

**PAŃSTWOWY INSTYTUT GEOLOGICZNY
PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY**

OPRACOWANIE ZAMÓWIONE PRZEZ MINISTRA ŚRODOWISKA

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

Arkusz KRASNYSTAW (825)



MINISTERSTWO
ŚRODOWISKA

Warszawa 2011

Autorzy: Sławomir Mądry*, Izabela Bojakowska**, Paweł Kwecko**,
Jerzy Miecznik**, Krystyna Wojciechowska***

Główny koordynator MGP: Małgorzata Sikorska-Maykowska**

Redaktor regionalny planszy A: Albin Zdanowski**

Redaktor regionalny planszy B: Joanna Szyborska-Kaszycka we współpracy z Kingą Małecką**

Redaktor tekstu: Joanna Szyborska-Kaszycka**

* – Przedsiębiorstwo Usług Geologicznych „Kielkart”, ul. Starowapiennikowa 6, 25-113 Kielce

** – 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 (<i>Sławomir Mądry</i>)	3
II. Charakterystyka geograficzna i gospodarcza (<i>Sławomir Mądry</i>)	4
III. Budowa geologiczna (<i>Sławomir Mądry</i>)	7
IV. Złoża kopalin (<i>Sławomir Mądry</i>)	10
V. Górnictwo i przetwórstwo kopalin (<i>Sławomir Mądry</i>)	16
VI. Perspektywy i prognozy występowania kopalin (<i>Sławomir Mądry</i>)	18
VII. Warunki wodne (<i>Sławomir Mądry</i>)	20
1. Wody powierzchniowe	20
2. Wody podziemne	21
VIII. Geochemia środowiska	23
1. Gleby (<i>Paweł Kwecko</i>)	23
2. Osady (<i>Izabela Bojakowska</i>)	26
3. Pierwiastki promieniotwórcze (<i>Jerzy Miecznik</i>)	29
IX. Składowanie odpadów (<i>Krystyna Wojciechowska</i>)	31
X. Warunki podłoża budowlanego (<i>Sławomir Mądry</i>)	36
XI. Ochrona przyrody i krajobrazu (<i>Sławomir Mądry</i>)	38
XII. Zabytki kultury (<i>Sławomir Mądry</i>)	43
XIII. Podsumowanie (<i>Sławomir Mądry, Krystyna Wojciechowska</i>)	44
XIV. Literatura	46

I. Wstęp

Arkusze Krasnystaw Mapy geośrodowiskowej Polski w skali 1:50 000 zostały opracowane w latach 2010–2011 w Przedsiębiorstwie Usług Geologicznych „Kielkart” w Kielcach (plansza A) oraz w Państwowym Instytucie Geologicznym – Państwowym Instytucie Badawczym i Przedsiębiorstwie Geologicznym „Polgeol” SA w Warszawie (plansza B). Mapę sporządzono zgodnie z „Instrukcją opracowania Mapy geośrodowiskowej Polski w skali 1:50 000” (2005), na podkładzie topograficznym w skali 1:50 000, w układzie współrzędnych 1942. Przy opracowywaniu niniejszego arkusza wykorzystana została Mapa geologiczno-gospodarcza Polski w skali 1:50 000 arkusz Krasnystaw, wraz z materiałami autorskimi (Krogulec, Wierchowicz, 2005).

Plansza A jest kartograficznym odwzorowaniem występowania kopalin oraz gospodarki złożami na tle wybranych elementów: górnictwa i przetwórstwa kopalin, hydrogeologii, geologii inżynierskiej, przyrody, krajobrazu i zabytków kultury.

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

Mapa 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. Zawarte na mapie informacje mogą być wykorzystywane w pracach studialnych przy opracowywaniu strategii rozwoju województwa oraz projektów i planów zagospodarowania przestrzennego, a także w opracowaniach ekofizjograficznych. Przedstawiane na mapie informacje środowiskowe stanowią ogromną pomoc przy wykonywaniu wojewódzkich, powiatowych i gminnych programów ochrony środowiska oraz planów gospodarki odpadami.

Materiały niezbędne do opracowania niniejszej mapy zebrano w:

- Centralnym Archiwum Geologicznym Państwowego Instytutu Geologicznego w Warszawie,

- Urzędach Wojewódzkim i Marszałkowskim w Lublinie,
- urzędach powiatowych, miejskich i gminnych,
- nadleśnictwach Lasów Państwowych.

Zebrane informacje uzupełnione zostały zwiadem terenowym przeprowadzonym w sierpniu 2010 roku.

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

II. Charakterystyka geograficzna i gospodarcza

Obszar arkusza Krasnystaw wyznaczają współrzędne 23°00'–23°15' długości geograficznej wschodniej i 50°50'–51°00' szerokości geograficznej północnej. Jego powierzchnia wynosi około 324 km².

Pod względem administracyjnym obszar arkusza należy do województwa lubelskiego. W jego granicach znajdują się fragmenty dwóch powiatów – krasnostawskiego (gminy: Krasnystaw, Łopiennik, Rudnik, Izbica, Kraśniczyn, Siennica Różana oraz miasto Krasnystaw) i zamojskiego (gminy Nielisz i Stary Zamość).

Przez północną część obszaru arkusza Krasnystaw, zgodnie z podziałem J. Kondrackiego (2002), przebiega granica pomiędzy dwiema podprowincjami – Wyżyną Lubelsko-Lwowską, a Polesiem. Jest ona jednocześnie granią Niżu Wschodniobałtycko-Białoruskiego i Wyżyn Polskich, a także obszarów Europy Wschodniej i Zachodniej. Omawiany obszar jest położony w obrębie kilku mezoregionów. Trzy spośród nich – Wyniosłość Giełczewska, Działy Grabowieckie oraz Padół Zamojski należą do makroregionu Wyżyny Lubelskiej (podprowincja Wyżyna Lubelsko-Lwowska), jeden – Obniżenie Dorohuskie wchodzi w skład makroregionu Polesie Wołyńskie (podprowincja Polesie) (fig. 1).

Wyniosłość Giełczewska stanowi wysoczyznę o urozmaiconej rzeźbie. Deniwelacje terenu, pomiędzy górnymi partiami wzniesień, a dnami dolin rzecznych sięgają 70 m. Charakterystycznym elementem rzeźby jest schodkowo wykształcony system powierzchni zrównań, ponad którymi dominują ostańce erozyjne.

Działy Grabowieckie, zbudowane głównie z odpornych na wietrzenie górnokredowych opok, tworzą równoleżnikowe garby, najczęściej przykryte lessami, często poprzecinane niewielkimi dolinkami i rozcięciami erozyjnymi.

Padół Zamojski jest rozległym obniżeniem denudacyjnym powstałym wskutek erozji mało odpornych margli i kredy piszącej mastrychtu górnego.

Obniżenie Dorohuskie obejmuje niewielki północny fragment opisywanego obszaru, w rejonie Krasnegostawu.

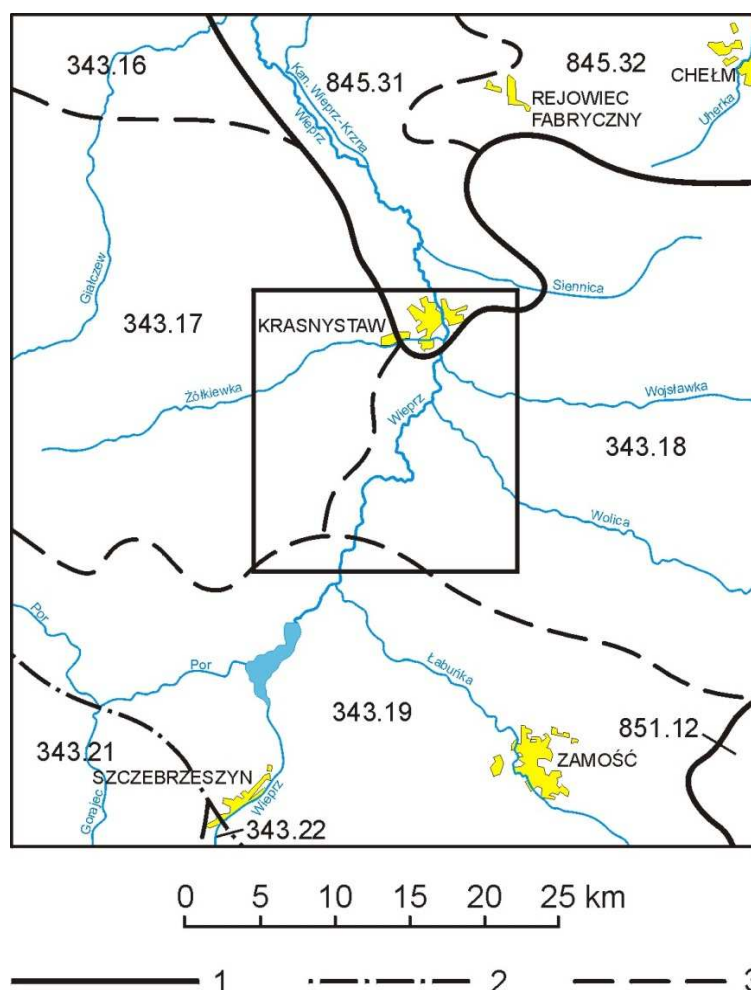


Fig. 1. Położenie arkusza Krasnostaw na tle jednostek fizycznogeograficznych wg J. Kondrackiego (2002)

1 – granica obszaru Europy Wschodniej i Zachodniej, 2 – granice makroregionów, 3 – granice mezoregionów

podprowincja	makroregion	mezoregion
Wyżyna Lubelsko-Lwowska	Wyżyna Lubelska	343.16 – Płaskowyż Świdnicki
		343.17 – Wyniosłość Giełczewska
		343.18 – Działy Grabowieckie
		343.19 – Padół Zamojski
		343.21 – Roztocze Zachodnie
Polesie	Polesie Wołyńskie	343.22 – Roztocze Środkowe
		845.31 – Obniżenie Dorohuskie
		845.32 – Pagóry Chełmskie
Wyżyna Wołyńsko-Podolska	Wyżyna Wołyńska	851.12 – Kotlina Hrubieszowska

Charakterystycznymi formami geomorfologicznymi obszaru arkusza są pokrywy lessowe, których miąższość przekracza lokalnie 20 m, dna dolin rzecznych (Wieprza, Żółkiewki, Wojsławki i Wolicy oraz mniejszych rzek), niewielkie wydmy występujące na powierzchni tarasu nadzalewowego Wieprza, tarasy nadzalewowe i zalewowe rzek, krawędzie i stoki wysoczyzn (dobrze widoczne w dolinie Wieprza) oraz liczne dolinki, parowy i wąwozy w osa-

dach lessowych. Typowe dla Wyżyny Lubelskiej, są spłaszczenia wierzchowinowe, pozbawione pokrywy lessowej, występujące na opisywanym obszarze na północ od doliny Żółkiewki oraz w międzyrzeczu Żółkiewki i Wieprza.

Obszar arkusza znajduje się w lubelsko-zamojskim regionie klimatycznym, który kształtują ścierające się wpływy klimatu kontynentalnego i atlantyckiego. Charakterystyczną cechą są tu stosunkowo krótkie pory przejściowe, tj. przedwiośnie i przedzimie. Zimy są dość ostre, ale pokrywa śnieżna jest niewielka i nietrwała. Liczba dni pogodnych oraz nasłonecznienie należy do największych w Polsce. Średnia temperatura roczna wynosi około 7,5°C. Większość opadów przypada na miesiące letnie. Mają one nierzadko charakter nawałnic z towarzyszącymi im opadami gradu. Rejon cechuje się opadem rocznym wynoszącym średnio 580 mm, natomiast parowanie terenowe wynosi 520 mm (Czerwińska-Tomczyk, Sadurski, 1997).

Arkusze Krasnostaw obejmuje teren typowo rolniczy. Przeważają grunty orne, stosunkowo mały udział mają łąki występujące w dolinach rzecznych. Gleby chronione, w postaci różnej wielkości kompleksów, występują na całym obszarze arkusza, zajmując ponad 70% jego powierzchni. Są to głównie gleby brunatne i płowe oraz rędziny brunatne i czarnoziemne, wykształcone na lessach i lessach piaszczystych oraz na wychodniach skał kredowych. Dobre warunki glebowe i klimatyczne pozwalają na uprawę pszenicy, buraka cukrowego, rzepaku i chmielu, chociaż w strukturze zasiewów największy udział mają zboża, rośliny przemysłowe i ziemniaki. Duży odsetek gruntów rolnych stanowi uprawa warzyw i czarnej porzeczki. Wiele gospodarstw specjalizuje się w uprawie ziół i produkcji sadowniczej. Funkcjonuje tu ponad tysiąc gospodarstw. Większość z nich posiada areał poniżej 5 ha, co predysponuje je do prowadzenia rolnictwa o charakterze ekologicznym, powiązaniem z agroturystyką. W produkcji rolniczej ważną pozycję zajmuje hodowla bydła i trzody chlewnej.

Jedynym ośrodkiem miejskim jest Krasnostaw, liczący około 19,8 tys. mieszkańców i skupiający wszystkie większe zakłady przemysłowe. Do największych z nich należą: „Cersanit” IV Sp. z o.o. – producent ceramiki sanitarnej eksportowanej do wielu państw Europy, Cukrownia „Krasnostaw” SA, Okręgowa Spółdzielnia Mleczarska produkująca artykuły mleczarskie na rynek krajowy i eksport, Zakład Przemysł Odzieżowego „Coratex” Sp. z o.o. – producent ubiorów i okryć damskich z przeznaczeniem na rynek krajowy i eksport, zakład „Kartonex” Sp. z o.o., produkujący opakowania tekturowe i świadczący usługi poligraficzne oraz Fermentownia Tytoniu w Krasnymstawie Sp. z o.o. Miasto jest siedzibą starostwa powiatowego oraz ważnym ośrodkiem handlowo-usługowym dla okolicznych miejscowości. Od 40 lat organizowane są coroczne dożynki chmielowe tzw. „Chmielaki Krasnostawskie” –

święto chmielarzy i piwowarów. W Izbicy zlokalizowany jest zakład produkcyjny „Herbapolu” Lublin SA. Ponadto na omawianym terenie rozwija się drobny przemysł, głównie spożywczy (młyny, piekarnie, mleczarnie, rzeźnie i masarnie), zaopatrujący rynek lokalny.

Krasnystaw ma dogodne położenie pod względem komunikacyjnym, znajduje się w bliskiej odległości od dużych miast (Chełm – 30 km, Zamość – 31 km, Lublin – 55 km) i granicy państwa (przejście graniczne w Dorohusku z Ukrainą – 60 km). Przez Krasnystaw przebiega droga krajowa nr 17 Warszawa – przejście graniczne Hrebenne oraz linia kolejowa Zawada – Rejowiec Fabryczny. Z Krasnegostawu wychodzą drogi wojewódzkie nr 812, 842 i 846, łączące miasto z Chełmem, Kraśnikiem i Hrubieszowem. Obszar arkusza z północy na południe przecina projektowana trasa drogi ekspresowej S17.

III. Budowa geologiczna

Budowę geologiczną terenu arkusza Krasnystaw przedstawiono według Szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1:50 000 (Harasimiuk i in., 1987, 1988).

Obszar opisywanego arkusza jest położony w strefie kontaktu wschodnioeuropejskiej platformy prekambryjskiej i platformy paleozoicznej Europy zachodniej. Granicą między tymi ponadregionalnymi jednostkami geologicznymi stanowi strefa tektoniczna Tisseyra-Tornquista, według niektórych autorów przyjmowana m. in. na uskoku Izbica – Zamość. Uskok ten przebiega z północnego zachodu na południowy wschód, przez Wielkopole, Ostrzycę i Stary Zamość. Na obszarze arkusza w obrębie platformy prekambryjskiej wyróżnia się rów mazowiecko-lubelski, a w obrębie platformy paleozoicznej, tzw. podniesienie radomsko-kraśnickie.

