

PAŃSTWOWY INSTYTUT GEOLOGICZNY  
PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY

---

OPRACOWANIE ZAMÓWIONE PRZEZ MINISTRA ŚRODOWISKA

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

**Arkusz PAWŁÓW (788)**



MINISTERSTWO  
ŚRODOWISKA

Warszawa 2011

Autorzy: Ewa Krogulec\*, Jan Wierchowicz\*, Paweł Kwecko\*\*,  
Jerzy Miecznik \*\*, Grażyna Hrybowicz\*\*\*

Główny koordynator MGŚP: Małgorzata Sikorska-Maykowska\*\*

Plansza A – Redaktor regionalny: Albin Zdanowski\*\*

Plansza B – Redaktor regionalny: Joanna Szyborska-Kaszycka \*\*

Redaktor tekstu: Joanna Szyborska-Kaszycka \*\*

\*Segi-AT, ul. Baletowa 30, Warszawa

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

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

ISBN.....

## Spis treści

I.	Wstęp (E. Krogulec) .....	3
II.	Charakterystyka geograficzna i gospodarcza (E. Krogulec).....	4
III.	Budowa geologiczna (E. Krogulec).....	7
IV.	Złoża kopalin (J. Wierchowiec).....	10
1.	Węgiel kamienny .....	10
2.	Margle i opoki przemysłu cementowego .....	14
3.	Surowce ilaste przemysłu cementowego .....	15
4.	Ziemia krzemionkowa .....	16
5.	Piaski kwarcowe do produkcji cegły wapienno-piaskowej .....	16
6.	Kruszywo naturalne piaskowe .....	17
7.	Torfy .....	21
V.	Górnictwo i przetwórstwo kopalin (J. Wierchowiec).....	23
VI.	Perspektywy i prognozy występowania kopalin (J. Wierchowiec).....	26
1.	Węgiel kamienny .....	26
2.	Gaz ziemny .....	27
3.	Ziemia krzemionkowa .....	28
4.	Margle i opoki przemysłu cementowego .....	28
5.	Piaski kwarcowe do produkcji cegły wapienno-piaskowej .....	29
6.	Kruszywo naturalne piaskowe .....	30
7.	Torfy .....	31
VII.	Warunki wodne (E. Krogulec).....	31
1.	Wody powierzchniowe .....	31
2.	Wody podziemne .....	32
VIII.	Geochemia środowiska.....	35
1.	Gleby (P. Kwecko).....	35
2.	Pierwiastki promieniotwórcze (J. Miecznik) .....	38
IX.	Składowanie odpadów (G. Hrybowicz) .....	40
X.	Warunki podłoża budowlanego (E. Krogulec) .....	45
XI.	Ochrona przyrody i krajobrazu (E. Krogulec) .....	46
XII.	Zabytki kultury (E. Krogulec).....	51
XIII.	Podsumowanie (E. Krogulec, J. Wierchowiec, G. Hrybowicz) .....	52
XIV.	Literatura .....	54

## I. Wstęp

Arkusze Pawłów Mapy geośrodowiskowej Polski (MGsP) w skali 1:50 000 opracowany został w Segi AT (plansza A) oraz w Państwowym Instytucie Geologicznym-Państwowym Instytucie Badawczym i Przedsiębiorstwie Geologicznym POLGEOLOG SA (plansza B) w 2010/11 r. Przy opracowaniu arkusza wykorzystano materiały archiwalne arkusza Mapy geologiczno-gospodarczej Polski w skali 1:50 000 (Maszońska i in., 2005). Niniejsze opracowanie powstało zgodnie z Instrukcją opracowania MgsP (Instrukcja..., 2005).

Mapa geośrodowiskowa składa się z dwóch Plansz – plansza A zawiera zaktualizowaną treść Mapy geologiczno-gospodarczej Polski, 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 powinny być również uwzględniane przy lokalizowaniu innych obiektów, zaliczanych do kategorii szczególnie uciążliwych dla środowiska i zdrowia ludzi, lub mogących pogarszać stan środowiska. Informacje dotyczące zanieczyszczenia gleb i osadów dennych wód powierzchniowych są użyteczne do wskazywania optymalnych kierunków zagospodarowania terenów zdegradowanych.

Mapa geośrodowiskowa adresowana jest przede wszystkim do instytucji, samorządów terytorialnych i administracji państwowej, zajmujących się racjonalnym zarządzaniem zasobami środowiska przyrodniczego. Analiza jej treści stanowi pomoc w realizacji postanowień ustaw o zagospodarowaniu przestrzennym i prawa ochrony środowiska. Informacje zawarte na mapie mogą być wykorzystane w pracach studialnych przy opracowaniu strategii rozwoju województwa oraz projektów i planów zagospodarowania przestrzennego, a także w opracowaniach ekofizjograficznych. Przedstawiane na mapie informacje środowiskowe mogą być pomocne przy wykonywaniu wojewódzkich, powiatowych i gminnych programów ochrony środowiska oraz planów gospodarki odpadami.

Mapa powstała na podstawie interpretacji i reinterpretacji materiałów archiwalnych, opracowań publikowanych, oraz zwiadu terenowego. Konsultacje i uzgodnienia dokonywane były w: Centralnym Archiwum Geologicznym PIG w Warszawie, Wojewódzkim Archiwum Geologicznym Lubelskiego Urzędu Wojewódzkiego w Lublinie oraz w Delegaturze WAG w Chełmie, Wojewódzkim Inspektoracie Ochrony Środowiska w Lublinie, Wojewódzkim Urzędzie Ochrony Zabytków w Lublinie i Delegaturze WUOZ w Chełmie, Regionalnym Zarządzie Gospodarki Wodnej (Inspektorat w Lublinie – Oddział w Chełmie), Starostwie Powiatowym w Krasnymstawie, urzędach miejskich w Rejowcu Fabrycznym i w Krasnymstawie, urzędach gmin w: Siedliszczu, Rejowcu Fabrycznym, Rejowcu, Fajslawicach, Łopienniku Górnym i Krasnymstawie. Zostały one zweryfikowane w czasie wizji terenowej we wrześniu 2010 roku.

Szczegółowe dane dotyczące złóż kopalin są ujęte w kartach informacyjnych opracowanych dla komputerowej bazy danych o złożach.

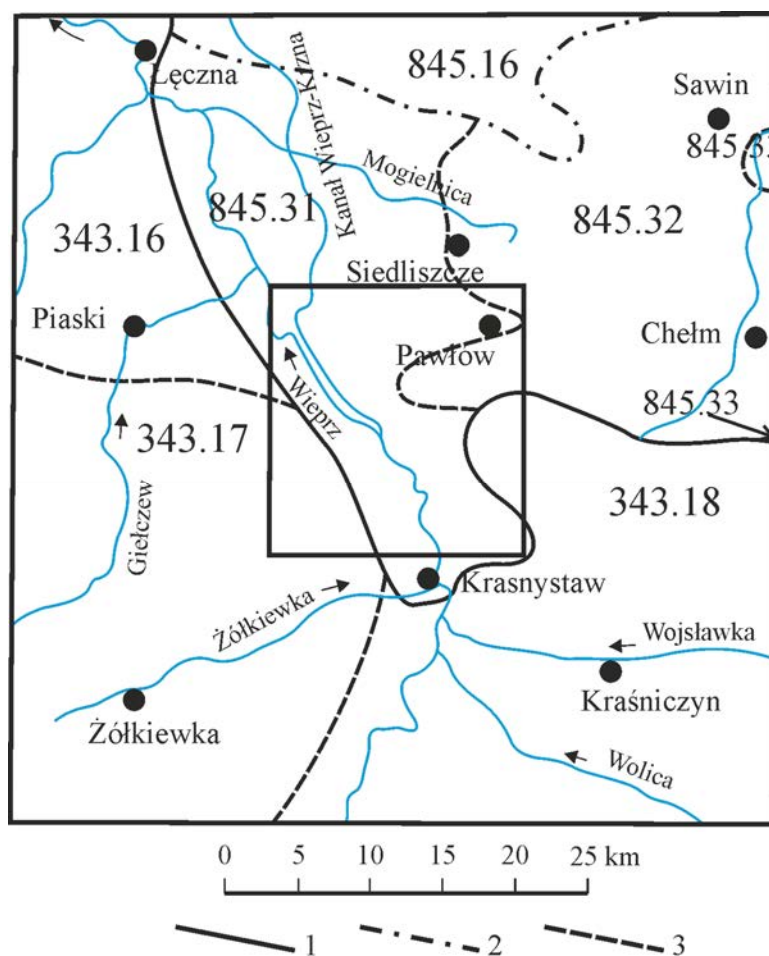
## **II. Charakterystyka geograficzna i gospodarcza**

Obszar arkusza Pawłów wyznaczają współrzędne  $23^{\circ}00' - 23^{\circ}15'$  długości geograficznej wschodniej i  $51^{\circ}00' - 51^{\circ}10'$  szerokości geograficznej północnej.

Pod względem administracyjnym obszar arkusza położony jest w województwie lubelskim w granicach powiatu świdnickiego (gmina Trawniki), chełmskiego (miasto i gmina Rejowiec Fabryczny, gmina Siedliszcze) oraz krasnostawskiego (miasto Krasnymstaw, gminy: Rejowiec, Fajslawice, Łopiennik Górny i Krasnymstaw).

Zgodnie z podziałem fizycznogeograficznym Polski (Kondracki, 2000) przez obszar arkusza przebiega granica prowincji Wyżyn Polskich (makroregion Wyżyna Lubelska; mezoregiony: Płaskowyż Świdnicki, Wzniosłość Giełczewska, Działy Grabowieckie) i prowincji Nizin Wschodniobałtycko-Białoruskich (makroregion Polesie Wołyńskie; mezoregiony Obniżenie Dorohuckie i Pagóry Chełmskie) (fig. 1). Płaskowyż Świdnicki obejmuje niewielki fragment terenu arkusza i bez wyraźnej granicy przechodzi w Wzniosłość Giełczewską położoną na zachód od doliny rzeki Wieprz. W obszarze arkusza tworzą ją zbudowane z opok pagórkowate wzniesienia (180–252 m n.p.m.), praktycznie pozbawione pokrywy osadów czwartorzędowych, przecięte doliną rzeki Łopy. Działy Grabowieckie obejmują rejon przy wschodniej granicy obszaru arkusza, między doliną rzeki Siennicy i rzeki Białki (Rejki). Występują tu podłużne garby skał górnokredowych (200–250 m n.p.m.), poprzecinane bocznymi dolinkami i wąwozami. Środkową i największą część obszaru arkusza zajmuje Obniżenie

Dorohuckie, obejmujące dolinę rzeki Wieprz i przyległy do niej równinny teren (170–200 m n.p.m.).



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

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

Prowincja: Wyżyny Polskie; podprowincja: Wyżyna Lubelsko-Lwowska; makroregion: Wyżyna Lubelska.  
 Mezoregiony Wyżyny Lubelskiej: 343.16 – Płaskowyż Świdnicki, 343.17 – Wzniosłość Giełczewska, 343.18 – Działy Grabowieckie.  
 Prowincja: Niziny Wschodniobałtycko-Białoruskie; podprowincja: Polesie; makroregiony: Polesie Zachodnie i Polesie Wołyńskie.  
 Mezoregiony Polesia Zachodniego: 845.16 – Równina Łęczyńsko-Włodawska.  
 Mezoregiony Polesia Wołyńskiego: 845.31 – Obniżenie Dorohuckie, 845.32 – Pagóry Chełmskie, 845.33 – Obniżenie Dubienki

Dolina Wieprza ma szerokość od 0,5 km do 2 km, lokalnie nawet do 4,0 km. Wschodnie zbocza doliny są łagodne i rozległe, występują tu liczne podmokłości poprzecinane gęstą siecią rowów melioracyjnych, znaczne powierzchnie zajmują tereny zalesione i łąki. Północno-wschodnią część obszaru arkusza zajmują Pagóry Chełmskie – wyspowa wzniesienia (do około 290 m n.p.m.), zbudowane ze skał kredowych i przykryte czapami trzeciorzędowych piaskowców; w obniżeniach między wzgórzami występują piaszczyste lub torfowe równiny.

Pod względem klimatycznym obszar arkusza jest zaliczony do dzielnicy klimatycznej Lubelsko-Chełmskiej. Charakteryzuje się ona znacznymi sumami rocznych opadów atmosferycznych.

rycznych 500-600 mm, najwyższymi liczbami dni z opadami gradowymi (10–18 dni w roku) oraz najwyższymi wartościami usłonecznienia względnego w okresie letnim (45%–50%), przy znacznych wartościach parowania wody (840–900 mm). Klimat kształtowany jest przez masy powietrza polarnego pochodzenia morskiego (około 65%), rzadziej pochodzenia kontynentalnego (około 25%). W zimie występuje pogoda mroźna, w lecie sucha i ciepła, niekiedy upalna. Średnia temperatura roczna wynosi 7,2°C przy średniej wiosny 6,6–6,8°C, lata 17,6–17,8°C, zimy 2,2–2,4°C. Czas trwania okresu wegetacyjnego wynosi 214-216 dni. Dominują wiatry zachodnie i południowo-zachodnie, rzadziej z północnego wschodu oraz z kierunków wschodnich. Przeciętna prędkość wiatrów w roku wynosi 3–3,5 m/sek, choć często wieją wiatry o dużej sile i prędkości (Woś, 1999).

Obszar arkusza Pawłów jest regionem rolniczym, największą powierzchnię zajmują użytki rolne (około 70%). Wśród nich grunty orne stanowią około 60%, a trwałe użytki zielone (łąki i pastwiska) około 10%. Gleby chronione w klasach bonitacyjnych od II do IVa tworzą zwarte kompleksy w południowo-zachodniej części obszaru arkusza. Lasy występują na około 10% powierzchni arkusza, głównie w rejonie Obniżenia Dorohuckiego.

W opisywanym rejonie przeważa osadnictwo typu wiejskiego, usytuowane głównie wzdłuż dolin rzecznych. Największą miejscowością jest Rejowiec Fabryczny, do większych miejscowości należą siedziby urzędów gmin Trawniki i Łopiennik Górny oraz wsie: Pawłów, Kanie, Liszno, Stężycza, Siennica Nadolna. Przy południowej granicy arkusza położona jest część obszaru miejskiego miasta Krasnystaw (przedmieście miasta – Borek). Wieś Trawniki jest zamieszkała przez około 3000 osób. We wsi oprócz urzędów publicznych, zlokalizowane są szkoły wszystkich szczebli, sklepy różnych branż, oddziały banków, zakłady usługowe i przeróbcze, młyn oraz ośrodek kulturalny. We wsi Łopiennik mieszka około 550 osób. Zlokalizowanych jest tu kilka firm branży usługowej i handlowej oraz ośrodek kultury, bank, szkoła podstawowa i gimnazjum.

Przez północno-zachodnią część obszaru arkusza przebiega droga wojewódzka nr 838. W północno-wschodniej i południowo-wschodniej części opisywanego obszaru biegnie droga wojewódzka nr 839 łącząca Cyców z Rejowcem. W południowo-zachodniej i północno-zachodniej części obszaru są planowane drogi ekspresowe S12 (Lublin–Dorohusk) i S17 (Lublin–Lwów). Przez teren arkusza przebiegają dwie linie kolejowe: Lublin–Rejowiec Fabryczny–Chełm–Dorohusk–Włodawa oraz Rejowiec Fabryczny–Krasnystaw–Zawada, mająca połączenie z szerokotorową linią Hrubieszów–Huta Katowice.

### III. Budowa geologiczna

Budowę geologiczną obszaru arkusza Pawłów przedstawiono na podstawie Szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1:50 000, arkusz Pawłów (Mojski, 1962, 1968), Mapy geologicznej Polski w skali 1:200 000, arkusz Chełm, Horodło (Cieśliński, Rzechowski, 1995; Rzechowski, 1997) i Atlasu geologicznego Lubelskiego Zagłębia Węglowego (Zdanowski, red., 1999).

Obszar arkusza położony jest w obrębie struktury zrębowej podlasko-lubelskiej, w strefie brzeżnej prekambryjskiej platformy wschodnioeuropejskiej i paleozoicznej platformy środkowoeuropejskiej. Dyslokacyjne struktury głębokiego podłoża mają wpływ na rozwój sedymentacji na tym obszarze w okresach późniejszych. W strukturach młodszego paleozoiku (karbonu), obszar badań określany jest jako niecka nadbużańska (niecka węglowa); w strukturach mezozoicznych – jako niecka lubelska (południowa część niecki brzeżnej).

Osady karbonu rozpoznano szczegółowo w trakcie dokumentowania złóż węgla kamiennego, są to skały osadowe karbonu niecki nadbużańskiej. Tworzą one jednostkę strukturalną o osi podnoszącej się w kierunku południowo-wschodnim. W obrębie synkliny występują liczne struktury o charakterze fałdów lub zrębów. W granicach arkusza Pawłów, wzdłuż kierunku SW-NE, wyróżnia się synklinę Izbicy, antyklinę Fajslawic, synklinę Dorohuczy, synklinę Krasnystaw-Grabowiec, antyklinę Rejowca i synklinę Kumowa. W okresie karbońskim warunki sedymentacji zmieniały się stopniowo od dominacji facji morskiej w wizenie do przewagi facji lądowej w westfalu. W paralicznych seriach iłowcowo-mułowcowych namuru i westfalu występują pokłady węgla kamiennego. Utwory karbonu lubelskiego w całości uznawane są za formację węglonośną, główna część zasobów węgla kamiennego związana jest z utworami westfalu formacji lubelskiej.

Na utworach karbonu zalegają osady mezozoiczne niecki lubelskiej. W obszarze arkusza występują utwory jury środkowej i górnej oraz kredy dolnej i górnej. Osady jury środkowej występują w facji lądowej (piaskowce i mułowce), osady jury górnej wykształcone są głównie jako wapienie. Miąższość utworów jurajskich wynosi około 80 m.

Utwory jury reprezentowane są przez wapienie i dolomity oraz klastyczne utwory wypełniające rynnę i obniżenia morfologiczne w stropowej powierzchni osadów karbońskich. Miąższość osadów serii jurajskiej wynosi około 100 m.

Nieckę lubelską wypełniają głównie osady kredy. W opisywanym rejonie występuje luka sedymentacyjna obejmująca część kredy dolnej (piętra starsze od albu). W spagu utworów kredy występują piaski (alb górny) i wapniste piaskowce glaukonitowe (cenoman). Jest to

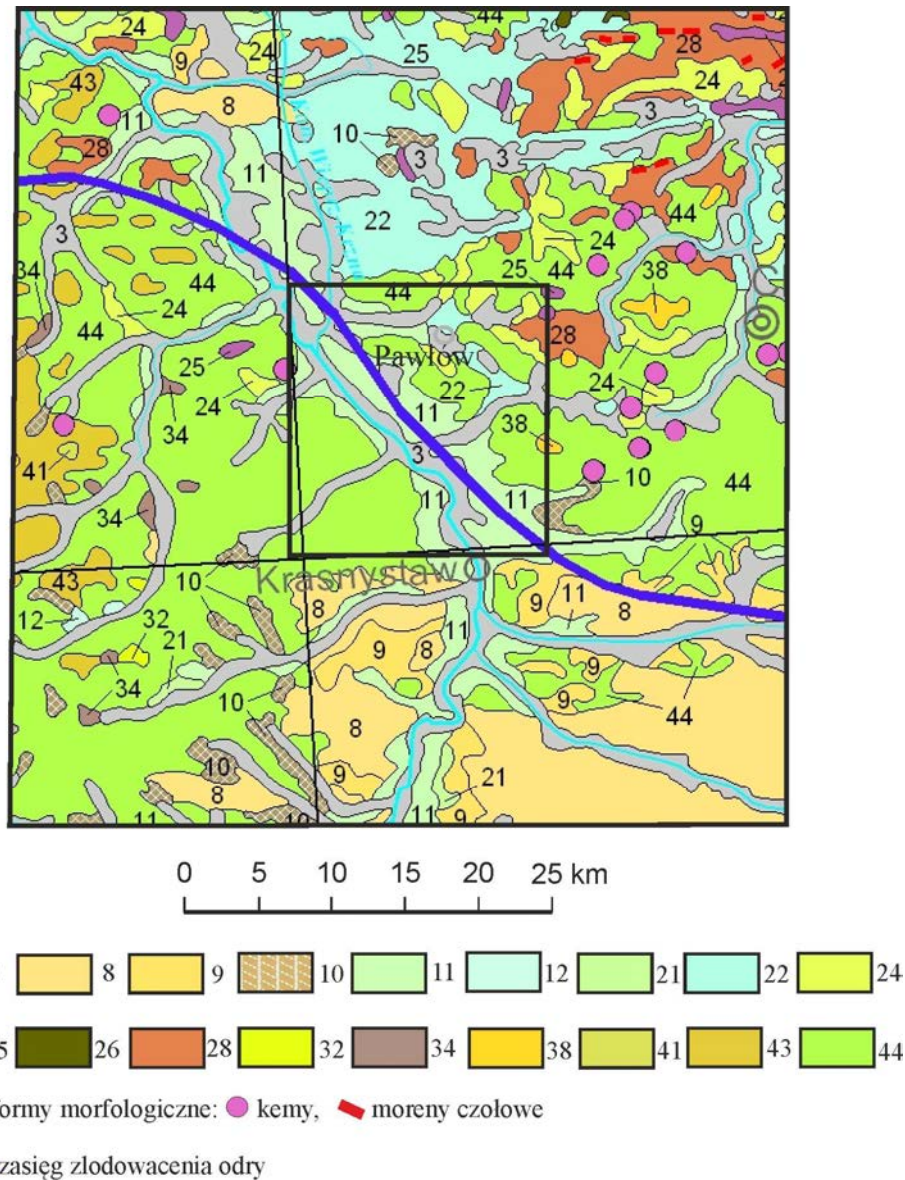
warstwa o znacznej wodonośności. Wody przy wykonywaniu pierwszego szybu LZW spowodowały duże problemy techniczne, a w konsekwencji konieczne było kosztowne zamrażanie górotworu. Powyżej piaskowców występuje seria węglanowa turonu, koniak, santonu, kampanu i mastrychtu, wykształcona jako wapienie i margle, a w mastrychcie również jako kreda pisząca i opoki. W stropowych partiach mastrychtu w południowo-zachodniej i środkowej części obszaru arkusza przeważają opoki z wkładkami margli i wapieni; w części wschodniej występuje zespół marglisty: margle, opoki margliste, a poza wschodnią granicą arkusza także kreda pisząca. Osady te stanowią główny użytkowy poziom wodonośny. Strop masywu kredowego jest zwietrzały, miąższość zwietrzliny wynosi od 1 m do około 8 m; miejscowo występują przejawy krasu. Zwietrzelina w rejonach występowania opok ma charakter rumoszu skalnego; w marglach najczęściej występuje zwietrzelina gliniasta.

