

**PAŃSTWOWY INSTYTUT GEOLOGICZNY  
PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY**

---

OPRACOWANIE ZAMÓWIONE PRZEZ MINISTRA ŚRODOWISKA

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

**Arkusz PUŁAWY (710)**



MINISTERSTWO  
ŚRODOWISKA

Warszawa 2010 r.

Autorzy: Bogusław Bąk\*, Adam Szelaż\*, Izabela Bojakowska\*, Grażyna Hrybowicz\*\*,  
Paweł Kwecko\*, 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 \*

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

\*\* Przedsiębiorstwo Geologiczne „Polgeol”, ul. Berezyńska 39, 03-908 Warszawa

ISBN

Copyright by PIG and MŚ, Warszawa, 2009

## Spis treści

|       |  |    |
|-------|--|----|
| I.    | Wstęp – <i>A. Szelaq</i> .....                                     | 3  |
| II.   | Charakterystyka geograficzno-gospodarcza – <i>A. Szelaq</i> .....  | 4  |
| III.  | Budowa geologiczna – <i>B. Bqk</i> .....                           | 8  |
| IV.   | Złóża kopalin - <i>B. Bqk, A. Szelaq</i> .....                     | 12 |
| V.    | Górnictwo i przetwórstwo kopalin - <i>B. Bqk, A. Szelaq</i> .....  | 17 |
| VI.   | Perspektywy i prognozy występowania kopalin – <i>B. Bqk</i> .....  | 21 |
| VII.  | Warunki wodne – <i>A. Szelaq</i> .....                             | 24 |
|       | 1. Wody powierzchniowe.....  | 24 |
|       | 2. Wody podziemne.....   | 25 |
| VIII. | Geochemia środowiska .....   | 29 |
|       | 1. Gleby – <i>P. Kwecko</i> .....                                  | 29 |
|       | 2. Pierwiastki promieniotwórcze – <i>H. Tomassi-Morawiec</i> ..... | 31 |
| IX.   | Składowanie odpadów – <i>G. Hrybowicz</i> .....                    | 34 |
| X.    | Warunki podłoża budowlanego - <i>B. Bqk, A. Szelaq</i> .....       | 41 |
| XI.   | Ochrona przyrody i krajobrazu – <i>A. Szelaq</i> .....             | 43 |
| XII.  | Zabytki kultury - <i>A. Szelaq</i> .....                           | 51 |
| XIII. | Podsumowanie - <i>A. Szelaq, B. Bqk, G. Hrybowicz</i> .....        | 53 |
| XIV   | Literatura .....   | 55 |

## I. Wstęp

Arkusz Puławy 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 w Warszawie (plansza B) w roku 2009. 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 Puławy Mapy geologiczno-gospodarczej Polski (MGGP) w skali 1:50 000 wykonanym w Oddziale Karpackim Państwowego Instytutu Geologicznego w Krakowie w 2004 r. (Bąk, Szelaąg, Radwanek-Bąk, 2004). Opracowanie sporządzono na podkładzie topograficznym w skali 1:50 000 w układzie 1942.

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

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

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

Przeznaczona jest ona 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 mapie 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, Urzędów Marszałkowskich i Wojewódzkich w Warszawie i Lublinie, Wojewódzkich Inspektoratów Ochrony Środowiska w Warszawie i Lublinie, Instytutu Upraw, Nawożenia i Gleboznawstwa w Puławach oraz urzędów powiatowych i gminnych.

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

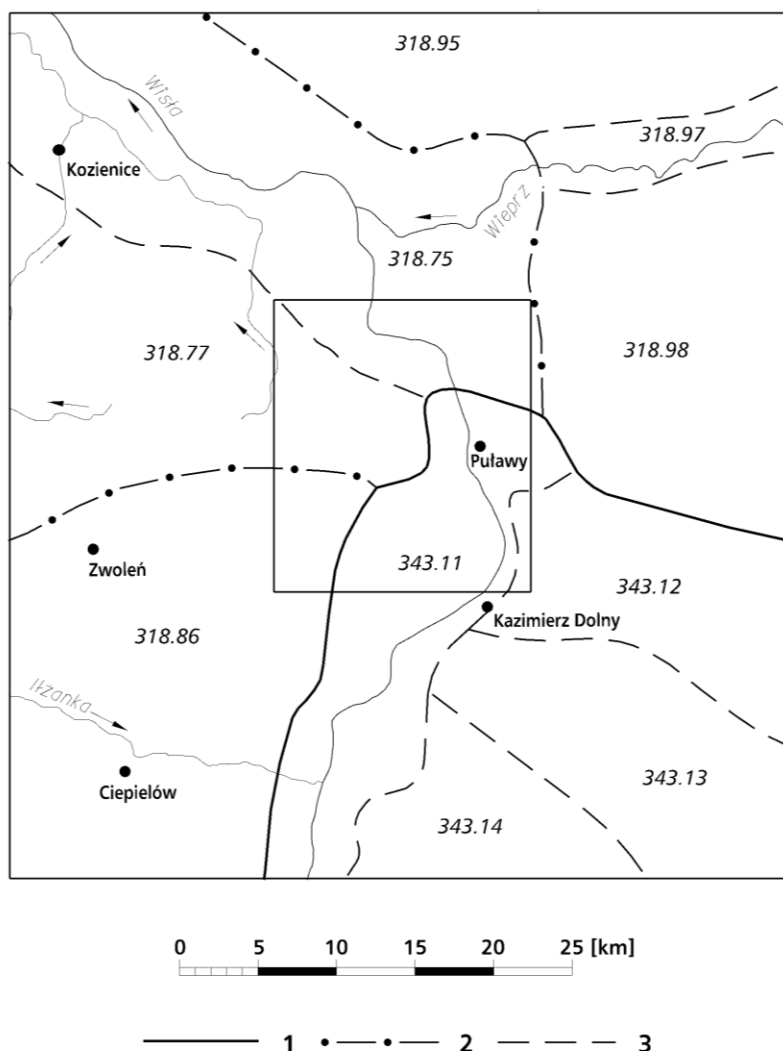
Dane dotyczące złóż kopalin zostały zamieszczone w kartach informacyjnych dla komputerowej bazy danych o złożach.

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

Obszar arkusza Puławy rozciąga się między 21°45' a 22°00' długości geograficznej wschodniej i 51°20' a 51°30' szerokości geograficznej północnej. Jego powierzchnia wynosi 315 km<sup>2</sup>.

Zgodnie z podziałem fizycznogeograficznym leży on na styku Nizin Środkowopolskich (zachodnia i północna część obszaru) i Wyżyny Lubelsko-Lwowskiej (Kondracki, 2000) (fig. 1). W skład Nizin Środkowopolskich wchodzi mezoregiony - Dolina Środkowej Wisły, Równina Kozienicka i Równina Radomska, natomiast Wyżynę Lubelską reprezentują dwa Mezoregiony – Małopolski Przełom Wisły oraz Płaskowyż Nałęczowski. Występujące na tym obszarze formy terenu powstały głównie w wyniku procesów: fluwialnych, denudacyjnych i eolicznych.

Mezoregion Dolina Środkowej Wisły zajmuje północną część arkusza. Ciągnie się on szerokim, 10–12 kilometrowym pasem wzdłuż Wisły od Puław w kierunku północnym, aż po Warszawę (poza granicami arkusza). Wisła rozlewa się tutaj szeroko (do około 700 m), a jej zwierciadło od poziomu 115 m n.p.m. obniża się do 113 m n.p.m. W jej korycie widać liczne mielizny i kępy. Wzdłuż rzeki ciągnie się szeroki, pokryty łąkami i łąkami, chroniony wałami przeciwpodziowymi taras zalewowy, a na prawym brzegu piaszczysty taras wydmy.



**Fig. 1. Położenie arkusza Puławy 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,  
 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, 343.13 –  
 Równina Bełżycka, 343.14 – Kotlina Chodelska.

W kierunku na południe przechodzi on w Równinę Kozienicką. Jest to prawie płaska równina denudacyjna położona na wysokości 150–170 m n.p.m., na powierzchni, której zalegają pokrywy piasków eolicznych. Pomiedzy nimi występują zagłębienia deflacyjne z wałami wzdłużnymi. Porastają je pozostałości Puszczy Kozienickiej. Najwyższe wzniesienie na tym terenie w okolicach Polesia Dużego osiąga niespełna 177 m n.p.m.

Południowo-zachodni skrawek arkusza Puławy w rejonie Łągowa należy do Równiny Radomskiej. Jest to równina denudacyjna o zdegradowanej pokrywie czwartorzędowej, w podłożu której występują utwory jurajskie i kredowe. W granicach arkusza przecina ją płytka dolina rzeki Czerniawki.

Pozostała część obszaru zaliczana jest do Małopolskiego Przełomu Wisły. Jest to dolina rozciągająca się od Annapola (poza arkuszem) aż po Puławy, której osi stanowi rzeka Wisła. Szerokość doliny dochodzi miejscami do 10 km, a wysokość zboczy osiąga 60–80 m. Dolina ma tutaj charakter przełomu, gdyż rzeka przecina się tutaj przez węglanowe utwory górnej kredy i paleogenu oraz miąższą (do 30 m) leżącą na nich pokrywą lessową. Dolina Wisły obniża się na tym odcinku od 122 do 115 m n.p.m.

Niewielki fragment terenu na prawym brzegu Wisły w rejonie Bochofnicy i na południe od Puław należy do Płaskowyżu Nałęczowskiego, zbudowanego z miąższej pokrywy lessowej, porożcinanej wąwozami, spoczywającej na utworach górnokredowych i paleogeńskich.

Obszar arkusza Puławy 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 na sandrach i piaskach eolicznych. Jako gatunki domieszkowe występuje dąb, olsza szara i czarna, jodła, brzoza, świerk. Ich większe zwarte kompleksy występują w rejonie Puław oraz na południu w rejonie Oblasów i Nasiłowa.

Gleby pokrywające północną część obszaru arkusza są piaszczyste i niezbyt urodzajne. Na pozostałym obszarze przeważają gleby biellicowe rozwinięte na glinach zwałowych i piaskach.

Pod względem administracyjnym arkusz Puławy leży na pograniczu dwóch województw: mazowieckiego i lubelskiego. W skład województwa mazowieckiego wchodzi dwa powiaty – kozienicki i zwoleński. Do powiatu kozienickiego należą gminy Gniewoszków i Garbatka-Letnisko, a do powiatu zwoleńskiego Przyłek i Policzna. Do województwa lubelskiego należy

powiat puławski. W jego skład, w granicach arkusza, wchodzi gminy – Puławy, Janowiec i Kazimierz Dolny oraz miasta - Puławy i Kazimierz Dolny.

Największą miejscowością na tym terenie są Puławy liczące około 50 000 mieszkańców. Jest to równocześnie centrum administracyjne (Starostwo Powiatowe), przemysłowo-handlowe, naukowo-badawcze i kulturalne tego rejonu, pełniące na tym terenie rolę ośrodka ponadlokalnego. Miasto jest dużym ośrodkiem przemysłowym. Największymi zakładami przemysłowymi są tutaj – Zakłady Azotowe „Puławy” SA (producent nawozów sztucznych, melaminy – 3 pozycja światowa, kaprolaktamu, nadtlenu wodoru i nadboranu sodu), Mostostal Puławy SA (budownictwo specjalistyczne), Przedsiębiorstwo Budownictwa Przemysłowego „Puławy” SA, PREFABET Puławy Sp. z o.o., a także grupa niezależnych firm wydzielonych świadczących usługi na rzecz zakładów azotowych i kontrahentów zewnętrznych.

Na kilkuset hektarach przeznaczonych pod inwestycje powstał na terenie miasta Puławski Park Przemysłowy, umożliwiający wykorzystanie potencjału Zakładów Azotowych „Puławy” SA. Natomiast na terenie Zakładów Azotowych powołano w 2007 r. podstrefę Specjalnej Strefy Ekonomicznej „Starachowice”.

Na pozostałym obszarze arkusza wiodącą dziedziną gospodarki jest indywidualne rolnictwo. Istnieją tutaj także korzystne warunki do produkcji sadowniczej. Znaczącą część upraw stanowią warzywa i owoce. Rozwinięty jest także chów trzody chlewnej i bydła.

Puławy są także silnym ośrodkiem naukowo-badawczym. Znajduje się tutaj 5 instytutów naukowych - Instytut Uprawy, Nawożenia i Gleboznawstwa, Państwowy Instytut Weterynaryjny, Wojskowy Instytut Higieny i Epidemiologii, Instytut Nawozów Sztucznych, Instytut Sadownictwa i Kwiaciarstwa, a także dwie szkoły wyższe: Puławska Szkoła Wyższa i Nauczycielskie Kolegium Języków Obcych. Miasto należy do grupy partnerskiej „Trójkąt Turystyczny – Kazimierz Dolny, Puławy, Nałęczów”, promującej walory turystyczne tych miejscowości i okolic.

Puławy są ważnym węzłem komunikacyjnym regionu. Miasto posiada dogodne połączenia drogowe z Warszawą – droga nr 801 (ok. 120 km), Lublinem (50 km) i Radomiem (ok. 60 km) – droga nr 12. Całość uzupełnia sieć dróg powiatowych i gminnych. Istotne znaczenie w transporcie ma również przecinająca miasto linia kolejowa łącząca Lublin z Warszawą i Radomiem. Mankamentem układu komunikacyjnego tego regionu jest brak mostów przez Wisłę, które istnieją jedynie w rejonie Puław (Góra Puławska i Bronowice). Ruch lokalny wspomagają

przeprawy promowe (Nasiłów) kursujące jednak tylko w sezonie letnim. Wisła z uwagi na to, że jest rzeką „zdziczałą” nie odgrywa większej roli komunikacyjnej.

### **III. Budowa geologiczna**

Budowa geologiczna obszaru arkusza Puławy została omówiona na podstawie Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski w skali 1:50 000 wraz z objaśnieniami (Żarski, 1996, 1998) oraz Mapy Geologicznej Polski w skali 1:200 000 (Makowska, 1965 a,b).

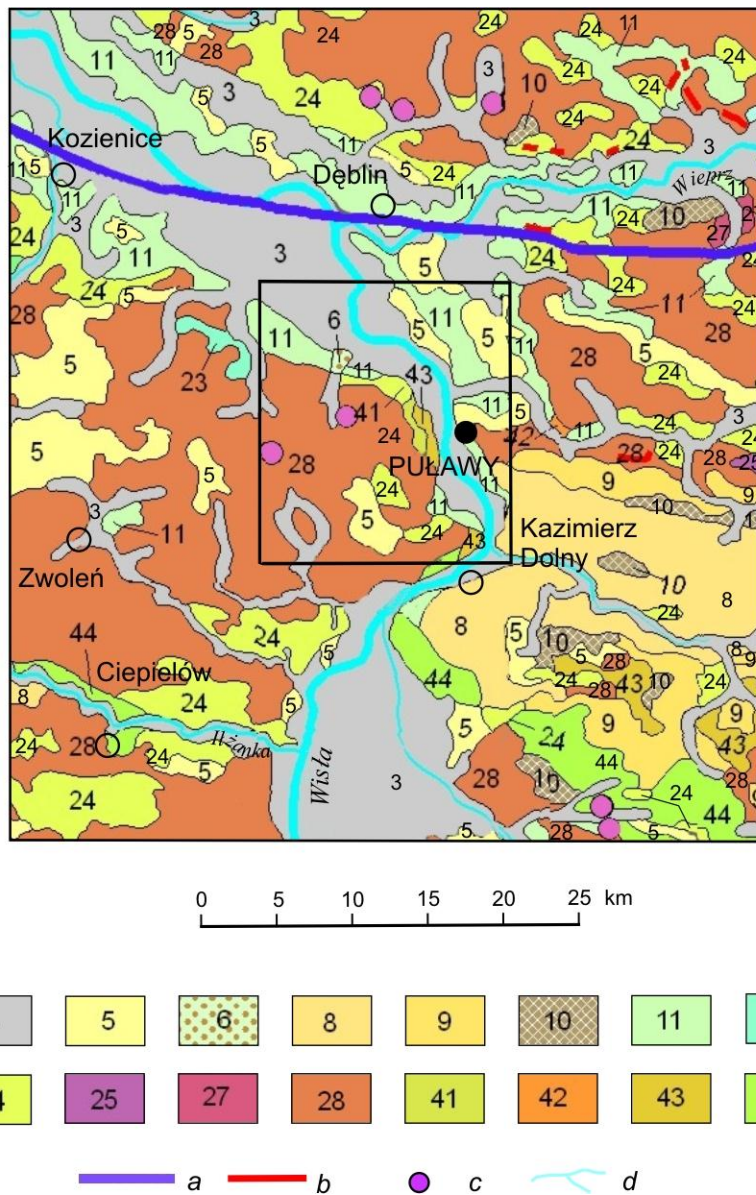
Obszar arkusza Puławy znajduje się w południowej części niecki brzeżnej (niecka lubelska), wypełnionej osadami: jury środkowej i górnej, kredy oraz paleogenu (fig. 2).

Budowa geologiczna głębokiego, przedmezozoicznego podłoża jest dotychczas słabo rozpoznana. Południowo-zachodnia część obszaru arkusza znajduje się w obrębie strefy radomsko-kraśnickiej, zbudowanej z utworów wieku od syluru do dewonu. Północno-wschodnia część terenu zalega nad rowem mazowiecko-lubelskim. Najstarszymi nawierconymi tu utworami są piaskowcowo-mułowcowe skały wieku karbońskiego (Stupnicka, 1989). Lokalnie osady paleozoiczne mają znaczenie, jako kolektory węglowodorów.

Najstarszymi skałami na powierzchni arkusza Puławy są: opoki, margle piaszczyste i glaukonitowe, gezy, piaskowce oraz wapienie górnej kredy (mastrycht) powstałe w wyniku transgresji morskiej, która wycofała się na pograniczu kredy i trzeciorzędu. W tym okresie w fazie laramijskiej orogenezy alpejskiej utwory mezozoiczne i starsze zostały lekko sfałdowane (Pożaryski (red), 1974). Miąższość skał tego piętra wynosi 250 m. Granica między osadami górnej kredy i trzeciorzędu ma charakter erozyjny. Skały mastrychtu górnego odsłaniają się w skarpach doliny Wisły w okolicach: Nasiłowa, Wojszyna i Bochoćnicy oraz koło Łaguszowa i Ławeczka Starego w dolinie Czerniawki w południowej części omawianego obszaru. Powierzchnię stropową mastrychtu stanowią opoki zakończone tzw. „twardym dnem”, nad którym występuje piaskowiec glaukonitowy z licznymi fosforytami zaliczony już do danu (Machalski, Żarski, 1997).

Osady trzeciorzędowe reprezentowane są przez utwory paleogenu (dolnego paleocenu środkowego eocenu i dolnego oligocenu). Osady paleoceńskie wykształcone są jako: opoki, wapienie margliste, gezy i margle, które tworzą tzw. serię „siwaka”. Warstwy te występują lokalnie w zboczach i skarpach dolin rzecznych, głównie Wisły w okolicy: Puław, Góry Puławskiej, Bronowic, Nasiłowa, Bochoćnicy i Parchatki. Miejscami osiągają one znaczne miąższości. W okolicy

Puławy paleoecenijskie gezy mają około 70 m miąższości. Osady eocenu – mułki i ropy o miąższości do 22 m stwierdzono w kilku otworach w środkowej i zachodniej części badanego obszaru.



