

**PAŃSTWOWY INSTYTUT GEOLOGICZNY  
PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY**

---

OPRACOWANIE ZAMÓWIONE PRZEZ MINISTRA ŚRODOWISKA

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

**Arkusz STACJA AUGUSTÓW (148)**



MINISTERSTWO  
ŚRODOWISKA

Warszawa 2012

Autorzy: Władysław Ślusarek \*  
Paweł Kwecko, Izabela Bojakowska, Hanna Tomassi-Morawiec \*  
Jerzy Król \*\*

Główny koordynator MGŚP: Małgorzata Sikorska-Maykowska \*

Redaktor regionalny planszy A: Bogusław Bąk \*

Redaktor regionalny planszy B: Olimpia Kozłowska \*

Redaktor tekstu: Sylwia Tarwid-Maciejowska \*

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

\*\* – Przedsiębiorstwo Geologiczne we Wrocławiu Proxima SA ul. Kwidzyńska 71, 51-415 Wrocław

ISBN.....

## Spis treści

I.	Wstęp – (W. Ślusarek).....	3
II.	Charakterystyka geograficzna i gospodarcza – (W. Ślusarek).....	4
III.	Budowa geologiczna – (W. Ślusarek).....	6
IV.	Złoża kopalin – (W. Ślusarek).....	9
V.	Górnictwo i przetwórstwo kopalin – (W. Ślusarek).....	12
VI.	Perspektywy i prognozy występowania kopalin – (W. Ślusarek).....	12
VII.	Warunki wodne – (W. Ślusarek).....	13
	1. Wody powierzchniowe.....	13
	2. Wody podziemne.....	14
VIII.	Geochemia środowiska.....	17
	1. Gleby – (P. Kwecko).....	17
	2. Osady – (J. Bojakowska).....	19
	3. Pierwiastki promieniotwórcze – (H. Tomassi-Morawiec).....	23
IX.	Składowanie odpadów – (J. Król).....	25
X.	Warunki podłoża budowlanego – (W. Ślusarek).....	27
XI.	Ochrona przyrody i krajobrazu – (W. Ślusarek).....	28
XII.	Zabytki kultury – (W. Ślusarek).....	34
XIII.	Podsumowanie – (W. Ślusarek, J. Król).....	35
XIV.	Literatura.....	36

## I. Wstęp

Arkusz Stacja Augustów Mapy geóśrodowiskowej Polski (MGŚP) w skali 1:50 000 opracowany został w Oddziale Świętokrzyskim Państwowego Instytutu Geologicznego w Kielcach (plansza A), w zakresie geochemii środowiska w Państwowym Instytucie Geologicznym w Warszawie, natomiast problematykę składowania odpadów opracowano w Przedsiębiorstwie Geologicznym PROXIMA Wrocław (plansza B). Mapę wraz z objaśnieniami wykonano zgodnie z Instrukcją opracowania MGŚP (Instrukcja ..., 2005) na podkładzie topograficznym w układzie współrzędnych 1942. Przy opracowaniu arkusza wykorzystano materiały archiwalne arkusza Mapy geologiczno-gospodarczej Polski w skali 1:50 000 (Breitmeier, 2006).

Mapa geóśrodowiskowa składa się z dwóch Plansz: plansza A zawiera zaktualizowaną treść mapy geologiczno-gospodarczej Polski, a dane zgrupowane są w następujących warstwach informacyjnych: kopaliny, górnictwo i przetwórstwo kopalin, wody powierzchniowe i podziemne, warunki podłoża budowlanego oraz ochrona przyrody i zabytków kultury. Plansza B zawiera warstwę informacyjną „Zagrożenia powierzchni ziemi”, opisującą tematykę geochemii środowiska i warunki do składowania odpadów.

Poszczególne elementy mapy opracowano na podstawie analiz materiałów archiwalnych pochodzących z: Centralnego Archiwum Geologicznego PIG-PIB w Warszawie, Urzędu Marszałkowskiego Województwa Podlaskiego w Białymstoku, Starostwach Powiatowych w Augustowie i Sejnach oraz urzędów gminnych. Zebrane informacje uzupełnione zostały i zweryfikowane w czasie prac terenowych.

Celem mapy jest, między innymi, przedstawienie: stanu rozpoznania i zagospodarowania złóż kopalin wraz z perspektywami i prognozami ich występowania oraz rzeczywistych i potencjalnych zagrożeń środowiska przyrodniczego związanych z występowaniem złóż oraz eksploatacją i przeróbką kopalin na tle wybranych elementów hydrogeologicznych, obiektów i obszarów chronionych oraz warunków podłoża budowlanego dla tworzenia optymalnych koncepcji urbanistycznych.

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

dów dennych wód powierzchniowych są użyteczne do wskazywania optymalnych kierunków zagospodarowania terenów zdegradowanych.

Mapa geośrodowiskowa adresowana jest przede wszystkim do instytucji, samorządów terytorialnych i administracji państwowej, zajmującej się racjonalnym zarządzaniem zasobami środowiska przyrodniczego. Analiza jej treści stanowi pomoc w realizacji postanowień ustaw o zagospodarowaniu przestrzennym i prawa ochrony środowiska. Informacje zawarte na mapie mogą być 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 mogą być pomocne przy wykonywaniu wojewódzkich, powiatowych i gminnych programów ochrony środowiska oraz planów gospodarki odpadami.

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

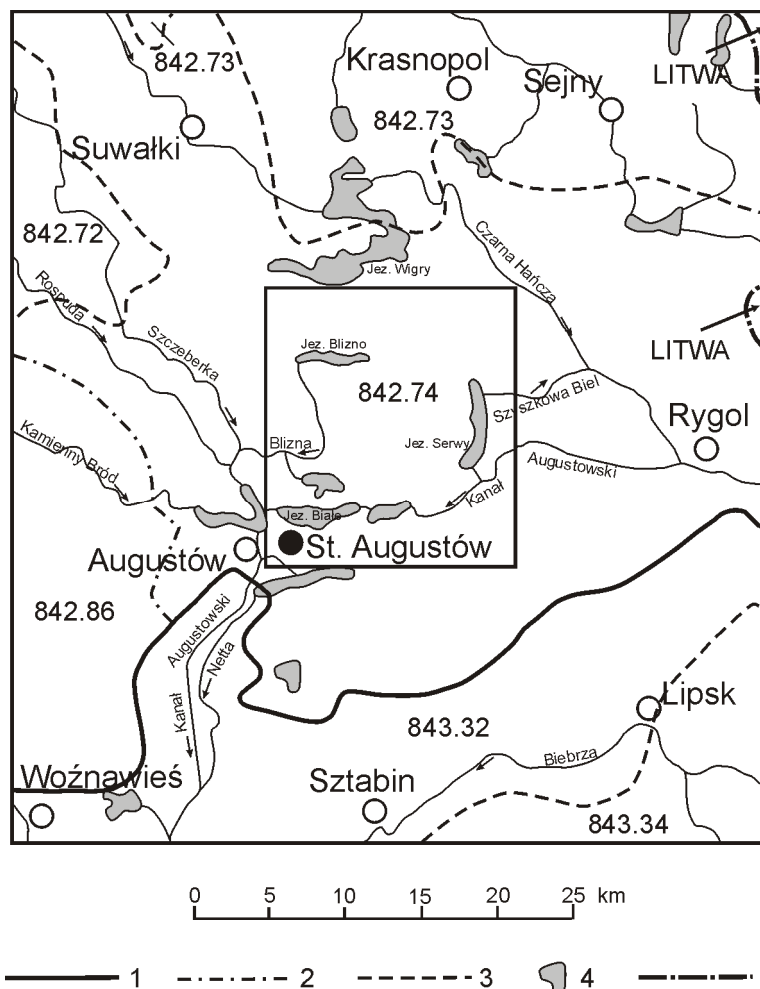
## **II. Charakterystyka geograficzna i gospodarcza**

Obszar arkusza Stacja Augustów jest położony między 53°50' a 54°00' szerokości geograficznej północnej i między 23°00' a 23°15' długości geograficznej wschodniej.

Administracyjnie obszar ten należy do województwa podlaskiego i obejmuje część powiatu Sejny (gmina Giby) i Augustów (miasto i gmina Augustów, gminy: Nowinka, Płaska i Sztabin).

Omawiany obszar zgodnie z podziałem fizyczno-geograficznym J. Kondrackiego (2001) należy do prowincji Nizu Wschodniobałtycko-Białoruskiego i podprowincji Pojezierza Wschodniobałtyckie, w całości w obrębie mezoregionu Równina Augustowska, stanowiącej południową część makroregionu Pojezierze Litewskie (figura 1).

Równina Augustowska jest sandrem graniczącym od północy z morenami Pojezierza Wschodniosuwalskiego, od zachodu z Pojezierzem Zachodniosuwalskim, od południa zaś z Kotliną Biebrzańską. Powierzchnię równiny urozmaicają liczne jeziora. Przeważającą część równiny zajmuje Puszcza Augustowska. Rzeźba obszaru objętego arkuszem nie jest urozmaicona, tylko w północno-zachodniej części, w rejonie wzgórz morenowych oraz przy brzegach jezior (m. in. Białego, Studzienicznego) deniwelacje dochodzą do kilkunastu metrów. Najwyższym, hipsometrycznie, jest rejon wymienionych powyżej wzgórz morenowych wznoszących się do około 153 m n.p.m., najniższe położone jest lustro wody w jeziorze Sajno 119,0 m n.p.m.. W morfologii dominującej tu równiny sandrowej, wyróżnia się dwa poziomy.



**Fig. 1. Położenie arkusza Stacja Augustów na tle jednostek fizycznogeograficznych wg J. Kondrackiego (2001)**

1 – granica podprovincji, 2 – granica makroregionu, 3 – granica mezoregionu, 4 – jeziora; 5 – granica państwa

**Prowincja** Niż Wschodniobałtycko-Białoruski (84), **podprovincja** Pojezierza Wschodniobałtyckie (842), **makroregion** Pojezierze Litewskie (842.7): **mezoregiony**; Pojezierze Zachodniosuwalskie – **842.72**, Pojezierze Wschodniosuwalskie – **842.73**, Równina Augustowska – **842.74**; **makroregion** Pojezierze Mazurskie (842.8), **mezoregion**; Pojezierze Elckie – **842.86**

**Podprovincja** Wysoczyzny Podlasko-Białoruskie (843), **makroregion** Nizina Północnopodlaska (843.3), **mezoregion**; Kotlina Biebrzańska – **843.32**, Wzgórza Sokólskie – **843.34**

Wyższy występuje w całej wschodniej i centralnej części obszaru arkusza. Niższy ciągnie się wzdłuż zachodniej granicy obszaru. Brak jest wyraźnie zarysowanych krawędzi między poziomami, a różnica wysokości między nimi wynosi 2–4 m. Na powierzchni równiny sandrowej istnieje szereg niecek wytopiskowych różnej wielkości (do 2 km długości).

Obszar arkusza położony jest w obrębie mazursko-podlaskiego regionu klimatycznego i należy do jednej z najzimniejszych dzielnic Polski, w której zaznacza się przewaga wpływów kontynentalnych. Średnia roczna temperatura powietrza wynosi około 7°C. Roczna suma opadów atmosferycznych wynosi 580 mm. Znaczna część opadów atmosferycznych spada w postaci śniegu. Pokrywa śnieżna pojawia się zazwyczaj już w listopadzie i znika w marcu. Okres wegetacyjny trwa około 190 dni w roku (Raport..., 2011).

Na omawianym obszarze brak większych aglomeracji. Teren jest słabo zurbanizowany i zaludniony. Jedynym miastem jest Augustów (około 30 tys. mieszkańców). W obszarze arkusza znajduje się wschodnia część miasta – dzielnice Zarzecze i Lipowiec. Do infrastruktury przemysłowej na omawianym terenie należą zakłady przemysłu tytoniowego oraz rolno-spożywczego w Augustowie. Miejscowości Klonownica i Studzieniczna posiadają status miejscowości lotniskowych.

Lasy Puszczy Augustowskiej zajmują około 87% powierzchni arkusza i są jednym z największych kompleksów leśnych Polski, przeważają tu lasy iglaste sosnowo-świerkowe. Grunty użytkowane rolniczo stanowią około 5% powierzchni terenu. Charakteryzują się one glebami piaszczystymi, niskich klas bonitacyjnych. Użytki zielone przeważają nad gruntami ornymi.

Obszar arkusza położony jest w zasadzie poza ważnymi szlakami komunikacyjnymi. Przez Augustów przebiega droga krajowa nr 8 Białystok-Suwałki oraz szlak kolejowy Białystok-Suwałki, których trasy przebiegają w południowo-zachodniej części arkusza.

### **III. Budowa geologiczna**

Budowę geologiczną obszaru arkusza opracowano na podstawie materiałów archiwalnych Szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1:50 000, arkusz Stacja Augustów (Krzywicki, 1995, 2002).

Fundament geologiczny omawianego obszaru tworzy wyniesienie mazursko-suwalskie platformy wschodnioeuropejskiej. Rozpoznanie wiertnicze podłoża podczwartorzędowego jest znikome (najgłębsze wiercenie w rejonie Augustowa ma 705,5 m). Prekambryjskie podłoże krystaliczne występuje tu na głębokości około 595 m i zbudowane jest z: gnejsów, migmatytów i amfibolitów. Powyżej leżą utwory jury środkowej: mułowce, piaski, piaskowce, iłowce i margle o łącznej miąższości 122,6 m., oraz jury górnej: piaski, piaskowce, wapienie margliste i margle o miąższości 68,0 m. Ponad nimi leżą osady kredy dolnej: piaski, mułowce i piaski glaukonitowe o miąższości 80,0 m, a nad nimi białe margle i kreda pisząca kredy górnej (65,0 m miąższości).

