powiatowych i gminnych.

Dane archiwalne zostały zweryfikowane w czasie prac terenowych. Klasyfikację sozologiczną złóż uzgodniono z Geologiem Wojewódzkim.

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

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

Obszar arkusza Kozienice rozciąga się między  $21^{\circ} 30'$  a  $21^{\circ} 45'$  długości geograficznej wschodniej i  $51^{\circ} 30'$  a  $51^{\circ} 40'$  szerokości geograficznej północnej.

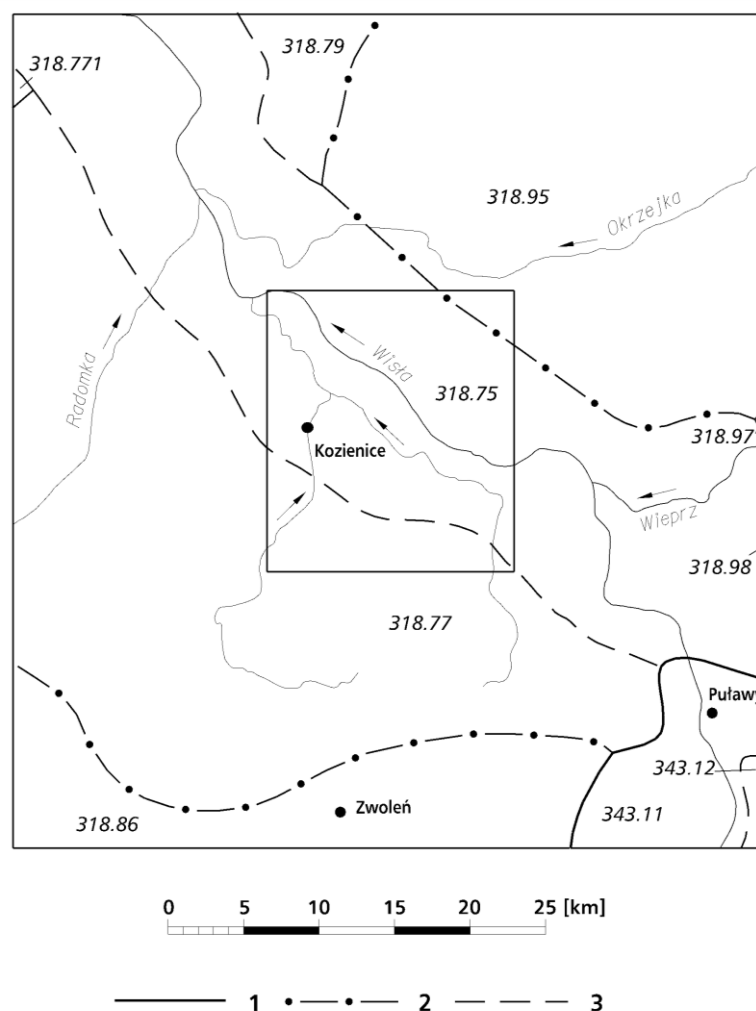
Zgodnie z podziałem fizycznogeograficznym arkusz położony jest na terenie Nizin Środkowopolskich w makroregionie: Nizina Środkowomazowiecka (Kondracki, 2000) (fig. 1). W jej obrębie (w granicach arkusza) znajdują się trzy mezoregiony: Dolina Środkowej Wisły, Równina Kozienicka oraz Wysoczyzna Żelechowska. Występujące tutaj formy terenu powstały głównie w wyniku procesów fluwialnych, denudacyjnych i eolicznych.

Centralną część arkusza zajmuje Dolina Środkowej Wisły. Jest to szeroka (10–12 km) dolina ciągnąca się od Puław aż po Warszawę (poza granicami arkusza), którą budują tarasy zalewowe i nadzalewowe. Wisła rozlewa się tutaj szeroko (do 1 km), a poziom zwierciadła rzeki obniża się od 115 do 107 m n.p.m. W jej korycie widać liczne mielizny i kępy. Wzdłuż rzeki ciągnie się szeroki, pokryty łąkami i chroniony wałami przeciwpowodziowymi taras zalewowy z licznymi starorzeczami, a na prawym brzegu piaszczysty taras wydmy.

Od południowego zachodu Dolina Środkowej Wisły graniczy z Równiną Kozienicką. Jest to prawie płaska równina denudacyjna położona na wysokości 150–160 m n.p.m., na powierzch-

ni, której zalegają pokrywy piasków eolicznych. Pomiedzy nimi występują zagłębienia deflacyjne z licznymi wałami wydmowymi. Porastają je pozostałości Puszczy Kozienickiej.

Północno-wschodni skrawek arkusza to falista równina z ostańcowymi wzniesieniami należąca do Wysoczyzny Żelechowskiej. Położona jest na wysokości 140–150 m, a najwyższe wzniesienie na tym terenie osiąga 168 m.



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

- 1 – granica prowincji, 2 – granica makroregionu, 3 – granica mezoregionu
- Mezoregiony Niziny Środkowomazowieckiej: 318.75 – Dolina Środkowej Wisły, 318.77 – Równina Kozienicka, 318.771 – Dolina Dolnej Pilicy, 318.79 – Równina Garwolińska.
- Mezoregiony Wzniesienia Południowomazowieckiego: 318.86 – Równina Radomska.
- Mezoregiony Niziny Południowopodlaskiej: 318.95 – Wysoczyzna Żelechowska, 318.97 – Pradolina Wieprza, 318.98 – Wysoczyzna Lubartowska.
- Mezoregiony Wyżyny Lubelskiej: 343.11 – Małopolski Przełom Wisły, 343.12 – Płaskowyż Nałęczowski.

Obszar arkusza Kozienice znajduje się w obszarze klimatu przejściowego pomiędzy morskim a kontynentalnym w tzw. strefie klimatycznej wielkich dolin (Kaczorowska, 1977). Pogodę i klimat kształtują głównie masy powietrza napływające z zachodu. Charakteryzuje się on stosunkowo łagodnymi zimami, mało zróżnicowanym pod względem termicznym latem oraz przewagą opadów wiosennych nad jesiennymi. Jest to klimat umiarkowanie ciepły. Średnia roczna temperatura powietrza kształtuje się na poziomie 7,5–8°C, przy czym najzimniejszym miesiącem jest styczeń (śr. – 4°C), a najcieplejszym lipiec (+18°C). Opady atmosferyczne osiągają 550–600 mm/rok, a pokrywa śnieżna zalega średnio 70–80 dni w roku.

Około 30% obszaru arkusza pokrywają lasy, głównie sosnowe. Ich duże zwarte kompleksy zwane Puszczą Kozienicką porastają południowe obszary arkusza.

Gleby pokrywające obszar arkusza są zróżnicowane. Przeważają mniej urodzajne gleby rozwinięte na wodnolodowcowych piaskach i żwirach z glinami, ale nierzadkie są też lepsze gleby wykształcone na glinach zwałowych. Warunki klimatyczne sprawiają, że uprawia się tutaj głównie żyto i ziemniaki, a także owies.

Pod względem administracyjnym arkusz Kozienice leży na pograniczu dwóch województw – mazowieckiego i lubelskiego. W skład województwa mazowieckiego wchodzi trzy powiaty: garwoliński, radomski i kozienicki. Do powiatu garwolińskiego należą gminy Maciejowice i Trojanów, do powiatu kozienickiego Sieciechów, Garbatka-Letnisko oraz miasto i gmina Kozienice, a do powiatu radomskiego gmina Pionki. Gmina Stężycza wchodząca w skład powiatu ryckiego należy do województwa lubelskiego.

Największą miejscowością na tym terenie jest powiatowe miasto Kozienice, liczące około 18 tysięcy mieszkańców. Jest ono zarazem centrum przemysłowym, administracyjnym (siedziba władz powiatowych i gminy miejsko-wiejskiej) usługowym i kulturalnym tego rejonu. Największym zakładem przemysłowym na tym terenie jest położona nieopodal miasta w Świerżach Górnych, Elektrownia Kozienice. Jest ona największą w Polsce opalaną węglem kamiennym, a zarazem ekologiczną i przyjazną środowisku elektrownią przełomu wieków. Dobrze rozbudowana infrastruktura i sieć połączeń drogowych powodują, że miasto i okoliczne gminy są dobrym miejscem dla lokalizacji inwestycji. Do wiodących należą m.in.: koncern branży materiałów biurowych „ESELTE POLSKA”, „BAKOMA BIS-JANIKÓW” (przetwórstwo owoców), Mleczarnia Obory Kozienice Sp. z o.o – LACTARIS, masarnia Janików, „MAREX” – producent i dystrybutor odzieży z dzianiny czy „Prefabet Kozienice” – największy w Polsce producent „szarego” be-

tonu komórkowego „Termorex”, produkowanego na bazie popiołów dymnicowych. Dobrze rozwija się drobna przedsiębiorczość, głównie w zakresie szeroko pojętego handlu spożywczo-przemysłowego. Pozostały obszar ma charakter typowo rolniczy z elementami drobnego przemysłu rolno-spożywczego i wytwórczego na bazie drewna.

Podstawowym kierunkiem produkcji w gospodarstwach indywidualnych jest produkcja mieszana. Dominują uprawy polowe żyta i ziemniaków, a w mniejszym stopniu pszenicy i buraków oraz hodowla bydła i trzody chlewnej. Stosunkowo niski (miejscami) stopień bonitacji gleb sprawia, że nie wszystkie one mogą być wykorzystywane rolniczo. Dziedziną gospodarki, która może na tym obszarze nabrać większego znaczenia jest agroturystyka.

Dostępność komunikacyjna jest istotnym elementem z punktu widzenia możliwości rozwoju tego regionu. Kozienice oddalone są zaledwie około 30 km od węzłów kolejowych w Radomiu, Puławach i Dęblinie. Obszar arkusza pokrywa sieć dróg publicznych obejmujących cztery kategorie: drogi krajowe, wojewódzkie, powiatowe i gminne. Największe znaczenie ma droga krajowa nr 79 (Warszawa–Sandomierz) oraz droga nr 48 (Tomaszów Mazowiecki–Białobrzegi–Kozienice–Dęblin–Kock). Mankamentem układu komunikacyjnego tego regionu jest brak mostów przez Wisłę. Najbliższe mosty drogowe znajdują się w Puławach lub Dęblinie. Wisła z uwagi na to, że jest rzeką zdziczałą nie odgrywa większej roli komunikacyjnej.

### **III. Budowa geologiczna**

Budowę geologiczną obszaru arkusza Kozienice omówiono w oparciu o Mapę geologiczną Polski w skali 1:200 000, arkusz Radom (Makowska, 1965 a,b,c,d; 1968 a,b) oraz Szczegółową mapę geologiczną Polski w skali 1:50 000 (arkusz Kozienice) z objaśnieniami (Żarski, 1996 a, b).

Obszar objęty arkuszem Kozienice znajduje się w południowej części niecki brzeźnej (niecka lubelska), wypełnionej osadami górnej kredy i paleocenu. Przez środek omawianego terenu w kierunku od południowego wschodu ku północnemu zachodowi przebiega obniżenie zwane synkliną Puławy–Kozienice. Obszar położony na wschód od niej nie wykazuje zaangażowania tektonicznego, zaś część leżąca na zachód jest wyraźnie zaburzona tektonicznie i sfałdowana, z czym związane jest wyraźne zwiększenie miąższości utworów mezozoicznych oraz redukcja miąższości trzeciorzędowych i czwartorzędowych.

Budowa geologiczna głębokiego, przed mezozoicznego podłoża jest dość słabo poznana. Omawiany obszar znajduje się na pograniczu dwóch stref: radomsko-kraśnickiej, zbudowanej z utworów od syluru do dewonu oraz rowu mazowiecko-lubelskiego, gdzie najstarszymi znanymi utworami są piaskowcowo-mułowcowe osady karbonu (Stupnicka, 1989). Lokalnie mają one znaczenie jako kolektor węglowodorów. Najgłębszy otwór wiertniczy na obszarze arkusza w Bogucinie (głębokość 3208 m) nie przewiercił osadów karbońskich.

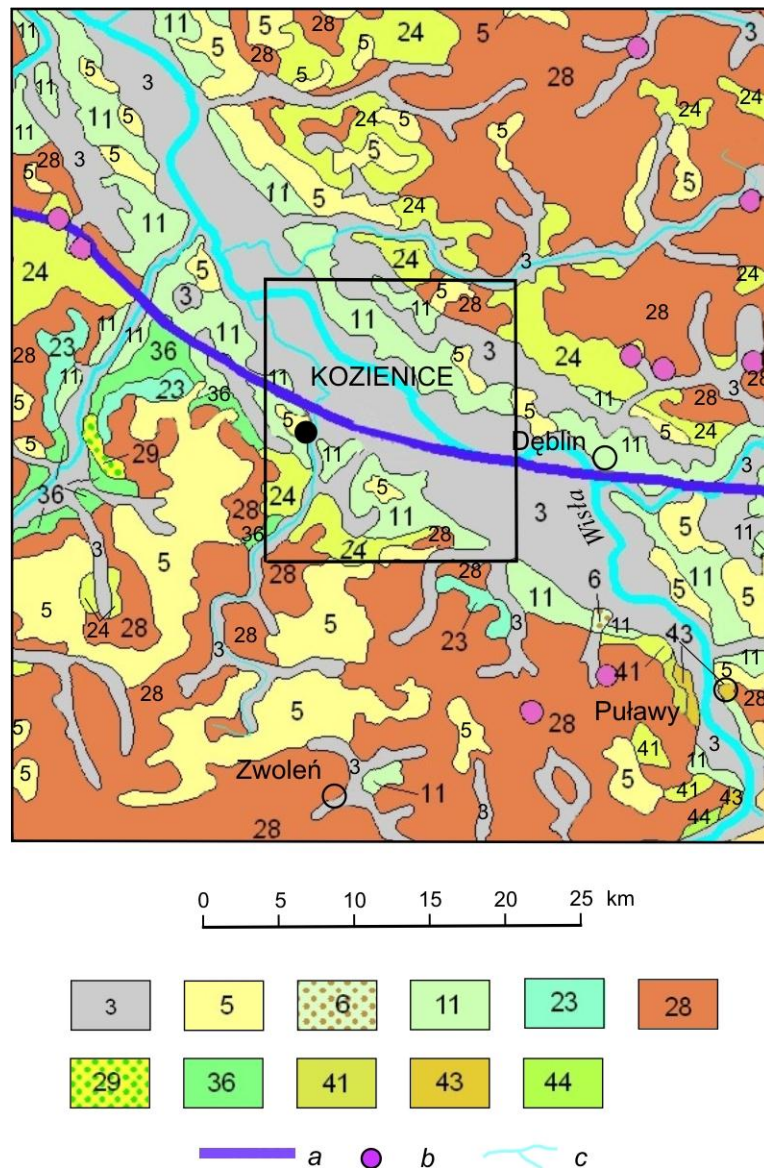
Skąły mezozoiczne (od triasu do górnej kredy) na omawianym obszarze znane są również jedynie z wierceń (Pożaryski [red], 1974). Bezpośrednio pod osadami trzeciorzędowymi, a częściowo czwartorzędowymi leżą górnokredowe opoki, margle i wapień o miąższości dochodzącej do 93,3 m.

Najstarsze osady trzeciorzędowe (paleocen), reprezentowane przez: gezy, margle, wapień i piaskowce glaukonitowe, zachowały się tylko lokalnie w dolinie Wisły w okolicach Bąkowca. Szerzej rozprzestrzenione są ropy, mułki i piaski glaukonitowe oligocenu, których maksymalna miąższość w okolicach Kozienic wynosi około 47 m. Utwory miocenu wykształcone jako ropy, mułki i piaski kwarcowe zachowały się tylko lokalnie, gdyż w większości zostały zerodowane podczas interglacjału mazowieckiego.

Osady czwartorzędu na obszarze arkusza Kozienice są również silnie zerodowane. Ich miąższość w obrębie wysoczyzn wynosi 30–40 m, a w dolinie Wisły 20–25 m, lokalnie w miejscach doliny kopalnej pra-Wisły w okolicach Kobylnicy i Opatkowic dochodzi do 60 m. Najstarszymi są osady preglacjału reprezentowane przez piaski i żwiry rzeczne z wkładkami mułków, które odsłaniają się w dolinie Zagożdżonki i w okolicach Stanisławic. Osady zlodowaceń południowopolskich (interglacjał ferdynandowski, zlodowacenie Wilgi, interglacjał mazowiecki, zlodowacenie Liwca oraz interglacjał Zbójna) stwierdzono głównie w otworach wiertniczych. Na powierzchni odsłaniają się one jedynie w zboczach wysoczyzn. Osady interglacjałów to głównie piaski, żwiry i mułki rzeczne. Zlodowacenia Wilgi i Liwca reprezentują piaski i żwiry wodnolodowcowe, gliny zwałowe oraz ropy zastoiskowe.

Na powierzchni rozprzestrzenione są utwory zlodowaceń środkowopolskich, należące do stadiału głównego zlodowacenia Odry. Występują one powszechnie na powierzchniach wysoczyzn w postaci piasków i żwirów wodnolodowcowych. Mniejsze rozprzestrzenienie mają gliny zwałowe, znane z okolic Bogucina, Podeblotcia i południowo-zachodniej części Puszczy Kozienickiej. W rejonie Nowin występują piaski i żwiry moren czołowych oraz moren martwego lodu. W obrębie wysoczyzn odsłaniają się również piaski i żwiry wodnolodowcowe związane ze zlo-

dowaceniem Warty. Osady interglacjalu eemskiego wykształcone jako piaski, żwiry i mułki rzeczne, wypełniają kopalną dolinę Wisły, której szerokość przekracza 10 km.



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

Czwartorzęd; holocen: 3 - piaski, żwiry, mady rzeczne oraz torfy i namuły, 5 - piaski eoliczne, lokalnie w wydmach, 6 - piaski i żwiry stożków napływowych, plejstocen: 11 - piaski, żwiry i mułki rzeczne, 23 - ły, mułki i piaski za-stoiskowe, 28 - gliny zwałowe, ich zwietrzliny oraz piaski i żwiry lodowcowe, 29 - piaski i mułki rzeczno-jeziorne, 36 - piaski, żwiry i mułki rzeczne, oligocen: 41 - piaski, lokalnie z bursztynem, mułki, ły, paleocen: 43 - gezy, wapień, opoki, piaski i piaskowce glaukonitowe, margle, mułki i ły, Mezozoik; kreda górna: 44 - wapień, kreda pizująca z krzemieniami, opoki, margle, wkładki piaskowców i gezy,

*a* - zasięg zlodowacenia warty, ciągi drobnych form rzeźby; *b* - kemy, *c* - sieć rzeczna

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

Na wysoczyznach, na osadach glacialnych leżą nieregularne płyty lub nieciągłe pokrywy eluwiów piaszczystych glin zwałowych lub piaski, żwiry i głązy rezydualne.

Szeroka dolina Wisły przecina obszar arkusza Kozienice od północnego zachodu ku południowemu wschodowi. Składa się ona z kilku poziomów tarasów. W budowie najwyższych tarasów nadzalewowych (18–22 m n. p. rzeki) uczestniczą nie rozdzielone utwory czwartorzędowe wykształcone jako piaski i żwiry rzeczne i wodnolodowcowe. Zajmują one znaczne powierzchnie doliny między Kozienicami a Bąkowcem. Duże fragmenty tych tarasów pokrywają piaski eoliczne i piaski eoliczne w wydmach. Miąższość piasków w wydmach dochodzi do kilkunastu metrów, zaś piasków przewianych od 0,5 do 3 m.

