

**PAŃSTWOWY INSTYTUT GEOLOGICZNY
PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY**

OPRACOWANIE ZAMÓWIONE PRZEZ MINISTRA ŚRODOWISKA

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

Arkusz SĘPOPOL (65)



SFINANSOWANO ZE ŚRODKÓW
NARODOWEGO FUNDUSZU
OCHRONY ŚRODOWISKA
I GOSPODARKI WODNEJ



MINISTERSTWO
ŚRODOWISKA

Warszawa 2012

Autorzy: SŁAWOMIR MĄDRY*,
IZABELA BOJAKOWSKA**, PAWEŁ KWECKO**,
HANNA TOMASSI-MORAWIEC**, GRAŻYNA HRYBOWICZ ***

Główny koordynator MGP: MAŁGORZATA SIKORSKA-MAYKOWSKA**

Redaktor regionalny planszy A: BOGUSŁAW BĄK**

Redaktor regionalny planszy B: JOANNA SZYBORSKA-KASZYCKA**

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 (Sławomir Mądry).....	3
II. Charakterystyka geograficzna i gospodarcza (Sławomir Mądry).....	4
III. Budowa geologiczna (Sławomir Mądry).....	6
IV. Złoża kopalin (Sławomir Mądry).....	9
V. Górnictwo i przetwórstwo kopalin (Sławomir Mądry)	9
VI. Perspektywy i prognozy występowania kopalin (Sławomir Mądry)	9
VII. Warunki wodne (Sławomir Mądry)	12
1. Wody powierzchniowe.....	12
2. Wody podziemne.....	12
VIII. Geochemia środowiska.....	15
1. Gleby (<i>Paweł Kwecko</i>).....	15
2. Osady (<i>Hanna Tomassi-Morawiec</i>)	18
3. Pierwiastki promieniotwórcze (<i>Izabela Bojakowska</i>)	21
IX. Składowanie odpadów (<i>Grażyna Hrybowicz</i>).....	24
X. Warunki podłoża budowlanego (<i>Sławomir Mądry</i>)	29
XI. Ochrona przyrody i krajobrazu (<i>Sławomir Mądry</i>).....	30
XII. Zabytki kultury (<i>Sławomir Mądry</i>).....	35
XIII. Podsumowanie (<i>Sławomir Mądry, Grażyna Hrybowicz</i>).....	36
XIV. Literatura	38

I. Wstęp

Arkusz Sępopol Mapy geórodowiskowej Polski w skali 1:50 000 został opracowany w 2011/12 r. 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 geórodowiskowej 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 Sępopol, wraz z materiałami autorskimi (Mądry i in., 2006).

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 geórodowiskowe 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 Olsztynie,

- urzędach powiatowych, miejskich i gminnych,
- nadleśnictwach Lasów Państwowych.

Zebrane informacje uzupełnione zostały zwiadem terenowym przeprowadzonym w sierpniu 2011 roku.

Mapa przygotowana jest w formie cyfrowej jako baza danych Mapy geośrodowiskowej Polski (MGŚP).

II. Charakterystyka geograficzna i gospodarcza

Obszar arkusza Sępopol wyznaczają współrzędne $21^{\circ}00'$ – $21^{\circ}15'$ długości geograficznej wschodniej i $54^{\circ}10'$ – $54^{\circ}20'$ szerokości geograficznej północnej. Jego powierzchnia wynosi około 302 km^2 .

Teren omawianego arkusza położony jest w województwie warmińsko-mazurskim, w granicach administracyjnych dwóch powiatów – bartoszyckiego (gminy: Bartoszyce, Sępopol i Bisztynek) i kętrzyńskiego (gminy Korsze i Barciany). Przez północno-wschodnie jego naroże przebiega granica państwowa z Obwodem Kaliningradzkim Federacji Rosyjskiej.

Zgodnie z podziałem fizycznogeograficznym Polski J. Kondrackiego (2002) obszar arkusza należy w całości do makroregionu Niziny Staropruskiej, mezoregionu Niziny Sępopolskiej (fig. 1).

Rzeźba Równiny Sępopolskiej, która poza granicą państwa przechodzi w równinę nad Pregołą, jest mało urozmaicona. Generalnie powierzchnia terenu na obszarze arkusza jest położona na rzędnych 40–60 m n.p.m. Najwyższe wzniesienia, znajdujące się przy jego południowej granicy, osiągają maksymalnie wysokość 63,8 m n.p.m. i 64,9 m n.p.m. – koło Korszy oraz 67,5 m n.p.m. – na południowy wschód od miejscowości Dłużec Mały (najwyższy punkt na obszarze arkusza). W powierzchnię równiny wcięte są na głębokość około 20 m doliny Łyny, Guberu i Sajny.

Lasy zajmują około 15% powierzchni terenu. Cechuje je bardzo wysoka żyzność, dzięki czemu występuje w nich duża różnorodność gatunków drzew. Dominującym typem siedliskowym są lasy mieszane i bory. Są to głównie siedliska świeże i wilgotne, tworzące często strukturę dwupiętrową, wielogatunkową, z gęstym podszytem. Do najważniejszych gatunków lasotwórczych należą: sosna, świerk i dąb. Duży udział w powierzchni leśnej ma również brzoza, która wyróżnia się na tych terenach dobrą jakością i znaczną ekspansywnością.

Ważnym składnikiem środowiska naturalnego na obszarze arkusza są grunty rolne. Na około 60% ich powierzchni występują gleby chronione wysokich klas bonitacyjnych. Są to głównie gleby brunatne III i IV klasy bonitacyjnej, wykształcone na glinach zwałowych, rza-

dziej na łąkach. W rejonie wsi: Różyna, Romankowo, Proсна, Sątoczno i Parys występują mniej żyzne i bardziej przepuszczalne gleby bielcowe i pseudobielcowe. Chronione są również gleby organiczne – torfowe, rozwinięte na torfowiskach niskich, i murszowe, zajmujące niewielkie powierzchnie głównie w północno-wschodniej części obszaru arkusza.

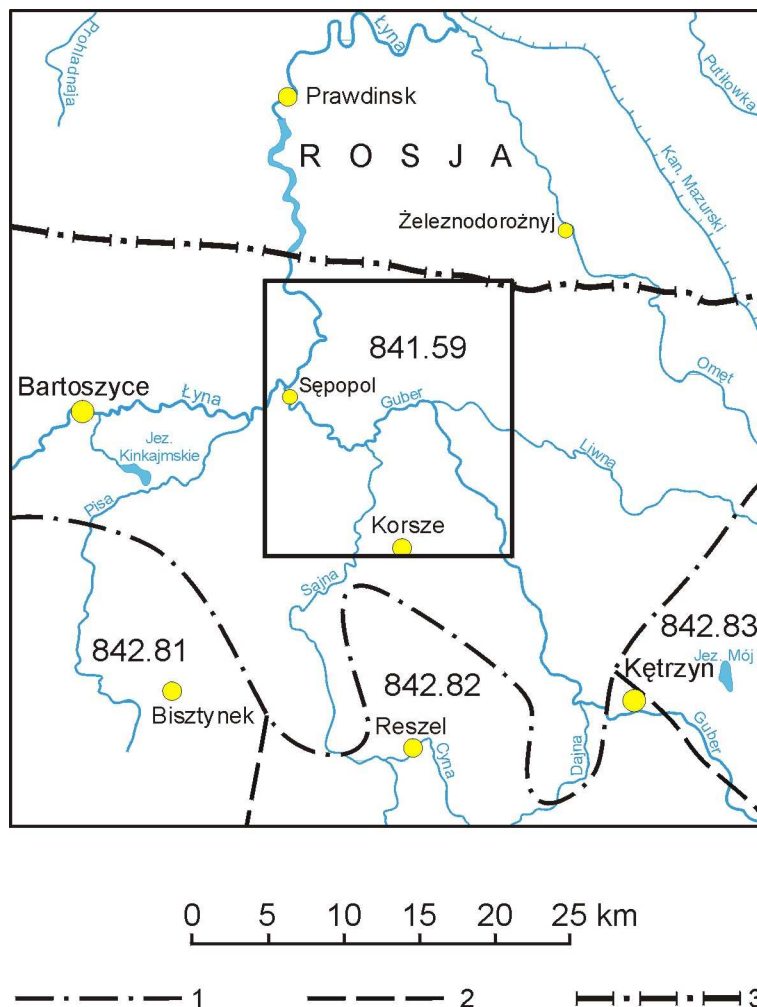


Fig. 1. Położenie arkusza Sępólno na tle jednostek fizycznogeograficznych wg J. Kondrackiego (2002)

1 – granica podprovincji, 2 – granice mezoregionów, 3 – granica państwa

Nizina Staropruska:	841.59 Nizina Sępopska
Pojezierze Mazurskie:	842.81 Pojezierze Olsztyńskie
	842.82 Pojezierze Mrągowskie
	842.83 Kraina Wielkich Jezior Mazurskich

Obszar arkusza znajduje się w północnomazurskim regionie klimatycznym, który charakteryzuje się dużą różnorodnością typów pogody, związaną z przemieszczaniem się frontów atmosferycznych i częstą zmiennością mas powietrza. Średnia temperatura roku wynosi 6,9°C (na podstawie danych z posterunku meteorologicznego w Bartoszycach z lat 1951–1970). Najcieplejszym miesiącem jest lipiec ze średnią temperaturą około 17,9°C, a najzimniejszym lutego o średniej temperaturze –4,0°C. Średnie roczne sumy opadów atmosferycznych kształtują

się na poziomie 580 mm, przy czym największe opady występują latem, a najniższe zimą. Wiatry mają głównie kierunek zachodni, lub zbliżony do zachodniego (Puza i in., 2000).

Sieć osadniczą stanowią niewielkie wsie oraz liczne przysiółki i osiedla znajdujące się przy dawnych państwowych gospodarstwach rolnych (PGR) – wcześniej majątkach ziemskich. Na obszarze arkusza znajdują się dwa ośrodki miejskie – Sępól, którego początki sięgają średniowiecza i Korsze, których rozwój zaczął się dopiero po wybudowaniu pod koniec XIX w. przecinających się tu linii kolejowych. Na omawianym terenie nie ma zakładów przemysłowych. Niespełna 15–20 lat temu przeważająca część terenów uprawnych należała do PGR. Po zostaniu użytki rolne zagospodarowane były przez niewielkie gospodarstwa indywidualne. Po rozpadzie PGR, na przejętych przez Agencję Własności Rolnej Skarbu Państwa areałach utworzyły się odłogi. Obecnie na większości tych terenów, po ich wykupieniu lub wydzierżawieniu, zaczęły powstawać duże gospodarstwa rolne, nastawione na jeden rodzaj produkcji.

Najważniejszym szlakiem komunikacyjnym na obszarze arkusza jest droga wojewódzka nr 590, przebiegająca przez Korsze, a łącząca Reszel z Barcianami. Pozostałe drogi mają charakter lokalny, łącząc poszczególne wsie z ośrodkami gminnymi. W Korszach znajduje się węzeł kolejowy, mający połączenia z Olsztynem i Kętrzynem. Linie kolejowe prowadzące z Korszy do Obwodu Kaliningradzkiego są nieczynne, choć trasa przez Skandawę do Czerniachowska niedawno, do początku lat 90. ubiegłego wieku, była jeszcze wykorzystywana.