**Fig. 2. Położenie arkusza Puławy na tle Mapy geologicznej Polski w skali 1:500 000 wg L. Marksa, A. Bera, W. Gogółka, 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, 8 - lessy, 9 – lessy piaszczyste i pyły lessopodobne, plejstocen: 10 – gliny, piaski i gliny z rumoszami, soliflukcyjno-deluwialne, 11 – piaski, żwiry i mułki rzeczne, 23 – ropy, mułki i piaski zastoiskowe, 24 - piaski i żwiry sandrowe, 25 – piaski i mułki kemów, 27 - żwiry, piaski, głazy i gliny moren czołowych, 28 – gliny zwałowe, ich zwietrzliny oraz piaski i żwiry lodowcowe, oligocen: 41 – piaski, lokalnie z bursztynem, mułki, ropy; eocen: 42 – ropy, mułki, piaski z fosforytami i bursztynem, miejscami węgiel brunatny; paleocen: 43 – gezy, wapnienie, opoki, piaski i piaszkowce glaukonitowe, margle, mułki i ropy; Mezozoik; kreda górna: 44 – wapnienie, kreda pizująca z krzemieniami, opoki, margle, wkładki piaszkowców i gezy

a – zasięg zlodowacenia warty, ciągi drobnych form rzeźby; b – moreny czołowe, c - kemy, d – sieć rzeczna

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

Oligocen dolny reprezentowany jest przez, żwiry („fasolka oligoceńska”) i piaski kwarcowe, piaski glaukonitowe oraz mułki i ily. Odslaniają się one na powierzchni terenu w Górze Puławskiej (miąższość około 40 m), Adamówce, w zboczach doliny Klikawki oraz koło Pachnowoli i Bronowic. Osady eocenu i oligocenu są zaburzone glacitektonicznie.

Dolina Wisły z licznymi odsłonięciami skał kredowych i trzeciorzędowych między Nasiłowem i Bochoćnicą, a Puławami ma charakter przełomowy (Małopolski przełom Wisły).

Większość obszaru arkusza pokrywają utwory czwartorzędowe. Ich miąższość jest tu zredukowana i wynosi maksymalnie około 50 m w rejonie Bochoćnicy, na wysoczyźnie pokrytej lessami. Utwory plejstocenijskie związane są ze zlodowaceniami południowopolskimi, środkowopolskimi i północnopolskimi. Wyróżniono też osady preglacjalne, reprezentowane przez mułki piaski i żwiry rzeczne, o miąższości od 3 do 21 m. Znane są one jedynie z wierceń. Podobnie osady zlodowaceń południowopolskich - gliny zwałowe, piaski i żwiry wodnolodowcowe oraz piaski i mułki rzeczne i jeziorne. Także tylko z wierceń znane są kilkumetrowej miąższości osady interglacjału mazowieckiego zlodowacenia środkowopolskiego, które stanowią piaski i żwiry rzeczne. Opisane powyżej osady wypełniają głównie kopalną dolinę Wisły i jej dopływów.

Na powierzchni obszaru arkusza Puławy rozprzestrzenione są głównie utwory zlodowaceń środkowopolskich, konkretnie zlodowacenia odry. Dominują wśród nich gliny zwałowe dolne i górne stadiału maksymalnego, które pokrywają obszar wysoczyzny na zachód od Góry Puławskiej. Miąższość glin zwałowych dolnych jest rzędu kilku m, górnych nie przekracza 10 m. Wywarły one największy wpływ na rzeźbę współczesnych wysoczyzn tej okolicy. Maksymalny stadiał reprezentowany jest ponadto przez: piaski, żwiry, głazy lodowcowe i moren czołowych oraz piaski i żwiry ozów jak również przez piaski i żwiry wodnolodowcowe. Wymienione osady okruchowe mają znaczenie praktyczne. Piaski i żwiry lodowcowe o miąższości kilku metrów występują koło Kajetanowa. Charakteryzują się słabym przemyciem i obtoczeniem. Żwiry, głazy i piaski moren czołowych budują wzgórza na południe od Trzcianek. Wzgórza te w dolnych partiach przypominają ozy. Piaski i żwiry akumulacji szczelinowej wykształcone jako podłużne wzgórza występują koło Trzcianek, Nowego Janowca i Leokadiowa. Ozy na omawianym obszarze znane są z okolic Puław. Zbudowane są z piasków i żwirów warstwowych skośnie i krzyżowo o miąższości około 8 m. Osady wodnolodowcowe zajmują znaczne powierzchnie (poza północno-wschodnią częścią omawianego obszaru). Wyróżniono dwa poziomy piasków wodnolodowcowych. Miąższość ich nigdzie nie przekracza 10 m. Lokalnie, zwłaszcza w zagłębieniach

terenowych występują ility, mułki i piaski zastoiskowe. Osiągają 2–3 m miąższości. Odślaniają się one lokalnie prawie na całym terenie arkusza, jedynie nie zaznaczają się w północno-wschodniej jego części.

Po wycofaniu lądolodu odry w okolicach Puław kilkakrotnie osadzone były lessy. Ich łączna miąższość dochodzi do 11 m. Znane są też z tego okresu gleby kopalne. W okresie interglacjału eemskiego w dolinach rzecznych następowała akumulacja piasków i żwirów w cyklach sedymentacyjno-erozyjnych. Maksymalna ich miąższość dochodzi do 15 m, przeciętna 10 m. Znane są z otworów wiertniczych z obrębu współczesnej doliny Wisły.

Z okresem zlodowaceń północnopolskich związane jest występowanie piasków i żwirów rzecznych i wodnolodowcowych tarasów nadzalewowych Wisły. Pokrywają one znaczne powierzchnie zwłaszcza w części północnej i północno-wschodniej w okolicach: Gniewoszowa, Wysokiego Koła, Wólki Profeckiej i Wólki Gołębskiej. W południowo-wschodniej części opisywanego obszaru w okolicach Bochofnicy, także koło Góry Puławskiej i Opatkowic, na powierzchni występuje pokrywa lessowa, określana jako lessy młodsze. Ich maksymalna miąższość przekracza 15 m.

Na różnych starszych utworach leżą często piaski eoliczne w formie większych pokryw, izolowanych płatów, bądź w wydmach. Są przeważnie drobnoziarniste, kwarcowe i dobrze obtoczone. Większe ich skupiska spotkać można w okolicy Nowego Janowca, Wojszyna i Nasiłowa – w południowej części obszaru, i w okolicy Polesia – w zachodniej części, zaś największe w północno-wschodniej części terenu, na północ od Puław. Występujące tam wydmy osiągają wysokość nawet 20 m. Pokrywy i płaty piasków eolicznych mają przeciętnie 2–3 m miąższości. W dolinie Wisły i jej dopływach zaznaczają się miejscami utwory deluwialne – piaski, gliny i lessy. Z późnym plejstocenem związane są również eluwia glin zwałowych lokalnie akumulowane niemal na całym rozważanym terenie (poza częścią północną).

W okresie holocenijskim uformowały się dwa tarasy zalewowe. Wyższy wznosi się na 2–4 m ponad poziom Wisły. Rieczne piaski z domieszką żwirów z tego okresu to osady korytowe o miąższości 2–5 m. Do najmłodszych osadów obszaru arkusza Puławy należą też: mady, namuły piaszczyste i mułkowate den dolinnych i zagłębień bezodpływowych, mułki rzeczno-jeziorne oraz torfy. Mułki rzeczno-jeziorne oraz torfy wypełniają paleokoryta na tarasach zalewowych Wisły w okolicach Regowa i Sadłowic i mają miąższość 1,5–5 m. Mułki mają charakterystyczną

niebieskawą barwę i zawierają liczne szczątki roślin. Torfy i namuły torfiaste wypełniają dna dolin Czerniawki i Zwolanki, gdzie ich miąższość wynosi 2,5–3 m.

#### **IV. Złóża kopalin**

Na obszarze arkusza Puławy znaczenie złożowe mają głównie kopaliny okruczowe: pospolite piaski, niekiedy z domieszką żwirów oraz piaski kwarcowe. Obecnie znajduje się tu 14 udokumentowanych złóż piasku (w tym 3 piasków kwarcowych), oraz jedno złożo opoki o zasobach pozabilansowych (tabela 1) (Wołkowicz i inni [red.], 2009). Złożo glin dla ceramiki budowlanej „Sarnów”, po wyczerpaniu zasobów kopaliny, zostało pod koniec lat 90. skreślone z ewidencji zasobów. Podobnie, w 2008 r. małe złożo piasku „Kajetanów” (Zyga, 1999) i „Kajetanów I” (Wójcik, Gałus, 1998b) oraz w 2010 r. złożo piasku „Puławy II” (Zarębski, Wójcik, 1999; Gałus, Wójcik, 2006b, 2007).

Piaski kwarcowe pochodzenia eolicznego zlokalizowane są w północno-wschodniej części obszaru arkusza w ciągach zalesionych wydm o przebiegu: północny-zachód – południowy wschód. Udokumentowano je jako złożo piasków kwarcowych do produkcji betonów komórkowych. Najzasobniejszym z nich jest złożo „Puławy” (Radomska, Nicpoń, 1992), o powierzchni 8,4 ha. Jego miąższość jest zmienna od 2 do 13,2 m (średnio 9,5 m) grubość nadkładu 1 m (Czaja-Jarzmik, 2002). Złożo to pierwotnie (w 1980 roku) było udokumentowane jako złożo piasków budowlanych, w 1992 r. przekwalifikowano je na złożo piasków do betonów komórkowych (Radomska, Nicpoń, 1992). Parametry geologiczno-górnice i jakościowe kopaliny zestawiono w tabeli 2.

Podobną budowę mają złożo „Gołąb” i „Gołąb 1”. Złożo „Gołąb” składa się z dwóch pól o powierzchni 21 ha (bilansowe) i 8,9 ha (pozabilansowe) oddalonych od siebie o ponad 1 km (Samocka, 1968). Nieco dalej na południowy wschód znajduje się złożo „Gołąb 1”. Jego powierzchnia wynosi 2,3 ha (Rączaszek, 1991). W rzeczywistości oba w/w złożo zostały wyeksploatowane (pozostało tylko pozabilansowe pole złożo „Gołąb”) dlatego też nie podawano ich parametrów geologiczno-górnicych ani jakościowych.

Na omawianym obszarze znajduje się ponadto 11 złóż piasków budowlanych i drogowych (tabela 3). Zostały one udokumentowane w sposób uproszczony, jedno kartą rejestracyjną.

Tabela 1

## Złoże kopalin i ich charakterystyka gospodarcza oraz klasyfikacja

| Nr złoże na mapie  | Nazwa złoże   | Rodzaj kopaliny | Wiek kompleksu litologiczno-surowcowego | Zasoby geologiczne bilansowe [tys. t, tys. m <sup>3</sup> *] | Kategoria rozpoznania | Stan zagospodarowania złoże | Wydobycie [tys. t, tys. m <sup>3</sup> *] | Zastosowanie kopaliny | Klasyfikacja złoże |           | Przyczyny konfliktowości złoże |
|--|---------------|-----------------|---|--|-----------------------|-----------------------------|---|-----------------------|--------------------|-----------|--------------------------------|
|  |               |                 |   |  |                       |                             |   |                       | Klasy 1-4          | Klasy A-C |                                |
| wg stanu na 31.12.2008 (Wołkowicz, Malon, Tymiński [red.], 2009) |               |                 |   |  |                       |                             |   |                       |                    |           |                                |
| 1  | 2             | 3               | 4                                       | 5  | 6                     | 7                           | 8   | 9                     | 10                 | 11        | 12                             |
| 1  | Sarnów        | p               | Q                                       | 552  | C <sub>1</sub> *      | N                           | –   | Sd, Sb                | 4                  | A         | –                              |
| 2  | Gołęb         | pki             | Q                                       | – <sup>1)</sup>  | C <sub>1</sub>        | Z                           | –   | Sb                    | 2                  | B         | L                              |
| 3  | Gołęb I       | pki             | Q                                       | 11*  | C <sub>1</sub> *      | Z                           | –   | Sb                    | 2                  | B         | L                              |
| 4  | Puławy        | pki             | Q                                       | 288*   | C <sub>1</sub>        | G                           | 40*                                       | Sb                    | 2                  | B         | L                              |
| 8  | Trzcianki –3  | p               | Q                                       | 225  | C <sub>1</sub>        | Z                           | –   | Sd, Sb                | 4                  | A         |                                |
| 9  | Trzcianki II  | p               | Q                                       | 34   | C <sub>1</sub>        | Z                           | –   | Sd, Sb                | 4                  | B         | L, K                           |
| 10   | Oblasz        | p               | Q                                       | 3  | C <sub>1</sub>        | Z                           | –   | Sd, Sb                | 4                  | B         | L, K                           |
| 11   | Janowiec II   | p               | Q                                       | 508  | C <sub>1</sub>        | G                           | –   | Sd, Sb                | 4                  | A         | –                              |
| 12   | Nowy Janowiec | p               | Q                                       | 85   | C <sub>1</sub>        | G                           | –   | Sd, Sb                | 4                  | A         | –                              |
| 13   | Nasiłów       | o               | Cr                                      | – <sup>1)</sup>  | C <sub>1</sub> +B     | Z                           | –   | Sb                    | 2                  | C         | K, Z, N                        |
| 14   | Gołęb I       | p               | Q                                       | 452  | C <sub>1</sub>        | G                           | –   | Sb                    | 4                  | B         | N                              |
| 15   | Opatkowice    | p               | Q                                       | 727  | C <sub>1</sub>        | Z <sup>1)</sup>             | –   | Sd, Sb                | 4                  | A         | –                              |
| 16   | Opatkowice I  | p               | Q                                       | 810  | C <sub>1</sub>        | Z <sup>1)</sup>             | –   | Sd, Sb                | 4                  | A         | –                              |
| 17   | Opatkowice II | p               | Q                                       | 64   | C <sub>1</sub>        | N                           | –   | Sd, Sb                | 4                  | A         | –                              |
| 18   | Oblasz I      | p               | Q                                       | 108  | C <sub>1</sub>        | G                           | 27  | Sd, Sb                | 4                  | B         | L, K                           |
|  | Puławy II     | p               | Q                                       | –  | –                     | ZWB                         | –   | –                     | –                  | –         | –                              |
|  | Kajetanów I   | p               | Q                                       | –  | –                     | ZWB                         | –   | –                     | –                  | –         | –                              |
|  | Kajetanów     | p               | Q                                       | –  | –                     | ZWB                         | –   | –                     | –                  | –         | –                              |
|  | Sarnów        | g(gc)           | Q                                       | –  | –                     | ZWB                         | –   | –                     | –                  | –         | –                              |

## Objaśnienia:

Rubryka 3: p – piaski, pki – piaski kwarcowe o innym zastosowaniu (do produkcji betonów komórkowych), g(gc) – gliny ceramiki budowlanej, o - opoki

Rubryka 4: Q – czwartorzęd, Cr – kreda

Rubryka 5: <sup>1)</sup>tylko zasoby pozabilansowe

Rubryka 6: C<sub>1</sub>\* – karta rejestracyjna;

Rubryka 7: złoże: G – zagospodarowane, N – niezagospodarowane, Z – zaniechane, Z<sup>1)</sup> wg bilansu złoże niezagospodarowane, ZWB – złoże wykreślone z bilansu (zlokalizowane na mapie dokumentacyjnej zamieszczonej w materiałach archiwalnych);

Rubryka 9: Sd – kopaliny drogowe, 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 – mało konfliktowe, B – konfliktowe, C – bardzo konfliktowe

Rubryka 12: K – ochrona krajobrazu, L – ochrona lasów, Z – konflikt zagospodarowania terenu, N - obszary NATURA 2000

Generalnie są to złoża małe (tabela 1 i 3), większość o powierzchni poniżej 2 ha, tylko trzy powyżej 5 ha, największe ma 14,67 ha. Wielkość zasobów w żadnym z nich nie przekracza 1 mln ton. Kopalina ze złóż (pomijając złożo „Gołąb I”) nadaje się dla budownictwa i drogownictwa.

W części złóż „Opatkowice” (Sierant, 2005; Sierant, Sierant-Sulecka, 2009), „Opatkowice I” (Sierant, 2007) i „Opatkowice II” (Gałus, Wójcik, 2008) udokumentowano piaski rzeczne tarasów nadzalewowych Wisły. W pierwszym z nich serię złożową stanowią piaski pylaste i drobnoziarniste, żółte i piaski średnioziarniste szaro-żółte. W nadkładzie występuje gleba piaszczysta, a w spągu glina pylasta.

W pozostałych kopaliną jest piasek drobnoziarnisty jasnożółty miejscami lekko pylasty. W nadkładzie mamy glebę i gliny pylaste, a w spągu piaski drobnoziarniste z przewarstwieniami gliniastymi. W złożu „Opatkowice II” w serii złożowej trafiają się przewarstwienia piasków grubych i żwirów. W wymienionych złożach warstwa wodonośna znajduje się poniżej spągu serii złożowej.

Tabela 2

### Parametry geologiczno-górnice i jakościowe złoża piasków kwarcowych „Puławy”

| Rodzaj parametru  | Wartość                 |
|---|-------------------------|
| Powierzchnia złoża [ha]                                   | 8,41                    |
| Mięższość złoża [m]                                       | 2,0 - 13,2; średnio 6,0 |
| Grubość nadkładu [m]                                      | 1,0                     |
| N/Z   | 0,168                   |
| Zawodnienie   | suche                   |
| Punkt piaskowy [%]  | 99,9                    |
| Zawartość pyłów mineralnych [%]                           | 0,2 - 1,9; średnio 0,6  |
| Zawartość zanieczyszczeń obcych [%]                       | brak                    |
| Ciężar nasypowy w stanie utrzęsionym [kg/m <sup>3</sup> ] | 1733                    |
| Zawartość SiO <sub>2</sub> (%)                            | 96,5                    |

W złożu „Gołąb I” udokumentowanym w dwóch polach (Sierant, 2008), kopaliną są piaski drobne i pylaste z przewarstwieniami mułków ilastych, tarasu zalewowego Wisły. Udokumentowano je powyżej poziomu wód gruntowych. W nadkładzie występują piaski pylaste i mady. Złożo położone jest w miejscu wcześniejszej eksploatacji piachów wiślanych. Kopalina ma być użyta do budowy wałów przeciwpowodziowych.