Najmłodszymi osadami są holocenijskie mady, piaski rzeczne i torfy oraz namuły torfiaste, które występują w obrębie tarasów zalewowych. Mułki, namuły i torfy wypełniają również liczne tu starorzecza. Ich miąższość dochodzi do 3 m. Największe torfowisko na omawianym obszarze znajduje się w okolicach Podebłocia u podnóża krawędzi wysoczyzny.

#### **IV. Złóża kopalin**

Na obszarze arkusza Kozienice udokumentowano jedno złóżo gazu ziemnego i ropy naftowej „Stężycza”, zaliczone do kopalin podstawowych oraz sześć złóż kopalin pospolitych – piasku (tabela 1), (Wołkowicz i inni. [red.], 2009). Pod koniec lat 90. ubiegłego wieku, z przyczyn ekonomicznych, wykreślono z ewidencji zasobów kopalin złóżo surowców ilastych ceramiki budowlanej „Nowiny”.

Złóżo gazu ziemnego i ropy naftowej „Stężycza” było dokumentowane w latach 1998–2002 (Dzięgielewski, 1998, 2002). Regionalnie złóżo położone jest w obrębie synklinorium lubelskiego, w rowie mazowiecko–lubelskim, w ciągu strukturalnym Minkowice–Świdnik–Abramów–Dęblin. Utworzyło się w brachyantyklinalnej strukturze należącej do lokalnego wyniesienia Sędowic. Skałami zbiornikowymi są piaskowce namuru (karbon) izolowane iłolupkami i mułowcami. Jest to złóżo wielohoryzontowe, warstwowe, o wspólnym konturze, z wodami podścielającymi; zalegające w interwale głębokości 2280–2665 m (Karnkowski, 1999). Aktualnie produktywne są dwa horyzonty w interwale głębokości 2302–2338 m. Zawartość metanu w gazie ziemnym wynosi 88,14–92,95% obj., a więc można go już zaliczyć do wysokometanowych. Jego średnia wartość opałowa wynosi około 40 MJ/m<sup>3</sup>, a zawartość azotu średnio 2,3% obj. Zawiera

on też domieszkę gazoliny. Ropa naftowa zalicza się do lekkich –  $0,834 \text{ g/cm}^3$  ( $38,2^\circ \text{ API}$ ), o niskiej lepkości i małej zawartości siarki. Przeciętnie zawiera ona około 80% węglowodorów nasyconych, 14% aromatycznych oraz 1% asfaltenów. Ropie towarzyszy gaz ziemny, uznany za kopalinę towarzyszącą (tzw. gaz ziemny ze złóż kondensatowych).

Złoże piasku „Nowiny” stanowi fragment płata osadów stadiału maksymalnego zlodowacenia środkowopolskiego zbudowanego z piasków, żwirów i głazów moren czołowych oraz piasków i żwirów wodnolodowcowych. Samo złożę generalnie tworzą piaski średnioziarniste żółte, w zasadzie bez domieszek nieużytecznych i szkodliwych (Radomska, 2000, 2002). Ich średni punkt piaskowy wynosi 97,9%, a zawartość pyłów mineralnych waha się od 1,2% do 5,9%. Występują też przewarstwienia piasków drobnoziarnistych i domieszki drobnego żwirku, nie przekraczające jednakże 10%, a także cienkie przerosty glin pylastych i piasków gliniastych. Miąższość złoża waha się od 2,2 m do 15,2 m i średnio wynosi 7,36 m. Nadkład stanowi gleba piaszczysta, piasek gliniasty i pylasty, glina i glina piaszczysta o grubości 0,3 do 5,9 m, średnio 2,72 m. W spągu złoża występują piaski i piaski pylaste suche i zawodnione, a miejscami gliny.

Złoża piasku „Kobylnica” (Fyda, 2005), „Kobylnica I” (Wrona, 2005), „Kobylnica II” (Wrona, 2005a), „Kobylnica III” (Wrona, 2005b), „Kobylnica IV” (Wrona, 2005c) udokumentowane zostały w obrębie plejstocenijskich osadów rzecznych – piaskach tarasów nadzalewowych Wisły. Serię złożową w wymienionych złożach (tabela 2), tworzą piaski drobno-, średnio- i gruboziarniste.

Złoże piasku „Nowiny” stanowi fragment płata osadów stadiału maksymalnego zlodowacenia środkowopolskiego zbudowanego z piasków, żwirów i głazów moren czołowych oraz piasków i żwirów wodnolodowcowych. Samo złożę generalnie tworzą piaski średnioziarniste żółte, w zasadzie bez domieszek nieużytecznych i szkodliwych (Radomska, 2000, 2002). Ich średni punkt piaskowy wynosi 97,9%, a zawartość pyłów mineralnych waha się od 1,2% do 5,9%. Występują też przewarstwienia piasków drobnoziarnistych i domieszki drobnego żwirku, nie przekraczające jednakże 10%, a także cienkie przerosty glin pylastych i piasków gliniastych. Miąższość złoża waha się od 2,2 m do 15,2 m i średnio wynosi 7,36 m. Nadkład stanowi gleba piaszczysta, piasek gliniasty i pylasty, glina i glina piaszczysta o grubości 0,3 do 5,9 m, średnio 2,72 m. W spągu złoża występują piaski i piaski pylaste suche i zawodnione, a miejscami gliny.

Tabela 1

### Złoże kopalin i ich charakterystyka gospodarcza oraz klasyfikacja

Nr złoże na mapie	Nazwa złoże	Rodzaj kopaliny	Wiek kompleksu litologiczno-suwrowcowego	Zasoby geologiczne bilansowe [tys. t mln m <sup>3*</sup> ]	Kategoria rozpoznania	Stan zagospodarowania złoże	Wydobycie [tys. t, mln m <sup>3*</sup> ]	Zastosowanie kopaliny	Klasyfikacja złoże		Przyczyny konfliktowości złoże
									Klasy 1-4	Klasy A-C	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Stężycza	G R	C C	415,07* 88,52	A,B,C C	G N	6,01* -	E E, Ch	2	A	-
2	Nowiny	p	Q	475	C <sub>1</sub>	Z	-	Sd, Sb	4	B	N, K,
3	Kobylnica I	p	Q	162	C <sub>1</sub>	G	2	Sd, Sb	4	B	K, W
4	Kobylnica II	p	Q	175	C <sub>1</sub>	G	0	Sd, Sb	4	B	K, W
5	Kobylnica III	p	Q	172	C <sub>1</sub>	G	4	Sd, Sb	4	B	K, W
6	Kobylnica IV	p	Q	177	C <sub>1</sub>	G	4	Sd, Sb	4	B	K, W
7	Kobylnica	p	Q	97	C <sub>1</sub>	G	10	Sd, Sb	4	B	K, W
	Nowiny	g (gc)	Q	-	-	ZWB	-	-	-	-	-

Rubryka 3: G – gazy ziemne, R – ropy naftowe, p- piaski, g(gc) – gliny ceramiki budowlanej

Rubryka 4: Q – czwartorzęd, C – karbon

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

Rubryka 9: E – kopaliny energetyczne, Ch – chemiczne, Sd – kopaliny drogowo, Sb – kopaliny budowlane,

Rubryka 10: 2 – rzadkie w skali całego kraju lub złoże skoncentrowane w określonym regionie, 4 – powszechnie występujące, łatwo dostępne

Rubryka 11: A – małokonfliktowe, B – konfliktowe

Rubryka 12: K – ochrona krajobrazu, W – ochrona wód podziemnych, N – obszar NATURA 2000.

Złóża piasku „Kobylnica” (Fyda, 2005), „Kobylnica I” (Wrona, 2005), „Kobylnica II” (Wrona, 2005a), „Kobylnica III” (Wrona, 2005b), „Kobylnica IV” (Wrona, 2005c) udokumentowane zostały w obrębie plejstocénskich osadów rzecznych – piaskach tarasów nadzalewowych Wisły. Serię złożową w wymienionych złożach (tabela 2), tworzą piaski drobno-, średnio- i gruboziarniste.

Tabela 2

**Parametry geologiczno-górnice i jakościowe złożeń piasków na arkuszu Kozienice**

Parametry	Nowiny	Kobylnica I	Kobylnica II	Kobylnica III	Kobylnica IV	Kobylnica
Powierzchnia złoza [ha]	3,81	1,12	1,15	1,18	1,20	2,64
Miąższość złoza [Z] [m]	<u>2,2–15,2</u> 7,4	<u>11,8–11,8</u> 11,8	<u>11,8–11,8</u> 11,8	<u>11,8–11,8</u> 11,8	<u>11,8–11,8</u> 11,8	<u>1,7–4,5</u> 3,6
Grubość nadkładu [N] [m]	<u>0,3–5,9</u> 2,7	<u>0,2–0,2</u> 0,2	<u>0,2–0,2</u> 0,2	<u>0,2–0,2</u> 0,2	<u>0,2–0,2</u> 0,2	<u>0,2–1,3</u> 0,9
N/Z	0,06–0,97	0,02	0,02	0,02	0,02	0,044–0,765
Warunki wodne	suche	częściowo zawodnione	częściowo zawodnione	częściowo zawodnione	częściowo zawodnione	suche
Punkt piaskowy [%]	<u>89,9–100</u> 97,9	<u>94,0–94,0</u> 94,0	<u>93,0–94,0</u> 93,5	<u>92,0–93,0</u> 92,5	<u>92,0–95,0</u> 93,5	– 100
Zawartość pyłów mineralnych [%]	<u>1,2–5,9</u> 3,3	<u>4,0–5,0</u> 4,5	<u>5,0–6,0</u> 5,5	<u>6,0–7,0</u> 5,5	<u>4,0–7,0</u> 5,0	<u>0,4–2,1</u> 0,76
Wskaźnik piaskowy	<u>46,3–85,4</u> 72,1	<u>88–92</u> 90	<u>88–92</u> 90	<u>88–88</u> 88	<u>88–90</u> 89	<u>60–88</u> 79
Wskaźnik uziarnienia	–	<u>5,02–5,12</u> 5,08	<u>5,0–5,3</u> 5,16	<u>5,00–5,71</u> 5,29	<u>5,16–5,71</u> 5,38	–
Ciężar nasypowy w stanie utrzesionym [Mg/m <sup>3</sup> ]	<u>1,58–1,78</u> 1,73	<u>1,772–1,780</u> 1,776	<u>1,777–1,788</u> 1,781	<u>1,768–1,788</u> 1,778	<u>1,768–1,788</u> 1,774	<u>1,51–1,66</u> 1,55

\* objętościowo

Złoże piasku „Nowiny” stanowi fragment płata osadów stadiału maksymalnego zlodowacenia środkowopolskiego zbudowanego z piasków, żwirów i głazów moren czołowych oraz piasków i żwirów wodnolodowcowych. Samo złoże generalnie tworzą piaski średnioziarniste żółte, w zasadzie bez domieszek nieużytecznych i szkodliwych (Radomska, 2000, 2002). Ich średni punkt piaskowy wynosi 97,9%, a zawartość pyłów mineralnych waha się od 1,2% do 5,9%. Występują też przewarstwienia piasków drobnoziarnistych i domieszki drobnego żwirku, nie przekraczające jednakże 10%, a także cienkie przerosty glin pylastych i piasków gliniastych. Miąższość złoza waha się od 2,2 m do 15,2 m i średnio wynosi 7,36 m. Nadkład stanowi gleba piaszczysta, piasek gliniasty i pylasty, glina i glina piaszczysta o grubości 0,3 do 5,9 m, średnio 2,72 m. W spągu złoza występują piaski i piaski pylaste suche i zawodnione, a miejscami gliny.

Złóża piasku „Kobylnica” (Fyda, 2005), „Kobylnica I” (Wrona, 2005), „Kobylnica II” (Wrona, 2005a), „Kobylnica III” (Wrona, 2005b), „Kobylnica IV” (Wrona, 2005c) udokumentowane zostały w obrębie plejstocénskich osadów rzecznych – piaskach tarasów nadzalewowych Wisły. Serię złożową w wymienionych złożach (tabela 2), tworzą piaski drobno-, średnio- i gruboziarniste.

Klasyfikacji sozologicznej złożeń dokonano zgodnie z obowiązującymi wytycznymi dokumentowania złożeń kopalin (Zasady..., 1999). Z punktu widzenia ochrony kopalin złoża piasku zaliczono do kategorii 4, tj. złożeń kopalin pospolitych, występujących powszechnie na terenie całego kraju, zaś złoża gazu ziemnego i ropy naftowej „Stężyca” do kategorii 2, tj. złożeń rzadkich w skali całego kraju lub skoncentrowanych w określonym regionie. Z punktu widzenia konfliktowości eksploatacji wszystkie złoża piasków uznano za konfliktowe (kategoria B). Złożo „Nowiny” z uwagi na położenie w otulinie Kozienickiego Parku Krajobrazowego i obszarze NATURA 2000. Złoża piasku z rejonu Kobylnicy z uwagi na położenie w Nadwiślańskim Obszarze Chronionego Krajobrazu i w obrębie udokumentowanego GZWP nr 222. Złożo gazu ziemnego i ropy naftowej uznano za mało konfliktowe, możliwe do eksploatacji bez specjalnych ograniczeń.

## **V. Górnictwo i przetwórstwo kopalin**

Aktualnie na obszarze arkusza Kozienice eksploatuje się tylko gaz ziemny ze złoża gazu ziemnego i ropy naftowej „Stężyca” – w oparciu o koncesję ważną do 2026 r. i na obszarze i terenie górnictwem o powierzchni 5,32 km<sup>2</sup>. Produktywny jest tylko horyzont główny (trzeci) w interwale głębokości 2330–2338 m. Jego przepuszczalność waha się od 11,33 do 39,71 mdcy, a ciśnienie złożowe wynosi 23,92 Mpa. Czynnych jest pięć otworów eksploatacyjnych, a jeden służy do zatłaczania wody złożowej. Gaz jest oczyszczany z wody i z gazoliny oraz suszony w zakładzie uzdatniania zlokalizowanym w obszarze i terenie górnictwem. Po osuszeniu gaz kierowany jest do sieci krajowej, a niewielka część do prywatnego odbiorcy. W 2000 r. przewidywano około piętnastoletni okres eksploatacji tego złoża, zakładając wydobycie rzędu 30 mln m<sup>3</sup> na rok. Było ono jednak większe, w 2004 r. przekroczyło 92 mln m<sup>3</sup>. Obecnie odnotowuje się znaczny jego spadek i w 2008 r. wydobyto już tylko 6,01 mln m<sup>3</sup>.

Podjęta była także próbna eksploatacja ropy naftowej dwoma otworami, ale nie osiągnięto przemysłowych przyplływów, tak więc na razie zaniechano jej wydobycia.

Złoża piasku z okolic Kobylnicy eksploatowane są przez prywatnych przedsiębiorców na mocy ważnych koncesji wydanych przez Starostę garwolińskiego (tabela 3). Według do-

kumentacji geologicznych kopalina ze złóż „Kobylnica I, II, III i IV” ma być przeznaczona do budowy wałów wiślanych, a wyrobiska rekultywowane będą w kierunku wodnym. Były one eksploatowane na małą skalę, a wydobyte nie przekraczało 10 tys. ton. Aktualnie wydobyte jest czasowo wstrzymane z uwagi na brak środków finansowych na rozbudowę wałów przeciwpowodziowych. Wszystkie posiadają wyrobiska wgłębne, obecnie z uwagi na wysoki stan wód gruntowych – zawodnione. Okresową eksploatację prowadzi się także w złożu „Kobylnica”, którego wyrobisko jest częściowo zrekultywowane w kierunku wodnym.

Tabela 3

### Dane koncesyjne złóż piasków z okolic Kobylnicy

	Kobylnica I	Kobylnica II	Kobylnica III	Kobylnica IV	Kobylnica
Powierzchnia złoża [ha]	1,12	1,15	1,18	1,20	2,64
Powierzchnia obszaru górniczego [ha]	1,17	1,15	1,18	1,20	1,85
Powierzchnia terenu górniczego [ha]	1,34	1,34	1,36	1,39	2,18
Data ważności koncesji	31.12.2011 r.	31.12.2011 r.	31.12.2011 r.	31.12.2011 r.	31.12.2024 r.
Rok rozpoczęcia eksploatacji	2007	2007	2007	2007	2005

Wydobyte piasków ze złoża „Nowiny” zakończyło się w 2002 r. Było ono eksploatowane pod koniec lat 80. XX w. jeszcze przed udokumentowaniem, a następnie tylko przez dwa sezony na mocy koncesji wydanej przez Wojewodę Mazowieckiego w 2001 r. Wydobyto z niego przez dwa lata około 62 tys. ton piasku. Wyrobisko stokowo-wgłębne o wymiarach około 100x50x10 m, zostało w ostatnich latach zrekultywowane w kierunku leśnym.

W latach 70. ubiegłego wieku eksploatowano duże (zasoby 4,4 mln m<sup>3</sup>), położone w lesie, złoża piasków „Opatkowice”. Wyeksploatowano je w około 40%, a wyrobisko poeksploatacyjne stanowi obecnie staw hodowlany.

W przeszłości na dość dużą skalę eksploatowano piaski rzeczne z tarasu zalewowego oraz z koryta Wisły. Aktualnie działalność ta, choć na mniejszą skalę jest utrzymana, ale tylko z koryta Wisły. Miejsce zbytu piasku wiślanego znajduje się powyżej elektrowni Kozienice, już na obszarze arkusza Magnuszew.

We wsi Nowiny w latach 1957–87 czynna była cegielnia produkująca cegły pełne niskich klas. Bazowała ona na glinach zwałowych i mułkach udokumentowanych w złożu o powierzchni około 10 ha. Wyrobiska zostały zrekultywowane w kierunku rolnym, a zabudowania cegielni częściowo zburzono, a częściowo wykorzystano do innych celów.

Na niewielką skalę, okresowo lub sezonowo, pozyskuje się piasek i rzadziej pospółkę z punktów zlokalizowanych zazwyczaj na obrzeżach wsi m.in.: Kobylnica, Brzeźce, Nowiny,

Słowiki Stare i Nowe. Niekiedy pozyskuje się piasek i torf przy okazji (lub pod pretekstem) budowy stawów rybnych. Problemem pozostają wyrobiska po nielegalnej eksploatacji, które najczęściej zarastają i stają się miejscem nielegalnego deponowania odpadów. Ponowne oczyszczenie takiego wyrobiska jest nieopłacalne. Obok powstają więc następne wyrobiska i historia się powtarza.

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

Perspektywy surowcowe w zakresie kopalin pospolitych na obszarze objętym arkuszem Kozienice dotyczą głównie możliwości wykorzystywania piasków, w mniejszym stopniu torfów (Kwapisz, 1971; Żelichowski, Kozłowski, 1983; Kwaśniewska, 1987; Mróz, 1987; Żarski, 1992; Masternak, 1996; Osendowska, 1996; Ptak, 1997; Poradowska, 1995).