III. Budowa geologiczna

Budowę geologiczną obszaru arkusza Sępól przedstawiono według Mapy geologicznej Polski w skali 1:200 000 (Słowański, 1975a,b) i Szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1:50 000 (Lisicki, Nizicka, 2009a,b).

Teren omawianego arkusza położony jest w zachodniej części platformy wschodnioeuropejskiej, w granicach jednostki niższego rzędu, określanej jako obniżenie nadbałtyckie (perybałtyckie).

Na omawianym obszarze podłoże krystaliczne, zbudowane z gabr i granitów prekambriu, znajduje się na głębokości 1 800–2 300 m. Zalegają na nim, leżąc prawie poziomo, utwory pokrywy osadowej (monoklina kętrzyńska). W jej profilu występują osady kambru, ordowiku, syluru, wykształcone w postaci piaskowców, wapieni, mułowców i iłowców, o łącznej miąższości 300–900 m. Brak jest osadów dewonu, karbonu i dolnego permu (luka stratygraficzna). Utwory permu reprezentują zlepieńce i piaskowce umownie zaliczane do czerwonego spągowca, powyżej których zalegają piaskowce, iłowce, margle, dolomity, anhydryty i sole kamienne cechsztynu o miąższości 200–250 m.

Osady mezozoiczne, wśród których występują liczne luki stratygraficzne, znajdują się na całym obszarze arkusza. Profil triasu rozpoczynają mułowce i iłowce pstrego piaskowca (trias dolny). Wyżej występują iłowce retyku (trias górny). Utworów wapienia muszlowego (trias środkowy) na omawianym terenie brak. Utworami jury są piaskowce, mułowce i iłowce jury dolnej i środkowej oraz mułowce, podrzędnie piaskowce i margle jury górnej. Po przerwie w sedymentacji, na przełomie kredy dolnej i górnej osadziły się piaski i piaskowce (alb, cenoman) oraz wapień i margle (turon). Profil osadów kredy kończą margle, wapień, opoki, lokalnie piaskowce (kampan, mastrycht). W stropie występują piaski margliste z glaukonitem (górnym mastrycht – paleocen). Łączna miąższość osadów mezozoiku wynosi około 1000 m.

Paleogen na obszarze arkusza reprezentują piaski, mułki i ropy paleocenu, eocenu i oligocenu o miąższości do kilkudziesięciu metrów. W rejonie Studzienca i Bykowa, na wyniesieniu powierzchni podczwartorzędowej, na głębokości 60–90 m, występują osady neogenu. Są to ciemnoszare mułki i piaski kwarcowe z wkładkami węgla brunatnego, o miąższości około 30 m.

Utwory czwartorzędowe o miąższości 60–260 m pokrywają cały obszar arkusza Sępól (fig. 2), zalegając na osadach paleogenu i neogenu. W profilu czwartorzędu główną rolę odgrywają gliny zwałowe, tworzące miejscami jeden ciągły kompleks od powierzchni terenu do spągu czwartorzędu.

Na omawianym obszarze nie stwierdzono osadów preglacjalnych. Najstarszymi utworami czwartorzędowymi są, zalegające w obniżeniach powierzchni podczwartorzędowej, jeziorno-lodowcowe piaski i mułki piaszczyste, a w stropie mułki i ropy, które powstały przed nasunięciem się lądolodu zlodowacenia najstarszego. Wyżej występują dwa poziomy glin zwałowych tego zlodowacenia (narew 1 i narew 2), rozdzielone piaskami wodnolodowcowymi i przykryte serią ropy i mułków zastoiskowych. Zlodowacenia południowopolskie, reprezentują kolejne trzy poziomy glin zwałowych (nidy, sanu 1 i sanu 2), miejscami ropy i mułki zastoiskowe oraz piaszczysto-żwirowe osady wodnolodowcowe. Do interglacjału mazowieckiego została zaliczona, występująca w dolinie Łyny, seria jeziornych piasków i mułków z humusem. Z okresem zlodowacenia liwca, związany jest kolejny, wyżej leżący, poziom gliny zwałowej wraz z mułkami i piaskami zastoiskowymi w stropie. Do zlodowaceń środkowopolskich zaliczono kolejne 4 poziomy glin zwałowych. Dwa niższe z nich powstały podczas zlodowacenia odry, dwa wyższe podczas zlodowacenia warty. Miejscami rozdzielają je osady wodnolodowcowe – piaski, rzadziej piaski ze żwirami oraz zastoiskowe – mułki i piaski. Osady interglacjału eemskiego, reprezentowane przez rzeczne piaski i mułki z humusem (mady), stwierdzono w rejonie Proсны. Najmłodszymi osadami glacialnymi są dwa poziomy glin zwałowych z okresu zlodowaceń północnopolskich, reprezentujące dwa stadiały

złodowacenia wisły. Towarzyszą im osady zastoiskowe – ropy, mułki i piaski oraz wodnolodcowe – piaski i piaski ze żwirami.

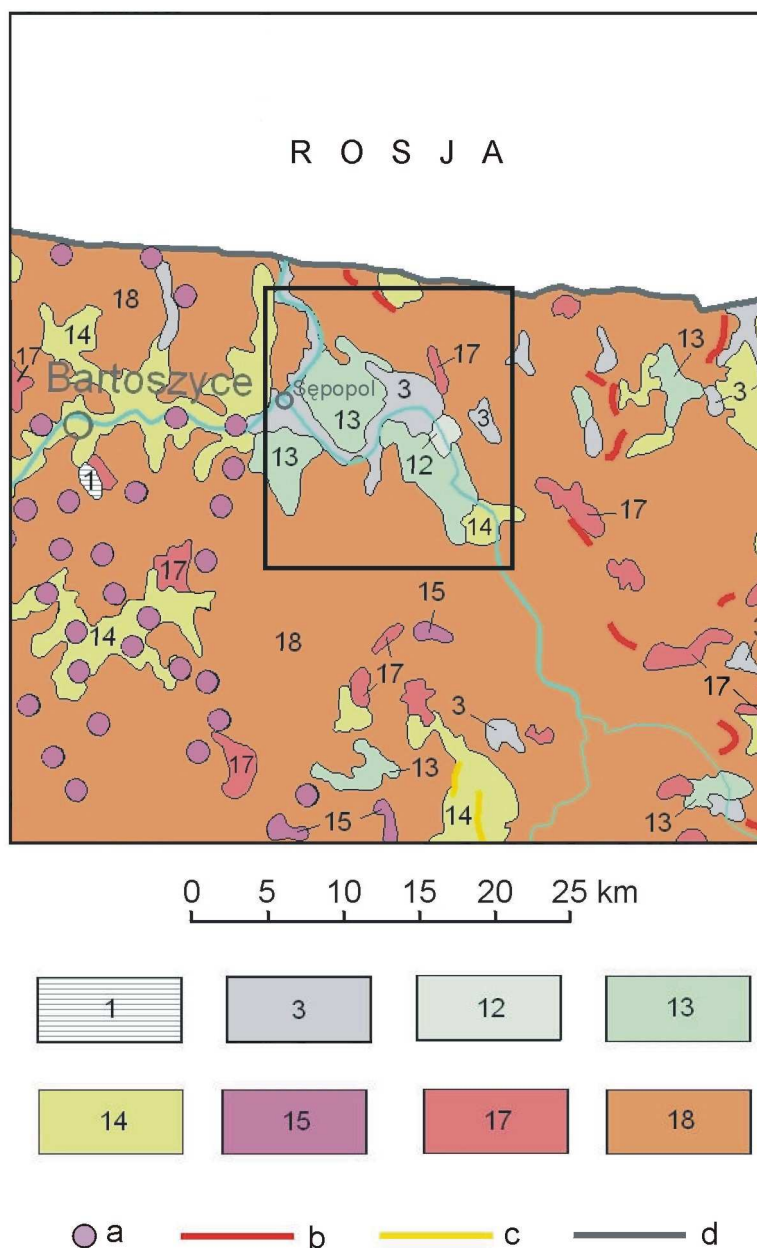


Fig. 2. Położenie arkusza Sepopol na tle Mapy geologicznej Polski w skali 1:500 000 wg L. Marksa, A. Bera, W. Gogołka, K. Piotrowskiej (red.) (2006)

Czwartorzęd; holocen: 1 – piaski, mułki, ropy i gytie jeziorne, 3 – piaski, żwiry, mady rzeczne oraz torfy i namuły; plejstocen; złodowacenia północnopolskie: 12 – ropy, mułki jeziorne, 13 – ropy, mułki i piaski zastoiskowe, 14 – piaski i żwiry sandrowe, 15 – piaski i mułki kemów, 17 – żwiry, piaski, glazy i gliny moren czołowych, 18 – gliny zwałowe, ich zwietrzliny oraz piaski i żwiry lodowcowe. Drobne formy akumulacji lodowcowej: a – kemy, b – moreny czołowe, c – ozy; d – granica państwa.

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

Na powierzchni terenu występują gliny zwałowe stadiału górnego złodowacenia wisły (fig. 2). Podczas deglacjacji lądolodu ostatniego złodowacenia powstały liczne zastoiska wypełnione osadem o różnym składzie litologicznym, od piasków drobnoziarnistych do ropy. Pozostałością po rozpadzie lądolodu są niewielkie kemy, występujące w okolicy Nowego

Dworu Momajńskiego i Drogoszy oraz formy akumulacji szczelinowej koło Garbna i Masunów. Na całym opisywanym terenie powszechnie występują cienkie płyty piasków wodnomorowych, akumulowanych pomiędzy bryłami martwego lodu.

Holocen jest okresem akumulacji piasków w dolinach rzecznych oraz jeziornych piasków, mułków i iłów w kotlinach wytopiskowych. Po zaniku jezior, w ich misach, osadziły się gytie wapienne i torfy.

IV. Złóża kopalin

Aktualnie na obszarze arkusza Sępól brak jest udokumentowanych złóż kopalin mineralnych (Szuflicki i in., red., 2011).

V. Górnictwo i przetwórstwo kopalin

Na obszarze arkusza Sępól nie prowadzi się wydobywania kopalin mineralnych. W dwóch miejscach, w rejonie miejscowości Długa i Garbno, prowadzona jest, przy użyciu koparki, niekoncesjonowana eksploatacja piasku i żwiru. Kruszywo z Garbna wykorzystywane jest do utwardzania dróg lokalnych. Dla obu zlokalizowanych punktów zostały sporządzone karty informacyjne.

VI. Perspektywy i prognozy występowania kopalin

Na obszarze arkusza Sępól istnieją możliwości udokumentowania złóż torfów, kredy jeziornej i piasków ze żwirem.