Na obszarze arkusza Pawłów lokalnie występują osady trzeciorzędu wykształcone jako opoki odwapnione i piaski kwarcowo-glaukonitowe sedymentacji morskiej (eocen), piaski i mułki (oligocen), piaski kwarcowe z wkładkami zlepów muszlowych i piaskowcami oraz ility i mułki (miocen). Opoki odwapnione (opoki lekkie) jako seria złożowa występują w północno-wschodniej części obszaru arkusza. Piaski, mułki, piaski kwarcowe i piaskowce występują w partiach wierzchołkowych wzgórz w rejonie wsi Krynica. W rejonie między Rejowcem Fabrycznym a Pawłowem stwierdzono występowanie piasków kwarcowych, iłów i mułków w położeniu zaburzonym glaciciektonicznie. Miąższość osadów trzeciorzędowych wynosi ponad 20 m.

Pokrywa utworów czwartorzędowych występuje na około 50% powierzchni arkusza Pawłów (fig. 2). Utwory czwartorzędu mają niewielką miąższość (od kilku do kilkunastu metrów), tylko w dolinie Wieprza osiągają miąższość około 30 m. W dolinie Wieprza na stropie utworów kredy leżą plejstocenyjskie piaski i żwiry (żwiry składają się głównie z materiału kredowego), powyżej występuje seria piasków z domieszką żwirów i lessy wykształcone w facji aluwialnej w postaci „mułków dryjasowych”. Na wysoczyźnie występują utwory plejstocenu (zlodowaceń środkowopolskich i północnopolskich) oraz holocenu.

Utwory zlodowaceń środkowopolskich występują na niewielkim obszarze w północno-wschodnim rejonie obszaru arkusza; są to gliny zwałowe, piaski i żwiry lodowcowe i wodnolodowcowe, oraz mułki, mułki piaszczyste i piaski jeziorne. Największe rozprzestrzenienie mają piaski jeziorno-rzeczne lub mułki i piaski rzeczne zlodowaceń północnopolskich, występujące w obrębie wysokiego tarasu Wieprza. Utwory holocenu to piaski i gliny deluwialne występujące na stokach wyniesień oraz mady, mułki i piaski rzeczne, namuły torfiaste i torfy (typu niskiego) występujące w dnach dolin rzecznych i w zagłębieniach terenu. W dolnych partiach

torfy przechodzą miejscami w gytie (węglanową lub organiczną) z przewarstwieniami łu i torfu. Miąższość torfu wraz z gytą wynosi maksymalnie około 5 m. Lessy występujące na obszarze arkusza Pawłów mają miąższość nie większą niż 2 m; pokrywy lessowe o znacznej miąższości (około 15 m) występują w rejonie Krasnegostawu, poza południową granicą arkusza.



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

Czwartorzęd

Holocen: 3 – piaski, żwiry, mady rzeczne oraz torfy i namuły,

Plejstocen: 8 – lessy, 9 – lessy piaszczyste i pyły lessopodobne, 10 – gliny, piaski i gliny z rumoszami, 11 – piaski, żwiry i mułki jeziorne, 12 – piaski i mułki jeziorne, 21 – piaski, żwiry i mułki rzeczne, 22 – piaski i mułki jeziorne, 24 – piaski i żwiry sandrowe, 25 – piaski i mułki kemów, 28 – gliny zwałowe, ich zwietrzliny oraz piaski i żwiry lodowcowe, 32 – piaski i żwiry sandrowe, 34 – gliny zwałowe, ich zwietrzliny oraz piaski i żwiry lodowcowe

Miocen: 38 – wapień organodetrytyczne, siarkonośne, żwiry, piaskowce i gipsy

Oligocen: 41 – piaski, lokalnie z bursztynem, mułki, łu i węgiel brunatny, 43 – gezy, wapień, opoki, piaski i piaskowce glaukonitowe, margle, mułki i łu

Kreda górna: 44 – wapień, kreda piszcząca z krzemianami, opoki, margle, wkładki piaskowców i gezy

*Zachowano oryginalną numerację z Mapy geologicznej Polski w skali 1:500 000*

## IV. Złóża kopalin

Na obszarze arkusza Pawłów obecnie udokumentowanych jest czterdzieści jeden złóż, w tym jedno złóże węgla kamiennego, dwa złóża margli, jedno opok i margli, trzydzieści dwa złóża kruszywa naturalnego piaskowego, dwa złóża piasków kwarcowych do produkcji cegły wapienno-piaskowej oraz po jednym: ziemi krzemionkowej, iłów i glin do produkcji cementu oraz torfu. Torfy są również kopaliną towarzyszącą w złóżu piasków „Oleśniki”. Trzy złóża z pośród czterdziestu jeden udokumentowanych: „Trawniki”, „Chełm II” i „Lechówka” tylko w niewielkiej części położone są w granicach arkusza Pawłów.

Dodatkowo, na omawianym obszarze znajdowało się siedemnaście złóż, których zasoby zostały skreślone z bilansu zasobów: trzynaście złóż kruszywa naturalnego piaskowego w rejonie Dorohuczy, trzy złóża piasków w okolicach Wólki Kańskiej i jedno złóże iłów ceramiki budowlanej „Pawłów”. Wspomniane złóża wykreślono z bilansu z uwagi na wyczerpanie zasobów przemysłowych i niską jakość pozostałej w złóżu kopaliny. Zestawienie udokumentowanych złóż kopalin wg stanu na 31.12.2009 r. (Wołkowicz i in. (red.), 2010), ich stan zagospodarowania oraz klasyfikację sozologiczną przedstawiono w tabeli 1.

### 1. Węgiel kamienny

Złóże „Chełm II” udokumentowano w kat. C<sub>2</sub> na powierzchni 17 800 ha (Pilipeczuk i in., 1982), przy czym na obszarze arkusza znajduje się tylko fragment zachodniej część złóża obejmujący około 15% jego powierzchni. Zasoby złóża zaktualizowano w roku 2000 (aktualne zasoby bilansowe 1034,5 mln ton, w tym węgla koksowych 466,85 mln ton) (Ptak, 2000). Złóże jest zaburzone tektonicznie co powoduje, że ilość pokładów węgla jest bardzo zmienna. W strefie wychodni spągu formacji z Lublina (w okolicach Chełma, we wschodniej części złóża) występuje 1 pokład bilansowy, a w osiowej partii synkliny Kumowa (np. w tworze Rejowiec IG 2) stwierdzono występowanie 23 pokładów bilansowych o miąższości od 1,0 do 2,6 m (średnio 1,3 m). W nadkładzie złóża o grubości od 623 do 720 m (średnio 679 m) występują wapień i dolomity jurajskie oraz wapień i margle kredowe, a także cienka pokrywa piasków i glin czwartorzędowych. Wartość opałowa węgla wynosi: 18,167–32,023 MJ/kg (średnio 27,241 MJ/kg) przy zawartości popiołu 1,87–38,11% (średnio 13,16%) i siarki całkowitej 0,37–9,96% (średnio 1,54%). Warunki hydrogeologiczne złóża są skomplikowane – występują tu trzy poziomy wodonośne: czwartorzędowo-górnokredowy na głębokości do około 200 m (wody o mineralizacji 0,38–0,74 g/l), dolnokredowo-jurajski na głębokości od 550 m do 660 m (mineralizacja 1,60–7,21 g/l) i karboński na głębokości od 640 m do 1000 m (mineralizacja 2,58–7,71 g/l).

Tabela 1

## Złóża kopalin i ich charakterystyka gospodarcza oraz klasyfikacja

Nr złoża na mapie	Nazwa złoża	Rodzaj kopaliny	Wiek komplek- su litologiczno- surowcowego	Zasoby geo- logiczne bilansowe (tys. ton, tys. m <sup>3*</sup> )	Kategoria rozpoznania	Stan zago- spodarowa- nia złoża	Wydobycie (tys. ton, tys. m <sup>3</sup> )	Zastosowanie kopaliny	Klasyfikacja złóż		Przyczyny konfliktowości złoża
				wg stanu na 31.12.2009 r. (Wołkowicz i in. (red.), 2010)						Klasy 1-4	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Trawniki <sup>1)</sup>	p	Q	15 041	C <sub>2</sub>	N	–	Sb	4	B	W, G1
2	Dorohucza VI	p	Q	20	C <sub>1</sub>	Z	–	Sd, Sb	4	A	–
3	Dorohucza V	p	Q	138	C <sub>1</sub>	Z	–	Sd, Sb	4	A	–
4	Ewopole	p	Q	141	C <sub>1</sub>	Z	–	Sb, Sd	4	A	–
7	Dorohucza VIII	p	Q	0	C <sub>1</sub>	Z	–	Sd, Sb	4	A	–
8	Dorohucza	p	Q	pzb	C <sub>1</sub> *	Z	–	Sd, Sb	4	A	–
11	Chojno dz. 171	t	Q	16*	C <sub>1</sub>	G	0	I	4	B	W
14	Wólka Kańska I	p	Q	134	C <sub>1</sub>	Z	–	Sb, Sd	4	A	–
15	Chełm II <sup>1)</sup>	Wk	C	1 034 514	C <sub>2</sub>	N	–	E	2	B	W
16	Lechówka <sup>1)</sup>	zk	Tr	961	C <sub>1</sub> + C <sub>2</sub>	Z	–	Ch	2	B	Natura 2000, W, L
17	Kanie-Liszno	pki	Q	214*	B	Z	–	Scb	4	A	–
18	Rejowiec I	me	Cr	41 354	C <sub>1</sub> +B+A	N	–	Sc	2	B	W, G1
19	Rejowiec	me	Cr	38 873	C <sub>1</sub> +B+A	G	130	Sc	2	B	W
20	Pawłów	i(ir)	Tr	184	C <sub>1</sub>	Z	–	Sc	4	B	W
21	Oleśniki	p t	Q Q	137 274 4 543 <sup>*1)</sup>	C <sub>2</sub> C <sub>2</sub>	N N	– –	Sb, Sd I	4	B	W
22	Nikodemówka	o, me	Cr	91900	C <sub>2</sub>	N	–	Sc	2	B	W, L, G1
23	Toruń	pki	Q	2 118*	C <sub>1</sub>	N	–	Scb	4	A	–

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
24	Toruń II	p	Q	9	C <sub>1</sub>	G	21	Sb, Sd	4	B	W
25	Toruń I	p	Q	218	C <sub>2</sub>	Z <sup>1)</sup>	75	Sb, Sd	4	A	–
26	Zagrody	p	Q	9	C <sub>1</sub> *	N	–	Sd, Sb	4	A	–
27	Borowica I	p	Q	477	C <sub>1</sub>	Z	–	Sd, Sb	4	A	–
28	Krynica	p	Q	160	C <sub>1</sub> *	Z	–	Sd	4	A	–
29	Wincentów I	p	Q	72	C <sub>1</sub>	Z	–	Sd, Sb	4	A	–
30	Wincentów	p	Q	0	C <sub>1</sub>	Z	–	Sb, Sd	4	A	–
31	Siennica Nadolna	p	Q	43	C <sub>2</sub>	Z	–	Sb, Sd	4	A	–
32	Siennica Nadolna II	p	Q	0	C <sub>1</sub>	Z	–	Sb, Sd	4	A	–
33	Dorohucza XI	p	Q	97	C <sub>1</sub>	G	5	Sd, Sb	4	A	–
34	Dorohucza XII	p	Q	0	C <sub>1</sub>	Z	–	Sb, Sd	4	A	–
35	Dorohucza XIV	p	Q	9	C <sub>1</sub>	G <sup>1)</sup>	d.n.	Sd	4	A	–
36	Dorohucza XV	p	Q	129	C <sub>1</sub>	G	15	Sd, Sb	4	B	W
37	Dorohucza XVI <sup>2)</sup>	p	Q	96	C <sub>1</sub>	G <sup>1)</sup>	d.n.	Sb, Sd	4	A	–
38	Dorohucza XVII <sup>2)</sup>	p	Q	52	C <sub>1</sub>	G <sup>1)</sup>	d.n.	Sd	4	A	–
39	Dorohucza XVIII <sup>2)</sup>	p	Q	37	C <sub>1</sub>	G <sup>1)</sup>	d.n.	Sd	4	A	–
40	Dorohucza Nowina VII	p	Q	120	C <sub>1</sub>	Z <sup>1)</sup>	d.n.	Sd	4	A	–
41	Dorohucza Nowina VIII	p	Q	95	C <sub>1</sub>	G <sup>1)</sup>	d.n.	Sd	4	A	–
42	Dorohucza Nowina IX <sup>2)</sup>	p	Q	68	C <sub>1</sub>	G <sup>1)</sup>	d.n.	Sd	4	A	–
43	Dorohucza Nowina X <sup>2)</sup>	p	Q	130	C <sub>1</sub>	G <sup>1)</sup>	d.n.	Sd	4	A	–
44	Wólka Kańska III	p	Q	96	C <sub>1</sub>	G	0	Sb, Sd	4	A	–
45	Toruń III <sup>2)</sup>	p	Q	213	C <sub>1</sub>	G <sup>1)</sup>	d.n.	Sb, Sd	4	A	–
46	Wola Żulińska	p	Q	469	C <sub>1</sub>	N	–	Sd, Sb	4	A	–
47	Borowica I/1	p	Q	85	C <sub>1</sub>	G <sup>1)</sup>	d.n.	Sd, Sb	4	A	–
–	Dorohucza III	p	Q	–	–	ZWB	–	–	–	–	–

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
-	Dorohucza IV <sup>3)</sup>	p	Q	-	-	ZWB	-	-	-	-	-
-	Dorohucza VII	p	Q	-	-	ZWB	-	-	-	-	-
-	Dorohucza IX	p	Q	-	-	ZWB	-	-	-	-	-
-	Dorohucza X	p	Q	-	-	ZWB	-	-	-	-	-
-	Dorohucza XIII <sup>3)</sup>	p	Q	-	-	ZWB	-	-	-	-	-
-	Dorohucza-Nowina	p	Q	-	-	ZWB	-	-	-	-	-
-	Dorohucza-Nowina I <sup>3)</sup>	p	Q	-	-	ZWB	-	-	-	-	-
-	Dorohucza-Nowina II <sup>3)</sup>	p	Q	-	-	ZWB	-	-	-	-	-
-	Dorohucza-Nowina III <sup>3)</sup>	p	Q	-	-	ZWB	-	-	-	-	-
-	Dorohucza-Nowina IV <sup>3)</sup>	p	Q	-	-	ZWB	-	-	-	-	-
-	Dorohucza-Nowina V <sup>3)</sup>	p	Q	-	-	ZWB	-	-	-	-	-
-	Dorohucza-Nowina VI <sup>3)</sup>	p	Q	-	-	ZWB	-	-	-	-	-
-	Wólka Kańska	p	Q	-	-	ZWB	-	-	-	-	-
-	Wólka Kańska II	p	Q	-	-	ZWB	-	-	-	-	-
-	Wólka Kańska dz.12,15,18	p	Q	-	-	ZWB	-	-	-	-	-
-	Pawłów	i(ic)	Tr	-	-	ZWB	-	-	-	-	-

- Rubryka 2 <sup>1)</sup> w granicach arkusza Pawłów tylko fragment złoża; <sup>2)</sup> złoża nie figuruje w Bilansie zasobów wg stanu na 31.12.2009; <sup>3)</sup> złoża skreślone z bilansu w roku 2010
- Rubryka 3 Wk – węgiel kamienny, zk – ziemia krzemionkowa, me – margle, o – opoki, i(ic) – iły ceramiki budowlanej, i(ir) – iły o różnym zastosowaniu, g (gr) – gliny o różnym zastosowaniu, p – piaski, pki – piaski kwarcowe o innych zastosowaniach (do produkcji cegły wapienno-piaskowej), t – torfy;
- Rubryka 4 Q – czwartorzęd, Tr – trzeciorzęd, Cr – kreda, C – karbon;
- Rubryka 5 pzb – zasoby tylko pozabilansowe; <sup>1)</sup> zasoby torfu w nadkładzie złoża wynoszą wg dokumentacji geologicznej 2021,96 tys. m<sup>3</sup>;
- Rubryka 6 kategoria rozpoznania zasobów udokumentowanych: B, C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub>; złoża zarejestrowane: C<sub>1</sub>\* (kategoria przypisana umownie);
- Rubryka 7 G – zagospodarowane, G<sup>1)</sup> – zagospodarowane w roku 2010, N – niezagospodarowane, Z – zaniechane, Z<sup>1)</sup> – zaniechane w roku 2010, ZWB – skreślone z bilansu (zlokalizowane na mapie dokumentacyjnej zamieszczonej w materiałach archiwalnych);
- Rubryka 9 E – kopaliny energetyczne; S – kopaliny skalne: Sb – budowlane, Sd – drogowo, Sc – cementowe, Scb – ceramiki budowlanej, Ch – chemiczne; I – kopaliny inne (torfy rolnicze);
- Rubryka 10 złoża: 2 – rzadkie w skali całego kraju lub skoncentrowane w określonym rejonie, 4 – powszechne, licznie występujące i łatwo dostępne;
- Rubryka 11 złoża: A – małokonfliktowe, B – konfliktowe;
- Rubryka 12 W – ochrona wód podziemnych (GZWP-407), Natura 2000 (obszar specjalnej ochrony siedlisk), L – ochrona lasów, Gl – ochrona gleb

## 2. Margle i opoki przemysłu cementowego

Na obszarze arkusza udokumentowano 2 złoża margli kredowych „Rejowiec” i „Rejowiec I” oraz jedno złożo margli i opok kredowych „Nikodemówka”.

Złoża margli „Rejowiec” (Zarębski, Leszczewska, 2003) i „Rejowiec I” (Kilakiewicz, Zarębski, 2002) zostały wydzielone z obszaru złożowego „Rejowiec” udokumentowanego zbiorczą dokumentacją w kategorii C<sub>1</sub>+B w roku 1983 i Dodatkiem nr 1 z roku 1992 (Kapera, Żyła, 1983; Smuszkiewicz, 1992). Powodem podziału obszaru złożowego „Rejowiec” na dwa odrębne złoża były względy ekonomiczne – w złożu „Rejowiec I” występuje kopalina gorszej jakości, będąca dla przemysłu cementowego surowcem niezupełnym („niskim”). Główne parametry geologiczno-górnice i jakościowe złóż margli i opok przemysłu cementowego przedstawiono w tabeli 2.

Złożo „Rejowiec” udokumentowano na powierzchni 69,32 ha, miąższość złoża waha się od 25,6 do 48,0 m i średnio wynosi 45,0 m, a nadkład został w całości zdjęty. Seria złożowa jest częściowo zawodniona, zwierciadło wody występuje na rzędnej około 182 m n.p.m.. Kopalina z powyższego złoża, z uwagi na jednorodność litologiczną i wysoką zawartość węglanu wapnia, stanowi surowiec prawie zupełny do produkcji cementu. Margle zawierają średnio 42,29% CaO, 0,47% MgO, 20,10% SiO<sub>2</sub>, 2,62% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> oraz 1,13% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

Złożo margli „Rejowiec I” zostało udokumentowane na powierzchni 57,90 ha, w dwóch polach – północnym i południowym o powierzchniach odpowiednio 28,06 ha i 29,85 ha (Kilakiewicz, Zarębski, 2002). Margle mają miąższość od 40,0 do 50,0 m (średnio 42,3 m) i występują pod nadkładem gleby, piasków i glin piaszczystych o grubości od 0,1 do 8,0 m (średnio 2,3 m). W spągu częściowo zawodnionego złoża występuje kompleks marglisty, którego nie przewiercono w żadnym z wierceń dokumentujących powyższe złożo. Kopalina zawiera średnio: 39,98% CaO, 0,82% MgO, 20,26% SiO<sub>2</sub>, 3,90% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> oraz 1,20% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Średni moduł krzemianowy wynosi 3,97, a moduł glinowy 3,25 (tabela 2). Powyższy skład chemiczny kopaliny kwalifikuje ją jako surowiec „niski” do produkcji cementu. Złożo to jest traktowane jako rezerwa zasobowa dla cementowni „Chełm”.

Złożo „Nikodemówka” udokumentowane w kategorii C<sub>2</sub> jako złożo rezerwowe dla przemysłu cementowego ma powierzchnię 142,00 ha (Tchórzewska, Tylek, 1972). Seria złożowa ma średnią miąższość 39,3 m i zbudowana jest z występujących naprzemian opok, opok marglistych i margli wieku kredowego. W nadkładzie o średniej grubości 0,7 m występuje gleba i rumosz skalny z okruchami opok i margli. Złożo znajduje się w obrębie lokalnego wzniesienia, ale jest częściowo zawodnione. Margle i opoki zawierają średnio 38,49% CaO,

0,85% MgO, 21,79% SiO<sub>2</sub>, 4,95% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> oraz 1,33% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Średni moduł krzemianowy wynosi 3,47, a moduł glinowy 3,72 (tabela 2). Kopalina może być stosowana w przemyśle cementowym jako surowiec niezupełny („niski”).