Utwory starszego podłoża znane są jedynie z wierceń. Osady proterozoiku wykształcone w postaci bazaltów, piaskowców, mułowców i iłowców zostały stwierdzone w otworze w rejonie miejscowości Małochwiej Duży. Wyżej występują piaskowce glaukonitowe, mułowce i iłowce dolnego i środkowego kambru (1000 m miąższości) oraz wapień i wapień margliste ordowiku (100 m). Na głębokości około 3100 m zalega strop iłowców i mułowców syluru (1300 m). Osady dewonu i karbonu zostały stwierdzone w kilku wierceniach, w rejonach: Rudki, Małochwieja, Tarnogóry i Tarzymiechów. Utwory dewonu (1500 m) wykształcone są w postaci piaskowców kwarcytowych, mułowców i iłowców (dewon dolny) oraz dolomitów, piaskowców i mułowców (dewon środkowy). Południowo-zachodnia część obszaru arkusza charakteryzuje się brakiem pokrywy karbońskiej. W części centralnej i północno-wschodniej omawianego terenu osady karbonu wypełniają rów mazowiecko-lubelski. Utwory karbonu dolnego (do 400 m) reprezentowane są tu przez wapień, mułowce

i piaskowce. Karbon górny (do około 1000 m), występujący na głębokości 750–1100 m, wykształcony jest jako mułowce, iłowce i piaskowce z cienkimi wkładkami węgla kamiennego i nielicznymi ławicami wapieni marglistych. Wyżej występują wapienie piaszczyste i margliste, margle, mułowce oraz piaskowce (ok. 200 m) jury środkowej i górnej. Na jurze leżą osady kredy. W dolnej części są one wykształcone w postaci piasków i wapnistych piaskowców glaukonitowych kredy dolnej – albu (12 m), powyżej których rozpoczyna się monotony kompleks (do 1000 m) górnokredowych margli i opok, kredy piszącej i wapieni.

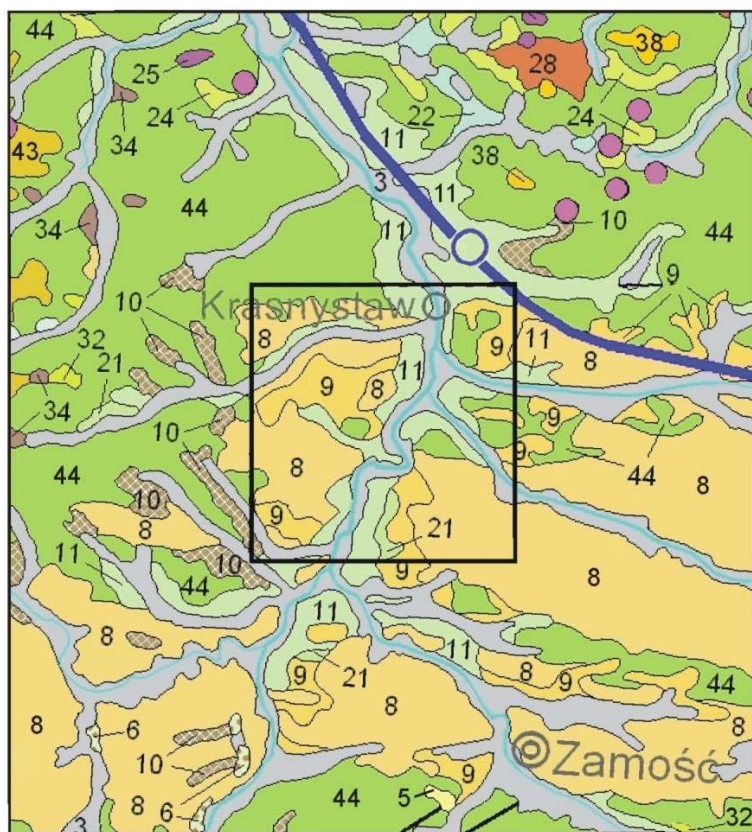
Najstarsze osady występujące na powierzchni terenu reprezentowane są przez najmłodsze ogniwa kredy górnej (mastrycht górny) – opoki, opoki margliste i margle, miejscami pojawiają się gezy oraz kreda pisząca (fig. 2).

Około 50% powierzchni arkusza, zarówno wierzchowiny jak i w znacznym stopniu tarasy nadzalewowe, pokrywają lessy oraz pokrywy deluwialnych piasków pyłowych osadzone podczas zlodowaceń północnopolskich. Lessy, których miąższość wynosi przeciętnie 10–15 m, zalegają na zdenudowanej i bardzo urozmaiconej pod względem rzeźby powierzchni podczwartorzędowej, wykształconej na skałach kredowych. Sporadycznie w spągu lessów występują zwietrzałe (odwapnione) południowopolskie gliny zwałowe.

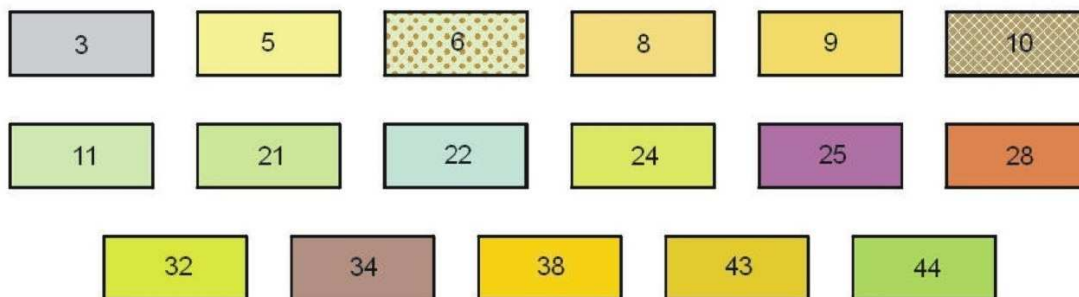
Osady czwartorzędowe, wypełniające doliny rzek, charakteryzują się odmiennym wykształceniem w stosunku do osadów czwartorzędowych na wierzchowinach. Ich miąższość w dolinie Żółkiewki i Wolicy osiąga 30–40 m, w dolinie Wojstawki 60 m, a w dolinie Wieprza ponad 75 m. Są to głównie rzeczne, rzeczno-peryglacjalne, wodnolodowcowe i deluwialne osady piaszczyste, rzadziej piaszczysto-żwirowe, poprzedzielane jeziorno-rozlewiskowymi mułkami i iłami. Utwory te akumulowane były w dolinach w okresie od preplejstocenu, poprzez zlodowacenia południowopolskie, interglacjal wielki, zlodowacenia środkowopolskie, interglacjal eemski do zlodowaceń północnopolskich.

W czasie zlodowacenia odry w dolinach rzecznych powstał piaszczysto-żwirowy taras nadzalewowy o wysokości około 25 m nad poziom rzek. We frakcji żwirowej dominuje materiał lokalny. Zlodowacenie bałtyckie zaznaczyło się utworzeniem kolejnych dwóch tarasów nadzalewowych, zbudowanych z piasków oraz mułków piaszczystych, o wysokości od 10 do 12 i od 15 do 20 m nad poziom rzek.

Dna współczesnych dolin – taras zalewowy wyścielają holocenyjskie piaski, na których zalegają mułki (mady), zazębające się z torfami niskimi. Suche doliny wypełniają piaski i mułki deluwialne, powstałe w wyniku akumulacji rozmywanych pokryw lessowych.



0 5 10 15 20 25 km



a b c

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

Czwartorzęd; holocen: 3 – piaski, żwiry, mady rzeczne oraz torfy i namuły; czwartorzęd nierozdzielony: 5 – piaski eoliczne, lokalnie w wydmach; 6 – piaski i żwiry stożków napływowych; plejstocen; zlodowacenia północnopolskie: 8 – lessy, 9 – lessy piaszczyste i pyły lessopodobne, 10 – gliny, piaski i gliny z rumoszami, soliflukcyjno-deluwialne, 11 – piaski, żwiry i mułki rzeczne, zlodowacenia środkowopolskie: 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, zlodowacenia południowopolskie: 32 – piaski i żwiry sandrowe, 34 – gliny zwałowe, ich zwietrzliny oraz piaski i żwiry lodowcowe; Miocen: 38 – wapień organodetrytyczne, żwiry i piaskowce; Paleocen: 43 – gezy, wapień, opoki, piaski i piaskowce glaukonitowe, margle, mułki i iły; Kreda: 44 – wapień, kreda pisząca z krzemieniami, opoki, margle, wkładki piaskowców i gezy; a – uskoki; Drobne formy akumulacji lodowcowej: b – kemy; Zasięgi zlodowaceń: c – zasięg zlodowacenia odry.

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

IV. Złóża kopalin

Aktualnie na obszarze arkusza Krasnystaw znajduje się 15 złóż, w tym 5 złóż lessów, 8 złóż piasków i 2 złoża opok (Wołkowicz i in., red., 2010). Ich charakterystykę gospodarczą i klasyfikację sozologiczną przedstawiono w tabeli 1. Szczegółowe informacje o złożach zamieszczono również w kartach informacyjnych opracowanych dla komputerowej bazy danych.

W latach 2005–2009, ze względu na wyczerpanie zasobów, z „Bilansu zasobów ...” zostały skreślone złoża lessów, udokumentowane jako dodatek korygujący surowiec wysoki przy produkcji cementu, „Izbica I” (Wójcik, Gałus, 2003; Kelman, Wójcik, 2005a), „Izbica II” (Kelman, 2004; Gałus, Wójcik, 2006a), „Izbica III” (Gałus, Wójcik, 2003; Gałus, 2004) i „Izbica IV” (Kelman, 2005; Gałus, Wójcik, 2009) oraz złoża piasku „Izbica I” (Kelman, 2001; Wójcik, Kelman, 2003; Kelman, Wójcik, 2005b; Gałus, Wójcik, 2007).

1. Kopaliny ilaste

Złoża lessu „Izbica V” (Gałus, Wójcik, 2006b) udokumentowano dla potrzeb przemysłu cementowego. Złoża ma formę pokładową i jest niezawodnione. Jego miąższość waha się od 5,0 do 12,6 m, średnio 9,1 m. Nadkład stanowi jedynie gleba o grubości 0,4 m. W spągu serii złożowej występują piaski oraz rumosz i zwietrzelina opok i margli. Zawartości (% wag.) SiO_2 od 75,36 do 80,93, Al_2O_3 od 6,10 do 6,85 i Fe_2O_3 od 2,33 do 2,83 kwalifikują kopalinę z wyżej wymienionego złoża jako dodatek korygujący surowiec wysoki przy produkcji cementu. Surowcami wysokimi są wapienie i wapienie margliste o zawartości CaO powyżej 45%, w przeliczeniu na CaCO_3 powyżej 80%.

Rozpoznane wstępnie (kat. C₂) złoża glin lessowych i lessów do produkcji glinoporytu „Izbica” (Żurak, Sołtysik, 1972) ma powierzchnię 16,53 ha, formę pokładową i jest suche. Miąższość serii złożowej wynosi od 4,5 do 19,7 m, średnio 12,0 m. Nadkład stanowi gleba i piaski pylaste o średniej grubości 0,9 m. W spągu serii złożowej występują piaski i mułki. Surowiec ilasty charakteryzuje się średnią wydajnością spieku 0,67 m³/m²/h i zawiera średnio: 77,42% SiO_2 , 6,69% Al_2O_3 . Zawartość (badano 2 próbki) Fe_2O_3 wynosi 2,52 i 3,53%, CaO 0,64 i 4,18%, a MgO 0,46 i 1,10%. Niski współczynnik pęcznienia tworzywa ceramicznego kwalifikuje kopalinę ilastą ze złoża „Izbica” tylko do produkcji glinoporytu, którego produkcja w Polsce została zarzucona ze względu na niskie parametry jakościowe tego typu kruszywa lekkiego oraz uciążliwość technologii produkcji dla środowiska naturalnego. Zawartości SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , CaO i MgO wskazują na możliwość zastosowania udokumentowanych lessów jako dodatku korygującego surowiec wysoki przy produkcji cementu.

Tabela 1

Złoza kopalin i ich charakterystyka gospodarcza oraz klasyfikacja

Nr złoza na mapie	Nazwa złoza	Rodzaj kopaliny	Wiek kompleksu litologiczno-suwrowcowego	Zasoby geologiczne bilansowe (tys. t, tys. m ^{3*})	Kategoria rozpoznania	Stan zagospodarowania złoza	Wydobycie (tys. t, tys. m ^{3*})	Zastosowanie kopaliny	Klasyfikacja złoza		Przyczyny konfliktowości złoza
									wg stanu na 31.12.2009 (Wołkowicz i in., red., 2010)	Klasy 1-4	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Małochwiej Duży	p	Q	7	C ₁	Z ¹⁾	9	Sd	4	B	K, W, N
2	Wał II	p	Q	60	C ₁	G	0	Sd	4	B	W
3	Wał III	p	Q	29	C ₁	Z ¹⁾	4	Sd	4	B	W
4	Wał I	p	Q	30	C ₁	Z	0	Sd	4	B	W
5	Izbica	o	Cr	77 ¹⁾	C ₁ *	N	0	Sd	4	B	K, Gl, W
6	Majdan Średni	g(gc)	Q	24*	C ₁ *	Z	0	Scb	4	B	Gl, W
7	Wirkowice	o	Cr	691	C ₁	N	0	Sd	4	B	Gl, W
9	Izbica Piasek	p	Q	101	C ₁ *	Z ²⁾	0	Sb, Sd	4	B	K, W
10	Izbica	g(gr)	Q	1 958*	C ₂	N	0	Skb	4	B	K, Gl, W
12	Izbica – Osada	g(gc)	Q	1 341*	C ₁ + C ₂	Z	0	Scb, Sc	4	B	K, Gl, W
15	Stryjów	g(gc)	Q	39* ²⁾	C ₁	N ³⁾	0	Scb	4	B	K, Gl, W
16	Wał IV	p	Q	99	C ₁	G	0	Sd	4	B	W
17	Tarnogóra	p	Q	69	C ₁	G ⁴⁾	brak danych	Sd	4	B	W

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
18	Izbica V	g(gr)	Q	966	C ₁	G	114	Sc	4	B	K, Gl, W
19	Tarzymiechy	p	Q	30	C ₁	G	14	Sb, Sd	4	B	K, W
	Izbica III	g(gr)	Q			ZWB					
	Izbica IV	g(gr)	Q			ZWB					
	Izbica I	g(gr)	Q			ZWB					
	Izbica II	g(gr)	Q			ZWB					
	Izbica I	p	Q			ZWB					

Rubryka 3: p – piaski, g(gc) – gliny ceramiki budowlanej, g(gr) – gliny o różnym zastosowaniu (dodatek korygujący surowca wysokiego do produkcji cementu), o – opoki, opoki i margle, opoki margliste

Rubryka 4: Q – czwartorzęd, Cr – kreda

Rubryka 5: ¹⁾ – zasoby udokumentowane (Siliwończuk, 1985a), ²⁾ – zasoby udokumentowane (Sierant, 1999)

Rubryka 6: C₁, C₂ – kategoria rozpoznania zasobów udokumentowanych kopalin stałych

Rubryka 7: G – złoża zagospodarowane, N – niezagospodarowane, Z – zaniechane, ZWB – złoża wykreślone z „Bilansu zasobów...” (zlokalizowane na mapie dokumentacyjnej zamieszczonej w materiałach archiwalnych), ¹⁾ – eksploatacja złoża została zaniechana w 2010 r., ²⁾ – w „Bilansie zasobów...” złoża figuruje jako niezagospodarowane, ³⁾ – w „Bilansie zasobów...” złoża figuruje jako zaniechane w rzeczywistości nie było eksploatowane (Sierant, 2008), ⁴⁾ – złoża eksploatowane od 2010 r.

Rubryka 9: kopaliny skalne: Sc – cementowe, Scb – ceramiki budowlanej, Sb – budowlane, Sd – drogowe, Skb – kruszyw budowlanych

Rubryka 10: 4 – złoża powszechne, licznie występujące, łatwo dostępne

Rubryka 11: B – złoża konfliktowe

Rubryka 12: K – ochrona krajobrazu, Gl – ochrona gleb, W – ochrona wód podziemnych, N – specjalny obszar ochrony siedlisk Natura 2000

Czwartorzędowe lessy jako surowiec do produkcji wyrobów ceramiki budowlanej udokumentowano w złożach: „Izbica – Osada” (Milewski, 1962; Sieroń i in., 2004), „Majdan Średni” (Giza, 1977) i „Stryjów” (Sierant, 1999, 2008).

Złoża mają formę pokładową i są suche. Nadkład stanowi jedynie gleba i less piaszczysty. W spągu serii złożowej występują lessy, miejscami piaski, gliny oraz zwietrzelina opok i margli kredowych. Parametry geologiczno-górnice złóż surowców ilastych oraz parametry jakościowe kopaliny i tworzywa ceramicznego zostały przedstawione w tabeli 2. Z lessów uzyskuje się wyroby o dużej nasiąkliwości i niskiej wytrzymałości mechanicznej. Można z nich produkować tylko cegłę pełną niższych klas (złoża „Majdan Średni” i „Stryjów”). Niektóre odmiany lessów nadają się do produkcji klinkieru drogowego (złoża „Izbica – Osada”).