Największe torfowiska, o powierzchni 169 i 150 ha, występują na wschód od Silgin i na północ Gierkin. Pozostałe, nieprzekraczające 31 ha, skupione są w południowo-zachodniej oraz we wschodniej części obszaru arkusza. Są to przeważnie torfowiska niskie i mieszanotypowe, rzadko przejściowe lub wysokie, o średniej miąższości torfu od 1,6 do 5,9 m i maksymalnej dochodzącej do 7,5 m. Analiza dokumentacji złóż torfów, przeprowadzona zgodnie z kryteriami bilansowości i przy uwzględnieniu wymogów ochrony środowiska, doprowadziła do stwierdzenia, że jedynie 5 niewielkich torfowisk z obszaru arkusza spełnia wymogi stawiane obszarom potencjalnej bazy surowcowej (tabela 1) (Ostrzyżek, Dembek i in., 1996). Są to trzy torfowiska wysokie mszarne (nr III, IV i V), położone koło Wiklewa, jedno mieszanotypowe mechwiskowo-mszarne z rejonu Różyny (nr II) i jedno niskie turzycowiskowo-olesowe z Silgin (nr I). Występujące w nich torfy mogą być wykorzystywane w rolnictwie. Większość torfowisk nie może być uznana za obszary perspektywiczne dla udokumentowania złóż torfu ze względu na położenie na terenach leśnych oraz w sąsiedztwie cieków wodnych

i na obszarach źródłiskowych. Niektóre z nich są terenami użytkowanymi rolniczo, są zmeliorowane i wykorzystywane jako łąki, pastwiska lub pola orne.

Wykorzystując „Mapę węglanowych osadów jeziornych województwa warmińsko-mazurskiego w skali 1:200 000” (Tołkanowicz, Żukowski, 2001) wyznaczonych zostało 5 obszarów perspektywicznych dla udokumentowania złóż gytii wapiennej lub kredy jeziornej. Średnia miąższość osadów węglanowych w rejonie Rożyny (3 obszary) wynosi od 2,7 do 3,5 m, a maksymalna od 4,4 do 5,5 m. W obszarze pomiędzy Silginami i Skandawą wartość ta wynosi średnio 2,3 m i maksymalnie 5,4 m, a w Wiklewie średnio 4,7 m i maksymalnie 7,0 m (Kwaśniewska, 1983). W nadkładzie występują torfy o średniej grubości do 1,5 do 3,0 m, które w przypadku udokumentowania złoża gytii wapiennej lub kredy jeziornej, mogłyby być potraktowane jako kopalina towarzysząca.

Na opisywanym obszarze piaski, piaski ze żwirem i żwiry występują w takich formach morfologicznych jak pokrywy osadów wodnomorenowych, kemy i wały form akumulacji szczelinowej (Lisicki, Nizicka, 2009a,b).

Piaski wodnomorenowe są najczęściej zapyłone, dość często zawierają przewarstwienia piasków gliniastych i glin. Nie stwarzają perspektyw dla udokumentowania złóż kruszywa piaszczysto-żwirowego.

Tabela 1

Wykaz obszarów prognostycznych

Nr obszaru na mapie	Powierzchnia (ha)	Rodzaj kopaliny	Wiek kompl. litolog.-surow.	Parametry jakościowe	Średnia grubość nadkładu (m)	Średnia grubość kompl. litolog.-surow. (m)	Zasoby w kat. D ₁ (tys. m ³)	Zastosowanie kopaliny
1	2	3	4	5	6	7	8	9
I	3,5	t	Q	popielność 11,6 % rozkład 44 %	0,0	3,8	133	Sr
II	2,5	t	Q	popielność 4,9 % rozkład 20 %	0,0	3,7	92	Sr
III	2,5	t	Q	popielność 3,8 % rozkład 25 %	0,0	2,5	117	Sr
IV	2,2	t	Q	popielność 6,3 % rozkład 32 %	0,0	5,9	133	Sr
V	4,5	t	Q	popielność 9,8 % rozkład 44 %	0,0	3,0	127	Sr

Rubryka 3: t – torfy

Rubryka 4: Q – czwartorzęd

Rubryka 9: kopaliny: Sr – rolnicze

Większość występujących na obszarze arkusza kemów zbudowana jest głównie z piasków bardzo drobnoziarnistych, piasków pyłowatych i mułków piaszczystych. Kemy pokryte

są warstwą gliny spływowej, która na wierzchołkach tych form morfologicznych tworzy gliniastą „czapę”. Z powyższych względów z kamami nie można wiązać perspektyw udokumentowania złóż kruszywa piaszczysto-żwirowego.

Według Szczegółowej mapy geologicznej Polski (Lisicki, Nizicka, 2009b) formy akumulacji szczelinowej do głębokości kilkunastu metrów zbudowane są z piasków drobno- i bardzo drobnoziarnistych. Jednak z niektórymi częściami tych form morfologicznych można wiązać perspektywy surowcowe dla piasków i żwirów. W rejonie Garbna, na podstawie zlokalizowanego w czasie wizji terenowej punktu eksploatacji, został wyznaczony, w obrębie formy akumulacji szczelinowej, obszar perspektywiczny dla udokumentowania złoża kruszywa piaszczysto-żwirowego. W ścianie zinwentaryzowanego wyrobiska widoczna jest 7 m miąższości seria pospółek i warstwowanych piasków. Nadkład stanowi 0,5–1,0 m warstwa gliny i piasków gliniastych, możliwa do usunięcia w razie podjęcia eksploatacji. O występowaniu w wyznaczonym obszarze piasków i żwirów, świadczyć mogą również liczne zagłębienia poeksploatacyjne, zaznaczone na mapach topograficznych.

W dwóch rejonach w południowo-wschodniej części obszaru arkusza prowadzone były prace poszukiwawcze w celu udokumentowania złóż ilów ceramiki budowlanej. Rozpoznanie w obu przypadkach dało wynik negatywny. Iły i mułki w rejonie Modgarbów (miejscowość na arkuszu Barciany) są znacznie zanieczyszczone żwirem i otoczkami, ponadto zawierają margiel ziarnisty i pylasty (Domańska, 1961). Iły z rejonu miejscowości Parys były badane laboratoryjnie. Stwierdzono w nich dużą ilość marglu ziarnistego, średnio w poszczególnych otworach od 0,5 do 2,9%, która dyskwalifikuje je jako surowiec ceramiczny, nienadający się nawet do produkcji wyrobów grubościennych (Marciniak, 1970).

Na omawianym obszarze w osadach cechsztynu (perm górny) występują sole kamienne (Kozłowski, red., 1978), jednak m.in. ze względu na dużą głębokość zalegania (ponad 1200 m) nie spełniają kryteriów bilansowości.

Z osadami czerwonego spągowca (perm dolny) związane są perspektywy udokumentowania złóż gazu ziemnego (Żołnierczuk i in., 1990). Szczegółowa lokalizacja potencjalnych złóż węglowodorów, w ramach niniejszego opracowania, nie jest możliwa.

Cały obszar arkusza jest obszarem potencjalnym występowania niekonwencjonalnych złóż gazu łupkowego w utworach dolnego paleozoiku, których strop zalega na głębokości około 1 500 m. Koncesję na poszukiwanie gazu łupkowego posiada firma Silurian Energy Services.

VII. Warunki wodne

1. Wody powierzchniowe

Obszar arkusza Sępapol należy do dorzecza Łyny, lewostronnego dopływu Pregoty. W Sępopolu do Łyny wpada Guber druga największa rzeka omawianego terenu. Między Kreliejmami a Lwowcem do Gubra uchodzi Liwna oraz płynący z północy niewielki ciek Mamłak, a pod Sątocznem Sajna. Przez południowo-zachodnią część obszaru arkusza przepływa Bajdycka Młynówka dopływ Pisy, która pod Sępopolem wpada do Łyny (arkusz Bartoszyce). Zlewnie rzek: Guber, Liwna, Bajdycka Młynówka i Mamłak charakteryzują się występowaniem bardzo gęstej sieci cieków i rowów melioracyjnych oraz licznymi podmokłościami. Jedynymi naturalnymi zbiornikami wodnymi są oczka wodne, zlokalizowane głównie w rejonach miejscowości: Pasławki, Dłużec Mały, Korsze, Parys i Kolwiny.

W 2009 r. na obszarze arkusza Sępapol, w punkcie pomiarowo-kontrolnym na Łynie w Stopkach, prowadzone były badania stanu jednolitych części wód powierzchniowych (Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 20.08.2008 r., DzU nr 162, poz. 1008). Stan wód Łyny był tu zły. Na wynik klasyfikacji wpływ miała wysoka koncentracja związków organicznych i azotowych.

2. Wody podziemne

Według podziału regionalnego Polski zwykłych wód podziemnych obszar arkusza Sępapol położony jest w regionie mazowiecko-mazursko-podlaskim (II), w subregionie nadmorskim (II₁) i znajduje się w granicach jednolitej części wód podziemnych nr 20 (zlewnia Łyny), należącej do regionu Narwi, Pregoty i Niemna (Paczyński, Sadurski, red., 2007).

Warunki hydrogeologiczne przedstawiono na podstawie Mapy hydrogeologicznej Polski w skali 1:50 000 (Grzegorzewska, Sideł, 2004). Na omawianym terenie wody podziemne o znaczeniu użytkowym, związane są z utworami czwartorzędowymi i paleogeńskimi.

W obrębie piętra czwartorzędowego wykształcone są generalnie trzy nieciągłe, występujące na różnych głębokościach, międzymorenowe poziomy wodonośne, rozdzielone iłami, mułami i miąższymi pokładami glin zwałowych.

Pierwszy związany jest z piaszczystymi i piaszczysto-żwirowymi osadami zlodowacenia wisły. Strop utworów wodonośnych zalega na głębokości około 15 m, a ich miąższość wynosi od 5 do 14 m. Studnie wiercone ujmujące ten poziom osiągają wydajności od 7 do 31 m³/h, przy depresjach od 4 do 11 m. Zwierciadło wody ma charakter naporowy, w niektórych miejscach występują samowypływy. Poziom ten jest zasilany bezpośrednio z opadów atmosferycznych.

Drugi poziom czwartorzędowy stanowią drobno- i średnioziarniste piaski, miejscami pylaste, z domieszką żwirów, reprezentujące osady rzeczne interglacjału mazowieckiego oraz wodnolodowcowe zlodowaceń nidy i sanu. Zalegają one na głębokościach od 35 do 75 m. Miąższość utworów wodonośnych wynosi od 5 do 35 m. Studnie wiercone osiągają wydajności od 5 do 70 m³/h, przy depresjach od 7,5 do 45 m. Zwierciadło wody ma charakter naporowy, tak jak w przypadku poziomu pierwszego spotykane są również samowypływy.

Trzeci międzymorenowy poziom wodonośny, związany jest z drobnoziarnistymi piaskami, często z domieszką żwirów, które osadziły się w czasie interglacjału augustowskiego i zlodowacenia narwi. Występuje on na znacznych głębokościach od 85 do 110 m, a jego miąższość waha się od 25 do ponad 60 m. Studnie wiercone osiągają wydajności od 10 do 200 m³/h, przy depresjach od 2 do 37 m. Zwierciadło wody jest napięte tak, że na całym obszarze arkusza występują samowypływy.

Osady paleogeńskie i neogeńskie znajdują się w łączności hydraulicznej, tworząc jedno piętro wodonośne. Występują one na całym omawianym terenie, z wyjątkiem głębokich rozcięć erozyjnych, gdzie zostały całkowicie wyerodowane. Skałami zbiornikowymi są utwory oligocenu i miocenu, wykształcone jako drobnoziarniste piaski z przewarstwieniami żwirów, zalegające na głębokościach od 80 do 120 m. Studnie wiercone osiągają wydajności od 11 do 110 m³/h, przy depresjach od 6,5 do 28 m. Zwierciadło wody jest napięte – subarteryjskie, lokalnie występują samowypływy. Zasilanie paleogeńskiego poziomu wodonośnego następuje na drodze przesączania wód z utworów czwartorzędowych lub bezpośrednio na kontaktach z czwartorzędowymi poziomami wodonośnymi w obrębie kopalnych dolin erozyjnych.