Tabela 2

**Główne parametry geologiczno-górnictwe złóż margli i opok oraz złoża surowców ilastych przemysłu cementowego i jakościowe kopaliny**

Parametry	Nazwa złoża				
	margle		opoki i margle	surowce ilaste	
	Rejowiec	Rejowiec I	Nikodemówka	Pawłów	
1	2	3	4	5	
Główne parametry geologiczno-górnictwe złóż					
powierzchnia złoża (ha)	69,32	57,90 pole N – 28,06 pole S – 29,85	142,00	2,61	
miąższość złoża (m) od-do; średnio	25,6–48,0; 45,0	40,0–50,0; 42,3	19,4–56,0; 39,3	6,5–7,2; 6,8	
grubość nadkładu (m) od-do; średnio	0,0	0,1–8,0; 2,25	0,4 – 1,0; 0,7	0,2–1,7; 0,8	
stosunek grubości nadkładu do miąższości złoża	nie dotyczy	0,03	0,03	0,12	
warunki hydrogeologiczne złoża	częściowo zawodnione	częściowo za- wodnione	częściowo zawo- dnione	częściowo zawo- dnione	
Główne parametry jakościowe kopaliny					
wartości od-do; średnio (% wag)	CaO	39,20–42,67; 42,29	17,40–44,08; 39,98	31,34–43,86; 38,49	1,05–1,54; 1,32
	MgO	0,24–0,75; 0,47	0,27–1,36; 0,82	0,41–1,65; 0,85	0,74–0,76; 0,75
	SiO <sub>2</sub>	17,61–21,23; 20,10	14,01–47,07; 20,26	14,86–29,57; 21,79	68,46–72,83 71,19
	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,27–3,01; 2,62	1,93–8,46; 3,90	3,97–5,91; 4,95	13,36–16,13; 14,48
	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,86–1,44; 1,13	0,25–3,91; 1,20	0,66–2,23; 1,33	3,80–4,37; 4,03
moduł krzemianowy	nie badano	2,57–7,36; 3,97	2,02–7,26; 3,47	3,34–4,22; 3,85	
moduł glinowy	nie badano	0,88–19,36; 3,25	3,00–4,69; 3,72	3,43–3,76; 3,59	

### 3. Surowce ilaste przemysłu cementowego

Złoże „Pawłów” początkowo udokumentowano w kat. C<sub>1</sub> jako złożę iłw ceramiki budowlanej (Jurek, 1959), a w połowie lat 80. kartą rejestracyjną (umownie przypisana kategoria rozpoznania – C<sub>1</sub>) jako złożę surowców ilastych do produkcji cementu (Kapera, 1985a, 1985b). W złożu na powierzchni 2,61 ha udokumentowano trzeciorzędowe ily i mułki z przewarstwieniami czwartorzędowych glin zwałowych. Seria złożowa ma miąższość od 6,5 do 7,2 m (średnio 6,8 m) i jest silnie zaburzona glacitektonicznie. Nadkład o grubości od 0,2 do 1,7 m (średnio 0,8 m) stanowią gleba i piaski gliniaste, a w spągu złoża nawiercono piaski gliniaste i zwietrzelinę margli. Surowiec ilasty z powyższego złoża średnio zawiera: 71,19% SiO<sub>2</sub>, 14,48% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 4,03% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 1,32% CaO i 0,75% MgO; średni moduł krzemianowy

wynosi 3,85, a moduł glinowy 3,59. Główne parametry geologiczno-górnictwa złoża i jakościowe kopaliny przedstawiono w tabeli 2.

#### 4. Ziemia krzemionkowa

Ziemia krzemionkowa zbudowana jest głównie z opalu, a cechami fizycznymi przypomina diatomity. Skała ta powstała w wyniku hipergenicznego wietrzenia (odwapnienia) wychodni opok.

W granicach arkusza Pawłów położona jest tylko południowa część złoża ziemi krzemionkowej „Lechówka” (około 30% powierzchni złoża), udokumentowanego w kategorii C<sub>1</sub>+C<sub>2</sub> na ogólnej powierzchni 50,00 ha (Mączka, 1953). Złoże ma formę soczewki o nierównym stropie i spągu, a miąższość serii złożowej zmienia się od 0,3 m do 10,4 m i średnio wynosi 2,9 m. Nadkład o grubości od 0,7 do 18,5 m (średnio 5,5 m) stanowią: gleba, piaski i gliny. Ziemia krzemionkowa zawiera średnio: 84,25% SiO<sub>2</sub>; 5,92% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; 0,4% CaO; 1,73% MgO i 7,7% P<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, przy średniej gęstości nasypowej 0,875 Mg/m<sup>3</sup>. Kopalina ze złoża „Lechówka” może być stosowana do wyrobu mas formierskich w przemyśle odlewniczym i do produkcji mas izolacyjnych oraz jako nośnik środków ochrony roślin i nawozów mineralnych.

#### 5. Piaski kwarcowe do produkcji cegły wapienno-piaskowej

Złóża piasków kwarcowych do produkcji cegły wapienno-piaskowej „Kanie-Liszno” i „Toruń” udokumentowano w obrębie tarasu nadzalewowego rzeki Wieprz. W stosunku do obowiązujących kryteriów bilansowości (Kryteria..., 2007) piaski z powyższych złóż zawierają zbyt duże ilości pyłów mineralnych (powyżej 5%).

Złoże „Kanie-Liszno” udokumentowano w kat. B na obszarze o powierzchni 17,80 ha (Andrusiewicz, 1958; Bujalska, 1978). Są to głównie drobnoziarniste piaski kwarcowe często z wkładkami mułków w partiach spągowych. Warstwa złożowa o miąższości od 1,1 do 8,0 m (średnio 4,5 m) występuje pod nadkładem gleby, piasków gliniastych oraz mułków o grubości od 0,2 do 1,3 m (średnio 0,5 m) i jest sucha.

Złoże piasków kwarcowych „Toruń” udokumentowano w kategorii C<sub>1</sub>, z rozpoznaniem jakości kopaliny w kategorii B na powierzchni 51,90 ha (Bujalska, 1982). Złoże jest suche, ma formę pokładową, a miąższość serii złożowej zmienia się od 1,3 m do 6,1 m i średnio wynosi 4,0 m. Nadkład o grubości od 0,2 do 2,0 m (średnio 0,3 m) stanowią gleba i piaski z domieszką mułków. W okresie późniejszym w granicach powyższego złoża piasków kwarcowych udokumentowano dwa złoża kruszywa naturalnego piaskowego „Toruń II” (Łoza,

2002) i „Toruń III” (Stec, 2010). Dodatków do dokumentacji złoża „Toruń”, aktualizujących jego zasoby nie opracowano.

Piaski z powyższych złóż charakteryzują się bardzo wysokim punktem piaskowym (ponad 99%) oraz znaczną zawartością pyłów mineralnych, wynoszącą średnio 9,4% w złożu „Kanie-Liszno” i średnio 11,1% w złożu „Toruń”. Piaski kwarcowe ze złóż „Kanie-Liszno” i „Toruń” średnio zawierają odpowiednio: 94,1% i 93,8% SiO<sub>2</sub>; 0,94% i 0,59% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; 1,19% i 0,78% CaO; 1,84% i 2,88% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> oraz 0,42% i 0,06% MgO. Główne parametry geologiczno-górniczne wspomnianych złóż oraz parametry jakościowe kopaliny przedstawiono w tabeli 3.

Tabela 3

**Główne parametry geologiczno-górniczne złóż piasków kwarcowych do produkcji cegły wapienno-piaskowej i jakościowe kopaliny**

Główne parametry geologiczno-górniczne (od-do; średnio)								
Nazwa złoża	Powierzchnia złoża (ha)	Miąższość złoża (m)	Grubość nadkładu (m)	Stosunek grubości nadkładu do miąższości złoża			Warunki hydrogeologiczne	
Kanie-Liszno	17,80	1,1–8,0 śr. 4,5	0,2–1,3 śr. 0,5	śr. 0,13			złoże suche	
Toruń	51,90	1,3–6,1 śr. 4,0	0,2–2,0 śr. 0,3	śr. 0,06			złoże suche	
Główne parametry jakościowe (od-do; średnio) (% wag.)								
Nazwa złoża	Punkt piaskowy (zawartość ziaren o śred. do 2 mm)	Zawartość pyłów mineralnych (frakcja < 0,063mm)	SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	Na <sub>2</sub> O + K <sub>2</sub> O
Kanie-Liszno	99,83–100 śr. 99,93	2,0–24,0 śr. 9,4	92,8–95,5 śr. 94,1	0,43–1,52 śr. 0,94	1,06–3,37 śr. 1,84	0,59–1,93 śr. 1,19	0,26–0,62 śr. 0,42	0,64–0,73 śr. 0,69
Toruń	99,70–100 śr. 99,97	3,6–24,1 śr. 11,1	91,3–96,5 śr. 93,8	0,40–0,97 śr. 0,59	1,34–4,01 śr. 2,88 <sup>*)</sup>	0,55–1,03 śr. 0,78	0,03–0,15 śr. 0,06	0,76–1,05 śr. 0,83

<sup>\*)</sup> – zawartość Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + TiO<sub>2</sub>

## 6. Kruszywo naturalne piaskowe

W granicach arkusza Pawłów złoża kruszywa piaskowego występują na terenie gmin: Trawniki (w rejonie Dorohuczy i Ewopola), Rejowiec Fabryczny (w okolicach miejscowości: Wólka Kańska, Toruń, Wola Żulińska, Zagrody i Krynica), Łopiennik Dolny (rejon Oleśnik i Borowicy) oraz Krasnystaw (w rejonie miejscowości Wincentów i Siennica Nadolna).

Pierwszym złożem piasków udokumentowanym w rejonie Dorohuczy – Ewopola było złoże „Dorohuczka” (Czaja-Jarzmik, 1981), które praktycznie zostało wyeksploatowane. W złożu pozostały tylko zasoby pozabilansowe w warstwie zawodnionej. W kolejnych latach, w jego sąsiedztwie, udokumentowano kilkanaście złóż piasków. Obecnie poza złożem „Dorohuczka” w powyższym obszarze udokumentowanych jest 15 złóż: „Ewopole” (Wójcik, Szy-

deł, 1992; Wójcik, Smuszkiewicz, 1997); „Dorohucza V” (Wójcik, Smuszkiewicz, 2000), „Dorohucza VI” (Smuszkiewicz, 2002), „Dorohucza VIII” (Smuszkiewicz, 2004), „Dorohucza XI” (Gałus, Wójcik, 2008), „Dorohucza XII” (Kelman, 2008), „Dorohucza XIV” (Gałus, Wójcik, 2009a), „Dorohucza XV” (Szydeł, 2009), „Dorohucza XVI” (Gałus, Wójcik, 2009b), „Dorohucza XVII” (Kelman, 2010a), „Dorohucza XVIII” (Kelman, 2010b), „Dorohucza-Nowina VII” (Kelman, 2009a), „Dorohucza-Nowina VIII” (Kelman, 2009b), „Dorohucza-Nowina IX” (Kelman, 2010c) i „Dorohucza-Nowina X” (Kelman, 2010d) (tabela 1).

Złoża piasków w rejonie Dorohucz – Ewopola mają powierzchnię od 0,49 ha („Dorohucza XIV”, „Dorohucza XV”) do 5,97 ha („Ewopole”). Warstwę złożową stanowią piaski rzeczne lub jeziorno-rzeczne budujące taras nadzalewowy rzeki Wieprz (Mojski, 1962, 1968). Są to piaski drobno- i średnioziarniste, lokalnie z przewarstwieniami mułków. Ilość mułków zwykle wzrasta w spągowych partiach złóż.

Forma serii złożowej jest pokładowa, a miąższość złóż wynosi średnio od 1,2 m („Dorohucza XIV”) do 6,6 m („Dorohucza”). W nadkładzie o średniej grubości do 0,6 m („Dorohucza VI”, „Dorohucza XI”, „Dorohucza XVI) występują gleba i piaski pylaste. W spągu zwykle nawiercane są piaski gliniaste lub piaski pylaste. Poza częściowo zawodnionym złożem „Dorohucza XV”, wszystkie pozostałe złoża piasków udokumentowane w rejonie Dorohucz – Ewopole są złożami suchymi i nie wymagają odwadniania.

Piaski z powyższych złóż charakteryzują się bardzo wysokim średnim punktem piaskowym (zawartość frakcji <2 mm) wynoszącym od 96,5% („Dorohucza V”) do 100% (zdecydowana większość udokumentowanych złóż piasków) oraz średnią zawartością pyłów mineralnych (ziarna o średnicy <0,063 mm) od 1,9% („Dorohucza XV”) do 13,9% („Dorohucza VI”).

Kruszywo piaskowe z powyższych złóż znajdują zastosowanie w drogownictwie i budownictwie ogólnym. Szczegółową charakterystykę parametrów geologiczno-górnicznych złóż i jakościowych kruszywa piaskowego przedstawiono w tabeli 4.

Na zachód od obszaru złożowego Dorohucz – Ewopole, w dolinie rzeki Wieprz, udokumentowano (w kategorii C<sub>2</sub>) złożo piasków „Trawniki” o powierzchni 51,00 ha (Solarzski, Bandurska-Kryłowicz, 1985). W granicach arkusza Pawłów znajduje się tylko mały fragment wschodniej części powyższego złoża. Występują tu piaski drobno- i średnioziarniste charakteryzujące się wysokim punktem piaskowym wynoszącym średnio 94,6% oraz średnią zawartością pyłów mineralnych 2,2% (tabela 4). Warstwa złożowa jest zawodniona.

Tabela 4

### Główne parametry geologiczno-górniczne złóż i jakościowe kruszywa piaskowego

Numer i nazwa złoża	Parametry górniczno-geologiczne (od-do; średnio)			Parametry jakościowe (od-do; średnio)			
	po- wierzchnia złoża (ha)	miąższość złoża (m)	grubość nadkładu (m)	punkt pias- kowy*) (% wag.)	zawartość pyłów mine- ralnych (% wag.)	średnia gęstość nasypowa (T/m <sup>3</sup> )	
						w stanie luźnym	w stanie za- gęszczonym
1	2	3	4	5	6	7	8
1 Trawniki <sup>1)</sup>	51,00	5,0–27,7 16,97	0,5–11,2 3,2	93,6–100 94,6	1,3–2,9 2,2	1,50	1,74
2 Dorohucza VI	1,14	5,0–5,7 5,4	0,3–1,0 0,6	100	7,4–20,3 13,9	n.o.	1,62
3 Dorohucza V	3,00	2,2–5,5 3,4	0,4–0,8 0,5	94,0–97,5 96,5	2,5–4,0 3,4	1,48	1,64
4 Ewopole	5,97	2,3–4,5 3,3	0,3–0,5 0,4	100	3,3–7,5 4,9	1,54	1,72
7 Dorohucza VIII	1,58	4,3–5,4 4,9	0,4–1,2 0,8	100	3,0–17,1 9,8	1,45	1,56
8 Dorohucza	4,98	2,9–7,8 6,6	0,2–1,2 0,4	99,7–100 99,97	3,0–22,4 9,2	n.o.	1,81
14 Wólka Kańska I	1,53	1,5–2,8 1,9	0,2–0,4 0,3	99,2–100 99,6	3,7–7,2 5,5	1,34	n.o.
21 Oleśniki <sup>1)</sup>	486,81	3,5–27,6 16,5	0,3–9,4 4,0	84,1–99,9 94,8	0,8–8,7 3,6	n.o.	1,72
24 Toruń II <sup>1)</sup>	1,92	5,4–8,9 7,7	0,2–0,4 0,3	100	3,4–5,1 4,3	1,54	1,75
25 Toruń I	4,84	2,0–4,8 4,2	śr. 0,2	100	3,5–6,0 4,4	1,37	n.o.
26 Zagrody	0,15	2,5–4,9 3,4	0,2–1,4 0,8	97,9–100 99,2	2,6–8,9 5,6	1,51	n.o.
27 Borowica I	8,36	2,0–6,1 4,3	0,3–0,6 0,33	98,1–100 99,9	3,2–17,2 5,0	1,54	1,67
28 Krynica	2,44	1,0–8,7 5,0	0,3–3,0 0,5	98,2–100 99,8	4,8–16,9 9,1	n.o.	1,54
29 Wincentów I	1,65	1,1–8,7 4,0	0,3–0,5 0,4	100	6,6–28,3 18,9	1,48	1,70
30 Wincentów	0,43	2,1–2,9 2,5	śr. 0,3	100	4,0–29,5 12,5	1,35	1,59
31 Siennica Nadolna	0,87	2,0–3,6 2,8	śr. 0,3	100	5,0–7,3 5,7	1,53	1,67
32 Siennica Nadolna II	0,54	1,4–3,6 2,2	śr. 0,3	100	5,0–7,3 6,1	n.o.	1,70
33 Dorohucza XI	1,99	1,8–4,4 3,0	0,3–1,8 0,6	100	2,9–3,1 3,0	1,53	1,71
34 Dorohucza XII	1,55	4,6–5,2 5,0	0,2–0,7 0,5	100	śr. 34*)	1,57	1,70
35 Dorohucza XIV	0,49	1,0–1,8 1,2	0,2–0,5 0,4	100	2,1–10,6 5,6	1,54	1,69
36 Dorohucza XV <sup>1)</sup>	0,49	1,6–6,1 4,2	0,4–0,6 0,5	100	0,8–3,5 1,9	1,54	1,61
37 Dorohucza XVI	1,62	1,5–4,5 3,4	0,4–0,7 0,6	100	3,0–5,3 4,2	1,60	1,75
38 Dorohucza XVII	0,94	2,5–3,7 3,3	śr. 0,4	100	62–63*)	1,52	1,69
39 Dorohucza XVIII	0,64	3,3–3,7 3,5	śr. 0,4	100	62–63*)	1,52	1,69

1	2	3	4	5	6	7	8
40 Dorohucza Nowina VII	1,66	3,3–6,3 4,5	śr. 0,2	100	śr. 37 <sup>*)</sup>	1,47	1,60
41 Dorohucza Nowina VIII	1,31	3,0–5,0 4,4	śr. 0,2	100	śr. 66 <sup>*)</sup>	1,54	1,66
42 Dorohucza Nowina IX	1,14	3,3–3,8 3,5	śr. 0,2	100	śr. 68 <sup>*)</sup>	1,56	1,67
43 Dorohucza Nowina X	1,95	3,2–5,1 4,3	śr. 0,3	100	śr. 65 <sup>*)</sup>	1,55	1,68
44 Wólka Kańska III	10,05	0,7–3,2 1,6	śr. 0,4	100	0,9–5,1 2,9	n.o.	1,54
45 Toruń III	1,99	5,7–7,7 6,7	śr. 0,3	100	1,0–15,0 4,9	n.o.	1,60
46 Wola Żulińska	6,50	2,4–7,1 4,4	0,4–1,6 0,9	96,5–100 99,4	0,8–5,4 2,6	1,51	1,66
47 Borowica I/1	1,85	0,7–6,1 2,8	śr. 0,4	98,1–100 99,9	3,2–17,2 5,0	1,54	1,67

Rubryka 1: <sup>1)</sup> – złoża zawodnione lub częściowo zawodnione,

Rubryka 5: <sup>\*)</sup> – zawartość ziaren o średnicy do 2 mm,

Rubryka 6: <sup>\*)</sup> – wskaźnik piaskowy,

Rubryki 7–8: n.o. – nie oznaczono.

W granicach gminy Rejowiec Fabryczny udokumentowanych jest 8 złóż kruszywa piaskowego: „Wólka Kańska I” (Stec, 2000), „Wólka Kańska III” (Łoza, 2005; Ptak, Sieroń, 2006), „Toruń I” (Chwesiuk, 1999), „Toruń II” (Łoza, 2002), „Zagrody” (Chwesiuk, Grzywna, 1990), „Krynica” (Czaja-Jarzmik, Pikula, 1979), „Toruń III” (Stec, 2010) i „Wola Żulińska” (Gałus, 2009c). Powyższe złoża piasków mają powierzchnie od 0,15 ha („Zagrody”) do 10,05 ha („Wólka Kańska III”). Serię złożową budują piaski rzeczne tarasu nadzalewowego rzeki Wieprz lub piaski wodnolodowcowe (złożo „Krynica”) (Mojski, 1962, 1968).

Pokładowa warstwa złożowa ma miąższość średnio od 1,6 m („Wólka Kańska III”) do 7,7 m („Toruń II”) i występuje pod nadkładem gleby i piasków pylastych o średniej grubości od 0,2 m („Toruń I”) do 0,9 m („Wola Żulińska”) (tabela 4). W spągu zwykle występują piaski pylaste lub piaski gliniaste. Poza częściowo zawodnionym złożem „Toruń II”, wszystkie pozostałe złoża piasków występujące w opisywanym rejonie są złożami suchymi i nie wymagają odwadniania.

Piaski z tych złóż charakteryzują się bardzo wysokim średnim punktem piaskowym wynoszącym od 99,4% („Wola Żulińska”) do 100% („Toruń I”, „Toruń II”, „Toruń III” i „Wola Żulińska III”) oraz średnią zawartością pyłów mineralnych od 2,6% („Wola Żulińska”) do 9,1% („Krynica”). Kruszywo z udokumentowanych złóż znajdują zastosowanie w drogownictwie i budownictwie ogólnym. Podstawowe parametry jakościowe kruszywa piaskowego przedstawiono w tabeli 4.

W granicach gmin Łopiennik Dolny oraz Krasnystaw udokumentowanych jest w sumie 7 złóż kruszywa piaskowego, są to odpowiednio złoża: „Oleśniki” (Cywicki i in., 1983), „Bo-

rowica I” (Szydeł, 1998; Leszczewska, 2008a) i „Borowica I/1” (Leszczewska, 2008b) oraz „Wincentów I” (Czaja-Jarzmik, 2002), „Wincentów” (Czaja-Jarzmik, Fyda, 1998), „Siennica Nadolna” (Chwesiuk, 1998) i „Siennica Nadolna II” (Sierant, 2001). W złożu „Oleśniki”, udokumentowanym w obrębie czaszy projektowanego zbiornika wodnego o tej samej nazwie, kopalnią towarzyszącą są torfy.

Wspomniane złoża piasków mają powierzchnie od 0,43 ha („Wincentów”) do 486,81 ha („Oleśniki”). Są to piaski rzeczne budujące taras nadzalewowy rzeki Wieprz. Forma serii złożowej jest pokładowa, a miąższość złóż wynosi średnio od 2,2 m („Siennica Nadolna II”) do 16,5 m („Oleśniki”). W nadkładzie złoża „Oleśniki” o średniej grubości 4,0 m występują torfy, namuły torfiaste, mułki i gliny, natomiast w spągu mułki, gliny i ility (lokalnie zwietrzelina kredy). W pozostałych złożach nadkład o średniej grubości do 0,4 m stanowią: gleba i piaski pylaste, a w spągu występują piaski gliniaste lub piaski pylaste. Poza zawodnionym złożem „Oleśniki” (którego eksploatacja uzasadniona jest ekonomicznie tylko w przypadku budowy zbiornika wodnego), wszystkie pozostałe złoża piasków występujące w granicach gmin Łopiennik Dolny i Krasnystaw są złożami suchymi.