Tabela 2

**Parametry geologiczno-górnice złóż kopaliny ceramiki budowlanej (lessów)
oraz parametry jakościowe kopaliny i tworzywa ceramicznego**

Parametry		Nazwa złoża		
		Majdan Średni	Stryjów	Izbica–Osada
powierzchnia złoża	ha	0,25	1,22	14,66
miąższość złoża	m	7,9–12,3 śr. 10,6	2,0–7,2 śr. 3,3	3,3–11,8 śr. 8,7
grubość nadkładu	m	0,0–0,4 śr. 0,2	0,2–0,5 śr. 0,4	0,2–1,2 śr. 0,3
stosunek grubości nadkładu do miąższości złoża		0,02	0,12	śr. 0,03
parametry jakościowe kopaliny				
zawartość margla	%	0,0–0,8 śr. 0,2	*	*
zawartość siarczanów rozp. w wodzie	%	0,0–0,3 śr. 0,2	*	*
woda zarobowa	%	*	*	15,72–20,40
skureczliwość wysychania	%	*	*	3,1–4,8
parametry jakościowe tworzywa ceramicznego				
temperatura wypału	°C	*	950	1180
nasiąkliwość wyrobów	%	*	*	1,1–3,9
wytrzymałość wyrobów	MPa	*	11,2–17,5 śr. 13,7	95,3–162,4
zastosowanie wg dokumentacji		cegła pełna klasy 100		cegła klinkierowa

* – nie badano

2. Piaski

Kruszywo piaszczyste udokumentowano w 8 złożach: „Małochwiej Duży” (Łoza, 2004a), „Wał I” (Smuszkiewicz, 2000; Kelman, Wójcik, 2005d), „Wał II” (Łoza, 2004b), „Wał III” (Kelman, Wójcik 2005c), „Wał IV” (Hałasa-Kogut, 2006), „Izbica Piasek” (Sili-

wończuk, 1985b), „Tarnogóra” (Stec, 2009) i „Tarzymiechy” (Szymański, 2009). Złóża piasków mają formę pokładową i nie są zawodnione. Udokumentowano w nich drobnoziarniste piaski rzeczne doliny kopalnej Wieprza, charakteryzujące się przede wszystkim wysoką zawartością pyłów mineralnych. Nadkład stanowią gleba i namuły rzeczne lub gleba i piaski pylaste. Kruszywo nadaje się do zastosowania głównie w drogownictwie (budowa i renowacja dróg), podrzędnie w budownictwie ogólnym. Szczegółową charakterystykę geologiczno-górnictwa tych złóż oraz parametry jakościowe kopaliny przedstawiono w tabeli 3.

3. Opoki

Kredowe opoki, opoki margliste i margle do produkcji kamienia łamanego, udokumentowano w złóżach: „Izbica” (Siliwończuk, 1985a) i „Wirkowice” (Kelman, 2001b). Złóża mają formę pokładową i nie są zawodnione. Nadkład stanowi gleba, ility i gliny zwietrzelinowe. W spągu serii złożowej występują opoki margliste. Parametry geologiczno-górnictwa i jakościowe złóż opok zostały przedstawione w tabeli 4. Ze względu na niekorzystne parametry jakościowe opoki ze złoża „Izbica” kwalifikują się jedynie jako surowiec do produkcji kamienia łamanego do budowy dróg lokalnych. Kopalina ze złoża „Wirkowice” charakteryzuje się lepszymi parametrami i może być stosowana do produkcji kruszyw łamanych dla drogownictwa i budownictwa.

Złóża opisane na obszarze objętym arkuszem Krasnystaw zawierają kopaliny pospolite, powszechnie występujące oraz łatwo dostępne (klasa 4). Klasyfikację sozologiczną opisanych złóż przeprowadzono uwzględniając stopień kolizyjności eksploatacji górnictwa danego złoża w odniesieniu do różnych komponentów środowiska przyrodniczego i elementów zagospodarowania przestrzennego. Za konfliktowe (klasa B) uznano wszystkie złóża, gdyż położone są one w granicach obszarów ochronnych GZWP nr 406 Niecka Lubelska (Lublin) i GZWP nr 407 Niecka Lubelska (Chełm – Zamość). Ponadto złóża: „Izbica” (less), „Izbica – Osada”, „Stryjów” i „Izbica V” (częściowo) zlokalizowane są w granicach Skierbieszowskiego Parku Krajobrazowego, a złóża: „Izbica” (opoki), „Tarzymiechy” i „Izbica Piasek” w jego otulinie. Złoże „Małochwiej Duży” znajduje się w obszarze Natura 2000 „Izbicki Przełom Wieprza”, a także w granicach Pawłowskiego Obszaru Chronionego Krajobrazu. Na obszarach złóż: „Majdan Średni”, „Izbica” (opoki), „Wirkowice”, „Izbica” (lessy), „Izbica – Osada”, „Stryjów”, „Izbica V” występują gleby chronione wyższych klas bonitacyjnych.

Tabela 3

Parametry geologiczno-górniczne złóż i parametry jakościowe piasków

Parametry		Nazwa złoża							
		Małochwiej Duży	Wał I	Wał II	Wał III	Wał IV	Izbica Piasek	Tarnogóra	Tarzyniechy
powierzchnia złoża	ha	1,04	1,41	1,27	1,57	1,97	1,04	1,08	1,20
miąższość złoża	m	1,0–4,5 śr. 2,8	2,2–4,2 śr. 3,4	2,0–4,5 śr. 3,8	2,8–4,1 śr. 3,5	2,2–4,3 śr. 3,4	2,6–10,3 śr. 6,1	3,4–5,1 śr. 4,1	2,0–3,1 śr. 2,3
grubość nadkładu	m	0,5	0,4–0,8 śr. 0,6	0,2–0,6 śr. 0,5	0,4–0,8 śr. 0,5	0,5	0,2–0,6 śr. 0,4	0,3–0,9 śr. 0,6	0,4
stosunek N/Z		0,24	0,17	0,13	0,15	0,15	0,06	0,15	0,17
punkt piaskowy (zawartość frakcji poniżej 2 mm)	%	100	100	100	100	100	98,6–100 śr. 99,6	100	100
zaw. pyłów mineralnych	%	9,0–14,5 śr. 11,8	4,2–8,0 śr. 6,1	7,6–21,4 śr. 14,5	4,4–15,0 śr. 8,0	20,4	2,5–11,1 śr. 5,5	8,3–11,8	5,10
zaw. zaniecz. obcych	%	brak	brak	brak	brak	brak	brak	brak	brak

Parametry geologiczno-górnice i jakościowe złóż opok kredowych

Parametry		Nazwa złoża	
		Izbica	Wirkowice
powierzchnia złoża	ha	1,50	2,06
miąższość złoża	m	1,9–4,4 śr. 3,4	3,5–23,7 śr. 12,5
grubość nadkładu	m	0,6–1,3 śr. 1,0	0,8–2,5 śr. 1,0
stosunek grubości nadkładu do miąższości złoża		0,30	0,08
gęstość pozorna	g/cm ³	1,51–1,54	1,55–1,61
nasiąkliwość	%	*	23,7–25,1
porowatość	%	36,0–43,5	*
mrozoodporność	cykle	4–8	20
ścieralność na tarczy Boehmego	cm	0,76–0,94	*
ścieralność w bębnie Devala	%	11,3–14,8	14,8
wytrzymałość na ściskanie na sucho	MPa	10,4–16,2	23,2–27,7
wykorzystanie wg dokumentacji		kamień łamany do budowy dróg lokalnych	kamień łamany dla drogownictwa i budownictwa

* – nie badano

V. Górnictwo i przetwórstwo kopalin

Na obszarze arkusza Krasnystaw górnictwo kopalin koncentruje się na eksploatacji kruszywa piaszczystego ze złóż: „Wał II”, „Wał IV”, „Tarnogóra” i „Tarzymiechy” oraz lessów dla przemysłu cementowego ze złoża „Izbica V” (cementownia poza granicami arkusza). Użytkownicy wszystkich eksploatowanych złóż posiadają ważne koncesje, a złoża mają zatwierdzone obszary i tereny górnicze.

Od 2004 roku eksploatowane jest złożo „Wał II”, a od 2008 roku złożo „Wał IV”. Wydobycie prowadzi okresowo firma Zenona Bobrowskiego z Siennicy Królewskiej Dużej. Koncesja na eksploatację dla złoża „Wał II” była ważna do 31.08.2010 r., dla złoża „Wał IV” do 31.10.2013 r. Dla złoża „Wał II” ustanowiono obszar i teren górniczy (pokrywają się) o powierzchni 1,27 ha (obszar złoża). Obszaru górniczy złoża „Wał IV” pokrywa się z obszarem złoża (1,97 ha). Teren górniczy jest nieco większy i ma powierzchnię 2,67 ha. Na obszarze obu złóż znajduje się jedno wspólne, niezawodnione wyrobisko wgłębne. Eksploatacja odbywa się przy użyciu koparki. Zwały zdjętego nadkładu znajdują się poza granicami złoża oraz w północno-zachodniej części wyrobiska.

Złoże piasków „Tarnogóra” jest eksploatowane od początku 2010 r. Użytkownikiem złoży jest firma PHU „Tytan” z Krasnegostawu, posiadająca koncesję na eksploatację ważną do 30.12.2019 r. Dla złoży ustanowiono obszar i teren górniczy odpowiadający obszarowi złoży. Wydobycie prowadzone jest przy użyciu koparki w niezawodnym wyrobisku wgłębnym. Nadkład został przemieszczony poza południowo-wschodnią granicę złoży.

Od 2009 roku eksploatowane jest złoże „Tarzymiechy”. Użytkownik PHU „Bud-Kop” z Zamościa posiada koncesję na eksploatację kruszywa ważną do 30.09.2019 r. Granice obszaru i terenu górniczego pokrywają się z granicami złoży. Eksploatacja odbywa się przy użyciu koparki. W dnie powstałego wyrobiska wgłębnego znajdują się zagłębienia wypełnione wodą. Nadkład składowany jest wewnątrz wyrobiska, a także poza północną granicę złoży.

Eksploatowane na obszarze arkusza piaski nie są podawane przeróbce. Wykorzystuje się je w drogownictwie, najczęściej do budowy nasypów.

Złoże lessów „Izbica V” jest eksploatowane od 2009 r. Użytkownikiem złoży jest Gminny Zakład Komunalny w Izbicy, posiadający koncesję na eksploatację ważną do 31.12.2013 r. Dla złoży ustanowiono obszar i teren górniczy (pokrywają się) o powierzchni 25,33 ha, które obejmują tylko część obszaru złoży. Wydobycie odbywa się przy użyciu koparki, trzema poziomami, w wyrobisku stokowym, znajdującym się w zachodniej części złoży. Nadkład został przemieszczony poza wschodnią granicę złoży. Pozyskany surowiec wykorzystywany jest jako dodatek korygujący surowiec wysoki przy produkcji cementu w Cementowni „Chełm” SA.

Eksploatacja złóż piasków: „Małochwiej Duży”, „Wał I” i „Wał III” i złoży lessów „Majdan Średni” została zakończona. Wyrobisko poeksploatacyjne złoży „Wał I” zostało zrehabilitowane przez zalesienie. W wyrobisku złoży „Majdan Średni” znajduje się oczko wodne.

Eksploatacji złoży „Izbica Piasek” zaniechano w 1988 r. ze względu na niską jakość kopaliny. Wyrobisko poeksploatacyjne wykorzystywane jest obecnie jako nielegalne składowisko odpadów.

Wydobycie lessu ze złoży „Izbica – Osada” zaniechano w 2000 r. z powodu likwidacji klinkierni, dla której było ono miejscem pozyskiwania surowca. Zasoby złoży „Izbica – Osada” zostały rozliczone (Sieroń i in., 2004). Jednocześnie została zmieniona nazwa tego złoży na obecną (pierwotnie „Izbica”). Pozostałością rozpoczętej na początku lat trzydziestych dwudziestego wieku eksploatacji są wymagające rekultywacji wyrobiska poeksploatacyjne (częściowo uległe samorekultywacji) oraz nieczynna cegielnia.

Pozostałe złoża: „Izbica” (opoki), „Wirkowice”, „Izbica” (lessy) i „Stryjów” nie zostały dotychczas zagospodarowane.

W „Bilansie zasobów ...” złoża „Izbica” mylnie figuruje jako zaniechane. W terenie nie stwierdzono śladów eksploatacji. Obszar złoża wydaje się być nienaruszonym. Również według informacji ustnej, uzyskanej w Urzędzie Gminy Izbica, złoża nie było nigdy eksploatowane.

Na obszarze złoża „Stryjów” znajdują się wyrobiska powstałe przed udokumentowaniem złoża w 1999 r. Przedsiębiorca posiadający koncesję, w okresie jej obowiązywania w latach 2000 – 2007, nie rozpoczął eksploatacji. Wykazywana wielkość wydobywania pochodziła w rzeczywistości z eksploatacji hałdy surowca zgromadzonego na terenie cegielni w minionych latach.

Z „Bilansu zasobów ...” skreślono eksploatowane w latach 2004–2007 złoża piasku „Izbica I” oraz eksploatowane w latach 2003–2008 złoża lessu: „Izbica I”, „Izbica II”, „Izbica III” i „Izbica IV”. Wyrobiska poeksploatacyjne tych złóż zostały zrehabilitowane lub są w trakcie rekultywacji.

W rejonie miejscowości Wał i Tarzymiechy, w niewielkich odkrywkach eksploatowane są piaski, wykorzystywane przez okoliczną ludność na potrzeby własne.

VI. Perspektywy i prognozy występowania kopalin

Perspektywy surowcowe obszaru objętego arkuszem Krasnystaw dotyczą głównie kruszywa piaskowego i lessów jako dodatku korygującego surowiec wysoki przy produkcji cementu.

Perspektywy węgla kamiennego w Lubelskim Zagłębiu Węglowym oceniane są do głębokości 1000 m. Zaznaczony na mapie obszar perspektywiczny występowania węgla kamiennych obejmuje północno-wschodnie naroże arkusza Krasnystaw. Przy nadkładzie od 750 do 1000 m są to zasoby umownie zaliczane do kategorii D₂. Sumaryczna miąższość bilansowych pokładów węglaw wyznaczonym obszarze zmienia się od 1,0 m do ponad 2,0 m (Zdanowski 2010a). W LZW stwierdzono występowanie węgla płomiennego (typ 31), gazowo-płomiennego (typ 32) i gazowo-koksowego (typ 34). Najniższy stopień metamorfizmu węgla jest w północnej części LZW, a najwyższy w południowo zachodniej części (Zdanowski 2010b). W obrębie omawianego arkusza występuje węgiel typu 34.

Na podstawie badań zwiadowczych i poszukiwawczych, prowadzonych w obrębie arkusza, przy wykorzystaniu Szczegółowej mapy geologicznej Polski (Harasimiuk i in., 1987) wyznaczono 2 obszary perspektywiczne dla udokumentowania złóż piasków, możliwych do

wykorzystania, ze względu na duże zapylenie, jedynie w drogownictwie do budowy i renowacji dróg.

W rejonie miejscowości Wał poszukiwano piasków kwarcowych przydatnych do produkcji cegły wapienno-piaskowej (Manterys, 1971). Wynik tych badań jest negatywny. Znaczna zawartość frakcji ilastej i pylastej dyskwalifikuje piaski z tego obszaru jako surowiec tak dla cegły wapienno-piaskowej jak i betonów komórkowych. Z tego powodu nie można ich również wykorzystać w budownictwie. Prace poszukiwawcze wykonane w tym rejonie dały podstawę do wyznaczenia obszaru perspektywicznego piasków dla drogownictwa. W nadkładzie występuje gleba piaszczysta i piaski pylaste o grubości 0,3–0,4 m. Kompleks surowcowy leży na glinach zwałowych i osiąga miąższość od 3,6 do 8,2 m. Piaski nie są zawodnione. Pozostałą część przebadanego terenu, na którym nie stwierdzono występowania piasków zaznaczono na mapie jako obszar negatywny.

Projektowana budowa zbiornika wodnego na Wieprzu przy ujściu Poru spowodowała podjęcie licznych prac geologiczno-poszukiwawczych za kruszywem naturalnym (Borzęcki, Sokolińska, 1980), w celu wykorzystania go do budowy zapór. Północna część rozpoznanego terenu znajduje się na obszarze arkusza Krasnystaw. W trakcie badań stwierdzono, że piaski występują pod grubym kilku, a nawet kilkunastometrowym nadkładem oraz charakteryzują się w większości przypadków ponadnormatywnym zapyleniem. Nie określono zatem obszarów kwalifikujących się do dokumentowania złóż, a wyniki prac w badanym obszarze uznano za negatywne. Na podstawie trzech profili otworów zamieszczonych w wyżej omówionym opracowaniu archiwalnym (Borzęcki, Sokolińska, 1980), Szczegółowej mapy geologicznej Polski (Harasimiuk i in, 1987) i wizji terenowej (punkty występowania kopaliny), w sąsiedztwie udokumentowanych złóż wyznaczono obszar perspektywiczny dla udokumentowania złóż piasków przydatnych w drogownictwie do budowy i renowacji dróg. W nadkładzie występuje jedynie gleba piaszczysta i piaski pylaste o grubości 0,2–0,6 m. Kompleks surowcowy leży na mułkach piaszczystych i osiąga miąższość od 2,0 do 4,5 m. Piaski nie są zawodnione.