Wody poziomów czwartorzędowych nie wykazują znaczących różnic jakościowych. Charakteryzują się odczynem słabo zasadowym (pH 7,0–8,2; śr 7,4). Twardość ogólna mieści się w granicach od 150 do 440, śr. 346 mg CaCO₃/dm³. Najczęściej są to wody twarde. Zawartość chlorków (3,5–78,6; śr. 23,3 mg Cl/dm³), siarczanów (do 4; śr. 0,8 mg SO₄/dm³), azotynów (do 0,060 /dm³) i azotanów (do 0,7 mg N/dm³) kształtuje się poniżej wartości dopuszczalnych dla wód pitnych zawartych w Rozporządzeniu Ministra Zdrowia z dnia 29 marca 2007 r. (DzU nr 61, poz. 417). W wodzie z ujęcia miejskiego w Sępopolu notowano przekroczenia dopuszczalnej ilości amoniaku (do 1,90; śr. 0,88 mg N/dm³). Prawie na całym obszarze arkusza, z wyjątkiem okolic Wągników i Kolwinów, obserwuje się wysoką zawartość związków żelaza (do 6,0; śr. 3,2 mg Fe/dm³) i manganu (do 0,25; śr. 0,10 mg Mn/dm³).

Wody piętra paleogeńskiego-neogeńskiego charakteryzują się odczynem słabo zasadowym (pH 7,2–7,6; śr. 7,4). Twardość ogólna mieści się w granicach od 240 do 384, średnio 305 mg CaCO₃/dm³. Najczęściej są to wody twarde. Zawartość ważniejszych składników chemicznych przedstawia się następująco: chlorki od 10 do 190, śr. 45 mg Cl/dm³, siarczany do 8,4; śr. 2,5 mg SO₄/dm³, azotyny od 0,001 do 0,016 N/dm³ i azotany do 2,5 mg N/dm³. Wody w utworach paleogeńskich mają podwyższone stężenia żelaza (0,7–10,0; śr. 3,6 mg Fe/dm³) i manganu (0,09–1,0; śr. 0,25 mg Mn/dm³), kształtujące się powyżej wartości dopuszczalnych dla wód pitnych zawartych w Rozporządzeniu Ministra Zdrowia z dnia 29 marca 2007 r. (DzU nr 61, poz. 417).

Wysoka zawartość żelaza i manganu, a miejscami także azotu amonowego (ujęcie w Sępopolu) powoduje, że wody podziemne prawie zawsze wymagają uzdatniania. Na obszarze pomiędzy Masunami, Miedną, Romankowem i Dzietrychowem wody podziemne najniższego poziomu czwartorzędowego oraz piętra paleogeńskiego (brak tu neogenu) są zasolone, zawierają ponad 250 mg Cl/dm³. Wysoka zawartość chlorków jest wynikiem ascenzji wód z głębiej położonych utworów kredy. Wody o tak dużej zawartości chlorków zaliczane są do wód wymagających skomplikowanego procesu uzdatniania z zastosowaniem procesów odwróconej osmozy, czyli do wód, których uzdatnianie do celów pitnych jest aktualnie nieopłacalne. Obszar, gdzie występują takie wody, przy braku innych poziomów wodonośnych, uznano na Mapie hydrogeologicznej Polski w skali 1:50 000 (Grzegorzewska, Sideł, 2004) za pozbawiony użytkowego poziomu wodonośnego.

Południowo-zachodnia i centralna część obszaru arkusza znajduje się w granicach głównego zbiornika wód podziemnych nr 205 (kredowo-trzeciorzędowego) – Subzbiornik Warmia (Kleczkowski, red., 1990), który dotychczas nie został jeszcze udokumentowany (fig. 3).

Na obszarze arkusza, od głębokości około 300 m począwszy od spągowej części utworów kredy górnej, występują wody zmineralizowane, typu Cl-Na. Najbardziej wydajnym poziomem, z którego można by ujmować wody o mineralizacji 20–50 g/dm³, są piaskowce dolnego triasu (Kozłowski, red, 1978), zalegające na głębokości około 800 m.

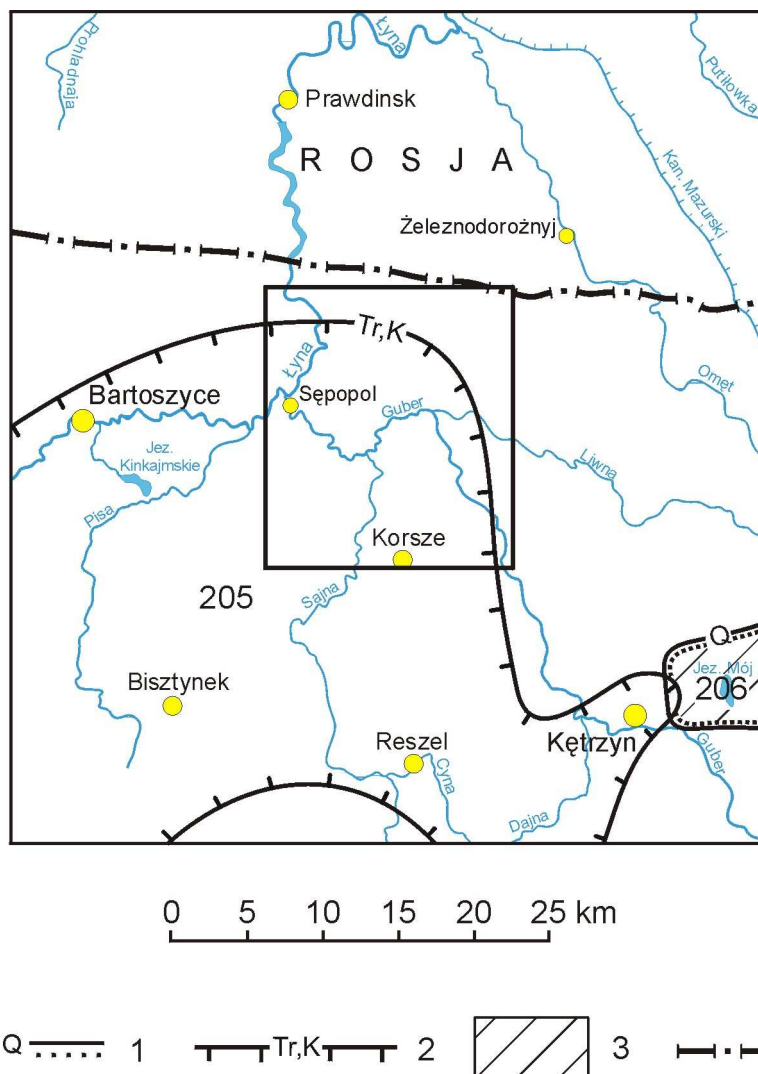


Fig. 3. Położenie arkusza Sępólno na tle obszarów głównych zbiorników wód podziemnych (GZWP) w Polsce wymagających szczególnej ochrony wg A. S. Kleczkowskiego (red.) (1990)

Granica GZWP: 1 – w ośrodku porowym, 2 – w ośrodku szczelinowo-porowym, 3 – obszar wysokiej ochrony GZWP (OWO). Numer i nazwa GZWP, wiek utworów wodonośnych: 205 – Subzbiornik Warmia, trzeciorzęd i kreda (Tr,K), 206 – Zbiornik Kętrzyn, czwartorzęd (Q); 4 – granica państwa.

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 65 – Sępólno, umieszczono w tabeli 2. W celu porównania tabelę uzupełniono danymi o przeciętnej zawartości (median) pierwiastków w glebach terenów niezabudowanych Polski (najmniej zanieczyszczonych w kraju).

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 65 – Sępól	Wartość przeciętnych (median) w glebach na arkuszu 65 – Sępól	Wartość przeciętnych (median) w glebach obszarów niezabudowanych Polski ⁴⁾
				N=6	N=6	N=6522
	Grupa A ¹⁾	Grupa B ²⁾	Grupa C ³⁾	Fracja ziarnowa <1 mm Mineralizacja HCl (1:4)		
		Głębokość (m p.p.t.)		Głębokość (m p.p.t.)		
			0-0,3	0-2,0	0-0,2	
As Arsen	20	20	60	<5-6	<5	<5
Ba Bar	200	200	1000	16-70	34	27
Cr Chrom	50	150	500	2-16	7	4
Zn Cynk	100	300	1000	19-58	28	29
Cd Kadm	1	4	15	<0,5	<0,5	<0,5
Co Kobalt	20	20	200	<1-7	3	2
Cu Miedź	30	150	600	2-14	5	4
Ni Nikiel	35	100	300	2-18	6	3
Pb Ołów	50	100	600	6-14	9	12
Hg Rtuć	0,5	2	30	<0,05-0,06	<0,05	<0,05
Ilość badanych próbek gleb z arkusza 65 – Sępól w poszczególnych grupach użytkowania				¹⁾ 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			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,		
Zn Cynk	6			³⁾ grupa C – tereny przemysłowe, użytki kopalne, tereny komunikacyjne,		
Cd Kadm	6			⁴⁾ 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 65 – Sępól do poszczególnych grup użytkowania (ilość próbek)						
	6					

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 2).

Przeciętne zawartości: arsenu, cynku, kadmu, ołowiu i rtęci w badanych glebach arkusza są na ogół niższe lub równe w stosunku do wartości przeciętnych (median) w glebach obszarów niezabudowanych Polski. Wyższe wartości median wykazują: bar, chrom, kobalt, miedź oraz nikiel; 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

W warunkach naturalnych osady gromadzące się na dnie rzek i jezior powstają w wyniku akumulacji materiału, pochodzącego z erozji i wietrzenia skał na obszarze zlewni (m.in. ziaren kwarcu, skaleni, minerałów węglanowych, minerałów ilastych) 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) a także 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 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 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 zanieczyszczonych osadów na tarasy zalewowe powoduje wzrost stężenia metali ciężkich i trwałych zanieczyszczeń 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 bifenylami (PCB) oceniono na podstawie kryteriów zawartych w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 16 kwietnia 2002 r. w 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 – 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).

Tabela 3

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., INGERSOLL C., BERGER T., 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, inde-
no[1,2,3-cd]pirenu, benzo[ghi]perylenu)

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, kadmu, ołowiu, miedzi, niklu i cynku oznaczono metodą atomowej spektrometrii emisyjnej ze wzbudzeniem plazmowym (ICP-OES), z roztworów uzyskanych po roztworzeniu 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.

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 jest jeden punkt obserwacyjny Państwowego Monitoringu Środowiska (PMS) na rzece Łynie w Sępopolu, z którego próbki do badań pobierane są co trzy lata. Osady Łyny charakteryzują się bardzo niskimi zawartościami potencjalnie szkodli-

wych pierwiastków porównywalnymi z wartościami ich tła geochemicznego (tabela 4). 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.

Tabela 4

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

Parametr	Łyna – Sępopol
Arsen (As)	<5
Chrom (Cr)	5
Cynk (Zn)	11
Kadm (Cd)	<0,5
Miedź (Cu)	1
Nikiel (Ni)	1
Ołów (Pb)	3
Rtęć (Hg)	0,004
WWA ₁₁ WWA*	n.o.
WWA ₇ WWA**	n.o.
PCB***	n.o.