Kruszywo piaskowe z powyższych złóż charakteryzują się bardzo wysokim średnim punktem piaskowym wynoszącym od 94,8% („Oleśniki”) do 100% (zdecydowana większość udokumentowanych złóż piasków) oraz średnią zawartością pyłów mineralnych od 3,6% („Oleśniki”) do 18,9% („Wincentów I”).

Kruszywo z tych złóż może być stosowane do celów drogowych – na podbudowy z gruntów stabilizowanych cementem i jako nasypy pod drogi oraz podrzędnie budowlanych – jako piaski do zapraw i betonów. Większość złóż wymaga selektywnej eksploatacji z uwagi na nierównomierną zawartość pyłów mineralnych w różnych partiach serii złożowej. Szczegółową charakterystykę parametrów geologiczno-górnicych złóż i jakościowych kruszywa piaskowego przedstawiono w tabeli 4.

## 7. Torfy

Złoże torfu „Chojno dz.171” (zlokalizowane w dolinie Kanału Wieprz-Krzna, na zachód od miejscowości Chojno) udokumentowano w kat. C<sub>1</sub> na powierzchni 1,11 ha (Łoza 2001). Torfy mają miąższość od 0,5 do 2,9 m (średnio 2,5 m), a w nadkładzie o średniej grubości 0,5 m występuje gleba torfowa i torf zmurszały. Zawodnienie złoża waha się w zależności od pór roku i zmienności warunków klimatycznych. Jest to torf: turzycowy, szuwarowy, olsowy i mchowo-turzycowiskowy, o wysokim stopniu rozkładu (od 40 do 60%), zawartości

popiołu od 20,0 do 29,5% i zawartości siarki średnio 0,16%. Kopalina może być wykorzystana w rolnictwie i ogrodnictwie.

Torf występuje również jako kopalina towarzysząca w złożu kruszywa piaskowego „Oleśniki”. Wyznaczono sześć pól występowania torfów o łącznej powierzchni 228,20 ha (Cywicki i in., 1983). Pola te tylko częściowo (na powierzchni 97,70 ha) pokrywają się z granicami złoża piasku. Zawodniona warstwa złożowa ma miąższość od 1,0 do 3,7 m (średnio 2,6 m), a w nadkładzie o grubości 0,3–0,5 m występują gleba torfowa i torf zmurszały. Są to torfy typu niskiego (szuwarowe i szuwarowo-olesowe) o stopniu rozkładu od 28 do 41% (średnio 34%) i popielności od 20,3 do 50,4%. Zasoby torfu wynoszą 4,5 mln m<sup>3</sup>, przy czym 2 mln m<sup>3</sup> zalega bezpośrednio w nadkładzie złoża kruszywa piaskowego „Oleśniki”. Kopalina może być wykorzystana do celów rolniczych i w ogrodnictwie.

Z punktu widzenia ochrony złóż, złoża węgla kamiennego „Chełm II”, ziemi krzemionkowej „Lechówka” oraz złoża margli „Rejowiec” i „Rejowiec I” oraz opok i margli „Nikodemówka” zaklasyfikowano do rzadko występujących w skali kraju, skoncentrowanych w określonym regionie (klasa 2). Pozostałe zaliczono do złóż powszechnych, licznie występujących i łatwo dostępnych (klasa 4) (tabela 1). Do klasyfikacji zastosowano kryteria zawarte w wytycznych dokumentowania złóż kopalni stałych (Zasady dok..., 2002). Klasyfikację sozologiczną złóż przeprowadzono uwzględniając stopień kolizyjności ich eksploatacji w odniesieniu do różnych komponentów środowiska przyrodniczego i elementów zagospodarowania przestrzennego (Instrukcja..., 2005).

Z punktu widzenia ochrony środowiska do klasy B (złoża konfliktowe) zaliczono złoża: węgla kamiennego „Chełm II”, ziemi krzemionkowej „Lechówka”, margli „Rejowiec” i „Rejowiec I” oraz opok i margli „Nikodemówka”, iłów i glin przemysłu cementowego „Pawłów”, torfu „Chojno dz.171” oraz złoża piasków – „Trawniki”, „Oleśniki”, „Toruń I” i „Dorohucz XV”. Pozostałe uznano za małokonfliktowe (klasa A) (tabela 1). Wyżej wymienione złoża są konfliktowe z uwagi na ochronę wód podziemnych. Na konfliktowość złóż ziemi krzemionkowej „Lechówka” oraz opok i margli „Nikodemówka” wpływa również występowanie w ich granicach lasów i gleb chronionych. Dodatkowo złożo „Lechówka” położone jest w obszarze specjalnej ochrony siedlisk Europejskiej Sieci Ekologicznej Natura 2000.

Wszystkie złoża udokumentowane na obszarze arkusza Pawłów znajdują się w granicach udokumentowanego, głównego zbiornika wód podziemnych (GZWP), Niecka lubelska (Chełm-Zamość) – 407 (Zezula i in., 1996), a złożo piasków „Oleśniki” częściowo również w granicach GZWP Niecka lubelska (Lublin) – 406 (Czerwińska-Tomczyk red., 2008). Z uwagi na położenie wszystkich złóż piasków poza obszarem najwyższej ochrony GZWP-

407 oraz zaleganie warstw złożowych powyżej poziomów wodonośnych (z wyłączeniem złóż: „Trawniki”, „Oleśniki”, „Toruń I” i „Dorohucza XV”) uznano, że złoża te nie stanowią zagrożenia (ogniska zanieczyszczeń) dla zbiornika wód podziemnych – 407, pomimo udokumentowania w granicach tego zbiornika.

## V. Górnictwo i przetwórstwo kopalin

Na obszarze arkusza Pawłów obecnie prowadzona jest koncesjonowana eksploatacja złoża margli „Rejowiec”, 13 złóż kruszywa piaskowego w rejonie: Dorohuczy (9 złóż), Wólki Kańskiej (eksploatacja okresowa złoża „Wólka Kańska III”), Torunia (2 złoża) i Borowicy (złoża Borowica I/1”) oraz okresowo złoża torfu „Chojno dz.171”. Użytkownicy wszystkich eksploatowanych złóż posiadają ważne koncesje, a złoża mają zatwierdzone obszary i tereny górnicze (tabela 5).

Tabela 5

### Charakterystyka obszarów i terenów górniczych

Nr złoża na mapie	Nazwa złoża	Powierzchnia obszaru górniczego (ha)	Powierzchnia terenu górniczego (ha)	Okres ważności koncesji od-do
1	2	3	4	5
11	Chojno dz. 171	0,80	0,80	10.05.2001–10.05.2011
19	Rejowiec	69,32	234,35	27.12.2005–31.12.2032
24	Toruń II	1,92	1,92	17.10.2002–30.10.2012
33	Dorohucza XI	1,81	2,06	03.11.2008–31.12.2018
35	Dorohucza XIV	0,49	0,52	01.12.2009–30.11.2012
36	Dorohucza XV	1,98	1,98	25.05.2009–30.06.2017
37	Dorohucza XVI	1,62	2,01	22.03.2010–31.12.2021
38	Dorohucza XVII	0,94	0,94	06.07.2010–31.12.2013
39	Dorohucza XVIII	0,64	0,64	05.07.2010–31.12.2013
41	Dorohucza Nowina VIII	1,31	1,31	28.12.2009–31.12.2014
42	Dorohucza Nowina IX	1,14	1,14	08.06.2010–31.12.2015
43	Dorohucza Nowina X	1,95	1,95	12.10.2010–31.12.2015
44	Wólka Kańska III	14,56	14,56	05.04.2007–30.04.2017
45	Toruń III	1,99	1,99	15.04.2010–15.04.2020
47	Borowica I/1	1,85	1,85	02.07.2008–31.12.2020

Złożo margli „Rejowiec” jest zagospodarowane przez Cementownię „Rejowiec” SA na podstawie koncesji wydanej pod koniec grudnia 2005 roku i ważnej do 31.12.2032. Eks-

ploatacja prowadzona jest metodą odkrywkową bez użycia materiałów wybuchowych, systemem ścianowym – „zabierkami” z równoległym postępowaniem frontu robót. Kopalina transportowana jest taśmociągami bezpośrednio z kopalni na teren cementowni położonej przy południowej granicy złoża. W roku 2009 wydobyte margli było na poziomie 130 tys. ton. Częściowo zawodnione wyrobisko złoża „Rejowiec” ma wymiary około 200 x 2000 m i głębokość 10–12 m (aktualnie spąg wyrobiska znajduje się na poziomie +186 m n.p.m.). Część wody zużywana jest w procesie technologicznym produkcji cementu, a pozostałe wody bezpośrednio z rzepia odprowadzane są do Stawu Kańskiego za pośrednictwem rowu melioracyjnego.

Granice złóż kruszywa piaskowego pokrywają się z granicami obszarów górniczych ustanowionych dla tych złóż, natomiast granice terenów górniczych pokrywają się z granicami złóż lub obejmują teren nieznacznie większy od obszaru złoża („Dorohucza XI”, „Dorohucza XIV”, „Dorohucza XVI”). Wydobyte piasków prowadzi się metodą odkrywkową, wyrobiskami jednopoziomowymi o głębokościach od 2 do ponad 8 m. Obecnie żadne z wyrobisk nie wymaga odwadniania. Rekultywacja wyrobisk poeksploatacyjnych często wykonywana jest na bieżąco przez zasypywanie ich skałą płoną (tzw. „łupkami przywęglowymi”) z Kopalni Węgla Kamiennego „Bogdanka”.

Nie stosuje się żadnych metod przeróbki i uszlachetniania piasków – kruszywo sprzedawane jest w stanie naturalnym. Piaski wykorzystywane są na potrzeby lokalnej społeczności, a wielkość wydobycia (na poziomie 116 tys. ton w roku 2009) zależna jest od bieżącego zapotrzebowania.

Złoże torfu „Chojno dz. 171” eksploatowane jest okresowo zgodnie z koncesją ważną do początku maja 2011 roku. Granice ustanowionego obszaru i terenu górniczego pokrywają się z granicami złoża. Torf wydobywa się z dwóch wyrobisk we wschodniej i zachodniej części złoża. Każde z nich ma powierzchnię około 1200 m<sup>2</sup>, głębokość około 2 m i jest zawodnione.

Złoże piasków kwarcowych do produkcji cegły wapienno-piaskowej „Kanie-Liszno” było eksploatowane w latach 1961–1992 dla potrzeb zakładu produkującego cegłę silikatową w miejscowości Kanie. Wyrobisko poeksploatacyjne zostało zrehabilitowane przez zasypanie skałą płoną z Kopalni Węgla Kamiennego „Bogdanka”.

Złoże glin i ilów do produkcji cementu „Pawłów” eksploatowane było do końca roku 1999. Kopalina wykorzystywana była przez cementownię „Chełm” (zakład położony poza granicami arkusza Pawłów) jako surowiec „schudzający” do produkcji cementu. Wyrobisko poeksploatacyjne zostało zrehabilitowane skałą płoną z Kopalni Węgla Kamiennego „Bog-

danka”. Przed rokiem 1994 zakończono wydobywanie ziemi krzemionkowej ze złoża „Lechówka”, część wschodnią wyrobiska zasypano skałą płoną z kopalni „Bogdanka”, a pozostała część wyrobiska ulega samorekultywacji biologicznej.

Eksploatacji złóż „Dorohucza” i „Krynica” zaniechano w pierwszej połowie lat 90., złoża „Wincentów” w 2000 roku, a złóż „Siennica Nadolna”, „Siennica Nadolna II”, „Dorohucza V”, „Dorohucza VI”, „Ewopole” i „Wólka Kańska” w pierwszej połowie zeszłej dekady. Zasobów piasków na poziomie około 300 tys. ton nie rozliczono w złożach „Krynica” i „Dorohucza V”, pozostałe z wymienionych wyżej złóż mają dodatki rozliczeniowe. Wyrobiska poeksploatacyjne zostały zrehabilitowane poprzez zasypanie „łupkami przywęglowymi” z kopalni „Bogdanka” i przykrycie nasypem z warstwą humusu („Dorohucza V”, „Dorohucza VI”, „Ewopole”) lub ulegają sukcesywnej rekultywacji biologicznej poprzez zarastanie samosiejkami (pozostałe złoża).

Piaski ze złoża „Dorohucza VIII” eksploatowano w latach 2004–2007, „Borowica I” w latach 1998–2008, a ze złoża „Dorohucza XII” niespełna rok (od 01.08.2008 do 31.12.2008). Od 2006 do końca 2010 roku było eksploatowane złożo „Toruń I”, natomiast zasoby piasków ze złoża „Dorohucza-Nowina VII” wydobyto w ciągu jednego, 2010 roku. Zasoby powyższych 5 złóż zostały rozliczone stosownymi dodatkami, a wyrobiska nie są jeszcze zrehabilitowane.

Złoża piasków „Dorohucza”, „Dorohucza VIII”, „Siennica Nadolna II”, „Dorohucza XII” i „Dorohucza-Nowina VII” kwalifikują się do wykreślenia z bilansu ze względu na wyczerpanie zasobów. Wyrobiska złóż z rejonów Dorohuczy i Wólki Kańskiej, które wykreślono z bilansu są w większości zrehabilitowane poprzez wypełnienie odpadami mineralnymi z kopalni „Bogdanka” lub ulegają samorekultywacji biologicznej poprzez zakrzewienie.

Pozostałe, położone na obszarze arkusza złoża kruszywa piaskowego: „Trawniki”, „Oleśniki”, „Zagrody” i „Wola Żulińska” – nigdy nie były zagospodarowane.

W bliskiej perspektywie nie planuje się również zagospodarowania udokumentowanych w granicach arkusza Pawłów złóż: węgla kamiennego „Chełm II”, margli „Rejowiec I”, margli i opok „Nikodemówka” oraz piasków kwarcowych do produkcji cegły wapienno-piaskowej „Toruń”.

W czasie zwiadu terenowego stwierdzono jeden punkt niekoncesjonowanej eksploatacji piasków, w którym okresowo prowadzone jest wydobywanie kopaliny. Jest on zlokalizowany w granicach wyznaczonego obszaru perspektywicznego piasków, na północny zachód od miejscowości Borowica. Dla powyższego wyrobiska sporządzono kartę punktu występowania kopaliny. Eksploatację piasków w przewadze drobno- i średnioziarnistych prowa-

dzi się z małych odkrywek w granicach zaniechanego wyrobiska o powierzchni około 0,5 ha.

Poza tym na obszarze arkusza Pawłów, w rejonie wychodni piasków rzecznych tarasu nadzalewowego rzeki Wieprz, znajdują się odkrywki piasków, z których w przeszłości okoliczni mieszkańcy wydobywali kopalinę na potrzeby własne. Punkty występowania tego typu piasków odnotowano w rejonie miejscowości: Oleśniki (w granicach obszaru prognostycznego piasków), Dobryniów-Kolonia, Toruń (trzy punkty w obszarze perspektywicznym piasków) i Borowica (w bliskim sąsiedztwie punktu niekoncesjonowanej eksploatacji piasków). Pod koniec 2010 roku powyższe odkrywki nie nosiły śladów świeżej eksploatacji.

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

Na obszarze arkusza Pawłów przeprowadzono szereg prac poszukiwawczo-rozpoznawczych za złożami: węgla kamiennego, opok i margli dla przemysłu cementowego i budowlanego (opoki bloczne), ziemi krzemionkowej, piasków kwarcowych, kruszywa naturalnego piaskowo-żwirowego i piaskowego oraz torfów.

Po analizie dostępnych materiałów geologicznych (Borowiec, 1990; Czaja-Jarzmik, 1984; Hadro, Ptak, 1994; Jaros, 1982; Kornowska, 1967; Luty, Rukszto-Chmielecka, 1980; Manterys, 1969; Maruszczak, 1982; Ostrzyżek, Dembek, 1996; Świerkosz 1974; Tchórzewska, Szuwarzyńska, 1974; Wójcik, Gruszczyński, 1986; Zdanowski, 1999, 2010a, 2010b) i Szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1:50 000 arkusz Pawłów (Mojski, 1962, 1968) wyznaczono dwa obszary prognostyczne dla udokumentowania złóż opok i margli oraz jeden kruszywa piaskowego, jak również obszary perspektywiczne: po jednym węgla kamiennego i metanu pokładów węgla, pięć kruszywa piaskowego oraz cztery obszary perspektywiczne dla udokumentowania złóż torfów. Wyznaczono także obszary, gdzie wyniki badań geologicznych okazały się negatywne. Z uwagi na brak danych wiertniczych i przede wszystkim badań jakościowych, nie wyznaczono obszarów prognostycznych występowania węgla kamiennego, kruszywa piaskowego w rejonie Dorohuczcy i Torunia oraz torfów.

### **1. Węgiel kamienny**

Arkusze Pawłów położony jest w zasięgu występowania formacji lubelskiej i magnuszewskiej utworów karbonu Lubelskiego Zagłębia Węglowego. Stan rozpoznania zasobów węgla kamiennego w tym rejonie pozwolił na udokumentowanie złoża „Chełm II” i określenie granic obszarów zasobowych rozpoznanych w kategoriach D<sub>1</sub> i D<sub>2</sub> (Zdanowski, 1999). W granicach arkusza Pawłów obszar rozpoznany w stopniu odpowiadającym kategorii

D1 rozciąga na wschód od linii łączącej miejscowości Dorohucza – Siennica Nadolna i częściowo przechodzi na teren arkusza sąsiedniego – Chełm. Obszar ten uznano za perspektywiczny dla udokumentowania złoża węgla kamiennego.

Perspektywy węgla kamiennego w Lubelskim Zagłębiu Węglowym oceniane są do głębokości 1000 m. Przy nadkładzie do 750 m są to zasoby umownie zaliczane do kategorii D1. Sumaryczna miąższość bilansowych pokładów węgla w obrębie arkusza Pawłów zmienia się od 1,0 m przy zachodniej granicy obszaru perspektywicznego do 10 m w pobliżu granicy złoża „Chełm II” i 15 m w pobliżu miejscowości Rejowiec Fabryczny (Zdanowski 2010a). W LZW stwierdzono występowanie węgla płomiennego (typ 31), gazowo-płomiennego (typ 32) i gazowo-kokсового (typ 34). Najniższy stopień metamorfizmu węgla jest w północnej części LZW, a najwyższy w południowo-zachodniej części (Zdanowski 2010b). W obrębie omawianego arkusza w granicach złoża „Chełm II” występuje węgiel typu 32, a w pozostałej części obszaru perspektywicznego węgiel typu 34.

## 2. Gaz ziemny

W rejonie Lubelskiego Zagłębia Węglowego prowadzone były również badania dla oceny możliwości eksploatacji metanu pokładów węgla. Powyższe badania wykazały, że w południowej części synkliny Stoczek–Dorohucza pokłady węgla formacji lubelskiej są silnie metanowe, a oszacowane wydobywalne bilansowe (o metanonośności  $> 4,5 \text{ m}^3/\text{t c.s.w.}$ ) zasoby metanu pokładów węgla jako kopaliny głównej wynoszą 15,194 mld  $\text{m}^3$  (Hadro, Ptak, 1994). Południowa część tego obszaru (ponad 20% ogólnej powierzchni) znajduje się w granicach arkusza Pawłów. W powyższym obszarze perspektywicznym prace poszukiwawcze za metanem pokładów węgla (otwór Siennica 1) prowadzi spółka EurEnergy Resources Poland.

W roku 2008 na obszarze opisywanego arkusza spółki „Chełm LLP” oraz „Orlen Upstream” rozpoczęły zakrojone na szeroką skalę badania perspektywiczności skał ilastych i ilasto-mułowcowych ordowiku i dolnego syluru dla udokumentowania niekonwencjonalnych złóż gazu ziemnego (gaz łupkowy) oraz piaskowców kambryjskich jako skał perspektywicznych dla udokumentowania tzw. gazu uwięzionego. Powyższe kompleksy skalne spełniają podstawowe warunki dla występowania gazu niekonwencjonalnego (Poprawa, Kiersnowski 2008; Poprawa, 2010).

### 3. Ziemia krzemionkowa

W drugiej połowie lat 60. w pięciu obszarach rejonu Rejowiec – Chełm prowadzono prace zwiadowcze za ziemią krzemionkową (opoką lekką) (Bojarski, 1967). Dwa z nich, rejon Ostrej Góry i rejon Elżbiecina, położone są w granicach arkusza Pawłów. Wyniki tego rozpoznania określono jako negatywne z uwagi na niewielki zasięg poziomy oraz bardzo zmienną miąższości kopaliny i przewarstwienia piasków gliniastych oraz glin piaszczystych.

### 4. Margle i opoki przemysłu cementowego

W rejonie zachodniej granicy arkusza Pawłów prowadzono prace poszukiwawcze opok i margli dla poszerzenia bazy surowcowej przemysłu cementowego (Tchórzewska, Szuwarczyńska, 1974). Wychodnie powyższych skał budują wyraźnie zaznaczające się w morfologii terenu wzniesienie. Skały te występują bezpośrednio na powierzchni lub są pod cienką pokrywą osadów czwartorzędowych (plejstocenijskich). W wyniku wstępnego rozpoznania określono podstawowe parametry geologiczno-złożowe oraz jakościowe opok i margli w czterech obszarach prognostycznych, z których dwa są częściowo położone w granicach arkusza Pawłów (obszar nr I – na północny zachód od Dziecinina, obszar nr II – na północny zachód od Łopiennika Górnego). Obejmują one powierzchnie odpowiednio 315 ha i 936 ha. W rejonie Dziecinina miąższość serii złożowej waha się od 70,8 m do 78,4 m przy nadkładzie średnio 1,5 m, a w rejonie Łopiennika Górnego od 80,8 m do 98,4 m przy nadkładzie średnio 3,0 m. Występujące tu opoki i margle mogą mieć zastosowanie w przemyśle cementowym jako surowiec niezupełny. W obszarze prognostycznym nr I kopalina zawiera średnio 38,62% CaO, średni moduł krzemianowy wynosi 4,25, a moduł glinowy 4,55, natomiast w obszarze nr II zawartość CaO wynosi średnio 38,60%, a średnie wartości modułów krzemianowego i glinowego wynoszą odpowiednio 4,33 i 3,85. Podstawowe parametry geologiczno-złożowe kompleksu litologiczno-surowcowego i jakościowe kopaliny przedstawiono w tabeli 6.