Kruszywa piaskowego poszukiwano również w rejonie Gorzkowa (Czaja-Jarzmik, 1985). Występowanie piasków ogranicza się tu jedynie do dna wąskiej dolinki denudacyjnej, którą przebiega droga do Kolonii Chorupnik. Charakteryzują się one znaczną zawartością pyłów do 10% i domieszką skał marglistych w postaci ostrokrawędzistych okruchów. Ze względu na bardzo ograniczone rozprzestrzenienie i niekorzystne parametry jakościowe obszar należy uznać za negatywny.

Powszechnie na obszarze arkusza pokrywy lessowe reprezentowane są głównie przez lessy pierwotne pochodzenia eolicznego, charakteryzujące się ilościową dominacją frakcji

pyłowej oraz bardzo małym (nieprzekraczającym 5 – 10%) udziałem frakcji iłowej. Są to tzw. lessy chude niemające znaczenia gospodarczego jako surowiec do produkcji wyrobów ceramiki budowlanej. Korzystniejsze parametry jakościowe od lessów chudych mają gliny lessowe, wyróżniające się zwiększonym udziałem minerałów ilastych oraz śladowymi ilościami węglanów. Prace poszukiwawcze za tego typu surowcem prowadzono w rejonach Majdanu Krzywskiego, Niemienic, Latyczowa (Doroz, 1988) oraz Kolonii Góry i Kolonii Zastawie (Cywicka, 1981). Wszystkie te badania dały wynik negatywny. W rejonie Majdanu Krzywskiego występują lessy chude i lessy gliniaste z dużą ilością okruchów margla (kukiełki lessowe). W Niemienicach i Latyczowie mułki i lessy gliniaste, które mogłyby być przydatne do produkcji wyrobów ceramiki budowlanej, zalegają pod grubym nakładem (do 20 m) lessów chudych. W rejonach Kolonii Góry i Kolonii Zastawie stwierdzono występowanie lessów o zbyt małej miąższości (poniżej 2 m) dla udokumentowania złoża.

Torfy występują w dolinie Wieprza, na południowy wschód od miejscowości Stara Wieś i dalej z biegiem rzeki, w rejonie Izbicy, Dworzyska i Latyczowa oraz w dolinie jego prawobrzeżnego dopływu Wolicy. Żadne z tych torfowisk, ze względu na położenie w granicach obszarów chronionych (Skierbieszowski Park Krajobrazowy i Grabowiecko-Strzelecki Obszar Chronionego Krajobrazu) i na terenach cennych hydrologicznie, nie spełnia wymogów stawianych obszarom potencjalnej bazy surowcowej (Ostrzyżek, Dembek, 1996).

Cały obszar arkusza jest obszarem potencjalnym występowania niekonwencjonalnych złóż gazu łupkowego w utworach dolnego paleozoiku, których strop zalega na głębokości 1 500–2 000 m w części południowo-zachodniej i centralnej (podniesienie radomsko-krańskie) oraz 3 000–3 500 m w części północno-wschodniej (rów mazowiecko-lubelski). Na obszarze arkusza koncesje na poszukiwanie gazu łupkowego posiadają firmy Chevron Polska i DPV Service.

VII. Warunki wodne

1. Wody powierzchniowe

Cały obszar arkusza położony jest w dorzeczu Wisły, w obrębie zlewni Wieprza i jego dopływów. Osią hydrograficzną opisywanego obszaru jest Wieprz, który płynie doliną o szerokości od 2 do 4 km, przecinającą obszar arkusza z południa na północ. Zbocza doliny są strome, często urwiste, a dno charakteryzuje się licznymi podmokłościami. U podnóża tarasów okresowo występują źródła, wycieki i wysięki. Do Wieprza uchodzą jego lewobrzeżne dopływy – w południowej części arkusza Rakówka, w centralnej części Łopuszanka, a w pół-

nocnej Żółkiewka. Prawobrzeżnymi dopływami Wieprza są Wolica i Wojsławka. Na obszarze opisywanego arkusza znajduje się szereg niewielkich zbiorników wodnych, najczęściej są to stawy hodowlane, zlokalizowane głównie w dolinie Żółkiewki (rejon: Gorzkowa, Wielobyczy i Niemienic) oraz w dolinie Wolicy. W opisywanym rejonie brak jest naturalnych zbiorników wodnych.

Wydajności źródeł występujących w dolinach rzecznych i wąwozach są różne, od 0,06 l/s w rejonie Majdanu Sitanieckiego do 14,1 l/s w dolinie Wolicy (Czerwińska-Tomczyk, Sadurski, 1997).

W 2009 r. na obszarze arkusza Krasnystaw w 3 punktach pomiarowo-kontrolnych (niezaznaczone na mapie) prowadzone były badania stanu ekologicznego wód powierzchniowych (Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 20.08.2008 r., DzU nr 162, poz. 1008). Znajdowały się one w: Krasnymstawie na Wieprzu i Wojsławce oraz w Kolonii Rońsko na Żółkiewce. W przebadanych punktach stan wód Wieprza i Wojsławki był umiarkowany, a Żółkiewki słaby. Na wynik klasyfikacji wpływ miała wysoka koncentracja związków organicznych.

2. Wody podziemne

Na obszarze arkusza Krasnystaw wody podziemne eksploatowane są z kredowego i czwartorzędowego piętra wodonośnego (Czerwińska-Tomczyk, Sadurski, 1997).

W dolinach rzecznych, głęboko wciętych w podłoże kredowe, występuje czwartorzędowa warstwa wodonośna zbudowana z: piaszczysto-żwirowych i piaszczystych osadów aluwialnych. Użytkowe znaczenie mają wody występujące w dolinie Wieprza, w pozostałych dolinach eksploatowane są one lokalnie studniami kopanymi. Wody czwartorzędowego piętra wodonośnego pozostają w bezpośrednim kontakcie hydraulicznym z kredowym poziomem wodonośnym. Zasilanie czwartorzędowego poziomu wodonośnego odbywa się poprzez infiltrację opadów atmosferycznych, a w obrębie głębszych dolin, najczęściej pogrzebanych, także poprzez dopływ lateralny z kredowego poziomu. Zwierciadło wody stabilizuje się na głębokości od 1 do 18 m p.p.t.

Kredowy poziom wodonośny tworzą utwory kredy górnej (górny mastrycht) wykształcone w postaci opok i opok marglistych oraz margli i kredy piszącej, a także lokalnie gez (rejon wysoczyzn). W zależności od typu skał, z których zbudowana jest strefa aeracji, występują zróżnicowane warunki zasilania wód podziemnych poprzez infiltrację wód opadowych. Na opokach i gezach, do głębokości od 1 do 4 m występuje rumosz skalny sprzyjający infiltracji. Na skałach marglistych i kredzie piszącej występują gliny zwietrzelinowe o niewielkiej przepuszczalności, utrudniającej infiltrację (Krajewski, 1970). Strefa intensywnego krążenia wód

podziemnych sięga na Lubelszczyźnie do głębokości 150 m, w zależności od wykształcenia litologicznego warstwy wodonośnej (Krajewski, 1970, 1972). Ponad 70% wód pochodzących z infiltracji opadów atmosferycznych bierze udział w lokalnych systemach krążenia, wykorzystując około 35–60% miąższości zawodnionej strefy (Herbich, Krajewski, 1977; Herbich, 1987). Zawodnione utwory wykazują dużą anizotropię parametrów filtracyjnych, co związane jest ze szczelinowym charakterem wodonośca jak również jego zróżnicowaniem litologicznym.

Ze względu na niewielką miąższość strefy aeracji, najczęściej o dobrej przepuszczalności oraz szczelinowy charakter wodonośca, wody podziemne omawianego obszaru są szczególnie podatne na zanieczyszczenia. Zwierciadło wód podziemnych ma najczęściej charakter swobodny (tylko lokalnie jest notowane napięte zwierciadło wody), stabilizuje się na głębokości od 37 do 66 m. Wydajności potencjalne studni wynoszą od 10 do 70 m³/h.

Eksploatowane wody reprezentują wody typu wodorowęglanowo-wapniowego. Mineralizacja określona na podstawie suchej pozostałości zawiera się w przedziale od 330 do 600, średnio 425 mg/dm³. Ze względu na podwyższoną zawartość manganu (0,5 mg Mn/dm³) i żelaza (do 12 mg Fe/dm³), niekiedy wymagają prostego uzdatniania. Pozostałe składniki mineralne na ogół nie przekraczają norm obowiązujących dla wód pitnych, zawartych w Rozporządzeniu Ministra Zdrowia z dnia 29 marca 2007 r. (DzU nr 61, poz. 417). Zawartość chlorków wynosi 1,0–167,0 mg Cl/dm³, siarczanów 1,0–80,0 mg SO₄/dm³, amoniaku do 0,5 mg N-NH₄/dm³, azotynów do 0,02 mg N-NO₂/dm³ i azotanów do 12,0 mg N-NO₃/dm³.

Na mapie zostały zaznaczone ważniejsze ujęcia komunalne i przemysłowe. Żadne z ujęć nie posiada wyznaczonej strefy ochrony pośredniej.

Zachodnia część arkusza Krasnystaw jest położona w obrębie GZWP 406 – Niecka lubelska (Lublin), a wschodnią część opisywanego obszaru obejmuje GZWP 407 Niecka lubelska (Chełm – Zamość) (Kleczkowski, red., 1990) (fig. 3). Granica pomiędzy tymi zbiornikami przebiega wzdłuż Wieprza. Są to kredowe zbiorniki szczelinowe, o szacunkowych zasobach dyspozycyjnych, wynoszących odpowiednio 1052,70 tys. i 1127,50 tys. m³/dobę. Dla obu zbiorników opracowano dokumentacje hydrogeologiczne dla ustanowienia stref ochronnych (Zezula i in., 1996; Czerwińska-Tomczyk i in., 2008). Na omawianym terenie obszary ochronne zbiorników pokrywają się z ich obszarami zasobowymi.

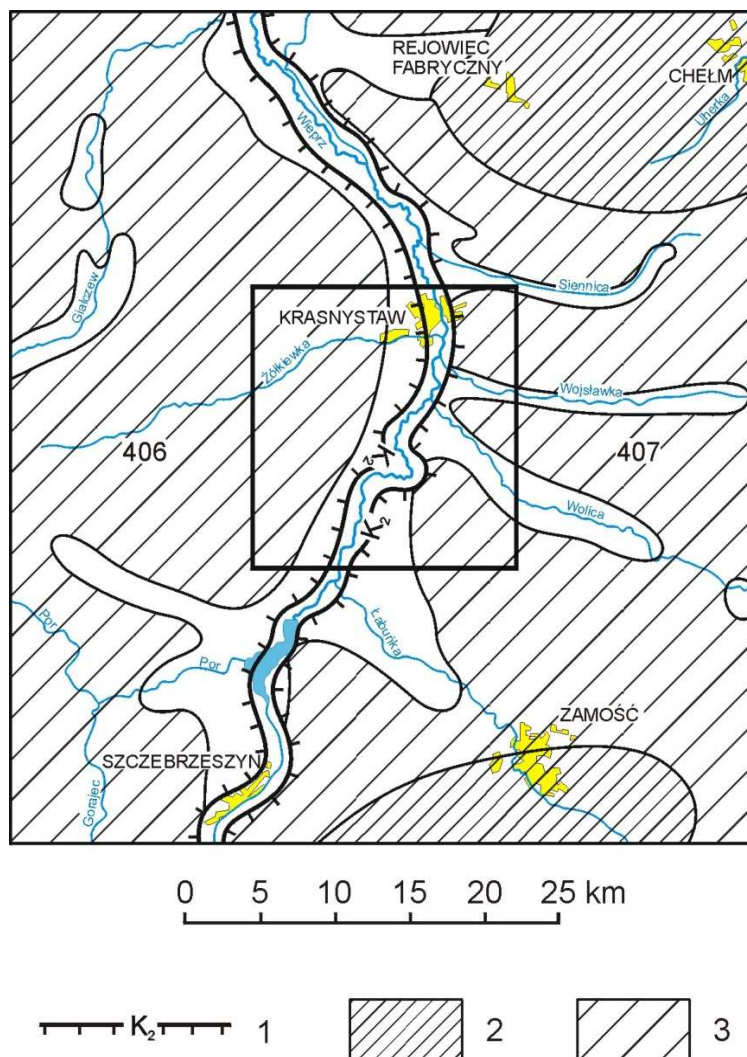


Fig. 3. Położenie arkusza Krasnystaw na tle obszarów głównych zbiorników wód podziemnych (GZWP) w Polsce wymagających szczególnej ochrony wg A. S. Kleczkowskiego (red.) (1990)

1 – granica GZWP w ośrodku szczelinowym, 2 – obszar wysokiej ochrony (OWO), 3 – obszar najwyższej ochrony (ONO). Numer i nazwa GZWP: 406 – Niecka lubelska (Lublin), 407 – Niecka lubelska (Chełm – Zamość), Cr – kreda.

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, poz. 1359). Dopuszczalne wartości pierwiastków dla poszczególnych grup użytkowania, ich zakresy oraz przeciętne zawartości w glebach z terenu arkusza 825 – Krasnystaw, umieszczono w tabeli 5. W celu porównania tabelę uzupełniono danymi o przeciętnej zawartości (median) pierwiastków w glebach terenów niezabudowanych Polski (najmniej zanieczyszczonych w kraju).

Tabela 5

Zawartość metali w glebach (w mg/kg)

Metale	Wartości dopuszczalne stężeń w glebie lub ziemi (Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 9 września 2002 r.)			Zakresy zawartości w glebach na arkuszu 825 – Krasnystaw	Wartość przeciętnych (median) w glebach na arkuszu 825 – Krasnystaw	Wartość przeciętnych (median) w glebach obszarów niezabudowanych Polski ⁴⁾
	Grupa A ¹⁾	Grupa B ²⁾	Grupa C ³⁾	N=10	N=10	N=6522
		Głębokość (m p.p.t.)		Frakcja ziarnowa <1 mm Mineralizacja HCl (1:4)		
		0–0,3	0–2,0	Głębokość (m p.p.t.) 0–0,2		
As Arsen	20	20	60	<5	<5	<5
Ba Bar	200	200	1000	19–51	33	27
Cr Chrom	50	150	500	3–12	5	4
Zn Cynk	100	300	1000	19–66	35	29
Cd Kadm	1	4	15	<0,5–0,7	<0,5	<0,5
Co Kobalt	20	20	200	3–3	3	2
Cu Miedź	30	150	600	3–9	5	4
Ni Nikiel	35	100	300	3–12	6	3
Pb Ołów	50	100	600	7–31	10	12
Hg Rteć	0,5	2	30	<0,05–0,06	0,05	<0,05
Ilość badanych próbek gleb z arkusza 825 – Krasnystaw w poszczególnych grupach użytkowania				¹⁾ grupa A		
As Arsen	10			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, ²⁾ grupa B – grunty zaliczone do użytków rolnych z wyłączeniem gruntów pod stawami i gruntów pod rowami, grunty leśne oraz zadrzewione i zakrzewione, nieużytki, a także grunty zabudowane i zurbanizowane z wyłączeniem terenów przemysłowych, użytków kopalnych oraz terenów komunikacyjnych, ³⁾ grupa C – tereny przemysłowe, użytki kopalne, tereny komunikacyjne, ⁴⁾ Lis, Pasieczna, 1995 – Atlas geochemiczny Polski 1:2 500 000 N – ilość próbek		
Ba Bar	10					
Cr Chrom	10					
Zn Cynk	10					
Cd Kadm	10					
Co Kobalt	10					
Cu Miedź	10					
Ni Nikiel	10					
Pb Ołów	10					
Hg Rteć	10					
Sumaryczna klasyfikacja badanych gleb z obszaru arkusza 825 – Krasnystaw do poszczególnych grup użytkowania (ilość próbek)						
	10					

Materiał i metody badań laboratoryjnych

Dla oceny zanieczyszczenia gleb wykorzystano wyniki ze zbioru analiz chemicznych wykonanych do „Atlasu geochemicznego Polski 1:2 500 000” (Lis, Pasieczna, 1995). Próbkę gleb pobierano za pomocą sondy ręcznej z wierzchniej warstwy (0,0–0,2 m) w regularnej siatce 5×5 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 km²) 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 0,5×0,5 km, czyli jedna próbka – jedna informacja na 1 cm² 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 5).