Tabela 3

## Podstawowe parametry geologiczno-górnice i jakościowe złóż piasku na obszarze arkusza Puławy

| Nr złoża na mapie | Nazwa złoża   | Powierzchnia złoża [ha] | Miąższość serii złożowej [m] | Grubość nadkładu [m]     | N/Z                     | Poziom wód gruntowych   | Punkt piaskowy [%]        | Wskaźnik piaskowy          | Zawartość pyłów mineralnych [%] | Ciężar nasypowy w stanie zagęszczonym [Mg/m <sup>3</sup> ] |
|-------------------|---------------|-------------------------|------------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|---------------------------|----------------------------|---------------------------------|--|
| <i>1</i>          | <i>2</i>      | <i>4</i>                | <i>5</i>                     | <i>6</i>                 | <i>7</i>                | <i>8</i>                | <i>9</i>                  | <i>10</i>                  | <i>11</i>                       | <i>12</i>  |
| 1                 | Sarnów        | 4,1                     | <u>6,6 – 13,9</u><br>8,75    | <u>0,3 – 3,0</u><br>0,91 | 0,08                    | częściowo<br>zawodnione | –<br>98,75                | –                          | –<br>2,84                       | –<br>1,69  |
| 8                 | Trzcianki –3  | 1,86                    | <u>6,4 – 7,5</u><br>7,12     | <u>0,4 – 0,8</u><br>0,6  | 0,084                   | częściowo<br>zawodnione | <u>93,6 – 100</u><br>97,3 | <u>32 – 53</u><br>42,0     | <u>3,9 – 8,5</u><br>5,68        | <u>1,59 – 1,82</u><br>1,70                                 |
| 9                 | Trzcianki II  | 1,24                    | –<br>2,87                    | –<br>0,63                | 0,22                    | częściowo<br>zawodnione | –                         | –                          | –<br>4,66                       | –<br>1,69  |
| 10                | Oblasy        | 0,49                    | 2,3                          | 0,43                     | 0,19                    | suche                   | –<br>99,7                 | –                          | –<br>0,18                       | –<br>1,66  |
| 11                | Janowiec II   | 1,43                    | 11,55                        | 0,40                     | 0,04                    | suche                   | –                         | –                          | 1,4 – 2,5                       | 1,76   |
| 12                | Nowy Janowiec | 3,88                    | –<br>4,2                     | –<br>0,34                | <u>0,06 – 0,11</u><br>– | częściowo<br>zawodnione | –                         | –                          | –<br>1,4                        | –<br>1,60  |
| 14                | Gołąb I       | 14,67                   | <u>1,8 – 2,8</u><br>2,2      | <u>0,2 – 1,0</u><br>0,48 | 0,22                    | suche                   | –                         | <u>48 – 78</u><br>–        | <u>2,4 – 14,4</u><br>8,8        | <u>1,42 – 1,48</u><br>1,45                                 |
| 15                | Opatkowice    | 6,10                    | <u>2,4 – 13,6</u><br>8,0     | <u>0,2 – 0,4</u><br>0,3  | 0,04                    | suche                   | –                         | <u>63,0 – 97,0</u><br>80,0 | <u>1,0 – 2,2</u><br>1,6         | –<br>1,59  |
| 16                | Opatkowice I  | 9,07                    | <u>5,2 – 7,0</u><br>5,8      | <u>1,5 – 2,8</u><br>2,26 | 0,39                    | suche                   | –                         | <u>63,0 – 97,0</u><br>80,0 | <u>1,0 – 2,2</u><br>1,6         | –<br>1,59  |
| 17                | Opatkowice II | 0,74                    | <u>4,9 – 6,3</u><br>5,4      | <u>0,4 – 1,5</u><br>0,9  | 0,16                    | suche                   | <u>99,2 – 100</u><br>–    | –                          | <u>0,6 – 0,8</u><br>0,7         | <u>1,602-1,618</u><br>1,610                                |
| 18                | Oblasy I      | 1,62                    | <u>2,3 – 8,9</u><br>4,72     | <u>0,2 – 0,4</u><br>0,31 | 0,06                    | częściowo<br>zawodnione | –<br>100                  | –                          | –<br>1,0                        | <u>1,610 – 1,658</u><br>1,636                              |

Piaski wydumowe udokumentowano w złożu „Oblaszy” na obszarze 0,28 ha. W 1999 roku w formie dodatku do tej dokumentacji rozpoznano sąsiednie pole o powierzchni 0,21 ha (Gałus, Wójcik, 1999) obejmując obydwie złoża (pola) wspólną nazwą „Oblaszy”.

Kopalina w pozostałych złożach są piaski wodnolodowcowe, niekiedy z domieszką osadów rzecznych lub eolicznych, w górnych partiach serii złożowych.

W złożu „Sarnów” (Gierowska-Szrajter, 1962) są to różnoziarniste piaski, składające się głównie z ziaren kwarcu na ogół dobrze obtoczonych. W górnej części serii złożowej występują piaski rzeczne, a w nadkładzie piaski pylaste, przewarstwione glinami i gleba.

W złożu „Trzcianki – 3” (Fyda, 2000) w części suchej występują piaski średnioziarniste, a głębiej, w zawodnionej – piaski drobnoziarniste, z większą zawartością pyłów mineralnych dochodzącą do 8,5%. W nadkładzie występują gleby piaszczyste i piaski pylaste.

W złożach „Janowiec II” (Więckowski, 2001; Gałus, Wójcik, 2006a) oraz „Trzcianki II” (Wójcik, Gałus, 1997, 1998a), różnoziarnistym piaskom wodnolodowcowym towarzyszą pospółki w formie nierównomiernych przerostów i soczewek. Nie wykonano dla nich oddzielnych badań jakościowych, ani nie szacowano zasobów. Zawartość pospółki orientacyjnie określono na 10 do 15%. W nadkładzie występują gleby piaszczyste i piaski pylaste. Złoże „Trzcianki II” ma mniejszą miąższość i większą zawartość pyłów mineralnych (tabela 3).

Kopalina w złożach „Nowy Janowiec” (Trejta, 2004) i „Oblaszy I” (Kelman, Wójcik 2005), występuje w dwóch warstwach piasków drobnoziarnistych. Od powierzchni buduje ją warstwa jasnożółtych piasków eolicznych o miąższości około 1–2 m. Nie zawierają one pyłów mineralnych, ani zanieczyszczeń obcych i organicznych. Druga warstwa, zawodniona, to piaski jasnoszare o miąższości 2–8 m zalegające na glinie jasnoszarej, piaszczystej. Nadkład stanowi cienka warstwa humusu piaszczystego.

Złoże opoki „Nasiłów” udokumentowano kartą rejestracyjną w 1958 r. jako złożo kamienia do regulacji rzeki i kamienia budowlanego. W latach 70. opracowano dokumentację geologiczną złoża (Koluch, 1978), a następnie dodatek (Liwska, 1993). Stan zasobów aktualizowano w oparciu o nietypowe kryteria bilansowości z 1974 roku dla opok z przeznaczeniem do produkcji kamienia łamanego dla potrzeb budownictwa wodnego. Zasoby opoki w ilości 3,8 mln ton uznano za pozabilansowe z uwagi na niespełnienie obecnie obowiązujących norm jakościowych. Złoże zlokalizowane jest w skarpie Wisły w pobliżu zabudowy Nasiłowa. Obejmuje ono fragment wychodni górnokredowych opok oraz częściowo paleoceńskie gezy z przewarstwieniami

wapieni. Średnia miąższość serii złożowej tj. opok, wynosi 22,5 m, Opoki te rozdzielone są od gezy i wapieni charakterystycznym poziomem twardego dna, wykształconym jako warstwa wapienia piaszczystego miąższości około 0,60 m, przechodzącego miejscami w piaskowiec o lepiszczu żelazisto-wapnistym. Warstwa ta charakteryzuje się najlepszymi parametrami wytrzymałościowymi w porównaniu z pozostałymi częściami utworów budujących profil złoża i praktycznie stanowi jego strop.

Wyżej leżące szare gezy o słabych parametrach jakościowych w większości zaliczono do nadkładu. Powierzchnia złoża wynosi 10,3 ha, średnia miąższość około 19 m, grubość nadkładu około 11 m. Główne średnie parametry jakościowe opok są następujące: gęstość  $2,56 \text{ g/cm}^3$ , gęstość pozorna  $1,49 \text{ g/cm}^3$ , porowatość 45,16%, nasiąkliwość wagowa 23,16%, wytrzymałość na ściskanie 14,4 MPa, zawartość CaO – 36,15%, zawartość SiO<sub>2</sub> – 28,19%.

Klasyfikacji sozologicznej złóż dokonano w oparciu o obowiązujące wytyczne dokumentowania złóż kopalin (Zasady..., 1999). Z punktu widzenia ochrony kopalin złoża piasków i pospółek budowlanych i drogowych zaliczono do kategorii 4, tj. złóż kopalin pospolitych, występujących powszechnie na terenie całego kraju, zaś złoża piasków kwarcowych i opok do kategorii 2, tj. złóż rzadkich w skali całego kraju lub skoncentrowanych w określonym regionie. Z punktu widzenia konfliktowości eksploatacji złoża opok „Nasiłów” uznano za bardzo konfliktowe z uwagi na położenie w obszarze NATURA 2000 i parku krajobrazowym oraz bliskość zabudowy mieszkalnej. Do kategorii B, złóż konfliktowych zaliczono złoża „Gołąb”, „Gołąb 1” i „Puławy” – z uwagi na położenie w terenach leśnych, stanowiących osłonę zakładów azotowych. Za konfliktowe uznano także złoża „Oblasy”, „Oblasy I” i „Trzcianki II” – położenie w otulinie parku krajobrazowego i terenach leśnych oraz złoża „Gołąb I” położone w obszarze NATURA 2000 i sąsiedztwie projektowanego rezerwatu przyrody. Pozostałe złoża zaliczono do mało konfliktowych, możliwych do eksploatacji bez specjalnych ograniczeń.

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

Aktualnie koncesjonowana działalność wydobywcza w obrębie arkusza Puławy ogranicza się do eksploatacji piasków kwarcowych oraz piasków pospolitych na lokalną skalę (tabela 1 i 4).

Eksploatacja złoża „Puławy” prowadzona jest mechanicznie w wyrobisku o charakterze stokowo-wgłębnym z wysoką na 18 metrów skarpą. Obejmuje ono większą część złoża. Jest ono

suche. Urobek bez uszlachetniania odbierany jest przez użytkownika – „PREFABET” Puławy i przeznaczany do produkcji betonów komórkowych. Wielkość wydobycia w latach 2006–2008 wynosi odpowiednio 23, 42 i 40 tys.m<sup>3</sup> na rok.

Piaski kwarcowe dla potrzeb PREFABETU były w przeszłości (od lat 70.) eksploatowane ze złoża „Gołąb”. Aktualnie wyrobisko po większym polu złoża „Gołąb” zagospodarowane jest od 1994 roku przez Miejskie Przedsiębiorstwo Utylizacji Odpadów. Znajduje się tu baza sprzętowa, składowisko odpadów i wylewisko. Mniejsze (pozabilansowe) pole nie zostało udostępnione i prawdopodobnie nie będzie nigdy zagospodarowane ze względu na słabszą jakość kopaliny, ochronę lasów i wydmy. Złoże „Gołąb 1” eksploatowano w latach 90. Pozostało po nim ponad 2 hektarowe wyrobisko wgłębne zarastające lasem. Obserwuje się nielegalne podbieranie piasku z tego wyrobiska.

Tabela 4

#### Dane koncesyjne złóż piasków

| Złoże<br>Parametry                                | Puławy*    | Janowiec II | Nowy Janowiec | Oblasz I   | Opatkowice II | Gołąb I                |
|---|------------|-------------|---------------|------------|---------------|------------------------|
| Powierzchnia złoża [m <sup>2</sup> ]              | 84 125     | 38 800      | 19 560        | 16 180     | 7 400         | 146 671**<br>(38 566)  |
| Powierzchnia obszaru górniczego [m <sup>2</sup> ] | 84 125     | 38 800      | 19 560        | 16 180     | 7 400         | 27 395                 |
| Powierzchnia terenu górniczego [m <sup>2</sup> ]  | 117 717    | 43 518      | 19560         | 16 180     | 7 802         | 27 395                 |
| Data wydania koncesji                             | 25.02.2003 | 05.11.2007  | 26.05.2004    | 15.06.2006 | 15.07.2009    | 15.02.2010             |
| Rok rozpoczęcia eksploatacji                      | 1979       | 2001        | 2004          | 2008       | 2009          | jeszcze nie rozpoczęto |
| Data ważności koncesji                            | 01.04.2011 | 31.12.2018  | 10.06.2014    | 29.03.2016 | 31.12.2015    | 15.04.2014             |

\*złoże piasków kwarcowych do produkcji betonów komórkowych

\*\*powierzchnia całego złoża, koncesja dotyczy mniejszego pola (południowego)

Użytkownikiem złóż „Janowiec II”, „Nowy Janowiec” i „Oblasz I” jest ten sam miejscowy, prywatny przedsiębiorca. W pierwszym złożu eksploatacją objęto cały udokumentowany teren. Jest ona prowadzona dwupoziomowym, suchym wyrobiskiem wgłębny. Podobnie w złożu „Nowy Janowiec”, ale wyrobisko jest już zawodnione i eksploatuje się go koparką czerpakową spod wody. Ze złóż tych w 2007 r. wydobyto odpowiednio 10 i 6 tys. ton piasku. W złożu „Oblasz I” wydobycie prowadzone jest w warstwie suchej. Część wyrobiska została rekultywowana w kierunku leśnym. Rekultywacja prowadzona jest na bieżąco. W większości zakładów

górnictwa nie prowadzi się uszlachetniania urobku, jedynie przy złożu „Janowiec II”, z uwagi na domieszkę żwirów i gładów, zastosowano przewoźny przesiewacz urobku.

Złoże piasku „Gołąb I” jest eksploatowane na mocy koncesji Marszałka Lubelskiego, która obejmuje fragment większego pola złożowego o powierzchni 2,7 ha. Złoże znajduje się w początkowym stadium eksploatacji. Kopalina wykorzystywana jest do przebudowy wałów wiślanych. Na obszarze mniejszego pola złożowego znajdują się płytkie, zarośnięte wyrobiska po wcześniejszej eksploatacji.

Małe złoże „Opatkowice II” mimo posiadania ważnej koncesji na eksploatację nie zostało jeszcze udostępnione. Wykonano jedynie wstępne prace polegające na wykarczowaniu sadu.

W 2008 r. zaprzestano wydobywania ze złóż „Opatkowice” i „Opatkowice I”, a ich koncesje wygaszono w 2009 r. Były one intensywnie eksploatowane między 2005 r. a 2008 r., przy czym użytkownik nie wykazywał wydobywania. Pozostały po nich duże, kilkuhektarowe, niezrekultywowane wyrobiska – stokowo-wgłębne i stokowe. Prawdopodobnie kopalina była wykorzystana do budowy obwodnicy i mostu na Wiśle w Puławach.

We wsi Opatkowice i okolicach w latach 90. eksploatowano pokaźne ilości piasków na potrzeby lokalne oraz do budowy i remontów wałów wiślanych. Pozostały po nich liczne zarośnięte wyrobiska.

Złoże „Trzcianki-3” zaniechane około 2007–2008 r. znajduje się w terenie, na którym od dawna prowadzono niekoncesjonowane wydobywanie piasku. Wyrobisko o powierzchni blisko 2 ha ma charakter wgłębny i jest suche. W pobliżu znajdują się wyeksploatowane i zrehabilitowane (przed 2005 r.) przez zasypanie pyłami dymnicowymi i zalesienie złoża „Oblaszy” i „Trzcianki II”. W latach 80. i 90. ubiegłego wieku, a także po 2000 r. pod nazwą „Trzcianki” prowadzone było na dość znaczną skalę wydobywanie piasków oraz piasków ze żwirami dla miejscowej wytwórni elementów betonowych. Pozostały po tym liczne wyrobiska ciągnące się pasem między miejscowościami Trzcianki i Wojszyn. W jednym z nich (obecnie zasypanym) funkcjonowało wysypisko odpadów komunalnych dla Puław. Pozostałe wyrobiska były zasypywane pyłami dymnicowymi z elektrociepłowni Puławy i sukcesywnie zalesiane. Działalność tę prowadził operatywny biznesmen z Afryki.

Na obszarze złoża piasków „Sarnów” prawdopodobnie prowadzona była eksploatacja przez krótki okres w latach 70. ubiegłego wieku. Pozostały po niej ślady niewielkiego wyrobiska w postaci zagłębienia terenu. Obecnie jest to teren rolny.

Na niewielką skalę, okresowo prowadzona była eksploatacja z wybilansowanych złóż – „Kajetanów” i „Kajetanów I” (Szydeł, 2008). Dla obu tych złóż wydano koncesje ważne do 2007 r., ale nie ustanowiono obszarów i terenów górniczych. Pozostałe po złożu „Kajetanów I” płytkie, nieregularne wyrobisko stokowo-wgłębne uległo samorekultywacji. W stokowo-wgłębny, częściowo zawodnionym wyrobisku złoża „Kajetanów” deponowane są pyły dymnicowe.

Złoże „Puławy II” zostało wybilansowane z uwagi na niemożność podjęcia eksploatacji. Teren wokół złoża został bowiem zabudowany.

Od lat 50. do 1989 roku prowadzono eksploatację glin z wybilansowanego obecnie złoża „Sarnów”. Produkowano tu cegły pełne. Wyrobisko zrekultywowano, a zabudowania cegielni zagospodarowano w inny sposób. Dostawa urobku z wyrobiska do cegielni odbywała się kolejką wąskotorową o długości około 0,5 km, której ślady pozostały do dziś. Podobna cegielnia działała w latach powojennych w Zwoli, obecnie teren jest zrekultywowany.

Od czasów przedwojennych do 1991 roku, eksploatowano na znaczną skalę opoki ze złoża „Nasiłów” zlokalizowanego w skarpie Wisły. Kamieniołom postawiono w stan likwidacji w 1993 roku. Zasadnicza część wyrobiska o charakterze stokowym ma długość około 350 m i wysokość blisko 40 m. Wyrobisko jest dwupoziomowe o wysokości poziomów do 18 m. Nadkład z całego złoża zużyto do formowania linii brzegowej Wisły.

W kamieniołomie złoża „Nasiłów” znajduje się ważne stanowisko dokumentacyjne - fragment tzw. twardego dna, ilustrujące kontakt górnej kredy i trzeciorzędu. Zgodnie z projektem rekultywacji cały teren ma być zagospodarowany rekreacyjnie (budowa ośrodka wypoczynkowo-wczasowego). W pobliżu, w dół Wisły w pasie wychodni opok, w tej samej skarpie, znajduje się jeszcze kilka nieczynnych, mniejszych kamieniołomów. Niektóre z nich są mocno zaśmiecone.

Opoki do celów budowlanych były też od wieków wydobywane w Bochothnicy. Do dziś pozostały tu, będące atrakcją turystyczną, wyrobiska podziemne – sztolnie i komory osiągające do kilkudziesięciu metrów długości. Zlokalizowane są na skraju wsi w wysokiej skarpie zbudowanej z węglanowych skał górnej kredy i paleogenu. Znajduje się tu, znane pod nazwą „ścianka Pożaryskich”, geologiczne stanowisko dokumentacyjne.

Na niewielką skalę, okresowo lub sezonowo, pozyskuje się piasek i pospółkę z licznych niewielkich punktów zlokalizowanych zazwyczaj na obrzeżach wsi.

## VI. Perspektywy i prognozy występowania kopalin

Perspektywy i prognozy surowcowe na obszarze objętym arkuszem Puławy dotyczą głównie możliwości wykorzystywania piasków, w tym piasków kwarcowych, w małym stopniu piasków i piasków ze żwirem oraz opok (Kozłowski (red), 1984; Domańska, 1981; Dudziński, 1997; Mróz, 1998; Rysak, 1997).

W północno-wschodniej części obszaru arkusza w pasie wydm, kontynuujących się na obszar sąsiedniego arkusza Dęblin, przeprowadzono na zlecenie PREFABET-u badania i wyznaczono obszary prognostyczne dla piasków kwarcowych do betonów komórkowych (Radomska, 1990). Spośród pięciu wyznaczonych, na obszarze omawianego arkusza znajdują się trzy. Wielkość tych obszarów wynosi po kilkadziesiąt hektarów, a miąższości piasków średnio kilkanaście metrów. Zawartość kwarcu we wszystkich przekracza 95%. Cechują się one wysoką czystością (brak zanieczyszczeń obcych, a barwa jest jaśniejsza od wzorcowej). Leżą one w terenie zalesionym. Jest to częściowo tzw. suchy las rębny, lub bliżej „Azotów” las skarławy. Podstawowe parametry geologiczno-górnice i jakościowe zawiera tabela 4.

Ponadto wyznaczono dwa niewielkie obszary perspektywiczne piasków kwarcowych. Jeden z nich znajduje się na południe od złoża „Puławy”, drugi znajduje się kilkaset metrów na południe od złoża „Gołąb 1”. Oba obejmują zalesione obszary wydmowe.