Prace geologiczne dla ewentualnego udokumentowania złóż piasków kwarcowych do produkcji cegły wapienno-piaskowej prowadzono w obszarach wychodni piasków rzecznych tarasu nadzalewowego rzeki Wieprz oraz na tarasie zalewowym rzeki Rejka (w okolicach Siedliszczek).

## Wykaz obszarów prognostycznych

Numer obszaru na mapie	Powierzchnia (ha)	Rodzaj kopaliny	Wiek kompleksu surowcowego	Parametry jakościowe			Średnia grubość nadkładu (m)	Grubość kompleksu litologiczno-surowcowego od-do /śr. (m)	Zasoby w kategorii D <sub>1</sub> (tys. t)	Zastosowanie kopaliny
				parametr	od – do	średnio				
1	2	3	4	5			6	7	8	9
I	315; na obszarze arkusza około 35 %	o, me	Cr	CaO (%)	38,20–39,50	38,62	1,5	70,8–78,4 śr. 75,6	371500	Sc
				MgO (%)	0,59–0,90	0,80				
				SiO <sub>2</sub> (%)	21,28–24,43	22,50				
				Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	3,39–4,68	4,00				
				Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	0,46–1,27	0,94				
				SO <sub>3</sub> (%)	0,10–0,33	0,23				
				straty prażenia (%)	31,34–32,17	31,75				
				moduł glinowy	3,62–5,59	4,55				
				moduł krzemianowy	3,45–8,45	4,25				
II	936; na obszarze arkusza około 18 %	o, me	Cr	CaO (%)	38,33–38,96	38,60	3,0	80,8–98,4 śr. 92,8	1311600	Sc
				MgO (%)	0,70–0,81	0,79				
				SiO <sub>2</sub> (%)	21,27–23,37	22,44				
				Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	4,06–5,52	4,64				
				Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	0,96–1,19	1,07				
				SO <sub>3</sub> (%)	0,03–0,19	0,14				
				straty prażenia (%)	31,27–31,95	31,53				
				moduł glinowy	3,38–4,53	3,85				
				moduł krzemianowy	3,69–5,69	4,33				
III	25	p	Q	pyły mineralne (%)	6,2–10,0	8,1	0,7	1,0–8,0 śr. 5,8	2170	Sb, Sd
				punkt piaskowy	95,0–100	99,0				

Rubryka 3: o – opoki, me – margle, p – piaski

Rubryka 4: Cr – kreda, Q – czwartorzęd

Rubryka 9: kopaliny skalne: Sc – cementowe, Sb – budowlane, Sd – drogowe

### 5. Piaski kwarcowe do produkcji cegły wapienno-piaskowej

Pod koniec lat 70. przedsiębiorstwo „CERCEO” przeprowadziło w rejonach miejscowości: Leszczanka, Liszno i Toruń prace rozpoznawcze dla udokumentowania złóż piasków kwarcowych celem poszerzenia bazy zasobowej zakładu przerobczego produkującego cegłę silikatową w miejscowości Kanie (Luty, Rukszto-Chmielecka, 1980; Maruszczak, 1982). W każdym z trzech powyższych obszarów wykonano od 4 do 9 otworów poszukiwawczych, określono profil litologiczny oraz pobrano próbki piasku do badań na zawartość krzemionki i pyłów mineralnych. Poza rejonem Torunia, gdzie w roku 1982 udokumentowano złożę piasków kwarcowych do produkcji cegły wapienno-piaskowej „Toruń”, pozostałe obszary poszukiwań dały wyniki negatywne. Piaski tu występujące nie spełniają kryteriów bilansowości

dla piasków kwarcowych, tj. średnio zawierają ponad 5% pyłów mineralnych (Kryteria..., 2007).

Wynik negatywny dały również prace poszukiwawcze piasków kwarcowych do produkcji betonów komórkowych i cegły wapienno-piaskowej prowadzono w rejonie miejscowości Śiedliszczki (Kornowska, 1967) oraz na południe od wsi Borowica (Kornowska, 1967; Manterys, 1969). W rejonach tych stwierdzono występowanie glin piaszczystych oraz piasków o zawartości pyłów mineralnych do 34%. Jedynie w okolicach wsi Borowica, na kulminacji niewielkiego wzgórza, stwierdzono występowanie piasków różnoziarnistych o miąższości 2,5 m i niskiej zawartości frakcji pylastej. W okresie późniejszym udokumentowano tu złoża kruszywa piaskowego „Borowica I” i „Borowica I/1”.

## 6. Kruszywo naturalne piaskowe

Część obszarów negatywnych piasków kwarcowych do produkcji cegły wapienno-piaskowej jest interesująca, jeśli chodzi o perspektywy kruszywa piaskowego. Na podstawie powyższych opracowań oraz Szczegółowej mapy geologicznej Polski (Mojski, 1962, 1968) wyznaczono w sumie 5 obszarów perspektywicznych kruszywa piaskowego: w otoczeniu udokumentowanych złóż piasków w obszarach złożowych Dorohucza – Ewopole i Toruń, w rejonie miejscowości Leszczanka, na północny wschód od Liszna oraz w okolicach Borowicy. Przez analogię do eksploatowanych aktualnie złóż kruszywa piaskowego wydaje się słusznym traktowanie jako perspektywiczne obszarów, na których stwierdzono wychodnie piasków lub punkty dawnej, a obecnie zaniechanej niekoncesjonowanej eksploatacji piasków. Miąższość tych osadów jest zmienna, a parametry jakościowe kopaliny zależą od warunków sedymentacji osadów. W wyznaczonych obszarach perspektywicznych występują piaski różnoziarniste o miąższości do kilku metrów.

W rejonie na północny zachód od obszaru perspektywicznego Leszczanka, w obszarze archiwalnych poszukiwań piasków kwarcowych, wyznaczono obszar prognostyczny kruszywa piaskowego o powierzchni 25 ha (obszar nr III). W wyznaczonym obszarze występują piaski średnio- i drobnoziarniste o miąższości od 1,0 do 8,0 m (średnio 5,8 m) pod nadkładem gleby piaszczystej i piasków pylastych o średniej grubości 0,7 m (Maruszczak, 1982). Piaski charakteryzują się bardzo wysokim punktem piaskowym (średnio 99,0%) i zawartością pyłów mineralnych do 10,0% (tabela 6). Z uwagi na brak badań jakościowych, nie wyznaczono obszarów prognostycznych dla udokumentowania złóż w pozostałych obszarach perspektywicznych. Ze względu na niską jakość piasków (wysoka zawartość pyłów mineralnych) kopalina

z wyznaczonych obszarów perspektywicznych i obszaru prognostycznego może znaleźć zastosowanie na rynku lokalnym, głównie w drogownictwie, podrzędnie w budownictwie.

W początkach lat 80. prowadzono również prace zwiadowcze dla określenia perspektyw zasobowych kruszywa piaskowo-żwirowego w dolinie rzeki Wieprz (Jaros, 1982). W wyniku badań stwierdzono występowanie tylko kruszywa piaskowego o punkcie piaskowym od 97 do 100%, z małą zawartością frakcji żwirowej i okruchami margli. Piaski występują tu pasem o szerokości około 1 km wzdłuż doliny rzeki Wieprz i podobnie jak w udokumentowanym złożu piasków „Oleśniki” są silnie zawodnione. Badania laboratoryjne pobranych próbek stwierdziły przydatność części piasków jako piasków nieklasyfikowanych do produkcji betonu (40% próbek) i jako piasków do produkcji zapraw budowlanych (60% próbek). Z uwagi na ochronę wód podziemnych nie wyznaczono tu obszaru prognostycznego lub perspektywicznego piasków. W latach 1984–1986 w rejonie Wincentowa i Siennicy Nadolnej prowadzono prace zwiadowcze dla udokumentowania złóż kruszywa piaskowego do budowy obwodnicy miasta Krasnystaw (Czaja-Jarzmik, 1984; Wójcik, Gruszczyński, 1986). W okresie późniejszym udokumentowano tu niewielkie złoża piasków: „Wincentów”, „Wincentów I”, Siennica Nadolna” i „Siennica Nadolna II”.

## 7. Torfy

Na obszarze arkusza Pawłów występują liczne torfowiska (Borowiec, 1990; Ostrzyżek, Dembek, 1996). Są to torfowiska niskie, rodzaju szuwarowego i szuwarowo-turzycowiskowego. W dolinie Wieprza, na północny zachód od Wincentowa oraz w dolinach potoków Rejka i Rów Mokry, wyznaczono w sumie cztery obszary perspektywiczne torfów, spełniające kryteria bilansowości. Torfy te mają średnią miąższość od 1,6 m do 2,8 m (dolina Rejki) i charakteryzują się stopniem rozkładu od 28% do 35% oraz popielnością od 14% do 25%. W spagu torfów często występuje gytia wapienna.

## VII. Warunki wodne

### 1. Wody powierzchniowe

Obszar arkusza Pawłów w całości należy do zlewni rzeki Wieprz.

Wieprz zasilają rzeki: Łopa i Marianka (dopływy lewobrzeżne) oraz Siennica, Bzdurka – zwaną też Krupianką, Rejka – w dolnym biegu zwaną Białką i Dorohucza – zwaną też Mokrym Rowem (dopływy prawobrzeżne). W rejonie wsi Dobryniów bierze początek Kanał Wieprz-Krzna, wybudowany w 1961 r. W obrębie doliny rzeki Wieprz dla regulacji stosunków wodnych wykonano na znacznym obszarze kompleksowe prace melioracyjne.

Do rzek, uchodzą niewielkie ciekły bez nazwy, a także okresowo wody roztopowe z wąwozów.

Na obszarze arkusza Pawłów istnieją liczne hodowlane stawy rybne, z których największe znajdują się na rzece Dorohucza (w miejscowości Kanie – 81,7 ha i na rzece Rejka (w Żulinie i w Woli Żulińskiej – łącznie 34,4 ha). Program „małej retencji” przewiduje budowę zbiornika „Oleśniki” na rzece Wieprz (powierzchnia zbiornika 1730 ha, wysokość piętrzenia wody do 177,5 m n.p.m.), zbiornika „Poczekajka” (15 ha) na cieku bez nazwy w rejonie na północ od wsi Pawłów i odbudowę zbiornika „Kasjan” (40 ha) we wsi Siennica Nadolna na rzece Siennica.

W 2008 roku Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Lublinie prowadził monitoring jakości wód zlewni Bugu. Ocenę jakości wód przeprowadzono zgodnie z rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 20 sierpnia 2008 roku (DzU nr 162, poz. 1008). Na podstawie dostępnych wyników badań sporządzono wstępną ocenę stanu jednolitych części wód. Ze względu na ciągły proces dostosowywania metod dla biologicznych elementów jakości wód, jak również ustalania wartości granicznych dla klas jakości, nie wszystkie biologiczne elementy mogły być uwzględnione w klasyfikacji. Dlatego też poniższą ocenę należy traktować jako ocenę wstępną. W opisywanym obszarze ocena jednolitych części wód powierzchniowych (JCWP) przedstawia się w następujący sposób (Raport..., 2010):

- Wieprz od Zbiornika Nielisz do Żółkiewki, posterunek Krasnystaw (poza obszarem arkusza): klasa biologiczna – II, klasa elementów fizyko-chemicznych – poniżej stanu dobrego, stan/potencjał ekologiczny – umiarkowany,
- Wieprz od Żółkiewki do oddzielenia się Kanału Wieprz–Krzna, posterunek Wieprz – Krzna: klasa biologiczna – II, klasa elementów fizyko-chemicznych – II, stan/potencjał ekologiczny – dobry,
- Siennica, posterunek Siennica-Kasjan: klasa biologiczna – II, klasa elementów fizyko-chemicznych – poniżej stanu dobrego, stan/potencjał ekologiczny – umiarkowany.

Na obszarze arkusza istnieje jedno ujęcie wód powierzchniowych eksploatowane w okresach kampanii cukrowniczych przez Cukrownię „Krasnystaw” SA. Położone jest ono na rzece Siennicy, w pobliżu ujścia Siennicy do rzeki Wieprz. Urządzenia wodociągowe pozwalają na pobór wody z Wieprza w sytuacji zbyt niskiego stanu wody w Siennicy.

## 2. Wody podziemne

Warunki hydrogeologiczne obszaru arkusza Pawłów przedstawiono na podstawie danych z Mapy hydrogeologicznej Polski w skali 1:50 000 (Kopacz, Zezula, 2000), Dokumen-

tacji określającej warunki hydrogeologiczne dla ustanowienia stref ochronnych GZWP nr 407 – Chełm-Zamość (Zezula i in., 1996) oraz Dokumentacji określającej warunki hydrogeologiczne dla ustanowienia stref ochronnych GZWP nr 406 (Czerwińska-Tomczyk, red. 2008).

Zgodnie z regionalizacją hydrogeologiczną Polski wynikającą z Ramowej Dyrektywy Wodnej UE obszar arkusza jest położony w subregionie Środkowej Wisły i subregionie Bugu wyżynnego. Główny użytkowy poziom wodonośny na obszarze subregionów występuje w osadach czwartorzędowych oraz w spękanych węglanowych utworach kredy górnej, przeważnie kredzie piszącej, marglach i marglach ilastych (Paczyński, Sadurski, red. 2007).

Wody podziemne na obszarze arkusza występują w węglanowych utworach kredy górnej oraz w piaszczysto-żwirowych i piaszczystych utworach czwartorzędu. Wody poziomu czwartorzędowego pozostają w więzi hydraulicznej z wodami poziomu kredowego.

Wody w utworach czwartorzędu stanowią lokalnie użytkowy poziom wodonośny w dolinach rzek i ujmowane są głównie gospodarskimi studniami kopanymi. Nieliczne studnie wiercone położone są tylko w dolinie rzeki Wieprz; studnie te osiągają wydajności od 0,7 m<sup>3</sup>/h do 19,5 m<sup>3</sup>/h przy depresjach 2,0–14,3 m.

Główny użytkowy poziom wodonośny na obszarze arkusza występuje w utworach kredy górnej. Utwory kredy górnej, zbudowane z kompleksu skał marglistych i wapienno-krzemionkowych, są kolektorem wody o parametrach hydrogeologicznych związanych z gęstością i rozwartością szczelin tektonicznych i ciosowych oraz mikroszczelinowatością macierzy skalnej. W kompleksach marglistych i kredy piszącej strefa aktywnej wymiany wody występuje do głębokości około 100 m, w wapieniach i opokach – do głębokości około 150 m. Swobodne zwierciadło wody poziomu kredowego występuje na głębokości 15–50 m w obrębie wysoczyzn i na głębokości około 5 m w dolinach Wieprza i Dorohucz.

Kredowy poziom wodonośny zasilany jest drogą bezpośredniej infiltracji wód opadowych w obrębie wychodni skał i poprzez nadległe, dobrze przepuszczalne, utwory trzeciorzędu i czwartorzędu. Moduł zasobów odnawialnych poziomu kredowego wynosi 213 m<sup>3</sup>/24h km<sup>2</sup>, a moduł zasobów dyspozycyjnych 131 m<sup>3</sup>/24h km<sup>2</sup>. Przepuszczalne utwory powierzchniowe stwarzają dobre warunki infiltracji i odnawialności wód podziemnych, ale nie stanowią naturalnej ochrony przed migracją zanieczyszczeń z powierzchni terenu. Stopień zagrożenia jakości wód podziemnych na większej części obszaru arkusza określono jako bardzo wysoki i wysoki. Średni stopień zagrożenia określono dla niewielkich rejonów położonych przy północnej granicy arkusza.

Wody poziomu kredowego są wodami słodkimi, średnio twardymi i twardymi. Najczęściej występują wody dwu i trzy jonowe (dominuje jon wodorowęglanowy i wapniowy), co

świadczy o naturalnym składzie chemicznym. Zawartość chlorków, siarczanów, amoniaku, azotanów, azotynów, żelaza i manganu jest przeważnie znacznie niższa niż wartości dopuszczalne w wodzie przeznaczonej do spożycia przez ludzi. Ogólnie są to wody wysokiej jakości, niewymagające uzdatniania lub nadające się do spożycia po zastosowaniu prostego uzdatniania.

Wydatki studni ujmujących poziom kredowy wynoszą od 22 m<sup>3</sup>/h do 59 m<sup>3</sup>/h przy depresjach 3–28 m. W rejonie doliny Wieprza, szczególnie w przykrawędziowej strefie doliny, studnie osiągają wydatki od 15 m<sup>3</sup>/h do 107 m<sup>3</sup>/h przy depresjach 0,45–21,5 m.

Największe komunalne ujęcia wód podziemnych, których wydajność eksploatacyjna jest wyższa niż 25 m<sup>3</sup>/h są zlokalizowane w: Koloni Łopiennik, Wólce Kańskiej, Stężycy, Krupcu, Pawłowie, Krasne.

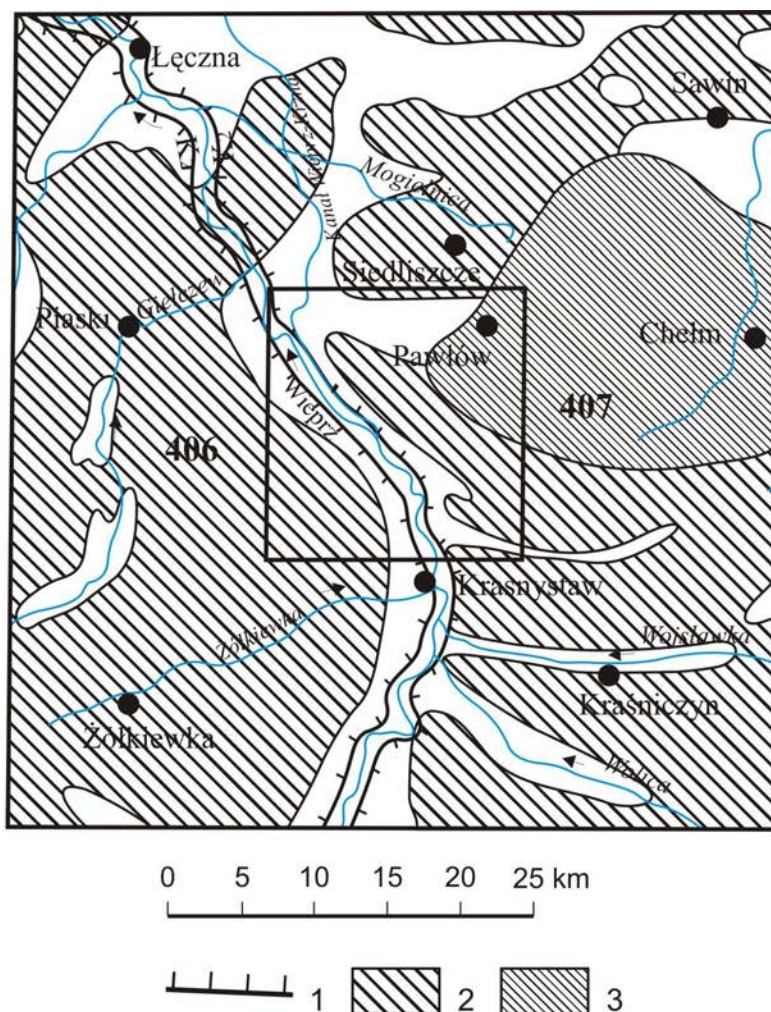
Do ujęć przemysłowych o największych zasobach eksploatacyjnych należy ujęcie zakładów „Cersanit” SA w Borku-Krasnystawie oraz ujęcie Cementowni „Rejowiec”. Ujęcie dla cementowni składa się z czterech studni. Ujęcie „Bariera” zostało wykonane dla ograniczenia dopływu wód podziemnych do wyrobiska kopalnianego złoża „Rejowiec”, składa się z dziewięciu studni i dwunastu piezometrów.

Pobór wód podziemnych z poziomu kredowego dla celów komunalnych i przemysłowych oraz wskutek odwodnienia górniczego, spowodował powstanie leja depresji. Zasięg leja depresji (stan na 2002 r.) naniesiono na mapę.

W obrębie obszaru arkusza Pawłów występują dwa główne zbiorniki wód podziemnych: GZWP 407 – Niecka Lubelska (Chełm-Zamość) oraz GZWP 406 – Niecka Lubelska (Lublin) w obszarze położonym na zachód od rzeki Wieprz (fig. 3).

Dla zbiornika 406 opracowano „Dokumentację określającą warunki hydrogeologiczne dla ustanowienia stref ochronnych” (Czerwińska-Tomczyk, red., 2007). Wyznaczono obszar zbiornika niecka lubelska o powierzchni 7 492 km<sup>2</sup>. Zasoby dyspozycyjne całego obszaru GZWP 406 oszacowano na 1 052,7 tys. m<sup>3</sup>/d, wydane pozwolenia wodnoprawne dla ujęć stanowią 33% wyznaczonych zasobów, zaś średni dobowy pobór wody ze wszystkich czynnych ujęć – 15% wyznaczonych zasobów dyspozycyjnych. Obszar ochronny obejmuje całą powierzchnię zbiornika. Wody podziemne zbiornika charakteryzują się na ogół dobrą jakością.

Dla zbiornika 407 również opracowano „Dokumentację określającą warunki hydrogeologiczne dla ustanowienia stref ochronnych” (Zezula i in., 1996). Dla zabezpieczenia wód zbiornika przed degradującą antropopresją zaproponowano objęcie ochroną całego obszaru zbiornika.



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

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

Numer i nazwa GZWP; wiek utworów wodonośnych: 406 – Niecka Lubelska (Lublin), kreda górna ( $K_2$ ), 407 – Niecka Lubelska (Chełm-Zamość); kreda górna ( $K_2$ )

## VIII. Geochemia środowiska

### 1. Gleby

#### Kryteria klasyfikacji gleb

Dla oceny zanieczyszczenia gleb zastosowano wartości dopuszczalne stężeń metali określone w Załączniku do Rozporządzenia Ministra środowiska z dnia 9 września 2002 r. w sprawie standardów gleby oraz standardów jakości ziemi (DzU nr 165 z dnia 4 października 2002 r., poz. 1359). Dopuszczalne wartości pierwiastków dla poszczególnych grup użytkowania, ich zakresy oraz przeciętne zawartości w glebach z terenu arkusza 788 – Pawłów, umieszczono w tabeli 7. W celu porównania tabelę uzupełniono danymi o przeciętnej zawar-

tości (median) pierwiastków w glebach terenów niezabudowanych Polski (najmniej zanieczyszczonych w kraju).