Przeciętne zawartości: arsenu, kadmu i ołowiu w badanych glebach arkusza są na ogół niższe lub równe w stosunku do wartości przeciętnych (median) w glebach obszarów niezabudowanych Polski. Wyższą wartość mediany wykazują zawartości: baru, cynku, chromu, kobaltu, miedzi, niklu i rtęci, przy czym w przypadku niklu wzbogacenie jest dwukrotne w stosunku do przyjętych wartości przeciętnych.

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

2. Osady

Osady na dnie jezior i rzek powstają w wyniku sedymentacji zawiesin mineralnych i organicznych. Osadzający się materiał pochodzi przede wszystkim z erozji skał i gleb na obszarze zlewni. Składnikami osadów są również substancje wytrącające się z wody oraz zawiesiny wnoszone do wód powierzchniowych wraz ze ściekami przemysłowymi i komunalnymi. W osadach unieruchamiana jest większość potencjalnie szkodliwych metali ciężkich oraz trwałych związków organicznych trafiających do rzek i jezior. Osady o wysokiej zawartości szkodliwych składników są potencjalnym ogniskiem zanieczyszczenia środowiska. Część szkodliwych składników zawartych w osadach może ulegać ponownemu uruchomieniu do wody w następstwie procesów chemicznych i biochemicznych przebiegających w osadach, jak również mechanicznego poruszenia na skutek naturalnych procesów albo podczas transportu bądź bagrowania wcześniej odłożonych zanieczyszczonych osadów (Sjöblom i in., 2004; Bordas, Bourg, 2001). Także podczas powodzi zanieczyszczone osady mogą być przemieszczane na gleby tarasów zalewowych albo transportowane w dół rzek (Bojakowska i in., 1996; Miller i in., 2004). Występujące w osadach metale ciężkie i inne substancje niebezpieczne mogą akumulować się w łańcuchu troficznym do poziomu który jest toksyczny dla organizmów, zwłaszcza drapieżników, a także mogą stwarzać ryzyko dla ludzi (Albering i in., 1999; Liu i in., 2005; Šmejkalová i in., 2003).

Kryteria oceny osadów

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

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

Tabela 6

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

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

* – Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 16 kwietnia 2002 r.

** – MACDONALD D i in. (2000)

*** – suma acenaftyleny, acenaftenu, fluorenu, fenantreny, antracenu, fluorantenu, pirenu, benzo(a)antracenu, chryzenu, benzo[a]pirenu, dibenzo[ah]antracenu

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

Materiały i metody badań laboratoryjnych

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

Próbki osadów rzecznych są pobierane ze strefy brzegowej koryt rzecznych, spod powierzchni wody, z przeciwnej strony do nurtu, w miejscach, gdzie tworzący się osad charakteryzuje się większą zawartością frakcji mułkowo-ilastej, zaś osady jeziorne są pobierane z głęboczków jezior. W badaniach analitycznych wykorzystano frakcję ziarnowa drobniejsza niż 0,2 mm. Zawartości arsenu, chromu, ołowiu, miedzi, niklu i cynku oznaczono metodą atomowej spektrometrii emisyjnej ze wzbudzeniem plazmowym (ICP-OES), z roztworów uzyskanych po roztworzeniu próbek osadów wodą królewską, oznaczenia kadmu wykonano metodą absorpcyjnej spektrometrii atomowej w wersji płomieniowej (FAAS), także z roztworów uzyskanych po roztworzeniu próbek osadów wodą królewską, a oznaczenia zawartości rtęci wykonano z próbki stałej metodą spektrometrii absorpcyjnej przy zastosowaniu techniki zimnych par (CV-AAS). Zawartości wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (WWA) – acenaftyleny, acenaftenu, fluorenu, fenantreny, antracenu, fluorantenu, pirenu, ben-

zo(a)antracenu, chryzenu, benzo(b)fluorantenu, benzo(k)fluorantenu, benzo(a)pirenu, inde-no(1,2,3-cd)pirenu, dibenzo(a,h)antracenu, benzo(ghi)perylenu oznaczono przy użyciu chromatografu gazowego z detektorem spektrometrem mas (GC-MSD), a oznaczenia polichlorowanych bifenyli (kongenery PCB28, PCB52, PCB101, PCB118, PCB153, PCB138, PCB180) wykonano przy użyciu chromatografu gazowego z detektorem wychwytu elektronów (GC-ECD). Wszystkie oznaczenia wykonano w Centralnym Laboratorium Chemicznym Państwowego Instytutu Geologicznego w Warszawie.

Prezentacja wyników

Lokalizację miejsc opróbowania osadów przedstawiono na mapie w postaci trójkąta o odmiennych kolorach dla osadów zaklasyfikowanych do zanieczyszczonych (czerwony) lub niezanieczyszczonych (fioletowy) i o nieprzekroczonych wartościach *PEL* (niebieski) pod względem zawartości potencjalnie szkodliwych pierwiastków oraz w postaci koła o odmiennych kolorach dla osadów zaklasyfikowanych do zanieczyszczonych (czerwony) lub niezanieczyszczonych (fioletowy) i o nieprzekroczonych wartościach *PEL* (niebieski) pod względem zawartości trwałych zanieczyszczeń organicznych. Przy klasyfikacji stosowano zasadę zaliczania osadów do danej grupy, gdy zawartość żadnego pierwiastka lub związku organicznego nie przewyższała górnej granicy wartości dopuszczalnej w tej grupie. W przypadku zakwalifikowania osadu do zanieczyszczonego każdy punkt opisano na mapie symbolami pierwiastków lub związków organicznych decydujących o zanieczyszczeniu.

Zanieczyszczenie osadów

Na arkuszu zlokalizowany są jeden punkty obserwacyjny *PMŚ* (*Państwowy Monitoring Środowiska*) na rzece Wieprz w Krasnymstawie, z którego próbki do badań pobierane są co trzy lata. Osady rzeki charakteryzują się bardzo niskimi zawartościami potencjalnie szkodliwych pierwiastków, porównywalnymi z wartościami ich tła geochemicznego (tabela 7). Są to zawartości niższe od ich dopuszczalnych stężeń według Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 16 kwietnia 2002 r., a także niższe od ich wartości *PEL*, powyżej której obserwuje się szkodliwe oddziaływanie na organizmy wodne.

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

Zawartość pierwiastków śladowych w osadach rzecznych (mg/kg)

Pierwiastek	Wieprz – Krasnystaw (2008 r.)
Arsen (As)	7
Chrom (Cr)	13
Cynk (Zn)	45
Kadm (Cd)	<0,5
Miedź (Cu)	8
Nikiel (Ni)	10
Ołów (Pb)	9
Rtęć (Hg)	0,05

3. Pierwiastki promieniotwórcze

Materiał i metody badań

Do określenia wartości promieniowania gamma i stężenia radionuklidów poczynobylskiego 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.

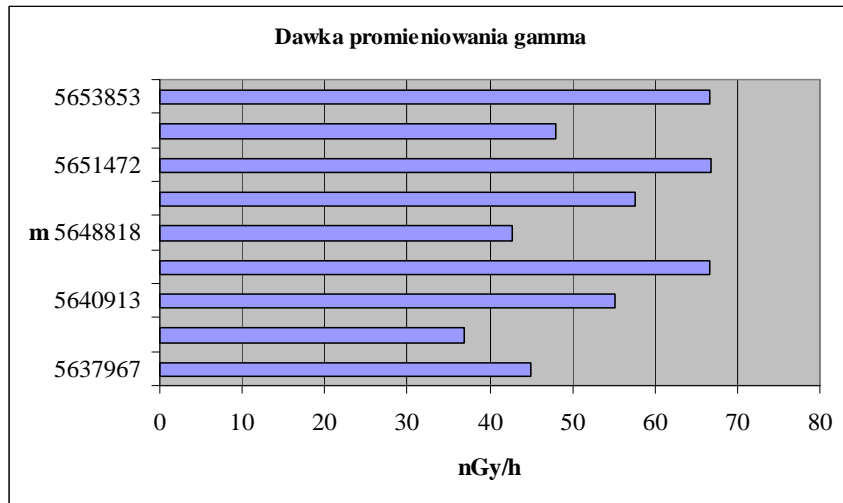
Prezentacja wyników

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

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

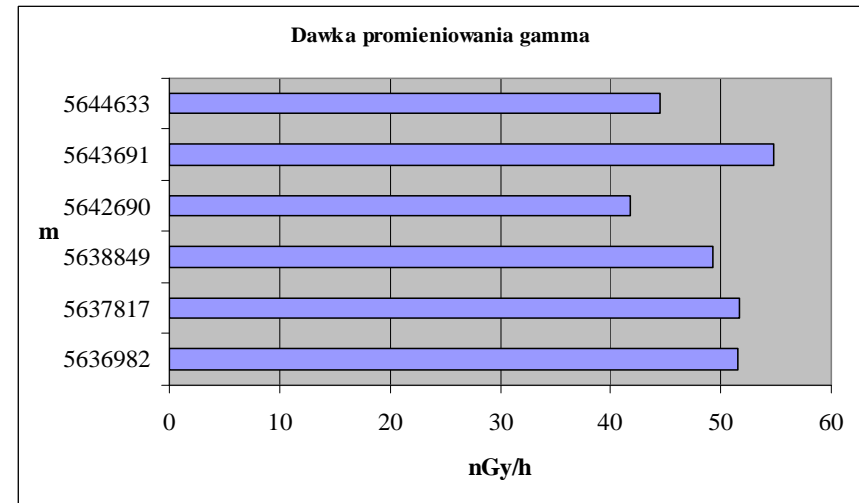
825W

PROFIL ZACHODNI



825E

PROFIL WSCHODNI



30

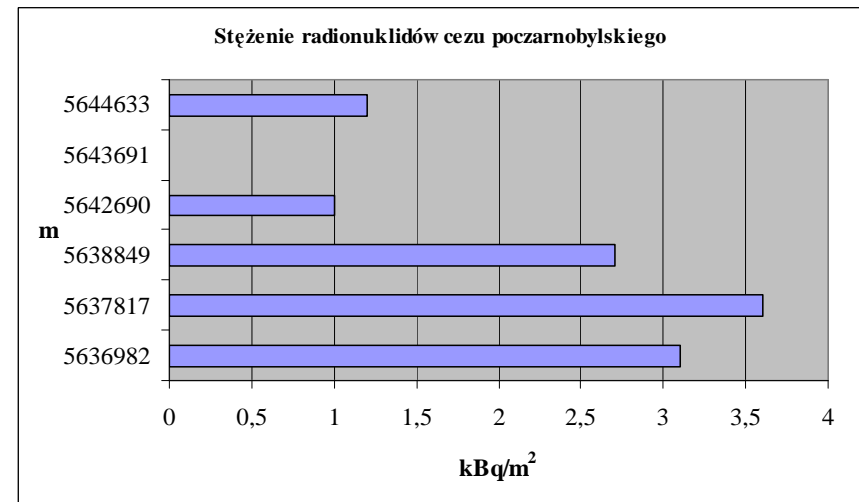
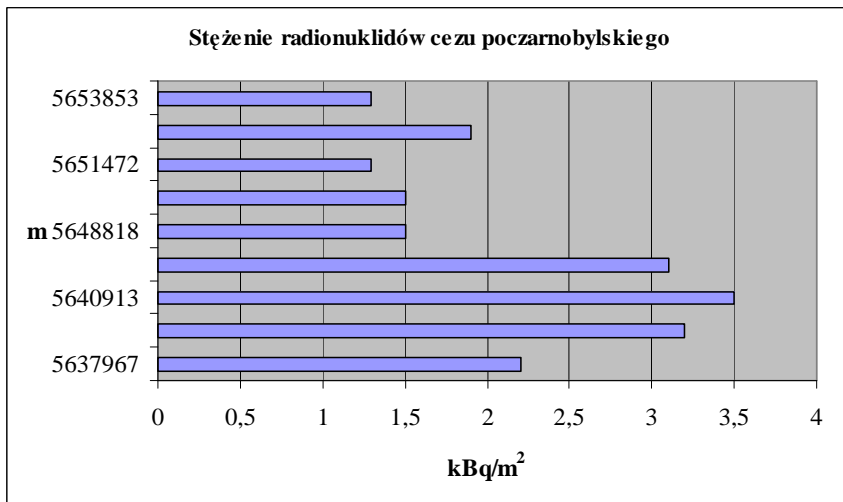


Fig. 4. Zawartość pierwiastków promieniotwórczych w glebach na terenie arkusza Krasnystaw (na osi rzędnych – opis siatki kilometrowej arkusza)

Wyniki

Wartości promieniowania gamma wahają się w granicach 37–67 nGy/h. Wysokie wartości w pierwszym rzędzie są związane z pospolitymi tu lessami, a poza tym z opokami i marglami mastrychtu. Niższe wartości odpowiadają osadom rzeczonym Wieprza i jego dopływów. Warto dodać, że średnia wartość promieniowania gamma w Polsce wynosi 34,2 nGy/h. Stężenie radionuklidów poczynobylskiego cezu jest bardzo niskie, maksymalnie osiąga 3,6 kBq/m².

IX. Składowanie odpadów

Zasady wydzielania 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. (tekst jednolity z 2010 r. – DzU nr 185, poz. 1243) oraz Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 24 marca 2003 r. w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących lokalizacji, budowy, eksploatacji i zamknięcia, jakim powinny odpowiadać poszczególne typy składowisk odpadów (DzU nr 61, poz. 549, z późn. zmianą). Z uwagi na skalę i specyfikę opracowania kartograficznego w nielicznych przypadkach przyjmuje się zmodyfikowane rozwiązania w stosunku do wymienionych aktów prawnych, umożliwiające późniejszą weryfikację i uszczegółowienie rozpoznania na etapie projektowania składowisk.

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

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

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

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

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

Tabela 8

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

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

Ocena wykształcenia naturalnej bariery geologicznej pozwala na wyróżnienie:

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

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 Krasnystaw Mapy hydrogeologicznej Polski w skali 1:50 000 (Czerwińska-Tomczyk, Sadurski, 1997). 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 Krasnystaw bezwzględny wyłączeniu z możliwości składowania odpadów podlegają:

- zabudowa Krasnegostawu będącego siedzibą starostwa powiatowego, urzędów miasta i gminy, miejscowości gminnych Izbica i Gorzków oraz zwarta zabudowa Tarnogóry,
- zabytkowy zespół architektoniczny w Krasnymstawie,
- obszary pokryw lessowych (Izbica – Kolonia Orłów Murowany – Majdan Sitaniecki – Tarzymiechy III – Izbica), tereny po wschodniej stronie Wieprza i duże wydzielania w części zachodniej (Harasimiuk i in., 1988),
- obszary zagrożone podtopieniami (wzdłuż doliny Wieprza) (Nowicki i in., 2007),
- obszary w zasięgu stref ochrony udokumentowanego głównego zbiornika wód podziemnych nr 406 Niecka lubelska (Lublin),
- obszary objęte ochroną prawną w Europejskiej Sieci Ekologicznej NATURA 2000: „Wodny Dół” PLH 060026, „Izbicki przełom Wieprza” PLH 060030, „Las Orłowski” PLH 060061 (ochrona siedlisk),
- rezerwat przyrody „Wodny Dół” (krajobrazowy),
- obszary leśne o powierzchni powyżej 100 ha,
- tereny bagienne, podmokłe, łąki wykształcone na glebach organicznych,
- strefy (do 250 m) wokół źródeł w rejonie miejscowości: Olesin, Wielobycz, Orłów Murowany, Stryjów, Majdan Krynicki, Gorzków, Wiśniów, Wielkopole I, Majdanek Widniówka, Białka, Niemienice, Borsuk, Witkowice, Majdan Sitaniecki,
- strefy (do 250 m) wokół akwenów,
- powierzchnie erozyjnych i akumulacyjnych tarasów holocenijskich w obrębie dolin rzek: Wieprza, Wojstawki, Wolicy, Żółkiewki i pozostałych cieków,
- tereny o nachyleniu powyżej 12°,
- liczne obszary zagrożone ruchami masowymi: Przysiółek – Tarnogóra, Majdan Średni, Majdan Kobyłański – Wygon, Nowa Wieś, Tarzymiechy II, Ujazdów, rejon na północ, południowy wschód i południowy zachód od Krasnego, Kolonia Wierzba II, rejon na północ i południowy zachód od Stryjowa, Majdan Sitaniecki, Majdan Krzywski, Boro-we, Olesin, Kolonia Wielobycz, Las Niemienice, Wodny Dół, rejon na północny zachód od Niemienic, Kolonia Zastawie, rejon od Małochwieja Małego do Krasnegostawu, Dworzyska – Rońsk, Wólka – Orłowska, Gorzków Wieś, Góry, Wiśniów, rejon na

- północ od Piasków Szlacheckich, Romanów, Borsuk – Wirkowice – Bobliwo, Górecko – Ostrówek, Okręglak – Tarnogóra (Grabowski, red. i in., 2007),
- miejsca wychodni opok kredy górnej (mastrycht) będących stropowymi partiami udokumentowanego głównego zbiornika wód podziemnych nr 407 Niecka lubelska (Chełm – Zamość).