Na terenie omawianego arkusza występuje kruszywo naturalne czwartorzędowe różnej genezy reprezentowane przez piaski rzeczne preglacjalne, piaski i żwiry wodnolodowcowe i rzeczne wyższych tarasów akumulacyjnych, piaski eoliczne i piaski rzeczne tarasu zalewowego oraz utwory moren czołowych. Największe ilościowo znaczenie mają piaski związane z doliną środkowej Wisły przecinającą omawiany obszar z południowego wschodu na północny zachód. Piaski rzeczne tarasów akumulacyjnych Wisły na odcinku Warszawa–Dęblin były przedmiotem badań geologiczno-zwiadowczych dla określenia występowania serii piaszczysto-żwirowej (Kozłowski, 1984; Domańska, 1979). Jej miąższość waha się od kilkunastu do ponad 80 m, a przeważnie wynosi 20–30 m. Seria ta w górnej części wykształcona jest w postaci piasków drobno-, średnio- i gruboziarnistych, warstwowych, lokalnie z przewarstwieniami pospółek i wkładkami mułków. Znaczna część tych osadów jest zawodniona. W dolnej części wzrasta udział frakcji żwirowej, ale także i zanieczyszczeń ilastych. Jest ona zwykle nie do wykorzystania, z uwagi na znaczną głębokość zalegania. Grubość nadkładu może dochodzić do 4 m. Zrezygnowano z wyznaczenia na mapie całej doliny Wisły jako perspektywicznej dla piasków i ograniczono się do ich wyznaczenia tylko tam, gdzie było ich dokładniejsze rozpoznanie. Rozległe obszary wyznaczono na lewym brzegu Wisły w okolicach Sieciechowa, a na prawym w okolicach miejscowości Paprotnia, Długowola, Prażmów i Stężycza (Domańska, 1979). Piaski z tych obszarów spełniają kryteria technologiczno-jakościowe dla kruszywa naturalnego drobnego, budowlanego i nadają się do produkcji betonów zwykłych, zapraw i wypraw oraz gładzi tynkarskich. Możliwe jest w tych obszarach udokumentowanie dużych złóż o zasobach przemysłowych.

Między miejscowościami Stężyca, Prażmów i Brzeźce w obrębie wielkiego obszaru perspektywicznego wyznaczono dwa obszary prognostyczne (I i II) piasków rzecznych (tabela 4), które kontynuują się na wschód, na obszar sąsiedniego arkusza Dęblin. Nawiercono tu kruszywo o punkcie piaskowym od 79,1% do 100%, a zawartość pyłów mineralnych waha się od 0,6% do 4,0%. Mogą one mieć zastosowanie tak w budownictwie jak i drogownictwie (Cywicki, Cywicka, 1982; - obszar Stężyca, pola I/A i I/B).

W oparciu o mapę geologiczną, obserwacje terenowe i punkty wystąpień kopaliny, za perspektywiczne dla celów lokalnych uznano piaski eoliczne i wydmowe w okolicach Kruszyny (północna część obszaru arkusza), koło Słowików i koło Katarzynowa, gdzie oprócz piasków wydmowych występują też piaski i żwiry rzeczne. W okolicach Nowin k/Kozienic rozpoznano płat utworów moreny czołowej zbudowany z piasków różnoziarnistych z prze-warstwieniami pospólek i żwirów. Udokumentowano tu małe złoża piasków „Nowiny”.

Obszar perspektywiczny dla różnoziarnistych piasków rzecznych wyznaczono w okolicach Kobylnicy. Przez analogię do kilku udokumentowanych tam małych złóż, można przyjąć, że miąższość serii złożowej wynosi od 2 do 12 m. Jest ona zawodniona. Poziom wodonośny występuje na głębokości 3,1–5,1 m. Grubość nadkładu waha się od 0,2–1,3 m. Piaski te mogą być wykorzystane do celów budowlanych i drogowych, także do budownictwa inżynierskiego (np. wały przeciwpowodziowe).

Piaski rzeczne tarasu zalewowego i odsypy piaszczyste koryta Wisły nie są obecnie tak intensywnie jak w przeszłości eksploatowane i ulegają silnemu zarastaniu. Badania technologiczne potwierdzają ich przydatność do produkcji betonów zwykłych.

Torfowiska na omawianym terenie występują w obrębie rozległych i słabo drenowanych obniżen na tarasach zalewowych i nadzalewowych Wisły. Są to torfowiska niskie o małej miąższości i wysokiej popielności. Zbudowane (w lewobrzeżnej części obszaru) głównie z torfów drzewnych, sporadycznie drzewno-turzycowych, drzewno-mszystych i turzycowych; zaś w prawobrzeżnej generalnie z torfów trzcinowo-drzewnych. W okolicach Kozienic większość torfowisk znalazła się w granicach Kozienickiego Parku Krajobrazowego. Wyznaczono tu dwa obszary perspektywiczne torfów przydatnych do celów rolniczych - koło Opatkowic i Bąkowca i jeden nadający się również do celów opałowych także koło Bąkowca (Kowalczyk, 1964). W prawobrzeżnej części omawianego terenu, w rejonie Podebłocia, znajduje się rozległy obszar perspektywiczny torfów przydatnych do celów rolniczych, pokryty łąkami kośnymi, pastwiskami i nieużytkami. Obszar ten był rozpoznawany w latach 60-tych ubiegłego wieku przez Polskie Towarzystwo Gleboznawcze (Klarkowski, 1963, 1964).

Tabela 4

## 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 [m]	Zasoby w kategorii D <sub>2</sub> mln m <sup>3</sup>	Zastosowanie kopaliny
1	2	3	4	5	6	7	8	9
I*	71,5	p	Q	punkt piaskowy: 79,1 – 100 % zaw. pyłów mineralnych: 0,6 – 4,0 % barwa jaśniejsza od wzorcowej zanieczyszczeń obcych brak	0,3–5,5	14,6–22,7 śr. 18,0	13,0	Sb, Sd
II*	440,0	p	Q	punkt piaskowy: 79,1 – 100 % zaw. pyłów mineralnych: 0,6 – 4,0 % barwa jaśniejsza od wzorcowej zanieczyszczeń obcych brak	0,3–5,5	9,0–19,0 śr. 13,0	57,0	Sb, Sd

Rubryka 1: \* - obszary kontynuują się na teren arkusza Dęblin, parametry dla całego obszaru prognostycznego

Rubryka 3: p - piaski

Rubryka 4: Q – czwartorzęd

Rubryka 9: Sb – budowlane, Sd – drogowe.

Zgodnie z kompleksową weryfikacją bazy zasobowej torfów przeprowadzoną w połowie lat 90. w obrębie obszaru arkusza nie wyznaczono obszarów prognostycznych dla torfów (Ostrzyżek, Dembek, 1997).

Wyznaczone perspektywy torfowe mają znaczenie lokalne dla rolnictwa jako dogodna możliwość polepszenia struktury gleb, zarówno piaszczystych jak i gliniastych. Wzrastające wymagania ochrony przyrody i środowiska spowodują zapewne, że większość torfowisk w perspektywie kilku czy kilkunastu lat zostanie objęta ochroną, a wyznaczone tu perspektywy będą już bezzasadne.

Na południe od Kozienic z uwagi na istniejącą tu niegdyś cegielnię w Nowinach wykonano szereg badań zwiadowczych za kopalinami ilastymi ceramiki budowlanej. Tutejsze gliny zwałowe, mułki i ily zastoiskowe, z uwagi na nie wystarczającą miąższość osadów, szkodliwą domieszkę margla; przeławicenia piaszczyste; lub w przypadku glin zwałowych także domieszkę frakcji żwirowej i kamienistej - okazały się jednak całkowicie nieprzydatne (Osadowska, 1996; Gielżecka, 1993). Dwa obszary negatywne kontynuują się na obszar sąsiedniego arkusza Głowaczów.

W latach 60. ubiegłego wieku w okolicach Pionek i Kozienic były prowadzone poszukiwania za węglem brunatnym (Ciuk, Piwocki, 1990). Na obszarze omawianego arkusza w niektórych otworach badawczych stwierdzono występowanie niewielkich soczew węgla wśród ilasto-mułkowych i piaszczystych osadów górnego miocenu. Był to węgiel ilasty, niekiedy silnie zanieczyszczony piaskiem, a wyniki poszukiwań uznano za negatywne.

W latach 90. XX wieku prowadzono prace geologiczno-poszukiwawcze dla określenia perspektyw występowania złóż bursztynu w utworach eocenu lubelszczyzny. W granicach arkusza Kozienice objęto nimi obszar położony na prawym brzegu Wisły, na południe od miejscowości Brzeźce (Kasiński i inni, 1997). W wyniku badań obszar okazał się negatywny ze względu na brak osadów eoceńskich, a tym samym poszukiwanej kopaliny.

Perspektywy odkrycia nowych złożowych koncentracji węglowodorów, głównie gazu ziemnego można wiązać z piętrzem waryscyjskim. Obszar warszawsko-lubelski jest tu najbardziej obiecujący (Solak i inni, 1990), Sprecyzowanie jakiego rodzaju są to perspektywy w przypadku omawianego arkusza wymagałoby jednak podjęcia odpowiednich badań.

## VII. Warunki wodne

### 1. Wody powierzchniowe.

Pod względem hydrograficznym obszar arkusza Kozienice leży w obrębie zlewni Morza Bałtyckiego, w dorzeczu Wisły.

Wisła jest największym ciekim powierzchniowym na tym terenie. Przecina ona obszar arkusza pomiędzy Łojami a Kępą Bielańską ze wschodu na północny zachód. Jest na tym terenie rzeką dziką, roztokową, tworzącą szerokie rozlewiska, zakola i starorzecza. Największe z nich to jeziora: Czaple, Palenickie, Drachalskie, Błonie. Obszar po obu stronach Wisły obejmują zlewnie dwóch rzek: Zagożdżonki i Okrzejki. Zagożdżonka wraz ze swoimi dopływami odwadnia południową część obszaru arkusza, natomiast największym ciekim na prawym brzegu Wisły jest Przerzytka, lewy dopływ Okrzejki, która uchodzi do Wisły poza obszarem arkusza. W północnej części mapy w dolinach rzecznych znajdują się liczne podmokłości, w większości zmeliorowane.

Stan czystości wód powierzchniowych kontroluje na tym terenie Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Warszawie zgodnie z rozporządzeniami wykonawczymi do ustawy Prawo Wodne. Ma on na celu pozyskanie informacji o stanie wód powierzchniowych dla potrzeb planowania w gospodarowaniu wodami oraz oceny osiągnięcia celów środowiskowych. W 2008 r. wykonano wstępną ocenę stanu jednolitych części wód powierzchniowych zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 20.08.2008 r. w „Sprawie sposobu klasyfikacji stanu jednolitych części wód powierzchniowych” (DzU nr 162, poz. 1008) (Rozporządzenie..., 2008). Wprowadza ono, jako zasadę generalną, ocenę stanu wód, która jest wypadkową stanu ekologicznego i chemicznego, a określa go gorszy ze stanów.

Na obszarze arkusza ocenie poddano wody Wisły, Zagożdżonki i Kanału Gniewoszowsko-Kozienickiego (Pacholska, 2009). Wisła na odcinku od Wieprza do Pilicy monitorowana była w miejscowości Ryczywół (poza arkuszem). Na wspomnianym odcinku stan wód jest zły, na co największy wpływ ma ocena elementów biologicznych.

Wody Zagożdżonki były badane w jej początkowym biegu w miejscowości Świerże Górne (poza arkuszem). Ich bardzo dobry stan biologiczny miał wpływ na dobrą ocenę. Tak samo oceniono wody Kanału Gniewoszowsko-Kozienickiego, badane w miejscowości Wójtostwo, w pobliżu ujścia do rzeki Zagożdżonki.

Ponadto wody Wisły i Kanału Gniewoszowsko-Kozienickiego badano pod kątem jakości wód będących środowiskiem życia ryb w warunkach naturalnych. Wykazały one, że wody te nie odpowiadają normom (non).

Głównymi przyczynami zagrożeń są: niewystarczające skanalizowanie obszarów zurbanizowanych, odprowadzanie ścieków nieczyszczonych, zanieczyszczenia obszarowe (w tym rolnicze), niewłaściwa gospodarka odpadami. Ogromny wpływ na jakość wód powierzchniowych ma gospodarka ściekowa, gdyż nie są respektowane przepisy ustalające wartości jakim powinny odpowiadać ścieki przed wprowadzeniem do wód. O jakości wody decyduje w dużym stopniu jej zdolność do samooczyszczania.

## 2. Wody podziemne

Arkusze Kozienice położony jest w lubelsko-podlaskim (IX) regionie hydrogeologicznym (Paczyński, 1995). W jego granicach wyróżnia się trzy piętra wodonośne o znaczeniu użytkowym: czwartorzędowe, trzeciorzędowe i górnokredowe (Mianowski, 1997; Michalczyk, Wilgat, 1998).

Czwartorzędowy poziom wodonośny występuje na całym obszarze arkusza. Związany on jest z piaszczysto-żwirowymi utworami preglacjalnymi i interglacjalnymi traktowanymi łącznie. Miąższość utworów wodonośnych wynosi zwykle 10–20 m, a w dolinie Wisły jest większa i osiąga 20–40 m. Zwierciadło wody występuje na głębokości średnio 1–6 m, w obrębie wysoczyzn głębokość ta jest znacznie większa i mieści się w przedziałach: 15–50 m i 50–100 m. Występują w nim wody o charakterze porowym. Zwierciadło wody ma charakter swobodny i jedynie na wysoczyznach, gdzie utwory zawadnione zalegają pod nakładem glin zwałowych, jest ono lekko napięte. Zasilanie wód tego piętra następuje w drodze bezpośredniej infiltracji opadów atmosferycznych, a także przez dopływ wody z przyległych obszarów i infiltrację wód powierzchniowych. Poziom ten pozostaje w łączności hydraulicznej z poziomem trzeciorzędowym i górnokredowym. Potencjalne wydajności studzien tego poziomu oceniane są w granicach od 10 do ponad 200 m<sup>3</sup>/h, przeważają jednak wartości średnie 50–70 m<sup>3</sup>/h. Wydajności pojedynczych ujęć uzyskiwanych z tego poziomu wodonośnego są zróżnicowane; mieszczą się w przedziale od 3,8 m<sup>3</sup>/h w Katarzynowie do 187 m<sup>3</sup>/h w Sieciechowie.

Trzeciorzędowy poziom wodonośny występuje w zachodniej i środkowej części obszaru w utworach miocenu i oligocenu. Wody mioceńskie, często zanieczyszczone kwasami humuso-

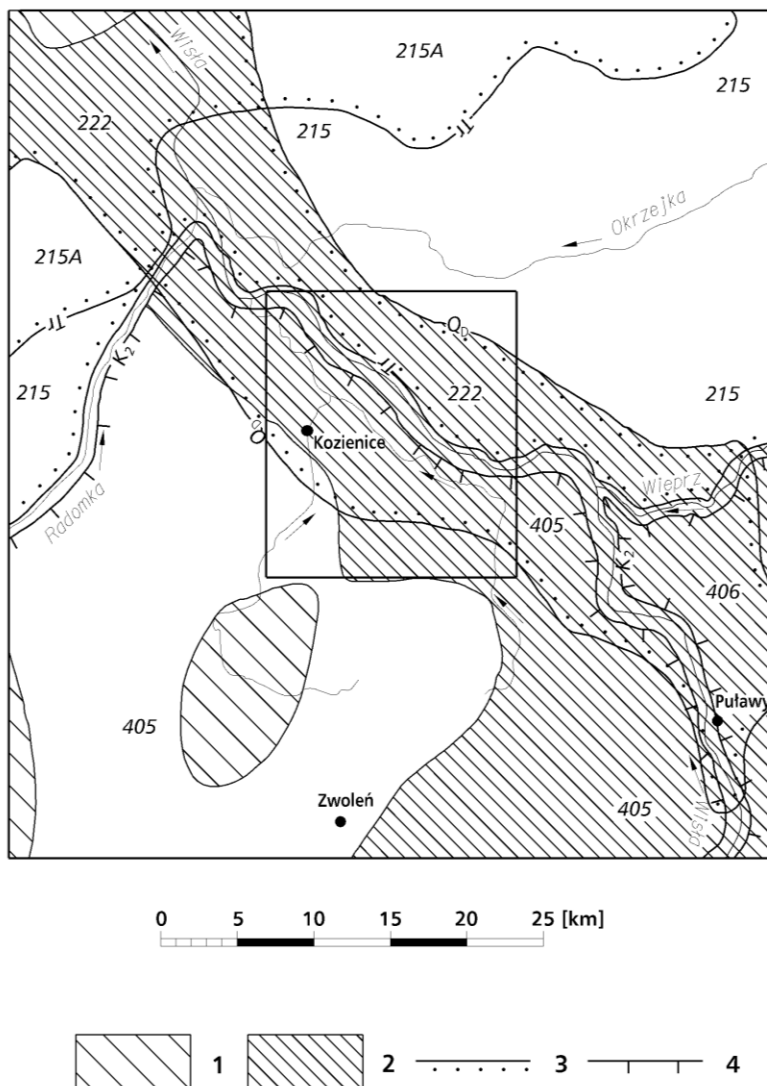
wymi, nie stanowią poziomu użytkowego. Są one eksploatowane tylko sporadycznie, np. w Garbatce-Letnisku ze studni ujmującej wodę z tego poziomu uzyskano 12,2 m<sup>3</sup>/h przy depresji 2,7 m.

Znaczenie praktyczne ma płat piasków oligoceńskich o zmiennej miąższości, od kilku do 24 m, średnio 12 m zalegający na utworach kredy górnej. W wielu miejscach tworzy z nimi łącznie jeden użytkowy poziom wodonośny. Warstwa wodonośna jest izolowana od powierzchni łałami i glinami zwałowymi. Potencjalne wydajności oceniane są na 10–50 m<sup>3</sup>/h. Z pojedynczych studni uzyskano z tego poziomu od 11,5 m<sup>3</sup>/h w Garbatce do 41 m<sup>3</sup>/h w Janikowie wody pitnej.

Górnokredowy poziom wodonośny tworzy seria skał osadowych w postaci opok, gez, mułowców, margli, kredy, a także wapieni i piaskowców traktowanych łącznie z osadami paleocenu. Cała seria liczy kilkaset metrów miąższości, wodonośna jest jednak tylko jej górna, spękana część sięgająca na tym terenie do głębokości 100 m w dolinie Wisły, a na wysoczyznach do 50 m. Najlepsza wodonośność skał występuje w strefach aktywności tektonicznej, której towarzyszy prawdopodobnie gęsta sieć spękań. W głębszych partiach pod wpływem wzrastającego ciśnienia geostatycznego następuje zaciśnięcie szczelin, co sprawia, że na głębokości około 300 m skała przestaje przewodzić wodę. W poziomie tym występują wody o charakterze szczelinowo-porowym i porowym. Jego zasilanie odbywa się w drodze bezpośredniej infiltracji opadów atmosferycznych na wychodniach, jak również przez filtrację wód z poziomów nadległych. W dolinach rzecznych tworzy on jeden wspólny poziom z poziomem czwartorzędowym. Wodoprzewodność skał w stropowej części górotworu jest dobra, współczynnik filtracji wynosi średnio od  $1 \times 10^{-2}$  do  $1 \times 10^{-5}$  m/s (Michalczyk, Wilgat, 1998). Potencjalna wydajność studni wierconych ujmujących wodę z tego poziomu wynosi przeciętnie 50–70 m<sup>3</sup>/h, a w rejonie Sieciechowa i Janusznia przekracza 120 m<sup>3</sup>/h. Wydajności pojedynczych ujęć uzyskiwanych z utworów górnej kredy na tym obszarze jest zróżnicowana; mieści się w przedziale od 70 m<sup>3</sup>/h w Kozienicach do 115 m<sup>3</sup>/h w Janikowie.

Pod względem hydrochemicznym wody podziemne występujące na arkuszu Kozienice są wodami słodkimi o mineralizacji ogólnej w granicach 200–500 mg/dm<sup>3</sup>. Generalnie charakteryzują się one średnią jakością, wymagającą prostego uzdatniania (klasa II). Wody dobrej jakości (klasa Ia i Ib) związane są z poziomem trzeciorzędowym południowo-zachodniej części obszaru oraz w rejonie Podebłocia. Wody złej jakości (klasy III), głównie z uwagi na przekroczenia norm związków żelaza, manganu i azotu, występują jedynie w wąskim pasie: Opatkowice–Kozienice oraz w rejonie Janikowa. Związane to jest z dużym uprzemysłowieniem tego terenu.