Tabela 7

**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 788 – Pawłów	Wartość przeciętnych (median) w glebach na arkuszu 788 – Pawłów	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=11	N=11	N=6522
		Głębokość (m p.p.t.) 0–0,3      0–2,0		Frakcja ziarnowa <1 mm Mineralizacja HCl (1:4) Głębokość (m p.p.t.) 0–0,2		
As Arsen	20	20	60	<5	<5	<5
Ba Bar	200	200	1000	13–42	22	27
Cr Chrom	50	150	500	2–6	3	4
Zn Cynk	100	300	1000	15–45	23	29
Cd Kadm	1	4	15	<0,5–0,5	<0,5	<0,5
Co Kobalt	20	20	200	2–3	2	2
Cu Miedź	30	150	600	1–6	4	4
Ni Nikiel	35	100	300	1–7	4	3
Pb Ołów	50	100	600	3–10	8	12
Hg Rtęć	0,5	2	30	<0,05–0,06	<0,05	<0,05
Ilość badanych próbek gleb z arkusza 787 – Piaski w poszczególnych grupach użytkowania				<sup>1)</sup> grupa A		
As Arsen	11			a) nieruchomości gruntowe wchodzące w skład obszaru poddanego ochronie na podstawie przepisów ustawy Prawo wodne, b) obszary poddane ochronie na podstawie przepisów o ochronie przyrody; jeżeli utrzymanie aktualnego poziomu zanieczyszczenia gruntów nie stwarza zagrożenia dla zdrowia ludzi lub środowiska – dla obszarów tych stężenia zachowują standardy wynikające ze stanu faktycznego, <sup>2)</sup> grupa B – grunty zaliczone do użytków rolnych z wyłączeniem gruntów pod stawami i gruntów pod rowami, grunty leśne oraz zadrzewione i zakrzewione, nieużytki, a także grunty zabudowane i zurbanizowane z wyłączeniem terenów przemysłowych, użytków kopalnych oraz terenów komunikacyjnych, <sup>3)</sup> grupa C – tereny przemysłowe, użytki kopalne, tereny komunikacyjne, <sup>4)</sup> Lis, Pasieczna, 1995 – Atlas geochemiczny Polski 1:2 500 000 N – ilość próbek		
Ba Bar	11					
Cr Chrom	11					
Zn Cynk	11					
Cd Kadm	11					
Co Kobalt	11					
Cu Miedź	11					
Ni Nikiel	11					
Pb Ołów	11					
Hg Rtęć	11					
Sumaryczna klasyfikacja badanych gleb z obszaru arkusza 787 – Piaski do poszczególnych grup użytkowania (ilość próbek)						
	11					

**Materiał i metody badań laboratoryjnych**

Dla oceny zanieczyszczenia gleb wykorzystano wyniki ze zbioru analiz chemicznych wykonanych do „Atlasu geochemicznego Polski 1:2 500 000” (Lis, Pasieczna, 1995). Próbki

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

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

#### Prezentacja wyników

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

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

#### Zanieczyszczenie gleb metalami

Wyniki badań geochemicznych gleb odniesiono zarówno do wartości stężeń dopuszczalnych metali określonych w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 9 września 2002 r., jak i do wartości przeciętnych określonych dla gleb obszarów niezabudowanych całego kraju (tabela 7).

Przeciętne zawartości: arsenu, baru, chromu, cynku, kadmu, kobaltu, miedzi, ołowiu i rtęci w badanych glebach arkusza są na ogół niższe lub równe w stosunku do wartości prze-

ciężnych (median) w glebach obszarów niezabudowanych Polski. Wyższą wartość mediany wykazuje jedynie zawartość niklu.

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

## 2. Pierwiastki promieniotwórcze

### Materiał i metody badań

Do określenia wartości promieniowania gamma i stężenia radionuklidów poczarnobylskiego cezu wykorzystano wyniki badań gamma-spektrometrycznych wykonanych do Map radioekologicznych Polski 1:750 000 (Strzelecki i in. 1993, 1994).

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

### Prezentacja wyników

Ponieważ gęstość pomiarów nie pozwalała na opracowanie map izoliniowych w skali 1:50 000, wyniki przedstawiono w postaci słupków dla dwóch krawędzi arkusza mapy (zachodniej i wschodniej) (fig. 4). Było to możliwe gdyż krawędzie arkusza ogólnie pokrywają się z przebiegiem profili pomiarowych. Wykresy słupkowe zostały sporządzone dla punktów pomiarowych zlokalizowanych na opisanym arkuszu, przy czym do interpretacji wykorzystano także informacje z punktów znajdujących się na arkuszu sąsiadującym wzdłuż zachodniej lub wschodniej granicy.

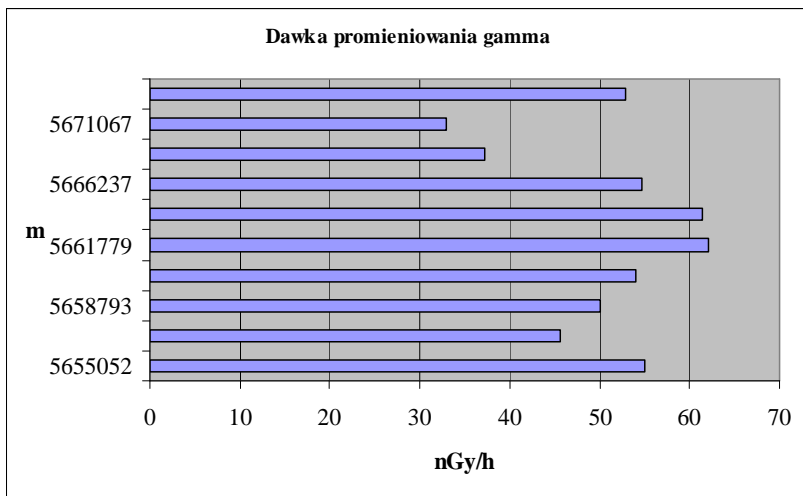
Przedstawione wyniki pomiarów promieniowania gamma stanowią sumę promieniowania pochodzącego z radionuklidów naturalnych (uran, potas, tor) i sztucznych (cez).

### Wyniki

Wartości promieniowania gamma wahają się w granicach 22–61 nGy/h, przy czym najniższe odpowiadają osadom rzeczny, zaś najwyższe opokom i marglom mastrychtu. Warto dodać, że średnia wartość promieniowania gamma w Polsce wynosi 34,2 nGy/h. Stężenie radionuklidów poczarnobylskiego cezu jest bardzo niskie, od 0,9 do 5,1 kBq/m<sup>2</sup>.

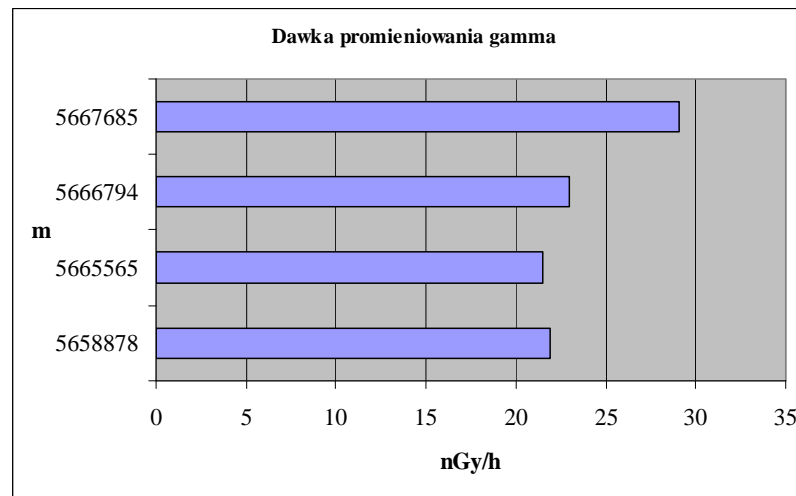
788W

**PROFIL ZACHODNI**



788E

**PROFIL WSCHODNI**



39

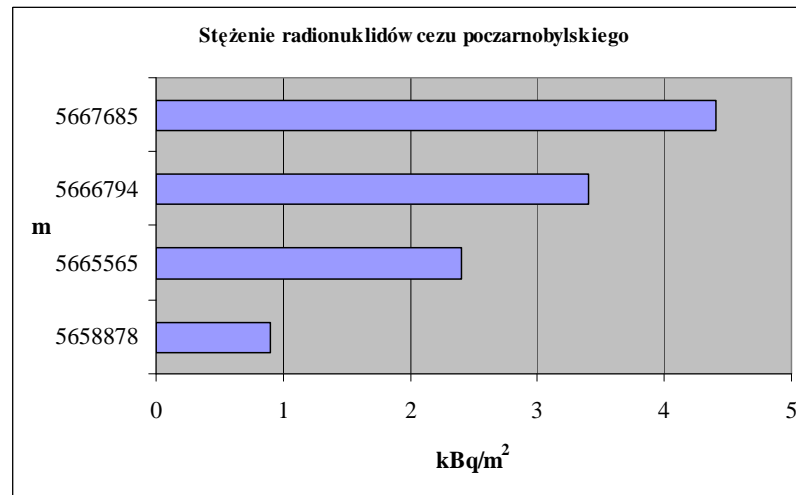
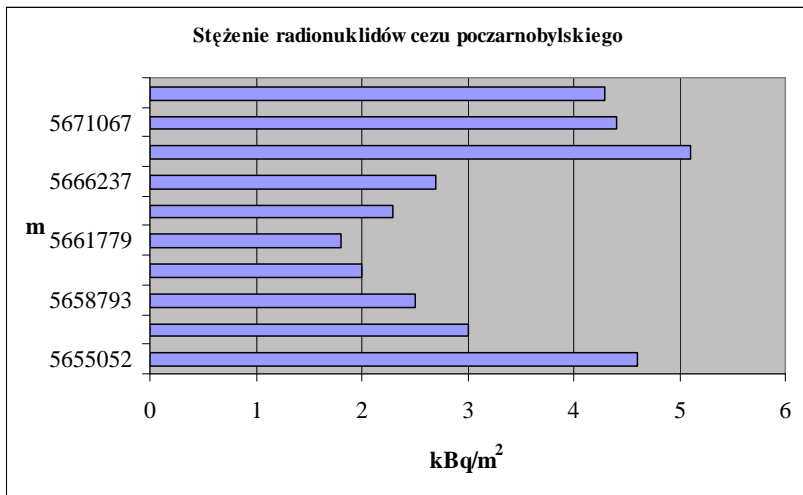


Fig. 4. Zawartość pierwiastków promieniotwórczych w glebach na terenie arkusza Pawłów (na osi rzędnych – opis siatki kilometrowej arkusza)

## IX. Składowanie odpadów

### Zasady wydzielenia potencjalnych obszarów lokalizacji składowisk odpadów

Obszary predysponowane do lokalizowania składowisk odpadów typuje się uwzględniając zasady i wskazania zawarte w Ustawie o odpadach z dnia 27 kwietnia 2001 r. (DzU 07.39.251 tekst jednolity) oraz Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 24 marca 2003 roku w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących lokalizacji, budowy, eksploatacji i zamknięcia, jakim powinny odpowiadać poszczególne typy składowisk odpadów, wraz ze zmianą z 26.02.2009 r. Z uwagi na skalę i specyfikę opracowania kartograficznego w nielicznych przypadkach przyjmuje się o zmodyfikowane rozwiązania w stosunku do wymienionych aktów prawnych, umożliwiające późniejszą weryfikację i uszczegółowienie rozpoznania na etapie projektowania składowisk.

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

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

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

- wyłączenie terenów, na których bezwzględnie nie można lokalizować składowisk odpadów,
- warunkowe ograniczenia lokalizacji odpadów, wymagające akceptacji odpowiednich władz i służb,
- wymagania dotyczące naturalnych cech izolacyjnych podłoża i skarp wyrobisk w których lokalizowane mogą być potencjalne składowiska.

Wymagania dotyczące naturalnych cech izolacyjnych podłoża i ścian bocznych wyrobisk przeznaczonych do składowania odpadów potencjalnych składowisk są uzależnione od typu składowanych odpadów (tabela 8).

Ocena wykształcenia naturalnej bariery geologicznej pozwala na wyróżnienie:

- warunków izolacyjności podłoża zgodnych z wymaganiami dla określonego typu składowisk (przyjętymi w tabeli 8),
- 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).

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

Typ składowiska	Wymagania dotyczące naturalnej bariery geologicznej		
	miąższość [m]	współczynnik filtracji [m/s]	rodzaj gruntów
<b>N</b> – odpadów niebezpiecznych	$\geq 5$	$\leq 1 \times 10^{-9}$	iły, iłołupki
<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

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

Tło dla przedstawianych na Planszy B informacji stanowi stopień zagrożenia głównego użytkowego poziomu wodonośnego przeniesiony z arkusza Pawłów Mapy hydrogeologicznej Polski w skali 1:50 000 (Kopacz, Zezula, 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 Pawłów bezwzględny wyłączeniu z możliwości składowania odpadów podlegają:

- zabudowa Krasnegostawu będącego siedzibą starostwa powiatowego oraz urzędów miasta i gminy, Rejowca siedziby urzędów miasta i gminy, miejscowości gminnych Trawniki i Łopiennik Górny,
- zabytkowy zespół architektoniczny w miejscowości Krupe,
- obszary objęte ochroną prawną w Europejskiej Sieci Ekologicznej NATURA 2000: „Pawłów” PLH 060065 i „Łopiennik” PLH 060081 (ochrona siedlisk),

- obszary pokryw lessowych – rejon Oleśnik, Dobryniowa, Stężycy Łęczyńskiej, Stężycy Kolonii (Mojski, 1968),
- obszary w zasięgu udokumentowanego głównego zbiornika wód podziemnych nr 406 Niecka Lubelska,
- wychodnie utworów kredowych będących skałami kolektorskimi głównego zbiornika wód podziemnych nr 407 (Chełm – Zamość),
- obszar szczególnej ochrony w granicach zbiornika Chełm-Zamość (nr 407) – teren spływu wód podziemnych do ujęć komunalnych zaopatrujących w wodę miasta Chełm i Rejowiec,
- strefy (do 250 m) wokół źródeł w Żulinie, Józefowie, Kaniach, Oleśnikach, Zagrodach, Kolonii Olszance, Łopienniku Górnym i Nadrzecznym i Krynicy,
- strefy (do 250 m) wokół akwenów oraz zbiorników retencyjnych „Kasjan” i „Poczekajka”,
- powierzchnie erozyjnych i akumulacyjnych tarasów holocenijskich w obrębie dolin rzek: Wieprza, Siennicy, Łopy, Białki, Rejki, Marianki, Dorohuczy, Młynówki i pozostałych cieków,
- obszary leśne o powierzchni powyżej 100 hektarów,
- tereny bagienne, podmokłe, łąki wykształcone na glebach organicznych,
- tereny o nachyleniu powyżej 10° (Ostra Góra, rejon na północny wschód od Krynicy)
- obszary zagrożone ruchami masowymi w rejonach: Dorohuczy, Ewopola, Zatorze, Oleśnik, Kań, Rejowca Fabrycznego, Zagród, Krynicy, Dobryniowa, Łopiennika, Majdanu Krzywskiego, Stężycy Nadwieprzańskiej, Borka (Grabowski i in., 2007).

#### Problem składowania odpadów

Tereny bezwzględnie wyłączone z możliwości składowania odpadów zajmują ponad 90% powierzchni objętej arkuszem Pawłów.

Na obszarach możliwej lokalizacji składowisk w strefie głębokości do 2,5 m nie występują osady, których własności izolacyjne spełniałyby przedstawione w tabeli 8 kryteria. Na mapie wskazano obszary pozbawione naturalnej izolacji, lokalizacja składowisk w ich obrębie wymaga stosowania dodatkowej izolacji obiektu – przesłon syntetycznych lub mineralnych.

Obszary te zlokalizowane są w rejonach Dorohuczy, Ewopola, na północ, południe i południowy zachód od Wólki Kańskiej, w rejonie Liszna, Kań, Torunia, Żulina, na północny zachód od Józefowa, rejon Wincentów – Bzite – Krynica, Krupiec – Kolonia Krupie – Baranówka oraz w rejonie miejscowości Krupie i Siennica Nadolna.

W rejonach Dorohucz, Ewopola, Wólki Kańskiej, Liszna i Kań są to miejsca występowania na powierzchni terenu piasków jeziorno-rzecznych, w pozostałych obszarach piasków peryglacjalnych (Mojski, 1968).

Wody użytkowego poziomu wodonośnego są zagrożone w stopniu bardzo wysokim i wysokim, podrzędnie średnim. Występują na głębokości 5–15 m, podrzędnie 15–50 m.

W profilu otworu wiertniczego wykonanego w rejonie Dorohucz stwierdzono występowanie 10 m warstwy ilów czwartorzędowych (na głębokości 8 m). W razie konieczności budowy składowiska odpadów można dodatkowo rozpoznać teren w bezpośrednim sąsiedztwie otworu. Konieczne jest potwierdzenie rozprzestrzenienia warstwy ilastej, jej faktycznej miąższości i własności izolacyjnych.

Warunki hydrogeologiczne analizowanego terenu rozpatrywane pod kątem składowania odpadów są bardzo niekorzystne. Wytypowane obszary możliwej lokalizacji składowisk odpadów, pozbawione naturalnej izolacji, położone są w zasięgu udokumentowanego głównego zbiornika wód podziemnych nr 407 Chełm-Zamość, który stanowi na tych terenach główny poziom użytkowy. Wody podziemne występują w węglanowych utworach kredy górnej oraz piaszczystych i piaszczysto-żwirowych osadach czwartorzędu. Zasięg strefy intensywnej wymiany wód wynosi 100–150 m p.p.t. Zasilanie zbiornika kredowego odbywa się głównie przez infiltrację wód opadowych, w mniejszym stopniu przez dopływy z obszarów wyżej położonych (Kopacz, Zezula, 2000). Wody w utworach czwartorzędowych jako poziom użytkowy występują głównie w dolinie Wieprza i pozostają w więzi hydraulicznej z wodami poziomu kredowego. Przepuszczalne utwory powierzchniowe lub brak izolacji stwarzają dobre warunki odnawialności wód podziemnych, ale nie stanowią naturalnej ochrony przed migracją zanieczyszczeń z powierzchni terenu. Zbiornik nr 407 charakteryzuje się niską naturalną odpornością na zanieczyszczenia antropogeniczne, wodami wysokiej jakości oraz szybką wymianą wód w ośrodku skalnym wynikającą z jego szczelinowo-porowego charakteru.

W dokumentacji zbiornika wyodrębnia się tereny szczególnej ochrony, do których zaliczono obszar spływu wód podziemnych do dużego ujęcia komunalnego wód w rejonie Chełm-Rejowiec. Stale wzrastająca eksploatacja intensyfikuje szybkość przepływu wód ograniczając procesy ich samooczyszczania (Zezula i in., 1996). Ze względu na sposób zasilania w dokumentacji wnioskuje się o objęcie ochroną terenów w zasięgu całej powierzchni zbiornika.

Na przeważającej części analizowanego terenu występują obszary o niskiej odporności poziomu głównego, dla których stopień zagrożenia wód określono na bardzo wysoki i wyso-

ki. Średnią odporność mają tereny w północno zachodniej części, w rejonie Dorohuczy – Trawników – Leszczanki, stopień zagrożenia wód określono na średni.

Gminne składowisko odpadów w Pawłowie zamknięto w 2007 roku. Teren jest ogrodzony, częściowo porośnięty roślinnością, w trakcie rekultywacji. Prowadzony jest monitoring wód podziemnych (strefa szczególnej ochrony GZWP nr 407).

Międzygminne składowisko odpadów komunalnych w Wincentowie jest zarządzane przez firmę „Kras-Eko” sp. z oo. W 2001 roku obiekt zmodernizowano zgodnie z wymogami unijnymi. Jest ogrodzone, prowadzi się monitoring wód podziemnych, gaz składowiskowy emituje się do atmosfery, pozwolenie zintegrowane ważne jest do 2014. Eksploatację obiektu znajdującego się na terenach leśnych zakłada się na około 50 lat..

Teren eksploatowanego składowiska odpadów komunalnych w Dorohuczy (gmina Trawniki) jest ogrodzony, obiekt zabezpieczony, pierwsza niecka jest w trakcie zamykania, do eksploatacji przekazano kolejną. Monitoruje się wody podziemne, gaz składowiskowy jest ujmowany.

W miejscowości Krupe znajdował się mogilnik, w którym przechowywano przeterminowane środki ochrony roślin.

#### Charakterystyka wyrobisk poeksploatacyjnych

Pod kątem składowania odpadów można rozpatrywać wyrobiska poeksploatacyjne złóż i większe, ponadhektarowe punkty lokalnej, niekoncesjonowanej eksploatacji kopalin. Na analizowanym terenie, w granicach obszarów możliwej lokalizacji składowisk odpadów, na składowiska można przeznaczyć wyrobiska złóż kruszyw naturalnych „Dorohucza XII”, „Dorohucza XIV”, „Wólka Kańska III” i „Toruń I” Należy dodatkowo rozpoznać warunki geologiczno-inżynierskie obiektów i uwzględnić konieczność wykonania przesłony podłoża i skarp (syntetycznej lub mineralnej). W spągu wyrobiska złoża „Toruń II” występuje poziom wodonośny o swobodnym zwierciadle, dlatego nie rekomenduje się obiektu jako miejsca składowania odpadów.

Ograniczeniem warunkowym budowy składowisk w wyrobiskach jest ich położenie w zasięgu udokumentowanego głównego zbiornika wód podziemnych Chełm – Zamość i położenie w granicach udokumentowanych złóż. Część wyrobisk znajduje się w strefie ochronnej Nadwieprzańskiego Parku Krajobrazowego. Ograniczeniem warunkowym w części wyrobisk jest również zabudowa miejscowości.

## X. Warunki podłoża budowlanego

Warunki podłoża budowlanego na obszarze arkusza Pawłów opracowano na podstawie Szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1:50 000 (Mojski, 1962, 1968), opracowania pod red. Grabowskiego (2007) oraz analizy map topograficznych.

Na opisywanym obszarze wyróżniono obszary o warunkach korzystnych dla budownictwa i obszary o warunkach niekorzystnych, utrudniających budownictwo. Z analizy wyłączono obszar Nadwieprzańskiego Parku Krajobrazowego, obszary gleb chronionych i łąk na gruntach organicznych, obszary leśne, tereny udokumentowanych złóż, tereny zbiorników wodnych oraz obszary zurbanizowane. Tereny, dla których przeprowadzono analizę warunków geologiczno-inżynierskich obejmują około 30% powierzchni arkusza.