Problem składowania odpadów

W strefie głębokości do 2,5 m na obszarach możliwej lokalizacji składowisk odpadów nie występują osady, których właściwości izolacyjne spełniałyby kryteria przyjęte dla budowy obiektów uciążliwych dla środowiska.

Na mapie wskazano obszary pozbawione naturalnej izolacji. Są to miejsca powierzchniowych wystąpień osadów przepuszczalnych – plejstocentrycznych mułków i iłowców zlodowaceń środkowopolskich oraz osadów zlodowaceń północnopolskich – mułków i mułków piaszczystych rzeczno-teryglacjalnych i piasków ze żwirami tarasów nadzalewowych 15 – 20 m n.p. rzeki. Obszary zostały wyznaczone na terenach wyraźnie „wyniesionych” w stosunku do poziomu wód rzeki.

Mułki nie reprezentują typowego zastoiska na przedpolu lądolodu, przewarstwiają jedynie starszą serię piaszczysto-żwirową. Osady te mają do kilkunastu metrów miąższości, maksymalnie 20 m (dolina rzeki Wojsławki). Są to mułki sinostalowe z przewarstwieniami mułków piaszczystych o laminacji poziomej. Bardzo liczne są smużki detrytusu roślinnego. W profilach dominuje frakcja 0,1–0,05 mm (około 50%) lub 0,05–0,01 mm (30–50%), zawartość frakcji iłowej przekracza 10%. Są to mułki węglanowe z zawartością CaCO_3 4,6–18,8%.

Osady opisane jako mułki (pyły), mułki piaszczyste rzeczno-teryglacjalne oraz piaski ze żwirami tarasów nadzalewowych, najczęściej wykształcone są jako pyły piaszczyste i piaski pyłowate żółtawe lub żółtoszare, a także jako warstwowane pyły żółtawej barwy. Ich warstwowanie jest najczęściej zaburzone, podkreślone zażelezieniem, w partiach spągowych przeważa warstwowanie poziome niezaburzone, występują tu liczne konkracje węglanowe. Zawartość CaCO_3 nie przekracza 9%. Miąższość tych osadów wynosi 7,5 m w dolinie Wieprza do 11 m w dolinie Wojsławki. Cały kompleks tych osadów można określić jako lessy aluwialne, jednak zawartość CaCO_3 wyraźnie odróżnia je od lessów typowych (Harasimiuk i in., 1998).

W razie konieczności budowy składowiska odpadów na terenie objętym arkuszem decyzję o lokalizacji obiektu w granicach wskazanych obszarów pozbawionych naturalnej izo-

lacji muszą poprzedzić badania geologiczno-inżynierskie i hydrogeologiczne, które pozwolą na wybór optymalnej przesłony podłoża i skarp obiektu – sztucznej lub mineralnej.

Analizowany teren położony jest w zasięgu udokumentowanego głównego zbiornika wód podziemnych nr 407 Niecka lubelska (Chełm – Zamość), który pełni tu rolę głównego poziomu użytkowego. Skałami zbiornikowymi są spękane węglanowe utwory kredy górnej. Zróżnicowany charakter odkształceń tektonicznych górotworu, brak izolacji od zanieczyszczeń powierzchniowych sprzyja ich migracji do środowiska wodnego. Zasilanie poziomu użytkowego odbywa się głównie drogą bezpośredniej infiltracji opadów atmosferycznych, lub sporadycznie przez przepuszczalne utwory pokrywy czwartorzędowej. Szczelinowy charakter ośrodka skalnego stwarza dogodne warunki do infiltracji wód (Czerwińska-Tomczyk, Sadurski, 1997). Dla terenów objętych arkuszem Krasnystaw stopień zagrożenia wód użytkowego poziomu wodonośnego określono na bardzo wysoki, podrzędnie wysoki (fragment obszaru na wododziale między Wieprzem i Wolicą).

W profilu otworu wykonanego w rejonie Tarzymiechów III stwierdzono występowanie 8 metrowej warstwy iłów czwartorzędowych (3–11 m). Teren w bezpośrednim sąsiedztwie otworu można dodatkowo rozpoznać pod kątem ewentualnej lokalizacji składowiska odpadów. Konieczne jest potwierdzenie wykształcenia litologicznego, rozprzestrzenienia i własności izolacyjnych występujących tu iłów. Ponieważ jest to teren w zasięgu głównego zbiornika wód podziemnych nr 407 Niecka lubelska (Chełm – Zamość), z określonym bardzo wysokim stopniem zagrożenia zanieczyszczeniami, należy przeprowadzić badania hydrogeologiczne, które pozwolą na potwierdzenie lub eliminację możliwości lokalizacji obiektu w tym rejonie.

Pod kątem składowania odpadów można rozpatrywać wspólne wyrobisko złóż kruszywa naturalnego „Wał II” i „Wał IV” znajdujące się na obszarze pozbawionym naturalnej izolacji. Jest to niewielki powierzchniowo, suchy obiekt. W przypadku decyzji o przeznaczeniu wyrobisk na składowiska konieczne jest dodatkowe uszczelnienie. Rozpoznanie geologiczno-inżynierskie i hydrogeologiczne pozwoli na wybór optymalnej przesłony (sztucznej lub mineralnej) obiektów. Środowiskowym ograniczeniem warunkowym jest zabudowa miejscowości, położenie wyrobiska w granicach udokumentowanych złóż oraz w zasięgu głównego zbiornika wód podziemnych nr 407.

Na południe od Izbicy udokumentowano złożę czwartorzędowych glin ilastych (lessowych) ceramiki budowlanej „Izbica” (Milewski, 1962). Złożę ma powierzchnię 16 ha, formę pokładową i jest suche. Kopalina zawiera śladowe ilości margla ziarnistego. Seria złożowa

ma miąższość od 4,5 m do 19,7 m (średnio 12 m). Nadkład o grubości około 80 cm stanowią piaski pylaste. W spągu serii złożowej występują piaski i mułki. Eksploatację wstrzymano w 2000 r. Złoże położone jest na obszarze pokryw lessowych (bezwzględnie wyłączonych z możliwości lokalizowania składowisk odpadów). Kopalinę można wykorzystać do tworzenia sztucznych przesłon obiektów zlokalizowanych w innym miejscu. Konieczne jest zbadanie faktycznych własności izolacyjnych glin.

W Niemienicach (Krakowskie Przedmieście) znajduje się zrehabilitowane składowisko odpadów komunalnych. Jest to teren w zasięgu udokumentowanego głównego zbiornika wód podziemnych nr 406 Niecka lubelska (Lublin).

X. Warunki podłoża budowlanego

Warunki podłoża budowlanego na obszarze arkusza Krasnystaw opracowano na podstawie map topograficznej w skali 1:10 000, Szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1:50 000 (Harasimiuk i in., 1987) i obserwacji terenowych. Z analizy wyłączono obszary: rezerwatów, Skierbieszowskiego Parku Krajobrazowego, lasów, gleb chronionych, łąk na glebach pochodzenia organicznego, złóż kopalin mineralnych zaznaczonych na mapie obszarowo (powierzchnia powyżej 5 ha), a także teren zwartej zabudowy Krasnegostawu.

Obszary, dla których oceniono geologiczno-inżynierskie warunki podłoża budowlanego stanowią około 15% powierzchni arkusza. O warunkach geologiczno-inżynierskich decydują: rodzaj i stan gruntów, ukształtowanie terenu, a także położenie zwierciadła wód gruntowych i ewentualne zagrożenie procesami geodynamicznymi. Uwzględniając te kryteria wydzielono rejony korzystne i niekorzystne (utrudniające) dla budownictwa.

Tereny o korzystnych warunkach budowlanych to przede wszystkim wychodnie opok i margli kredowych. Utwory kredowe to grunty skaliste, bardzo spękane. W ich stropie na ogół zalegają zwietrzliny i rumosze gliniaste – grunty spoiste, w stanie zwartym, półzwartym lub twaroplastycznym. Posadowienie na obszarach występowania opok i margli kredowych wymagać może oceny geologiczno-inżynierskiej z uwagi na potencjalną możliwość pęcznienia i skurczu skał (Dragowski, 1981).

Do obszarów o korzystnych warunkach budowlanych zaliczono również grunty niespoiste, najczęściej średniozagęszczone i zagęszczone środkowo- i północnopolskich tarasów nadzalewowych. Zwierciadło wód gruntowych na wymienionych wyżej obszarach kształtuje się poniżej 2 m p.p.t.

W zachodniej, centralnej i północnej części obszaru arkusza występują deluwialne gliny oraz pyłowate gliny i piaski, a w dolinie Wieprza redeponowane lessy aluwialne, osadzone na powierzchniach tarasów nadzalewowych (Latyczów, Izbica, Tarzymiechy, Stara Wieś), granulometrycznie należące do gruntów spoistych. Znajdują się one w stanie półzwardym i twaroplastycznym, chociaż sporadycznie można natrafić na niekorzystne dla budownictwa, grunty w stanie plastycznym lub miękkoplastycznym.

Niekorzystne warunki budowlane mogą być związane z występowaniem lessów. Pod wpływem nasycenia wodą, np. przy awariach sieci wodociągowych lub kanalizacyjnych, a także w wyniku nagromadzenia się wody w wykopach fundamentowych, może nastąpić zmiana struktury lessu i szybkie zmniejszenie się jego objętości (osiadanie zapadowe). Skłonność do osiadań zapadowych wykazują szczególnie lessy występujące na zboczach dolin. Lessy aluwialne oraz lessy występujące na powierzchniach szczytowych są dobrym podłożem pod warunkiem niedopuszczenia do ich zawodnienia i stagnowania wody.

Rejonami o niekorzystnych warunkach budowlanych są obszary występowania: torfów, namułów torfiastych i piasków aluwialnych, reprezentujących grunty słabonośne z wodami agresywnymi. Pokrywają one znaczną powierzchnię den dolin rzecznych, które są ponadto terenami płytkiego występowania wód gruntowych, na głębokości mniejszej niż 2 m. Niekorzystne dla budownictwa są stoki o nachyleniu powyżej 12%. Są to obszary zagrożone powstawaniem powierzchniowych ruchów masowych, szczególnie po pozbawieniu ich szaty roślinnej oraz w przypadku prowadzenia tam robót ziemnych i obciążenia obiektami budowlanymi. Przed przystąpieniem do prac budowlanych w takich rejonach wymagane jest sporządzenie dokumentacji geologiczno-inżynierskiej.

Na obszarze arkusza ruchy masowe (obrywy i sływy gleb) występują na stromych krawędziach doliny Wieprza koło Tarzymiechów, Tarnogóry, Izbicy, Romanowa, Latyczowa i Krasnegostawu, a także na obszarze Wyniosłości Giełczewskiej w rejonie Olesina i Bryczówek oraz na Działach Grabowieckich koło Kolonii Zastawie (Grabowski, red. i in., 2007). W sąsiedztwie wąwozów należy spodziewać się obecności procesów sufozji. Na obszarze miasta Krasnystaw występuje lokalne zagrożenie szkodami górniczymi w związku z występowaniem pod zabudowaniami śródmiejskimi starych wyrobisk w utworach kredy.

XI. Ochrona przyrody i krajobrazu

Walory przyrodniczo-krajobrazowe obszaru objętego arkuszem Krasnystaw są znaczące w skali regionalnej i krajowej. Tereny prawnie chronione zajmują około 30% jego powierzchni. Znajduje się tu zachodnia części Skierbieszowskiego Parku Krajobrazowego (SPK) wraz z otuliną oraz zachodnia Grabowiecko-Strzeleckiego Obszaru Chronionego Krajobrazu. Prawie całą powierzchnię obszaru arkusza zajmują gleby chronione wysokich klas bonitacyjnych będące najważniejszym bogactwem przyrodniczym tego rejonu Polski. Łąki na glebach pochodzenia organicznego występują w szerokich dnach dolin: Wieprza, Wolicy, Siniochy, Żółkiewki oraz ich mniejszych dopływów. Lasy zajmują jedynie około 15% powierzchni terenu arkusza. Największe obszary leśne występują w północnej-zachodniej oraz we wschodniej części omawianego obszaru.

Wschodnia i południowo-wschodnia część obszaru arkusza wchodzi w skład Skierbieszowskiego Parku Krajobrazowego (SPK). Park został założony w 1995 roku dla ochrony wartości przyrodniczych, krajobrazowych i historycznych. Całkowita powierzchnia parku wynosi 35 488 ha. Głównym jego walorem jest falisto-pagórkowata rzeźba terenu z systemem głębokich wąwozów erozyjnych, wciętych w grubą, miejscami na kilkanaście metrów, warstwę lessu. Lasy zajmują w nim jedynie 11% powierzchni. Dominują lasy grądowe z dużym udziałem buka. Innymi gatunkami tworzącymi drzewostan są: grab, lipa, wiąz, jawor i sosna. Na zboczach wzgórz występują świetliste dąbrowy, a w wąwozach wilgotne grądy i łągi z udziałem jesionu, olchy, klonu i jawora. Odślonięte, nasłonecznione zbocza wzgórz i wąwozów oraz miedze i pobocza dróg porastają zespoły roślinności ciepłolubnej, bogate w rzadkie gatunki stepowe, dobrze rozwijające się na żyznym lessowym podłożu. W runie lasów spotyka się rzadkie gatunki górskie, takie jak: paprotnik górski, żywiec gruczołowaty, przetacznik górski, parzydło leśne i widłak wroniec. Najwięcej rzadkich gatunków stwierdzono jednak wśród roślin stepowych i ciepłolubnych. Należą do nich m.in.: wisienka karłowata, róża francuska, i kosaciec bezlistny. Fauna Parku ze względu na stosunkowo niedużą ilość lasów i wód jest dość uboga. Park otacza otulina, której całkowita powierzchnia wynosi 12 479 ha.

Północną i wschodnią część obszaru arkusza Krasnystaw obejmuje, utworzony w 1983 roku, Grabowiecko-Strzelecki Obszar Chronionego Krajobrazu. Jego całkowita powierzchnia wynosi 26 963 ha. Łączy on ze sobą dwa parki krajobrazowe – Skierbieszowski i Strzelecki, fragmentami stanowiąc ich otulinę. Przyrodniczo charakteryzuje się podobnymi walorami, co Skierbieszowski Park Krajobrazowy.

Na obszarze arkusza znajduje się jeden, położony w północno-zachodniej części arkusza, krajobrazowo-leśny rezerwat przyrody „Wodny Dół”. Został utworzony w 1996 roku, na powierzchni 185,85 ha (tabela 9). Przedmiotem ochrony jest zachowanie ze względów naukowych, dydaktycznych szczególnego krajobrazu Wyniosłości Giełczewskiej, w tym małowniczych rozcięć erozyjnych pokrytych lasem. W rezerwacie występują rzadkie i chronione gatunki roślin, takie jak: zawilec gajowy i żółty, przylaszczka pospolita i podkolan biały. Jednak największą osobliwością przyrodniczą jest tu cieszyńnianka wiosenna – unikatowa roślina w skali kraju.

Na obszarze arkusza, w 15 miejscach, rosną 32 drzewa pomnikowe (15 lip drobnolistnych, 6 dębów szypułkowych, dąb błotny, 5 jesionów wyniosłych, 2 wiązy górskie, topola biała, sosna wejmutka i modrzew polski). Dwa pomniki przyrody żywej to stanowiska roślinności stepowej, znajdujące się w Tarnogórze (skarpa nad doliną Wieprza) i Zalesiu (zbocze suchej doliny) (tabela 9).