W granicach arkusza występują trzy główne zbiorniki wód podziemnych (GZWP) (Kleczkowski, 1990). Zbiornik kredowy nr 405 – Niecka Radomska oraz trzeciorzędowy nr 215 – Subniecka Warszawska oddzielone są one od siebie Wisłą i nie posiadają udokumentowanych zasobów, a ich granice zostały zamieszczone na szkicu (fig. 3).



**Fig. 3. Położenie arkusza Kozienice 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: 215 – Subniecka Warszawska, trzeciorzęd (Tr), 215A – Subniecka Warszawska (część centralna), trzeciorzęd (Tr), 222 – Dolina rzeki Środkowa Wisła (Warszawa – Puławy), trzeciorzęd (Tr), 405 – Niecka radomska, kreda górna ( $K_2$ ), 406 – Niecka lubelska (Lublin), kreda górna ( $K_2$ ).

Wzdłuż linii Garbatka-Letnisko – Kozienice na południu oraz Podebłocie-Kruszyna na północy przebiegają granice GZWP nr 222 – Dolina Środkowej Wisły. Posiada on wykonaną dokumentację hydrogeologiczną i określoną strefę ochrony. Jego szacunkowe zasoby dyspozycyjne wynoszą 616,68 tys. m<sup>3</sup>/dobę (Oficjalska i inni, 1996). Przebieg jego granic jest nieco zmodyfikowany w stosunku do granic na szkicu (fig. 3).

Indywidualni odbiorcy zaopatrują się w wodę głównie z istniejących sieci wodociągowych. Największe takie ujęcia istnieją w Kozienicach, Sieciechowie i Podebłociu. Ujęcie wody w Sieciechowie ma zatwierdzoną w 1999 r. przez Starostę Kozienickiego strefę ochrony pośredniej.

Głębokość występowania głównego poziomu wodonośnego, typ naturalnej izolacji, rodzaj ognisk zanieczyszczeń i intensywność ich oddziaływania są najważniejszymi czynnikami wpływającymi na ocenę zagrożenia wód podziemnych. W obrębie arkusza Kozienice są one zróżnicowane. Najbardziej zagrożony jest poziom czwartorzędowy zajmujący obszar doliny Wisły. Poziom wodonośny zalega tutaj płytko i prawie całkowicie pozbawiony jest warstwy izolacyjnej. Obszary te zaliczone zostały do wysokiego i bardzo wysokiego stopnia zagrożenia. Niski stopień zagrożenia posiadają obszary związane z trzeciorzędowym i górnokredowym piętrzem wodonośnym. Na większości obszaru są one dobrze izolowane nieprzepuszczalną warstwą glin zwałowych, mułków i ilów. Największym zagrożeniem są ścieki komunalne i przemysłowe Kozienic, zakłady przemysłowe, wysypiska śmieci, magazyny paliw płynnych.

## **VIII. Geochemia środowiska**

### **1. Gleby**

#### Kryteria klasyfikacji gleb

Dla oceny zanieczyszczenia gleb zastosowano wartości dopuszczalne stężeń metali określone w Załączniku do Rozporządzenia Ministra środowiska z dnia 9 września 2002 r. w sprawie standardów gleby oraz standardów jakości ziemi (DzU nr 165 z dnia 4 października 2002 r., poz. 1359) (Rozporządzenie..., 2002). Dopuszczalne wartości pierwiastków dla poszczególnych grup użytkowania, ich zakresy oraz przeciętne zawartości w glebach z terenu arkusza Kozienice, umieszczono w tabeli 5. W celu porównania tabelę uzupełniono danymi o przeciętnej zawartości (median) pierwiastków w glebach terenów niezabudowanych Polski (najmniej zanieczyszczonych w kraju).

### Materiał i metody badań laboratoryjnych

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

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

### Prezentacja wyników

Zastosowana gęstość pobierania próbek (1 próbka na około 25 km<sup>2</sup>) nie jest dostateczna do wykreślenia izoliniowej mapy zawartości pierwiastków zgodnie z zasadami przyjętymi w kartografii (dla skali 1:50 000 konieczne jest opróbowanie w siatce 0,5x0,5 km, czyli jedna próbka – jedna informacja na 1 cm<sup>2</sup> mapy dla całego arkusza). Wyniki badań geochemicznych zostały więc przedstawione na mapie w postaci punktów.

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

Przy klasyfikacji stosowano zasadę zaliczania gleb do danej grupy, gdy zawartość co najmniej jednego pierwiastka przewyższała dolną granicę wartości dopuszczalnej w tej grupie. Na mapie umieszczono symbol pierwiastka decydującego o zanieczyszczeniu gleb z danego miejsca.

Tabela 5

## 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 Kozienice	Wartość przeciętnych (median) w glebach na arkuszu Kozienice	Wartość przeciętnych (median) w glebach obszarów niezabudowanych Polski <sup>4)</sup>
	Grupa A <sup>1)</sup>	Grupa B <sup>2)</sup>	Grupa C <sup>3)</sup>	N=6	N=6	N=6522
		Głębokość (m p.p.t.) 0–0,3      0–2,0		Fracja ziarnowa <1 mm Mineralizacja HCl (1:4) Głębokość (m p.p.t.) 0–0,2		
As Arsen	20	20	60	<5–5	<5	<5
Ba Bar	200	200	1000	5–348	30	27
Cr Chrom	50	150	500	<1–9	2	4
Zn Cynk	100	300	1000	10–51	25	29
Cd Kadm	1	4	15	<0,5 - 1	<0,5	<0,5
Co Kobalt	20	20	200	1–5	1	2
Cu Miedź	30	150	600	<1–11	5	4
Ni Nikiel	35	100	300	<1–16	3	3
Pb Ołów	50	100	600	3–24	11	12
Hg Rtęć	0,5	2	30	<0,05–0,09	0,05	<0,05
Ilość badanych próbek gleb z arkusza Kozienice w poszczególnych grupach użytkowania				<sup>1)</sup> grupa A a) nieruchomości gruntowe wchodzące w skład obszaru poddanego ochronie na podstawie przepisów ustawy Prawo wodne, b) obszary poddane ochronie na podstawie przepisów o ochronie przyrody; jeżeli utrzymanie aktualnego poziomu zanieczyszczenia gruntów nie stwarza zagrożenia dla zdrowia ludzi lub środowiska – dla obszarów tych stężenia zachowują standardy wynikające ze stanu faktycznego, <sup>2)</sup> grupa B – grunty zaliczone do użytków rolnych z wyłączeniem gruntów pod stawami i gruntów pod rowami, grunty leśne oraz zadrzewione i zakrzewione, nieużytki, a także grunty zabudowane i zurbanizowane z wyłączeniem terenów przemysłowych, użytków kopalnych oraz terenów komunikacyjnych, <sup>3)</sup> grupa C – tereny przemysłowe, użytki kopalne, tereny komunikacyjne, <sup>4)</sup> Lis, Pasieczna, 1995 – Atlas geochemiczny Polski 1:2 500 000 N – ilość próbek		
As Arsen	6	–	–			
Ba Bar	5	–	1			
Cr Chrom	6	–	–			
Zn Cynk	6	–	–			
Cd Kadm	6	–	–			
Co Kobalt	6	–	–			
Cu Miedź	6	–	–			
Ni Nikiel	6	–	–			
Pb Ołów	6	–	–			
Hg Rtęć	6	–	–			
Sumaryczna klasyfikacja badanych gleb z obszaru arkusza Kozienice do poszczególnych grup użytkowania (ilość próbek)						
–	5	–	1			

## Zanieczyszczenie gleb metalami

Wyniki badań geochemicznych gleb odniesiono zarówno do wartości stężeń dopuszczalnych metali określonych w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 9 września 2002 r., jak i do wartości przeciętnych określonych dla gleb obszarów niezabudowanych całego kraju (tabela 5).

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

Pod względem zawartości metali 5 spośród badanych próbek spełnia warunki klasyfikacji do grupy A (standard obszaru poddanego ochronie), co pozwala na ich wielofunkcyjne użytkowanie. Natomiast do grupy C (standard terenów przemysłowych, użytków kopalnych i terenów komunikacyjnych) zaklasyfikowano próbkę gleby z punktu 2, z uwagi na wzbogacenie w bar (348 mg/kg). Anomalne stężenie jest prawdopodobnie efektem naturalnej koncentracji baru (pochodzącego z osadów czwartorzędowych) w glebach bagiennie-łąkowych (o charakterze zbliżonym do rud darniowych). Niewykluczone jest także wzbogacenie antropogenicznie pochodzące z zanieczyszczeń.

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

## 2. Osady wodne

Osady powstają na dnie jezior, rzek i zbiorników zaporowych w wyniku sedymentacji zawieszin mineralnych i organicznych. Osadzający się materiał pochodzi przede wszystkim z erozji skał i gleb na obszarze zlewni. Składnikami osadów są również substancje wytrącające się z wody. W osadach zatrzymywane są także zawiesiny wnoszone do wód powierzchniowych wraz ze ściekami przemysłowymi i komunalnymi oraz unieruchamiana jest w nich większość potencjalnie szkodliwych metali i związków organicznych trafiających do rzek i jezior. Zanieczyszczone osady mogą szkodliwie oddziaływać na zasoby biologiczne wód powierzchniowych i często pośrednio na zdrowie człowieka. Wstępujące w osadach metale ciężkie i inne substancje niebezpieczne mogą akumulować się w łańcuchu żywnościowym do poziomu, który jest toksyczny dla organizmów wodnych, zwłaszcza drapieżników, a także mogą stwarzać ryzyko dla ludzi. Osady o wysokiej zawartości szkodliwych składników są potencjalnym ogniskiem zanieczyszczenia

środowiska. Część szkodliwych składników zawartych w osadach może ulegać ponownemu uruchomieniu do wody w następstwie procesów chemicznych i biochemicznych przebiegających w osadach, jak również mechanicznego poruszenia na skutek naturalnych procesów albo podczas transportu bądź bagrowania wcześniej odłożonych zanieczyszczonych osadów. Także podczas powodzi zanieczyszczone osady mogą być przemieszczane na gleby tarasów zalewowych albo transportowane w dół rzek.

Tabela 6

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

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

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

\*\* - MACDONALD D., 1994

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

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

### Kryteria oceny osadów

Jakość osadów dennych, w aspekcie ich zanieczyszczenia metalami ciężkimi oraz wielopierścieniowymi węglowodorami aromatycznymi (WWA) i polichlorowanymi bifenylami (PCB) oceniono na podstawie kryteriów zawartych w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 16 kwietnia 2002 r. we sprawie rodzajów oraz stężeń substancji, które powodują, że urobek jest zanieczyszczony (DzU nr 55 poz. 498 z 14. 05.2002 r.) (Rozporządzenie..., 2002). Dla oceny jakości osadów wodnych ze względów ekotoksykologicznych zastosowano wartości *PEL* (ang. *Probable Effects Levels*) – określające zawartość pierwiastka, WWA i PCB, powyżej której prawdopodobny jest szkodliwy wpływ zanieczyszczonych osadów na organizmy wodne. W tabeli 6 zamieszczono dopuszczalne zawartości pierwiastków oraz trwałych zanieczyszczeń organicznych (TZO) w osadach wydobywanych podczas regulacji rzek, kanałów portowych i melio-

racyjnych, obowiązujące w Polsce oraz wartości tła geochemicznego dla osadów wodnych Polski i wartości *PEL*.

#### Materiały i metody badań laboratoryjnych

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

Próbki osadów rzecznych są pobierane ze strefy brzegowej koryt rzecznych, spod powierzchni wody, z przeciwnej strony do nurtu, w miejscach, gdzie tworzący się osad charakteryzuje się większą zawartością frakcji mułkowo-ilastej. W badaniach analitycznych wykorzystano frakcję ziarnową drobniejszą niż 0,2 mm. Zawartości arsenu, chromu, ołowiu, miedzi, niklu i cynku oznaczono metodą atomowej spektrometrii emisyjnej ze wzbudzeniem plazmowym (ICP-OES), z roztworów uzyskanych po rozтворzeniu próbek osadów wodą królewską, oznaczenia kadmu wykonano metodą absorpcyjnej spektrometrii atomowej w wersji płomieniowej (FAAS), także z roztworów uzyskanych po rozтворzeniu próbek osadów wodą królewską, a oznaczenia zawartości rtęci wykonano 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 (GC-MSD), a oznaczenia polichlorowanych bifenyli (kongenery PCB28, PCB52, PCB101, PCB118, PCB153, PCB138, PCB180) wykonano przy użyciu chromatografu gazowego z detektorem wychwytu elektronów (GC-ECD). Wszystkie oznaczenia wykonano w Centralnym Laboratorium Chemicznym Państwowego Instytutu Geologicznego w Warszawie.

#### Prezentacja wyników

Lokalizację miejsc opróbowania osadów przedstawiono na mapie w postaci trójkąta o odmiennych kolorach dla osadów zaklasyfikowanych do zanieczyszczonych (czerwony) lub niezanieczyszczonych (fioletowy) i o przekroczonych wartościach *PEL* (niebieski) pod względem zawartości potencjalnie szkodliwych pierwiastków oraz w postaci koła o odmiennych kolorach dla osadów zaklasyfikowanych do zanieczyszczonych (czerwony) lub niezanieczyszczonych (fioletowy) i o nieprzekroczonych wartościach *PEL* (niebieski) pod względem zawartości trwa-

łych zanieczyszczeń organicznych. Przy klasyfikacji stosowano zasadę zaliczania osadów do danej grupy, gdy zawartość żadnego pierwiastka lub związku organicznego nie przewyższała górnej granicy wartości dopuszczalnej w tej grupie. W przypadku zakwalifikowania osadu do zanieczyszczonego każdy punkt opisano na mapie symbolami pierwiastków lub związków organicznych decydujących o zanieczyszczeniu.

#### Zanieczyszczenie osadów

Na arkuszu zlokalizowany jest jeden punkt obserwacyjny PMS (*Państwowy Monitoring Środowiska*) na rzece Zagożdżonca w Kozienicach, z którego próbki do badań pobierane są co trzy lata. Osady rzeki charakteryzują się nieznacznie podwyższonymi zawartościami potencjalnie szkodliwych pierwiastków – chromu i miedzi, w porównaniu do wartości ich tła geochemicznego (tabela 7). Jednakże są to zawartości niższe od ich dopuszczalnych stężeń według Rozporządzenia MŚ, są one także niższe od ich wartości *PEL*, powyżej której obserwuje się szkodliwe oddziaływanie na organizmy wodne.

Tabela 7

#### **Zawartość pierwiastków i trwałych zanieczyszczeń organicznych w osadach rzecznych (mg/kg)**

Pierwiastek	Zagożdżonka Kozienice 2009 r.
Arsen (As)	<3
Chrom (Cr)	13
Cynk (Zn)	57
Kadm (Cd)	<0,5
Miedź (Cu)	24
Nikiel (Ni)	10
Ołów (Pb)	16
Rtęć (Hg)	0,006
WWA <sub>11 WWA</sub> *	1,05,5
WWA <sub>7 WWA</sub> **	0,069
PCB***	0,0007

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

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

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

Dane prezentowane na mapie umożliwiają jedynie ocenę zanieczyszczenia osadów w miejscach pobrania i w niezbyt odległym otoczeniu. Powinny być jednak sygnałem dla odpowiednich urzędów i władz wskazującym na konieczność podjęcia badań szczegółowych

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

### 3. Pierwiastki promieniotwórcze

#### Materiał i metody badań

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

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

#### Prezentacja wyników

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

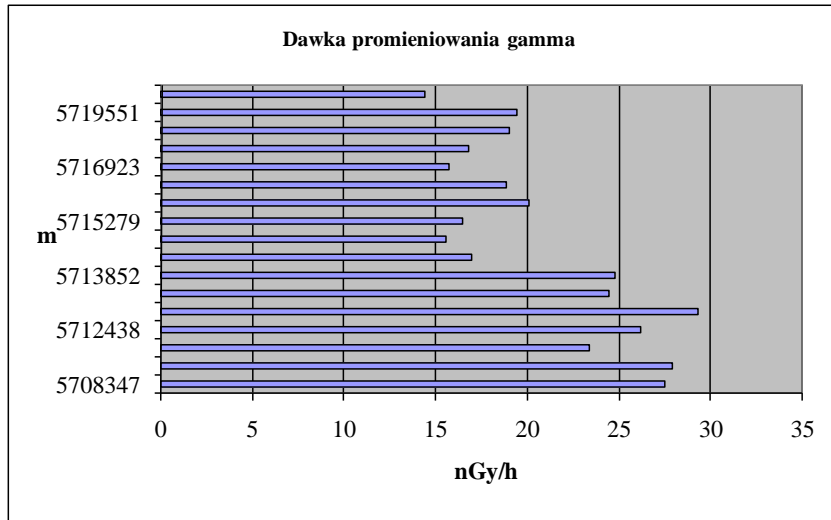
Prezentowane są wyniki dawki promieniowania gamma obejmujące sumę promieniowania pochodzącego od radionuklidów naturalnych (uran, potas, tor) i sztucznych (cez).