* – 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, inde-no[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 poczarabył-skiego 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 km, 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 pomia-

ru 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

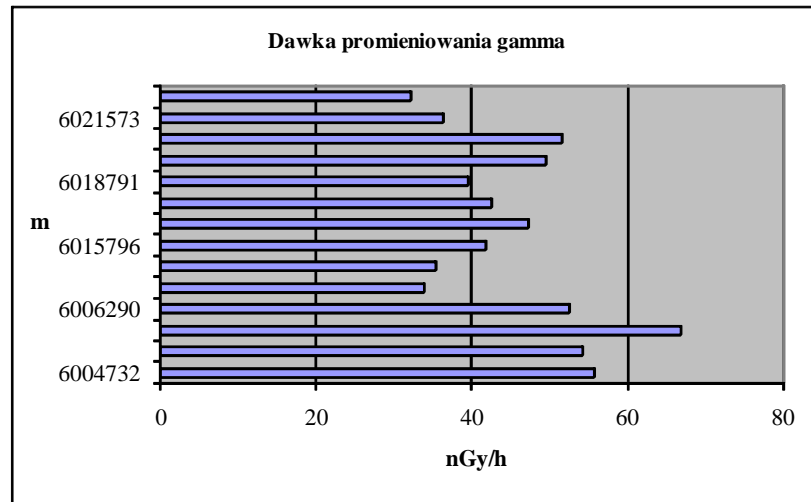
Wartości dawki promieniowania gamma wzdłuż profilu zachodniego wahają się w przedziale od około 28 do około 67 nGy/h. Przeciętnie wartość ta wynosi ok. 43 nGy/h i jest wyższa od średniej dla obszaru Polski wynoszącej 34,2 nGy/h. Wzdłuż profilu wschodniego wartości promieniowania gamma zmieniają się od około 31 do około 78 nGy/h i przeciętnie wynoszą około 50 nGy/h.

W obydwu profilach pomiarowych najwyższymi dawkami promieniowania gamma (40–78 nGy/h) cechują się gliny zwałowe zlodowacenia północnopolskiego. Niższe zarejestrowane dawki promieniowania (<40 nGy/h) są związane z utworami wodnolodowcowymi (piaski i żwiry) lub z utworami jeziornymi (mułki i piaski) z tego samego okresu zlodowacenia oraz z holocenijskimi namułami.

Zarejestrowane stężenia radionuklidów poczarabylskiego cezu wzdłuż obu profili pomiarowych są bardzo niskie, charakterystyczne dla obszarów bardzo słabo zanieczyszczonych. Wzdłuż profilu zachodniego wynoszą od 2,4 do 8,9 kBq/m², a wzdłuż profilu wschodniego wahają się od 1,7 do 6,1 kBq/m².

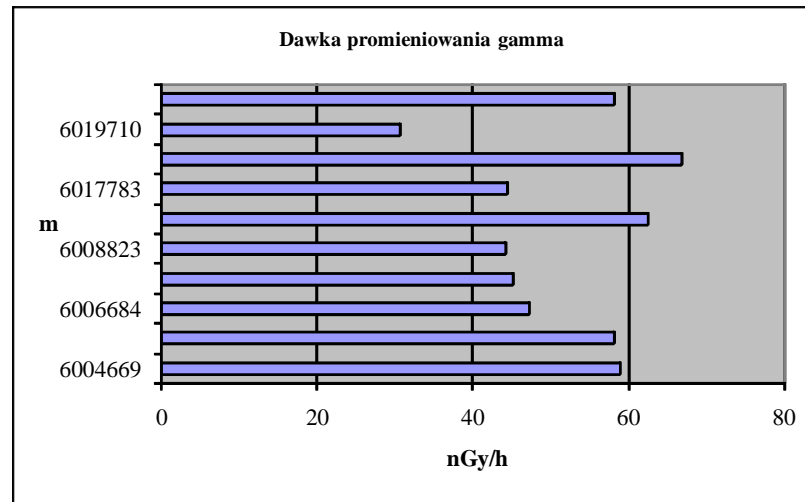
65 W

PROFIL ZACHODNI



65 E

PROFIL WSCHODNI



23

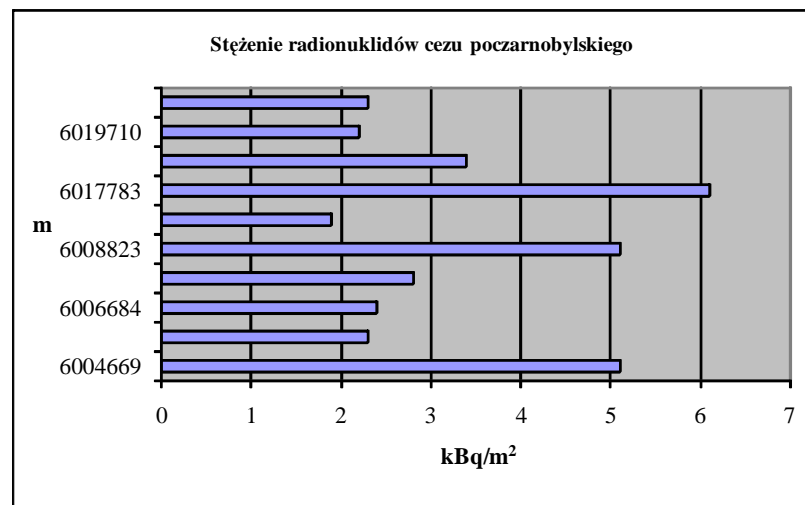
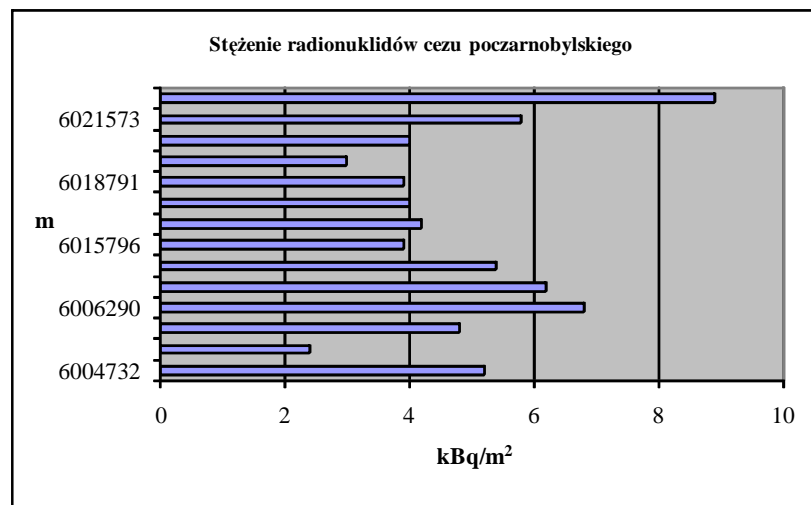


Fig. 4. Zanieczyszczenie gleb pierwiastkami promieniotwórczymi na obszarze arkusza Sępól (na osi rzędnych – opis siatki kilometrowej arkusza)

IX. Składowanie odpadów

Zasady wydzielenia potencjalnych obszarów lokalizacji składowisk odpadów

Przy określaniu obszarów predysponowanych do lokalizowania składowisk uwzględnia się zasady i wskazania zawarte w Ustawie o odpadach z dnia 27 kwietnia 2001 r. (tekst jednolity z 2010 r. – DzU nr 185, poz. 1243, z późn. zmianami) oraz w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 24 marca 2003 r. w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących lokalizacji, budowy, eksploatacji i zamknięcia, jakim powinny odpowiadać poszczególne typy składowisk odpadów (DzU nr 61, poz. 549) i Rozporządzeniu 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 (DzU nr 39, poz. 320). Z uwagi na skalę i specyfikę opracowania kartograficznego w nielicznych przypadkach przyjęto zmodyfikowane rozwiązania w stosunku do wymienionych aktów prawnych, umożliwiające późniejszą weryfikację i uszczegółowienie rozpoznania na etapie projektowania składowisk.

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

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

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

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

Na mapie, w nawiązaniu do powyższych kryteriów, wyznaczono:

- obszary o bezwzględnym zakazie lokalizowania składowisk odpadów,
- obszary o warunkach izolacyjnych spełniających przyjęte kryteria dla określonego typu składowisk odpadów,

- obszary możliwej lokalizacji składowisk odpadów nieposiadające naturalnej warstwy izolacyjnej.

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

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

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

Wymagania dotyczące naturalnych cech izolacyjnych podłoża i ścian bocznych potencjalnych składowisk są uzależnione od typu składowanych odpadów (tabela 5).

Tabela 5

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 5),
- zmiennych właściwości izolacyjnych podłoża (warstwa izolacyjna znajduje się pod przykryciem osadami piaszczystymi o miąższości do 2,5 m, miąższość lub jednorodność warstwy izolacyjnej jest zmienna).

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

Tło dla przedstawianych na Planszy B informacji stanowi stopień zagrożenia głównego użytkowego poziomu wodonośnego przeniesiony z arkusza Sępopol Mapy hydrogeologicznej Polski w skali 1:50 000 (Grzegorzewska, Sidel, 2004). 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 Sępopol bezwzględny wyłączeniu z możliwości składowania odpadów podlegają:

- obszary objęte ochroną prawną w Europejskiej Sieci Ekologicznej Natura 2000 „Ostoja Warmińska” PLB 280015 (ochrona ptaków), „Torfowiska źródłiskowe koło Łabędzka” PLH 280047 (ochrona siedlisk),
- zabudowa Sępopola i Korszy będących siedzibami urzędów miasta i gminy,
- lasy o powierzchni powyżej 100 hektarów,
- tereny bagienne, podmokłe, łąki wykształcone na glebach pochodzenia organicznego,
- powierzchnie erozyjnych i akumulacyjnych tarasów holoceniowych w obrębie dolin rzek: Łyny, Sajny, Bajdyckiej Młynówki, Gubra, Runii, Liwnej, Sotki, Mamłaka i pozostałych cieków,
- strefy (do 250 m) wokół akwenów,
- obszary zagrożone ruchami masowymi – wzdłuż doliny rzeki Łyny (od Miedna do terenów przy północnej ramce mapy).

Tereny bezwzględnie wyłączone z możliwości składowania odpadów zajmują około 75% powierzchni analizowanego terenu.

Charakterystyka i ograniczenia warunkowe obszarów spełniających wymagania dla składowania odpadów obojętnych

Ze względu na wymagania dotyczące naturalnych cech izolacyjnych podłoża i ścian bocznych potencjalnych składowisk odpadów analizowano obszary, gdzie bezpośrednio na

powierzchni występują grunty spoiste spełniające kryteria przepuszczalności (tabela 5) lub grunty spoiste, których strop znajduje się nie głębiej niż 2,5 m p.p.t.