Tabela 9

Wykaz rezerwatów i pomników przyrody

Numer obiektu na mapie	Forma ochrony	Miejscowość	Gmina Powiat	Rok zatwierdz	Rodzaj obiektu (powierzchnia w ha)
1	2	3	4	5	6
1	R	Niemienice	Krasnystaw krasnostawski	1996	K, L – „Wodny Dół” (185,85 ha)
2	P	Krasnystaw ul. Jabłonkowa	Krasnystaw krasnostawski	1998	Pż lipa drobnolistna
3	P	Krasnystaw ul. Poniatowskiego	Krasnystaw krasnostawski	1999	Pż lipa drobnolistna
4	P	Rudka	Siennica Różana krasnostawski	1979	Pż dąb szypułkowy
5	P	Gorzków	Gorzków krasnostawski	1989	Pż jesion wyniosły
6	P	Gorzków	Gorzków krasnostawski	1989	Pż 5 lip drobnolistnych
7	P	Gorzków	Gorzków krasnostawski	1989	Pż lipa drobnolistna
8	P	Gorzków	Gorzków krasnostawski	1989	Pż lipa drobnolistne
9	P	Wiśniów	Gorzków krasnostawski	1991	Pż 2 dęby szypułkowe
10	P	Wólka Orłowska	Izbica krasnostawski	1987	Pż dąb szypułkowy
11	P	Ostrzyca	Izbica krasnostawski	1983	Pż dąb szypułkowy

1	2	3	4	5	6
12	P	Tarnogóra	Izbica krasnostawski	1989	Pż stanowisko roślinności stepowej (0,95)
13	P	Tarnogóra <i>w parku pałacowym</i>	Izbica krasnostawski	1988	Pż 2 wiązy górskie, dąb błotny
14	P	Orłów Murowany	Izbica krasnostawski	1992	Pż modrzew polski, sosna wejmutka, lipa drobnolistna
15	P	Zalesie	Izbica krasnostawski	1989	Pż stanowisko roślinności stepowej (1,37)
16	P	Stryjów <i>w parku pałacowym</i>	Izbica krasnostawski	1976	Pż jesion wyniosły
17	P	Maszów Dolny	Rudnik krasnostawski	1980	Pż 2 lipy drobnolistne, topola biała, jesion wyniosły
18	P	Ujazdów <i>w parku podworskim</i>	Nielisz zamojski	1980	Pż 3 lipy drobnolistne, 2 jesiony wyniosłe

Rubryka 2: R – rezerwat, P – pomnik przyrody

Rubryka 6: rodzaj rezerwatu: K – krajobrazowy, L – leśny; rodzaj pomnika przyrody: Pż – żywej

Krajowa sieć ekologiczna ECONET (Liro, red., 1998) jest wielkoprzestrzennym systemem obszarów węzłowych najlepiej zachowanych pod względem przyrodniczym i reprezentatywnych dla różnych regionów przyrodniczych kraju. Są one wzajemnie ze sobą powiązane korytarzami ekologicznymi, zapewniającymi ciągłość więzi przyrodniczych w obrębie tego systemu. Na obszarze arkusza Krasnystaw znajduje się zachodni fragment Obszaru Zamojskiego. Przez jego centralną część przebiega krajowy korytarz ekologiczny Wieprza (fig. 5).

Na obszarze arkusza znajdują się 3 specjalne obszary ochrony siedlisk Natura 2000: „Wodny Dół”, „Izbicki Przełom Wieprza” i „Las Orłowski”. Informacje na ich temat, przedstawione w tabeli 10, zaczerpnięto ze strony internetowej <http://www.gdos.gov.pl>.

Położony na północ od Niemienic obszar Natura 2000 „Wodny Dół” (PLH 060026) pokrywa się z rezerwatem przyrody o tej samej nazwie.

„Izbicki Przełom Wieprza” (PLH 060030) obejmuje fragment doliny Wieprza od Tarczyniechów do Krasnegostawu. Koryto rzeki zachowało tu swój naturalny charakter (liczne meandry). W dnie doliny dominują ekstensywnie użytkowane łąki. Miejscami występują interesujące ziołorośla nadrzeczne i okrajkowe. Na stromych zboczach doliny, na podłożu lessowym, wykształciły się murawy kserotermiczne. Są one jedynym miejscem w Polsce, gdzie występuje przetacznik zwodny – bardzo rzadki, narażony na wyginięcie gatunek flory naczyniowej.

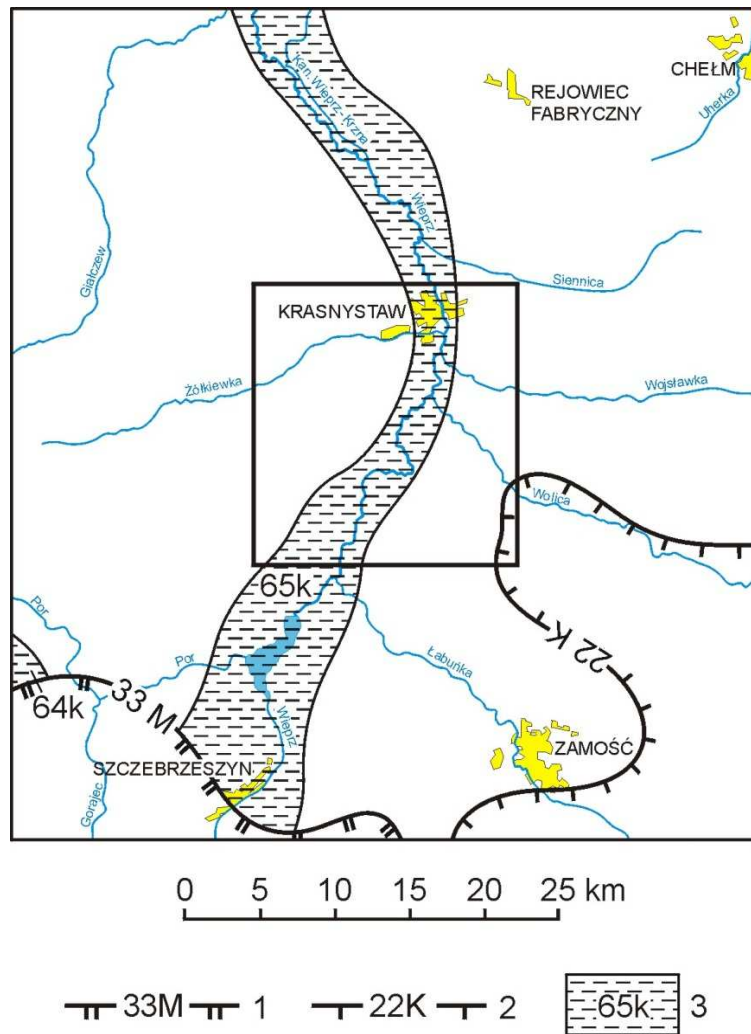


Fig. 5. Położenie arkusza Krasnystaw na tle mapy systemów ECONET (Liro, red., 1998)

1 – granica międzynarodowego obszaru węzłowego: 33M – Obszar Rostoczański, 2 – granica krajowego obszaru węzłowego: 22K – Obszar Zamojski, 3 – krajowy korytarz ekologiczny: 64k – Wzniesień Urzędowskich, 65k – Korytarz Wieprza.

„Las Orłowski” (PLH 060061) obejmuje łąkę subkontynentalną, w której dominuje buk i grab. Osobliwością jest występowanie w runie gatunków typowych dla łąk i buczyn. Tereny o południowej ekspozycji o podłożu wapiennym porasta odmiana łąki o składzie gatunkowym nawiązującym do świetlistej dąbrowy. Na skraju kompleksu leśnego wykształciły się zarośla kserotermiczne oraz wąski pas murawy z rzadkimi gatunkami roślin, w tym storczyków: obuwika pospolitego, buławnika wielkokwiatowego, listerii jajowatej i podkolanu białego.

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	Położenie administracyjne obszaru w granicach arkusza			
				Długość geogr.	Szerokość geogr.		Kod NUTS	Województwo	Powiat	Gmina
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	B	PLH060026	Wodny Dół (S)	23°03'42"E	50°59'00"N	188,4 ha	PL312	lubelskie	krasnostawski	Krasnystaw
2	B	PLH060030	Izbicki Przełom Wieprza (S)	23°08'19"E	50°55'16"N	1 778,1 ha	PL312	lubelskie	krasnostawski	Krasnystaw Izbica
3	B	PLH060061	Las Orłowski (S)	ok. 23°16'E	ok. 50°53'N	367,3 ha	PL312	lubelskie	krasnostawski	Izbica
									zamojski	Skierbieszów

Rubryka 2: B – specjalny obszar ochrony siedlisk, bez żadnych połączeń z innymi obszarami Natura 2000

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

XII. Zabytki kultury

Osadnictwo na obszarze arkusza Krasnystaw ma bardzo długą historię, czego świadectwem są liczne znaleziska archeologiczne. Na opisywanym terenie znajduje się wiele zabytków objętych ochroną konserwatorską, głównie na terenie Krasnystawu. Pojedyncze obiekty zlokalizowane są również w innych miejscowościach.

Początek miastu Krasnystaw dał jedenastowieczny gród obronny Szczekarzew (Szczekarzów), który 1 marca 1394 r. uzyskał od Władysława Jagiełły prawa miejskie. Nazwa Krasnystaw po raz pierwszy pojawiła się w dokumencie państwowym w 1462 r. Miasto obdarowano licznymi przywilejami w II połowie XIV wieku. W 1490 r. biskup Maciej z Łomży przeniósł z Chełma do Krasnegostawu siedzibę diecezji chełmskiej, co podniosło znaczenie miasta jako lokalnego ośrodka handlowego. Rozwój Krasnegostawu został przejściowo zahamowany w 1524 r. przez ogromny pożar. Po III rozbiorze Polski, miasto znalazło się w granicach cesarstwa austriackiego, a w 1809 r. włączono je do Księstwa Warszawskiego. W mieście zachował się, objęty ochroną konserwatorską, zabytkowy układ architektoniczny z pozostałościami obwałowań i terenem przyzamkowym. W obrębie starego miasta kilka kamienic położonych przy placu 3 Maja posiada status zabytków. Na listę zabytków wpisano również zespoły klasztorne jezuitów i augustianów. Zespół klasztorny jezuitów przy ul. Piłsudskiego 3 składa się z: barokowego kościoła parafialnego pw. św. Franciszka Ksawerego, zbudowanego w latach 1695–1715, przebudowanego później w 1850 roku oraz w latach 1879–1881, klasztoru z I połowy XVIII w., pałacu biskupiego (obecnie dom zakonny) z II połowy XVIII w., kapliczki przed kościołem oraz z budynków dawnego seminarium i wikariatu. W skład „starego” zespołu klasztornego augustianów przy ul. Zamkowej 1 (obecnie szkoła z internatem) wchodzi: kościół z XVI w., oraz klasztor z II połowy XVII w. „Nowy” zespół klasztorny augustianów przy ul. Okrzei obejmuje: kościół parafialny pw. Świętej Trójcy wybudowany w latach 1837–1839, klasztor (obecnie dom dziecka) z 1829 r. i dzwonnice.

Wiele obiektów zabytkowych zachowało się w Orłowie Murowanym, są to: kościół murowany neoromański wzniesiony w latach 1923–1929, ruiny fortalicji z pierwszej połowy XVII wieku oraz pałac zbudowany w 1842 r., niestety ze znacznym zatarciem cech stylowych, wraz z dwoma oficynami i parkiem.

Na obszarze arkusza znajduje się wiele zabytkowych, otoczonych parkami, pałaców i dworów. Kilka z nich zostało wpisanych do rejestru zabytków. Są wśród nich: późnoklasycyistyczny pałac (w ruinie) i park w Tarnogórze z I połowy XIX w., zespół dworski w Wielkopolu z II połowy XIX w. z zachowanymi ogrodami użytkowymi, 4 budynkami gospodar-

czymi i młynem, zespół dworski (dwór, spichlerz i park) w Dworzyskach z przełomu XIX i XX w., dwór i park w Maszowie Dolnym z przełomu XVIII i XIX w., pałac (w ruinie) i park w Stryjowie z I połowy XIX w. oraz zespół dworski (dwór, oficyna i park) w Ujazdowie z II połowy XIX w. Po większych zespołach pałacowo-dworskich zachowały się w kilku miejscowościach parki i ogrody, z pośród których ogród dworski w Ostrzycy oraz park krajo-
brazowy w Wirkowicach zostały wpisane do rejestru zabytków.

Ochroną konserwatorską objęte są także zabytkowe kościoły w: Gorzkowie z 1623 r. z dzwonnica, Tarnogórze (kościół o cechach orientalnych) z 1544 r. oraz kapliczka cmentarna w Gorzkowie. Zabytkiem techniki jest wiatrak koźlak z II połowy XIX w. w Tuligłowach.

Do obiektów zabytkowych należą także cmentarze wojenne z okresu I wojny światowej położone w: Kolonii Tarnogóra, Izbicy i Tarzymiechach.

XIII. Podsumowanie

Obszar objęty arkuszem Krasnystaw charakteryzuje się nieznacznym zróżnicowaniem pod względem zagospodarowania przestrzennego. Jest to typowy obszar rolniczy z większymi kompleksami leśnymi. Jedynym ośrodkiem miejskim jest Krasnystaw, liczący około 19,8 tys. mieszkańców i skupiający wszystkie większe zakłady przemysłowe i pełniący jednocześnie rolę administracyjno-usługową dla okolicznych wsi.

Ochroną obszarową objęte jest około 30% powierzchni arkusza (rezerwat, park krajo-
brazowy, obszar chronionego krajobrazu). Znajdują się tu również 3 obszary, należące do europejskiej sieci ekologicznej Natura 2000.

W ramach niniejszego opracowania przedstawiono stan bazy surowcowej na obszarze omawianego arkusza, obejmującej kruszywo piaszczyste, lessy i opoki. Spośród 15 złóż eksploatowane są 4 złoża piasków – „Wał II”, „Wał IV”, „Tarnogóra” i „Tarzymiechy” oraz 1 złożo lessów „Izbica V”. Złoża piasku „Izbica Piasek” i lessu „Majdan Średni” nie są eksploatowane od końca lat osiemdziesiątych XX w., a złożo „Izbica – Osada” od 2000 r. Wydobycie piasku ze złóż „Małochwiej Duży” i „Wał III” jest od niedawna zaniechane. Wyrobisko poeksploatacyjne złożo „Wał I” zostało w całości zrehabilitowane przez zalesienie. Złożo opok „Wirkowice” i „Izbica” oraz lessów „Izbica” i „Stryjów” są niezagospodarowane. W latach 2005–2009 z „Bilansu zasobów ...” skreślono 4 złożo lessów.

Omawiany obszar charakteryzuje się stosunkowo dużym deficytem kopalin naturalnych, zwłaszcza kruszywa naturalnego. Zasoby kopalin ilastych ceramiki budowlanej ograniczają się jedynie do lessów, z których można jedynie produkować cegłę klinkierową. Brak jest perspektyw udokumentowania złóż surowców ilastych do produkcji dobrej jakości wyro-

bów ceramiki budowlanej o czerepie porowatym. Występujące na obszarze arkusza lessy znajdują zastosowanie jako dodatek korygujący surowca wysokiego w przemyśle cementowym. Opoki i opoki margliste można wykorzystywać jako kamień łamany do budowy dróg lokalnych, bardziej zwięzłe opoki jako kamień budowlany.

Na podstawie danych archiwalnych i mapy geologicznej wytypowano 2 obszary perspektywiczne dla udokumentowania złóż piasków dla drogownictwa do budowy i renowacji dróg. Wyznaczono także obszar perspektywiczny występowania węgla kamiennego. Na obszarze arkusza koncesje na poszukiwanie gazu łupkowego posiadają firmy Chevron Polska i DPV Service.

Główny użytkowy poziom wodonośny jest związany z górnokredowymi osadami węglanowymi. Eksploatowane wody są dobrej jakości, a ujęcia posiadają dużą wydajność.

Na terenie objętym arkuszem Krasnystaw do głębokości 2,5 m nie występują osady, których własności izolacyjne spełniałyby kryteria przyjęte dla składowania odpadów.

Na mapie wskazano tereny pozbawione naturalnej izolacji, są to miejsca występowania na powierzchni terenu osadów przepuszczalnych – plejstoceńskich mułków, piasków, pyłów piaszczystych. Lokalizacja składowisk odpadów w granicach tych obszarów wymaga rozpoznania geologiczno-inżynierskiego i hydrogeologicznego, które pozwoli na wybór przesłony (sztucznej lub mineralnej) ewentualnych obiektów.

Pod kątem składowania odpadów można rozpatrywać teren w bezpośrednim sąsiedztwie otworu wykonanego w rejonie Tarzymiechów III, w którego profilu stwierdzono występowanie ilów czwartorzędowych o 8 m miąższości (3–11 m).

Na składowiska odpadów można przeznaczyć wspólne wyrobisko złóż kruszywa naturalnego „Wał II” i „Wał IV. Konieczne są badania geologiczno-inżynierskie i hydrogeologiczne, które pozwolą na wybór optymalnej przesłony dna i skarp obiektu sztucznej lub mineralnej obiektów).