Osady paleogenu w obrębie omawianego arkusza rozpoznane zostały kilkoma otworami badawczymi i udokumentowane badaniami litostratygraficznymi. Strop tych utworów stwierdzono na głębokości od 125,9 do 164,0 m. Są to osady morskie: nerytyczne – margle mułowcowe i piaszczyste, przynależne do paleocenu dolnego oraz abyssalne – mułki i ropy, eocenu górnego. W rejonie jeziora Serwy, we wschodniej części arkusza występuje wyraźne wyniesienie stropu utworów paleogeńskich (eocen), ich strop leży tu na głębokości od 124 do 132 m. Od obszaru wyniesienia powierzchnia podczwartorzędowa obniża się we wszystkich

kierunkach. Na opisywanym obszarze nie występują osady: oligocenu, miocenu i pliocenu. Jest to prawdopodobnie wynik wynurzenia obszaru Suwalszczyzny w tych okresach i braku pokrycia osadami morskimi lub skutkiem procesów denudacji zachodzących w tym czasie.

Osady czwartorzędowe tworzą na całym obszarze ciągłą pokrywę przykrywającą starsze podłoże. Stopień rozpoznania budowy geologicznej czwartorzędu jest nierównomierny, najwięcej otworów zlokalizowanych jest w części południowo-zachodniej w rejonie Augustowa. Utwory czwartorzędowe reprezentowane są przez osady glacialne i wodnolodowcowe zlodowaceń Narwi, południowopolskich, środkowopolskich i północnopolskich rozdzielonych interglacjami augustowskim (podlaskim) i wielkim (mazowieckim) oraz przez osady rzeczne i jeziorne holocenu. Łączna miąższość utworów czwartorzędowych waha się od 125,9 do 164,0 m.

Zlodowacenie Narwi reprezentowane jest przez dwa poziomy glin zwałowych oraz utwory wodnolodowcowe i zastoiskowe. Utwory glacialne, bardzo piaszczyste gliny zwałowe, leżą bezpośrednio na utworach paleogenu. Poziom glin stadiału dolnego jest nieciągły. Piaski wodnolodowcowe to piaski drobno- i średnioziarniste z domieszką żwirów w stropie, nad nimi leżą bezpośrednio mułki i ły zastoiskowe. Osady interglacjalne augustowskiego – utwory jeziorne – ły, mułki i piaski pylaste, mułki warwowe oraz wodnolodowcowe i zastoiskowe, stwierdzono w zachodniej części obszaru arkusza na głębokości od 111 do 114 m.

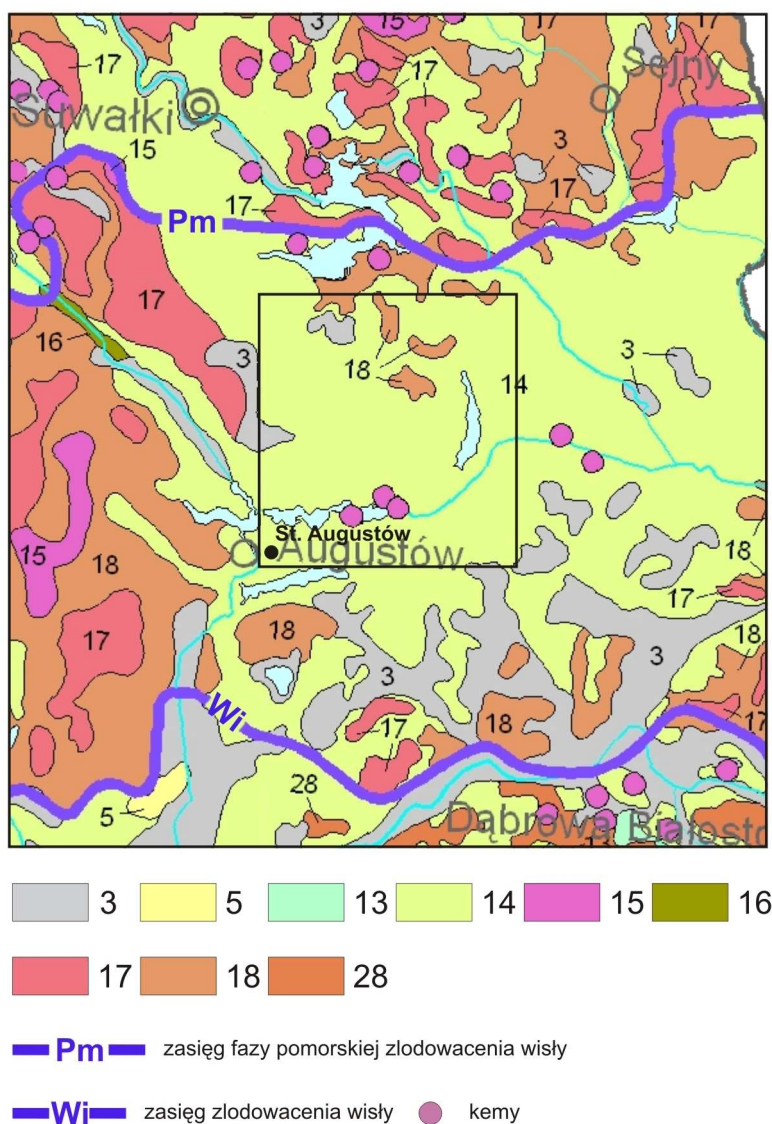
Zlodowacenia południowopolskie (Nidy, Sanu i Wilgi) – reprezentowane przez utwory zastoiskowe i gliny zwałowe (cztery poziomy) oraz utwory wodnolodowcowe, osiągają miąższość 40 m. Gliny zwałowe poszczególnych stadiałów zlodowaceń są piaszczyste, o zmiennej miąższości. Gliny te tworzą ciągłe pokrywy na obszarze całego arkusza. Utwory zastoiskowe mają niewielkie rozprzestrzenienie i występują lokalnie (otw. Ateny, Kalejty). Utwory wodnolodowcowe, wykształcone w postaci piasków drobno-, średnio- oraz różnoziarnistych i żwirów, występują lokalnie, tylko w części północnej i wschodniej ich rozprzestrzenienie jest większe.

Interglacjal mazowiecki reprezentowany jest przez: piaski, mułki jeziorne i torfy.

Osady związane ze zlodowaczeniami środkowopolskimi (Odry i Warty) osiągają miąższość 90 m. Na obszarze arkusza rozpoznano trzy poziomy glin zwałowych. Gliny te tworzą ciągłą pokrywę na obszarze całego arkusza. Kompleks glin podścielony jest w części południowej oraz przykryty na całym omawianym obszarze piaskami i żwirami wodnolodowcowymi. Osady piaszczysto-żwirowe wypełniają, utworzone w stropie glin zwałowych, obniżenia dolinne i stanowią spągową część sandru augustowskiego.

Osady zlodowaceń północnopolskich (Wisły) występują powszechnie na powierzchni terenu. Są to gliny zwałowe ilaste, ilasto – piaszczyste lub piaszczyste stadiału środkowego oraz

dwa poziomy utworów piaszczysto-żwirowych związanych ze stadiąm środkowym i górnym. Gliny zwałowe występują głównie w południowej części arkusza, sporadycznie w części północnej i wschodniej. Ich miąższość waha się od 0,5 m (nad jeziorem Serwy) do 13 m na południowym brzegu jeziora Białego. Piaski wodnolodowcowe leżące powyżej glin stadiału środkowego są różnoziarniste, przeważnie gruboziarniste. Ich miąższość wynosi od kilku do około 20 m. Osady okruchowe stadiału górnego tworzą na powierzchni terenu warstwę o grubości od kilku do dwudziestu kilku metrów. Największe miąższości występują w części środkowej sandru augustowskiego. Występują również osady moren czołowych, piaski i żwiry związane z akumulacją wodnomorenową, osady form szczylinowych i kemów (figura 2).



**Fig. 2. Położenie arkusza Stacja Augustów 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 nierozdzielny: 5 – piaski eoliczne, lokalnie w wydmach. Czwartorzęd: plejstocen, zlodowacenia północnopolskie: 13 – ły, mułki i piaski zastoiskowe, 14 – piaski i żwiry sandrowe, 15 – piaski i mułki kemów, 16 – piaski, mułki i żwiry ozów, 17 – żwiry, piaski, głązy i gliny moren czołowych, 18 – gliny zwałowe, ich zwietrzliny oraz piaski i żwiry lodowcowe; zlodowacenia środkowopolskie: 28 – gliny zwałowe, ich zwietrzliny oraz piaski i żwiry lodowcowe. Ciąg drobnych form rzeźby: kemy

*Zachowano oryginalną numerację wydziałów wg Mapy geologicznej Polski w skali 1:500 000.*

Piaski ze żwirami i piaski moreny czołowej występują na południe od wsi Bryzgiel. Są to w większości piaski różno – i średnioziarniste, czasem drobnoziarniste lub różnoziarniste ze żwirem, miejscami żwir. Duża zmienność litologiczna tych osadów jest skutkiem zmiennych warunków sedimentacji.

W północnej części arkusza występują osady żwirowo – piaszczyste (żwiry i głazy o średnicy od 0,5 do kilkunastu cm z domieszką piasków różnoziarnistych) wodnolodowcowe, miejscami wodnomorenowe. Tworzą one najbliższą morenie bryzgielskiej część wyższego poziomu sandrowego. Na powierzchni, najdalej na południe osady te występują w okolicach wsi Serwy. W północno-wschodniej i północno-zachodniej części arkusza przykryte są młodszymi piaskami. Ich miąższość wynosi od 1,7 do 18 m. Piaski różnoziarniste ze żwirem, występują na zachód i wschód od jeziora Serwy. Miąższość tych piasków wynosi od kilku do około 20 m. Z nich zbudowane są skarpy jezior Białego i Studzienicznego o wysokości do 14 m.

Piaski i piaski ze żwirem akumulacji szczelinowej występują wzdłuż jezior: Białego, Studzienicznego, Sajenka, Serw, Blizno, a także wzdłuż doliny rzeki Blizna. Są to formy wydłużone (do 1300 m), przeważnie wąskie (kilkadziesiąt metrów) o miąższości kilku – kilkunastu metrów, zbudowane przeważnie z piasków drobno – lub średnioziarnistych, rzadko z domieszką żwirów.

Piaski i piaski ze żwirem kemów występują w obrębie sandru bądź w nieckach wytopi-skowych. Na południu są to piaski drobno – lub średnioziarniste, na północy piaski różno-ziarniste. Ich miąższość przekracza 20 m. Największą formą kemową jest półwysep rozdzielający jeziora Białe i Studzieniczne.

Piaski eoliczne powstawały na przełomie plejstocenu i holocenu. Holocen jest reprezentowany przez piaski eoliczne, osady jeziorne (mułki i kreda jeziorna) oraz osady rzeczne (piaski i namuły piaszczyste), występujące w dolinie rzeki Blizny i strumienia Kalny. W licznych zagłębieniach i obniżeniach bezodpływowych na powierzchni sandru występują torfy, namuły torfiaste i gytie. W większości są to torfowiska niskie, rzadziej wysokie i przejściowe, o bardzo zmiennej miąższości utworów, dochodzącej lokalnie do kilku metrów.

#### **IV. Złóża kopalin**

Na obszarze arkusza Stacja Augustów znajdują się trzy udokumentowane złoża piasków i żwirów (Szuflicki i in., 2011). Charakterystykę gospodarczą złóż oraz ich klasyfikację przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1

**Złoże kopalni i ich charakterystyka gospodarcza oraz klasyfikacja**

Numer złoże na mapie	Nazwa złoże	Rodzaj kopaliny	Wiek kompleksu litologiczno-suwrowcowego	Zasoby geologiczne bilansowe (tys. t)	Kategoria rozpoznania	Stan zagospodarowania złoże	Wydobycie (tys. t)	Zastosowanie kopaliny	Klasyfikacja złoże		Przyczyny konfliktowości złoże	
									Klasy 1-4	Klasy A-C		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
				wg stanu na 31.12.2010 r. (Szuflicki i in., 2011)								
1	Bryzgiel	pż	Q	764, 41	C <sub>1</sub> *	N	-	Sb, Sd	4	B	Natura 2000	
2	Bryzgiel – 1	pż	Q	79,28	C <sub>1</sub>	G*	-	Sb, Sd	4	B	Natura 2000	
3	Macharce	pż,p	Q	426	C <sub>1</sub> *	Z	-	Sb	4	B	Natura 2000	
	Macharce I	p	Q		C <sub>1</sub>	ZWB						
	Augustów – Zartartacze	pki	Q		C <sub>1</sub>	ZWB						

Rubryka 3 – pż – piasek ze żwirzem, p – piaski, pki – piaski kwarcowe o innych zastosowaniach (do produkcji cegły wapienno-piaskowej)

Rubryka 4 – Q – czwartorzęd

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

Rubryka 9 – Sb – budowlane, Sd – drogowe

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

Rubryka 11 – złoże: B – konfliktowe

Złoże piasków kwarcowych „Augustów – Zatartacze” zostało wykreślone z Bilansu zasobów w roku 1994 z powodu wyczerpania zasobów przemysłowych. Natomiast złoże piasków „Macharce I” wykreślono w roku 2007 w związku ze zrzeczeniem się przez użytkownika (Nadleśnictwo Płaska w Żylinach) prawa do koncesji na wydobycie kopaliny, niewyekspluatowane zasoby zaliczono do strat w złożu (Kuczyński, 2007).

Występowanie osadów piaszczysto-żwirowych na omawianym terenie związane jest głównie z akumulacją wodnolodowcową zlodowaceń północnopolskich (sandr augustowski). Są to przeważnie piaski grubo- i średnioziarniste oraz piaski ze żwirem.