Korzystne warunki budowlane wyróżniono na obszarach występowania gruntów niespoistych, gruntów skalistych oraz na obszarach występowania gruntów spoistych. Grunty niespoiste to piaski wodnolodowcowe zlodowaceń środkowopolskich występujące w północno-wschodniej części obszaru arkusza i piaski rzeczne zlodowaceń północnopolskich, występujące w obrębie wysokiego tarasu Wieprza. Są to piaski średnie i drobne (rzadziej piaski grube i piaski ze żwirem) najczęściej wykazujące średni stopień zagęszczenia. Woda gruntowa na tych obszarach występuje na głębokości większej niż 4 m, czasem na głębokości od 2 m do 4 m p.p.t. Lokalnie warunki budowlane mogą być gorsze z uwagi na przewarstwienia piasków gruntami spoistymi (głównie pyłami). Grunty skaliste to opoki oraz margle i opoki margliste kredy górnej występujące na powierzchni terenu w środkowej części obszaru arkusza. Zwierciadło wody występuje na głębokości około 4 m p.p.t. i głębiej. Utrudnieniem dla prac budowlanych mogą być spadki terenu, wynoszące tu maksymalnie około 10–15%. Korzystne warunki budowlane mają obszary występowania skonsolidowanych glin zwałowych stadiału maksymalnego (wielkiego) zlodowaceń środkowopolskich. Gliny te występują w stanie półzwałowym i twardoplastycznym na niewielkich obszarach w rejonie północno-wschodnim terenu arkusza.

Niekorzystne warunki budowlane mają miejsce w rejonach występowania gruntów organicznych i gruntów spoistych oraz w rejonie zaburzeń glacictektonicznych. Grunty organiczne to holoceni torfy i namuły, występujące w dolinach rzecznych oraz lokalnie w obszarach wysoczyzn. Torfy i namuły są gruntami nienośnymi i nie nadają się do bezpośredniego posadowienia budowli. W rejonach tych również zwierciadło wody gruntowej występuje na głębokości mniejszej niż 2 m p.p.t.; w okresach intensywnego odpływu wód roztopowych grunty te pokrywa woda. Grunty spoiste to pylaste mułki rzeczne i jeziorne zlodowa-

ceń środkowopolskich, występujące na niewielkich obszarach, holocenijskie pylaste mułki i mady rzeczne, występujące w dolinach rzek i gliny deluwialne, występujące w obszarach wysoczyzn. Grunty pylaste mogą występować w stanie miękkoplastycznym i plastycznym spowodowanym płytko zalegającymi wodami gruntowymi (zwierciadło na głębokości mniejszej niż 2 m p.p.t.). Gliny deluwialne to utwory ilaste, pylaste lub pylasto-piaszczyste, występujące w dnach niewielkich dolin i na stokach wyniesień. Miąższość tych utworów nie przekracza kilku metrów, w spągu występują zwietrzałe utwory kredy górnej. Niekorzystne warunki budowlane określono również w rejonie Pawłowa gdzie trzeciorzędowe piaski i iły oraz czwartorzędowe gliny występują w położeniu zaburzonym glaciektonicznie.

Utrudnienia dla budownictwa mogą występować w rejonach, gdzie przypowierzchniowe utwory kredy górnej zbudowane są z margli. Stosunkowo wysoka wytrzymałość skał marglistych (wytrzymałość na ściskanie 13,7–34,3 MPa) znacznie obniża się w strefie zwietrzalej; lokalnie mogą występować zjawiska krasowe, przejawiające się na powierzchni terenu w postaci niewielkich i płytkich zagłębień. Gliniaste zwietrzliny margli mogą podlegać procesom pęcznienia i skurczu (w okresach zimowych mogą powstawać wysadziny). W rejonie występowania gruntów organicznych istnieje możliwość występowania wód agresywnych względem betonu i stali.

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

Znaczną część obszaru arkusza Pawłów pokrywają gleby chronione klas bonitacyjnych II–IVa, łąki na glebach pochodzenia organicznego oraz lasy. Zwarty obszar gleb chronionych położony jest w obrębie Wyniosłości Giełczewskiej w południowo-zachodniej części terenu arkusza. Na pozostałym terenie arkusza gleby chronione występują mniejszymi, izolowanymi płatami. Pod względem typologicznym są to gleby biellicowe i pseudobiellicowe, gleby brunatne oraz rędziny. Łąki na glebach pochodzenia organicznego występują w rejonie doliny Wieprza i Dorohuczcy, mniejsze obszary ich występowania położone są głównie na wschód od doliny Wieprza. W obrębie gleb organicznych łąk występują gleby murszowo-mineralne i murszowate oraz mułowo-torfowe i torfowo-mułowe. Lasy występują na około 10% powierzchni arkusza. Przeważnie występuje tu las świeży, las mieszany świeży i bór mieszany świeży. Większe kompleksy leśne występują wzdłuż doliny Wieprza (po wschodniej stronie doliny) i w okolicach Rejowca Fabrycznego; odosobnione kompleksy leśne znajdują się w Łopienniku Podleśnym i na przedmieściu miasta Krasnystaw.

Na terenie arkusza jako wielkoobszarowa forma ochrony występuje niewielki fragment Nadwieprzańskiego Parku Krajobrazowego (NPK) oraz część Pawłowskiego Obszaru Chronionego Krajobrazu (POChK).

Nadwieprzański Park Krajobrazowy został utworzony w 1990 roku. W parku i jego otulinie ochronie podlega szereg rzadkich gatunków roślin: rośliny wodne – salwinia pływająca, rzęsa garbata, grązel żółty, grzybień biały, rośliny łąkowe – kosaciec syberyjski, czosnek kątowy, storczyk szerokolistny, rośliny kserotermiczne – miłek wiosenny, zawilec wielokwiatowy, macierzanka Marschalla, ożanka właściwa oraz rośliny leśne – paprotka zwyczajna i lilia złotogłów. Otulina Nadwieprzańskiego Parku Krajobrazowego położona jest w północno-zachodniej części terenu arkusza; obejmuje część doliny Wieprza i rejon Kanału Wieprz-Krzna.

Pawłowski Obszar Chronionego Krajobrazu został utworzony w 1983 roku. Zajmuje powierzchnię około 8 000 ha. Głównym zadaniem obszaru jest łagodzenie i zapobieganie niekorzystnym wpływom wywieranym przez przemysł na środowisko przyrodnicze. Obszar obejmuje fragment doliny rzeki Wieprz na południe od miejscowości Dobryniów, dolinę cieku Dorohucza oraz półkolisty pierścień lasów otaczających Rejowiec Fabryczny.

Na terenie arkusza Pawłów znajduje się wiele pomników przyrody, których wykaz przedstawiono w tab. 9. Są to głównie drzewa pomnikowe: lipy drobnolistne, buki zwyczajne, klony srebrzyste, dęby szypułkowe i inne. Ochroną objęte jest także wzgórze widokowe nazwane „Górą Ariańską”, stanowiące także zabytek kultury oraz dwa głązy narzutowe.

Tabela 9

#### Wykaz pomników przyrody

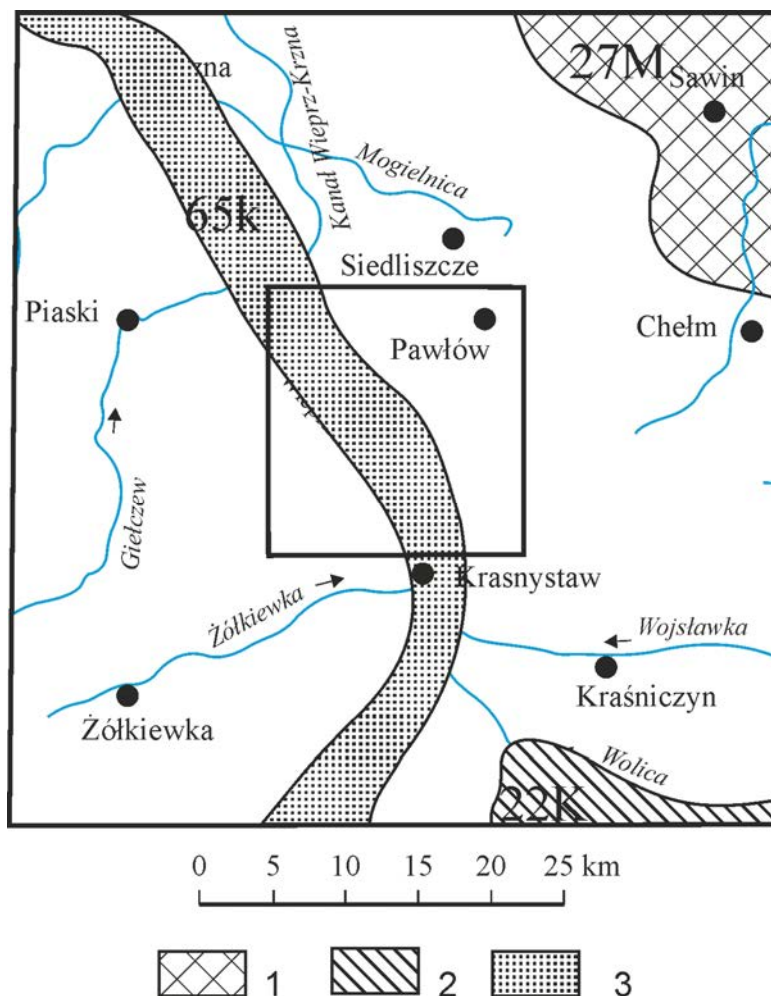
Numer obiektu na mapie	Forma ochrony	Miejscowość	Gmina Powiat	Rok zatwierdzenia	Rodzaj obiektu (powierzchnia w ha)
1	2	3	4	5	6
1	P	Kanie	Rejowiec Fabryczny Chełmski	1986	Pż – buk zwyczajny
2	P	Kanie	Rejowiec Fabryczny chełmski	1986	Pż – buk zwyczajny (w parku)
3	P	Kanie	Rejowiec Fabryczny chełmski	1987	Pż – klon srebrzysty (w parku)
4	P	Kanie	Rejowiec Fabryczny chełmski	1987	Pż – orzech czarny (w parku)
5	P	Kanie	Rejowiec Fabryczny chełmski	1987	Pż – tulipanowiec (w parku)
6	P	Kanie	Rejowiec Fabryczny chełmski	1987	Pż – lipa drobnolistna (w parku)

1	2	3	4	5	6
7	P	Kanie	Miasto Rejowiec Fabryczny chełmski	1992	Pż – dąb szypułkowy (w parku)
8	P	Rejowiec Fabryczny	Miasto Rejowiec Fabryczny chełmski	1992	Pż – dąb szypułkowy (w parku)
9	P	Rejowiec Fabryczny	Miasto Rejowiec Fabryczny chełmski	1981	Pn, G – dwa głazy narzutowe: granitognejs (obwód 840 cm) i granit (obwód 550 cm)
10	P	Leśnictwo Żulin, oddział 50b Nadl. Krasnystaw	Rejowiec krasnostawski	1998	Pż – dąb szypułkowy noszący nazwę „Dąb Przysięgi”
11	P	Krynica	Krasnystaw krasnostawski	1983	Pn, F – wzgórze widokowe „Góra Ariańska” (3,04 ha)
12	P	Żulin	Krasnystaw krasnostawski	1961	Pż – dąb szypułkowy
13	P	Łopiennik Górny	Łopiennik Górny krasnostawski	1986	Pż – lipa drobnolistna
14	P	Łopiennik Górny	Łopiennik Górny krasnostawski	1986	Pż – klon zwyczajny
15	P	Olszanka	Łopiennik Górny krasnostawski	1988	Pż – iglicznia trójcierniowa
16	P	Olszanka	Łopiennik Górny krasnostawski	1988	Pż – modrzew europejski
17	P	Olszanka	Łopiennik Górny krasnostawski	1988	Pż – lipa drobnolistna
18	P	Olszanka	Łopiennik Górny krasnostawski	1988	Pż – grab zwyczajny
19	P	Olszanka	Łopiennik Górny krasnostawski	1988	Pż – korkowiec amurski
20	P	Krasnystaw	Miasto Krasnystaw krasnostawski	1981	Pż – dąb szypułkowy w kompleksie leśnym „Las Borek”

Rubryka 2: **P** – pomnik przyrody;

Rubryka 6: rodzaj pomnika przyrody: **Pż** – pomnik przyrody żywej, **Pn** – pomnik przyrody nieożywionej; rodzaj obiektu: **F** – forma morfologiczna, **G** – głaz narzutowy.

Przez centralną część obszaru arkusza Pawłów przebiega, zgodnie z podziałem sieci ECONET, korytarz ekologiczny o znaczeniu krajowym – Korytarz Wieprza (fig. 5) stanowiący fragment struktury przyrodniczej decydujący o powiązaniach i komunikacji ekologicznej pomiędzy cennymi przyrodniczo obszarami Roztocza oraz centralnej i północnej Lubelszczyzny.



**Fig. 5. Położenie arkusza Pawłów na tle systemu ECINET (Liro, red. 1998)**

- 1 – obszar węzłowy o znaczeniu międzynarodowym, jego numer i nazwa: 27M – Obszar Poleski
- 2 – obszar węzłowy o znaczeniu krajowym, jego numer i nazwa: 22 K – Obszar Zamojski
- 3 – korytarz ekologiczny o znaczeniu krajowym, jego numer i nazwa: 65k – Korytarz Wieprza

W ramach Europejskiej Sieci Ekologicznej Natura 2000 ochroną objęto ostoje: „Pawłów” (S) położony w północnej części opisywanego terenu (kilka odrębnych obszarów) oraz „Łopiennik” (S) zlokalizowany w południowo-zachodniej części arkusza (tabela 10).

Ostoją „Pawłów” obejmuje w kilku obszarach torfowiska leżące w pobliżu Pawłowa (w dolinie Cieku Dorohuckiego i jego dopływów), a także fragmenty lasów znajdujących się w pobliżu Pawłowa oraz kompleks stawów w miejscowości Kanie. Podstawowym celem ochrony jest zachowanie licznej populacji żółwia błotnego i uzupełnienie reprezentacji strzebli błotnej (wypełnienie luki w zasięgu występowania). Na terenie obszaru występują także objęte ochroną prawną gatunki zwierząt jak np.: rzekotka drzewna, żaba wodna, żaba trawna, żaba moczarowa, kumak nizinny, traszka zwyczajna, ropucha szara, żółw błotny, jaszczurka żyworódka, zaskroniec zwyczajny, żmija zygzakowata błotniak łąkowy, błotniak stawowy, derkacz, czajka, bekas kszyk, remiz, zimorodek zwyczajny i inne. Rejon ten jest też znaczącą w skali regionu ostoją rzadkich gatunków owadów, płazów i gadów.

**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 obrębie arkusza)			
				Długość geogr.	Szerokość geogr.		Kod NUTS	Województwo	Powiat	Gmina
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	B	PLH06006 5	Pawłów (S)	23° 9' 43'' E	51° 8' 45'' N	871	PL312	lubelskie	chełmski	Siedliszcze
2	B	PLH06008 1	Łopiennik (S)	21° 52' 1'' E	50° 57' 40'' N	157.7	PL315	lubelskie	krasnostawski	Łopiennik Górny

Rubryka 2: B – Wydzielone SOO (Specjalne Obszary Ochrony), bez żadnych połączeń z innymi obszarami Natura 2000

Rubryka 4: w nawiasie symbol obszaru na mapie; S – specjalny obszar ochrony siedlisk

Dominującym elementem rzeźby terenu w ostoi „Łopiennik” są wierzchowiny zbudowane ze skał węglanowych pokryte płytką warstwą utworów: pylastych, gliniastych i piasków. Występuje tu ważne stanowisko obuwika pospolitego, który występuje tu w dwóch skupieniach o liczebności dochodzącej do 100 pędów. Ponad 50% powierzchni obszaru zajmują siedliska gądu subkontynentalnego.

## **XII. Zabytki kultury**

Najstarsze ślady bytności człowieka w rejonie obszaru arkusza Pawłów sięgają czasu kultury paleolitu. Relikty prahistorii występują w formie kurhanów; wszystkie wpisane są do rejestru zabytków województwa lubelskiego. Najstarszym tego typu obiektem jest kurhan w rejonie wsi Siennica Nadolna, gdzie znaleziono ślady kultury trzcinieckiej z II epoki brązu i ślady osady neolitycznej kultury wołyńsko-lubelskiej (ceramiki biało malowanej). Kurhany w rejonie wsi Trawniki, Lipówki, Krynica, Siennica Nadolna pochodzą z okresu wczesnego średniowiecza (IX–X wiek).

Najcenniejszym zachowanym zabytkiem architektury jest modrzewiowy kościół pw. Przemienienia Pańskiego w Borowicy, zbudowany około 1797–1799 r. Budynek kościoła ma unikatowe rozwiązanie architektoniczne (z zewnątrz formę ośmioboku, wewnątrz krzyża greckiego). Jest to jedyny zachowany w Polsce zabytek klasycystycznej architektury drewnianej. Cennym zabytkiem jest również zespół zamkowo-dworski położony w Krupem. W obrębie zabytkowego zespołu architektonicznego zachowane są ruiny zamku, fos i fortyfikacji (XVI–XVII w.), dwór klasycystyczny (zbudowany przez Jana Michała Reja około 1779–1782 r.) oraz stawy i pozostałości parku dworskiego założonego na początku XIX w. W pobliżu szczytu wzgórza w miejscowości Krynica znajduje się budowla z pierwszej połowy XVII w., zwana „Górą Ariańską”. Prawdopodobnie jest to kaplica grobowa arianina Pawła Orzechowskiego. Ochroną konserwatorską objęta jest kaplica wraz ze wzniesieniem, na którym jest usytuowana; miejsce to stanowi również pomnik przyrody nieożywionej. W miejscowościach: Kanie, Krasne, Rejowiec Fabryczny, Kolonia Łopiennik Dolny znajdują się zespoły pałacowo-parkowe pochodzące z XIX i XX w. W Olszance ochroną konserwatorską oprócz pałacu i parku objęte są także zabudowania stajenne. W Dorohuczycy ochroną konserwatorską objęty jest budynek karczmy.

Ochroną konserwatorską objęte są następujące obiekty architektury sakralnej: neogotycki kościół w obrębie cmentarza kościelnego oraz cmentarz rzymskokatolicki w Pawłowie, cerkiew prawosławna z wystrojem wnętrza w stylu bizantyjsko-ruskim (obecnie kościół rzymskokatolicki) w Krupem i neogotycki kościół rzymskokatolicki w Łopienniku Nadrzecz-

nym (wzniesiony w latach 1903–1913 r. w miejscu wcześniejszych kościołów: drewnianego z XVIII w. i murowanego z lat 1827–1832).

We wsi Żulin, ochroną konserwatorską, objęty jest park dworski.

Na obszarze arkusza znajduje się pięć cmentarzy z okresu kampanii letniej 1915 r. pierwszej wojny światowej: w rejonie miejscowości Dziecinin (położony na wzniesieniu przy trasie komunikacyjnej nr 17), w Łopienniku Nadrzecznym, w Łopienniku Podleśnym, w Rejowcu Fabrycznym (przedmieście Stajne). Obiekty te nie są wpisane do rejestru zabytków

Z okresem II wojny światowej związane są następujące miejsca pamięci narodowej: w Lisznie, w Łopienniku Nadrzecznym i w Żulinie, w Krasnystawie (w lesie Borek) oraz w Siennicy.

### **XIII. Podsumowanie**

Obszar arkusza Pawłów położony jest w makroregionie Wyżyny Lubelskiej i Polesia Wołyńskiego, w województwie lubelskim, w granicach administracyjnych powiatu chełmskiego, krasnystawskiego i świdnickiego.

Na całym obszarze arkusza Pawłów w węglanowych utworach kredy górnej występuje poziom wodonośny stanowiący główny zbiornik wód podziemnych – na wschód od doliny Wieprza udokumentowany szczegółowo GZWP 407 – Niecka lubelska (Chełm-Zamość) i na zachód od doliny Wieprza GZWP 406 – Niecka Lubelska (Lublin). Obszary obu zbiorników objęte są ochroną dla zabezpieczenia wód podziemnych przed degradującą antropopresją.

Na obszarze arkusza Pawłów obecnie jest udokumentowanych 41 złóż, w tym 1 złożo węgla kamiennego, dwa margli, jedno opok i margli, 32 złoża kruszywa naturalnego piaskowego, 2 złoża piasków kwarcowych do produkcji cegły wapienno-piaskowej oraz po jednym złożu: ziemi krzemionkowej, iłów i glin do produkcji cementu oraz torfu.

Najważniejszym ogniwem przemysłu surowcowego w obszarze opisywanego arkusza jest przemysł cementowy wykorzystujący margle ze złoża „Rejowiec” dla potrzeb Cementowni „Rejowiec” SA. Poza złożem „Rejowiec”, aktualnie eksploatowanych jest 13 złóż kruszywa piaskowego w rejonach: Dorohuczy (9 złóż), Wólki Kańskiej (eksploatacja okresowa złoża „Wólka Kańska III”), Torunia (2 złoża) i Borowicy (złożo Borowica I/1”) i okresowo jedno złożo torfu. Są to złoża o znaczeniu lokalnym. Dwa złoża kruszywa piaskowego o stosunkowo dużych zasobach „Oleśniki” (udokumentowane w czaszy projektowanego zbiornika wodnego) oraz złożo „Toruń” są zawodnione i znajdują się w granicach głównego zbiornika wód podziemnych, co praktycznie wyklucza ich eksploatację. Nie jest zagospoda-

rowane złoża opok i margli „Nikodemówka”, złoża ziemi krzemionkowej „Lechówka” oraz złoża węgla kamiennego „Chełm II”.

Na terenie arkusza Pawłów wyznaczono obszary perspektywiczne występowania węgla kamiennego, kruszywa naturalnego i torfu, a także obszary prognostyczne dla udokumentowania złóż opok i margli oraz kruszywa piaskowego. W miarę wyczerpywania się zasobów złóż kruszywa piaskowego, można oczekiwać nowych przedsięwzięć lokalnych przedsiębiorców dla bardziej szczegółowego rozpoznania obszarów prognostycznych i perspektywicznych oraz udokumentowania nowych złóż tej kopaliny.