W drugiej połowie ubiegłego wieku prowadzono prace zwiadowcze za kruszywem naturalnym, zwłaszcza grubym (Kozłowski (red), 1984; Kulczycka, 1967; Roszkowski, 1972). Prace te w większości przypadków kończyły się wynikami negatywnymi. Nawiercane niekiedy w pojedynczych, oddalonych od siebie otworach lub sondach utwory piaszczysto-żwirowe, miały niewielką miąższość i nie tworzyły ciągłej serii, a więc nie dawały podstaw do udokumentowania złóż, zwłaszcza o znaczeniu przemysłowym. Obiecujący okazał się tylko obszar utworów rzecznych rozciągający się od Bierdzieży na obszarze sąsiedniego arkusza Zwoleń po Sarnów (Kulczycka, 1967), gdzie występują piaski drobno- i średnioziarniste z domieszką żwiru (udokumentowano w nim złożo „Bierdzież” – arkusz Zwoleń). Występujący tu piasek zawiera średnio 94,4% SiO<sub>2</sub>, a zawartość pyłów jest niska – około 1,2%. Ze względu na nieduży zakres wykonanych tu robót geologicznych (głównie obserwacje istniejących odsłoneń) nie wyznaczono tu prognozy surowcowej, a tylko obszar perspektywiczny. O ewentualnej przydatności opisanych powyżej piasków do produkcji cegły wapienno-piaskowej mogłoby zadecydować dokładniejsze rozpoznanie.

Duże rozprzestrzenienie na omawianym obszarze mają piaski rzeczne tarasów akumulacyjnych Wisły, której dolina w północnej części rozszerza się do ponad 10 km. Jako perspektywiczne dla znalezienia złóż piasków do celów budowlanych i drogowych uznano rozległe płaty utworów rzecznych w okolicach Gołębia, Wólki Gołębskiej, Wólki Profeckiej i Sadłowic (Rysak, 1997). Jeden z takich obszarów – „Gołąb” (IV) uznano za prognostyczny (Cywicki, Cywicka, 1982). Na powierzchni blisko 100 ha występują tu piaski o miąższości nawet do 30 m (tabela 4), przydatne do betonu jako piasek nie klasyfikowany oraz do zapraw budowlanych. Pozostałe obszary z uwagi na szczupłość badań wyznaczono jako perspektywiczne. W okolicach Sadłowic nawiercono piaski średnio- i gruboziarniste ze żwirem i okruchami skał kredowych. Obszar ten jest zawodniony, głębokość zalegania tych utworów waha się od 6 do 30 metrów, a grubość nadkładu waha się od 0,3 do 6,5 m. Na powierzchni występują miejscami gleby wysokich klas bonitacyjnych (mady rzeczne). Gruby nadkład i obecność mad użytkowanych rolniczo były przyczyną dyskwalifikacji piasków w okolicach Gołębia, a na obszarze Włostowice (Sokołowska, 1973) ponadto lokalizacja ujęcia wód komunalnych dla Puław.

Na terenie gminy Janowiec, w południowej części obszaru arkusza, występują piaski wodnolodowcowe, niekiedy z przerostami zwirowymi. W tym rejonie znajduje się wiele drobnych złóż, ale prowadzone tu w kilku obszarach badania zakończyły się wynikami negatywnymi ze względu na duże zapylenie piasków. Jako prognostyczny wyznaczono tylko obszar Janowiec (V, tabela 4), którego południowa, większa część znajduje w obrębie sąsiedniego arkusza Kazimierz Dolny (Roszkowski, 1972).

W południowo-zachodniej części obszaru, na terenie gminy Przyłęk, stwierdzono płytkie występowanie opok z wkładkami wapieni. Kopalina ta została uznana za przydatną w procesie produkcji klinkieru cementowego oraz wykazała ograniczoną przydatność w budownictwie (kształtki budowlane V klasy) (Musiał, Wyrwicka, 1982). Wyznaczono tu dwa obszary perspektywiczne występowania opok i wapieni.

Zgodnie z kompleksową weryfikacją bazy zasobowej torfów przeprowadzoną w połowie lat 90., w obrębie arkusza Puławy nie wyznaczono żadnych obszarów prognostycznych dla torfów (Ostrzyżek, Dembek, 1997). Torfowisko występujące w południowo-zachodniej części arkusza, w dolinie Czerniawki z uwagi na małą miąższość i duże walory przyrodnicze terenu nie ma znaczenia surowcowego.

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>1</sub> mln m <sup>3</sup> | Zastosowanie kopaliny |
|------------------------|-------------------|-----------------|---|---|------------------------------|--|--|-----------------------|
| 1                      | 2                 | 3               | 4                                       | 5   | 6                            | 7  | 8  | 9                     |
| I                      | 77,50             | pki             | Q                                       | zaw. SiO <sub>2</sub> : śr. 95,93%<br>zaw. frakcji 2-4 mm: 0,04%<br>zaw. pyłów mineralnych: śr. 4,2%<br>zanieczyszczeń organicznych: brak<br>zanieczyszczeń obcych: brak    | 0,8 – 0,9                    | śr. 12,0                                       | 9,30   | Sb                    |
| II                     | 43,75             | pki             | Q                                       | zaw. SiO <sub>2</sub> : śr. 96,64%<br>zaw. frakcji 2-4 mm: 0,03%<br>zaw. pyłów mineralnych: śr. 3,9%<br>zanieczyszczeń organicznych: brak<br>zanieczyszczeń obcych: brak    | 0,6 – 0,7                    | śr. 14,0                                       | 3,82   | Sb                    |
| III                    | 29,37             | pki             | Q                                       | zaw. SiO <sub>2</sub> : śr. 96,20 %<br>zaw. frakcji 2-4 mm: 0,01 %<br>zaw. pyłów mineralnych: śr. 4,0 %<br>zanieczyszczeń organicznych: brak<br>zanieczyszczeń obcych: brak | 0,6 – 0,7                    | śr. 13,0                                       | 2,70   | Sb                    |
| IV                     | około 98          | p               | Q                                       | zaw. frakcji < 2 mm 87,9 – 100%<br>zaw. pyłów mineralnych: 0,8 – 6,8%<br>barwa jaśniejsza od wzorcowej<br>zanieczyszczeń obcych brak  | 0,6 – 4,8                    | 10,2 – 29,4<br>śr. 21,6                        | 21,5   | Sb                    |
| V                      | około 133         | p               | Q                                       | zaw. frakcji < 2 mm 97,6 – 99,9%<br>zaw. pyłów mineralnych: 0,8 – 4,8%<br>barwa jaśniejsza od wzorcowej<br>zanieczyszczeń obcych brak                                       | 0,4 – 0,8                    | 12,2 – 17,6<br>śr. 14,2                        | 19,0   | Sb, Sd                |

Rubryka 3: pki – piaski kwarcowe do produkcji betonów komórkowych, p – piaski

Rubryka 4: Q – czwartorzęd

Rubryka 9: Sb – budowlane, Sd – drogowe.

W latach 60. prowadzono poszukiwania kopalin ilastych dla cegielni w Sarnowie. Zakończyły się one wynikiem negatywnym i cegielnia zakończyła działalność. Gliny zwałowe w okolicach Zwoli Starej okazały się przydatne jedynie do produkcji cegieł pełnych niskiej jakości (Domańska, 1981). Gliny w rejonie Mszadli Nowej, gdzie w przeszłości była cegielni polowa, zawierają szkodliwą domieszkę marglu (Mróz, 1998).

W latach 50. prowadzono prace rozpoznawcze za złożem ziemi krzemionkowej w Górze Puławskiej, naprzeciw Puław (Pożaryski, 1952). Objęły one obszar około 100 ha, na którym stwierdzono występowanie odwapnionej gezy, o średniej miąższości około 3,5 m, zawierającej 80,63% krzemionki, 9,23%  $Al_2O_3$  i 6,46%  $Fe_2O_3$ . Jej gęstość pozorna wynosi  $0,92\text{ g/cm}^3$ , porowatość 64,28%. Wystąpienie to nie ma obecnie praktycznego znaczenia głównie ze względu na domieszki minerałów ilastych i tlenków żelaza i małą miąższość.

Jako ciekawostkę mineralogiczną można obecnie potraktować nagromadzenia konkrecji fosforytowych w paleogeńskich piaskach glaukonitowych i leżących tuż pod nimi wapieniach twardego dna, odsłaniających się na wschodnim brzegu doliny Wisły w okolicach Bochoćnicy. Piaski te tworzą nieciągłą warstwę o miąższości 1,5–2,5 m i były niegdyś uważane za perspektywiczne dla fosforytów.

## **VII. Warunki wodne**

### **1. Wody powierzchniowe.**

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

Wisła, będąca największym ciekim powierzchniowym na tym terenie płynie pomiędzy Bochoćnicą a Gołębem generalnie z południa na północ, kilkakrotnie zmieniając po drodze swój kierunek. Jest na tym terenie rzeką dziką, roztokową, tworzącą w południowej części przełom, a ku północy przechodząc w szerokie rozlewiska, zakola i starorzecza. Ze względu na brak dużych dopływów ma na tym obszarze charakter tranzytowy. Jej największymi prawobrzeżnymi dopływami są - Bystra, mająca swoje ujście w Bochoćnicy i Kurówka wpadająca do Wisły w Puławach. Z lewej strony zasilają ją m. in. Klikawka i Czerniawka. W północnej części terenu arkusza dolina rzeki jest dosyć intensywnie zmeliorowana.

Stan czystości wód powierzchniowych na tym terenie podlega Wojewódzkiemu Inspektoratowi Ochrony Środowiska w Warszawie i Lublinie, które prowadzą systematyczną kontrolę zgodnie z rozporządzeniami wykonawczymi do ustawy Prawo Wodne. Ma ona na celu pozyskanie informacji o stanie wód powierzchniowych dla potrzeb planowania w gospodarowaniu wodami oraz oceny osiągnięcia celów środowiskowych. W 2008 r. zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 20.08.2008 r. w „Sprawie sposobu klasyfikacji stanu jednolitych części wód powierzchniowych” (Dz U Nr 162, poz. 1008), wykonano wstępną ocenę stanu jednolitych części wód powierzchniowych. Wprowadza ono, jako zasadę generalną, ocenę stanu wód, która jest wypadkową stanu ekologicznego i chemicznego, a określa go gorszy ze stanów. Na obszarze arkusza Puławy ocenie poddano wody Wisły, Bystrej i Kurówki (Rozporządzenie..., 2008, Pacholska, 2009; Raport..., 2009.).

Wody Wisły monitorowane w Zajezierzu (poza arkuszem), obejmują odcinek rzeki od Sanu do ujścia Wieprza. Wykazał on zły stan wód, głównie ze względów biologicznych i stanu chemicznego.

Badania wód Bystrej prowadzone w punkcie pomiarowym w Bochothnicy oraz Kurówki w Puławach określiły ich stan jako umiarkowany, a decydującymi wskaźnikami były: fitobentos, chlorofil „a”, zawiesina ogólna, azot Kjedahla i fosfor ogólny.

Głównymi źródłami zanieczyszczeń wód powierzchniowych na tym terenie są ścieki przemysłowe i komunalne pochodzące z terenów południowej Polski (Wisła), a na pozostałych ciekach zakłady zlokalizowane w większych miejscowościach, intensywne gospodarstwo rolne i stawowe w zlewni, nieskanalizowane gospodarstwa wiejskie, nierozważne używanie nawozów. O jakości wody danej rzeki decyduje w dużym stopniu jej zdolność do samooczyszczania. Wiodącym zakładem pod względem ilości odprowadzanych ścieków do wód powierzchniowych są Zakłady Azotowe „Puławy” SA.

## 2. Wody podziemne

Arkusze Puławy położony jest w lubelsko-podlaskim (IX) regionie hydrogeologicznym (Paczyński, 1995). W granicach arkusza wyróżnia się trzy piętra wodonośne o znaczeniu użytkowym - górnokredowe, trzeciorzędowe i czwartorzędowe (Sokołowski, 2000; Michalczyk, Wilgat, 1998).

Największe rozprzestrzenienie ma na tym terenie górnokredowy poziom wodonośny. Tworzy go seria skał osadowych w postaci opok, margli, kredy i podrzędnie wapieni i piaskow-

ców. Cała seria liczy kilkaset metrów miąższości, wodonośna jest jednak tylko jej górna część sięgająca do głębokości około 140 m, zwłaszcza w strefach aktywności tektonicznej, której prawdopodobnie towarzyszy gęsta sieć spękań. Pod wpływem wzrastającego wraz z głębokością ciśnienia geostatycznego następuje zaciśnięcie szczelin, co sprawia, że na głębokości około 300 m skała przestaje przewodzić wodę. Najkorzystniejsze warunki panują na ogół w przedziale 50–120 m. W górnokredowym poziomie wodonośnym 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 powierzchniowych. 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). Wydajności pojedynczych ujęć uzyskiwanych z utworów górnej kredy na tym obszarze jest zróżnicowana; mieści się w przedziale od 9,6 m<sup>3</sup>/h (Puławy), 74 m<sup>3</sup>/h w Górze Puławskiej do 152 m<sup>3</sup>/h w Puławach. Ocenia się, że potencjalna wydajność studni wierconych ujmujących wodę z tego poziomu mieści się w przedziale 30–50 m<sup>3</sup>/h, a w części wschodniej i okolicach Gołębia przekracza 120 m<sup>3</sup>/h.

Trzeciorzędowy poziom wodonośny występuje jedynie w rejonie Góry Puławskiej. Warstwę wodonośną stanowi płat piasków oligoceńskich miąższości około 40 m zalegający na geozach paleocenu i marglach kredy górnej. Tworzy z nimi łącznie jeden użytkowy poziom wodonośny. Warstwa wodonośna jest izolowana od powierzchni iłami i glinami zwałowymi. Potencjalne wydajności tego poziomu oceniane są na 30–50 m<sup>3</sup>/h.

Czwartorzędowy poziom wodonośny związany jest z piaszczysto-żwirowymi utworami plejstocenu i holocenu pokrywającymi węglanowe osady górnej kredy. Zawodnione utwory czwartorzędowe występują zarówno w dolinach rzecznych jak i lokalnie w strefach wierzchowin. Najważniejsze znaczenie posiada poziom wodonośny pradoliny Wisły, którego średnia miąższość wynosi 20 m, a w partiach osiowych osiąga 40 m. Występują w nim wody o charakterze porowym. Zwierciadło wody ma charakter swobodny i jedynie na wysoczyznach, gdzie utwory zawodnione zalegają pod nakładem glin zwałowych, jest ono lekko napięte. Zasilanie 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 górnokredowym. Wydajności pojedynczych studni ujmujących ten poziom wodonośny są zróżnicowane; mieszczą się w przedziale od 4,2 m<sup>3</sup>/h w Nasiłowie do 60 m<sup>3</sup>/h w Puławach. Swobodne zwierciadło wody, stabilizuje się na głębokości 2,5–8 m.

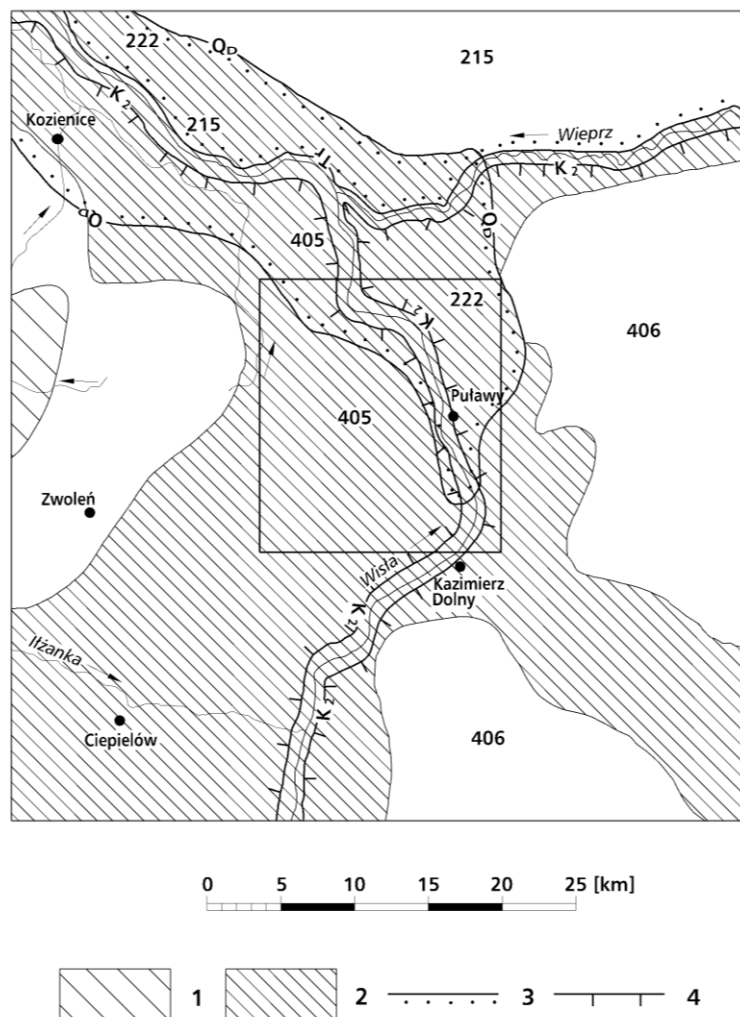
Pod względem hydrochemicznym wody podziemne występujące na arkuszu Puławy są wodami słodkimi o mineralizacji ogólnej 200-500 mg/dm<sup>3</sup> (Sokołowski, 2000). Generalnie charakteryzują się one średnią jakością, wymagającą prostego uzdatniania (klasa II), a części wschodniej także dobrej jakości (klasa Ib). Wody złej jakości (klasy III) występują jedynie na niewielkich obszarach w południowej części Puław i w zachodniej części obszaru arkusza w rejonie Sarnowa, co związane jest z przemysłowym zagospodarowaniem terenu. Przekroczenia norm jakościowych wód pitnych na tym terenie dotyczą stężeń żelaza, manganu i azotanów.

Największe nagromadzenie ujęć występuje w rejonie dużych miejscowości (Puławy, Gniewoszków) oraz w pobliżu zakładów przemysłowych. Pojedyncze ujęcia eksploatowane są przez indywidualnych właścicieli. Zatwierdzone zasoby eksploatacyjne dla Puław wynoszą 12 810 000 m<sup>3</sup>/rok. Największym użytkownikiem wód podziemnych są wodociągi miejskie w Puławach wydobywające około 3 mln. m<sup>3</sup> wody/rok (Sokołowski, 2000). Zakłady Azotowe w Puławach mają ujęcia wodociągowe znajdujące się na terenach zakładu. Ujęcia wód w Puławach i Gołębiu mają zatwierdzone strefy 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. Na arkuszu Puławy poziom wodonośny zalega płytko i prawie całkowicie pozbawiony jest izolacji co sprawia, że wody podziemne są silnie narażone na wpływ czynników antropogenicznych. Ogniska zanieczyszczeń grupują się głównie we wschodniej i północnej części obszaru (Puławy, Góra Puławska, Gniewoszków). Są to obszary bardzo wysokiego stopnia zagrożenia. Wysoki stopień zagrożenia wód występuje w rejonie Gniewoszowa, Trzcianki i Kolonii Góra Puławska, głównie z uwagi na występujące ogniska zanieczyszczeń przy jednoczesnym braku warstwy izolacyjnej. Na pozostałym obszarze z uwagi na brak większych ognisk zanieczyszczeń, słabe zaludnienie, ograniczoną gospodarkę rolną typu rodzinnego występuje średni lub niski stopień zagrożenia. Największym źródłem zanieczyszczeń są Zakłady Azotowe w Puławach.

W granicach arkusza znajdują się trzy główne zbiorniki wód podziemnych (GZWP) (Kleczkowski, 1990). Dwa zbiorniki kredowe – nr 405 – niecka radomska oraz nr 406 – niecka lubelska rozdzielone są Wisłą i nie posiadają udokumentowanych zasobów, a ich granice zostały zamieszczone na szkicu (fig. 3). W północnej części arkusza niewielki obszar zajmuje GZWP 222 – Dolina Środkowej Wisły. Posiada on wykonaną dokumentację hydrogeologiczną i określo-

ną strefę ochrony. Jego średni moduł zasobów dyspozycyjnych określono na  $247 \text{ m}^3/24\text{h}/\text{km}^2$  (Oficjalska i inni., 1996).