Złoże „Bryzgiel” zostało udokumentowane w 1983 roku dla potrzeb Urzędu Gminy w Nowince (Palczuk, 1983; Kuczyński, 1999) i zajmuje powierzchnię 15,2 ha. Kopalinę stanowi piasek ze żwirem, często z domieszką otoczków oraz piasek średnio- i gruboziarnisty z przewarstwieniami żwiru. Miąższość złoża zmienia się od 1,7 do 4,5 m i średnio wynosi 2,9 m. Nadkład złoża jest niewielki i stanowi go gleba i piasek lekko zagliniony ze żwirem o średniej grubości 0,7 m. Złoże jest suche, udokumentowano je do głębokości 1m powyżej zwierciadła wód gruntowych. Parametry jakościowe są następujące: punkt piaskowy (zawartość frakcji poniżej 2 mm) wynosi od 50,0 do 82,8% i średnio wynosi 61,1%, zawartość pyłów mineralnych od 1,1 do 4,8% średnio 3,0% oraz gęstość pozorna wynosi 1,71–2,17, średnio 2,0 T/m<sup>3</sup>. Udokumentowane kruszywo nadaje się dla potrzeb drogownictwa oraz produkcji betonu i zapraw budowlanych.

W 1999 roku w obrębie złoża „Bryzgiel” zostało udokumentowane złoże kruszywa „Bryzgiel -1” (Kuczyński, 1999). W związku z tym zostały rozliczone zasoby oraz skorygowano powierzchnię złoża „Bryzgiel”. Udokumentowanie nowego złoża miało na celu wyodrębnienie zasobów złoża do eksploatacji tylko na działkach stanowiących własność Urzędu Gminy w Nowince. Złoże „Bryzgiel -1” zajmuje powierzchnię 1,97 ha. Serię złożową budują utwory piaszczysto – żwirowe. Są to przeważnie piaski różnoziarniste, piaski ze żwirem i żwiry o miąższości od 2,0 do 4,5 m, średnio 3,0 m. Nadkład złoża stanowią gleby piaszczyste i pylaste oraz piaski zaglinione o średniej grubości 0,2 m. Parametry jakościowe są następujące: punkt piaskowy od 50,0 do 79,8% i średnio wynosi 64,0%, zawartość pyłów mineralnych od 1,5 do 4,8% średnio 2,9%. Kruszywo nadaje się dla potrzeb budownictwa i drogownictwa. Złoże jest suche.

Złoże „Macharce” udokumentowane kartą rejestracyjną dla potrzeb budownictwa zajmuje powierzchnię 3,31 ha, (Sadowski,1991). Serię złożową stanowią tu piaski ze żwirem, piaski grubo- i średnioziarniste. W nadkładzie złoża występuje gleba i zaglinione piaski o średniej grubości 0,6 m. Miąższość serii złożowej wynosi od 4,2 do 8,6 m, średnio 6,8 m. Kruszywo to jest dobrze przemyte i przesortowane o zawartości pyłów mineralnych od 1,3 do

4,1%, średnio 3,0%, punkt piaskowy (zawartość ziaren do 2 mm) dla piasków i żwirów wynosi od 56,0 do 75,0%, średnio 66,0% a dla piasków od 83,0 do 88,0%, średnio 86,5%. Złoże jest częściowo zawodnione.

Omawiane złoże poddano klasyfikacji sozologicznej ze względu na ich ochronę oraz ochronę środowiska. Zaklasyfikowano je do klasy 4 tj. złóż powszechnych, licznie występujących i łatwo dostępnych. Natomiast z punktu widzenia ochrony środowiska zaklasyfikowano je do klasy B czyli złóż konfliktowych ze względu na położenie w granicach obszarów chronionych NATURA 2000 (tabela 1).

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

Na obszarze arkusza Stacja Augustów aktualnie nie prowadzi się koncesjonowanej eksploatacji kopalin. W czasie wizji terenowej stwierdzono prowadzenie okresowej i na niewielką skalę niekoncesjonowanej eksploatacji piasków i żwirów na potrzeby lokalne w miejscowościach: Ateny, Kopanica, Tobołowo, Serski Las i Żydowskie-Płaska. W pozostałych punktach w miejscowościach Bryzgiem i Podserwy widoczne są ślady po dawnej eksploatacji.

Złoże „Zacharce” eksploatowane było w latach 1991–1994. Użytkownik złoże Urząd Gminy w Płasce prowadził wydobywanie dla potrzeb budownictwa gminnego. Po zaniechaniu eksploatacji nie dokonano rozliczenia zasobów. Wyrobisko zostało zrehabilitowane, skarpy zładzone porośnięte trawą i pojedynczymi drzewami i krzewami.

Eksploatacja piasku ze żwirem ze złoże „Bryzgiel 1” prowadzona była od 1999 roku. Po wygaśnięciu koncesji w 2009 roku eksploatację zaniechano. Użytkownikiem złoże był Urząd Gminy w Nowince. Kruszywo było wykorzystywane dla potrzeb budownictwa i drogownictwa gminnego. Zasoby złoże zostały rozliczone dodatkiem do dokumentacji (Kuczyński, 2010). W wyrobisku poeksploatacyjnym o wymiarach 200x70x1,5-4 m nie podjęto rekultywacji, starsza część wyrobiska zarasta trawą i krzewami.

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

Obszary perspektywiczne występowania kopalin zlokalizowane na arkuszu Stacja Augustów wyznaczono na podstawie Szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1:50 000, arkusz Stacja Augustów (Krzywicki, 1995, 2002) oraz wizji terenowej stwierdzającej punkty występowania kopaliny. Wyznaczono 2 obszary perspektywiczne dla kopalin okrucowych (żwirowo-piaszczystych). Z powodu braku dokładniejszych opracowań i badań na obszarze arkusza nie wyznaczono obszarów prognostycznych.

Perspektywy występowania żwirów i piasków wodnolodowcowych, miejscami wodnomorenowych (ze żwirami i głazami) wyznaczono w północnej części arkusza w pobliżu miejscowości Tobołowo i Kopanica. Utwory żwirowo – piaszczyste występują na powierzchni lub pod przykryciem piasków o grubości od 0,4 do 1,1 m. Ich miąższość wynosi średnio od 2,0 do 10,0 m. Utwory te zawierają domieszkę pyłów co świadczy, że materiał glacialny nie został tu przemyty i wysortowany.

W licznych zagłębieniach i obniżeniach bezodpływowych na powierzchni sandru występują: torfy, namuły torfiaste i gytie. W większości są to torfowiska niskie, rzadziej wysokie i przejściowe, o bardzo zmiennej miąższości utworów, dochodzącej lokalnie do kilku metrów. Najwięcej torfowisk wysokich występuje w południowo-wschodniej części obszaru na wschód od Sajenka i na południe od Czarnego Brodu, a także między jeziorem Kalejty a linią kolejową. Położone są one w granicach obszaru chronionego krajobrazu, a także w obrębie rezerwatu przyrody. Z powodu konfliktowości ze środowiskiem przyrodniczym, nie zostały one włączone do potencjalnej bazy surowcowej torfów (Ostrzyżek, Dembek, 1996).

## **VII. Warunki wodne**

### **1. Wody powierzchniowe**

Pod względem hydrograficznym obszar arkusza Stacja Augustów znajduje się w części wododziałowej pomiędzy zlewnią Wisły (Biebrza i jej dopływy) oraz Niemna (Czarna Hańcza), oddzielonych wododziałem 1-go rzędu (Czarnecka, 1980).

Głównym naturalnym ciekim powierzchniowym jest rzeka Blizna wypływająca z jeziora Blizno, a uchodząca do Szczeberki – dopływu Netty.

Kanał Augustowski jest budowlą hydroinżynierską łączącą dorzecze Wisły i Niemna poprzez jeziora: Necko, Białe, Studzieniczne i Mikaszewo. Długość kanału pozostającego w granicach Polski wynosi 82 km, wzdłuż którego wybudowanych zostało kilkanaście śluz, z czego w granicach arkusza zlokalizowane są śluzy: Przewież, Swoboda i Gorczyca.

W centralnej części arkusza w części wododziałowej w okolicach jeziora Serwy wyróżnia się bifurkującą zlewnię tego jeziora. Wody ze zlewni jeziora Serwy zasilają szczytowy odcinek Kanału Augustowskiego, ograniczony śluzami Swoboda w dorzeczu Netty i Gorczyca w dorzeczu Czarnej Hańczy. Przy pomocy tych śluz wody jeziora Serwy mogą być kierowane do dorzecza Wisły lub Niemna.

Na dziale wodnym z bifurkującą zlewnią jeziora Serwy występuje wyraźne obniżenie o kierunku południkowym, w najniższej części zabagnione. Jest to obszar bezodpływowy zajmujący powierzchnię około 7,2 km<sup>2</sup>. Istnienie obszarów bezodpływowych świadczy o młodoglacialnym charakterze istniejącej sieci hydrograficznej.

W obrębie arkusza prowadzone są obserwacje poziomu wód w punktach wodowskazowych: Augustów – zlokalizowanym na Kanale Bystrym, Przewież – zlokalizowanym przy śluźce między jeziorami Studzieniczne i Białe, Sucha Rzeczka – zlokalizowanym na jeziorze Serwy przy jazie na wypływie do Kanału Augustowskiego.

Na omawianym obszarze występują licznie jeziora pochodzenia glacialnego. Są to jeziora rynnowe, rynnowo-wytopiskowe i wytopiskowe, zarówno bezodpływowe jak i odpływowe. Większość dużych jezior to jeziora rynnowe, o wydłużonym kształcie (Blizno, Serwy, Tobołowo, Kalejty) oraz wypełniające rynny przeobrażone w niecki wytopiskowe (Białe, Studzieniczne) (Krzywicki, 1995, 2002). Do największych należą jeziora: Serwy, Białe, Studzieniczne, Blizno. Łącznie jeziora zajmują 6% powierzchni arkusza. Najgłębszym jest jezioro Busznica (46,0 m) (Choiński, 1991).

W 2009 roku w ramach monitoringu operacyjnego i diagnostycznego, przeprowadzono badania wód jeziora Białe Augustowskie. Klasyfikacja stanu ekologicznego jeziora na podstawie elementów biologicznych i fizykochemicznych wskazywała na I klasę jakości wód i stan ekologiczny bardzo dobry. Badana jednolita część wód jeziora osiągała stan chemiczny dobry. Ogólny stan jednolitej części wód jeziora Białe Augustowskie określono jako dobry (Raport..., 2011). Natomiast w latach 2005-2006 badaniami monitoringu objęto Kanał Bystry łączący jeziora Necko i Sajno oraz jezioro Serwy. Wody na Kanale Bystrym badane w 2005 roku zostały zaklasyfikowane do III klasy wód o zadawalającej jakości ze względu na miano Coli typu kałowego. Wody jeziora Serwy badane w 2006 roku zaklasyfikowano do I klasy o bardzo dobrej jakości (Raport... 2007).

## 2. Wody podziemne

Warunki hydrogeologiczne obszaru arkusza przedstawiono na podstawie danych z Mapy hydrogeologicznej Polski w skali 1:50 000, arkusz Stacja Augustów (Krawczyk, 2004).

Zgodnie z regionalnym podziałem według jednostek jednolitych części wód podziemnych Polski obszar arkusza znajduje się w prowincji Wisły i należy do regionu Narwi, Pregoty i Niemna (Paczyński, Sadurski (red.), 2007). Natomiast zgodnie z regionalizacją hydrogeologiczną zwykłych wód podziemnych Polski omawiany obszar w całości należy do regionu mazursko-podlaskiego nr II (Paczyński (red.), 1995).

Teren arkusza w całości położony jest poza zasięgiem wyodrębnionych głównych zbiorników wód podziemnych (figura 3). Omawiany obszar nie został dotychczas objęty opracowaniem regionalnym określającym zasoby dyspozycyjne wód podziemnych.

Region ten cechuje słabe i nierównomierne rozpoznanie zasięgu i warunków hydrogeologicznych zwłaszcza niższych pięter wodonośnych, a także spągowych ogniów czwartorzędowego.

Na obszarze arkusza wykorzystywane są głównie wody podziemne czwartorzędowego piętra wodonośnego. Zróżnicowany układ warstw przepuszczalnych i słabo przepuszczalnych w utworach czwartorzędowych tworzy wielowarstwowy system wodonośny. W jego obrębie wyróżnione zostały dwa główne poziomy wodonośne.

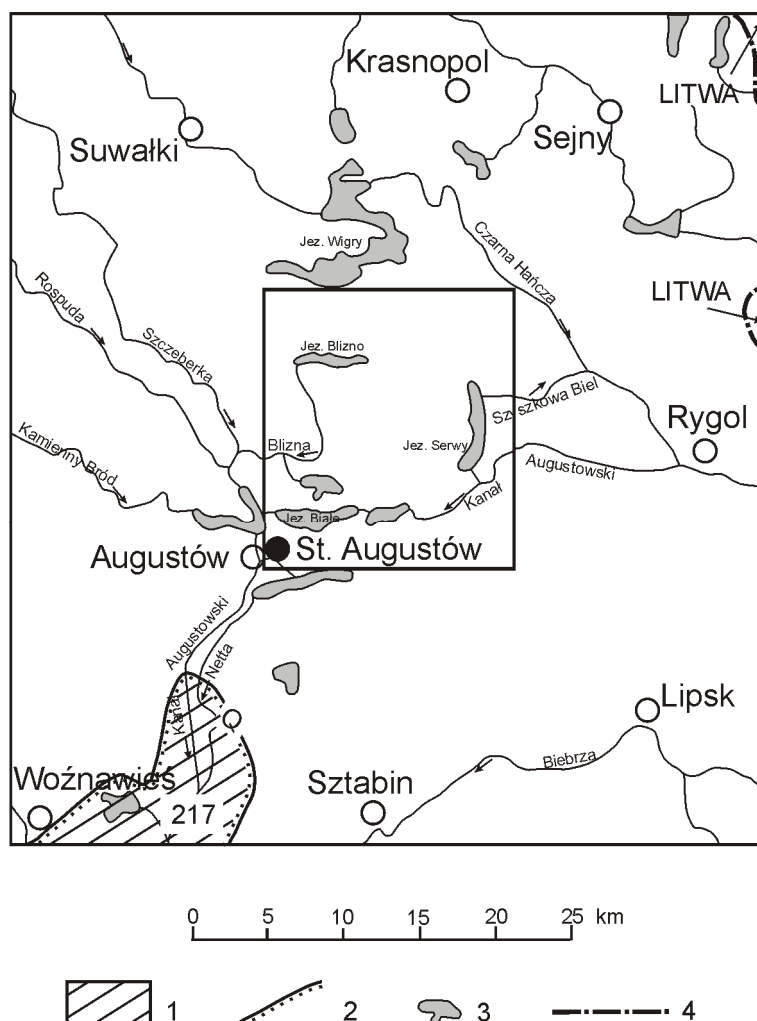


Fig. 3. Położenie arkusza Stacja Augustów na tle obszarów głównych zbiorników wód podziemnych (GZWP) w Polsce wymagających szczególnej ochrony, w skali 1: 500 000 wg A. S. Kleczkowskiego (1990)