Tereny bezwzględnie wyłączone z możliwości składowania odpadów zajmują ponad 90% powierzchni objętej arkuszem Pawłów. Na pozostałym terenie występują obszary pozbawione naturalnej izolacji, na powierzchni występują tu przepuszczalne osady czwartorzędowe.

Lokalizacja składowisk odpadów w ich granicach wymaga stosowania dodatkowych przesłon – syntetycznych lub mineralnych. Obszary zlokalizowane są w rejonach Dorohuczy, Ewopola, Wólki Kańskiej, Liszna, Kań, Torunia, Żulina, Józefowa; w rejonie Wincentów – Bzite – Krynica, Kupiec – Kolonia Krupie – Baranówka oraz miejscowości Krupie i Siennica Nadolna.

Warunki hydrogeologiczne rozpatrywane pod kątem składowania odpadów są bardzo niekorzystne. Cały analizowany teren położony jest w zasięgu udokumentowanych kredowych głównych zbiorników wód podziemnych nr 407 Chełm – Zamość i nr 406 Niecka Lubelska. Skały zbiornikowe pozbawione są izolacji lub izolowane bardzo słabo od wpływów z powierzchni terenu.

Na składowiska odpadów można przeznaczyć suche wyrobiska poeksploatacyjne złóż kruszyw naturalnych „Dorohucz XII i XIV „Wólka Kańska III” i „Toruń I”. Decyzję o przeznaczeniu wyrobisk na składowiska odpadów musi poprzedzić rozpoznanie geologiczne, które pozwoli na określenie rodzaju koniecznej przesłony obiektu – syntetycznej lub mineralnej.

Waloryzacja warunków podłoża budowlanego wykonana na obszarze arkusza Pawłów objęła około 30% jego powierzchni. Korzystne warunki budowlane wyróżniono głównie na obszarach występowania gruntów niespoistych i gruntów skalistych; warunki niekorzystne na obszarach występowania gruntów organicznych i gruntów spoistych.

Obszar arkusza Pawłów jest rejonem rolniczym – użytki rolne zajmują około 70% powierzchni arkusza, lasy około 10%. Największym ośrodkiem przemysłowym i miejskim jest Rejowiec Fabryczny, poza nim występuje tu głównie osadnictwo typu wiejskiego. Część obszarów leśnych i dolina rzeki Wieprz objęte są ochroną jako Nadwieprzański Park Krajobra-

zowy oraz Pawłowski Obszar Chronionego Krajobrazu. Ochronie podlegają 2 obszary włączone do sieci Natura 2000: „Pawłów” oraz „Łopiennik”.

W miejscowych planach zagospodarowania przestrzennego podkreślana jest rola ochrony walorów krajobrazowych terenu w aspekcie zgodności koncesyjnej eksploatacji kopalin z wymogami ochrony środowiska.

#### **XIV. Literatura**

- ANDRUSIEWICZ T., 1958 – Dokumentacja geologiczna złoża piasków do produkcji cegły wapienno-piaskowej „Kanie-Liszno”. Cent. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- BOJARSKI R., 1967 – Orzeczenie geologiczne z wierceń zwiadowczych za ziemią krzemionkową w rejonie Chełm-Rejowiec. Cent. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- BOROWIEC J., 1990 – Torfowiska Regionu Lubelskiego. PWN, Warszawa.
- BUJALSKA M., 1978 – Dodatek do dokumentacji geologicznej w kat. B złoża piasków do produkcji cegły wapienno-piaskowej „Kanie-Liszno” (1978 r.) wraz z uzupełnieniem (1981 r.). Woj. Arch. Geol., Lublin.
- BUJALSKA M., 1982 – Dokumentacja geologiczna w kat. C<sub>1</sub> z rozpoznaniem jakości w kat. B złoża piasków kwarcowych do produkcji cegły wapienno-piaskowej „Toruń”. Cent. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- CHWESIUK Z., 1998 – Uproszczona dokumentacja geologiczna w kat. C<sub>2</sub> złoża kruszywa naturalnego „Siennica Nadolna”. Woj. Arch. Geol., Lublin.
- CHWESIUK Z., 1999 – Uproszczona dokumentacja geologiczna w kat. C<sub>2</sub> złoża kruszywa naturalnego „Toruń I” dla potrzeb budownictwa i drogownictwa. Cent. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- CHWESIUK Z., GRZYWNA Z., 1990 – Karta rejestracyjna złoża kruszywa naturalnego do prac budowlanych w miejscowości Zagrody. Woj. Arch. Geol., Lublin.
- CIEŚLIŃSKI S., RZETCHOWSKI J., 1995 – Mapa geologiczna Polski w skali 1: 200 000, arkusz Chełm, Horodło; B – mapa bez utworów czwartorzędowych. Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
- CYWICKI R., GAJEK M., CYWICKA K., 1983 – Dokumentacja geologiczna w kat. C<sub>2</sub> złoża piasków w czaszy projektowanego zbiornika wodnego „Oleśniki”; gmina: Trawniki, Łopiennik, Rejowiec Fabryczny; województwo: lubelskie i chełmskie. Cent. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.

- CZAJA-JARZMIK B., 1981 – Karta rejestracyjna złoża piasku do robót drogowych „Dorohuczka”. Cent. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- CZAJA-JARZMIK B., 1984 – Sprawozdanie z prac geologicznych zwiadowczych dla poboru mas ziemnych do budowy obwodnicy Krasnegostawu. Woj. Arch. Geol., Lublin.
- CZAJA-JARZMIK B., 2002 – Dokumentacja geologiczna złoża piasków „Wincentów I” w kat. C<sub>1</sub>. Cent. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- CZAJA-JARZMIK B., FYDA F., 1998 – Dokumentacja geologiczna (uproszczona) z elementami projektu zagospodarowania złoża kruszywa naturalnego „Wincentów”. Woj. Arch. Geol., Lublin.
- CZAJA-JARZMIK B., PIKULA E., 1979 – Karta rejestracyjna złoża piasku do robót drogowych „Krynica”. Cent. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- CZERWIŃSKA-TOMCZYK (red.), 2008 – Dokumentacja określająca warunki hydrogeologiczne dla ustanowienia obszaru ochronnego zbiornika wód podziemnych Niecka Lubelska (GZWP nr 406), Samodzielna Pracownia Państwowej Służby Hydrogeologicznej Regionu Lubelskiego w Lublinie, Przedsiębiorstwo Geologiczne „POLGEOLOG” SA w Warszawie – Zakład w Lublinie. Cent. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- GAŁUS S., WÓJCIK L., 2008 – Dokumentacja geologiczna złoża piasku w kat. C<sub>1</sub> „Dorohuczka XI”. Cent. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- GAŁUS S., WÓJCIK L., 2009a – Dokumentacja geologiczna złoża piasku w kat. C<sub>1</sub> „Dorohuczka XIV”. Cent. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- GAŁUS S., WÓJCIK L., 2009b – Dokumentacja geologiczna złoża piasku w kat. C<sub>1</sub> „Dorohuczka XVI”. Cent. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- GAŁUS S., WÓJCIK L., 2009c – Dokumentacja geologiczna złoża piasków „Wola Żulińska” w kat. C<sub>1</sub>. Cent. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- GRABOWSKI D. (red.), MAŁEK M., WODYK K., MALESZCZYK W. 2007 – System Osłony Przeciwosuwiskowej Etap I: Mapa osuwisk i obszarów predysponowanych do występowania ruchów masowych w województwie lubelskim. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- HADRO J., PTAK E., 1994 – Ocena możliwości eksploatacji metanu z pokładów węgla w centralnej części synkliny Dorohuczki. Cent. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- Instrukcja** opracowania Mapy geośrodowiskowej Polski w skali 1: 50 000 – 2005. Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.

- JAROS J., 1982 – Sprawozdanie z badań geologiczno-zwiadowczych za kruszywem naturalnym w dolinie rzeki Wieprz na obszarze województwa chełmskiego; gminy: Krasnystaw i Łopiennik Górny. Woj. Arch. Geol., Lublin.
- JUREK A., 1959 – Dokumentacja geologiczna złoża surowców ilastych ceramiki budowlanej – Pawłów k/Rejowca. Cent. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- KAPER A H., 1985a – Karta rejestracyjna złoża ilów trzeciorzędowych i glin czwartorzędowych „Pawłów” jako surowca niskiego do produkcji cementu. Woj. Arch. Geol., Lublin.
- KAPER A H., 1985b – Dodatek do dokumentacji geologicznej złoża surowców ilastych ceramiki budowlanej Pawłów k/Rejowca. Cent. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- KAPER A H., ŻYŁA E., 1983 – Zbiorcza dokumentacja geologiczna złoża margli kredowych „Rejowiec” w kat. C<sub>1</sub>+B; miejscowość: Rejowiec Fabryczny, Krasne, Rejowiec, woj. Chełm. Cent. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- KELMAN C., 2008 – Dokumentacja geologiczna złoża kruszywa naturalnego (piasków) „Dorohucz XII” (dz. nr ew. 2417, 2418/1) w kategorii C<sub>1</sub>. Cent. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- KELMAN C., 2009a – Dokumentacja geologiczna złoża kruszywa naturalnego (piasków) „Dorohucz-Nowina VII” (dz. nr ew. 2528) w kat. C<sub>1</sub>. Cent. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- KELMAN C., 2009b – Dokumentacja geologiczna złoża kruszywa naturalnego (piasków) „Dorohucz-Nowina VIII” (dz. nr ew. 2557, 2558) w kat. C<sub>1</sub>. Cent. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- KELMAN C., 2010a – Dokumentacja geologiczna złoża kruszywa naturalnego (piasków) „Dorohucz XVII” w kategorii C<sub>1</sub>. Cent. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- KELMAN C., 2010b – Dokumentacja geologiczna złoża kruszywa naturalnego (piasków) „Dorohucz XVIII” w kategorii C<sub>1</sub>. Cent. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- KELMAN C., 2010c – Dokumentacja geologiczna złoża kruszywa naturalnego (piasków) „Dorohucz-Nowina IX” w kat. C<sub>1</sub>. Cent. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- KELMAN C., 2010d – Dokumentacja geologiczna złoża kruszywa naturalnego (piasków) „Dorohucz-Nowina X” w kat. C<sub>1</sub>. Cent. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.

- KILAKIEWICZ C., ZARĘBSKI K., 2002 – Dodatek Nr 2 do dokumentacji geologicznej złoża margli kredowych „Rejowiec” w kategorii C<sub>1</sub>+B. Cent. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- KONDRACKI J., 2000 – Geografia regionalna Polski. Wydawnictwa Naukowe PWN, Warszawa.
- KOPACZ M., ZEZULA H., 2000 – Mapa hydrogeologiczna Polski w skali 1: 50 000, arkusz Pawłów. Cent. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- KORNOWSKA I., 1967 – Sprawozdanie z prac geologiczno-zwiadowczych za złożami piasku do produkcji betonów komórkowych w rejonie miejscowości Żulin i Rejowiec. Cent. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- Kryteria bilansowości złóż kopalin.** Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 9 stycznia 2007 r., DzU nr 7, poz. 57.
- LESZCZEWSKA C., 2008a – Dodatek Nr 1 do dokumentacji geologicznej złoża kruszywa naturalnego „Borowica I” w kat. C<sub>1</sub>. Cent. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- LESZCZEWSKA C., 2008b – Dokumentacja geologiczna złoża kruszywa naturalnego „Borowica I/1” w kat. C<sub>1</sub>. Cent. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- LIRO A. (red.), 1998 – Strategia wdrażania krajowej sieci ekologicznej ECONET Polska. Fundacja IUCN Poland, Warszawa.
- LIS J., PASIECZNA A., 1995 – Atlas geochemiczny Polski 1:2 500 000. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
- LUTY L., RUKSZTO-CHMIELECKA M., 1980 – Inwentaryzacja surowców naturalnych na terenie gminy Rejowiec Fabryczny wraz z oceną ich zagospodarowania. Woj. Arch. Geol., Lublin.
- ŁOZA K., 2001 – Uproszczona dokumentacja geologiczna w kat. C<sub>1</sub> wraz z projektem zagospodarowania złoża torfu dla potrzeb ogrodnictwa na działce nr 171 w m. Chojno Nowe, gm. Siedliszcze. Woj. Arch. Geol., Lublin.
- ŁOZA K., 2002 – Dokumentacja geologiczna złoża piasków w kat. C<sub>1</sub> na działce nr 764 (Toruń II) w miejscowości Toruń, gm. Rejowiec Fabryczny. Woj. Arch. Geol., Lublin.
- ŁOZA K., 2005 – Dokumentacja geologiczna złoża piasków w kat. C<sub>1</sub> „Wólka Kańska III”. Cent. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- MANTERYS A., 1969 – Sprawozdanie ze zwiadu geologicznego za piaskami do produkcji cegły wapienno-piaskowej „Lublin-S”. Woj. Arch. Geol., Lublin.

- MARKS L., BER A., GOGOŁEK W., PIOTROWSKA K., 2006 – Mapa geologiczna Polski, skala 1:500 000. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- MARUSZCZAK T., 1982 – Inwentaryzacja surowców mineralnych na terenie gmin województwa chełmskiego: Krasnystaw, Kańniczyn, Leśniowice, Łopiennik Górny, Sienica Różana, Wojsławice oraz miasta Krasnystaw wraz z oceną ich zagospodarowania. Woj. Arch. Geol., Lublin.
- MASZOŃSKA D., SIEDEŁ G., WÓJTOWICZ J., 2005 – Mapa geologiczno-gospodarcza Polski, arkusz Pawłów. Cent. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- MAĆZKA P., 1953 – Dokumentacja geologiczna złoża ziemi krzemionkowej „Lechowitu” w Lechówce k. Rejowca Lubelskiego, pow. Chełm. Cent. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- MOJSKI J. E., 1962 – Szczegółowa mapa geologiczna Polski w skali 1:50 000, arkusz Pawłów (M34 – 35C). Instytut Geologiczny, Warszawa.
- MOJSKI J. E., 1968 – Objasnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1:50 000, arkusz Pawłów (M43 – 35C). Instytut Geologiczny, Warszawa.
- OSTRZYŻEK S., DEMBEK W., 1996 – Zlokalizowanie i charakterystyka złóż torfowych w Polsce spełniających kryteria potencjalnej bazy zasobowej z ustaleniem i uwzględnieniem wymogów związanych z ochroną i kształtowaniem środowiska. IMiUZ, Falenty.
- PACZYŃSKI B., SADURSKI A., (red), 2007 – Hydrogeologia regionalna Polski. Wyd. Geol. Warszawa.
- PILIPCZUK I., PASIECZNA A., DYJOR K., 1982 – Dokumentacja geologiczna złoża węgla kamiennego – Lubelskie Zagłębie Węglowe, obszar „Chełm II”, kat. C<sub>2</sub>. Cent. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- POPRAWA P. 2010 – System węglowodorowy z gazem ziemnym w łupkach – północnoamerykańskie doświadczenia i europejskie perspektywy. Przegl. Geol. vol. 58, nr 3: 216–225.
- POPRAWA, KIERSNOWSKI, 2008 – Perspektywy poszukiwań gazu ziemnego w skałach ilastych (shale gas) oraz gazu ziemnego zamkniętego (tight gas) w Polsce. Biul. Państw. Inst. Geol. Nr 429, s. 145–152.
- PTAK E., 2000 – Dodatek Nr 1 do dokumentacji geologicznej w kat. C<sub>2</sub> złoża węgla kamiennego „Chełm II” w Lubelskim Zagłębiu Węglowym. Cent. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.

- PTAK E., SIEROŃ G., 2006 – Dodatek Nr 1 do dokumentacji geologicznej złoża piasków w kat. C<sub>1</sub> „Wólka Kańska III”. Cent. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- Raport** Wojewódzkiego Inspektoratu Ochrony Środowiska w Warszawie – Stan środowiska w województwie lubelskim w roku 2009. Inspekcja Ochrony Środowiska, Warszawa 2010 [<http://www.wios.lublin.pl/tiki-page.php?pageName=środowisko>].
- Rozporządzenie** Ministra Środowiska z dnia 9 września 2002 r. w sprawie standardów jakości gleby oraz standardów jakości ziemi. DzU nr 165, 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 DzU nr 62, poz. 628.
- RZECHOWSKI J. 1997 – Mapa geologiczna Polski 1:200 000. Arkusz Chełm, Horodło. PIG Warszawa.
- SIERANT M., 2001 – Uproszczona dokumentacja geologiczna w kat. C<sub>1</sub> z elementami projektu zagospodarowania złoża kruszywa naturalnego „Siennica Nadolna 2” dla potrzeb budownictwa i drogownictwa. Cent. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- SMUSZKIEWICZ A., 1992 – Dodatek Nr 1 do zbiorczej dokumentacji geologicznej złoża margli kredowych „Rejowiec” w kategorii C<sub>1</sub>+B. Cent. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- SMUSZKIEWICZ K., 2002 – Dokumentacja geologiczna złoża piasku „Dorohuczka VI” w kat. C<sub>1</sub>. Arch. Star. Pow., Świdnik.
- SMUSZKIEWICZ K., 2004 – Dokumentacja geologiczna złoża piasku „Dorohuczka VIII”; Dokumentacja (uproszczona) rekultywacji i zagospodarowania wyrobiska poeksploatacyjnego. Cent. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- SOLARSKI M., BANDURSKA-KRYŁOWICZ H., 1985 – Dokumentacja geologiczna w kat. C<sub>2</sub> złoża piasków budowlanych „Trawniki”. Cent. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- STEC J., 2000 – Uproszczona dokumentacja geologiczna złoża piasku wraz z projektem zagospodarowania złoża „Wólka Kańska I” w Wólce Kańskiej. Woj. Arch. Geol., Lublin.
- STEC J., 2010 – Dokumentacja geologiczna złoża kruszywa naturalnego „Toruń III” w kat. C<sub>1</sub>. Cent. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.

- STRZELECKI R., WOŁKOWICZ S., SZEWCZYK J., LEWANDOWSKI P., 1993 – Mapy radioekologiczne Polski Część I: Mapa mocy dawki promieniowania gamma w Polsce; Mapa stężeń cezu w Polsce. Skala 1:750 000. Państw. Inst. Geol., Warszawa
- STRZELECKI R., WOŁKOWICZ S., SZEWCZYK J., LEWANDOWSKI P., 1994 – Mapy radioekologiczne Polski Część II: Mapy koncentracji uranu, toru i potasu w Polsce. Skala 1:750 000. Państw. Inst. Geol., Warszawa
- SZYDEŁ R., 1998 – Uproszczona dokumentacja w kat. C<sub>1</sub> złoża kruszywa naturalnego do robót budowlanych i drogowych „Borowica I”. Woj. Arch. Geol., Lublin.
- SZYDEŁ Z., 2009 – Dokumentacja geologiczna złoża kruszywa naturalnego (piasków) „Dorohucza XV” w kat. C<sub>1</sub>. Cent. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- ŚWIERKOSZ W., 1974 – Sprawozdanie z robót geologiczno-poszukiwawczych za piaskami kwarcowymi do produkcji szkła, rejon Dorohucza, powiat Lublin, woj. lubelskie. Cent. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- TCHÓRZEWSKA D., SZUWARZYŃSKA K., 1974 – Orzeczenie z I etapu badań geologiczno-zwiadowczych prowadzonych za surowcami kredowymi dla przemysłu cementowego w rejonie Fajśławic. Woj. Arch. Geol., Lublin.
- TCHÓRZEWSKA D., TYLEK K., 1972 – Dokumentacja geologiczna złoża opok i margli kredowych „Nikodemówka” w kat. C<sub>2</sub>. Woj. Arch. Geol., Lublin.
- Ustawa** o odpadach z dnia 27 kwietnia 2001 r. DzU nr 39, poz. 251 z 2007 r. tekst jednolity.
- WOŁKOWICZ S., MALON A., TYMIŃSKI M. (red.), 2010 – Bilans zasobów kopalin i wód podziemnych w Polsce wg stanu na 31.12.2009r., Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- WOŚ A., 1999 – Klimat Polski. PWN, Warszawa.
- WÓJCIK L., GRUSZCZYŃSKI T., 1986 – Sprawozdanie z geologicznych prac poszukiwawczych za piaskiem budowlanym k/Krasnegostawu. Woj. Arch. Geol., Lublin.
- WÓJCIK L., SMUSZKIEWICZ A., 1997 – Dodatek Nr 1 do dokumentacji geologicznej złoża piasku „Ewopole”. Woj. Arch. Geol., Lublin.
- WÓJCIK L., SMUSZKIEWICZ A., 2000 – Uproszczona dokumentacja geologiczna w kat. C<sub>1</sub> złoża piasku „Dorohucza V” z uproszczonym planem zagospodarowania złoża. Woj. Arch. Geol., Lublin.
- WÓJCIK L., SZYDEŁ Z., 1992 – Orzeczenie geologiczne wraz z elementami planu racjonalnej gospodarki złożem dla złoża piasku „Ewopole” zalegającego w obrębie działek nr 2611, 2612, 2613, 2614. Woj. Arch. Geol., Lublin.

- ZARĘBSKI K., LESZCZEWSKA C., 2003 – Dodatek Nr 3 do dokumentacji geologicznej złoża margli kredowych „Rejowiec” w kategorii B+C<sub>1</sub>. Cent. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- Zasady** dokumentowania złóż kopalin stałych, 1999 – Ministerstwo Środowiska, Warszawa.
- ZDANOWSKI A. (red.) 1999 – Atlas geologiczny Lubelskiego Zagłębia Węglowego. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
- ZDANOWSKI A., 2010a – Zasoby perspektywiczne kopalin Polski (red. Wołkowicz S.) – Węgiel kamienny – Lubelskie Zagłębie Węglowe. Państw. Inst. Geol. – Państw. Inst. Bad. Warszawa.
- ZDANOWSKI A., 2010b – Jakość węgla w Lubelskim Zagłębiu Węglowym. Biul. Państw. Inst. Geol. Nr 439, s. 189-196.
- ZEZULA H., PIETRUSZKA W., KOPACZ M., 1996 – Dokumentacja określająca warunki hydrogeologiczne dla ustanowienia stref ochronnych GZWP nr 407 (Chełm-Zamość). Przedsiębiorstwo Geologiczne „POLGEOL” SA, Zakład w Lublinie.