Powierzchnię wysoczyzny budują gliny zwałowe stadiału górnego zlodowacenia wisły. W ich obrębie wytypowano obszary rekomendowane do składowania odpadów obojętnych. Są to gliny piaszczysto-ilaste, wapniste. Opisano je na podstawie prób z otworu wykonanego w rejonie Studzieńca jako gliny silnie ilaste, wapniste, do głębokości 1,7 m brązowe, niżej piaszczysto-ilaste o szarej barwie. Ich miąższość wynosi tu 3,7 m, partie stropowe są silnie zwietrzałe. Według danych zawartych w przekrojach hydrogeologicznych i geologicznych gliny stadiału górnego mogą tworzyć wspólne pakiety z glinami stadiału środkowego zlodowacenia wisły, lokalnie z glinami zlodowacenia warty. W rejonie Studzieńca ich wspólna miąższość może dochodzić do 65–80 m (Lisicki, Nizicka, 2009b).

W miejscach, w których gliny zwałowe występują pod niewielkim (do 2 m) nadkładem piasków, żwirów i glin wodnomorenowych warunki izolacyjne określono na mniej korzystne. Budowa składowisk odpadów będzie się wiązać z koniecznością zdjęcia przepuszczalnego nadkładu. Są to najczęściej zapyłone piaski drobnoziarniste, miejscami średnioziarniste, sporadycznie z domieszką drobnookruchowych żwirów, dość często z przewarstwieniami piasków gliniastych i glin sphywowych.

Obszary rekomendowane do bezpośredniego składowania odpadów obojętnych wskazano na terenie gmin: Bartoszyce, Sępopol, Barciany, Korsze oraz w granicach administracyjnych miasta Korsze, na jego niezabudowanych peryferiach.

Wytypowane obszary mają duże powierzchnie o charakterze przeważnie równinnym i są położone przy licznych drogach dojazdowych. Umożliwia to lokalizację obiektów w dogodnej odległości od zabudowy miejscowości. Należy zaznaczyć konieczność rozpoznania geologicznego i hydrogeologicznego terenu ewentualnej inwestycji.

Ograniczeniami warunkowymi budowy składowisk odpadów w wyznaczonych granicach są:

b – zabudowa miasta Korsze

p – położenie w granicach Obszaru Chronionego Krajobrazu Doliny rzeki Guber.

Nie mają one charakteru bezwzględnych zakazów. Powinny być jednak rozpatrywane indywidualnie w ocenie oddziaływania na środowisko potencjalnego składowiska, a w dalszej procedurze w ustaleniach z odpowiednimi służbami: nadzoru budowlanego, gospodarki wodnej, ochrony przyrody, konserwatora zabytków oraz administracji geologicznej.

Charakterystyka i ograniczenia warunkowe obszarów spełniających kryteria dla składowania odpadów innych niż obojętne i innych niż niebezpieczne i obojętne (komunalne)

Obszar rekomendowany do składowania odpadów komunalnych wskazano w rejonie Pasławek w gminie Sępól. Na powierzchni terenu występują tu mułki i ropy zastoiskowe. W profilach odwierconych otworów stwierdzono ropy o miąższości 11,5 m, podścielone 4 m warstwą glin i pakiet glin zwałowych o miąższości 3,5 m i 18 m, przewarstwionych ropy o miąższości 8 m. Ze względu na możliwość niejednorodnego wykształcenia litologicznego osadów ich własności izolacyjne mogą być zmienne (mniej korzystne).

Pod tym kątem można również dodatkowo rozpoznać bezpośrednio sąsiedztwo otworu wykonanego w rejonie miejscowości Glowbity w gminie Korsze, gdzie 73 m pakiet gliniasto-ropasty (3–13 m ropy, 13–53 m gliny, 53–57 m ropy, 57–75 m gliny) oraz otworu wykonanego w odległości 1 250 m na północny zachód od miejscowości Parys, w profilu którego występują gliny o 51 m miąższości i rejon Studzieńca, gdzie można spodziewać się glin o miąższości rzędu 80 m (dane z przekrojów geologicznego i hydrogeologicznego).

Na mapie wskazano również obszary możliwej lokalizacji składowisk odpadów pozbawione naturalnej izolacji. Na powierzchni terenu występują przepuszczalne osady czwartorzędowe, a budowa obiektów wymaga dodatkowego uszczelnienia podłoża przesłoną mineralną lub syntetyczną.

1 kwietnia 2004 r. zamknięto składowisko odpadów komunalnych w miejscowości Długa. Dokumentacja rekultywacyjna jest w trakcie opracowania. Obiekt zlokalizowany jest w granicach obszaru Natura 2000 „Ostoja Warmińska”. Składowisko urządzone było w nieczynnej piaskowni, nie miało zabezpieczonego podłoża. W Różynie znajdował się mogilnik z przeterminowanymi środkami ochrony roślin.

Ocena najbardziej korzystnych warunków geologicznych i hydrogeologicznych

Według dostępnych danych najbardziej korzystne warunki geologiczne, rozpatrywane pod kątem bezpośredniego składowania odpadów występują w rejonie Pasławek, gdzie na powierzchni terenu występują ropy i mułki zastoiskowe. W wykonanych tu otworach wiertniczych stwierdzono występowanie pakietów gliniasto-ropastych o miąższościach rzędu 12–16 m. W rejonie miejscowości Glowbity stwierdzono występowanie pakietu gliniasto-ropastego o miąższości 73 m, w Parysie glin o 51 metrowej miąższości, w Studzieńcu gliny mogą mieć miąższości około 65–80 m.

Przy planowaniu miejsca lokalizacji inwestycji potencjalnie uciążliwych dla środowiska obszary wskazane w rejonach tych miejscowości można rozpoznać w pierwszej kolejności.

Warunki hydrogeologiczne rozpatrywane pod kątem składowania odpadów również są korzystne. Wymienione obszary znajdują się na terenach o bardzo niskim i niskim stopniu zagrożenia wód głównych użytkowych poziomów wodonośnych występujących na głębokości 15–50 m i 50–100 m, podrzędnie 100–150 m.

Bardzo niski stopień zagrożenia obejmuje obszary z wysoką odpornością poziomu głównego izolowanego warstwą osadów słabo przepuszczalnych o miąższości powyżej 50 m, niski stopień mają tereny o średniej odporności poziomu głównego izolowanego warstwą glin i ilów o miąższości 15–50 m.

Charakterystyka wyrobisk poeksploatacyjnych

W granicach obszarów możliwej lokalizacji składowisk odpadów nie ma wyrobisk poeksploatacyjnych, które można rekomendować do przeznaczenia na tego typu obiekty.

X. Warunki podłoża budowlanego

Warunki podłoża budowlanego na obszarze arkusza Sępopol opracowano na podstawie mapy topograficznej w skali 1:10 000, Szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1:50 000 (Lisicki, Nizicka, 2009a) oraz obserwacji terenowych. Wykorzystano również pomiary głębokości zwierciadła wody w studniach kopanych z czerwca 2003 roku (Grzegorzewska, Sideł, 2004). Z analizy wyłączono obszary: lasów, zieleni urządzonej i gleb chronionych, zwartą zabudowę miejską Korszy oraz strefę zabytkowego układu urbanistycznego Sępopola.

Obszary, dla których oceniono geologiczno-inżynierskie warunki podłoża budowlanego stanowią około 35% 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 rejonny korzystne i niekorzystne (utrudniające) dla budownictwa.

Tereny o korzystnych warunkach budowlanych związane są z morfologicznie wyżej położonymi obszarami, na których występują utwory zlodowaceń północnopolskich, reprezentowane przez nieskonsolidowane lub małoskonsolidowane gliny zwałowe i osady zastoiskowe (iły, mułki i mułki piaszczyste) oraz wodnomorenowe piaski, w miejscach, gdzie zwierciadło wód gruntowych położone jest poniżej 2 m p.p.t. Gliny zwałowe znajdują się

najczęściej w stanie półzwałym lub twardoplastycznym. Iły, mułki i mułki piaszczyste są gruntami zastoiskowymi i jeśli występują w stanie półzwałym lub twardoplastycznym, traktuje się je jako stosunkowo korzystne podłoże budowlane. Piaski wodnomorenowe, miejscami ze żwirem, to grunty niespoiste, zazwyczaj średnio zagęszczone i zagęszczone. Warunki korzystne dla budownictwa występują głównie w północno-zachodniej części obszaru arkusza.

Zmienne warunki budowlane występują na kemach (Momajny, Skandawa) i formach akumulacji szczelinowej (Masuny, Garbno). Ze względu na bardzo zróżnicowaną litologię (gliny, piaski, żwiry, mułki) warunki posadowienia budynków na tych formach morfologicznych mogą być miejscami utrudnione.

Za rejon o niekorzystnych warunkach budowlanych uznano obszary występowania torfów, i namułów torfiastych oraz jeziornych piasków i mułków próchnicznych, które reprezentują grunty słabonośne z wodami agresywnymi. Warunki utrudniające budownictwo związane są także z obszarami, na których wody gruntowe występują płycej niż 2 m. Są to doliny rzek, głównie Łyny, Gubra, Sajny i Liwny, oraz inne obniżenia w powierzchni terenu, zazwyczaj o genezie wytopiskowej. Największe z nich znajdują się na południe od Rożyny oraz w rejonach Krelikiejmów i Drogoszy. Płytkie położenie zwierciadła wód gruntowych dokumentują na tych obszarach pomiary studni kopanych w takich miejscowościach jak: Masuny, Stawnica, Marłuty, Krelikiejmy, Krzeczewo, Kinwągi, Kaskajmy Małe, Dłużec Wielki, Głowbity, Bykowo, Gierkiny, Wiklewko, Parys i Rzymek. W pobliżu oczek wodnych i w innych niewielkich zagłębieniach terenu, które nie zostały wyróżnione na mapie, należy się spodziewać glin zwałowych lub spoistych gruntów o genezie wytopiskowej, znajdujących się w stanie plastycznym, co pogarsza warunki budowlane (obniżona nośność, znaczna odkształcalność gruntu). Również grunty zastoiskowe w przypadku ich uplastycznienia są z reguły znacznym utrudnieniem dla budownictwa. W dolinach rzecznych mogą występować niekorzystne dla budownictwa piaski w stanie luźnym.

Na obszarze arkusza ruchy masowe występują, wzdłuż Łyny, w miejscach podcięć erozyjnych (obrywy, zsuwy), koło Masunów i Stopek (Grabowski, red. i in., 2007).

XI. Ochrona przyrody i krajobrazu

Walory przyrodniczo-krajobrazowe obszaru arkusza Sępól są znaczące w skali regionalnej i krajowej. Położony jest on w obrębie regionu „Zielonych Płuc Polski”. Region ten

powstał w 1988 r., w celu stworzenia podstaw organizacyjnych i programowych dla kompleksowej ochrony i racjonalnego kształtowania środowiska, z uwzględnieniem harmonijnego rozwoju społeczno-gospodarczego i zagospodarowania przestrzennego. Region „Zielonych Płuc Polski” bogactwo szaty roślinnej i świata zwierzęcego. Lasy, występujące w dużych, zwartych kompleksach, są przeważnie pochodzenia naturalnego, czasami zbliżone do lasów pierwotnych. Jednym z najważniejszych bogactw przyrodniczych tego regionu są zasoby wodne rzek i terenów bagiennych.

Obszary prawnie chronione zajmują około 15% powierzchni obszaru arkusza. Znajdują się tu fragmenty dwóch obszarów chronionego krajobrazu – Doliny Dolnej Łyny i Doliny Rzeki Guber. Celem ich utworzenia była ochrona dolin rzecznych Łyny, Gubra, Sąjny i Liwny oraz cennych przyrodniczo terenów przydolinnych jako korytarzy ekologicznych.