#### Wyniki

Wartości dawki promieniowania gamma wzdłuż profilu zachodniego wahają się w przedziale od 12,0 do 33,8 nGy/h. Przeciętnie wartość ta wynosi 20,3 nGy/h i jest znacznie niższa od średniej dla obszaru Polski wynoszącej 34,2 nGy/h. Wzdłuż profilu wschodniego wartości promieniowania gamma mieszczą się w zakresie od 8,7 do 59,3 nGy/h, przy przeciętnej wartości wynoszącej 29,5 nGy/h. W profilu zachodnim zarejestrowane dawki promieniowania gamma są generalnie bardzo niskie (przeważają wartości z przedziału 15–25 nGy/h), co świadczy

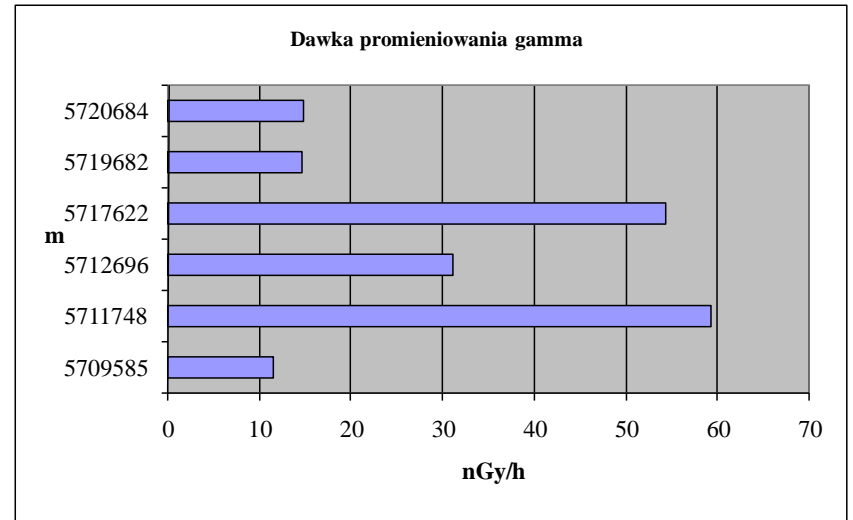
673W

## PROFIL ZACHODNI

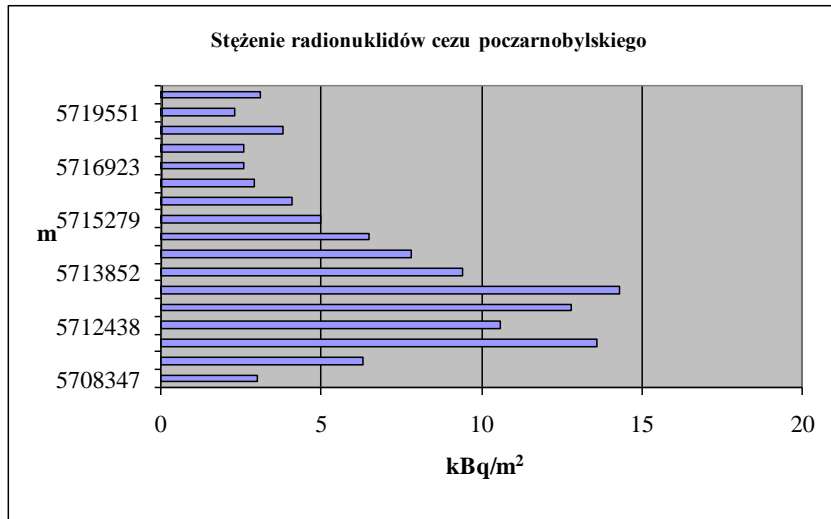


673E

## PROFIL WSCHODNI



## Stężenie radionuklidów cezu poczynobylskiego



## Stężenie radionuklidów cezu poczynobylskiego

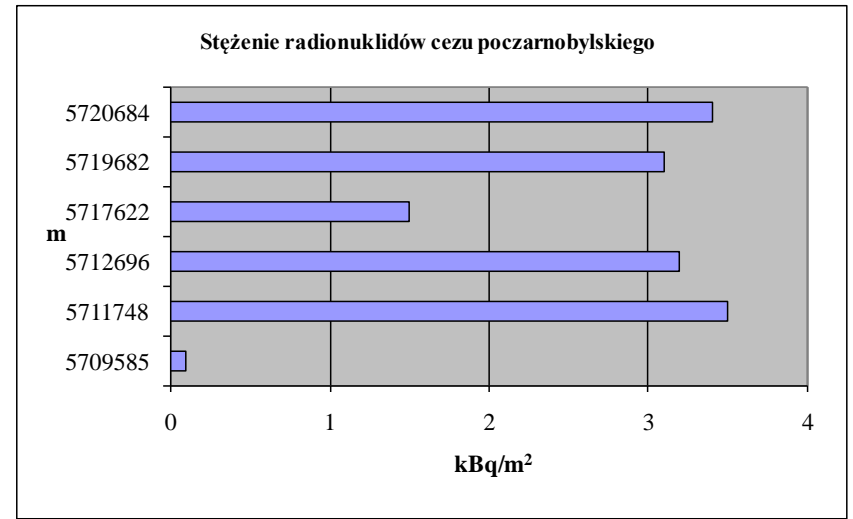


Fig. 4. Zawartość pierwiastków promieniotwórczych w glebach na terenie arkusza Kozienice (na osi rzędnych – opis siatki kilometrowej arkusza)

o tym, że występujące wzdłuż profilu pomiarowego utwory piaszczysto-żwirowe (głównie plejstoceny i holoceny osady rzeczne oraz piaski eoliczne) oraz eluwia glin zwałowych charakteryzują się podobnym niskim poziomem radioaktywności. Nieco wyższe wartości promieniowania gamma (ok. 30–35 nGy/h) zarejestrowane w południowej części profilu są związane z podwyższonymi stężeniami cezu w tym rejonie. W profilu wschodnim dawki promieniowania gamma są nieco bardziej zróżnicowane. Niższymi wartościami promieniowania (ok. 10–25 nGy/h) charakteryzują się plejstoceny osady piaszczysto-żwirowe (rzeczne i wodnolodowcowe) oraz holoceny torfy występujące wzdłuż północnej części profilu, a wyższymi (do 60 nGy/h) – holoceny namuły i mady Wisły zalegające wzdłuż południowego odcinka tego profilu.

Stężenia radionuklidów poczynobylskiego cezu zmierzone wzdłuż obu profili są generalnie bardzo niskie, charakterystyczne dla obszarów bardzo słabo zanieczyszczonych. Wahają się w przedziale od 0,3 do 14,3 kBq/m<sup>2</sup> wzdłuż profilu zachodniego, a wzdłuż profilu wschodniego - od 0,1 do 4,4 kBq/m<sup>2</sup>. Lokalnie podwyższone stężenia cezu w profilu zachodnim (rzędu 10–14 kBq/m<sup>2</sup>) są związane z niewielką niezbyt intensywną anomalią rozciągającą się na północny wschód od Radomia i nie stwarzają żadnego zagrożenia radiologicznego dla ludności.

## **IX. Składowanie odpadów**

Celem opracowania warstwy tematycznej „Składowanie odpadów” jest wskazanie obszarów, które są predysponowane do lokalizacji w ich obrębie składowisk odpadów, przy jednoczesnym respektowaniu ograniczeń wynikających z wymagań ochrony środowiska przyrodniczego. Generalnie obszary te powinny spełniać kryteria lokalizacji składowisk odpadów zgodnie ze wskazaniami zawartymi w Ustawie o odpadach z dnia 27 kwietnia 2001 r. (DzU nr 39, poz. 251 z dnia 05.03.2007) oraz w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 24 marca 2003 r., w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących lokalizacji, budowy, eksploatacji i zamknięcia, jakim powinny odpowiadać poszczególne typy składowisk odpadów (DzU nr 61, poz. 549 z późniejszymi zmianami) (Rozporządzenie..., 2001; Rozporządzenie..., 2003). Z uwagi na skalę i specyfikę opracowania kartograficznego w nielicznych przypadkach przyjęto zmodyfikowane rozwiązania w stosunku do aktualnie obowiązujących aktów prawnych, umożliwiające późniejszą weryfikację i uszczegółowienie rozpoznania na etapie projektowania składowisk.

## Zasady wydzielenia potencjalnych obszarów lokalizacji składowisk odpadów

Lokalizowanie składowisk odpadów podlega ograniczeniom z uwagi na wyspecyfikowane wymagania litosfery, hydrosfery, atmosfery, biosfery oraz dziedzictwa przyrodniczo-kulturowego. Specyfikacja ta obejmuje:

- wyłączenie terenów, na których bezwzględnie nie można lokalizować żadnych składowisk odpadów,
- wymagania dotyczące naturalnych cech izolacyjnych podłoża i skarp dla składowania trzech typów odpadów (objaśnienia w tabeli 8),
- warunkowe ograniczenia lokalizacji odpadów wymagające akceptacji odpowiednich władz i służb.

Uwzględniając powyższe kryteria na arkuszu Kozienice wyznaczono:

1. obszary bezwzględnego zakazu lokalizowania wszelkich typów składowisk odpadów,
2. obszary preferowane, na których wskazane jest lokalizowanie składowisk odpadów, ze względu na występowanie na powierzchni terenu lub płytko w podłożu (do głębokości 2,5 m) gruntów spełniających wymagania naturalnej warstwy izolacyjnej,
3. obszary pozbawione naturalnej warstwy izolacyjnej, na których lokalizacja składowisk odpadów jest możliwa pod warunkiem zastosowania sztucznie wykonanych barier geologicznych lub syntetycznych uszczelnień

Tabela 8

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

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

Zwarte rejony występowania na powierzchni terenu lub do głębokości 2,5 m gruntów spójnych o wymaganej izolacyjności, położone w obrębie określonej jednostki geomorfologicznej, stanowią preferowane potencjalne obszary lokalizacji składowisk (POLs). W ich obrębie wydzielono rejony wyspecyfikowanych uwarunkowań (RWU) na podstawie izolacyjnych właściwości podłoża – odpowiadających wymaganiom dla poszczególnych typów składowanych odpadów.

dów (tabela 8). Nie mają one przestrzennych ograniczeniach warunkowych wynikających z potrzeby ochrony:

- otoczenia zabudowy i infrastruktury,
- przyrody i dziedzictwa kultury,
- wód podziemnych,
- złóż kopalin.

Na podstawie Szczegółowej mapy geologicznej Polski arkusz Kozienice (Żarski, 1996a, b) i zgodnie z przyjętymi kryteriami wyznaczono rejony o korzystnych warunkach izolacyjnych podłoża dla lokalizacji składowisk odpadów obojętnych. Miąższość i litologię warstwy izolacyjnej oraz warunki hydrogeologiczne udokumentowano jednym otworem wiertniczym zamieszczonym na mapie dokumentacyjnej.

Warstwa tematyczna „Składowanie odpadów” wchodzi w skład warstwy informacyjnej „Zagrożenia powierzchni ziemi” i jest przedstawiona na Planszy B Mapy Geośrodowiskowej Polski. Informacje i oceny zaprezentowane na tej planszy zawierają elementy wiedzy o środowisku niezbędne przy optymalnym typowaniu funkcji terenów w planowaniu przestrzennym. Naturalne warunki izolacyjności podłoża są przesłanką nie tylko przy projektowaniu składowisk 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.

Tło dla przedstawionych na Planszy B informacji stanowi stopień zagrożenia głównego użytkowego poziomu wodonośnego, przeniesiony z arkusza Kozienice Mapy hydrogeologicznej Polski w skali 1:50 000 (Mianowski, 1997). Wydzielono na tym terenie trzy stopnie zagrożenia w 5-stopniowej skali: bardzo wysoki (dla terenów gdzie brak izolacji i występują ogniska zanieczyszczeń), wysoki (dla terenów bez izolacji i bez stwierdzonych ognisk zanieczyszczeń) oraz niski (dla terenów o słabej izolacji i bez ognisk zanieczyszczeń). Są one funkcją nie tylko wartości parametrów filtracyjnych warstwy izolującej (odporność poziomu wodonośnego na zanieczyszczenia), ale także czynników zewnętrznych, takich jak istnienie na powierzchni ognisk zanieczyszczeń czy obszarów prawnie chronionych. Stopień zagrożenia wód podziemnych jest parametrem zmiennym i syntezyującym różne naturalne i antropogeniczne uwarunkowania. Stąd wydzielone obszary o dobrej izolacyjności podłoża (POLS) mogą współwystępować z różnymi stopniami aktualnego zagrożenia czystości wód podziemnych. Dlatego też obszarów o różnym

stopniu zagrożenia nie należy wprost porównywać z wyznaczonymi na Planszy B terenami pod składowiska odpadów.

#### Obszary o bezwzględny zakazie lokalizacji składowisk odpadów

Na obszarze objętym arkuszem Kozienice około 98% powierzchni zajmują tereny o bezwzględny zakazie lokalizowania wszystkich typów składowisk odpadów. Wydzielono je ze względu na występowanie:

- terenów chronionych programem Natura 2000 – obszarów specjalnej ochrony ptaków: „Ostoja Kozienicka” PLB 140013 (na przeważającej części obszaru arkusza położonego na zachód od Wisły) i „Dolina Środkowej Wisły” PLB 140004 (obejmującego Wisłę i przyległy taras zalewowy niższy), oraz specjalnych obszarów ochrony siedlisk: „Puszcza Kozienicka” PLH 140035 (w południowej części arkusza), „Podebłocie” PLH 140033 (obejmującego torfowisko w pradolinie Wisły koło Podebłocia), PLH 140023 „Bagna Orońskie” (tereny zabagnione na zachód od miejscowości Kruszyna);
- obszaru zasilania i ochrony głównego zbiornika wód podziemnych (GZWP) nr 222 „Dolina środkowej Wisły” (Oficjalska i inni, 1996) obejmującego całą dolinę Wisły oraz niewielkie fragmenty przyległej do niej równiny wodnolodowcowej i wysoczyzny morenowej między Kozienicami a Bogucinem;
- rezerwatów przyrody: „Źródło Królewskie” (na południe od Kajzerówki), „Brzeźniczka” (w Puszczy Kozienickiej nad Zagożdżonką) oraz „Krępiec” (na południe od Molend);
- lasów o powierzchni powyżej 100 ha (rozległe obszary Puszczy Kozienickiej w południowej i południowo-zachodniej części arkusza oraz znacznie mniejsze obszary w północno-wschodniej części arkusza);
- erozyjnych i akumulacyjnych tarasów holocenijskich i północnopolskich w dolinach Wisły, Zagożdżonki, Krypianki i Przerutki;
- terenów pociętych gęstą siecią małych dolin denudacyjnych (m.in. zbocze doliny Wisły od Kociołek do Bąkowca oraz od Kruszyny do Podebłocia, a także doliny Zagożdżonki) lub systemów melioracyjnych (głównie w dolinie Wisły koło Aleksandrówki, Katarzynowa, Kolonii Bąkowiec, Podebłocia i Kruszyny);
- terenów podmokłych lub bagiennych w tym chronionych łąk na gruntach pochodzenia organicznego w dolinie Wisły (koło miejscowości: Majdany, Aleksandrówka, Kociołki, Śmietanki, Ruda, Słowiki Nowe, Kolonia Bąkowiec oraz na południe i zachód od Pode-

- blócia) oraz w dolinie Zagożdżonki; źródeł w zboczach doliny koło wsi Jesionek i Molendy oraz w dolinie Zagożdżonki;
- jezior (zawodnionych starorzeczy): Czaple, Palenieckie, Błonie, Drachalskie, Kozienickie i Opatkowice oraz zespołu stawów Gospodarstwa Rybackiego w Bąkowcu wraz ze strefą 250 m od ich brzegów,
  - strefy ochrony pośredniej dla ujęcia komunalnego wód podziemnych w Sieciechowie;
  - zboczy i krawędzi doliny Wisły o nachyleniach ponad 10° (między Podebłociem a Kruszyną) oraz stoków równin wodnolodowcowych (między Kozienicami a Bąkowcem) o nachyleniach mniejszych – ale opadających bezpośrednio do podmokłych tarasów doliny Wisły;
  - obszarów predysponowanych do występowania ruchów masowych w okolicach miejscowości Długowola, Brzeźce, Prażmów (Grabowski red., 2007a), Nowiny, Molendy, Kolonia Bąkowiec oraz między Podebłociem a Kruszyną (Grabowski [red]., 2007b);
  - zwartej zabudowy miasta Kozienice oraz miejscowości Sieciechów i Garbatka-Letnisko będących siedzibami władz gminnych, a także ośrodków wypoczynkowych koło Kozienic i w Leśniczówce nad Zagożdżonką;
  - większych sadów koło wsi Piotrkowice, Kuźmy i Stasin.

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

Potencjalne obszary preferowane do lokalizowania składowisk odpadów wydzielono w miejscach występowania gruntów spoistych, spełniających wymagania izolacyjności podłoża określone dla naturalnych barier geologicznych (tabela 8). Przewidują one bezpośrednio w podłożu składowiska co najmniej jednometrową warstwę gruntów spoistych o współczynniku wodoprzepuszczalności  $\leq 1 \times 10^{-7}$  m/s. Na arkuszu Kozienice takie warunki spełniają gliny zwałowe zlodowaceń środkowopolskich (Odry).

Większość obszaru arkusza stanowi szeroka (do 17 km koło Kozienic) dolina Wisły o 6 poziomach tarasów: zalewowych (niższy i wyższy), nadzalewowych (najniższy, niższy i wyższy) i erozyjno-denudacyjnego, które wznoszą się od 1–2 do 18–22 m nad poziom rzeki. W rejonie Kozienic największe powierzchnie zajmuje taras zalewowy wyższy i taras nadzalewowy niższy. Tarasy zbudowane są z piaszczysto-żwirowych osadów północnopolskich i holoceńskich piasków, mułków i namułów złożonych w kilku cyklach sedymentacyjnych o łącznej miąż-

szości do 22 metrów. Powierzchnia tarasów urozmaicona jest licznymi starorzeczami, wydmami i rozległymi torfowiskami (m.in. między Paprotnią a Podebłociem).

Poza doliną Wisły na omawianym terenie zachowały się niewielkie fragmenty wysoczyzny morenowej, równiny wodnolodowcowej (na południe od Kozienic) i równiny denudacyjnej (na wschód od doliny Wisły). Zbudowane są one z osadów lodowcowych i wodnolodowcowych zlodowacenia Odry, podrzędnie Warty.

Na obszarze arkusza Kozienice kilka niedużej wielkości POLS wyznaczono tylko w północno-wschodniej jego części – na wschód od doliny Wisły. Występuje tam równina denudacyjna, która powstała z przekształcenia wysoczyzny morenowej przez wody roztopowe u schyłku zlodowacenia Warty. Jej prawie płaska powierzchnia położona jest na wysokości od 140 do 168,5 m n.p.m. Od doliny Wisły oddziela ją stroma i wysoka (do 25–30 m) krawędź, rozcięta licznymi dolinkami i młodymi rozcięciami erozyjnymi (o głębokości do 3 metrów). U ich wylotu utworzyły się stożki napływowe. W strefie przypowierzchniowej równinę buduje ciągły poziom glin zwałowych ze zlodowacenia Odry, o miąższości od około 2 do 8 m (między Podebłociem–Wolą Życką a Komorami). Są to gliny piaszczyste z soczewkami piasków (w stropie) i ilaste, z licznymi żwirami.

Wydzielone na podstawie Szczegółowej mapy geologicznej Polski arkusz Kozienice (Żarski, 1996a) oraz zgodnie z przyjętymi kryteriami wychodnie glin zwałowych stanowią rejony o korzystnych warunkach izolacyjnych dla składowisk odpadów obojętnych. Takie warunki stwierdzono na północ od Podebłocia oraz w okolicach wsi Wola Życka i Komory. Występują tam płyty gliny zwałowej stadiału maksymalnego zlodowacenia Odry o miąższości od 3,9 do 8 m (Żarski, 1996a). Mogą one tworzyć naturalną barierę geologiczną dla tego typu składowisk.

Na północ od Podebłocia, wokół Kruszyny, Stasina i Woli Życkiej oraz na wschód od Komorów wyznaczono obszary o zmiennych właściwościach izolacyjnych podłoża. Gliny zwałowe przykryte są tu piaszczystymi eluwiami glin zwałowych, o miąższości nieprzekraczającej 2 m. Obszary o zmiennych właściwościach izolacyjnych wyznaczono również w miejscach gdzie piaski i mułki zastoiskowe ze zlodowacenia Warty występują na powierzchni terenu. Ich miąższość nie przekracza 2 metrów. Zalegają na glinach zwałowych stadiału maksymalnego zlodowacenia Odry (Żarski, 1996b).

Ze względu na warunki geologiczno-inżynierskie lokalizowanie składowisk w sąsiedztwie skarpy jest niewskazane (POLS w okolicach Podebłocia, Jesionka i Kruszyny). Przyczyną, są do-

datkowe dociążenia terenu powyżej korony skarpy oraz możliwość pogorszenia właściwości gruntów spowodowana potencjalną kontaminacją i przesączaniem odcieków.

W obrębie niektórych obszarów, na których jest możliwe składowanie odpadów, wydzielono niewielkie obszary, na których do głębokości 2,5 m nie ma naturalnej warstwy izolacyjnej. Lokalizacja składowisk odpadów obojętnych jest tam możliwa pod warunkiem zastosowania sztucznie wykonanych barier geologicznych lub uszczelnień syntetycznych. Wyznaczono je ze względu na występowanie piasków i żwirów lodowcowych, a także piasków i mułków zastoiskowych w okolicy Podebłocia.

Według Mapy hydrogeologicznej Polski (Mianowski, 1997) na obszarach preferowanych do składowania odpadów główny użytkowy poziom wodonośny występuje w oligoceńskich piaskach o średniej miąższości 15 m. Jest on położony na głębokości 50–100 m. Posiada dobrą izolację i niski stopień zagrożenia od zanieczyszczeń z powierzchni terenu. Charakter podrzędny na tym terenie mają poziomy: czwartorzędowy (z uwagi na małą miąższość) i kredowy (występujący głębiej).

Wyznaczone POLS nie mają warunkowych ograniczeń lokalizacyjnych.