1 – obszar wysokiej ochrony (OWO), 2 – granica GZWP w ośrodku porowym, 3 – jeziora; 4 – granica państwa  
 Numer i nazwa GZWP, wiek utworów wodonośnych: 217 – Pradolina rz. Biebrza, czwartorzęd (Q)

Pierwszy od powierzchni terenu poziom wodonośny występuje na całym obszarze arkusza i stanowi główny użytkowy poziom wodonośny. Wszystkie ujęcia wód podziemnych zlokalizowane na obszarze arkusza przewiercają go w części lub w całości. Poziom ten związany jest z piaskami sandrowymi i fluwioglacjalnymi zlodowaceń Warty i Wisły, jego spąg jest urozmaicony, występuje na wysokości od około 100 m n.p.m. w części południowej do około

80 m n.p.m. w części północnej. Charakteryzuje się brakiem izolacji od powierzchni terenu. Lokalnie na głębokości kilkunastu metrów występują wkładki glin i utworów pylastych lub ilastych, o miąższości do kilkunastu metrów. Zwierciadło ma charakter swobodny, lokalnie naporowo-swobodny. Użytkowy poziom wodonośny występuje na głębokości od kilku (1,9 m) do lokalnie kilkunastu metrów (18,0 m) pod powierzchnią terenu. Na przeważającej części obszaru, w centralnej części arkusza, występuje w przedziale głębokości od 5 do 15 m. Miąższość warstwy wodonośnej waha się od 10–20 m w części południowo-wschodniej obszaru arkusza do powyżej 40 m w części północnej. Zasilanie poziomu wodonośnego odbywa się przez bezpośrednią infiltrację wód opadowych.

Drugi poziom wodonośny występuje w części zachodniej i wschodniej omawianego terenu. Związany jest on z występowaniem piasków wodnolodowcowych zlodowaceń Odry oraz Nidy. Spąg tego poziomu wodonośnego występuje na wysokości około 30 m n.p.m. Jest dobrze izolowany od powierzchni terenu, występuje pod warstwą glin o miąższości do kilkadziesiąt metrów. Zwierciadło wód o charakterze naporowym występuje na głębokości powyżej 60 metrów p.p.t. Miąższość poziomu wynosi od 20 do 40 m. W rejonie Augustowa i Żylin jest poziomem użytkowym.

Lokalnie, tylko w północno- i południowo-zachodniej części arkusza rozpoznany został poziom wodonośny związany z piaskami wodnolodowcowymi zlodowacenia Narwi i potencjalnie może w tym rejonie stanowić podrzędny poziom wodonośny. Strop warstwy wodonośnej występuje na głębokości około 150 m, a miąższość dochodzi do 20 m. Parametry hydrogeologiczne i jakość wód podziemnych tego poziomu nie są rozpoznane.

Na mapie zaznaczono ujęcia wód podziemnych o zasobach eksploatacyjnych powyżej 25 m<sup>3</sup>/h. Największe czynne ujęcia wód podziemnych zlokalizowane są w obrębie Augustowa i w miejscowości Serski Las. Największą wydajność 195 m<sup>3</sup>/h przy depresji 8,6 m ma ujęcie komunalne w Augustowie. Ujęcie to jest eksploatowane przez Wodociągi i Kanalizacje Miejskie Sp. z o.o. w Augustowie.

W obrębie arkusza poziomy wodonośne związane z utworami podczwartorzędowymi są nierozpoznane. Jedynie w rejonie Augustowa stwierdzony został jurajski poziom wodonośny. Warstwę wodonośną stanowią wapienie płytowe i rafowe oraz margle. Zwierciadło wód podziemnych tego poziomu wodonośnego o charakterze naporowym, występuje na głębokości około 400 m. Na podstawie dotychczasowego rozpoznania hydrogeologicznego jurajski poziom wodonośny nie spełnia kryteriów poziomu użytkowego.

Po granicy administracyjnej miasta Augustów wyznaczona została granica strefy ochronnej „C” uzdrowiska, której powierzchnia wynosi 13 535 ha. Dla ujęć zlokalizowanych w obrębie arkusza, eksploatujących wody podziemne dla celów komunalnych – ujęcia w Au-

gustowie i Serskim Lesie oraz rozlewni wód „Augustowianka”, wyznaczone zostały strefy ochrony pośredniej (ograniczone izochroną 25 lat). Pozostałe występujące na obszarze arkusza ujęcia wód podziemnych nie posiadają ustanowionych, zgodnych z obowiązującymi przepisami, stref ochrony pośredniej.

## 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 (Rozporządzenie..., 2002). Dopuszczalne wartości pierwiastków dla poszczególnych grup użytkowania, ich zakresy oraz przeciętne zawartości w glebach z terenu arkusza 148 – Stacja Augustów, umieszczono w tabeli 2. W celu porównania tabelę uzupełniono danymi o przeciętnej zawartości (median) pierwiastków w glebach terenów niezabudowanych Polski (najmniej zanieczyszczonych w kraju).

#### Materiał i metody badań laboratoryjnych

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

Przedmiotem zainteresowania była grupa metali, której źródłem są zanieczyszczenia antropogeniczne, a więc pierwiastki słabo związane i łatwo 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).

Tabela 2

## 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 148 – Stacja Augustów	Wartość przeciętnych (median) w glebach na arkuszu 148 – Stacja Augustów	Wartość przeciętnych (median) w glebach obszarów niezabudowanych Polski <sup>4)</sup>		
	Grupa A <sup>1)</sup>	Grupa B <sup>2)</sup>	Grupa C <sup>3)</sup>	N=6	N=6	N=6522		
				Frakcja ziarnowa <1 mm Mineralizacja HCl (1:4)			Głębokość (m p.p.t.)	
Głębokość (m p.p.t.)			Głębokość (m p.p.t.)					
0–0,3			0–2,0			0–0,2		
As Arsen	20	20	60	<5	<5	<5		
Ba Bar	200	200	1000	9–27	19	27		
Cr Chrom	50	150	500	2–4	2	4		
Zn Cynk	100	300	1000	7–24	15	29		
Cd Kadm	1	4	15	<0,5	<0,5	<0,5		
Co Kobalt	20	20	200	<1–2	<1	2		
Cu Miedź	30	150	600	1–3	2	4		
Ni Nikiel	35	100	300	2–3	2	3		
Pb Ołów	50	100	600	3–11	6	12		
Hg Rtuć	0,5	2	30	<0,05 – 0,06	0,05	<0,05		
Ilość badanych próbek gleb z arkusza 148 – Stacja Augustów w poszczególnych grupach użytkowania				<sup>1)</sup> grupa A				
As Arsen	6			a) nieruchomości gruntowe wchodzące w skład obszaru poddanego ochronie na podstawie przepisów ustawy Prawo wodne,				
Ba Bar	6			b) obszary poddane ochronie na podstawie przepisów o ochronie przyrody; jeżeli utrzymanie aktualnego poziomu zanieczyszczenia gruntów nie stwarza zagrożenia dla zdrowia ludzi lub środowiska – dla obszarów tych stężenia zachowują standardy wynikające ze stanu faktycznego,				
Cr Chrom	6			<sup>2)</sup> grupa B – grunty zaliczone do użytków rolnych z wyłączeniem gruntów pod stawami i gruntów pod rowami, grunty leśne oraz zadrzewione i zakrzewione, nieużytki, a także grunty zabudowane i zurbanizowane z wyłączeniem terenów przemysłowych, użytków kopalnych oraz terenów komunikacyjnych,				
Zn Cynk	6			<sup>3)</sup> grupa C – tereny przemysłowe, użytki kopalne, tereny komunikacyjne,				
Cd Kadm	6			<sup>4)</sup> Lis, Pasieczna, 1995 – Atlas geochemiczny Polski 1:2 500 000				
Co Kobalt	6			N – ilość próbek				
Cu Miedź	6							
Ni Nikiel	6							
Pb Ołów	6							
Hg Rtuć	6							
Sumaryczna klasyfikacja badanych gleb z obszaru arkusza 148 – Stacja Augustów do poszczególnych grup użytkowania (ilość próbek)								
	6							

Prezentacja wyników

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

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

### Zanieczyszczenie gleb metalami

Wyniki badań geochemicznych gleb odniesiono zarówno do wartości stężeń dopuszczalnych metali określonych w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 9 września 2002 r., jak i do wartości przeciętnych określonych dla gleb obszarów niezabudowanych całego kraju (tabela 2).

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

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

W warunkach naturalnych osady gromadzące się na dnie rzek i jezior powstają w wyniku akumulacji materiału (m.in. ziaren kwarcu, skaleni, minerałów węglanowych, minerałów ilastych), pochodzącego z erozji i wietrzenia skał na obszarze zlewni oraz materiału powstałego w miejscu sedymentacji (szczątki obumarłych organizmów roślinnych i zwierzęcych oraz wytrącające się z wody substancje). Na terenach uprzemysłowionych, zurbanizowanych oraz rolniczych do osadów trafiają również substancje, takie jak metale ciężkie i trwałe zanieczyszczenia organiczne (TZO), zawarte w ściekach przemysłowych, komunalnych i z ferm hodowlanych odprowadzanych do wód powierzchniowych. Wzrost stężenia metali ciężkich i TZO we współcześnie powstających osadach jest również skutkiem ich depozycji z atmosfery oraz spływu deszczowego i roztopowego z terenów zurbanizowanych (metale ciężkie, WWA) i rolniczych (arsen, rtęć, pestycydy chloroorganiczne) (Rocher i in., 2004; Reiss i in., 2004; Birch i in., 2001; Howsam, Jones, 1998; Mecray i in., 2001; Lindström, 2001; Pulford i in., 2009; Ramamoorthy, Ramamoorthy, 1997; Wildi 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 (Vink, 2009; Albering i in., 1999; Liu i in., 2005; Šmejkalová i in., 2003). Osady o wysokiej zawartości szkodliwych składników są potencjalnym ogniskiem za-

nieczyszczenia 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 wcześniej odłożonych zanieczyszczonych osadów na skutek naturalnych procesów albo podczas transportu bądź bagrowania (Sjöblom i in., 2004; Bordas, Bourg, 2001). Także podczas powodzi zanieczyszczone osady mogą być przemieszczane na gleby tarasów zalewowych albo transportowane w dół rzek (Gocht i in., 2001; Gabler, Schneider, 2000; Weng, Chen, 2000). Przemieszczenie na tarasy zalewowe zanieczyszczonych osadów powoduje wzrost stężenia metali ciężkich i trwałymi zanieczyszczeniami organicznymi w glebach (Bojakowska, Sokołowska, 1996; Bojakowska i in., 1995; Miller i in., 2004; Middelkoop, 2000).

### Kryteria oceny osadów

Jakość osadów dennych, w aspekcie ich zanieczyszczenia metalami ciężkimi oraz wielopierścieniowymi węglowodorami 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 (Rozporządzenie..., 2002). Dla oceny jakości osadów wodnych ze względów ekotoksykologicznych zastosowano wartości *PEL* (ang. *Probable Effects Levels – przypuszczalne szkodliwe stężenie*) – określające zawartość pierwiastka, WWA i PCB, powyżej której prawdopodobny jest szkodliwy wpływ zanieczyszczonych osadów na organizmy wodne. W tabeli 3 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*.

### 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 głębozów jezior. W badaniach analitycznych wykorzystano frakcję ziarnową drobniejszą niż 0,2 mm. Zawartości arsenu, chromu, kadmu, ołowiu, miedzi, niklu i cynku oznaczono metodą atomowej spektrometrii emisyjnej ze wzbudzeniem plazmowym (ICP-OES), z roztworów uzyskanych po rozтворzeniu próbek osadów wodą królewską, a oznaczenia zawartości

rtęci wykonano z próbki stałej metodą spektrometrii absorpcyjnej z zateżaniem na amalgamatorze. Zawartości wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (WWA) – acenaftylenu, acenaftenu, fluorenu, fenantrenu, antracenu, fluorantenu, pirenu, benzo(a)antracenu, chryzenu, benzo(b)fluorantenu, benzo(k)fluorantenu, benzo(a)pirenu, indeno(1,2,3-cd)pirenu, dibenzo(a,h)antracenu, benzo(ghi)perylenu oznaczono przy użyciu chromatografu gazowego z detektorem spektrometrem mas (GC-MSD), a oznaczenia polichlorowanych bifenyli (kongenery PCB28, PCB52, PCB101, PCB118, PCB153, PCB138, PCB180) wykonano przy użyciu chromatografu gazowego z detektorem wychwytu elektronów (GC-ECD). Wszystkie oznaczenia wykonano w Centralnym Laboratorium Chemicznym Państwowego Instytutu Geologicznego w Warszawie.

Tabela 3.

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

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

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

\*\* – MacDonald D. i in., 2000.

\*\*\* – suma acenaftylenu, acenaftenu, fluorenu, fenantrenu, 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

### 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 za-

kwalfikowania osadu do zanieczyszczonego każdy punkt opisano na mapie symbolami pierwiastków lub związków organicznych decydujących o zanieczyszczeniu.