**Fig. 3. Położenie arkusza Puławy 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),

222 – Dolina rzeki Środkowa Wisła (Warszawa–Puławy), czwartorzęd (Q<sub>D</sub>),

405 – Niecka radomska, kreda górna (K<sub>2</sub>),

406 – Niecka lubelska (Lublin), kreda górna (K<sub>2</sub>).

## 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 (Dz U 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 Puławy, umieszczono w tabeli 6. W celu porównania tabelę uzupełniono danymi o przeciętnej zawartości (median) pierwiastków w glebach terenów niezabudowanych Polski (najmniej zanieczyszczonych w kraju).

#### Materiał i metody badań laboratoryjnych

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

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

Tabela 6

**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 Puławy   | Wartość przeciętnych (median) w glebach na arkuszu Puławy | 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=16   | N=16  | N=6522  |
|  |  | Głębokość (m p.p.t.)<br>0–0,3      0–2,0 |                       | Frakcja ziarnowa <1 mm<br>Mineralizacja HCl (1:4)<br>Głębokość (m p.p.t.)<br>0–0,2   |   |   |
| As Arsen   | 20   | 20                                       | 60                    | <5   | <5  | <5  |
| Ba Bar   | 200  | 200                                      | 1000                  | 6 – 59   | 13  | 27  |
| Cr Chrom   | 50   | 150                                      | 500                   | <1 – 12  | 1   | 4   |
| Zn Cynk  | 100  | 300                                      | 1000                  | 8 – 71   | 26  | 29  |
| Cd Kadm  | 1  | 4  | 15                    | <0,5 – 0,6   | <0,5  | <0,5  |
| Co Kobalt  | 20   | 20                                       | 200                   | <1 – 6   | <1  | 2   |
| Cu Miedź   | 30   | 150                                      | 600                   | 1 – 16   | 4   | 4   |
| Ni Nikiel  | 35   | 100                                      | 300                   | <1 – 21  | 2   | 3   |
| Pb Ołów  | 50   | 100                                      | 600                   | 4 – 17   | 8   | 12  |
| Hg Rtęć  | 0,5  | 2  | 30                    | <0,05 – 0,06   | <0,05   | <0,05   |
| Ilość badanych próbek gleb z arkusza Puławy w poszczególnych grupach użytkowania                                       |  |  |                       | <sup>1)</sup> grupa A<br>a) nieruchomości gruntowe wchodzące w skład obszaru poddanego ochronie na podstawie przepisów ustawy Prawo wodne,<br>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,<br><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,<br><sup>3)</sup> grupa C – tereny przemysłowe, użytki kopalne, tereny komunikacyjne,<br><sup>4)</sup> Lis, Pasieczna, 1995 – Atlas geochemiczny Polski 1:2 500 000<br>N – ilość próbek |   |   |
| Sumaryczna klasyfikacja badanych gleb z obszaru arkusza 710 - Puławy do poszczególnych grup użytkowania (ilość próbek) |  |  |                       |  |   |   |
| –  | 16   | –  | –                     |  |   |   |

## Prezentacja wyników

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

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

## Zanieczyszczenie gleb metalami

Wyniki badań geochemicznych gleb odniesiono zarówno do wartości stężeń dopuszczalnych metali określonych w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 9 września 2002 r., jak i do wartości przeciętnych określonych dla gleb obszarów niezabudowanych całego kraju (tabela 6).

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

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

## 2. Pierwiastki promieniotwórcze

### Materiał i metody badań

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

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

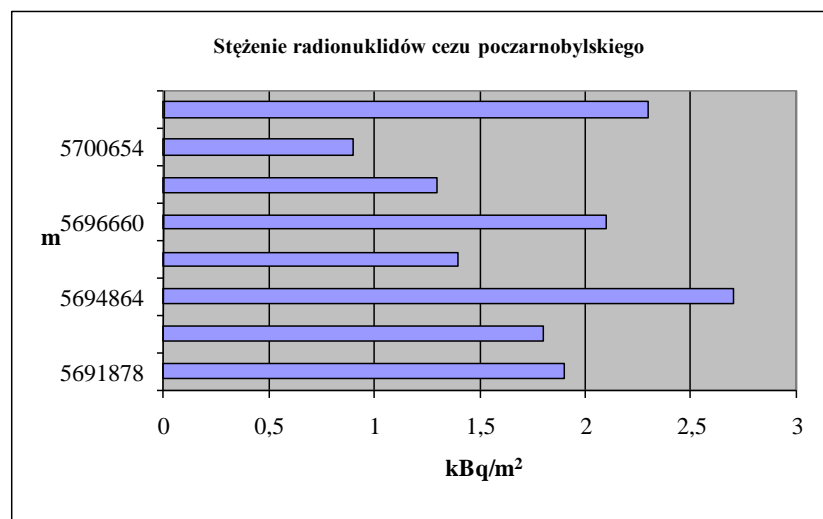
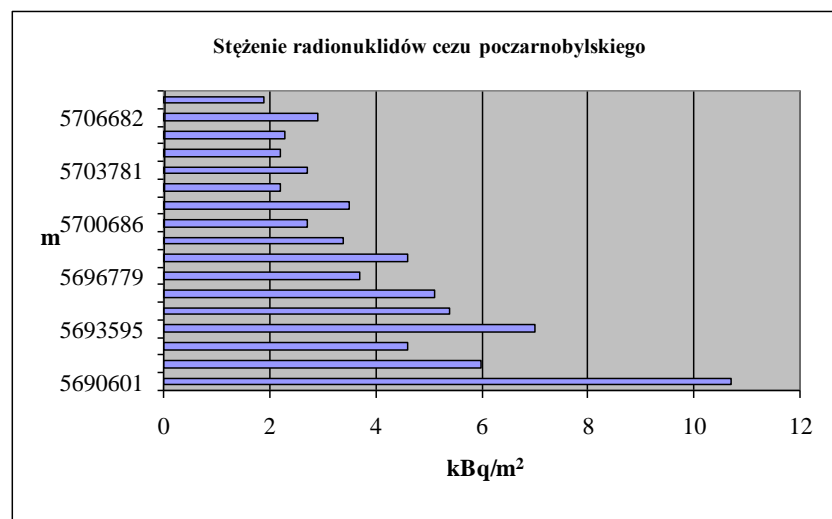
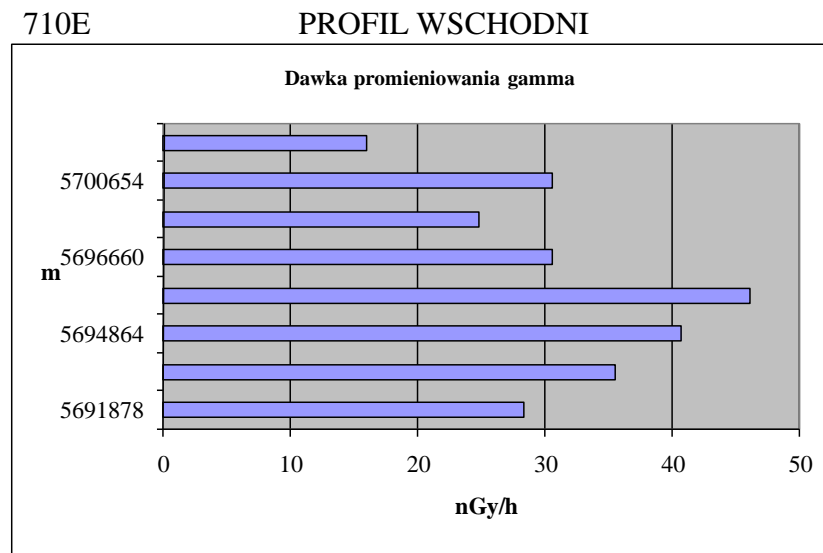
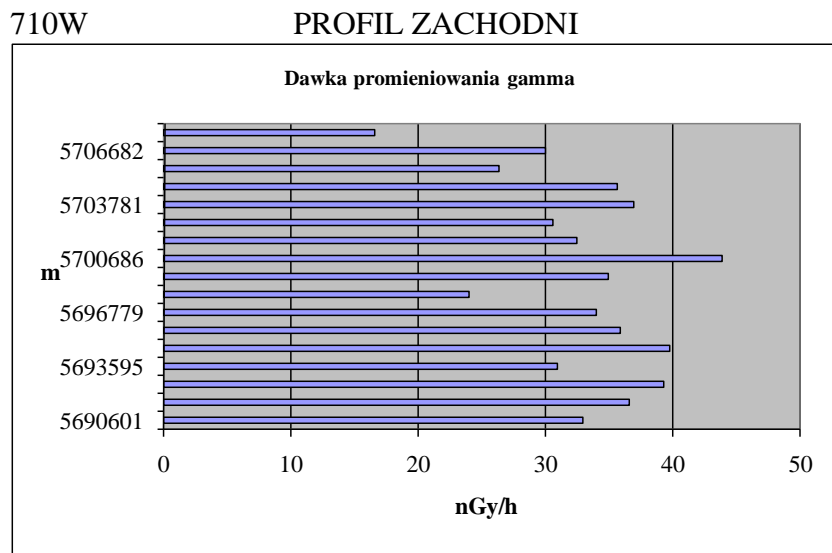


Fig. 4. Zawartość pierwiastków promieniotwórczych w glebach na terenie arkusza Puławy (na osi rzędnych – opis siatki kilometrowej arkusza)

## Prezentacja wyników

Z uwagi na to, że gęstość opróbowania nie pozwala na opracowanie map izoliniowych w skali 1:50 000, wyniki przedstawiono w formie słupkowej (fig. 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 16,6 do 43,9 nGy/h. Przeciętnie wartość ta wynosi 33,0 nGy/h i jest zbliżona do średniej dla obszaru Polski wynoszącej 34,2 nGy/h. Wzdłuż profilu wschodniego wartości promieniowania gamma mieszczą się w zakresie: od 15,1 do 50,9 nGy/h, przy przeciętnej wartości wynoszącej 28,2 nGy/h. W profilu zachodnim zarejestrowane dawki promieniowania gamma są bardziej wyrównane (przeważają wartości z przedziału: 30-40 nGy/h), co świadczy o tym, że osady występujące wzdłuż profilu pomiarowego - głównie gliny zwałowe i osady zastoiskowe zlodowacenia środkowopolskiego charakteryzują się zbliżonym poziomem radioaktywności. W profilu wschodnim najwyższą radioaktywnością (ok. 30-50 nGy/h) cechują się gliny zwałowe zlodowacenia środkowopolskiego dominujące wzdłuż południowej części profilu pomiarowego. Utwory piaszczysto-żwirowe (plejstoceny i holoceny osady rzeczne oraz piaski eoliczne) charakteryzują się niższymi wartościami promieniowania gamma (od ok. 15 nGy/h do ok. 25 nGy/h).

Stężenia radionuklidów poczarnobylskiego cezu zmierzone wzdłuż obu profili są bardzo niskie, charakterystyczne dla obszarów bardzo słabo zanieczyszczonych. Wahają się w przedziale od 1,9 do 10,7 kBq/m<sup>2</sup> wzdłuż profilu zachodniego, a wzdłuż profilu wschodniego - od 0,8 do 6,3 kBq/m<sup>2</sup>.

## IX. Składowanie odpadów

### Zasady wydzielenia potencjalnych obszarów lokalizacji składowisk odpadów

Obszary predysponowane do lokalizowania składowisk odpadów wytypowano uwzględniając zasady i wskazania zawarte w Ustawie o odpadach z dnia 27 kwietnia 2001 r. (DzU 07.39.251 tekst jednolity) oraz Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 24 marca 2003 roku w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących lokalizacji, budowy, eksploatacji i zamknięcia, jakim powinny odpowiadać poszczególne typy składowisk odpadów (Rozporządzenie..., 2003). Z uwagi na skalę i specyfikę opracowania kartograficznego w nielicznych przypadkach przyjęto zmodyfikowane rozwiązania w stosunku do wymienionych aktów prawnych, umożliwiające późniejszą weryfikację i uszczegółowienie rozpoznania na etapie projektowania składowisk.

Przedstawione na Mapie geosrodowiskowej Polski w skali 1:50 000 warunki lokalizacyjne dla przyszłych składowisk odpadów są zróżnicowane w nawiązaniu do 3 typów składowisk:

- N – odpadów niebezpiecznych,
- K – odpadów innych niż niebezpieczne i obojętne,
- O – odpadów obojętnych

Lokalizowanie składowisk odpadów podlega ograniczeniom z uwagi na wyspecyfikowane wymagania ochrony litosfery, hydrosfery i atmosfery. Specyfikacja ta obejmuje:

- wyłączenie terenów, na których bezwzględnie nie można lokalizować składowisk odpadów,
- warunkowe ograniczenia lokalizacji odpadów, wymagające akceptacji odpowiednich władz i służb,
- wymagania dotyczące naturalnych cech izolacyjnych podłoża i skarp potencjalnych składowisk.

Na mapie, w nawiązaniu do powyższych kryteriów, wyznaczono:

- obszary o bezwzględnym zakazie lokalizowania składowisk odpadów,
- obszary o warunkach izolacyjnych spełniających przyjęte kryteria dla określonego typu składowisk odpadów,
- obszary możliwej lokalizacji składowisk odpadów nieposiadające naturalnej warstwy izolacyjnej.

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

Występowanie w strefie przypowierzchniowej gruntów spoistych o wymaganej izolacyjności pozwala wyróżnić potencjalne obszary dla lokalizowania składowisk (POLs). W ich obrębie wydzielono rejonu wyspecyfikowanych uwarunkowań (RWU) na podstawie:

- izolacyjnych właściwości podłoża – odpowiadających wyróżnionym wymaganiom składowania odpadów,
- rodzajów warunkowych ograniczeń lokalizacyjnych składowisk wynikających z przyjętych obszarów ochrony.

Lokalizowanie przyszłych składowisk odpadów w obrębie RWU posiadających wymienione ograniczenia warunkowe będzie wymagało ustaleń z lokalnymi władzami oraz dokumentami planistycznymi dotyczącymi zagospodarowania przestrzennego.

Wymagania dotyczące naturalnych cech izolacyjnych podłoża i ścian bocznych potencjalnych składowisk są uzależnione od typu składowanych odpadów (tabela 7).

Tabela 7

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

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

Ocena wykształcenia naturalnej bariery geologicznej pozwala na wyróżnienie:

- warunków izolacyjności podłoża zgodnych z wymaganiami dla określonego typu składowisk (przyjętymi w tabeli 7),
- zmiennych właściwości izolacyjnych podłoża (warstwa izolacyjna znajduje się pod przykryciem osadami piaszczystymi o miąższości do 2,5 m, miąższość lub jednorodność warstwy izolacyjnej jest zmienna).

Warstwa tematyczna „Składowanie odpadów” wraz z warstwą „Geochemia środowiska” wchodzi w skład warstwy informacyjnej „Zagrożenia powierzchni ziemi” i są przedstawione razem na Planszy B Mapy geosrodowiskowej Polski. Jednocześnie na dołączonej do materiałów archiwalnych mapie dokumentacyjnej przedstawiono lokalizacje otworów wiertniczych, których profile geologiczne wykorzystano przy konstrukcji wydzieleń terenów POLS.

Tło dla przedstawianych na Planszy B informacji stanowi stopień zagrożenia głównego użytkowego poziomu wodonośnego przeniesiony z arkusza Puławy Mapy hydrogeologicznej Polski w skali 1:50 000 (Sokołowski, 2000). Stopień zagrożenia wód podziemnych wyznaczono w pięciostopniowej skali (bardzo wysoki, wysoki, średni, niski, bardzo niski) i jest on funkcją nie tylko wartości parametrów filtracyjnych warstwy izolacyjnej (odporności poziomu wodonośnego na zanieczyszczenia), ale także czynników zewnętrznych, takich jak istnienie na powierzchni ognisk zanieczyszczeń czy obszarów prawnie chronionych. Stopień ten jest parametrem zmiennym i syntetyzującym różne naturalne i antropogeniczne uwarunkowania. Dlatego też obszarów o różnym stopniu zagrożenia nie należy wprost porównywać z wyznaczonymi na Planszy B terenami pod składowanie odpadów. Wydzielone tereny o dobrej izolacyjności (POLS) mogą współwystępować z obszarami o różnym zagrożeniu jakości wód podziemnych.

#### Obszary o bezwzględny zakazie lokalizacji składowisk odpadów

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

- zabudowa Puław będących siedzibą urzędu miasta, gminy i starostwa powiatowego; Gniewoszowa – siedziby urzędu gminy i zwarta zabudowa Gołębia,
- obszary objęte ochroną prawną w Europejskiej Sieci NATURA 2000 „Płaskowyż Nałęczowski” PLH 060015, „Przełom Wisły w Małopolsce” PLH 060045, „Puławy” PLH 060055 (ochrona siedlisk) i „Dolina środkowej Wisły” PLB 140004, „Ostoja Kozienska” PLB 140013 (ochrona ptaków),
- rezerwat przyrody „Łęg na Kępie” (leśny),
- obszary leśne o powierzchni powyżej 100 hektarów,
- tereny bagienne, podmokłe, łąki na glebach organicznych, obszary występowania lessów,
- teren w zasięgu czwartorzędowego głównego zbiornika wód podziemnych nr 222 Dolina środkowej Wisły (Warszawa–Puławy) i strefy jego ochrony oraz nr 406 „Niecka Lubelska” (kredowy) i strefy jego ochrony,

- strefy ochrony ujęć wód podziemnych w Puławach i Gołębiu,
- strefy ochrony konserwatorskiej – zabytkowe zespoły architektoniczne w Kazimierzu Dolnym i Puławach,
- powierzchnie erozyjnych i akumulacyjnych tarasów holocenijskich w obrębie dolin rzek: Wisły, Zwolenki, Kurówki, Niewadamki, Bystrej, Klikawki, Czerniawki i pozostałych licznych cieków,
- strefy (do 250 m) wokół akwenów,
- tereny o nachyleniu powyżej 10°,
- obszary zagrożone ruchami masowym: rejon na południe od Sarnowa, dolina rzeki Zwolenki na północ od Starej Zwoli; rejon Boguszkówki, Boguszkówki Górek, Markowoli, Łapowa, Hmajdówki, Błot (wzdłuż doliny Czerniawki), Starego Ławeczka, Opatowic, Kowali, Bronowic, Kajetanowa, Pachnowoli (dolina rzeki Klikawki), Góry Puławskiej; rejon od Sadłowic do Starego Wojszyna (dolina Wisły), teren w Lasach Gołębskich-na wschód i północny-wschód od Zakładów Azotowych w Puławach; teren wzdłuż Wisły od Włostowic do Kazimierza Dolnego (Grabowski (red.) i inni, 2007 b).

Obszary bezwzględnie wyłączone z możliwości składowania odpadów zajmują około 50% powierzchni analizowanego terenu.

Tereny po lewej stronie Wisły (poza częścią północno-zachodnią) położone są w zasięgu nieudokumentowanego kredowego głównego zbiornika wód podziemnych nr 405 Niecki Radomskiej.

Z chwilą udokumentowania tych zbiorników, ustaleniu stref ich zasilania i ochrony obszary wskazane do składowania odpadów mogą zostać wykluczone z tego typu zagospodarowania lub ich granice mogą ulec zmianie.

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

Ze względu na wymagania dotyczące naturalnych cech izolacyjnych podłoża i ścian bocznych potencjalnych składowisk odpadów analizowano obszary, gdzie bezpośrednio na powierzchni występują grunty spoiste spełniające kryteria izolacyjności (tabela 7) lub grunty spoiste, których strop znajduje się nie głębiej niż 2,5 m p.p.t.