#### Problem lokalizacji składowisk odpadów komunalnych i niebezpiecznych

Na obszarze objętym arkuszem Kozienice nie wyznaczono potencjalnych obszarów lokalizacji składowisk (POLS) odpadów komunalnych. Brak tu bowiem utworów spełniających wymagania stawiane naturalnym barierom izolacyjnym podłoża (według tabeli 8) dla tego typu inwestycji. Iły, mułki i piaski mioceńskie występują w tym rejonie na głębokości około 30 m. W otworze wiertniczym Życzyn-6 stwierdzono 3 stosunkowo cienkie (po kilka metrów) poziomy glin zwałowych (ze zlodowaceń Odry, Liwca i Wilgi) rozdzielone piaszczysto-żwirowymi seriami wodnolodowcowymi o miąższości do około 10 m. Występujące na powierzchni terenu koło Podebłocia piaski i mułki zastoiskowe korelowane ze zlodowaceniem Warty są niewielkiej miąższości (do 2 m), a ich właściwości izolacyjne są bardzo słabo rozpoznane.

Na obszarze objętym arkuszem Kozienice znajdują się obecnie dwa czynne, urządzone składowiska odpadów komunalnych. Składowisko w Kozienicach zlokalizowane jest na tarasie nadzalewowym niższym Wisły (zachodnia część miasta). Jego zamknięcie przewiduje się na rok 2016. Kolejne położone jest w Brzeźcach (gmina Stężyca) na tarasie zalewowym niższym Wisły. Przewidywany czas jego eksploatacji kończy się w 2019 roku. W przeszłości funkcjonowały tu jeszcze dwa inne składowiska. Do 2008 roku czynne było nieurządzone gminne składowisko

odpadów komunalnych w Sieciechowie – obecnie jest już zrekultywowane. W 1985 roku zlikwidowano składowisko odpadów przemysłowych w Brzeźnicy. Składowane były tam obrzeżyny owoców i warzyw.

#### Ocena najkorzystniejszych warunków geologicznych i hydrogeologicznych

Na podstawie dostępnych materiałów archiwalnych można przyjąć, że najbardziej korzystne naturalne warunki izolacyjne dla lokalizowania potencjalnych składowisk odpadów występują wokół Woli Życkiej. Na powierzchni terenu występują tam gliny zwałowe o miąższości do 8 metrów, będące naturalną barierą geologiczną odpowiednią dla składowania odpadów obojętnych. Wszystkie wyznaczone POLS mają jednakowo korzystne warunki hydrogeologiczne. Użytkowy poziom wodonośny położony jest głęboko (50–100 m) i charakteryzuje się dobrą izolacją i niskim stopniem zagrożenia. Wskazane obszary nie mają warunkowych ograniczeń lokalizacyjnych.

#### Charakterystyka wyrobisk poeksploatacyjnych

Na wyznaczonych POLS nie ma wyrobisk po eksploatacji kopalni, które mogą stanowić potencjalne miejsca składowania odpadów (bezpośrednio lub po wykonaniu systemu zabezpieczeń). Występujące na arkuszu Kozienice wyrobiska kopalni piasku (w Nowinach i Kobylnicy) jak i wyrobiska związane z eksploatacją piasku „na dziko” (w miejscowościach Brzeźce, Kobylnica, Nowiny oraz Słowiki Stare i Nowe) położone są na obszarach wyłączonych z możliwości składowania wszystkich rodzajów odpadów.

Przedstawione na mapie tereny i miejsca predysponowane do składowania odpadów należy traktować jako podstawę późniejszych wariantowych propozycji lokalizacyjnych i w nawiązaniu do nich projektować odpowiednie badania geologiczne, hydrogeologiczne i geologiczno-inżynierskie. Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Środowiska (w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących lokalizacji, budowy, eksploatacji i zamknięcia, jakim powinny odpowiadać poszczególne typy składowisk) na obszarze planowanego składowiska 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 warunkach zabudowy i zagospodarowania terenu dla składowiska odpadów.

Wyznaczone na mapie obszary powinny być uwzględniane przy typowaniu lokalizacji nie tylko składowisk odpadów, ale również na etapie uzgadniania warunków zabudowy i zagospodarowania terenu pod obiekty szczególnie uciążliwe dla środowiska i zdrowia ludzi oraz mogących pogorszyć stan środowiska. Oprócz bowiem ograniczeń prawnych, odnoszących się do tego typu

inwestycji, przedstawione na mapie obszary potencjalnej lokalizacji składowisk obejmują zasięgi występowania w podłożu utworów słabo przepuszczalnych, stanowiących dobrą naturalną izolację dla położonych głębiej poziomów wodonośnych.

## **X. Warunki podłoża budowlanego**

Waloryzacji warunków podłoża budowlanego w obrębie arkusza Kozienice dokonano na podstawie analizy Szczegółowej mapy geologicznej Polski (Żarski, 1996 a,b) oraz map topograficznych i obserwacji terenowych. Z oceny wyłączono: obszary występowania gleb wysokich klas bonitacyjnych (I–IVa), międzywala Wisły, zwartych kompleksów leśnych Puszczy Kozienickiej (Kozienicki Park Krajobrazowy) i zabudowy miejskiej Kozienic. Obszary nie waloryzowane zajmują około 70% powierzchni omawianego arkusza.

O warunkach geologiczno-inżynierskich podłoża decyduje kilka czynników: rodzaj i stan gruntów, morfologia terenu i głębokość położenia zwierciadła wód gruntowych (Dobak, 2005). Dla potrzeb mapy geośrodowiskowej stosuje się dwa podstawowe wydzielenia: obszary o warunkach korzystnych dla budownictwa oraz obszary o warunkach niekorzystnych, utrudniających budownictwo.

W obrębie arkusza Kozienice wśród waloryzowanych terenów przeważają warunki niekorzystne. Do obszarów o niekorzystnych warunkach podłoża budowlanego na analizowanym terenie zaliczono:

- obszary występowania gruntów słabonośnych, na których zwierciadło wód gruntowych występuje na głębokości mniejszej niż 2 m, w szczególności obszary występowania gruntów organicznych - torfowiska i zatorfienia,
- obszary podmokłe,
- obszary zagrożone powodzią i podtopieniami.

Obszary o niekorzystnych warunkach podłoża gruntowego występują w obrębie tarasów zalewowych i fragmentów niskich tarasów nadzalewowych doliny Wisły (Franczyk, 1955). Głównymi czynnikami decydującymi o takiej ich kwalifikacji są: płytkie położenie zwierciadła wód gruntowych oraz zagrożenie powodziowe. Tarasy zalewowe zbudowane są z piasków i mułków rzecznych oraz mad, które w znacznej części wyłączono z oceny warunków podłoża gruntowego jako żyzne gleby uprawne wysokich klas bonitacyjnych. Na powierzchniach niższych

tarasów nadzalewowych często występują luźne piaski drobnoziarniste oraz piaski gliniaste ze żwirami i głazami. W warunkach zawodnienia (na obszarach podmokłych) gliny zwałowe występują w stanie miękkoplastycznym lub plastycznym, są więc słabonośne.

W obrębie opisywanych tarasów występują dodatkowo liczne starorzecza wypełnione słabonośnymi gruntami organicznymi – namułami torfiastymi i torfami. W rejonie Podebłocia znajdują się rozległe, kilkusethektarowe torfowiska. Torfowiska te rozwinięte są na piaskach rzecznych, a częściowo na eluwiach glin zwałowych.

W północno-wschodniej części omawianego terenu, na linii wyznaczonej przez miejscowości Kruszyna, Mościska, Stasin i Podebłocie znajduje się strome zbocze Wysoczyzny Żelechowskiej. Jej wysokość dochodzi do 30 m. Jest to teren miejscami zagrożony ruchami masowymi o niewielkim natężeniu i małym zasięgu. Najbardziej narażone są miejsca, w których zbocza wysoczyzny przecięte są drogami (Grabowski [red.] i inni, 2007 a, b)

Warunki podłoża budowlanego na dużych obszarach pomiędzy miejscowościami Kobylnica-Paprotnia-Długowola uznano za korzystne mimo, iż położone są w bliskim sąsiedztwie koryta Wisły i co za tym idzie, potencjalnie zagrożone powodzią. Różnice wysokości między poziomem zwierciadła wody w Wiśle (103,4–108,2 m n.p.m.), a rzędnymi terenu w okolicach wymienionych wiosek (109,7–112,9 m n.p.m.) są rzędu 4–6 m. Przy podwyższonych stanach wody w rzece następuje istotne podniesienie poziomu wód gruntowych na tych terenach co może powodować lokalne podtopienia. Jednak w normalnych warunkach poziom wód gruntowych kształtuje się na poziomie 4 m p.p.t. Podłoże gruntowe stanowią tu piaski rzeczne i wodnolodowcowe średniozagęszczone. Ponadto jest to teren o intensywnej zabudowie wiejskiej.

Pozostałe fragmenty terenu charakteryzują się korzystnymi warunkami geologiczno-inżynierskimi podłoża budowlanego. Należą do nich obszary wysoczyzn zlokalizowane w południowo-zachodniej części obszaru arkusza w rejonie Kozienic, Bogucina i Molend, pokryte żwirowo-piaszczystymi utworami wodnolodowcowymi, a lokalnie skonsolidowanymi glinami zwałowymi zlodowacenia Odry w stanie zwykle twardoplastycznym. Zwierciadło wód gruntowych występuje na tych terenach na głębokości ponad 2 m.

Warunki korzystne panują również na wyższych tarasach nadzalewowych doliny Wisły, gdzie podłoże gruntowe tworzą piaski i żwiry rzeczne oraz wodnolodowcowe średniozagęszczone, a zwierciadło wód gruntowych znajduje się na głębokości ponad 2 m. Warunki takie występują w rejonie Kozienic

## XI. Ochrona przyrody i krajobrazu

Ochrona przyrody jest działalnością mającą na celu zachowanie lub restytuowanie rzadkich i cennych tworów przyrody żywej lub martwej, zasobów przyrody oraz zapewnienia trwałości ich użytkowania. Najcenniejsze jej fragmenty objęte są ochroną w oparciu o szereg szczegółowych aktów prawnych. Za szczególnie efektywną należy uznać wielkoobszarową ochronę przyrody, polegającą na tworzeniu specjalnych jednostek przestrzennych obejmujących wiele różnych ekosystemów o walorach wymagających szczególnej ochrony. W granicach arkusza Kozienice są to: parki krajobrazowe, obszary chronionego krajobrazu, obszary NATURA 2000, rezerваты przyrody, użytki ekologiczne i pomniki przyrody. Omawiany arkusz charakteryzuje bogactwo i różnorodność walorów przyrodniczych i krajobrazowych (Wilgat, 1991; Wilgat, 1992; Przyroda..., 2003). Związane są one m. in. z: osobliwą polodowcową konfiguracją terenu, kompleksami leśnymi z różnorodną roślinnością, dolinami rzecznyymi zachowanymi w nieprzekształconej formie.

Parki krajobrazowe są obszarami chronionymi ze względu na warunki przyrodnicze, historyczne i kulturowe, które tworzy się w celu zachowania, popularyzacji i upowszechniania tych wartości w warunkach racjonalnej gospodarki. Południowa część obszaru arkusza Kozienice znajduje się w zasięgu Kozienickiego Parku Krajobrazowego. Został on utworzony w 1983 r. w celu ochrony naturalnego bogactwa Puszczy Kozienickiej oraz lokalnego krajobrazu przyrodniczo-geograficznego. Po powiększeniach granic w 2001 r. park zajmuje obecnie powierzchnię 26 234 ha, a jego strefa ochronna około 36 000 ha. Najcenniejszymi walorami parku są: przyroda, niepowtarzalne krajobrazy (malownicze pradoliny, starorzecza, przełomy rzek) i kultura jego mieszkańców. Na terenie parku występuje 40 gatunków roślin chronionych, przebiegają tędy granice zasięgów kilku roślin (jodła, buk, klon jawor), znajdują się tutaj stanowiska rzadkich gatunków ptaków i wielu zwierząt.

Obszary chronionego krajobrazu obejmują wyróżniające się krajobrazowo tereny o różnych typach ekosystemu poddanych ochronie ze względu na mało zniekształcone środowisko przyrodnicze. Nadwiślański Obszar Chronionego Krajobrazu, którego fragment zaznacza się w północnej części obszaru, został utworzony w 1986 r. na obszarze 70 070 ha w celu ochrony cennego przyrodniczo i zróżnicowanego morfologicznie terenu nadwiślańskiego. Obejmuje on część Doliny Środkowej Wisły oraz tereny Rowu Garwolińskiego (poza arkuszem), o urozmaiconej rzeźbie, rozcięte dolinami rzek, pokryte lasami i polami uprawnymi. Zagospodarowanie

takiego obszaru powinno zapewnić stan względnej równowagi ekologicznej systemów przyrodniczych.

Jedną z najwyższych kategorii ochrony obiektów przyrodniczych są rezerwy przyrody. Tworzy się je w celu zachowania w stanie niezmienionym ekosystemów uznawanych za naturalne, zapewniających różnorodność genetyczną organizmów oraz regenerację procesów ekologicznych. Trzy takie obiekty znajdują się w obrębie arkusza (tabela 9).

Tabela 9

**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	<b>R</b>	Obręb Zagożdżon	Pionki	2000	<b>L</b> – Źródło Królewskie (29,67)
			radomski		
2	<b>R</b>	Obręb Zagożdżon	Pionki	1980	<b>L</b> – Brzeźniczka (122,48)
			radomski		
3	<b>R</b>	Garbatka Letnisko	Garbatka Letnisko	1994	<b>K</b> – Krępiec (278,96)
			kozienicki		
4	<b>R</b>	Dolina Wisły	Kozienice, Sieciechów, Stężycza	*	<b>Fn</b> – Wyspy Kobylińskie, Wyspy Stężyczkie (3754)
			kozienicki, rycki		
5	<b>R</b>	Piotrowice	Sieciechów	*	<b>Fl</b> – Piotrowice (3,7 - dwa pola)
			rycki		
6	<b>P</b>	Kozienicki	Kozienice	1996	<b>Pż</b> – dąb szypułkowy
			kozienicki		
7	<b>P</b>	Kozienicki	Kozienice	1996	<b>Pż</b> – jesion wyniosły
			kozienicki		
8	<b>P</b>	Kozienicki	Kozienice	1996	<b>Pż</b> – 3 sosny czarne
			kozienicki		
9	<b>P</b>	Kozienicki	Kozienice	1996	<b>Pż</b> – buk zwyczajny
			kozienicki		
10	<b>P</b>	Katarzynów	Kozienice	2002	<b>Pż</b> – klon pospolity
			kozienicki		
11	<b>P</b>	Brzeźnica	Kozienice	1991	<b>Pż</b> – dąb szypułkowy
			kozienicki		
12	<b>P</b>	Obręb Zagożdżon	Pionki	2002	<b>Pż</b> – klon zwyczajny
			radomski		
13	<b>P</b>	Obręb Garbatka	Garbatka Letnisko	1992	<b>Pż</b> – dąb szypułkowy
			kozienicki		
14	<b>P</b>	Obręb Garbatka	Garbatka Letnisko	1992	<b>Pż</b> – dąb szypułkowy
			kozienicki		
15	<b>P</b>	Obręb Garbatka	Garbatka Letnisko	1993	<b>Pż</b> – dąb szypułkowy
			kozienicki		
16	<b>P</b>	Obręb Garbatka	Garbatka Letnisko	1992	<b>Pż</b> – dąb szypułkowy
			kozienicki		

1	2	3	4	5	6
17	<b>P</b>	Obręb Garbatka	Garbatka Letnisko kozienicki	1992	<b>Pż</b> – dąb szypułkowy
18	<b>P</b>	Obręb Zagożdżon	Pionki radomski	1991	<b>Pż</b> – modrzew polski
19	<b>P</b>	Obręb Zagożdżon	Pionki radomski	2002	<b>Pż</b> – modrzew polski
20	<b>P</b>	Obręb Garbatka	Pionki radomski	1992	<b>Pż</b> – olsza czarna
21	<b>P</b>	Obręb Garbatka	Pionki radomski	1992	<b>Pż</b> – klon jawor
22	<b>P</b>	Obręb Garbatka	Pionki radomski	1992	<b>Pż</b> – dąb szypułkowy
23	<b>P</b>	Obręb Garbatka	Garbatka Letnisko kozienicki	1992	<b>Pż</b> – dąb szypułkowy
24	<b>P</b>	Obręb Garbatka	Garbatka Letnisko kozienicki	1994	<b>Pż</b> – buk zwyczajny
25	<b>P</b>	Obręb Garbatka	Garbatka Letnisko kozienicki	1992	<b>Pż</b> – dąb szypułkowy
26	<b>P</b>	Obręb Garbatka	Garbatka Letnisko kozienicki	1992	<b>Pż</b> – dąb szypułkowy
27	<b>P</b>	Obręb Garbatka	Garbatka Letnisko kozienicki	1992	<b>Pż</b> – dąb szypułkowy
28	<b>P</b>	Obręb Garbatka	Garbatka Letnisko kozienicki	1992	<b>Pż</b> – dąb szypułkowy
29	<b>P</b>	Bogucin	Garbatka Letnisko kozienicki	1994	<b>Pż</b> – dąb szypułkowy
30	<b>P</b>	Obręb Garbatka	Garbatka Letnisko kozienicki	1992	<b>Pż</b> – świerk pospolity
31	<b>P</b>	Obręb Garbatka	Garbatka Letnisko kozienicki	1992	<b>Pż</b> - sosna pospolita
32	<b>P</b>	Obręb Garbatka	Pionki radomski	1992	<b>Pż</b> – sosna pospolita
33	<b>P</b>	Obręb Garbatka	Pionki radomski	1992	<b>Pż</b> – dąb szypułkowy
34	<b>P</b>	Obręb Garbatka	Garbatka Letnisko kozienicki	1992	<b>Pż</b> – dąb szypułkowy
35	<b>P</b>	Obręb Garbatka	Garbatka Letnisko kozienicki	1994	<b>Pż</b> – dąb szypułkowy
36	<b>P</b>	Obręb Garbatka	Garbatka Letnisko kozienicki	1994	<b>Pż</b> – dąb szypułkowy
37	<b>P</b>	Obręb Garbatka	Garbatka Letnisko kozienicki	1994	<b>Pż</b> – dąb szypułkowy
38	<b>P</b>	Bąkowiec	Garbatka Letnisko kozienicki	1992	<b>Pż</b> – wiąz szypułkowy
39	<b>U</b>	Dolina rzeki Zagożdżonki	Pionki radomski	1995	Dolina rzeki (5,59)
40	<b>U</b>	Dolina rzeki Zagożdżonki	Pionki radomski	1995	Bagno, okresowo zalewane wodą (2,18)
41	<b>U</b>	Obręb Garbatka	Garbatka Letnisko kozienicki	1996	Łąka-nieżytek (0,32)

1	2	3	4	5	6
42	U	Kociołki	Garbatka Letnisko kozienicki	1996	Zbiornik wodny (0,46)
43	U	Ruda	Garbatka Letnisko kozienicki	1996	Powierzchnia po zrębie wypełniona wodą (0,45)
44	U	Ruda	Garbatka Letnisko kozienicki	1996	Bagno wypełnione wodą (7,73)
45	U	Obręb Garbatka	Garbatka Letnisko kozienicki	1996	Teren leśny (3,05)
46	U	Obręb Garbatka	Garbatka Letnisko kozienicki	1996	Dawne bagno, okresowo zalewane wodą (4,99)
47	U	Obręb Garbatka	Garbatka Letnisko kozienicki	1996	Dawne bagno, okresowo zalewane wodą (4,32)
48	U	Obręb Garbatka	Garbatka Letnisko kozienicki	1996	Bagno (0,32)
49	U	Obręb Garbatka	Garbatka Letnisko kozienicki	1996	Dawne pastwisko i łąka (8,46)
50	U	Obręb Garbatka	Garbatka Letnisko kozienicki	1996	Dawna łąka (40,34)
51	U	Obręb Garbatka	Garbatka Letnisko kozienicki	1996	Dawne bagno porośnięte kępami drzew i krzewów (8,74)
52	U	Dolina rzeki Zagożdżonki	Pionki radomski	1995	Bagno (4,57)
53	U	Obręb Garbatka	Garbatka Letnisko kozienicki	1996	Dawna łąka i bagno (24,48)
54	U	Obręb Garbatka	Garbatka Letnisko kozienicki	1996	Łąka-nieużytek (4,20)

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

Rubryka 5: \* - obiekt projektowany

Rubryka 6: - rodzaj rezerwatu: **L** – leśny, **K** – krajobrazowy, **Fn** – faunistyczny, **Fl** - florystyczny

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

Rezerwat „Brzeźniczka” został utworzony w 1980 r. w celu ochrony naturalnych, wielogatunkowych dębowo-sosnowych drzewostanów w dolinach rzek Zagożdżonki i Brzeźniczki. Najwięcej jest drzewostanów w wieku 100-160 lat. Powierzchnia rezerwatu wynosi 122,48 ha.