Na obszarze arkusza, w 14 miejscach, rośnie 92 drzew pomnikowych (63 dęby, 18 buków, 6 modrzewi, 3 jesiony i 2 lipy). Wzdłuż drogi z Błuskajm Wielkich do Błuskajm Małych, ciągnie się, uznana za pomnik przyrody, aleja 53 dębów (tabela 6).

Na północny zachód od miejscowości Pasławki utworzono użytek ekologiczny „Torfowisko źródłiskowe Spurgle” (Spurgle – osada na arkuszu Bartoszyce), chroniący torfowisko o typie wiszącym, powstałe w miejscu naturalnego wyięku wód artezyjskich (tabela 6). Użytek ten znajduje się w obszarze Natura 2000 „Torfowiska źródłiskowe koło Łabędnika”.

Bardzo ważnym składnikiem środowiska naturalnego są gleby wyższych klas bonitacyjnych I–IVa, chronione dla użytkowania rolniczego, stanowiące większość gruntów ornych.

Krajowa sieć ekologiczna ECONET (Liro i in., 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. Przez północno-zachodnią część terenu arkusza Sępopól przebiega krajowy korytarz ekologiczny Łyny (fig. 5).

Wykaz pomników przyrody i użytków ekologicznych

Numer obiektu na mapie	Forma ochrony	Miejscowość	Gmina Powiat	Rok zatwierdz.	Rodzaj obiektu (powierzchnia w ha)
1	2	3	4	5	6
1	P	Masuny <i>w parku podworskim</i>	Sępapol bartoszycki	1984	Pż dąb szypułkowy
2	P	Gaj <i>w parku podworskim i przy zabudowaniach</i>	Sępapol bartoszycki	1952	Pż 15 buków pospolitych
3	P	Gaj <i>w parku podworskim i przy zabudowaniach</i>	Sępapol bartoszycki	1984	Pż 2 dęby szypułkowe
4	P	leśn. Zielone oddz. 282 h	Sępapol bartoszycki	1994	Pż dąb szypułkowy
5	P	Gierkiny	Sępapol bartoszycki	1994	Pż dąb szypułkowy
6	P	leśn. Graniczne oddz. 29 a	Sępapol bartoszycki	2004	Pż 6 dębów szypułkowych
7	P	Błuskajmy	Korsze kętzyński	1978	Pż aleja drzew pomnikowych 53 dęby szypułkowe
8	P	Karszewo	Korsze kętzyński	1993	Pż lipa drobnolistna
9	P	leśn. Królikarnia oddz. 356 f	Barciany kętzyński	1994	Pż 2 dęby szypułkowe i buk pospolity
10	P	leśn. Królikarnia oddz. 356 d	Barciany kętzyński	1994	Pż 3 dęby szypułkowe, buk pospolity i modrzew europejski
11	P	leśn. Królikarnia oddz. 355 f	Barciany kętzyński	1994	Pż 4 dęby szypułkowe, buk pospolity i lipa drobnolistna
12	P	leśn. Królikarnia oddz. 357 a	Barciany kętzyński	1994	Pż 6 dębów szypułkowych
13	P	Drogosze <i>w parku przypałacowym</i>	Barciany kętzyński	1994	Pż 14 dębów szypułkowych, 5 modrzewi europejskich i jesion wyniosły
14	P	leśn. Królikarnia oddz. 357 c	Barciany kętzyński	1994	Pż 2 jesiony wyniosłe i dąb szypułkowy
15	P	Sporwiny	Bartoszyce bartoszycki	1957	Pż 7 dębów szypułkowych
16	P	Główny <i>w parku podworskim</i>	Korsze kętzyński	1984	Pż 15 dębów szypułkowych
17	U	Spurgle	Bartoszyce bartoszycki	1996	„Spurgle” torfowisko źródłiskowe (3,63)

Rubryka 2: P – pomnik przyrody,

Rubryka 6: rodzaj pomnika przyrody: Pż – przyrody żywej.

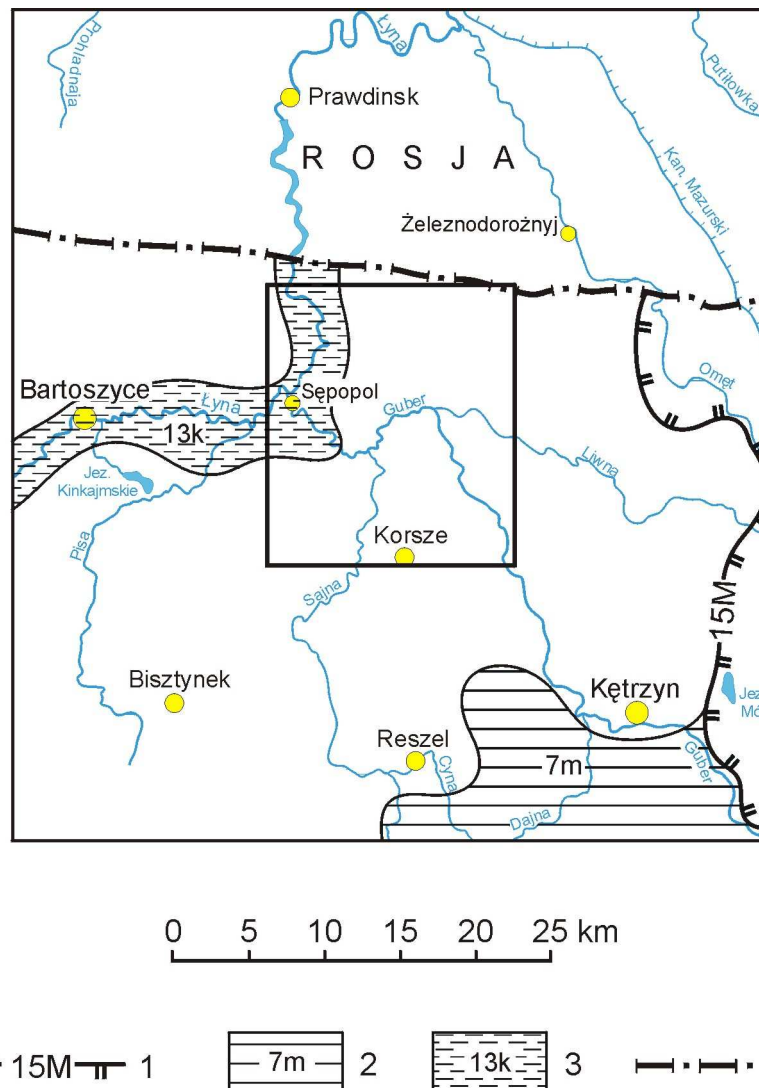


Fig. 5. Położenie arkusza Sępólno na tle mapy systemów ECONET (Liro, red., 1998)

1 – Granica międzynarodowego obszaru węzłowego i jego numer: 15M – Obszar Wschodniomazurski, 2 – międzynarodowy korytarz ekologiczny i jego numer: 7m – Mazurski, 3 – krajowy korytarz ekologiczny i jego numer: 13k – Łyna, 4 – granica państwa

Północna część omawianego terenu znajduje się w obszarze specjalnej ochrony ptaków Natura 2000 „Ostoja Warmińska”, a w południowo-wschodniej utworzono specjalny obszar ochrony siedlisk Natura 2000 „Torfowiska źródliskowe koło Łabędnika” (tabela 7). Informacje na jego temat zaczerpnięto ze strony internetowej <http://www.gdos.gov.pl>.

W „Ostoi Warmińskiej” (PLB 280015) występuje najliczniejsza w Polsce lokalna populacja bociana białego, występującego w liczbie około 1 000 par, w najwyższym w kraju zagęszczeniu, wynoszącym 71 par na 100 km². Jest to również obszar lęgowy dwu innych rzadkich gatunków ptaków – orlika krzykliwego i żurawia.

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	F	PLB280015	Ostoja Warmińska (P)	20°43'07''E	54°17'18''N	142 016,2 ha	PL622	warmińsko-mazurskie	bartoszycki	Sępapol
									kętrzyński	Korsze Barciany
2	B	PLH280047	Torfowiska źródliskowe koło Łabędnika (S)	21°00'11''E	54°11'50''N	27,0 ha	PL622	warmińsko-mazurskie	bartoszycki	Bartoszyce

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

F – obszar specjalnej ochrony ptaków, całkowicie zawierający w sobie specjalny obszar ochrony siedlisk

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

W skład obszaru „Torfowiska źródłiskowe koło Łabędnika” (PLH280047) wchodzi dwa osobne torfowiska, wraz z otaczającymi je użytkami zielonymi, powstałe w miejscach naturalnych wysięków wód artezyjskich. Pierwsze, o typie kopułowym, położone jest na sąsiednim arkuszu Bartoszyce. Drugie, reprezentujące typ wiszący, znajduje się na północny zachód od osady Paślawki i obejmuje zbocze wzgórza o deniwelacji dochodzącej do 15 m. Porasta je specyficzny olchowo-brzozowy las, z rzadkimi gatunkami roślin, takimi jak: kruszczyk błotny, listera jajowata, jaskier wielki, bniec czerwony, trędownik skrzydlaty, rzeżucha gorzka typowa i żebrowiec paprociowy. W jego środkowej części utworzono użytek ekologiczny „Torfowisko źródłiskowe Spurgle”.

Przez północną część obszaru arkusza przebiega „Szlak Bocianich Gniazd”, który ma swój początek w Żywkowie (arkusz Toprzyny), gdzie znajduje się Europejskie Centrum Bociana Białego.

XII. Zabytki kultury

Na obszarze arkusza Sępopol spośród stanowisk archeologicznych dużą wartość poznawczą posiadają wczesnośredniowieczne grodziska w Stopkach, Sępopolu, Garbnie i Pomniku. W tej ostatniej miejscowości znajduje się również cmentarzysko z wczesnej epoki żelaza, należące do zachodnio-bałtyjskiego kręgu kulturowego. Pomiędzy Równią Dolną a Górną, w dolinie Gubra widoczny jest wyraźny pagórek, będący pozostałością po średniowiecznym grodzie krzyżackim. W 2002 roku w Sątocznie odkryte zostały pozostałości zamku krzyżackiego, który został zniszczony pod koniec XVI w.

Najstarsza część Sępopola, położona w zakolu Łyny, została objęta ochroną konserwatorską ze względu na zachowany układ urbanistyczny, typowy dla miast średniowiecznych. Miasto posiada prostokątny rynek, dwie ulice główne i sześć bocznych, które nadają mu kształt drabiny. Ze średniowiecznych elementów zabudowy zachował się jedynie kościół muryrowany pw. Michała Archanioła z XIV w. oraz fragmenty murów obronnych z basztą. Zabudowę miasta stanowią kamienice z końca XVIII i z XIX w., tworzące zwarte pierzeje. Do rejestru zabytków wpisano także, położony na lewym brzegu Łyny, cmentarz komunalny wraz z ogrodzeniem, bramą i kaplicą. Na szczególną uwagę zasługuje również, położony w południowej części miasta, kompleks budynków infrastruktury komunalnej, pochodzący z przełomu XIX i XX w., w skład którego wchodzi wodociągowa wieża ciśnień i budynki gazowni miejskiej.