Na analizowanym terenie najbardziej rozległą formą geomorfologiczną jest wysoczyzna morenowa płaska zajmująca tereny na zachód od doliny Wisły, wznosząca na wysokość od 150 do 177 m n.p.m.

Bezpośrednio na jej powierzchni lub pod niewielkim (do 2 m) nakładem osadów piaszczystych występują gliny zwałowe zlodowacenia Odry zlodowaceń środkowopolskich. Są one najczęściej dwudzielne, na ogół jednak gliny zwałowe górne położone są bezpośrednio na glinach dolnych, wtedy ich wspólna miąższość wzrasta do kilkunastu metrów. Sporadycznie podzielone są warstwą piasków wodnolodowcowych lub osadami zastoiskowymi. Gliny zwałowe górne, odsłaniające się na dużej części powierzchni wysoczyzny mają miąższości nieprzekraczające na ogół 10 m. Są to gliny piaszczyste, z zawartością żwirów. W składzie żwirów przeważa udział skał lokalnych nad krystalicznymi. Nie jest wykluczone, że gliny górne i dolne zlodowacenia Odry sporadycznie mogą występować bezpośrednio na glinach starszych (zlodowacenia Wilgi), tworząc wspólny poziom izolacyjny o dużych miąższościach (Żarski, 1998). Maksymalna miąższość glin stwierdzona wiertniczo wynosi 15,6 m (Mszadla Stara).

Obszary predysponowane do składowania odpadów obojętnych wskazano również w miejscach występowania bezpośrednio na powierzchni terenu iłów i mułków zastoiskowych zlodowacenia Odry (Błota, Leokadiów). W rejonie Nasiłów – Kolonia występują one pod niewielkim nakładem osadów gliniastych. Osady zastoiskowe mają niewielkie miąższości, rzędu 2–3 m (iły i mułki zastoiskowe górne) do 12 m (iły, mułki zastoiskowe dolne).

Obszary możliwej lokalizacji składowisk odpadów obojętnych wskazano na terenie gmin: Gniezów, Policzna, Przyłęk, Puławy i Janowiec. Są to tereny zlokalizowane na lewym brzegu Wisły.

Część obszarów możliwej lokalizacji składowisk odpadów ogranicza warunkowo na lewym brzegu Wisły położenie w strefie wysokiej ochrony nieudokumentowanego głównego zbiornika wód podziemnych nr 405 Niecka Radomska. Część obszarów wyznaczonych w południowej i centralnej części terenu objętych arkuszem ogranicza warunkowo położenie w granicach Kazimierskiego Parku Krajobrazowego i strefy jego ochrony.

Wytypowane obszary mają duże powierzchnie o przeważnie równinnym charakterze i są położone przy drogach dojazdowych. Umożliwia to lokalizację składowisk odpadów w dogodnej odległości od zabudowań miejscowości. Należy zwrócić uwagę na obecność drobnych cieków powierzchniowych.

#### Problem składowania odpadów komunalnych

Na analizowanym terenie, na obszarach możliwej lokalizacji składowisk odpadów, w strefie głębokości do 2,5 m p.p.t. nie występują osady, których właściwości izolacyjne spełniałyby kryteria przyjęte dla składowania odpadów komunalnych.

W profilu otworu odwierconego w rejonie miejscowości Klikawa pod glinami o miąższości 6,1 m występują ropy czwartorzędowe o miąższości 5,1 m, w Pająkowie pod 7 m warstwą glin nawiercono ropy o miąższości 2,4 m, w Kolonii Nasiłów na głębokości 6 m występują ropy o miąższości 1,9 m. Tereny w bezpośrednim sąsiedztwie otworów, w profilach których występują ropy można dodatkowo rozpoznać pod kątem składowania odpadów komunalnych. Ponieważ są to ropy czwartorzędowe, nawet przy potwierdzeniu miąższości i ciągłości warstwy mogą one nie spełniać kryteriów izolacyjności przyjętych dla tego typu odpadów.

Na analizowanym terenie składowiska odpadów komunalnych znajdują się w Puławach (ul. Dęblińska 96) i Gołębiu. Na terenie Zakładów Azotowych składowane są odpady przemysłowe (żużłowisko).

#### Ocena najbardziej korzystnych warunków geologicznych i hydrogeologicznych

Obszary predysponowane do składowania odpadów wyznaczono w granicach występowania w strefie powierzchniowej glin zwałowych oraz ropy i mułków zastoiskowych zlodowacenia Odry. Gliny spełniają kryteria izolacyjności przyjęte dla składowania odpadów obojętnych. Największe miąższości glin stwierdzono w profilach otworów wykonanych w rejonach miejscowości Mszadla Stara (15,6 m glin podścielają ropy czwartorzędowe o miąższości 2 m) i Nasiłów (8,4 m). W profilach trzech otworów występują ropy zastoiskowe, w Klikawie mają one 5,1 m miąższości, w Pająkowie 2,4 m, w Kolonii Nasiłów 1,9 m. Przed podjęciem decyzji o lokalizacji składowisk konieczne jest rozpoznanie geologiczne terenów w sąsiedztwie wykonanych otworów, w celu potwierdzenia miąższości warstw glin lub ropy, ocena ciągłości warstwy oraz ich faktycznych właściwości izolacyjnych. Obszary najbardziej oddalone od doliny Wisły powinny się uwzględnić w pierwszej kolejności.

Wody podziemne użytkowych poziomów wodonośnych występują w węglanowych utworach kredy górnej i piaszczystych osadach czwartorzędu.

Poziomem dominującym jest poziom kredowy, pozostający w łączności hydraulicznej z poziomami czwartorzędowymi (podglinowym i międzyglinowym). Prawie na całym analizowanym terenie główny poziom użytkowy jest słabo izolowany od zanieczyszczeń powierzchniowych, ze względu na brak ognisk zanieczyszczeń stopień jego zagrożenia określono na niski. Należy zwrócić uwagę na konieczność wykonania rozpoznania hydrogeologicznego, aby nie dopuścić do skażenia wód odciekami z ewentualnych składowisk. Dla obszarów wyznaczonych w części zachodniej, centralnej i południowej oznaczono niski, podrzędnie średni stopień zagro-

żenia wód. Nie stwierdzono tu znaczących ognisk zanieczyszczeń, poziom użytkowy występuje tu na głębokości 15–50 m, podrzędnie 5–15 m.

Najmniej korzystne warunki hydrogeologiczne mają obszary wyznaczone w rejonach Katołików, Oblas Dworskich, Trzcianek i Góry Puławskiej, gdzie stwierdzono wysoki i bardzo wysoki stopień zagrożenia wód poziomów użytkowych. Poziomy wodonośne są tu przeważenie słabo izolowane, lub izolacja jest nieciągła, występują ogniska zanieczyszczeń.

Przestrzenny wpływ na tereny objęte arkuszem mają Zakłady Azotowe w Puławach (zakłady przemysłu chemicznego, mechaniczno-biologiczna oczyszczalnia ścieków, duże składowisko odpadów przemysłowych, emisja pyłów i gazów).

#### Charakterystyka wyrobisk poeksploatacyjnych

Pod kątem składowania odpadów można rozpatrywać wyrobisko złoża kruszywa naturalnego „Janowiec II”. Po zakończonej eksploatacji pozostanie suche wyrobisko wgłębne o głębokości około 5–6 m, maksymalnie w niektórych miejscach do 10–13 m. Eksploatacją objęto cały udokumentowany obszar o powierzchni 1,43 ha. Obiekt będzie wymagał dodatkowej izolacji podłoża ścian bocznych.

Wyrobiska pozostałych udokumentowanych na tym terenie złóż oraz niewielkie punkty lokalnej eksploatacji kopalin znajdują się na obszarach bezwzględnie wyłączonych z możliwości składowania odpadów.

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

Wyznaczone na mapie obszary powinny być uwzględnione przy typowaniu wariantów lokalizacyjnych nie tylko składowisk odpadów, ale również na etapie uzgodnienia warunków zabudowy i zagospodarowania terenu przy rozpatrywaniu lokalizacji obiektów szczególnie uciążli-

wych dla środowiska i zdrowia ludzi oraz obiektów mogących pogorszyć stan środowiska. Oprócz uwzględnienia ograniczeń prawnych, odnoszących się do tego typu inwestycji, przedstawione na mapie obszary potencjalnej lokalizacji składowisk obejmują zasięgi występowania w podłożu warstwy utworów słabo przepuszczalnych, stanowiących dobrą naturalną izolację dla położonych głębiej poziomów wodonośnych.

## **X. Warunki podłoża budowlanego**

Waloryzacji warunków podłoża budowlanego w obrębie arkusza Puławy dokonano na podstawie: analizy szkiców do Mapy geologicznej Polski w skali 1:200 000 (Makowska, 1965 a,b) map topograficznych oraz obserwacji terenowych. Z oceny wyłączono: obszary występowania gleb wysokich (I–IVa) klas bonitacyjnych, międzywala Wisły, zwartych kompleksów leśnych, zwartej zabudowy miejskiej Puław oraz udokumentowanych złóż kopalin. Obszary niewaloryzowane zajmują około 50% powierzchni 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 sporządzenia mapy geologiczno–gospodarczej stosuje się dwa wydzielenia –obszary o warunkach korzystnych dla budownictwa i obszary o warunkach niekorzystnych, utrudniających budownictwo.

Na omawianym obszarze przeważają warunki korzystne. Występują one generalnie w całej centralnej i zachodniej części obszaru arkusza na zachód od doliny Wisły. W strefie przypowierzchniowej występują tu z reguły skonsolidowane gliny zwałowe stadiału maksymalnego zlodowaceń środkowopolskich w stanie twardoplastycznym. Zwierciadło wód gruntowych na terenach wysoczyzn znajduje się z reguły głębiej niż 2 m p.p.t. Na generalnie korzystnych dla budownictwa obszarach wysoczyznowych warunki geologiczno-inżynierskie podłoża mogą lokalnie być niekorzystne, głównie w dolinach drobnych cieków powierzchniowych i w obrębie lokalnych podmokłości, w szczególności w miejscach, gdzie na glinach zwałowych leżą ich nie-spoiste eluvia (np. koło Łaguszowa, Leokadiowa), a także w miejscach zajętych przez płyty przewianych, luźnych piasków eolicznych, lub wydmy (np. w okolicach Florianki).

Warunki niekorzystne dla zabudowy wyznaczono przede wszystkim w obrębie tarasów zalewowych Wisły. Zbudowane są one z piasków i mułków rzecznych oraz mad. Na obszarach

tych głównym czynnikiem powodującym ich zakwalifikowanie do warunków niekorzystnych jest zmienne położenie zwierciadła wód gruntowych, a także lokalnie stan gruntów aluwialnych. W obrębie dolin rzecznych występują ponadto słabonośne grunty organiczne w postaci torfów i namulów torfiastych o wybitnie niekorzystnych własnościach geologiczno-inżynierskich. Największe ich nagromadzenia znajdują się w okolicach Gniewoszowa i Opatkowic.

Warunki niekorzystne, utrudniające budownictwo występują również w rejonach wysokich i stromych skarp wiślanych zagrożonych powierzchniowymi ruchami masowymi, szczególnie w okolicach Nasiłowa i Góry Puławskiej. Dolina Wisły ma bowiem na tym odcinku charakter przełomowy. W częściach przyskarpowych doliny rozwinięte są ponadto luźne piaski i nieskonsolidowane gliny deluwialne.

Na wysoczyznach po wschodniej stronie doliny Wisły, a także w okolicach Kowala na zachodnim brzegu Wisły występują pokrywy lessowe. Są one podatne na zjawisko sufozji, a w rejonach, gdzie lessy występują na skrasowiałych skałach węglanowych, zagrożone są osiadaniami powierzchni terenu. Długotrwałe zawodnienie (np. wykopów) powodować może osiadanie zapadowe lessów.

Zagospodarowanie budowlane w aktywnym pod względem procesów geodynamicznych obszarze okolic Puław wymaga dokumentowania geologiczno-inżynierskiego.

Niewielkie obszary występowania litych skał (opoki, wapień i margle) w południowo-wschodniej części omawianego arkusza o korzystnym wykształceniu podłoża budowlanego zostały wyłączone z waloryzacji ze względu na obecność użytków rolnych w klasie I–IV oraz Kazimierskiego Parku Krajobrazowego. Należy zwrócić jednak uwagę na możliwość niekorzystnych dla obiektów budowlanych zjawisk pęcznienia i skurczu margli i opok w przypadku narażenia ich na zmiany wilgotnościowe (Drągowski, 1965, 1981).

W lokalnych, niewielkich zagłębieniach terenowych np. w okolicach Sarnowa na powierzchni występują ropy i mułki zastoiskowe, które w warunkach zawodnienia (obszary podmokłe) są słabonośne.

Na terenie omawianego arkusza występują obszary predysponowane do występowania powierzchniowych ruchów masowych (Grabowski [red.] i inni, 2007 a,b). Zlokalizowane są w skarpach i stromych zboczach doliny Wisły, której fragmenty mają charakter przełomowy. Także w skarpach i stromych zboczach dolin dopływów Wisły: Niewiadomki, Czerniawki i Klukawki. Może tam dochodzić do powstawania niewielkich osuwisk i obrywów. Osuwiska i obry-

wy mogą też powstawać na obszarach pokrytych lessami o dużej miąższości i urzeźbionych głębokimi wąwozami (okolice Bochofnicy, Parchatki i Włostowice). W okolicach Bochofnicy odnotowano kilka niewielkich osuwisk. Są one zbyt małe aby można je było zaznaczyć na mapie w skali 1:50 000.

Na obszarze arkusza Puławy wały przeciwpowodziowe oraz wysokie skarpy brzegu Wisły, przy przeciętnych wezbraniach wód zabezpieczają w wystarczający sposób tereny nadbrzeżne (wysoki taras).

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

Ochrona przyrody to działalność mająca na celu zachowanie lub restytuowanie rzadkich i cennych tworów przyrody żywej lub martwej, zasobów przyrody oraz zapewnienia trwałości ich użytkowania. Obszar arkusza Puławy charakteryzuje się bogactwem i różnorodnością walorów przyrodniczych i krajobrazowych (Wilgat (red), 1992; Przyroda..., 2004). Związane są one z osobliwą polodowcową konfiguracją terenu, kompleksami leśnymi z różnorodną roślinnością, dolinami rzecznyymi zachowanymi w nieprzekształconej formie. Na rozmaite prawne formy ochrony przyrody składają się na tym terenie: park krajobrazowy, obszar chronionego krajobrazu, obszary NATURA 2000, rezerwat przyrody, użytki ekologiczne, pomniki przyrody.

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. Tereny leżące w granicach parku pozostają wprawdzie w gospodarczym wykorzystaniu, poddawane są jednak pewnym ograniczeniom w celu zachowania wartości przyrodniczych i krajobrazowych.

Południowo-wschodnia część obszaru arkusza znajduje się w zasięgu Kazimierskiego Parku Krajobrazowego i jego otuliny. Został on utworzony w 1979 r. i po korekcie granic jego powierzchnia wynosi 14 961 ha, a otaczającej strefy ochronnej 24 189 ha. W granicach parku znalazły się tereny o nieprzeciętnych, ponadregionalnych walorach przyrodniczych, krajobrazowych i kulturowych. W granicach arkusza park obejmuje m.in. malowniczy przełom Wisły przez pas wyżyn środkowopolskich pomiędzy Janowcem a Puławami.

Generalnie obszary chronionego krajobrazu obejmują wyróżniające się krajobrazowo tereny o różnych typach ekosystemu. W granicach arkusza Puławy niewielki skrawek takiego ob-

szażu sięga północnej jego części i nosi nazwę Obszaru Chronionego Krajobrazu Pradoliny Wieprza. Obszar liczy 33 159 ha powierzchni. Celem jego utworzenia było zapewnienie ochrony wysokim walorom krajobrazowym mozaiki lasów, łąk i torfowisk oraz zachowanie powiązań w ekosystemie. Bogata roślinność „Pradoliny Wieprza” jest siedliskiem rzadkich gatunków ptaków m. in. perkozów, derkaczy, remizów, pustulek, łabędzi niemych, błotniaków, a także zwierząt: wydry, żółwia błotnego oraz bobrów. Sposób zagospodarowania takiego obszaru powinien zapewniać utrzymanie stanu względnej równowagi ekologicznej systemów przyrodniczych.

Jedną z najwyższych kategorii ochrony obiektów przyrodniczych stanowią rezerваты przyrody. W obrębie arkusza znajduje się, położony nieopodal Puław, rezerwat – „Łęg na Kępie” (tabela 8). Przedmiotem ochrony są tutaj pozostałości typowego niegdyś w tym rejonie lasu łągowego. Projektuje się także utworzenie w dolinie Wisły koło Gołębia faunistycznego rezerwatu przyrody, gdzie na izolowanych od brzegu wyspach znajdują się legowiska wielu rzadkich gatunków ptaków.

Dopełnieniem bogactwa przyrodniczego tego rejonu są pomniki przyrody (tabela 8). Są to pojedyncze twory przyrody żywej o szczególnej wartości naukowej, kulturowej, krajobrazowej, odznaczające się indywidualnymi, cechami, które wyróżniają je spośród otoczenia. To szczególnie okazałe drzewa, głównie dęby szypułkowe, świadczące o niedzisiejszej świetności tych lasów.