Rezerwat „Źródło Królewskie” został powołany w 2000 r. w celu zachowania siedlisk bagiennych i wilgotnych z drzewostanami dębowo-sosnowymi i olszowymi w dolinie rzeki Zagożdżonki. Obejmuje powierzchnię 29,67 ha, a na szczególną uwagę zasługują w nim naturalne źródła i wysięki wodne występujące na tarasie zalewowym Zagożdżonki oraz jego krawędzi.

Ochrona naturalnego, urozmaiconego, krajobrazu leśnego Puszczy Kozienickiej ze starymi drzewostanami sosnowymi i starymi dębami była podstawą utworzenia rezerwatu „Krzepiec”. Do najciekawszych należą 300 i 200-letnie dęby, 100-letnie klony oraz fragmenty starodrzewu

sosnowego w wieku 180 lat. Powierzchnia rezerwatu wynosi 278,6 ha. Na obszarze arkusza znajduje się tylko jego fragment, który kontynuuje się na sąsiednim arkuszu (Zwoleń). Ponadto projektuje się utworzenie na tym terenie dwóch kolejnych rezerwatów. Jeden zlokalizowany w korycie Wisły - „Wyspy Kobylińskie-Wyspy Stężyckie” ma na celu ochronę licznych gatunków ptactwa błotnego, drugi – „Piotrowice”, ma chronić grzybieńczyka wodnego.

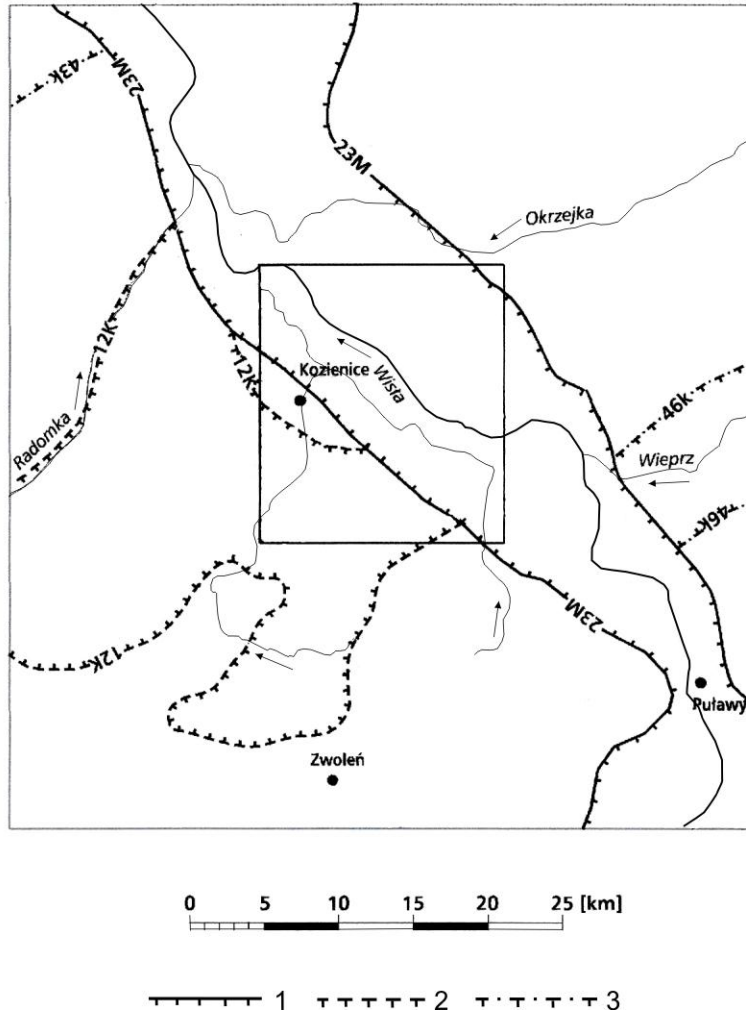
Osobliwością tego obszaru są liczne użytki ekologiczne (tabela 9). Składają się na nie, zasługujące na ochronę pozostałości ekosystemów (bagna, łąki, nieużytki, dawne tereny leśne). Mają one znaczenie dla zachowania różnorodności biologicznej.

Dopełnieniem bogactwa przyrodniczego tego rejonu są pomniki przyrody (tabela 9). Są to pojedyncze twory przyrody żywej o szczególnej wartości naukowej, kulturowej, krajobrazowej, odznaczające się indywidualnymi, cechami, które wyróżniają je spośród otoczenia. Na omawianym obszarze są to szczególnie okazałe drzewa, głównie dęby szypułkowe, świadczące o niegdyśjszej świetności tych lasów.

Lasy, jeden z odnawialnych zasobów przyrody, pełnią na tym terenie funkcje ekologiczne, produkcyjne i społeczne. Pokrywają około 30% obszaru arkusza. Ich zwarte kompleksy zwane Puszcą Kozienicką ciągną się szerokim pasem w południowej części arkusza. Najbogatszym zbiorowiskiem puszczy są grądy i łągi z drzewostanem jodłowo-dębowo-grabowym i olszowym, a podstawowym gatunkiem występującym na całym obszarze jest sosna. Decyzją Generalnego Dyrektora Lasów Państwowych w 1994 r. został powołany Leśny Kompleks Promocyjny Puszczy Kozienickiej. Ma on na celu propagowanie proekologicznych technologii w gospodarce leśnej oraz realizację zasad ochrony przyrody w lasach w dobie wzmożonej turystyki i rekreacji.

W nawiązaniu do utworzonego w 1995 roku systemu ochrony europejskiego dziedzictwa przyrodniczego, utworzono w Polsce Krajową Sieć Ekologiczną (ECONET-Polska) (Liro [red], 1998) (fig. 5). W granicach arkusza znajduje się międzynarodowy obszar węzłowy Dolina Środkowej Wisły – 23M. Dolina Wisły jest jednym z najważniejszych w Europie korytarzy ekologicznych umożliwiających gniazdowanie i przeloty ptaków. Od południowego-zachodu przylega do niej krajowy obszar węzłowy Puszczy Kozienickiej (12K). Obejmują one swoim zasięgiem: obszary wodno-błotne, równin morenowych, den dolin, z siedliskami leśnymi, jeziornymi i bagiennymi, zwarte kompleksy leśne.

Europejska Sieć Ekologiczna NATURA 2000 jest spójną siecią obszarów chronionych na terenie Unii Europejskiej. Celem wyznaczania tych obszarów jest ochrona cennych, pod względem



**Fig. 5. Położenie arkusza Koźnice na tle systemów ECONET (Liro [red], 1998)**

1 – granica obszaru węzłowego o znaczeniu międzynarodowym, jego numer i nazwa: 23M – obszar Doliny Środkowej Wisły. 2 – granica obszaru węzłowego o znaczeniu krajowym, jego numer i nazwa: 12K – obszar Puszczy Koźmienickiej. 3 – korytarz ekologiczny o znaczeniu krajowym, jego numer i nazwa: 43k – Warecki Pilicy, 46k – Dolnego Wieprza.

przyrodniczym i zagrożonych składników różnorodności biologicznej. Tworzą ją dwa typy obszarów: specjalne obszary ochrony siedlisk (SOOS) tworzone na podstawie Dyrektywy Siedliskowej (dla ochrony siedlisk przyrodniczych oraz siedlisk gatunków roślin i zwierząt), oraz obszary specjalnej ochrony ptaków (OSOP) tworzone na podstawie Dyrektywy Ptasiej (dla ochrony siedlisk ptaków). W granicach niniejszego arkusza w skład sieci NATURA 2000 wchodzi dwa obszary specjalnej ochrony ptaków – „Ostoja Koźmienicka” (PLB 140013) oraz „Dolina Środkwej Wisły” (PLB 140004) oraz trzy specjalne obszary ochrony siedlisk – „Bagna Orońskie” (PLH 140023), „Podeblocie” (PLH 140033) oraz „Puszcza Koźmienicka” (PLH 140035) (tabela 10).

Tabela 10

## Wykaz obszarów chronionych Europejskiej Sieci Ekologicznej NATURA 2000

Lp	Typ obszaru	Kod obszaru	Nazwa obszaru i symbol oznaczenia na mapie	Położenie centralnego punktu obszaru		Powierzchnia obszaru (ha)	Położenie administracyjne obszaru w granicach arkusza			
				Długość geogr.	Szerokość geogr.		Kod NUTS	Województwo	Powiat	Gmina
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	D	PLB140013	Ostoja Kozienicka (P)	21 <sup>0</sup> 29'44"E	51 <sup>0</sup> 30'48"N	68301,2	PL074	mazowieckie	kozienicki	Kozienice Garbatka Letnisko
									radomski	Pionki
2	D	PLB140004	Dolina Środkowej Wisły (P)	21 <sup>0</sup> 13'28"E	51 <sup>0</sup> 59'43"N	30848,71	PL073 PL074 PL071 PL033 PL075	mazowieckie	kozienicki	Kozienice Maciejowice Sieciechów
								lubelskie	rycki	Stężycza
3	B	PLH140023	Bagna Orońskie (S)	21 <sup>0</sup> 37'04"E	51 <sup>0</sup> 40'49"N	921,4	PL129	mazowieckie	garwoliński	Trojanów
4	B	PLH140033	Podeblocie (S)	21 <sup>0</sup> 43'43"E	51 <sup>0</sup> 37'48"N	1 275,8	PL129 PL315	mazowieckie	garwoliński	Trojanów Maciejowice
								lubelskie	rycki	Stężycza
5	B	PLH140035	Puszcza Kozienicka (S)	21 <sup>0</sup> 27'30"E	51 <sup>0</sup> 29'58"N	28230,4	PL128	mazowieckie	kozienicki	Kozienice Garbatka-Letnisko Sieciechów
									radomski	Pionki

Rubryka 2: B – wydzielone SOO (Specjalne Obszary Ochrony), bez żadnych połączeń z innymi obszarami Natura 2000, D – OSO, który graniczy z innym obszarem Natura 2000 – OSO lub SOO, ale się z nim nie przecina;

Rubryka 4: P – obszar specjalnej ochrony ptaków, S – specjalny obszar ochrony siedlisk

Obszar „Ostoja Kozienicka” położona jest na terenie Równiny Radomskiej w widłach pradolin: Wisły, Radomki i Zagożdżonki. Większość powierzchni obszaru zajmują lasy stanowiące dużą część obszaru Puszczy Radomsko-Kozienickiej. Pokrywają one urozmaicony morfologicznie obszar z licznymi elementami rzeźby pochodzenia fluwioglacjalnego – szeregiem tarasów denudacyjnych opadających stopniowo ku dolinie Wisły, poprzedzielanych licznymi wałami wydmyowymi. Występuje tutaj co najmniej 28 gatunków ptaków z Załącznika I Dyrektywy Ptasiej, 3 gatunki z Polskiej Czerwonej Księgi (PCK). Wykazano z tego terenu ponad 200 gatunków ptaków, w tym 147 lęgowych, m. in.: bączka, bociana czarnego, kraskę, lelka, bąka, bociana białego, rybitwę czarną. Spośród roślin spotkać można liczne rzadkie i chronione gatunki m.in. czosnek niedźwiedzi, widłaki, wiele gatunków storczyków, przebiśnieg, pełnik europejski.

„Dolina Środkowej Wisły” obejmuje środkowy odcinek Wisły pomiędzy Dęblinem a Płockiem. Rzeka zachowała na tym obszarze swój naturalny charakter rzeki roztokowej, z licznymi wyspami porośniętymi zaroślami wierzbowymi i topolowymi. Brzegi rzeki wraz z tarasami zalewowymi zajmują zarośla wikliny, łąki i pastwiska oraz fragmenty lasów lęgowych. Jest to bardzo ważna ostoja ptaków wodno-błotnych. Występuje tutaj co najmniej 22 gatunki ptaków z Załącznika I Dyrektywy Ptasiej, a także 9 gatunków z Polskiej Czerwonej Księgi (PCK), m. in.: brodziec piskliwy, ostrzygojad, podgorzałka, podróżniczek, siweczka rzeczna.

Południowo-zachodni fragment obszaru zajmuje obszar siedliskowy „Puszcza Kozienicka”. Jest to jeden z najcenniejszych kompleksów puszczańskich w Polsce o wysokiej różnorodności biologicznej. Występuje tutaj szereg siedlisk przyrodniczych oraz gatunków chronionych i zagrożonych wymarciem. Zbiorowiska leśne wyróżnia znaczna liczba drzew liczących 150–400 lat.

Obszar „Podeblocie” obejmuje rozległą, silnie podtopioną nieckę torfową pradoliny Wisły. Cennym, pod względem przyrodniczym, jest tutaj zwarty kompleks leśny z siedliskami wilgotnymi i bagiennymi. Gniazduje tutaj m. in.: orlik, błotniaki, derkacz, żuraw, słonka. Do osobliwości tego obszaru należy obecność żółwia błotnego oraz liczne populacje poczwarówek.

„Bagna Orońskie”, których niewielki fragment sięga północnych obszarów arkusza, to jeden z najpiękniejszych i najlepiej zachowanych kompleksów lasów związanych z siedliskami wilgotnymi – łągami olszowo-jesionowymi, olsami i grądami. Większość terenu, ze względu na niedostępność i silne podtopienia, ma charakter dziewiczy. Gniazdują tutaj m. in.: orlik krzykliwy, bocian czarny, słonka oraz 5 gatunków dzięciołów.

Informacje na temat obszarów NATURA 2000 zaczerpnięto ze strony internetowej Ministerstwa Środowiska: <http://natura2000.mos.gov.pl/natura2000/pl/>.

Gleby występujące na obszarze arkusza Kozienice zaliczane są do dwóch typów: litogeniczne (bielice, gleby bielicowe i brunatne, mady rzeczne) oraz hydrogeniczne (gleby bagienne, murszowe, czarne ziemie) (Dobrzański, 1973). W dolinie Wisły przeważają mady i piaski rzeczne przechodzące w piaski rzeczne tarasów akumulacyjnych. W południowo-zachodniej części arkusza występują piaski akumulacji lodowcowej z głazami.

Gleby chronione mineralne doliny Wisły to mady pyłowe. Niewielkie ilości gleb chronionych (pseudobielice) występują w północno-wschodniej części obszaru, w rejonie Wola Życka-Jesioneek, a w pobliżu miejscowości Podebłocie występują gleby pyłowe zalegające na glinach średnich zaliczane do gleb brunatnych wylugowanych. Gleby chronione organiczne to w przeważającej części torfy niskie w rejonie Kozienic, Józefowa, Brzeźnicy i Kolonii Bąkowiec. Podrzędnie, w okolicach Śmietanki-Ruda oraz Podebłocia-Paprotni występują mursze płytkie zalegające na piasku luźnym. Spełniają one kryteria gleb chronionych klasy I–IVa.

## **XII. Zabytki kultury**

Arkusze Kozienice to atrakcyjne krajobrazowo i kulturowo tereny położone na pograniczu południowego Mazowsza i północnej Małopolski.

Najstarsze ślady bytności człowieka na tych terenach pochodzą sprzed 100 tysięcy lat (Zwolski, 2003). Odkryto je w pobliskim Zwoleniu (poza arkuszem), gdzie odnaleziono obozowiska łowców mamutów. Jest to najbardziej na północ wysunięte miejsce, gdzie w epoce lodowcowej żył człowiek neandertalski. W późniejszych czasach, w epoce brązu (1700–700 r. p.n.e.), na tutejszych terenach rozwijała się kultura łużycka, której szczytowy okres przypada na epokę żelaza (650–350 r. p.n.e.). W epoce nowożytniej przebiegały tędy szlaki handlowe w kierunku Wisły, wzdłuż których następowała kolonizacja i zasiedlanie terenów puszczy. Początki osadnictwa w tym rejonie sięgają X–XI w. Pierwsze wzmianki pisane pochodzą z kroniki Galla Anonima (1096 r.) i dotyczą Sieciechowa. O Kozienicach wspominają księgi z 1206 r. w związku z nadaniem tej miejscowości klasztorowi Norbertanek plockich. Kozienice zasłynęły także z tego, iż tutaj w 1467 r. przyszedł na świat przyszły król Polski Zygmunt I Stary. Jego syn, Zygmunt August nadał osadzie puszczańskiej prawa miejskie (1550 r.).

Największy rozkwit tych ziem przypada na II połowę XV w. i XVII w. – okres rozwoju gospodarki folwarczno-pańszczyźnianej. Bardzo rozwinięty był handel. Do Gdańska i na zachód Europy szlakami m. in. „pływanek wiślanych” eksportowano płody rolne i leśne.

Spuścizną długiej historii tego regionu są cenne zabytki kultury materialnej – od stanowisk archeologicznych po zabytki architektoniczne. Do najcenniejszych zabytków architektonicznych należą – pochodzący z początku XVIII w. barokowy kościół parafialny pw. św. Wawrzyńca wraz z rokokowymi ołtarzami i bogatym wyposażeniem wnętrza w Sieciechowie, kościół parafialny pw. św. Krzyża (XIX w.) z rokokowymi ołtarzami w Kozienicach, kościół parafialny pw. Najświętszego Serca Jezusa (1911–37) w Brzeźnicy oraz kaplica z końca XVIII w. w Kozienicach-Starej Wsi. W kościele w Kozienicach znajduje się ponadto obraz św. Rodziny autorstwa Wojciecha Gersona.

W rejestrze konserwatora zabytków znajduje się także zespół pałacowy (XVIII/XIX w.) wybudowany w stylu renesansu francuskiego oraz cmentarze – żydowski (XVI–XX w.), parafialny rzymsko-katolicki (poł. XIX w.) oraz rodziny Dehnów z I połowy XIX w. w Kozienicach, a także zabytkowe parki w Kozienicach i Janikowie (XIX w.).

Pamięci żołnierzy armii rosyjskiej poległych na tych terenach w 1914 r. poświęcono pomnik koło Paprotni. W czasie II wojny światowej toczyły się na tych terenach zacięte walki w kampanii wrześniowej, a podczas okupacji był to aktywny ośrodek konspiracji zbrojnej. W Kozienicach Niemcy zorganizowali getto, do którego spędzono 12 tysięcy okolicznych Żydów, wymordowanych następnie w Treblince.