#### Zanieczyszczenie osadów

Spośród jezior znajdujących się na arkuszu zbadane zostały osady jezior Blizna, Kalety, Białego Augustowskiego, Długiego Wigierskiego, Studziennicza, Blizenko, Busznica, Jeziorka, Serwy i Stawu Sajenek. Białego Augustowskiego, Długiego Wigierskiego, Blizenka, Busznica, Jeziorka oraz Stawu Sajenek charakteryzują się niskimi zawartościami potencjalnie szkodliwych pierwiastków, zbliżonymi do ich wartości tła geochemicznego. Osady pozostałych jezior cechuje podwyższona zawartość pierwiastków śladowych, m.in. ołowiu, cynku, rtęci. Odnotowane zawartości wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych w osadach jezior Blizno i Kalety są porównywalne do przeciętnie spotykanych w osadach jezior. Jednakże stwierdzone zawartości pierwiastków śladowych i WWA są niższe od ich dopuszczalnych stężeń według rozporządzenia MŚ, są one także niższe od ich wartości *PEL*, powyżej której obserwuje się szkodliwe oddziaływanie na organizmy wodne.

Tabela 4.

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

Parametr	Blizno 2010 r.	Kalety (Długie Augustowskie 2010 r.	Białe Augustowskie 2011 r.	Długie Wigierskie 2009 r.	Studziennicza 2002 r.
Arsen (As)	9	45	12	7	15
Chrom (Cr)	5	7	5	4	7
Cynk (Zn)	89	127	35	47	86
Kadm (Cd)	1,0	2,1	<0,5	0,7	0,9
Miedź (Cu)	15	12	6	7	10
Nikiel (Ni)	4	5	3	3	5
Ołów (Pb)	47	72	24	31	51
Rtęć (Hg)	0,109	0,146	0,076	0,153	0,101
WWA <sup>11 WWA*</sup>	1,774	1,678	n.o.	722	n.o.
WWA <sup>7 WWA**</sup>	1,786	1,750	n.o.	771	n.o.
PCB <sup>***</sup>	0,0085	0,02475	n.o.	0,00075	n.o.
	Blizenko 2001 r.	Busznica 2002 r.	Jeziorko Sajenek) 2000 r.	Serwy 2007 r.	Staw Sajenek 2000 r.
Arsen (As)	10	15	9	8	10
Chrom (Cr)	6	5	9	6	6
Cynk (Zn)	41	29	73	95	119
Kadm (Cd)	<0,5	<0,5	1,0	1,4	0,9
Miedź (Cu)	9	8	12	10	9
Nikiel (Ni)	3	3	6	6	3
Ołów (Pb)	20	3	30	49	23
Rtęć (Hg)	0,053	0,039	0,102	0,165	0,097

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

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

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

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

### 3. Pierwiastki promieniotwórcze

#### Materiał i metody badań

Do określenia dawki promieniowania gamma i stężenia radionuklidów poczarobylskiego cezu wykorzystano wyniki badań gamma-spektrometrycznych wykonanych dla Atlasu Radioekologicznego Polski 1:750 000 (Strzelecki i in., 1993, 1994). Pomiary gamma-spektrometryczne wykonywano wzdłuż profili o przebiegu N-S, przecinających Polskę co 15". Na profilach pomiary wykonywano co 1 kilometr, a w przypadku stwierdzenia stref o podwyższonej promieniotwórczości pomiary zagęszczano do 0,5 km. Sonda pomiarowa była umieszczona na wysokości 1,5 metra nad powierzchnią terenu, a czas pomiaru wynosił 2 minuty. Pomiary wykonywano spektrometrem GS-256 produkowanym przez „Geofizykę” Brno (Czechy).

#### Prezentacja wyników

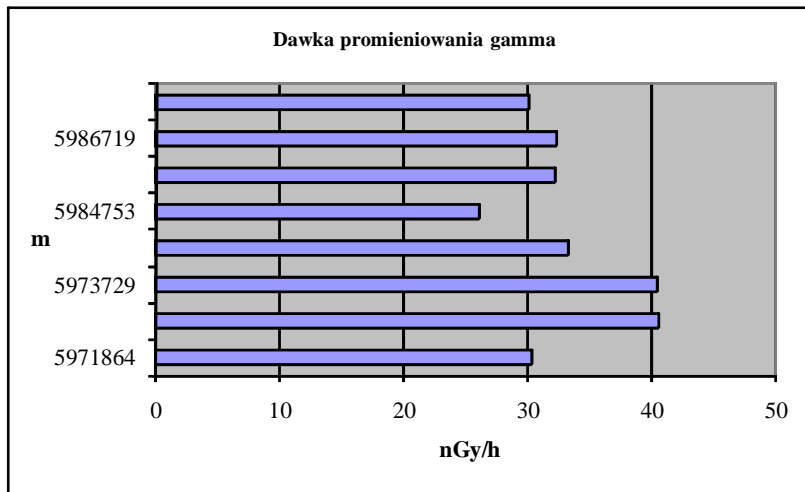
Z uwagi na to, że gęstość opróbowania nie pozwala na opracowanie map izoliniowych w skali 1:50 000, wyniki przedstawiono w formie słupkowej (fig. 4) dla dwóch krawędzi arkusza mapy (zachodniej i wschodniej). Zabieg taki jest możliwy, gdyż te dwie krawędzie są zbieżne z generalnym przebiegiem profili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

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

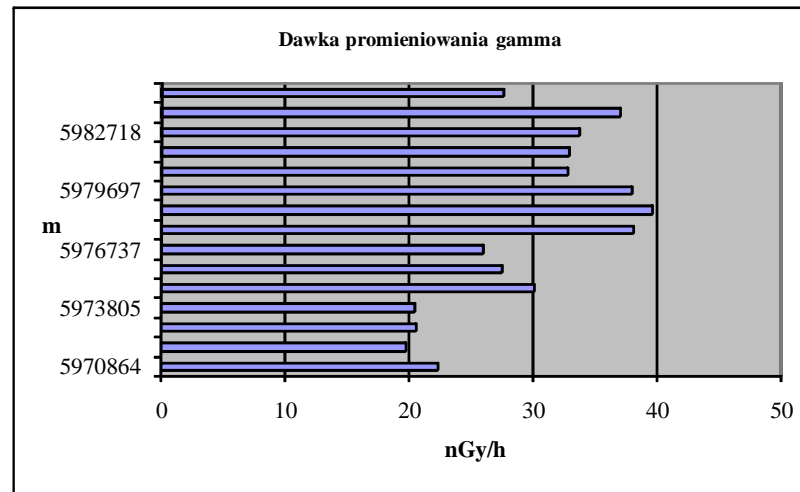
#### Wyniki

Wartości dawki promieniowania gamma wzdłuż profilu zachodniego wahają się w przedziale od około 26 do około 53 nGy/h. Przeciętnie wartość ta wynosi około 39 nGy/h i jest wyższa od średniej dla obszaru Polski wynoszącą 34,2 nGy/h. Wzdłuż profilu wschodniego wartości promieniowania gamma zmieniają się od około 20 do około 42 nGy/h i przeciętnie wynoszą około 31 nGy/h.

148 W PROFIL ZACHODNI



148 E PROFIL WSCHODNI



24

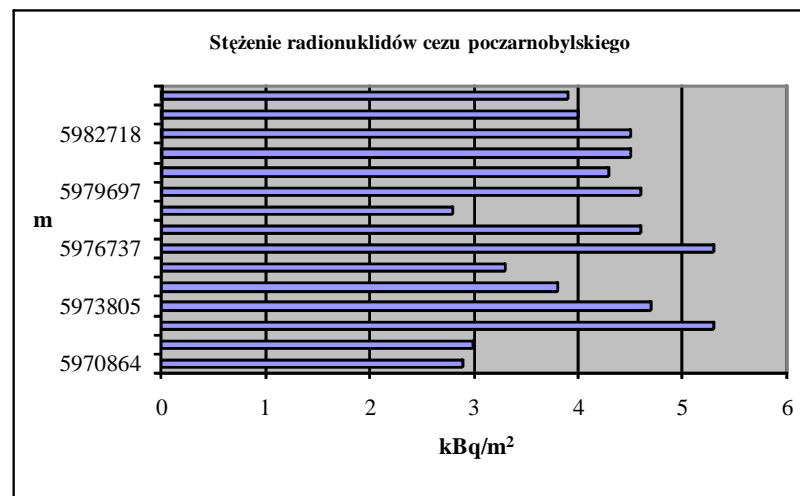
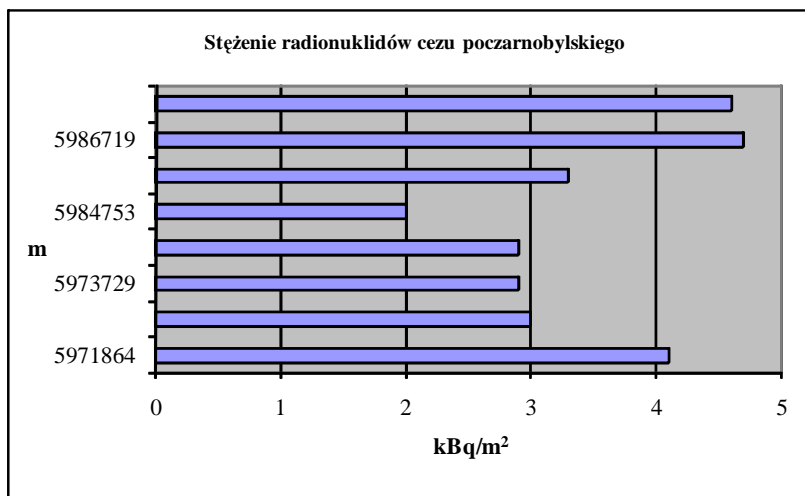


Fig. 4. Zanieczyszczenie gleb pierwiastkami promieniotwórczymi na obszarze arkusza Stacja Augustów (na osi rzędnych – opis siatki kilometrowej arkusza)

W obydwu profilach pomiarowych zarejestrowane dawki promieniowania są dość wyrównane (przeważają wartości z zakresu 25–50 nGy/h), gdyż wzdłuż profili dominuje jeden rodzaj osadów – sandrowe piaski i żwiry wodnolodowcowe. Najniższe wartości promieniowania gamma, pomierzone w profilu wschodnim (ok. 20 nGy/h), są związane z namułami występującymi w południowo-wschodniej części omawianego obszaru.

Stężenia radionuklidów poczarnobylskiego cezu zmierzone wzdłuż obu profili są bardzo niskie, charakterystyczne dla obszarów bardzo słabo zanieczyszczonych. Wzdłuż profilu zachodniego wynoszą od 0,5 do 4,7 kBq/m<sup>2</sup>, a wzdłuż profilu wschodniego wahają się od 2,1 do 5,3 kBq/m<sup>2</sup>.

## **IX. Składowanie odpadów**

Na obszarze arkusza Stacja Augustów nie wyznaczono miejsc predysponowanych do lokalizacji składowisk odpadów. Podstawę do oceny możliwości składowania odpadów, przy opracowaniu tej warstwy tematycznej mapy, stanowiło Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 24 marca 2003 r. w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących lokalizacji, budowy, eksploatacji i zamknięcia, jakim powinny odpowiadać poszczególne typy składowisk odpadów i Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 26 lutego 2009 r. zmieniającym rozporządzenie w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących lokalizacji, budowy, eksploatacji i zamknięcia, jakim powinny odpowiadać poszczególne typy składowisk odpadów (Rozporządzenie ..., 2009).

Wyłączenie bezwzględne, obejmujące niemal całą powierzchnię arkusza wynika przede wszystkim z jego położenia w granicach obszarów Europejskiej Sieci Ekologicznej Natura 2000. Są to: obszar specjalnej ochrony ptaków PLB 200002 „Puszcza Augustowska”, a także specjalne obszary ochrony siedlisk: PLH 200005 „Ostoja Augustowska” i sąsiadujący z nim w północnej części arkusza obszar PLH 200004 „Ostoja Wigierska”. W obrębie arkusza granica „Ostoi Wigierskiej” odpowiada granicy zasięgu Wigierskiego Parku Narodowego.

Na terenach położonych w obrębie obszarów NATURA 2000 istnieją dodatkowe uwarunkowania środowiskowe powodujące wykluczenie ich z możliwości lokalizacji składowisk odpadów. Należą do nich:

- rozległy kompleks leśny Puszczy Augustowskiej, obejmujący niemal 90% obszaru arkusza;
- rezerwaty przyrody: „Jezioro Kajety”, „Stara Ruda” i „Brzozowy Grąd”;
- otoczenie jezior (w odległości 250 m od linii brzegowej): Serwy, Białe, Studzieniczne, Blizno, Kalejty (Długie), Tobołowo, Busznica, Sajenek, Gorceyckie, Necko;

- uwarunkowania geologiczne terenów położonych poza kompleksami leśnymi. Analiza Szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1:50 000 – arkusz Stacja Augustów (Krzywicki, 1995, 2002) wykazuje, że obszary te pokrywają głównie utwory holoceniowe, wykształcone jako: piaski eoliczne, osady jeziorne (mułki i kreda jeziorna) oraz osady rzeczne (piaski i namuły piaszczyste), występujące w dolinie rzeki Blizny i strumienia Kalny. W licznych zagłębieniach i obniżeniach bezodpływowych na powierzchni sandru występują torfy, namuły torfiaste i gytie;
- obszary chronionych łąk na glebach pochodzenia organicznego występujące w dnach dolin cieków, w okolicach jezior i w innych obniżeniach terenu: w zachodniej części arkusza w okolicach rzeki Blizny, na północ od Jeziora Blizno, w okolicach Jeziora Serwy oraz Stawu Sajenek;
- doliny cieków (głównie Bliznej) i zabagnionych obniżzeń częściowo przekształconych w zmeliorowane łąki, gdzie zwierciadło wód gruntowych położone jest na głębokości mniejszej niż 5 m;
- obszary predysponowane do powstawania osuwisk i ruchów masowych (Grabowski (red.), 2007);
- strefa ochrony uzdrowiskowej „C” wyznaczona zgodnie z granicami administracyjnymi miasta Augustów;
- strefy ochronne ujęć eksploatujących wody podziemne dla celów komunalnych – ujęcia w Augustowie i Serskim Lesie oraz rozlewni wód „Augustowianka”.