Tabela 8

#### Wykaz rezerwatów, pomników przyrody, stanowisk dokumentacyjnych 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>      | Dolina Wisły | Gniewoszków                   | *                 | <b>Fn</b> – Gołąb (337)            |
|                     |               |              | Puławy<br>kozienicki puławski |                   |                                    |
| 2                   | <b>R</b>      | Puławy       | Puławy                        | 1991              | <b>L</b> – Łęg na Kępie (4,7)      |
|                     |               |              | puławski                      |                   |                                    |
| 3                   | <b>P</b>      | Puławy       | Puławy                        | 1992              | <b>Pż</b> – orzech czarny          |
|                     |               |              | puławski                      |                   |                                    |
| 4                   | <b>P</b>      | Puławy       | Puławy                        | 1992              | <b>Pż</b> – lipa amerykańska       |
|                     |               |              | puławski                      |                   |                                    |
| 5                   | <b>P</b>      | Puławy       | Puławy                        | 1994              | <b>Pż</b> – modrzew europejski     |
|                     |               |              | puławski                      |                   |                                    |
| 6                   | <b>P</b>      | Puławy       | Puławy                        | 1994              | <b>Pż</b> – dąb szypułkowy         |
|                     |               |              | puławski                      |                   |                                    |
| 7                   | <b>P</b>      | Puławy       | Puławy                        | 1979              | <b>Pż</b> – 2 dęby szypułkowe      |
|                     |               |              | puławski                      |                   |                                    |

| 1  | 2        | 3               | 4                           | 5    | 6  |
|----|----------|-----------------|-----------------------------|------|--|
| 8  | <b>P</b> | Puławy          | Puławy<br>puławski          | 1992 | <b>Pż</b> – miłorząb chiński                     |
| 9  | <b>P</b> | Puławy          | Puławy<br>puławski          | 1992 | <b>Pż</b> – dąb szypułkowy                       |
| 10 | <b>P</b> | Puławy          | Puławy<br>puławski          | 1992 | <b>Pż</b> – dąb szypułkowy                       |
| 11 | <b>P</b> | Puławy          | Puławy<br>puławski          | 1994 | <b>Pż</b> – dąb szypułkowy                       |
| 12 | <b>P</b> | Puławy          | Puławy<br>puławski          | 1994 | <b>Pż</b> – dąb szypułkowy                       |
| 13 | <b>P</b> | Puławy          | Puławy<br>puławski          | 1994 | <b>Pż</b> – dąb szypułkowy                       |
| 14 | <b>P</b> | Puławy          | Puławy<br>puławski          | 1994 | <b>Pż</b> – dąb szypułkowy                       |
| 15 | <b>P</b> | Puławy          | Puławy<br>puławski          | 1994 | <b>Pż</b> – dąb szypułkowy                       |
| 16 | <b>P</b> | Puławy          | Puławy<br>puławski          | 1994 | <b>Pż</b> – dąb szypułkowy                       |
| 17 | <b>P</b> | Puławy          | Puławy<br>puławski          | 1994 | <b>Pż</b> – dąb szypułkowy                       |
| 18 | <b>P</b> | Puławy          | Puławy<br>puławski          | 1994 | <b>Pż</b> – dąb szypułkowy                       |
| 19 | <b>P</b> | Puławy          | Puławy<br>puławski          | 1994 | <b>Pż</b> – dąb szypułkowy                       |
| 20 | <b>P</b> | Puławy          | Puławy<br>puławski          | 1994 | <b>Pż</b> – dąb szypułkowy                       |
| 21 | <b>P</b> | Puławy          | Puławy<br>puławski          | 1994 | <b>Pż</b> – dąb szypułkowy                       |
| 22 | <b>P</b> | Puławy          | Puławy<br>puławski          | 1992 | <b>Pż</b> – klon srebrzysty                      |
| 23 | <b>P</b> | Puławy          | Puławy<br>puławski          | 1992 | <b>Pż</b> – dąb szypułkowy                       |
| 24 | <b>P</b> | Puławy          | Puławy<br>puławski          | 1994 | <b>Pż</b> – dąb szypułkowy                       |
| 25 | <b>P</b> | Puławy          | Puławy<br>puławski          | 1994 | <b>Pż</b> – dąb szypułkowy                       |
| 26 | <b>P</b> | Puławy          | Puławy<br>puławski          | 1994 | <b>Pż</b> – dąb szypułkowy                       |
| 27 | <b>P</b> | Puławy          | Puławy<br>puławski          | 1994 | <b>Pż</b> – dąb szypułkowy                       |
| 28 | <b>P</b> | Puławy          | Puławy<br>puławski          | 1994 | <b>Pż</b> – dąb szypułkowy                       |
| 29 | <b>P</b> | Góra Puławska   | Puławy<br>puławski          | 1992 | <b>Pż</b> – dąb szypułkowy                       |
| 30 | <b>P</b> | Góra Puławska   | Puławy<br>puławski          | 1992 | <b>Pż</b> – klon zwyczajny                       |
| 31 | <b>P</b> | Góra Puławska   | Puławy<br>puławski          | 1992 | <b>Pż</b> – lipa drobnolistna                    |
| 32 | <b>P</b> | Kazimierz Dolny | Kazimierz Dolny<br>puławski | 1990 | <b>Pż</b> – stanowisko waw-<br>rzynka wilczelyko |
|    |          |                 |                             |      |  |

| 1  | 2        | 3               | 4                           | 5    | 6  |
|----|----------|-----------------|-----------------------------|------|--|
| 33 | <b>S</b> | Bochotnica      | Kazimierz Dolny<br>puławski | 2002 | <b>O</b> – Ścianka Pożaryskich<br>(3,46)                           |
| 34 | <b>S</b> | Nasiłów         | Janowiec<br>puławski        | *    | <b>Wr, P</b> - Profil litologiczny pogranicza kredy i trzeciorzędu |
| 35 | <b>U</b> | Leśnictwo Skoki | Puławy<br>puławski          | 2002 | Torfowiska i łąki<br>(0,15)  |
| 36 | <b>U</b> | Polesie Duże    | Puławy<br>puławski          | 2002 | Torfowiska i łąki<br>(0,68)  |

Rubryka 2: **R** – rezerwat, **P** – pomnik przyrody; **S** – stanowisko dokumentacyjne przyrody nieożywionej, **U** – użytk ekologiczny

Rubryka 5: \* obiekt projektowany

Rubryka 6: – rodzaj rezerwatu: **L** – leśny, **Fn** – faunistyczny

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

– rodzaj obiektu: **O** – odsłonięcie, **Wr** – wyrobisko, **P** – profil

Stanowiska dokumentacyjne przyrody nieożywionej, to ważne pod względem naukowym i dydaktycznym, a jednocześnie możliwe do udostępnienia miejsca występowania formacji geologicznych, nagromadzeń skamieniałości, fragmenty niegdyś eksploatowanych wyrobisk powierzchniowych i podziemnych. Stanowisko takie zwane „Ścianką Pożaryskich”, będące rewelacją na skalę europejską, znajduje się w Bochotnicy. W odsłonięciu tym zlokalizowanym w kamieniołomie komorowym, możliwe jest prześledzenie granicy geologicznej pomiędzy erą mezozoiczną a kenozoiczną.

Taki sam profil litologiczny, ale w większym odsłonięciu niż w Bochotnicy, znajduje się na drugim brzegu Wisły na terenie dawnego kamieniołomu w Nasiłowie. Uważany on jest przez geologów (łącznie z Bochotnicą) za najlepsze odsłonięcia warstw pogranicza kredy i trzeciorzędu. Punkt znajduje się w polskiej bazie geostanowisk dokumentacyjnych, jakkolwiek nie jest to jeszcze stanowisko formalnie ustanowione.

Atrakcją geomorfologiczną okolic Bochotnicy są liczne wąwozy i głęboznice. Głęboznice, nazywane inaczej wąwozami drogowymi, powstają w wyniku długotrwałego rozjeżdżania drogi wozami konnymi w miększych osadach lessowych.

Użytki ekologiczne to zasługujące na ochronę pozostałości ekosystemów (bagna, łąki, nieużytki, dawne tereny leśne). Mają one znaczenie dla zachowania różnorodności biologicznej (tabela 8).

Lasy, jeden z odnawialnych zasobów przyrody, pełnią na tym terenie funkcje ekologiczne i społeczne. Pokrywają około 30% obszaru arkusza. Większe zwarte kompleksy sosnowe wystę-

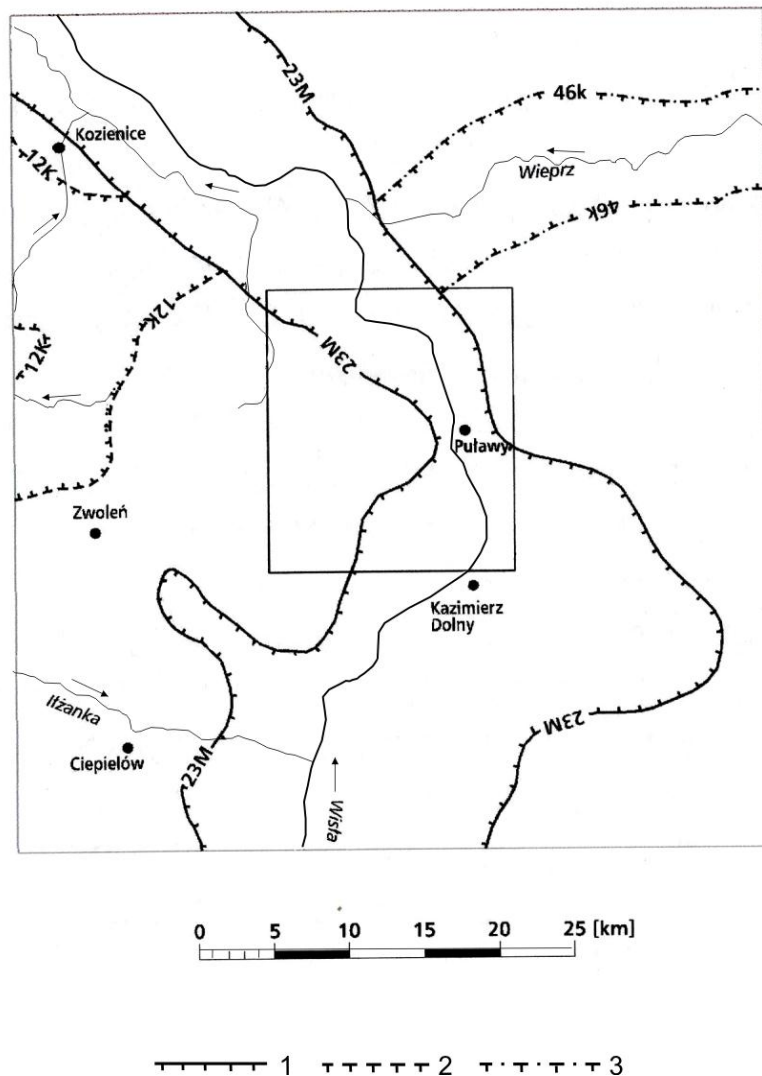
pują w rejonie Puław. Na południu, w rejonie Oblasów i Nasiłowa rosną bogatsze zbiorowiska - grądy i łągi z drzewostanem jodłowo-dębowo-grabowym i olszowym.

Gleby występujące w dolinie Wisły na arkuszu Puławy to: piaski rzeczne tarasów akumulacyjnych (w części południowej i środkowej), piaski akumulacji lodowcowej (w części północno-zachodniej) oraz eoliczne (w północno-wschodniej). Na pozostałym obszarze arkusza występują gliny zwałowe (Dobrzański, 1973).

Gleby chronione mineralne doliny Wisły to mady, przy czym po prawej stronie doliny są to mady pyłowe, zaś po lewej stronie przeważają mady wykształcone z piasków gliniastych na glinach lekkich. Pozostałe gleby chronione zaliczane są do gleb pseudobielicowych wykształconych z piasków gliniastych, przeważających w środkowej i południowo-zachodniej części obszaru arkusza. Niewielkie ilości gleb organicznych koncentrują się w: dolinie Zwoleńki w rejonie Sarnowa, w dolinie Czerniawki w okolicach miejscowości Łągów-Błota oraz w północno-wschodniej części terenu, powyżej Zakładów Azotowych. Spełniają one kryteria gleb chronionych klasy I-IVa.

W nawiązaniu do utworzonego w 1995 roku systemu ochrony europejskiego dziedzictwa przyrodniczego, utworzono w Polsce Krajową Sieć Ekologiczną (ECONET-Polska) (Liro, 1998) (fig. 5). Przez obszar arkusza przebiega międzynarodowy obszar węzłowy Dolina Środkowej Wisły – 23M, obejmujący swoim zasięgiem: dna dolin z siedliskami leśnymi i zwarte kompleksy leśne. Dolina Wisły jest jednym z najważniejszych w Europie korytarzy ekologicznych umożliwiających gniazdowanie i przeloty ptaków.

Europejska Sieć Ekologiczna NATURA 2000 to spójna sieć obszarów chronionych na terenie Unii Europejskiej. Celem wyznaczania tych obszarów jest ochrona cennych, pod względem 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 Kozienicka” (PLB 140013) i „Dolina Środkowej Wisły” (PLB 140004) oraz trzy obszary ochrony siedlisk – „Puławy” (PLH 060055), „Przełom Wisły w Małopolsce” (PLH 060045) i „Płaskowyż Nałęczowski” (PLH 060015) (tabela 9).



**Fig. 5. Położenie arkusza Puławy na tle systemów ECONET (Liro, 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 Kozienickiej. 3 – korytarz ekologiczny o znaczeniu krajowym, jego numer i nazwa: 46k – Dolnego Wieprza.

„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 łęgowych. 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, ostrygojad, podgorzałka, podróżniczek, siweczka rzeczna.

Tabela 9

## 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           | PLB140004   | Dolina Środkowej Wisły (P)                 | 21°13'28"E                           | 51°59'43"N       | 30848,71                  | PL073<br>PL074<br>PL071<br>PL033<br>PL075             | mazowieckie<br><br>lubelskie | kozienicki<br><br>puławski | Gniewoszków<br><br>Puławy   |
| 2  | B           | PLH060055   | Puławy (S)                                 | 21°59'24"E                           | 51°25'52"N       | 1156,97                   | PL033   | mazowieckie                  | puławski                   | Puławy                      |
| 3  | G           | PLH060045   | Przełom Wisły w Małopolsce (PS)            | 21°47'28"E                           | 51°06'37"N       | 15116,37                  | PL033<br>PL0D0<br>PL074                               | lubelskie                    | puławski                   | Janowiec<br>Kazimierz Dolny |
| 4  | B           | PLH060015   | Płaskowyż Nałęczowski (S)                  | 22°00'29" E                          | 51°51'35" N      | 1080,69                   | PL033   | lubelskie                    | puławski                   | Kazimierz Dolny             |
| 5  | D           | PLB140013   | Ostoja Kozienicka (P)                      | 21°29'44"E                           | 51°30'48"N       | 68301,2                   | PL074   | mazowieckie                  | kozienicki                 | Kozienice<br>Sieciechów     |

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; G – obszar SOO, całkowicie zawierający w sobie obszar OSO

Rubryka 4: S – specjalny obszar ochrony siedlisk, P – obszar specjalnej ochrony ptaków; PS – obszar specjalnej ochrony ptaków i specjalny obszar ochrony siedlisk, których granice całkowicie się pokrywają

„Ostoja Kozienicka”, której jedynie niewielki fragment położony jest w północno-zachodniej części arkusza, leży na terenie Równiny Radomskiej w widłach pradolin Wisły, Radomki i Zagożdżonki. Większość powierzchni obszaru zajmują lasy stanowiące fragment 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 wydmowymi. 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. bączek, bocian czarny, kraska, lelek, bąk, bocian biały, rybitwa czarna. Spośród roślin spotkać można liczne rzadkie i chronione gatunki m.in. czosnek niedźwiedzi, widłaki, wiele gatunków storczyków, przebiśnieg, pełnik europejski.

Obszar ostoi „Puławy”, w znacznej większości pokryty lasami, został uznany za szczególnie pod względem przyrodniczym, ze względu na fakt, iż na jej terenie znajduje się kolonia rozrodcza nocka dużego (licząca 350 osobników) wraz z żerowiskiem. Znalazła ona schronienie na strychu budynku Domu Dziecka. Oprócz kolonii tego gatunku ssaka, wpisanego do załącznika II Dyrektywy Siedliskowej, stwierdzono także występowanie liczącej około 100 osobników kolonii innego nietoperza – gacka szarego.

„Przełom Wisły w Małopolsce” obejmuje przełomowy odcinek Wisły od ujścia Sanu powyżej Annopola do Puław. Dolina Wisły ma na tym odcinku charakter rzeki przełomu o unikalnych walorach krajobrazowych. Występują tutaj liczne starorzecza, łachy, zastoiska, piaszczyste wyspy. Strome wapienne i lessowe skarpy porastają płaty muraw kserotermicznych. Obszar obejmuje fragment ostoi wodno-błotnych o randze europejskiej dla ptaków lęgowych i migrujących. Stwierdzono tutaj 11 rodzajów siedlisk z Załącznika I Dyrektywy Rady 92/43/EWG oraz 14 gatunków z Załącznika II tej Dyrektywy.

Ostoja „Płaskowyż Nałęczowski” obejmuje najsilniej urzeźbiony fragment Płaskowyżu Nałęczowskiego. Tworzy go labirynt lessowych wąwozów, których zbocza i dna dolin są porośnięte lasem. Pozostałe tereny, szczególnie obszary wierzchowinowe, są uprawiane rolniczo. Cennym elementem tej ostoi są wapienne groty w Ochotnicy – unikatowe stanowisko geologiczne o randze europejskiej. Jest to jedna z największych kolonii zimowych nietoperzy w Polsce, miejsce zimowania 4 gatunków nietoperzy z Załącznika II Dyrektywy Rady 92/43/EWG. Obiekt

ma także znaczenie kulturowe, jako pamiątka dawnego sposobu eksploataowania kamienia na tym terenie.

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

## **XII. Zabytki kultury**

Arkusze Puławy 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 której następowała kolonizacja i zasiedlanie terenów puszczy nadwiślańskiej.

Początki osadnictwa w rejonie dawnej puszczy Radomskiej sięgają X–XI w. 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. W tym okresie powstały osady – Gniewoszów i Wysokie Koło. Na skrzyżowaniu dróg wodnych i lądowych rozwijały się założone w XVI w. Puławy.

Spuścizną długiej historii tego regionu są cenne zabytki kultury materialnej – od stanowisk archeologicznych po zabytki architektoniczne. Burzliwe dzieje Puław pozostawiły po sobie liczne zabytki. Należy do nich zaliczyć zabytkowy zespół architektoniczny Puław obejmujący zespół pałacowo-ogrodowy, dawny szpital pw. św. Karola (XIX w.), kościół pw. Wniebowzięcia NMP (1801–1803), karczmę z I poł. XVIII w., zabytkowe drewniano-murowane wille z XIX w., dawną bursę studencką (XIX w) – obecnie siedziba starostwa.

Głównym elementem zespołu pałacowo-ogrodowego jest wybudowany w latach 1676–1679 dla Stanisława Lubomirskiego, barokowy, a po przebudowie klasycystyczny – Pałac Czartoryskich. W skład zespołu pałacowego wchodzi ponadto inne budowle wybudowane w latach

późniejszych przez Christiana Aignera. Są to: neoklasycystyczny Pałac Marynki (wybudowany dla Marii ks. Wirtemberskiej), wzniesiona w kształcie rotundy Świątynia Sybilli (1798–1801), oraz Dom Gotycki (1809). Nieco dalej wznosi się barokowo-klasycystyczny kościół pw. św. Józefa z I połowy XVIII w.

Najciekawszą budowlą znajdującą się w parku to Świątynia Sybilli (dawna Świątynia Pamięci). Wybudowana na polecenie Izabeli Czartoryskiej w latach 1798-1801 według projektu Aignera na wzór antycznej świątyni Westy w Tivoli pod Rzymem, stała się wkrótce pierwszym w Polsce muzeum, mającym pobudzać patriotyzm w okupowanej Polsce. W jej podziemiach znajduje się umieszczony przez Czartoryskich czarny obelisk poświęcony Księżu Józefowi Poniatowskiemu.

Listę zabytków parku uzupełniają: Domek Żółty, Altana Chińska, Brama Rzymska, Domek Grecki i marmurowy Sarkofag. Pałac otacza założony przez Lubomirskich 30. hektarowy park. Pierwotnie zaprojektowany w stylu francuskim, pod koniec XVIII w. przekształcony przez Izabellę Czartoryską w park krajobrazowy w stylu angielskim, jest osobliwością florystyczną z wieloma gatunkami roślin.

Równie cennymi zabytkami w granicach arkusza Puławy są: kościół parafialny pw. św. Stanisława Biskupa (XVII w.) w Oleksowie, barokowy zespół klasztorny dominikanów (XVII w.) w Wysokim Kole, kościół parafialny pw. św. Floriana (XIX w) w Łagowie, fundowany przez Czartoryskich (1781 r.) barokowo-klasycystyczny kościół wraz z dzwonnica w Górze Puławskiej, zespół kościoła parafialnego św. Józefa Oblubieńca (1726-28) w Puławach-Włostowicach oraz kościół parafialny (1628–1636 r.) i wczesnobarokowa kaplica Loretańska w Gołębiu.

W rejestrze konserwatora zabytków znajdują się także drewniane XVIII-to wieczne domy na rynku w Gniewoszowie. Charakterystycznym elementem krajobrazu są, pochodzące z XIX w., zabytkowe parki - pozostałości otoczenia dawnych dworów w: Bronowicach, Regowie Starym, Wysokim Kole, Łagowie i Sadłowicach. W Bochothnicy zachowały się ruiny zamku Firlejów z XIV wieku wraz z Górą Zamkową oraz mauzoleum Jana Oleśnickiego (ruina).

Na obszarze arkusza znajduje się fragment zabytkowego zespołu architektonicznego Kazimierza Dolnego.