Historia wielu miejscowości z obszaru arkusza sięga czasów panowania zakonu krzyżackiego, kiedy to lokowane były miejscowości, spełniające funkcje majątków służebnych. Z tego okresu pochodzą XIV i XV w. murowane gotyckie kościoły w Dietrzychowie, Lwowcu, Sątocznie, Parysie i Drogoszach.

Poza obiektami sakralnymi w rejestrze zabytków znajdują się założenia pałacowo-parkowe, zespoły dworsko-folwarczne i folwarczne. Najcenniejszym z nich jest barokowy pałac wybudowany w latach 1710–1715, stojący w otoczeniu zabytkowego parku w Drogoszach. Z neobarokowego pałacu w Masunach z 1880 roku pozostały tylko ruiny. W Prośnie, nad ruinami neogotyckiego pałacu z XIX w, góruje oryginalna wieża w stylu romantycznego gotyku. Neoklasycystyczny pałac w Silginach z 1836 roku jest częściowo zniszczony. W Równinie Górnej znajduje się klasycystyczny dwór z końca XIX w.

Znajdujące się w Korszach zabytki, związane są głównie z funkcją miasta jako węzła kolejowego. Należą do nich trzy wieże ciśnień, każda o innej technologii działania. Dwie, zaznaczone na mapie jednym symbolem, znajdują się w pobliżu dworca kolejowego. Jedna z nich, jedyna taka w Polsce i druga w Europie, zwieńczona jest unikalną kulistą kopułą. Do rejestru zabytków wpisano także dom przy ulicy Mickiewicza 6, budynek przy ulicy Wolności 5a i rzeźnię miejską przy ulicy Wolności 47. W 1903 i 1905 roku w mieście wybudowano dwa kościoły w stylu neogotyckim – katolicki i ewangelicki. Kościół ewangelicki, używany obecnie jako cerkiew prawosławna, znajduje się na obszarze sąsiedniego arkusza Reszel. Spośród pozostałych zabytków gminy Korsze należy wymienić dawną karczmę z XIX w. we Lwowcu oraz młyn wodny na Gubrze w Pomniku.

Poza wspomnianym wyżej parkiem w Drogoszach ochronie konserwatorskiej podlegają również parki podworskie w: Masunach, Gaju, Miednej, Silginach, Prośnie, Sątoczku, Paślawkach, Głowbitach, Glitajnach i Równinie Górnej.

XIII. Podsumowanie

Teren arkusza Sępopol charakteryzuje się dużym udziałem gleb chronionych. Bardzo korzystne warunki glebowe i klimatyczne dają podstawy do rozwoju rolnictwa, będącego tu dominującą dziedziną gospodarki. Niespełna 15–20 lat temu w tym regionie kraju na większości terenów uprawnych funkcjonowały państwowe gospodarstwa rolne. Po rozpadzie PGR, na objętych przez nie terenach utworzyły się odłogi, będące w pierwszych kilku latach atrakcyjnymi żerowiskami dla bocianów, które na omawianym terenie występują szczególnie licznie. Północna część obszaru arkusza znajduje się w obszarze specjalnej ochrony ptaków Natura

2000 „Ostoja Warmińska”. Obecnie na większości odłogów zaczęły powstawać duże gospodarstwa rolne, nastawione na jeden rodzaj produkcji. Powoduje to powstanie monokultur o dużych powierzchniach i zmniejszenie różnorodności krajobrazowej. Krajobraz obszaru traci swój mozaikowy charakter oraz cenne siedliska, co w konsekwencji prowadzi do zmniejszania bioróżnorodności gatunkowej tych terenów.

Na obszarze arkusza brak jest udokumentowanych złóż surowców mineralnych. Na mapie przedstawiono pięć obszarów występowania kredy jeziornej (gytii wapiennej), które ze względu na stwierdzoną miąższość kopaliny oraz przewidywaną wielkość zasobów, można uznać za perspektywiczne dla dokumentowania złóż. W rejonie Gardna, korzystając ze zlokalizowany w czasie wizji terenowej punktu eksploatacji, wyznaczono obszar perspektywiczny dla udokumentowania złóż piasków ze żwirem. Ponadto spośród licznych wystąpień torfów pięć uznano za obszary prognostyczne.

Cechszyńskie sole kamienne występują na głębokości, która wyklucza ich eksploatację. Z osadami czerwonego spągowca, występującymi na obszarze arkusza, związane są możliwości występowania złóż gazu ziemnego. Cały obszar arkusza jest obszarem potencjalnym występowania niekonwencjonalnych złóż gazu łupkowego w utworach dolnego paleozoiku.

Na omawianym terenie wody podziemne, o znaczeniu użytkowym, występują w utworach: czwartorzędowych, neogeńskich i paleogeńskich. Wszystkie poziomy wodonośne, za wyjątkiem najwyższego poziomu czwartorzędowego, którego izolacja jest miejscami słaba, są dobrze izolowane od zanieczyszczeń powierzchniowych.

Na terenach objętych arkuszem Sępól wskazano obszary możliwej lokalizacji składowisk odpadów obojętnych i komunalnych.

Odpady obojętne można składować na terenie gmin Bartoszyce, Sępól, Barciany i Korsze. Naturalną barierę geologiczną tworzą gliny zwałowe zlodowacenia wisły.

Obszar rekomendowany do składowania odpadów komunalnych wytypowano w rejonie miejscowości Pasławki. w miejscu występowania na powierzchni terenu ilów i mułków zastoiskowych. Pod tym kątem można również rozpoznać tereny w bezpośrednim sąsiedztwie otworów wykonanych w rejonie Głowbit, Parysa i Studzieńca, gdzie mogą występować pakiety gliniasto-ilaste lub gliny o dużej miąższości.

Warunki hydrogeologiczne rozpatrywane pod kątem składowania odpadów są korzystne. Stopień zagrożenia wód użytkowych poziomów wodonośnych określono na bardzo niski i niski.

Niewielkie punkty lokalnej eksploatacji kruszyw naturalnych znajdują się na obszarach bezwzględnie wyłączonych z możliwości składowania odpadów.

Na obszarze arkusza przeważają tereny o korzystnych warunkach budowlanych. Większość z nich nie została przedstawiona na mapie, gdyż na ogół pokrywają się z obszarami występowania gleb chronionych wysokich klas bonitacyjnych.

Promowaną atrakcją turystyczną powiatu bartoszyckiego jest możliwość zorganizowania spływów kajakowych po Łynie oraz liczna populacja bocianów białych.

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: Cocks River, Australia. *Water, Air & Soil Pollution*, 126 (1 – 2): 13 – 35.
- BOJAKOWSKA I., SOKOŁOWSKA G., 1996 – Heavy metals in the Bystrzyca river flood plain. *Geolog. Quart.*, 40 (3): 467 – 480.
- BOJAKOWSKA I., SOKOŁOWSKA G., LEWANDOWSKI P., 1996 – Metale ciężkie w glebach tarasów zalewowych Pisy. *Prz. Geol.*, tom 44, nr 1.
- 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.
- DOMAŃSKA Z., 1961 – Sprawozdanie z prac geologiczno-poszukiwawczych za złożami ilów ceramiki budowlanej w rejonie wsi Modgarby. *Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol.*, Warszawa.
- 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., 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.
- GRZEGORZEWSKA I., SIEDEŁ G., 2004 – Mapa hydrogeologiczna Polski w skali 1:50 000 arkusz Sepopol. *Państw. Inst. Geol.*, Warszawa.

- GRABOWSKI D. (red.), MORAWSKI W., POCHOCKA-SZWARC K., 2007 – System Osłony Przeciwoświekowej. Etap I: Mapa osuwisk i obszarów predysponowanych do występowania ruchów masowych w województwie warmińsko-mazurskim. 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 – Państw. Inst. Geol., 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., 2002 – Geografia regionalna Polski. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- KOZŁOWSKI S. (red.), 1978 – Surowce mineralne województwa olsztyńskiego. Wyd. Geol. Warszawa.
- KWAŚNIEWSKA J., 1983 – Czwartorzędowe utwory węglanowe województwa olsztyńskiego. Przedsiębiorstwo Geologiczne „Polgeol” w Warszawie.
- 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. Fundacja IUCN Poland, Warszawa.
- LIS J., PASIECZNA A., 1995 – Atlas geochemiczny Polski 1:2 500 000. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- LISICKI S., NIZICKA D., 2009a – Szczegółowa mapa geologiczna Polski, skala 1:50 000 arkusz Sępól. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- LISICKI S., NIZICKA D., 2009b – Objasnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1:50 000 arkusze Lipica i Sępól. Centr. Arch. Geol. 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.
- MARCINIAK A., 1970 – Orzeczenie o występowaniu iłó w rejonie Parys – Błogoszewo. *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.*
- MĄDRY S., KWAPISZ B, KURKOWSKI S., 2006 – Mapa geologiczno-gospodarcza Polski w skali 1:50 000 arkusz Sępopól. *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., 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.
- Obszary Natura 2000** – <http://www.gdos.gov.pl>.
- OSTRZYŻEK S., DEMBEK W. i in. 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., SADURSKI A. (red.), 2007 – Hydrogeologia regionalna Polski tom 1, Wody słodkie. *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
- PUZA A., KOSMACZ E., LORENS P., WOJNOWSKA W., 2000 – Strategia zrównoważonego rozwoju powiatu bartoszyckiego. Raport diagnoza stanu powiatu. Grudzień 2000 r. Starostwo Powiatowe w Bartoszycach.

- RAMAMOORTHY S., RAMAMOORTHY S., 1997 – Chlorinated organic compounds in the Environment. Lewis Publishers.
- 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, and Soil Pollution*, 159: 101 – 113.
- 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, and Soil Pollution*, 159: 67 – 86.
- Rozporządzenie** Ministra Środowiska z dnia 16 kwietnia 2002 r. w 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 *Dziennik Ustaw* z dnia 10 kwietnia 2003 r., nr 61, poz. 549.
- 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 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* z dnia 13 marca 2009 r., nr 39, poz. 320.
- 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.
- 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.
- SŁOWAŃSKI W., 1975a – Objaśnienia do Mapy geologicznej Polski w skali 1:200 000 arkusz Kętrzyn. Państw. Inst. Geol. Warszawa.

- SŁOWAŃSKI W., 1975b – Mapa geologiczna Polski w skali 1:200 000, wyd. A i B, arkusz Kętrzyn. 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.
- SZUFLICKI M., MALON A., TYMIŃSKI M. (red.), 2011 – Bilans zasobów kopalin i wód podziemnych w Polsce wg stanu na 31.12.2010. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- 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.
- TOŁKANOWICZ E., ŻUKOWSKI K., 2001 – Mapa węglanowych osadów jeziornych województwa warmińsko-mazurskiego w skali 1:200 000. *Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol.*, Warszawa.
- Ustawa** z 27.04.2001 r. o odpadach (tekst jednolity z 2010 r.). DzU nr 185, poz. 1243, z późn. zmianami.
- 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., PERROUD 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.
- ŻOŁNIERCZUK i in., 1990 – Ilościowa ocena zasobów prognostycznych ropy naftowej i gazu ziemnego w dolnopermskim (podsolnym) kompleksie strukturalnym Polski. *Technika Posz. Geol.*, nr 3–4, Kraków.