Poza zasięgiem obszarów Natura 2000 bezwzględnie wyłączone z waloryzacji zostały niewielkie powierzchniowo tereny zabudowy miejskiej i infrastruktury wschodniej części Augustowa, wraz z osiedlem Lipowiec (południowo-zachodnia część arkusza) oraz rejon występowania torfów koło Chapowa.

Ze względu na istnienie wymienionych obszarów stanowiących bezwzględne wyłączenia, przede wszystkim jednak z uwagi na unikalne wartości przyrodniczo-krajobrazowe Pojezierza Augustowskiego, w granicach arkusza nie ma możliwości przedstawienia warunków lokalizacyjnych dla składowisk odpadów, jako obiektów uciążliwych dla środowiska i zdrowia ludzi. Najbliższe tereny, które z punktu widzenia właściwości izolacyjnych podłoża oraz optymalnego sposobu korzystania ze środowiska przyrodniczego mogą być traktowane jako potencjalne dla lokalizacji składowisk, zostały wyznaczone na wschód od omawianego obszaru, w granicach arkuszy: Augustów i Woźna Wieś. Arkusze te będą udostępnione odbiorcy w jednym czasie.

## X. Warunki podłoża budowlanego

Warunki podłoża budowlanego na obszarze arkusza Stacja Augustów opracowano na podstawie map topograficznych i geologicznej w skali 1:50 000 wraz z objaśnieniami (Krzywicki, 1995, 2002). Wykorzystano również mapę osuwisk i obszarów predysponowanych do występowania ruchów masowych (Grabowski (red.), 2007). Z analizy wyłączono: obszar Wigierskiego Parku Narodowego, obszary leśne, łąki na glebach pochodzenia organicznego oraz obszary udokumentowanych złóż i terenów miejskich o zwartej zabudowie. Ponieważ prawie 90% terenu arkusza pokrywają lasy Puszczy Augustowskiej, analizę podłoża budowlanego przeprowadzono jedynie na niewielkich obszarach w północno-zachodniej, wschodniej i południowej części arkusza.

Na powierzchni omawianego arkusza występują jedynie utwory czwartorzędowe (holocenu i plejstocenu). Dominują plejstocenijskie osady stadiału górnego zlodowacenia Wisły, tworzące grubą pokrywę od kilku do dwudziestu kilku m. Stanowią one podłoże budowlane o warunkach korzystnych dla budownictwa. Największe powierzchnie zajmują piaszczysto-żwirowe osady sandru. Wody gruntowe zalegają tu na głębokościach większych niż 2 m.

W północno-zachodniej części arkusza, na północ od jezior Blizno i Blizienko na powierzchni odsłaniają się wodnolodowcowe, miejscami wodnomorenowe, średniozagęszczone żwiry i różnoziarniste piaski (materiał nie został tu przemyty i wysortowany). W serii tej miejscami zaznacza się wyraźnie przewaga frakcji żwirowej.

We wschodniej części obszaru arkusza, na wschód i zachód od północnych brzegów jeziora Serwy występują wodnolodowcowe, średniozagęszczone i zagęszczone różnoziarniste piaski z niewielką domieszką żwirów. Natomiast przy południowych brzegach tego jeziora oraz w okolicy jezior Białe, Studziennicze i Sajenki występują zagęszczone, dobrze wysortowane, drobnoziarniste piaski zawierające tylko miejscami niewielkie ilości drobnych żwirów.

Nieskonsolidowane gliny morenowe a także piaski gliniaste o konsystencji od półzwartej do twaroplastycznej występują w postaci niewielkich cienkich płatów leżących na żwirach i piaskach wodnolodowcowych i wodnomorenowych, w północno-zachodniej części arkusza, w okolicach miejscowości Krusznik.

Podłoże budowlane o warunkach korzystnych dla budownictwa stanowią także średniozagęszczone i zagęszczone różnoziarniste piaski i piaski ze żwirami wzniesień moreny czołowej, akumulacji szczelinowej i kemów, o ile zbocza ich wykazują nachylenie mniejsze niż 12%. W północno-zachodniej części arkusza na południe od wsi Bryzgiel dominują wzgórza moreny czołowej, utwory akumulacji szczelinowej występują głównie w okolicy jeziora Serwy i przy południowo-zachodnich brzegach jeziora Białego, natomiast wzgórza kemowe pomiędzy jeziorami Białym i Studzienniczym.

Rejony o warunkach geologiczno-inżynierskich utrudniających budownictwo obejmują obszary występowania gruntów słabonośnych (grunty organiczne, grunty spoiste plastyczne i miękkoplastyczne, grunty sypkie luźne). Pokrywają się one z obszarami płytkiego występowania wód gruntowych do głębokości 2,0 m.

W całym szeregu obniżeń i zagłębień na powierzchni sandru przeważają zdecydowanie torfy. W podłożu ich często występują gytie, jedynie przy brzegach jezior utworami podścielającymi torfy są mułki jeziorne (jezioro Studzieniczne i Blizno).

Do terenów gdzie występują warunki znacznie utrudniające budownictwo należą też zagłębienia bezodpływowe wypełnione namułami torfiastymi (rejon Suchej Rzeczki i jezior: Długiego i Gorzyckiego), dno dolinne strumienia Kalny, gdzie występują namuły piaszczyste oraz obszary wydymowe w rejonie Strękowizny.

Obszary predysponowane do występowania ruchów masowych występują przede wszystkim nad Jeziorem Białym (Pływający Ogon, Wojciech i Leśniczówka Białe) i przy południowo-wschodnim brzegu jeziora Blizno (Grabowski (red.), 2007).

Analiza budowy geologicznej obszaru arkusza wskazuje na brak przejawów procesów glacitektonicznych. Jediną przesłanką wskazującą na to, że występujące w północnej części osady morenowe są zaburzone glacitektonicznie jest łukowaty układ moren bryzgielskich. Są to jednak niewystarczające dowody by jednoznacznie stwierdzić, że w rejonie tym występowały procesy glacitektoniczne. Projektowanie i budowa obiektów budowlanych na wyróżnionych obszarach o warunkach niekorzystnych wymaga wykonania badań geologiczno-inżynierskich przedstawionych w formie dokumentacji.

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

Na obszarze arkusza Stacja Augustów nie występują gleby chronione (klasy bonitacyjnej I-IVa). Grunty użytkowane rolniczo stanowią około 5% powierzchni mapy. Są to gleby piaszczyste, niskiej klasy bonitacyjnej. Użytki zielone przeważają nad gruntami ornymi. Na terenie arkusza obszary łąk na glebach pochodzenia organicznego występują w dnach dolin cieków wodnych, w okolicach jezior i innych obniżeniach terenu: w zachodniej części arkusza w okolicach rzeki Blizny, na północ od Jeziora Blizno, w okolicach Jeziora Serwy oraz w okolicach Stawu Sajenek.

Około 87% powierzchni arkusza zajmują lasy Puszczy Augustowskiej, na terenie której utworzono w 1998 roku Obszar Chronionego Krajobrazu „Puszcza i Jeziora Augustowskie”. Utworzenie tego obszaru miało na celu ochronę i zachowanie jednego z największych i najcenniejszych pod względem przyrodniczym kompleksu leśnego Puszczy Augustowskiej oraz wartości kulturowych i historycznych Kanału Augustowskiego.

Natomiast północna część arkusza, a zarazem północna część Puszczy Augustowskiej znajduje się w obrębie jednego z największych parków narodowych w Polsce – Wigierskiego Parku Narodowego utworzonego w 1989 roku na obszarze 14988 hektarów. Na obszarze Parku znajdują się 42 jeziora, największe, najgłębsze (73 m) i najatrakcyjniejsze dla odwiedzających Park jest jezioro Wigry zajmujące jego centralną część. Szata roślinna, to głównie zbiorowiska leśne z dominującymi świerkami i sosną oraz domieszką dębu, modrzewia, brzozy, olszy i jesionu. Występuje tu 800 gatunków roślin naczyniowych. Świat zwierzęcy to: jelenie, łosie, sarny, borsuki, dziki, kuny, zające, bobry. Żyje tu również około 80 gatunków ptaków, w tym tak rzadkie jak: orzeł bielik, orlik krzykliwy, kania, myszołów, rybołów, bocian czarny, kormoran. Bogaty jest także świat owadów, wśród ryb, oprócz gatunków pospolitych występuje rzadka już sieja i sielawa. Wokół Parku wyznaczono granicę strefy ochronnej (otuliny) Parku Narodowego.

Puszcze Augustowską porastają w większości bory – zbiorowiska roślinne z drzewami iglastymi (Sokołowski, 1996). Do częściej tu spotykanych należy: bór świeży, z borówką brusznicą w runie; na bardziej wilgotnych glebach – bór czernicowy; w miejscach bagiennych – bór łochyniowy. Na glebach torfowych występuje bór świerkowy torfowcowy. Dostyc często spotkać można sosnowo – świerkowy bór mieszany. W warstwie krzewów dominuje leszczyna, a domieszkę stanowią: wiciokrzew suchodrzew, kruszyna, trzmielina, wawrzynek wilczelyko. Na całym obszarze puszczy wyróżniają się wysepki grądów, obejmujących wielogatunkowe lasy liściaste. W zatorfionych dolinach rzek i strumieni spotyka się lasy łągowe, między innymi łąg jesionowo-olszowy i świerkowo-olszowy.

Nieodłącznym elementem naturalnego środowiska Puszczy Augustowskiej jest bogaty świat zwierząt. Spośród ssaków możemy zobaczyć: łosie, dziki, sarny, jelenie, wilki, lisy, borsuki, jenoty, wydry, norki, kuny, łasice, gronostaje, rysie. Najliczniej reprezentowane są gryzonie: bobry europejskie, wiewiórki, smużki, pilchowate, piżmaki amerykańskie.

Puszcza Augustowska i tereny do niej przylegające, z licznymi jeziorami, torfowiskami to prawdziwy ptasi raj. Kilka gatunków ma tu granicę występowania np.: krzyżodziób świerkowy, drożdżik, sowa uralaska. Bory i lasy zamieszkują: bocian czarny, jastrząb, krogulec, myszołów, kruk, orlik, kania ruda, jarząbek, cietrzew, głuszec, sikora, dzięcioły, słowik szary, świstunka zielonawa, sowy. Zbiorniki wodne i szuwały opanowały: łabędź, żuraw, łyska, czapla, kormoran czarny, perkoz zausznik i inne. Na terenach Puszczy Augustowskiej żyją: bocian biały, trznadel, szpak, kos, dzierzba, myszołów, makolągwa, sowa, dziwonia, sroka, jaskółka, czajka, derkacz i wiele innych ptaków.

Gady reprezentują: żmija zygzakowata, zaskroniec, padalec, jaszczurka żyworódka i zwinka, żółw błotny; a płazy: traszka, ropucha szara, żaba trawna, huczek ziemny.

W augustowskich rzekach i jeziorach występuje wiele gatunków ryb tj.: sieja, sielawa, stynka, sandacz, jazgarz, jaź, okoń, leszcz, lin, węgorz, ukleja, szczupak, płoć, karaś, karp, pstrąg potokowy. Niektóre jeziora zostały wzbogacone o amura i tołpygę.

Na terenie omawianego arkusza utworzone zostały trzy rezerваты przyrody: „Jezioro Kalejty”- krajobrazowy, powołany w 1980 roku, na powierzchni 740,67 ha w celu zachowania wartości przyrodniczych jeziora oraz swoistych cech krajobrazu, „Brzozowy Grąd”- florystyczny, powołany w 1963 roku, na powierzchni 0,08 ha dla ochrony stanowiska obuwika pospolitego i „Stara Ruda” – krajobrazowy, utworzony w 1980 roku, na powierzchni 83,15 ha dla zachowania źródlisk rzeki Rudawki i fragmentu borów torfowcowych. Ustanowionych zostało 21 pomników przyrody żywej (tabela 5). Są to zarówno pojedyncze drzewa, jak i skupiska drzew, w szczególności te wiekowe i okazałych rozmiarów. Wśród drzew pomnikowych dominują dęby szypułkowe, sosny pospolite i zwyczajne, lipy drobnolistne, jałowce pospolite, wierzba biała, wiąz pospolity i modrzew europejski (Ochrona..., 2010).