Budowę obiektów tego typu należy rozpatrywać tylko w razie bezwzględnej konieczności. Obszary pozbawione naturalnej izolacji znajdują się na terenach w zasięgu udokumentowanego głównego zbiornika wód podziemnych nr 407 Niecka lubelska (Chełm – Zamość), który stanowi na tych terenach główny użytkowy poziom wodonośny. Zasilanie tego górnokredowego zbiornika odbywa się drogą bezpośredniej infiltracji opadów atmosferycznych do osadów kredowych lub poprzez przepuszczalne utwory czwartorzędowe. Stopień zagrożenia wód na całym analizowanym terenie określono na bardzo wysoki, na niewielkim jego fragmencie jako wysoki.

Ocenie warunków budowlanych podlegało tylko około 15% powierzchni arkusza. Na waloryzowanych obszarach panują najczęściej niekorzystne warunki dla budownictwa, co wynika z obecności rozległych terenów podmokłych, między innymi w dolinach: Wieprza, Żółkiewki i mniejszych rzek. Korzystne warunki budowlane występują na obszarach tarasów nadzalewowych i na wysoczyznach, np. w rejonie Gorzkowa, Tarnogóry i Małochwieja Dużego.

Ze względu na powszechne występowanie gleb wysokich klas bonitacyjnych podstawowymi kierunkami rozwoju i inwestycji dla omawianego obszaru, są rolnictwo szczególnie o charakterze ekologicznym i przetwórstwo rolno-spożywcze. Liczne zabytki kultury oraz obszary objęte ochroną przyrody sprzyjają rozwojowi turystyki.

XIV. Literatura

- ALBERING H., LEUSEN S., MOONEN E., HOOGEWERFF J., KEINJANS J., 1999 – Human health risk assessment: A Case study involving heavy metal soil contamination after the flooding of the river Meuse during the winter ofn 1993 – 1994. *Environmental Health Perspectives* 107 (1), 37 – 43.
- BOJAKOWSKA I., SOKOŁOWSKA G. 1995. Heavy metals in the Bystrzyca river flood plain. *Geolog. Quart.*, vol 40, no. 3, p. 467 – 480.
- BORDAS F., BOURG A., 2001 – Effect of solid/liquid ratio on the remobilization of Cu, Pb, Cd and Zn from polluted river sediment. *Water, Air, and Soil Pollution* 128, 391 – 400.
- BORZĘCKI L., SOKOLIŃSKA Z., 1980 – Sprawozdanie z prac geologicznych dla udokumentowania złóż kruszywa naturalnego na obszarze projektowanego zbiornika wodnego „Izbica”. *Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol.*, Warszawa.
- CYWICKA K., 1981 – Sprawozdanie geologiczne z badań zwiadowczych za surowcem lesopodobnym do produkcji wyrobów ceramiki budowlanej w województwie chełmskim, w rejonie miejscowości: I Góry, II Zastawie, gm. Krasnystaw, III Kraśniczyn, gm. Kraśniczyn, IV Olszanka, V Popówka, gm. Wojsławice, VI Raciborowice, gm. Białopole. *Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol.*, Warszawa.
- CZAJA-JARZMIK B., 1985 – Sprawozdanie z poszukiwań złóż kruszywa naturalnego dla drogownictwa w rejonie Zamościa, Żółkiewki, Zwierzyńca i Frampola. *Arch. Geol. UMWL, Filia w Zamościu*.
- CZERWIŃSKA-TOMCZYK J., SADURSKI A., 1997 – Mapa hydrogeologiczna Polski w skali 1:50 000, arkusz Krasnystaw. *Państw. Inst. Geol.*, Warszawa.

- CZERWIŃSKA-TOMCZYK J., RYSAK A., ŁUSIAK R., GIL R., ZWOLIŃSKI Z., 2008 – Dokumentacja określająca warunki hydrogeologiczne dla ustanowienia obszaru ochronnego zbiornika wód podziemnych Niecka Lubelska (GZWP nr 406). Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- DOROZ W., 1988 – Sprawozdanie geologiczne z badań zwiadowczych za lessami gliniastymi dla potrzeb ceramiki budowlanej w południowej części woj. chełmskiego. Miejscowości: Majdan Krzywski, Niemienice, Latyczów, Drewniki, Rozięcin, Huta, Majdan Ostrowski. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.**
- DRĄGOWSKI A. 1981, Inżyniersko-geologiczna charakterystyka niszczenia skał mastychskich Wyżyny Lubelskiej w wyniku pęcznienia i skurczu, Biul. Geol. Uniwersytetu Warszawskiego, t. 29.**
- GAŁUS S., 2004 – Dodatek nr 1 do dokumentacji geologicznej złoża surowca ilastego (pyłów lessowych) w kat. C₁ „Izbica III”. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.**
- GAŁUS S., WÓJCIK L., 2003 – Dokumentacja geologiczna złoża surowca ilastego (pyłów lessowych) „Izbica III” w kat. C₁. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.**
- GAŁUS S., WÓJCIK L., 2006a – Dodatek nr 1 do dokumentacji geologicznej złoża surowców ilastych (lessów) „Izbica II” w kat. C₁ (rozliczenie po zakończonej eksploatacji wg. stanu na 31.12.2005r.). Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- GAŁUS S., WÓJCIK L., 2006b – Dokumentacja geologiczna złoża surowców ilastych (lessu) „Izbica V” w kat.C₁ w miejsc. Izbica. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- GAŁUS S., WÓJCIK L., 2007 – Dodatek nr 3 do uproszczonej dokumentacji geologicznej złoża piasku „Izbica I” w kat. C₁ z projektem zagospodarowania złoża (rozliczenie po zakończonej eksploatacji wg stanu na dn. 31.12.2006 r.). Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- GAŁUS S., WÓJCIK L., 2009 – Dodatek nr 1 do dokumentacji geologicznej złoża lessu „Izbica IV” w kat.C₁ (rozliczenie po zakończonej eksploatacji). Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- GIZA R., 1977 – Karta rejestracyjna złoża lessów „Majdan Średni”. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.

- GRABOWSKI D. (red.), MAŁEK M., WODYK K., MALESZYK M., 2007 – Mapa osuwisk i obszarów predysponowanych do występowania ruchów masowych w województwie lubelskim. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- HAŁASA-KOGUT E., 2006 – Dokumentacja geologiczna złoża kruszywa naturalnego, „Wał IV” w kat. C₁. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- HARASIMIUK M., HENKIEL A., KRÓL T., 1987 – Szczegółowa mapa geologiczna Polski, skala 1:50 000 arkusz Krasnystaw. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- HARASIMIUK M., HENKIEL A., KRÓL T., 1988 – Objąsnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1:50 000 arkusz Krasnystaw. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- HERBICH P. 1987 – Dynamika zwierciadła wód podziemnych w obszarach oddziaływania ujęć Chełma i Rejowca. W: Problemy hydrogeologii środkowo-wschodniej Polski.
- HERBICH P., KRAJEWSKI S. 1977 – Określenie horyzontalnej anizotropii warunków filtracji w utworach szczelinowych na podstawie analizy nieustalonego dopływu do studzien. Przeg. Geol. nr 8 – 9.
- Instrukcja** opracowania Mapy geosrodowiskowej Polski w skali 1:50 000, 2005 – Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- KELMAN Cz., 2001a – Uproszczona dokumentacja geologiczna w kat. C₁ złoża piasków „Izbica I” z projektem zagospodarowania złoża. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- KELMAN Cz., 2001b – Uproszczona dokumentacja geologiczna w kat. C₁ złoża surowca węglanowego „Wirkowice” z elementami projektu zagospodarowania złoża. Arch. UMWL w Lublinie, Deleg. w Chełmie.
- KELMAN Cz., 2004 – Dokumentacja geologiczna złoża surowców ilastych (lessów) „Izbica II” w kat. C₁. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- KELMAN Cz., 2005 – Dokumentacja geologiczna złoża surowców ilastych (lessów) „Izbica IV” w kat. C₁ w miejsc. Izbica. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- KELMAN Cz., WÓJCIK L., 2005a – Dodatek nr 1 do dokumentacji geologicznej złoża surowców ilastych (lessów) „Izbica I” w kat. C₁ (rozliczenie po zakończonej eksploatacji wg stanu na 31.12.2004). Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- KELMAN Cz., WÓJCIK L., 2005b – Dodatek nr 2 do dokumentacji geologicznej złoża piasku „Izbica I” w kat. C₁ (rozliczenie po zakończonej eksploatacji wg stanu na 31.12.2004 r.). Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.

- KELMAN Cz., WOJCIK L., 2005c – Dokumentacja geologiczna w kat. C₁ złoża piasku „Wał III”. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- KELMAN Cz., WÓJCIK L., 2005d – Dodatek nr 1 do dokumentacji geologicznej złoża piasku „Wał I” w kat. C₁ (rozliczenie po zakończonej eksploatacji wg stanu na 31.12.2004 r.). Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- KLECZKOWSKI A. S. (red.), 1990 – Mapa obszarów głównych zbiorników wód podziemnych (GZWP) w Polsce wymagających szczególnej ochrony w skali 1:500 000. AGH Kraków.
- KONDRACKI J., 2002 – Geografia regionalna Polski. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- KRAJEWSKI S., 1970 – Charakter dróg krążenia wód podziemnych w utworach szczelinowych górnej kredy na Wyżynie Lubelskiej. Przegl. Geol. nr 8–9.
- KRAJEWSKI S. 1972 – Strefowość zawodnienia utworów górnej kredy na obszarze Lubelskiego Zagłębia Węglowego. Prace Hydrogeologiczne, Seria Specjalna I.G. Warszawa.
- KROGULEC E., WIERCHOWIEC J., 2005 – Mapa geologiczno-gospodarcza Polski w skali 1:50 000 arkusz Krasnystaw. 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.
- LIU H., PROBST A., LIAO B. 2005. Metal contamination of soil and crops affected by the Chenchou lead/zinc mine spill (Hunan, China). *Science of The Total Environment*, 339 (1 – 3), 153 – 166.
- ŁOZA K., 2004a – Dokumentacja geologiczna złoża piasków „Małochwiej Duży” w kat. C₁ na działce 458/7. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- ŁOZA K., 2004b – Dokumentacja geologiczna w kat. C₁ złoża piasków „Wał II” na działkach nr 344, 346, 347 i 563/2. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- MACDONALD D., INGERSOLL C., BERGER T., 2000 – Development and Evaluation of consensus-based Sediment Development and evaluation of consensus-based sediment quality guidelines for freshwater ecosystems. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology* 39, 20 – 31.

- MALINOWSKI J., 1964 – Budowa geologiczna i własności geotechniczne lessów Roztocza i Kotliny Zamojskiej między Szczebrzeszynem i Turobinem. Prace Inst. Geol., tom 41, Wyd. Geol., Warszawa.
- MANTERYS A., 1971 – Orzeczenie z badań geologicznych wykonanych za piaskami kwarcowymi do produkcji cegły wapienno-piaskowej w miejscowości Izbica. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- MARKS L., BER. A., GOGOŁEK W., PIOTROWSKA K. (red.), 2006 – Mapa geologiczna Polski w skali 1:500 000. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
- MILEWSKI Z., 1962 – Dokumentacja geologiczna złoża lessów do produkcji klinkieru drogowego w Izbicy. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- MILLER J., HUDSON-EDWARDS K., LECHCLER P., PRESTON D., MACKLIN M., 2004 – Heavy metal contamination of water, soil and produce within riverine communities of the Rio Pilcomayo basin, Bolivia. Sci. Total Environ. 320 (2 – 3), 189 – 209.
- NOWICKI Z., PRAŻAK J., FRANKOWSKI Z., JANECKA-STYRCZ K., GAŁKOWSKI P., JAROS M., MAJER K., HORDEJUK M., 2007 – Mapa obszarów zagrożonych podtopieniami w Polsce. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- Obszary** Natura 2000 – <http://www.gdos.gov.pl>.
- OSTRZYŻEK S., DEMBEK W., 1996 – Zlokalizowanie i charakterystyka złóż torfowych w Polsce spełniających kryteria potencjalnej bazy zasobowej z ustaleniem i uwzględnieniem wymogów związanych z ochroną i kształtowaniem środowiska. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- Rozporządzenie** Ministra Środowiska z dnia 16 kwietnia 2002 r. we sprawie rodzajów oraz stężeń substancji, które powodują, że urobek jest zanieczyszczony. Dziennik Ustaw z dnia 14 maja 2002 r., nr 55, poz. 498.
- Rozporządzenie** Ministra Środowiska z dnia 9 września 2002 r. w sprawie standardów jakości gleby oraz standardów jakości ziemi. Dziennik Ustaw z dnia 4 października 2002 r., nr 165, poz. 1359.
- Rozporządzenie** Ministra Środowiska z 24 marca 2003 r. w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących lokalizacji, budowy, eksploatacji i zamknięcia, jakim powinny odpowiadać poszczególne typy składowisk odpadów, wraz ze zmianą z 26 lutego 2009 r. Dziennik Ustaw z dnia 10 kwietnia 2003 r., nr 61, poz. 549 i z 13 marca 2009 r., nr 39, poz. 320.

- Rozporządzenie** Ministra Środowiska z dnia 20 sierpnia 2008 r. w sprawie sposobu klasyfikacji stanu jednolitych części wód powierzchniowych. Dziennik Ustaw z dnia 9 września 2008 r., nr 162, poz. 1008.
- Rozporządzenie** Ministra Zdrowia z dnia 29 marca 2007 r. w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi, wraz ze zmianą z 20 kwietnia 2010 r. Dziennik Ustaw z dnia 6 kwietnia 2007 r., nr 61, poz. 417 i z 29 kwietnia 2010 r., nr 72, poz. 466.
- SIERAT M., 1999 – Dokumentacja geologiczna w kat. C₁ (w formie uproszczonej) złoża surowców ceramiki budowlanej dla cegielni „Stryjów”. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- SIERAT M., 2008 – Dodatek nr 1 do dokumentacji geologicznej w kat. C₁ złoża lessów dla cegielni „Stryjów” zawierający rozliczenie zasobów w związku z wygaśnięciem koncesji. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- SIEROŃ G., PTAK E., GÓRA S., SIEROŃ W., 2004 – Dodatek nr 1 do dokumentacji geologicznej złoża lessów „Izbica” stanowi on jednocześnie dokumentację złoża lessów „Izbica-Osada”. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- SILIWOŃCZUK Z., 1985a – Karta rejestracyjna złoża opok marglistych i margli kredowych „Izbica”. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- SILIWOŃCZUK Z., 1985b – Karta rejestracyjna złoża kruszywa naturalnego – piasków „Izbica”. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- SJÖBLOM A, HÅKANSSON K., ALLARD B., 2004 – River water metal speciation in a mining region – the influence of wetlands, limning, tributaries, and groundwater. *Water, Air, and Soil Pollution* 152: 173–194.
- SMUSZKIEWICZ A., 2000 – Dokumentacja geologiczna w kat. C₁ złoża piasków „Wał”. Starostwo Powiatowe w Krasnymstawie.
- STEC J., 2009 – Dokumentacja geologiczna złoża kruszywa naturalnego „Tarnogóra” w kat. C₁. Centr. 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. Wyd. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
- STRZELECKI R., WOŁKOWICZ S., SZEWCZYK J., LEWANDOWSKI P., 1994 – Mapy radioekologiczne Polski. Część II: Mapa koncentracji uranu, toru i potasu w Polsce; Skala 1:750 000. Wyd. Państw. Inst. Geol. Warszawa.

- SZYMAŃSKI J., 2009 – Dokumentacja geologiczna złoża kruszywa naturalnego (piasku) „Tarczyniechy” w kat. C₁. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- ŠMEJKALOVÁ, M., O. MIKANOVA AND L. BORUVKA., 2003 – Effect of heavy metal concentration on biological activity of soil microorganisms. *Plant Soil Environment*, 49(7): 321–326.
- Ustawa** z 27.04.2001 r. o odpadach (tekst jednolity z 2010 r.). Dz U nr 185, poz. 1243.
- WOŁKOWICZ S., MALON A., TYMIŃSKI M. (red.), 2010 – Bilans zasobów kopalin i wód podziemnych w Polsce wg stanu na 31.12.2009. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- WÓJCIK L., GAŁUS S., 2003 – Dokumentacja geologiczna złoża surowców ilastych (lessów) „Izbica I” w kat. C₁. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- WÓJCIK L., KELMAN Cz., 2003 – Dodatek nr 1 do dokumentacji geologicznej złoża piasku „Izbica I”. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- ZDANOWSKI A. 2010a (w druku) – W: 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.
- ZEZULA H., PIETRUSZKA W., KOPACZ M., 1996 – Dokumentacja określająca warunki hydrogeologiczne dla ustanowienia stref ochronnych GZWP nr 407 (Chełm – Zamść). Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- ŻURAK J., SOŁTYSIK J., 1972 – Dokumentacja geologiczna w kat. C₂ złoża lessów do produkcji kruszyw lekkich – glinoporytów „Izbica”. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.