W czasie II wojny światowej toczyły się na tych terenach walki w kampanii wrześniowej, a podczas okupacji był to aktywny ośrodek konspiracji zbrojnej. Pomniki pamięci pomordowanych mieszkańców znajdują się w Bochofnicy i Mszale Nowej.

### **XIII. Podsumowanie**

Obszar arkusza Puławy położony na pograniczu Niziny Środkowomazowieckiej i Wyżyny Lubelskiej obejmuje malownicze fragmenty Małopolskiego Przełomu Wisły, Doliny Środkowej Wisły i Równiny Kozienickiej.

Zagospodarowanie terenu ma charakter przemysłowo-rolniczy z silnym akcentem turystycznym. Puławy, największe miasto na tym obszarze jest silnym i prężnym ośrodkiem przemysłowym, naukowo-badawczym i kulturalnym, a jednocześnie centrum administracyjnym i samorządowym. Na pozostałym obszarze dominuje rolnictwo indywidualne, a podstawowym kierunkiem produkcji jest uprawa zbóż, warzyw i owoców.

Część terenu położona w dolinie Wisły należy do obszarów prawnie chronionych w postaci parku krajobrazowego i jego otuliny, rezerwatów przyrody oraz sieci NATURA 2000. Pociąga to za sobą szereg ograniczeń, uwarunkowań i ukierunkowań w prowadzeniu gospodarki na tych terenach.

Niezaprzeczalne zalety krajobrazu i klimatu, wysokie walory przyrodnicze Kazimierskiego Parku Krajobrazowego, liczne i atrakcyjne zabytki Puław i pobliskich – Kazimierza Dolnego i Nałęczowa stwarzają dogodne warunki do uprawiania turystyki aktywnej i ekoturystyki, w tym wędrówek pieszych, rowerowych i samochodowych. Wymaga to dalszej poprawy bazy noclegowej, zaplecza gastronomicznego i rekreacyjnego oraz odpowiedniej reklamy. Miejscowe plany zagospodarowania terenu przewidują dalszy rozwój tego regionu w kierunku turystycznym.

Działalność wydobywcza na większą skalę związana jest od lat z eksploatacją piasków kwarcowych na potrzeby PREFABET-u, do produkcji betonu komórkowego. Udokumentowane złoża zabezpieczają zapotrzebowanie na tę kopalinę, ponadto istnieją perspektywy surowcowe w tym zakresie. Na małą, lokalną skalę wydobywane są zwykłe piaski i pospółki budowlane i drogowe, rozpowszechnione na całym terenie. Natomiast górnictwo górnokredowych i trzeciorzędowych opok i wapieni ma obecnie znaczenie historyczne, a istniejące kamieniołomy wartość edukacyjną i krajobrazową.

Wykorzystanie bogactw mineralnych powinno uwzględniać ograniczenia związane z ochroną walorów przyrodniczych tego obszaru.

Omawiany obszar położony jest w zasięgu trzech zasobnych w wody podziemne głównych zbiorników wód podziemnych – niecka radomska (405), niecka lubelska (406) oraz Dolina Środkowej Wisły (222). Występują one w węglanowych osadach kredy i piaszczysto-żwirowych trzeciorzędu i czwartorzędu tworząc trzy użytkowe piętra wodonośne. Wody są dobrej jakości, ale słaba izolacja od powierzchni powoduje ich stałe zagrożenie zanieczyszczeniami z powierzchni. Dlatego duże znaczenie należy przywiązywać do ich ochrony, dążąc do uregulowania gospodarki wodno-ściekowej oraz właściwego stosowania nawozów sztucznych i środków ochrony roślin.

System wodociągowy na terenie Puław zaopatruje w wodę około 99,6% mieszkańców miasta i dużą część gminy. Wody podziemne czerpane są z głębinowego ujęcia wody z pokładów kredowych i spełniają wymagania w zakresie normowanych wskaźników fizykochemicznych i bakteriologicznych.

Na omawianym obszarze przeważają warunki korzystne dla budownictwa. Występują one generalnie w całej centralnej i zachodniej części obszaru arkusza na zachód od doliny Wisły. W strefie przypowierzchniowej występują tu z reguły skonsolidowane gliny zwałowe w stanie twaroplastycznym, a zwierciadło wód gruntowych na terenach wysoczyzn znajduje się z reguły głębiej niż 2 m p.p.t.

Warunki niekorzystne dla zabudowy wyznaczono przede wszystkim w obrębie tarasów zalewowych Wisły oraz w obrębie dolin rzecznych. Warunki utrudniające budownictwo występują również w rejonach wysokich i stromych skarp wiślanych zagrożonych powierzchniowymi ruchami masowymi, szczególnie w okolicach Nasiłowa i Góry Puławskiej. Zagospodarowanie budowlane w aktywnym pod względem procesów geodynamicznych obszarze okolic Puław wymaga dokumentowania geologiczno-inżynierskiego.

Na terenie objętym arkuszem Puławy wyznaczono obszary możliwej lokalizacji składowisk odpadów obojętnych. Są to miejsca występowania w strefie przypowierzchniowej glin oraz (podrzędnie) ilów i mułków zastoiskowych zlodowaceń środkowopolskich (Odry). Wyznaczone obszary znajdują się na terenie gmin: Gniewoszków, Policzna, Przyłęk, Puławy i Janowiec.

Tereny te znajdują się w zasięgu nieudokumentowanego głównego zbiornika wód podziemnych nr 405 Niecka Radomska (kreda górna). Z chwilą jego udokumentowania wyznaczone obszary mogą być wykluczone z tego typu zagospodarowania.

Pod kątem składowania odpadów komunalnych można dodatkowo rozpoznać tereny w bezpośrednim sąsiedztwie otworów, w profilach których stwierdzono ility (Klikawa, Pająków, Kolonia Nasiłów). Konieczne jest ustalenie ciągłości warstwy, jej miąższości i właściwości izolacyjnych.

Warunki hydrogeologiczne rozpatrywane pod kątem składowania odpadów są korzystne. Wskazane obszary znajdują się na terenach o niskim, podrzędnie średnim stopniu zagrożenia wód poziomów użytkowych, występujących na głębokości 15–50 m, podrzędnie 5–15 m. Najmniej korzystna jest lokalizacja składowisk w rejonie Katolików, Oblas Dworskich i Trzcianek, gdzie stopień zagrożenia wód określono na wysoki.

Decyzję o wyborze miejsca lokalizacji obiektu musi poprzedzić rozpoznanie geologiczno-inżynierskie i po zakończeniu eksploatacji, na składowisko odpadów można przeznaczyć suche, głębokie wyrobisko złoża kruszywa naturalnego „Janowiec II”. Należy się liczyć z kosztami dodatkowej izolacji obiektu.

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

#### **XIV. Literatura**

- BAK B., SZELAĞ A., RADWANEK-BAK B., 2004 – Mapa geologiczno-gospodarcza Polski w skali 1:50 000, arkusz Puławy. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- CYWICKI R., CYWICKA K., 1982 – Sprawozdanie z prac geologiczno-zwiadowczych za kruszywem naturalnym w rejonie Dęblin-Zakrzów. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- CZAJA-JARZMIK B., 2002 – Dodatek nr 1 do uproszczonej dokumentacji geologicznej złoża piasków do produkcji betonów komórkowych „Puławy”. „Geotramp” s.c., Lublin. Centr. Arch. Geol. 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., 1981 – Sprawozdanie z prac geologiczno-zwiadowczych dla określenia warunków występowania surowców ilastych ceramiki budowlanej na terenie woj. radomskiego. ZPiDG Warszawa. Arch. Mazowieckiego Urzędu Wojewódzkiego, Warszawa.
- DRĄGOWSKI A., 1965 – Inżyniersko-geologiczna charakterystyka zwietrzelin utworów dolnomastycheckich przelomowego odcinka Wisły środkowej i przyległych wyżyn. [w]: Materiały z sympozjum n.t.: „Hydrogeologiczne i geologiczno-inżynierskie problemy zagospodarowania Wisły środkowej od Kazimierza Dolnego do Puław”. Kazimierz Dolny-Warszawa, Wyd. SiTG, Katowice.
- DRĄGOWSKI A., 1981 – Inżyniersko-geologiczna charakterystyka niszczenia skał mastycheckich Wyżyny Lubelskiej w wyniku pęcznienia i skurczliwości. BiW Geol. Uniw. Warsz., t. 29. Warszawa.
- DUDZIŃSKI A., 1997 – Inwentaryzacja złóż surowców mineralnych z uwzględnieniem elementów ochrony środowiska gminy Janowiec. Przeds. Geolog. Warszawa. Zakład w Lublinie. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- FYDA F., 2000 – Dokumentacja geologiczna uproszczona w kat. C1 złoża kruszywa naturalnego „Trzcianki - 3” „Geotramp” Lublin. Arch. Urzędu Marszałkowskiego, Lublin.
- GAŁUS S., WÓJCIK L., 1999 – Dodatek nr 1 do dokumentacji geologicznej złoża piasku „Oblasz”. Arch. Urzędu Marszałkowskiego, Lublin.
- GAŁUS S., WÓJCIK L., 2006a – Dodatek nr 1 do dokumentacji geologicznej w kat. C<sub>1</sub> złoża kruszywa naturalnego „Janowiec II”. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- GAŁUS S., WÓJCIK L., 2006b – Dodatek nr 1 do uproszczonej dokumentacji geologicznej w kat. C<sub>1</sub> złoża kruszywa naturalnego „Puławy II”. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- GAŁUS S., WÓJCIK L., 2007 – Dodatek nr 2 do uproszczonej dokumentacji geologicznej w kat. C<sub>1</sub> złoża kruszywa naturalnego „Puławy II”. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- GAŁUS S., WÓJCIK L., 2008 – Dokumentacja geologiczna złoża piasku „Opatkowice II” w kat. C<sub>1</sub>. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., 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.
- GIEROWSKA-SZRAJER K., 1962 – Karta rejestracyjna złoża piasków „Sarnów”. Grupa Wiertnicza, Kielce. Arch. Urzędu Marszałkowskiego, Lublin.
- Instrukcja** opracowania Mapy geosrodowiskowej Polski w skali 1:50 000, 2005 – Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- KACZOROWSKA Z., 1977 – Pogoda i klimat. WSiP. Warszawa.
- KELMAN C., WÓJCIK L., 2005 – Dokumentacja Geologiczna złoża piasku „Oblasy I” w kat. C<sub>1</sub>. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., 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.
- KOLUCH Z., 1978 – Dokumentacja geologiczna w kat. C<sub>1</sub>+B złoża opoki kredowej „Nasiłów”. „Hydrogeo” Kraków. Arch. Urzędu Marszałkowskiego, Lublin.
- KONDRACKI J., 2000 – Geografia regionalna Polski. Wyd. Nauk. PWN. Warszawa.
- KOZŁOWSKI S., [red.], 1984 – Surowce mineralne środkowowschodniej Polski. Wyd. Geol., Warszawa.
- KULCZYCKA J., 1967 – Program badań geologicznych w Sarnowie w celu udokumentowania złoża piasku do produkcji betonów komórkowych i zwykłych. Arch. Przeds. Geol., Kielce.
- LIRO A., 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.
- LIWSKA H., 1993 – Dodatek nr 2 do dokumentacji geologicznej w kat. C<sub>1</sub>+B złoża opoki kredowej „Nasiłów”. Przeds. Geol. „Polgeol” Warszawa. Arch. Urzędu Marszałkowskiego, Lublin.

- MACHALSKI M., ŻARSKI M., 1997 – Interpretacja stratygraficzna oraz środowiskowa znaleziska krokodyla w osadach paleocenu Kazimierza Dolnego. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- 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.
- MARKS L., BER A., GOGOLEK W., PIOTROWSKA K., [red], 2006 – Mapa geologiczna Polski 1:500 000. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- MICHALCZYK Z., WILGAT T., 1998 – Stosunki wodne Lubelszczyzny. Wyd. UMCS, Lublin.
- MRÓZ W., 1998 – Inwentaryzacja zasobów kopalin i wód podziemnych z uwzględnieniem potrzeb ich ochrony i możliwości zagospodarowania dla gminy Przyłęk. „GEOTECHNIKA” Kielce. Arch. Mazowieckiego Urzędu Wojewódzkiego. Warszawa.
- MUSIAŁ B., WYRWICKA K., 1982 – Sprawozdanie z badań zwiadowczych ze surowcami dla przemysłu cementowego i wapienniczego w rejonie Iłża-Zwoleń-Lipsko. Przeds. Geol., Kielce; Inst. Geol., Warszawa.. Arch. Mazowieckiego Urzędu Wojewódzkiego. Warszawa.
- OFICJALSKA H., WŁOSTOWSKI J., KALIŃSKI J., PĘCZKOWSKA B., FIGIEL Z., KOZINA 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.
- 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.
- PACHOLSKA E., 2009 – Monitoring rzek w 2009 roku. Woj. Insp. Ochr. Środ., Warszawa.
- PACZYŃSKI B., 1995 – Atlas hydrogeologiczny Polski w skali 1:500 000. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- POŻARYSKI W., 1952 – Orzeczenie geologiczne występowania ziemi krzemionkowej w Górze Puławskiej. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- POŻARYSKI W., (red.), 1974 – Budowa geologiczna Polski. T. IV Tektonika. Niż Polski. Wyd. Geol. Warszawa.

- Przyroda** powiatu lubelskiego. Parki krajobrazowe, obszary chronionego krajobrazu, rezerwy przyrody, pomniki przyrody, flora i fauna., 2004. Starostwo Powiatowe w Lublinie.
- RADOMSKA H., 1990 – Sprawozdanie z prac geologiczno-zwiadowczych za piaskami do produkcji betonów komórkowych w rejonie Puław. Przeds. Geol., Kielce. Arch. Urzędu Marszałkowskiego, Lublin.
- RADOMSKA H., NICPOŃ N., 1992 – Uproszczona dokumentacja geologiczna złoża piasków do produkcji betonów komórkowych „Puławy”. Arch. Urzędu Marszałkowskiego, Lublin.
- Raport** o stanie środowiska województwa lubelskiego w 2008 roku, 2009 – Woj. Inspektorat Ochrony Środowiska. Lublin.
- RĄCZASZEK H., 1991 – Karta rejestracyjna złoża piasków kwarcowych do produkcji betonów komórkowych „Gołąb 1”. Arch. Urzędu Marszałkowskiego, Lublin.
- ROSZKOWSKI M., 1972 – Sprawozdanie z robót i badań geologicznych, zwiadowczych za złożami kruszywa naturalnego na terenie powiatu Puławy. Arch. Urzędu Marszałkowskiego, Lublin.
- Rozporządzenie** Ministra Środowiska z dnia 9 września 2002 r. w sprawie standardów jakości gleby oraz standardów jakości ziemi. Dz U nr 165 z dnia 4 października 2002 r., poz. 1359.
- Rozporządzenie** Ministra Środowiska z dnia 24 marca 2003 roku w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących lokalizacji, budowy, eksploatacji i zamknięcia, jakim powinny odpowiadać poszczególne typy składowisk odpadów (Dz U 03.61.543).
- Rozporządzenie** Ministra Środowiska z dnia 20.08.2008 r. w „Sprawie sposobu klasyfikacji stanu jednolitych części wód powierzchniowych” (Dz U nr. 162, poz. 1008).
- RYSAK A., 1997 – Inwentaryzacja złóż surowców mineralnych z uwzględnieniem elementów ochrony środowiska gminy Puławy. Przeds. Geolog. Warszawa. Zakład w Lublinie. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- SAMOČKA B., 1968 – Dokumentacja geologiczna złoża piasków kwarcowych do produkcji betonów komórkowych „Gołąb”. „CERCEO” Warszawa. Arch. Urzędu Marszałkowskiego, Lublin.

- SIERANT M., 2005 – Dokumentacja geologiczna złoża kruszywa naturalnego „Opatkowice” w kat. C<sub>1</sub>. Pracownia Geologiczna „GEOTECHNIKA” Zamość. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- SIERANT M., 2007 – Dokumentacja geologiczna w kat. C<sub>1</sub> złoża kruszywa naturalnego „Opatkowice I”. Pracownia Geologiczna „GEOTECHNIKA” Zamość. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- SIERANT M., 2008 – Dokumentacja geologiczna w kat. C<sub>1</sub> złoża kruszywa naturalnego – piasku „Gołąb I”. Pracownia Geologiczna „GEOTECHNIKA” Zamość. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- SIERANT M., SIERANT-SUŁECKA E., 2009 – Dodatek nr 1 do dokumentacji geologicznej w kat. C<sub>1</sub> złoża kruszywa naturalnego „Opatkowice” w związku z zakończeniem eksploatacji. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- SOKOŁOWSKA H., 1973 – Sprawozdanie z badań geologicznych wykonanych dla perspektywicznego określenia ilości kruszywa naturalnego „Włostowice”. Arch. Urzędu Marszałkowskiego, Lublin.
- SOKOŁOWSKI A., 2000 – Mapa hydrogeologiczna Polski w skali 1:50 000, arkusz Puławy. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- STUPNICKA E., 1989 – Budowa regionalna Polski. Wyd. Geol., Warszawa.
- 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.
- SZYDEŁ R., 2008 – Dodatek nr 1 do dokumentacji geologicznej (uproszczonej) w kat. C<sub>1</sub> złoża piasków „Kajetanów I” (rozliczeniowy). Archiwum Starostwa Powiatowego w Puławach.
- TREJTA M., 2004 – Dokumentacja geologiczna w kat. C<sub>1</sub> złoża kruszywa naturalnego „Nowy Janowiec” z uproszczonym projektem zagospodarowania złoża. „Ekoprofil” Lublin. Arch. Urzędu Marszałkowskiego, Lublin.
- Ustawa** o odpadach z dnia 27 kwietnia 2001 r. (DzU 07.39.251 tekst jednolity).

- WIĘCKOWSKI S., 2001 – Uproszczona dokumentacja geologiczna w kat. C<sub>1</sub> złoża kruszywa naturalnego „Janowiec II” z elementami projektu zagospodarowania złoża. Arch. Urzędu Marszałkowskiego, 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.
- WÓJCIK L., GAŁUS S., 1997 - Uproszczona dokumentacja geologiczna w kat. C<sub>1</sub> złoża kruszywa naturalnego „Trzcianki II”. Arch. Urzędu Marszałkowskiego, Lublin.
- WÓJCIK L., GAŁUS S., 1998a – Dodatek nr 1 do dokumentacji geologicznej w kat. C<sub>1</sub> złoża kruszywa naturalnego „Trzcianki II”. Arch. Urzędu Marszałkowskiego, Lublin.
- WÓJCIK L., GAŁUS S., 1998b – Uproszczona dokumentacja geologiczna złoża piasku „Kajetanów I”. Arch. Urzędu Marszałkowskiego, Lublin.
- ZARĘBSKI Z., WÓJCIK L., 1999 – Uproszczona dokumentacja geologiczna w kat. C<sub>1</sub> z elementami planu zagospodarowania złoża kruszywa naturalnego do robót budowlanych i drogowych „Puławy II”. Arch. Urzędu Marszałkowskiego, Lublin.
- Zasady** dokumentowania złóż kopalin stałych., 1999 – Min. Środ., Warszawa.
- ZYGA T., 1999 – Orzeczenie geologiczne z elementami planu racjonalnej gospodarki złożem dotyczące złoża piasków na dz. 297 w Kajetanowie. „Geotech”. Arch. Urzędu Marszałkowskiego, Lublin.
- ŻARSKI M., 1996 – Szczegółowa mapa geologiczna Polski w skali 1:50 000, arkusz Puławy. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- ŻARSKI M., 1998 – Objasnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1:50 000, arkusz Puławy. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- ZWOLSKI C., 2003 – Radom i region radomski. Wyd. Regionalne „Radomka”. Radom.