Tabela 5

#### Wykaz rezerwatów i pomników przyrody

Nr obiektu na mapie	Forma ochrony	Miejscowość	Gmina	Rok zatwierdzenia	Rodzaj obiektu (powierzchnia w ha)
			Powiat		
1	2	3	4	5	6
1	R	Augustów	Augustów augustowski	1980	K – „Jezioro Kalejty” (740,7)
2	R	Studzieniczna	Augustów augustowski	1963	Fl – „Brzozowy Grąd” (0,08)
3	R	Sajenek	Augustów augustowski	1980	K – „Stara Ruda” (83,15)
4	P	Ateny	Nowinka augustowski	2001	Pż – 2 dęby szypułkowe
5	P	Podnowinka	Nowinka augustowski	1980	Pż – 2 sosny pospolite
6	P	Nowinka	Nowinka augustowski	1978	Pż – 3 sosny pospolite
7	P	Nowinka	Nowinka augustowski	1978	Pż – 3 dęby szypułkowe
8	P	Płaska	Płaska augustowski	1996	Pż – 2 dęby szypułkowe
9	P	Płaska	Płaska augustowski	1993	Pż – klon pospolity
10	P	Płaska	Płaska augustowski	1996	Pż – 8 lip drobnolistnych
11	P	Żyliny	Płaska augustowski	1996	Pż – jałowiec pospolity
12	P	Przewież	Płaska augustowski	1952	Pż – jałowiec pospolity – 50 sztuk
13	P	Żyliny	Płaska augustowski	1986	Pż – 2 świerki pospolite
14	P	Żyliny	Płaska augustowski	1996	Pż – 3 lipy drobnolistne
15	P	Żyliny	Płaska augustowski	1996	Pż – jałowiec pospolity

1	2	3	4	5	6
16	P	Augustów	Augustów augustowski	1993	Pż – sosna pospolita
17	P	Augustów	Augustów augustowski	1998	Pż – sosna zwyczajna
18	P	Augustów	Augustów augustowski	1986	Pż – wierzba biała
19	P	Przewięź	Augustów augustowski	1998	Pż – sosna zwyczajna - 16 sztuk
20	P	Studzieniczna	Augustów augustowski	1952	Pż – jesion wyniosły
21	P	Studzieniczna	Augustów augustowski	1952	Pż – dąb szypułkowy
22	P	Sajenek	Augustów augustowski	1998	Pż – sosna zwyczajna
23	P	Sajenek	Augustów augustowski	1993	Pż – wiąz pospolity
24	P	Osowy Grąd	Augustów augustowski	1955	Pż – modrzew europejski

- Rubryka 2 - R – rezerwat, P – pomnik przyrody  
Rubryka 6 - rodzaj rezerwatu: Fl – florystyczny; K – krajobrazowy  
- rodzaj pomnika przyrody: Pż – żywej;

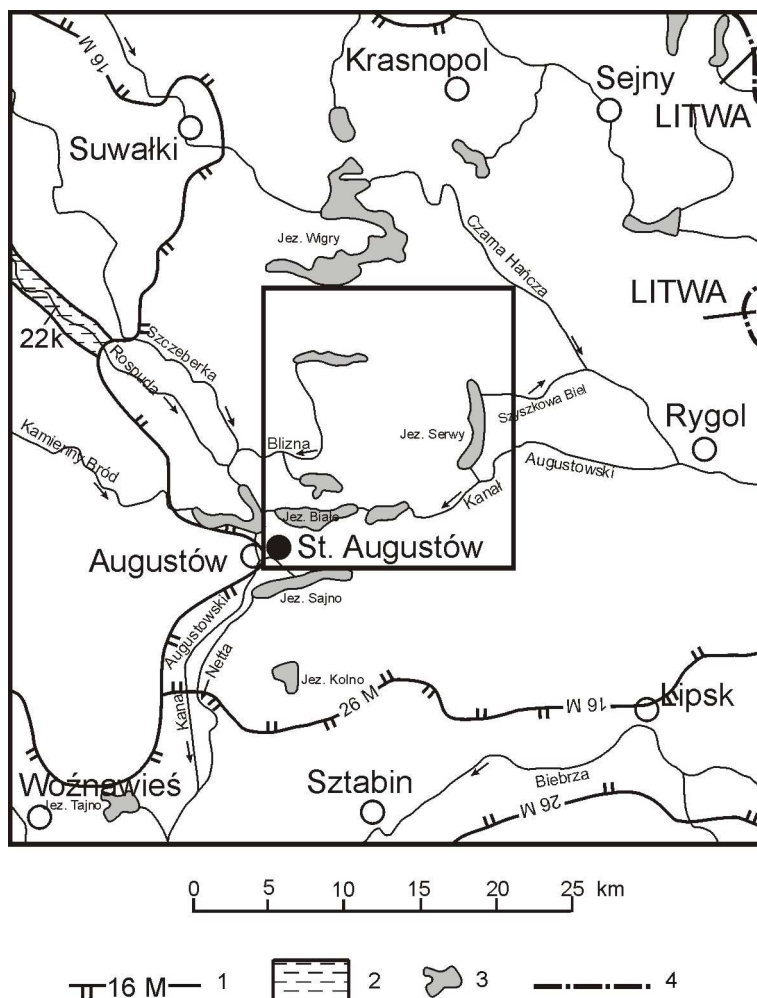
Położenie arkusza Stacja Augustów na tle systemów Krajowej Sieci Ekologicznej ECONET – Poland przedstawia figura 5 (Liro, 1998). Cały obszar arkusza, znajduje się w biocentrum obszaru węzłowego o znaczeniu międzynarodowym – (16M) Obszaru Suwalskiego. Obszar ten, jest terenem pagórków pojeziornych, sandrów i den dolinnych. Głównymi typami siedlisk są: grąd subkontynentalny odmiany subborealnej, subkontynentalny bór sosnowy, bór wilgotny, bór bagienny, bór mieszany, bór świerkowy, świerczyna na torfie, ols, łąg olszowo-jesionowy, torfowisko wysokie, torfowisko przejściowe, torfowisko niskie. Zachowane są zbiorowiska: naturalne, półnaturalne i rzadkie synantropijne.

Zgodnie z Europejską Siecią Ekologiczną Natura 2000 na obszarze arkusza Stacja Augustów wyznaczono specjalny obszar ochrony siedlisk i obszar specjalnej ochrony ptaków. Teren omawianego arkusza znajduje się w obrębie: PLH 200004 – Ostoja Wigierska, PLH 200005 – Ostoja Augustowska specjalnym obszarze ochrony siedlisk i PLB 200002 – Puszcza Augustowska jako obszar specjalnej ochrony ptaków (tabela 6).

Ostoja ptasia „Puszcza Augustowska” (PLB 200002), której celem jest ochrona pod względem przyrodniczym zagrożonych składników różnorodności biologicznej obejmuje kompleks leśny Puszczy Augustowskiej. Pokrywają go urozmaicone drzewostany (około 90% powierzchni), które w wielu fragmentach zachowały naturalny charakter. Dominują tu bory, wśród których szczególną uwagę zwracają dobrze zachowane bory: wilgotne i bagiennie. Występuje tu co najmniej 40 gatunków ptaków.

W północnej części arkusza występuje fragment siedliskowej „Ostoi Wigierskiej” (PLH 200004). Jest to obszar w granicach Wigierskiego Parku Narodowego. Obszar obejmuje je-

zioro Wigry wraz z całym zespołem jezior go otaczających. W obręb obszaru włączone są również pobliskie lasy, stanowiące północną część Puszczy Augustowskiej, także fragment doliny Czarnej Hańcza i tereny rolnicze.



**Fig. 5. Położenie arkusza Stacja Augustów na tle systemów ECONET (Liro, 1998)**

1 – granica obszaru węzłowego o znaczeniu międzynarodowym, jego numer i nazwa:

16 M – Obszar Suwalski, 26 M – Obszar Biebrzański. 2 – korytarz ekologiczny o znaczeniu krajowym, jego numer i nazwa: 22k – Korytarz Rospudy. 3 – jeziora; 4 – granica państwa

Prawie cały opisywany obszar obejmujący arkusz mapy znajduje się w obszarze siedliskowej „Ostoi Augustowskiej” (PLH 200005). Celem utworzenia obszaru jest ochrona naturalnych i półnaturalnych ekosystemów, siedlisk przyrodniczych, a także zagrożonych gatunków i ich siedlisk. Stwierdzono tu występowanie jedenastu siedlisk przyrodniczych, tj. między innymi: bory i lasy bagienne, naturalne dystroficzne zbiorniki wodne, torfowiska wysokie z roślinnością torfotwórczą, torfowiska przejściowe i trzęsawiska. Obszar jest ostoją takich zagrożonych ssaków jak ryś, wilk, wydra i bóbr.

Przez obszar arkusza przebiega fragment międzynarodowej trasy rowerowej Euro Velo R-11, z Grecji przez Macedonię, Słowację, Polskę, Litwę, Łotwę, Estonię, Finlandię do Norwegii.

## Wykaz obszarów chronionych Europejskiej Sieci Ekologicznej Natura 2000

Lp.	Typ Obszaru	Kod obszaru	Nazwa obszaru i symbol oznaczenia na mapie	Położenie centralnego punktu obszaru		Powierzchnia obszaru (ha)	Położenie administracyjne obszaru w granicach arkusza			
				Długość geograficzna	Szerokość geograficzna		Kod NUTS	Województwo	Powiat	Gmina
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	J	PLB 200002	Puszcza Augustowska (P)	E 23°13' 38"	N 53°58'40"	134 378	PL345	podlaskie	augustowski sejneński	Augustów, Nowinka, Płaska, Sztabin Giby
2	K	PLH 200005	Ostoja Augustowska (S)	E 23°9'57"	N 53°45'58"	105 766	PL345	podlaskie	augustowski sejneński	Augustów, Nowinka, Płaska, Sztabin Giby
3	K	PLH 200004	Ostoja Wigierska (S)	E 23°10'	N 54°10'	15 085	PL345	podlaskie	augustowski sejneński	Nowinka Giby

Rubryka 2: J – obszar OSO zawierający w sobie obszar SOO (specjalny obszar ochrony siedlisk), K – obszar SOO, całkowicie zawierający w sobie obszar OSO (obszar specjalnej ochrony ptaków)

Rubryka 4: w nawiasie symbol obszaru na mapie, P – obszar specjalnej ochrony ptaków, S – specjalny obszar ochrony siedlisk

Rubryka 8: PL345 – region Suwalski

## XII. Zabytki kultury

Na obszarze arkusza Stacja Augustów znajduje się niewiele zabytków kultury (Rejestr, 2010), co związane jest z występowaniem dużego kompleksu leśnego, jakim jest Puszcza Augustowska.

Jedynym miastem, które częściowo występuje w obrębie arkusza w jego południowo-zachodniej części jest Augustów. Osada została założona z inicjatywy Zygmunta Augusta i otrzymała prawa miejskie w 1557 roku, na prawie magdeburskim. Wiele przywilejów i ulg podatkowych przysługujących miastu, spowodowało jego szybki rozwój. W mieście zachowało się wiele zabytkowych obiektów. W granicach obszaru arkusza w obrębie Augustowa do rejestru zabytków zostały wpisane: zespół dawnego Oficerskiego Yacht Clubu Rzeczypospolitej z lat 1934–1936, w skład którego wchodzi murowany modernistyczny budynek Yacht Clubu, sąsiadująca z nim drewniana portiernia oraz modernistyczny budynek przystani. Za obiekt zabytkowy uznany jest również dom turystyczny (Hotel „Hetman”), murowany z 1937-38 roku oraz dworzec kolejowy z końca XIX wieku.

Jednym z największych zabytków Ziemi Augustowskiej jest zespół Kanału Augustowskiego z lat 20 i 30 tych XIX wieku położony na pograniczu Polski i Białorusi. Jest to kanał żeglowny, podziałowy, który łączy dorzecze Wisły i Niemna. Wykorzystuje on obniżenie rynnowe, uformowane w wyniku zlodowacenia bałtyckiego, tworzące pasmo jezior augustowskich oraz doliny rzek – Netty i Czarnej Hańczy. Wiążąc tereny o urokliwym krajobrazie, porośnięte dorodnym drzewostanem Puszczy Augustowskiej, spełnia on znakomicie funkcje rekreacyjno – turystyczne. Ma 102 km długości, z czego 80 km jest po stronie polskiej, w tym aż 77,5 km w stanie pełnej spławności. Daje to drugie, po Kanale Elbłaskim, miejsce w kraju. Trwają starania o udroźnienie całej trasy i otwarcie rejsów do Grodna.

Kanał jest nie tylko unikatowym obiektem z powodu swej zabytkowej wartości, ale także z uwagi na zróżnicowane i niepowtarzalne walory przyrodnicze i krajobrazowe. Obiekt ten budzi duże zainteresowanie wśród turystów. Trwają starania nad przekształceniem Kanału Augustowskiego w park kulturowy i wpisanie na listę światowego dziedzictwa.

W Studzienicznej znajduje się zabytkowy zespół kościoła parafialnego pod wezwaniem Matki Boskiej Szkaplerznej, w skład którego wchodzi kościół drewniany z I połowy XIX wieku z drewnianą dzwonnica z tego samego wieku oraz kaplica murowana z II połowy XIX wieku. W miejscowości tej znajduje się również Sanktuarium Maryjne – miejsce kultu Maryjnego związane z obrazem słynącym łaskami i studzienką z cudowną wodą. Renesansowa kaplica w formie rotundy została zbudowana w 1872 roku, na wyspie połączonej groblą z lądem. Znajduje się tu również zabytkowy rzymsko-katolicki cmentarz parafialny.

W miejscowości Monkinie znajduje się obiekt architektury sakralnej. Jest to drewniany kościół parafialny rzymsko-katolicki pw. Matki Boskiej Anielskiej z początku XX wieku.

W czasie I wojny światowej w Puszczy Augustowskiej wybudowano leśną kolejkę wąskotorową o szerokości toru 600 mm do transportu drewna z wyrębu. W 1989 roku wąskotorówka zakończyła przewozy, a w 1991 roku została wpisana do rejestru zabytków (od Płociczna do szosy Augustów-Sejny) jako jedna z najdłużej pracujących kolejek leśnych w Polsce. W latach 2000-2001 wyremontowano 10-kilometrowy odcinek z Płociczna do Krusznik, który funkcjonuje jako Wigierska Kolej Wąskotorowa, wożąca turystów wzdłuż jeziora Wigry, przy południowym jej brzegu. Jest cennym zabytkiem techniki oraz jedną z nielicznych całorocznych atrakcji turystycznych regionu, (WKW przebiega częściowo przez teren arkusza w miejscowościach Krusznik i Bryzgiem).

Teren objęty arkuszem Stacja Augustów był w przeszłości widownią wielu wydarzeń historycznych m.in. w 1812 r. mieszkańcy tych ziem byli świadkami marszu wojsk napoleońskich na Moskwę. W okresie powstania listopadowego 1830 r. rejon ten był objęty działaniami partyzanckimi, natomiast w okresie powstania styczniowego mieszkańcy tych terenów brali udział w walkach powstańczych gdzie na Uroczysku „Powstańce” pozostał pomnik. W miejscowościach Klonownica i Serwy znajdują się pomniki upamiętniające zbrodnie z pierwszej i drugiej wojny światowej. Na terenie arkusza znajdują się zabytkowe cmentarze wojenne z I – szej (Macharce) i II – giej wojny światowej (Serski Las).

### **XIII. Podsumowanie**

Niniejsze opracowanie w sposób kompleksowy przedstawia stan rozpoznania i eksploatacji oraz perspektywy zagospodarowania złóż kopalin na tle elementów środowiska przyrodniczego, ochrony przyrody i zabytków kultury obszaru arkusza Stacja Augustów.