### **XIII. Podsumowanie**

Obszar arkusza Kozienice położony jest w Dolinie Środkowej Wisły. Zagospodarowanie tego terenu jest niejednolite. W rejonie Kozienic ma charakter miejsko-przemysłowy z dominującą rolą stolicy powiatu jako prężnego ośrodka przemysłowego, administracyjnego i kulturalnego. Na pozostałym obszarze wiodącą dziedziną jest rolnictwo i towarzyszący mu drobny przemysł rolno-spożywczy.

Około 70% powierzchni arkusza jest prawnie chronionych w postaci parku krajobrazowego, obszaru chronionego krajobrazu, rezerwatów przyrody oraz sieci NATURA 2000. Pociąga to za sobą szereg ograniczeń, uwarunkowań i ukierunkowań w prowadzeniu gospodarki na tych

terenach. Niezaprzeczalnym atutem na tym terenie jest kompleks leśny Puszczy Kozienskiej, której znaczne obszary są częścią składową Kozienskiego Parku Krajobrazowego. Zalety krajobrazu, klimatu i bogactwo przyrody stwarzają dobre warunki do wypoczynku, uprawiania turystyki aktywnej i ekoturystyki, w tym wędrówek pieszych i rowerowych. Wymaga to dalszej rozbudowy bazy noclegowej i zaplecza gastronomicznego oraz odpowiedniej reklamy. Władze samorządowe przewidują dalszy rozwój agroturystyczny tego regionu.

Możliwości wykorzystania występujących tu kopalin, których inwentarz jest ubogi, ograniczają się do piasków, z możliwością udokumentowania złóż o znaczeniu przemysłowym. Nie wielkie znaczenie można wiązać ze zwiększeniem zasobów złóż gazu ziemnego związanych z mułowcowo-piaskowcowymi utworami karbonu. Wykorzystanie bogactw mineralnych powinno uwzględniać ograniczenia związane z ochroną środowiska.

W granicach arkusza występują trzy użytkowe piętra wodonośne, z których znaczenie mają tylko dwa - czwartorzędowe i górnokredowe. Trzeci poziom, trzeciorzędowy, ze względu na swoje nierównomierne rozprzestrzenienie ma znaczenie tylko lokalne. Występują w nich wody głównie dobrej i średniej jakości wymagające co najwyżej prostego uzdatniania. Wody złej jakości (klasy III) spotyka się jedynie w wąskim pasie Opatkowice–Kozienska oraz w rejonie Janikowa co związane jest z dużym uprzemysłowieniem tego terenu. Indywidualni odbiorcy zaopatrują się w wodę głównie z istniejących sieci wodociągowych. Największe takie ujęcia istnieją w Kozienskich, Sieciechowie i Podeblöciu. Zasoby wodne zaspokajają zapotrzebowanie na wodę w tym rejonie. Z istniejących na tym terenie trzech głównych zbiorników wód podziemnych, jeden – Dolina Środkowej Wisły posiada udokumentowane zasoby.

Brak izolacji zewnętrznej na przeważającym obszarze głównie czwartorzędowego poziomu wodonośnego sprawia, że jest on szczególnie zagrożony zanieczyszczeniem. Źródłami zanieczyszczeń są głównie ścieki komunalne i przemysłowe, składowiska śmieci i odpadów, stacje paliw, środki nawożenia i ochrony roślin.

Dla polepszenia stanu środowiska naturalnego niezbędnym jest też rozwiązanie problemów gospodarki wodno-ściekowej oraz właściwe stosowanie środków nawożenia i ochrony roślin.

W obrębie arkusza Kozienska wśród waloryzowanych terenów przeważają warunki o niekorzystnych warunkach podłoża budowlanego, które występują w obrębie tarasów zalewowych i fragmentów niskich tarasów nadzalewowych doliny Wisły. Głównymi czynnikami decydującymi o takiej ich kwalifikacji jest płytkie położenie zwierciadła wód gruntowych oraz zagrożenie

powodziowe. Warunki korzystne występują na obszarach wysoczyzn oraz na wyższych tarasach zalewowych Wisły.

W granicach arkusza Kozienice preferowane obszary lokalizowania składowisk odpadów wyznaczono jedynie na wschód od doliny Wisły (północno-wschodnia część arkusza). Związane są z wychodniami (bądź płytkim położeniem – do 2,5 m p.p.t.) glin zwałowych stadiału maksymalnego zlodowacenia Odry w obrębie płaskiej równiny denudacyjnej. Tereny te spełniają wymagania jedynie dla składowisk odpadów obojętnych i nie mają warunkowych ograniczeń lokalizacyjnych. Najkorzystniejsze tereny dla lokalizacji tego typu składowisk występują wokół Woli Życkiej. Ze względu na warunki geologiczno-inżynierskie niewskazane jest lokalizowanie składowisk w sąsiedztwie skarpy doliny Wisły w okolicach wsi Podebłocie, Jesionek i Kruszyna.

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

#### **XIV. Literatura**

- BAK B., SZELAĞ A., 2004 – Mapa geologiczno-gospodarcza Polski w skali 1:50 000, arkusz Kozienice. Centr. Arch. Geolog. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- CIUK E., PIWOCKI M., 1990 – Mapa złóż węgla brunatnych i perspektywy ich występowania w Polsce, w skali 1:500 000. Państw. Inst. Geol., Wyd. Geol., Warszawa.
- CYWICKI R., CYWICKA K., 1982 – Sprawozdanie z prac geologiczno-zwiadowczych za kruszywem naturalnym w rejonie Dęblin–Zakrzów. ZPiDG O/Kielce. Centr. Arch. Geolog. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- DOBAK P., 2005 – Geologiczno-inżynierskie systemy waloryzacji przestrzeni. Problemy Ocen Środowiskowych. Warszawa.
- DOBRZAŃSKI B. i inni, 1973 – Zarys charakterystyki gleb Polski. Wyd. Geol., Warszawa.
- DOMAŃSKA Z., 1979 – Sprawozdanie z prac geologiczno-badawczych dla określenia warunków występowania serii piaszczysto-żwirowej w dolinie Wisły na odcinku Warszawa–Dęblin. ZPiDG O/Kielce. Centr. Arch. Geolog. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- DZIĘGIELEWSKI J., 1998 – Dokumentacja geologiczna złoża gazu ziemnego i ropy naftowej „Stężycza”. PGNiG S.A. Oddział B.G. GEONAF TA. Warszawa, OR Wołomin.

- DZIĘGIELEWSKI J., 2002 – Dokumentacja geologiczna złoża gazu ziemnego i ropy naftowej „Stężycza” w kat. B i C. Dodatek nr 1. PGNiG S.A. Oddział Górnictwo Naftowe B.G. GEONAF TA w Warszawie.
- FRANCZYK M., 1955 – Przeglądowa mapa geologiczno-inżynierska Polski w skali 1:300 000, arkusz Radom. Instytut Geologiczny, Warszawa.
- FYDA F., 2005 – Dokumentacja geologiczna złoża kruszywa naturalnego „Kobylnica” w kat. C<sub>1</sub>. Centr. Arch. Geolog. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- GIEŁŻECKA D., 1993 – Analiza stanu rozpoznania i wykorzystania bazy surowcowej woj. radomskiego. PG Kielce. Arch. Mazowieckiego Urzędu Marszałkowskiego. Warszawa.
- GRABOWSKI D. (red.), KUCHARSKA M., NOWACKI Ł., 2007a – Mapa osuwisk i obszarów predysponowanych do występowania ruchów masowych w województwie mazowieckim. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- GRABOWSKI D. (red.), MAŁEK M., WODYK K., MALESZYK M., 2007b – Mapa osuwisk i obszarów predysponowanych do występowania ruchów masowych w województwie lubelskim. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- Instrukcja** opracowania i aktualizacji Mapy geosrodowiskowej Polski w skali 1:50 000, 2005 – Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- KACZOROWSKA Z., 1977 – Pogoda i klimat. WSiP. Warszawa.
- KARNKOWSKI P., 1999 – Oil and Gas Deposits in Poland. Cracow. Geosynoptics Society „Geos”.
- KASIŃSKI J. R., PIWOCKI M., SATERNUS A., TOŁKANOWICZ E., WOJCIECHOWSKI J., 1997 – Realizacja projektu prac geologicznych dla określenia perspektyw występowania złóż bursztynu w utworach eocenu lubelszczyzny. Centr. Arch. Geolog. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- KLARKOWSKI W., 1963 – Dokumentacja geologiczna torfowisk „Pradolina Wisły”. Polskie Towarzystwo Gleboznawcze, Warszawa.
- KLARKOWSKI W., 1964 – Dokumentacja geologiczna torfowisk „Rejon Paprotnia-Mościska”. Polskie Towarzystwo Gleboznawcze, Warszawa.
- KLECZKOWSKI A. S. (red), 1990 – Mapa obszarów Głównych Zbiorników Wód Podziemnych (GZWP) w Polsce wymagających szczególnej ochrony w skali 1:500 000. Inst. Hydrogeol. i Geol. Inż. AGH., Kraków.

- KONDRACKI J., 2000 – Geografia regionalna Polski. Wyd. Nauk. PWN. Warszawa.
- KOWALCZYK W., 1964 – Dokumentacja geologiczna złoża torfów „Bąkowiec-Czarnolas”. „Goplan” Kielce. Arch. Mazowieckiego Urzędu Marszałkowskiego, Warszawa..
- KOZŁOWSKI S., 1984 – Surowce mineralne środkowo-wschodniej Polski. Wyd. Geol., Warszawa.
- KWAPISZ B., 1971 – Dotychczasowe wyniki poszukiwawcze oraz analiza dalszych perspektyw poszukiwania złóż kruszywa naturalnego w woj. kieleckim. PG Kielce. Arch. Mazowieckiego Urzędu Marszałkowskiego. Warszawa.
- KWAŚNIEWSKA J., 1987 – Studium zaopatrzenia lokalnego przemysłu budowlanego w surowiec ceramiczny i kruszywo naturalne gminy Trojanów w woj. siedleckim. PG Warszawa. Arch. Mazowieckiego Urzędu Marszałkowskiego. Warszawa.
- LIRO A. (red), 1998 – Strategia wdrażania Krajowej Sieci Ekologicznej, ECONET-Polska. Wyd. Fundacji IUCN-Poland, Warszawa.
- LIS J., PASIECZNA A., 1995 – Atlas geochemiczny Polski 1:2 500 000. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
- MACDONALD D., 1994 – Approach to the Assessment of sediment quality in Florida Coastal Waters. Vol. 1 – Development and evaluation of sediment quality assessment guidelines.
- MAKOWSKA A., 1965a – Mapa geologiczna Polski 1:200 000, ark. Radom, A – Mapa utworów powierzchniowych. Wyd. Geol., Warszawa.
- MAKOWSKA A., 1965b – Mapa geologiczna Polski 1:200 000, ark. Radom, B – Mapa bez utworów czwartorzędowych. Wyd. Geol., Warszawa.
- MAKOWSKA A., 1965c – Mapa geologiczna Polski 1:200 000, ark. Radom, A – Mapa utworów powierzchniowych. Mapa podstawowa ark. Zwoleń. Wyd. Geol., Warszawa.
- MAKOWSKA A., 1965d – Mapa geologiczna Polski 1:200 000, ark. Radom, B – Mapa bez utworów czwartorzędowych. Mapa podstawowa – ark. Zwoleń. Wyd. Geol., Warszawa.
- MAKOWSKA A., 1968a – Objąsnienia do Mapy geologicznej Polski 1:200 000, ark. Radom, – Mapa utworów powierzchniowych. Wyd. Geol., Warszawa.
- MAKOWSKA A., 1968b – Objąsnienia do Mapy geologicznej Polski 1:200 000, ark. Radom, – Mapa bez utworów czwartorzędowych. Wyd. Geol., Warszawa.
- MARKS L., BER A., GOGOŁEK W., PIOTROWSKA K., [red], 2006 - Mapa geologiczna Polski 1:500 000. Państw. Inst. Geol., Warszawa.

- MASTERNAK Z., 1996 – Inwentaryzacja złóż surowców mineralnych z uwzględnieniem elementów ochrony środowiska – gmina Garbatka-Letnisko. PGF „GEOSERVICE” Kielce. Arch. Mazowieckiego Urzędu Marszałkowskiego. Warszawa.
- MIANOWSKI Z., 1997 – Mapa hydrogeologiczna Polski w skali 1:50 000, arkusz Kozienice. Centr. Arch. Geolog. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- MICHALCZYK Z., WILGAT T., 1998 – Stosunki wodne Lubelszczyzny. Wyd. UMCS, Lublin.
- MRÓZ W., 1987 – Inwentaryzacja złóż surowców mineralnych i możliwości ich wykorzystania na potrzeby lokalne w gminie Sieciechów. „Geoprojekt” Kielce. Arch. Mazowieckiego Urzędu Marszałkowskiego. Warszawa.
- OFICJALSKA H., WŁOSTOWSKI J., KALIŃSKI J., PĘCZKOWSKA B., FIGIEL Z., KOZI-NA S., KOWALEWSKA K., 1996 – Dokumentacja określająca warunki hydrogeologiczne dla ustanowienia stref ochronnych zbiornika wód podziemnych w utworach czwartorzędowych. GZWP – 222 - Dolina Środkowej Wisły. Przeds. Geol. „Polgeol”, Warszawa.
- OSENDOWSKA E., 1996 – Inwentaryzacja zasobów kopalin i wód podziemnych z uwzględnieniem elementów ochrony środowiska – miasto i gmina Kozienice. „POLGEOL” Warszawa, Zakład w Łodzi. Centr. Arch. Geolog. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- OSTRZYŻEK S., DEMBEK W., 1997 – Zlokalizowanie i charakterystyka złóż torfowych w Polsce spełniających kryteria potencjalnej bazy zasobowej z ustaleniem i uwzględnieniem wymogów związanych z ochroną oraz kształtowaniem środowiska. IMiUZ. Falenty.
- PACZYŃSKI B., 1995 – Atlas hydrogeologiczny Polski w skali 1:500 000. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- PACHOLSKA E., 2009 – Monitoring rzek w 2008 roku. Woj. Inspektorat Ochrony Środowiska, Warszawa.
- PORADOWSKA M., 1995 – Inwentaryzacja zasobów kopalin i wód podziemnych z uwzględnieniem elementów ochrony środowiska, miasto i gmina Pionki. „POLGEOL” Łódź. Arch. Mazowieckiego Urzędu Marszałkowskiego. Warszawa.
- POŻARYSKI W. (red.), 1974 – Budowa geologiczna Polski. T. IV Tektonika. Niż Polski. Wyd. Geol., Warszawa.
- Przyroda** powiatu lubelskiego. Parki krajobrazowe, obszary chronionego krajobrazu, rezerваты przyrody, pomniki przyrody, flora i fauna, 2003 – Starostwo Powiatowe w Lublinie.

- PTAK E., 1997 – Inwentaryzacja złóż surowców mineralnych z uwzględnieniem elementów ochrony środowiska gminy Stężyca. „POLGEOL” Warszawa, Zakład w Lublinie. Centr. Arch. Geolog. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- RADOMSKA H., 2000 – Uproszczona dokumentacja geologiczna w kat. C<sub>1</sub> złoża piasków „Nowiny”. Kielce. Arch. Mazowieckiego Urzędu Marszałkowskiego. Warszawa.
- RADOMSKA H., 2002 – Dodatek nr 1 do uproszczonej dokumentacji geologicznej w kat. C<sub>1</sub> złoża piasków „Nowiny”. Arch. Mazowieckiego Urzędu Marszałkowskiego. Warszawa.
- Rozporządzenie** Ministra Środowiska z dnia 16 kwietnia 2002 r. we sprawie rodzajów oraz stężeń substancji, które powodują, że urobek jest zanieczyszczony. DzU nr 55, poz. 498 z dnia 14 maja 2002 r.
- Rozporządzenie** Ministra Środowiska z dnia 9 września 2002 r. w sprawie standardów jakości gleby oraz standardów jakości ziemi. DzU nr 165 z dnia 4 października 2002, poz. 1359.
- Rozporządzenie** Ministra Środowiska z dnia 24 marca 2003 r., w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących lokalizacji, budowy, eksploatacji i zamknięcia, jakim powinny odpowiadać poszczególne typy składowisk odpadów (DzU nr 61, poz. 549 z późniejszymi zmianami)
- Rozporządzenie** Ministra Środowiska z dnia 20.08.2008 r. w „Sprawie sposobu klasyfikacji stanu jednolitych części wód powierzchniowych” (DzU nr 162, poz. 1008).
- SOLAK M. i inni, 1990 – Ilościowa ocena zasobów prognostycznych ropy naftowej i gazu ziemnego w dewońsko-karbońskim (waryscyjskim) kompleksie strukturalnym Polski. Technika Poszukiwań Geologicznych Geosynoptyka i Geotermia, nr 3-4, PAN Kraków.
- STRZELECKI R., WOŁKOWICZ S., SZEWCZYK J., LEWANDOWSKI P., 1993 – Mapy Radioekologiczne Polski cz. I: Mapa mocy dawki promieniowania gamma w Polsce; Mapa stężenia cezu w Polsce. Skala 1:750 000. Wyd. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- STRZELECKI R., WOŁKOWICZ S., SZEWCZYK J., LEWANDOWSKI P., 1994 – Mapy Radioekologiczne Polski cz. II. Mapa koncentracji uranu, toru i potasu w Polsce. Wyd. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- STUPNICKA E., 1989 – Geologia regionalna Polski. Wyd. Geol., Warszawa.
- Ustawa** o odpadach z dnia 27 kwietnia 2001 r. (DzU nr 39, poz. 251 z dnia 05.03.2007).
- WILGAT T. (red), 1991 – Inwentaryzacja przyrodnicza gmin województwa lubelskiego, gmina Stężyca. Arch. Wydz. Ochr. Środowiska Lubelskiego Urzędu Wojewódzkiego. Lublin.

- WILGAT T. (red), 1992 – System obszarów chronionych województwa lubelskiego. Wyd. UMCS, Lublin.
- WOŁKOWICZ S., MALON A., TYMIŃSKI M., [red], 2009 – Bilans zasobów kopalin i wód podziemnych w Polsce (wg stanu na 31. XII. 2008 r.). Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- WRONA H., 2005 – Dokumentacja geologiczna złoża kruszywa naturalnego „Kobylnica I” w kat. C<sub>1</sub>. Centr. Arch. Geolog. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- WRONA H., 2005a – Dokumentacja geologiczna złoża kruszywa naturalnego „Kobylnica II” w kat. C<sub>1</sub>. Centr. Arch. Geolog. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- WRONA H., 2005b – Dokumentacja geologiczna złoża kruszywa naturalnego „Kobylnica III” w kat. C<sub>1</sub>. Centr. Arch. Geolog. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- WRONA H., 2005c – Dokumentacja geologiczna złoża kruszywa naturalnego „Kobylnica I” w kat. C<sub>1</sub>. Centr. Arch. Geolog. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- Zasady** dokumentowania złóż kopalin stałych., 1999 – Min. Środ., Warszawa.
- ZWOLSKI C., 2003 – Radom i region radomski. Wyd. Regionalne „Radomka”. Radom.
- ŻARSKI M., 1992 – Mapa Geologiczno-Gospodarcza Polski w skali 1:50 000 wraz z objaśnieniami. Centr. Arch. Geolog. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- ŻARSKI M., 1996a – Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski, w skali 1:50 000 – ark. Kozienice. Centr. Arch. Geolog. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- ŻARSKI M., 1996b – Objasnienia do Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski, w skali 1:50 000 – ark. Kozienice. Centr. Arch. Geolog. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- ŻELICHOWSKI A.M., KOZŁOWSKI S., 1983 – Atlas geologiczno-surowcowy obszaru lubelskiego. Inst. Geol., Warszawa. Centr. Arch. Geolog. Państw. Inst. Geol., Warszawa.