Teren mapy położony jest w północnej części województwa podlaskiego. Jest to obszar równinny, o wysokim poziomie zalesienia (Puszcza Augustowska) z licznymi jeziorami. Na badanym obszarze brak większych miast, występuje tu niski stopień zaludnienia i uprzemysłowienia. Dominującą rolę pełni tu turystyka i leśnictwo.

W obrębie arkusza występują 3 małe złoża kopalin okruchowych (dwa zaniechane i jedno niezagospodarowane), są to głównie utwory żwirowo-piaszczyste. Występowanie tych osadów na omawianym terenie związane jest głównie z akumulacją wodnolodowcową zlodowaceń północnopolskich.

Na omawianym terenie wyznaczono 2 obszary perspektywiczne dla kopalin okruchowych żwirowo – piaszczystych. Znajdujące się na terenie arkusza torfowiska, ze względu na

konfliktowość z ochroną środowiska nie zostały ujęte w potencjalnej bazie zasobowej tej kopaliny.

Występują tu liczne oczka wytopiskowe i jeziora pochodzenia glacialnego. Do największych można zaliczyć: Serwy, Białe Augustowskie, Studzieniczne, Blizno.

Główny użytkowy poziom wodonośny występuje w utworach czwartorzędowych i związany jest z piaskami sandrowymi i fluwioglacjalnymi zlodowacenia Warty i Wisły.

Podłoże budowlane o warunkach korzystnych dla budownictwa stanowią głównie piaszczysto-żwirowe osady sandru i moren czołowych. Natomiast podłoże o warunkach niekorzystnych na omawianym obszarze to przede wszystkim grunty organiczne torf i namuły. Wśród rozpatrywanych gruntów w przewadze występują grunty o warunkach korzystnych pod zabudowę.

Badany obszar posiada duże walory przyrodnicze i turystyczne. W znacznym stopniu (ok. 85%) obszar arkusza zajmowany jest przez Puszcę Augustowską, w obrębie której utworzony został Obszar Chronionego Krajobrazu "Puszcza i Jeziora Augustowskie". W północnej części arkusza znajduje się Wigierski Park Narodowy. Na terenie arkusza utworzone zostały 3 rezerваты przyrody i 21 pomników przyrody. Ochronie prawnej podlega: specjalny obszar ochrony Siedlisk Natura 2000 o nazwie Ostoja Wigierska (PLH 200004), Ostoja Augustowska (PLH 200005) oraz obszar specjalnej ochrony ptaków Puszcza Augustowska (PLB 200002).

Na terenie arkusza nie wyznaczono obszarów preferowanych do lokalizacji składowisk odpadów. Ze względu na uwarunkowania środowiskowe oraz budowę geologiczną, tereny te znajdują się w obszarze wyłączonym bezwzględnie z lokalizacji tego typu inwestycji.

Walory przyrodnicze i krajobrazowe Puszczy Augustowskiej i wyjątkowy stan środowiska naturalnego zapewnia temu obszarowi doskonale warunki dla rozwoju różnorodnych form: turystyki, rekreacji i wypoczynku.

#### **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 of 1993-1994. *Environmental Health Perspectives* 107 (1): 37–43.
- BIRCH G., SIAKA M., OWENS C., 2001 – The source of anthropogenic heavy metals in fluvial sediments of a rural catchment: Coxs River, Australia. *Water, Air & Soil Pollution*, 126 (1-2): 13–35.

- BOJAKOWSKA I., SOKOŁOWSKA G. 1996 – Heavy metals in the Bystrzyca river flood plain. *Geological Quarterly*, 40 (3): 467–480.
- BOJAKOWSKA I., SOKOŁOWSKA G., LEWANDOWSKI P., 1995 – Metale ciężkie w glebach tarasów zalewowych Pisi. *Prz. Geol.*, 44 (1): 75–77.
- 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.
- BREITMEIER B., 2006 – Mapa geologiczno-gospodarcza Polski wraz z objaśnieniami w skali 1:50 000 arkusz Stacja Augustów (148). Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- CHOIŃSKI A., 1991 – Katalog jezior Polski. Cz. 2. Pojezierze Mazurskie. UAM, Poznań.
- CZARNECKA H., (red.), 1980 – Podział hydrograficzny Polski 1 : 200 000, Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej Warszawa. Wydawnictwa Geologiczne.
- GABLER H., SCHNEIDER J., 2000 – Assessment of heavy metal contamination of floodplain soils due to mining and mineral processing in the Harz Mountains, Germany. *Environmental Geology*, 39 (7): 774–781.
- GOCHT T., MOLDENHAUER K. M. AND PÜTTMANN W., 2001 – Historical record of polycyclic aromatic hydro-carbons (PAH) and heavy metals in floodplain sediments from the Rhine River (Hessische Ried, Germany). *Applied Geochemistry*, 16: 1707–1721.
- GRABOWSKI D. (red.), KRZYWICKI T., CZARNOGÓRSKA M., FRANKIEWICZ A., 2007 – System Osłony Przeciwsuwiskowej. Etap I: Mapa osuwisk i obszarów predysponowanych do występowania ruchów masowych w województwie podlaskim. *Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol.*, Warszawa.
- HOWSAM M., JONES K., 1998 – Sources of PAHs In the environment. In: PAHs and related compounds. Springer-Verlag Berlin Heidelberg: 137–174.
- Instrukcja** opracowania Mapy geosrodowiskowej Polski w skali 1:50 000., 2005 – Państwowy Instytut Geologiczny. Warszawa.
- KLECZKOWSKI A., (red.), 1990 – Mapa Obszarów Głównych Zbiorników Wód Podziemnych (GZWP) w Polsce wymagających szczególnej ochrony w skali 1:500 000. AGH, Kraków.
- KONDRACKI J., 2001 – Geografia regionalna Polski. PWN Warszawa.
- KRAWCZYK J., 2004 – Mapa hydrogeologiczna Polski w skali 1:50 000, arkusz Stacja – Augustów. *Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol.*, Warszawa.
- KRZYWICKI T., 1995 – Szczegółowa mapa geologiczna Polski w skali 1:50 000, arkusz Stacja Augustów. Państw. Inst. Geol., Warszawa.

- KRZYWICKI T., 2002 – objaśnienia do szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1:50 000, arkusz Stacja Augustów. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- KUCZYŃSKI A., 1999 – Uproszczona dokumentacja geologiczna w kat. C<sub>1</sub> złoża kruszywa naturalnego „Bryzgiel –1 „, wraz z dodatkiem nr 1 do karty rejestracyjnej złoża kruszywa naturalnego „Bryzgiel”, gm Nowinka, pow. Augustów. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- KUCZYŃSKI A., 2007 – Dodatek nr 1 do dokumentacji geologicznej złoża kruszywa naturalnego „Macharce I” w kat. C<sub>1</sub> w związku z wygaszaniem koncesji na wydobywanie kruszywa naturalnego. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- KUCZYŃSKI A., 2010 – Dodatek nr 1 do uproszczonej dokumentacji geologicznej w kat. C<sub>1</sub>, złoża kruszywa naturalnego „Bryzgiel-1”, gm. Nowinka, pow. Augustów. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- LINDSTRÖM M., 2001 – Urban land use influences on heavy metal fluxes and surface sediment concentrations of small lakes. *Water, Air & Soil Pollution*, 126 (3-4): 363–383.
- LIRO A., (red.), 1998 – Strategia wdrażania krajowej sieci ekologicznej ECONET – Polska. Wyd. 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 soils and crops affected by the Chenzhou lead/zinc mine spill (Hunan, China). *Sci. Total Environ*, 339 (1-3): 153–166.
- 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.
- MARKS L., BER A., GĄGOŁEK W., PIOTROWSKA K. (red.), 2006 – Mapa geologiczna Polski w skali 1:500 000. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- MECRAY E. L., KING J. W., APPLEBY P. G., HUNT A. S., 2001 – Historical trace metal accumulation in the sediments of an urbanized region of the Lake Champlain Watershed, Burlington, Vermont. *Water, Air & Soil Pollution*, 125, (1-4): 201–230.
- MIDDELKOOP H., 2000 – HEAVY-metal pollution of the river Rhine and Meuse floodplains in the Netherlands. *Geologie en Mijnbouw / Netherlands Journal of Geosciences*, 79 (4): 411–428.

- MILLER J., HUDSON-EDWARDS K., LECHCLER P., PRESTON D., MACLIN 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.
- Ochrona** przyrody w województwie podlaskim. Wojewódzki Konserwator Przyrody Podlaskiego Urzędu Wojewódzkiego w Białymstoku, 2010.
- 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.
- PACZYŃSKI B. (red.), 1995 – Atlas hydrogeologiczny Polski w skali 1:500 000. *Państw. Inst. Geol.*, Warszawa.
- PACZYŃSKI B., SADURSKI A., (red.), 2007 – Hydrogeologia regionalna Polski tom I. *Państw. Inst. Geol.*, Warszawa.
- PALCZUK B., 1983 – Karta rejestracyjna złoża kruszywa naturalnego „Bryzgiel” wraz z uproszczonym planem racjonalnej gospodarki złożem dla potrzeb gminnego drogownictwa i budownictwa. woj. suwalskie. *Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol.*, Warszawa.
- PULFORD I., MACKENZIE A., DONATELLO S., HASTINGS L., 2009 – Source term characterisation using concentration trends and geochemical associations of Pb and Zn in river sediments in the vicinity of a disused mine site: implications for contaminant metal dispersion processes. *Environmental Pollution*, 157 (5): 1649–1656.
- RAMAMOORTHY S., RAMAMOORTHY S., 1997 – Chlorinated organic compounds in the Environment. Lewis Publishers.
- Raport** o stanie środowiska województwa podlaskiego w latach 2004-2006. Biblioteka Monitoringu Środowiska, 2007, WIOŚ, Białystok.
- Raport** o stanie środowiska województwa podlaskiego w latach 2009-2010. Biblioteka Monitoringu Środowiska, 2011, WIOŚ, Białystok.
- REISS D., RIHM B., THÖNI C., FALLER M., 2004 – Mapping stock at risk and release of zinc and copper in Switzerland – dose response functions for runoff rates derived from corrosion rate data. *Water, Air, & Soil Pollution*, 159: 101–113.
- Rejestr** zabytków województwa podlaskiego. Wojewódzki Konserwator Zabytków w Białymstoku, 2010.
- ROCHER V., AZIMI S., GASPERI J., BEUVIN L., MULLER M., MOILLERON R., CHEBBO G., 2004 – Hydrocarbons and metals in atmospheric deposition and roof runoff in Central Paris. *Water, Air, & Soil Pollution*, 159: 67–86.

- Rozporządzenie** Ministra Środowiska z dnia 16 kwietnia 2002 r. we sprawie rodzajów oraz stężeń substancji, które powodują, że urobek jest zanieczyszczony. Dziennik Ustaw nr 55 poz. 498 z dnia 14 maja 2002 r.
- Rozporządzenie** Ministra Środowiska z dnia 9 września 2002 r. w sprawie standardów jakości gleby oraz standardów jakości ziemi. Dziennik Ustaw nr 165, poz. 1359, z dnia 4 października 2002 r.
- Rozporządzenie** Ministra Środowiska z dnia 24 marca 2003 r. w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących lokalizacji, budowy, eksploatacji i zamknięcia, jakim powinny odpowiadać poszczególne typy składowisk odpadów. Dziennik Ustaw nr 61, poz. 549 z dnia 10 kwietnia 2003 r.
- Rozporządzenie** Ministra Środowiska z dnia 26 lutego 2009 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących lokalizacji, budowy, eksploatacji i zamknięcia, jakim powinny odpowiadać poszczególne typy składowisk odpadów. Dziennik Ustaw nr 39, poz. 320 z dnia 13 marca 2009 r.
- SADOWSKI W., 1991 – Karta rejestracyjna złoża kruszywa naturalnego „Macharce” wraz z uproszczonym projektem zagospodarowania złoża dla potrzeb budownictwa gminnego, miejscowość Macharce, gm. Płaska, woj. suwalskie. 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, & Soil Pollution* 152: 173–194.
- ŠMEJKALOVÁ M., MIKANOVÁ O., BORŮVKA L., 2003 – Effects of heavy metal concentrations on biological activity of soil micro-organisms. *Plant & Soil Environ.*, 49 (7): 321–326.
- SOKOŁOWSKI A., 1996 – Przyroda Województwa Suwalskiego. Nakładem Urzędu Wojewódzkiego w Suwałkach.
- STANISZEWSKA Z., 1967 – Dokumentacja geologiczna złoża piasków kwarcowych do produkcji cegły wapienno-piaskowej „Augustów-Zatartacze”. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- STRZELECKI R., WOŁKOWICZ S., SZEWCZYK J., LEWANDOWSKI P., 1993 – Mapy Radioekologiczne Polski cz. I: Mapa mocy dawki promieniowania gamma w Polsce; Mapa stężenia cezu w Polsce. Skala 1:750 000. Wyd. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- STRZELECKI R., WOŁKOWICZ S., SZEWCZYK J., LEWANDOWSKI P., 1994 – Mapy Radioekologiczne Polski cz. II. Mapa koncentracji uranu, toru i potasu w Polsce. Wyd. Państw. Inst. Geol., Warszawa.

- SZUFLICKI M., MALON A., TYMIŃSKI M. (red.), 2011 – Bilans zasobów kopalin i wód podziemnych w Polsce wg stanu na 31.12.2010 r. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- VINK J., 2009 – The origin of speciation: Trace metal kinetics over natural water/sediment interfaces and the consequences for bioaccumulation. *Environmental Pollution* 157: 519–527.
- WENG H., CHEN X., 2000 – Impact of polluted canal water on adjacent soil and groundwater systems. *Environmental Geology*, 39 (8): 945–950.
- WILDI W., DOMINIK J., LOIZEAU J., THOMAS R. FAVARGER P. HALLER L., PERRAUD A., PEYTREMANN C., 2004 – River, reservoir and lake sediment contamination by heavy metals downstream from urban areas of Switzerland. *Lakes & Reservoirs: Research & Management*, 9 (1): 75–87.