

**PAŃSTWOWY INSTYTUT GEOLOGICZNY
PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY**

OPRACOWANIE ZAMÓWIONE PRZEZ MINISTRA ŚRODOWISKA

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

Arkusz SZCZYTNO (215)



MINISTERSTWO
ŚRODOWISKA

Warszawa 2012

Autorzy: Elżbieta Gawlikowska*, Krzysztof Seifert*, Izabela Bojakowska*, Paweł Kwecko*,
Hanna Tomassi-Morawiec*, Anna Wąsowicz**, 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 – <i>K. Seifert</i>	3
II. Charakterystyka geograficzna i gospodarcza – <i>K. Seifert</i>	4
III. Budowa geologiczna – <i>K. Seifert</i>	6
IV. Złoża kopalin – <i>E. Gawlikowska, K. Seifert</i>	9
V. Górnictwo i przetwórstwo kopalin – <i>E. Gawlikowska, K. Seifert</i>	12
VI. Perspektywy i prognozy występowania kopalin – <i>E. Gawlikowska, K. Seifert</i>	14
VII. Warunki wodne – <i>E. Gawlikowska, K. Seifert</i>	16
1. Wody powierzchniowe.....	16
2. Wody podziemne.....	17
VIII. Geochemia środowiska.....	20
1. Gleby – <i>P. Kwecko</i>	20
2. Osady – <i>I. Bojakowska</i>	22
3. Pierwiastki promieniotwórcze – <i>H. Tomassi-Morawiec</i>	26
IX. Składowanie odpadów – <i>A. Wąsowicz, J. Król</i>	28
X. Warunki podłoża budowlanego – <i>E. Gawlikowska</i>	33
XI. Ochrona przyrody i krajobrazu – <i>E. Gawlikowska</i>	34
XII. Zabytki kultury – <i>K. Seifert</i>	40
XIII. Podsumowanie – <i>E. Gawlikowska, A. Wąsowicz, J. Król</i>	41
XIV. Literatura	42

I. Wstęp

Arkusze Szczytne Mapy geosrodowiskowej Polski (MGŚP) w skali 1:50 000 zostały wykonane w 2012 roku. Składa się on z dwóch plansz: plansza A zawiera zaktualizowaną treść Mapy geologiczno-gospodarczej Polski, a plansza B warstwę informacyjną „Zagrożenia powierzchni ziemi”, opisującą tematykę geochemii środowiska i warunki korzystne do składowania odpadów. Plansza A została wykonana w Oddziale Dolnośląskim Państwowego Instytutu Geologicznego. Przy jego opracowywaniu wykorzystano informacje zamieszczone na arkuszu Szczytne Mapy geologiczno-gospodarczej Polski w skali 1:50 000, wykonanej w roku 2006 w Przedsiębiorstwie Geologicznym Sp. z o.o. w Kielcach (Wojtyna, Giełżecka-Mądry, 2006). Plansza B została wykonana w Przedsiębiorstwie Geologicznym we Wrocławiu PROXIMA SA (składowanie odpadów) i w Państwowym Instytucie Geologicznym w Warszawie (geochemia środowiska). Niniejsze opracowanie powstało zgodnie z instrukcją opracowania MGŚP (Instrukcja, 2005).

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

Dane i oceny geosrodowiskowe 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 pogorszyć stan środowiska. Informacje dotyczące zanieczyszczenia gleb 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. Informacje zawarte w 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 stanowią ogromną pomoc przy wykonywaniu wojewódzkich, powiatowych i gminnych programów ochrony środowiska oraz planów gospodarki odpadami.

W trakcie opracowywania arkusza wykorzystano materiały archiwalne znajdujące się w Centralnym Archiwum Geologicznym Państwowego Instytutu Geologicznego w Warszawie, Departamencie Ochrony Środowiska Warmińsko-Mazurskiego Urzędu Marszałkowskiego i Archiwum Wojewódzkiego Konserwatora Zabytków w Olsztynie, starostwie powiatowym, urzędach gminnych oraz nadleśnictwach. Informacje dotyczące gleb chronionych uzyskano w Instytucie Uprawy, Nawożenia i Gleboznawstwa w Puławach. Dane archiwalne uzupełniono i zweryfikowano w czasie zwiadu terenowego przeprowadzonego w sierpniu 2011 roku.

Mapa przygotowana jest w formie cyfrowej jako element bazy danych Mapy geośrodowiskowej Polski w skali 1:50 000. Dane dotyczące złóż kopalin zostały zamieszczone w kartach informacyjnych dla komputerowej bazy o złożach.

II. Charakterystyka geograficzna i gospodarcza

Granice arkusza Szczytno wyznaczają współrzędne geograficzne: 20°45'–21°00' długości geograficznej wschodniej i 53°30'–53°40' szerokości geograficznej północnej.

Pod względem administracyjnym obszar arkusza położony jest w województwie warmińsko-mazurskim, w granicach powiatu szczycieńskiego (część miasta i gminy Pasym oraz Szczytno, część gminy Dźwierzuty i Jedwabno).

Według podziału fizycznogeograficznego Polski (Kondracki, 2002) teren arkusza położony jest w całości na obszarze makroregionu Pojezierze Mazurskie (fig. 1) i obejmuje fragmenty trzech mezoregionów: Równiny Mazurskiej, Pojezierza Mrągowskiego oraz Pojezierza Olsztyńskiego.

Obecne ukształtowanie rzeźby terenu związane jest z okresem zlodowacenia wisły oraz z procesami jakie zachodziły na tym obszarze w holocenie. Równina Mazurska obejmuje północną część rozległych sandrów, które są częścią wielkiego sandru kurpiowskiego. Od północy równinę ograniczają moreny pojezierzy: Mrągowskiego i Olsztyńskiego. Wcześniejsza rzeźba lodowcowa uwidacznia się w postaci wytopiskowych mis jeziornych i wynurzających się miejscami spod piasków wzniesień morenowych. Cechą charakterystyczną Pojezierza Mrągowskiego są rynny polodowcowe o przebiegu południkowym oraz równoleżnikowy układ siedmiu ciągów wzgórz morenowych. Jezioro Sasek Wielki wypełnia jedną z rynien polodowcowych Pojezierza Mrągowskiego. Pojezierze Olsztyńskie jest zachodnią częścią Pojezierza Mazurskiego. Na omawianym obszarze znajduje się jego niewielki, południowo-wschodni fragment z dwoma dużymi jeziorami: Kalwą Wielką i Leleskim. Deniwelacje terenu w obrębie arkusza przekraczają nieco 70 metrów. Najwyższym punktem jest wzgórze (195,4 m n.p.m.), położone na południe od miejscowości Trelkowo (północno-wschodnia

część arkusza). Natomiast najniżej są położone tereny wokół jeziora Sasek Mały (ok. 129 m n.p.m.) na Równinie Mazurskiej.

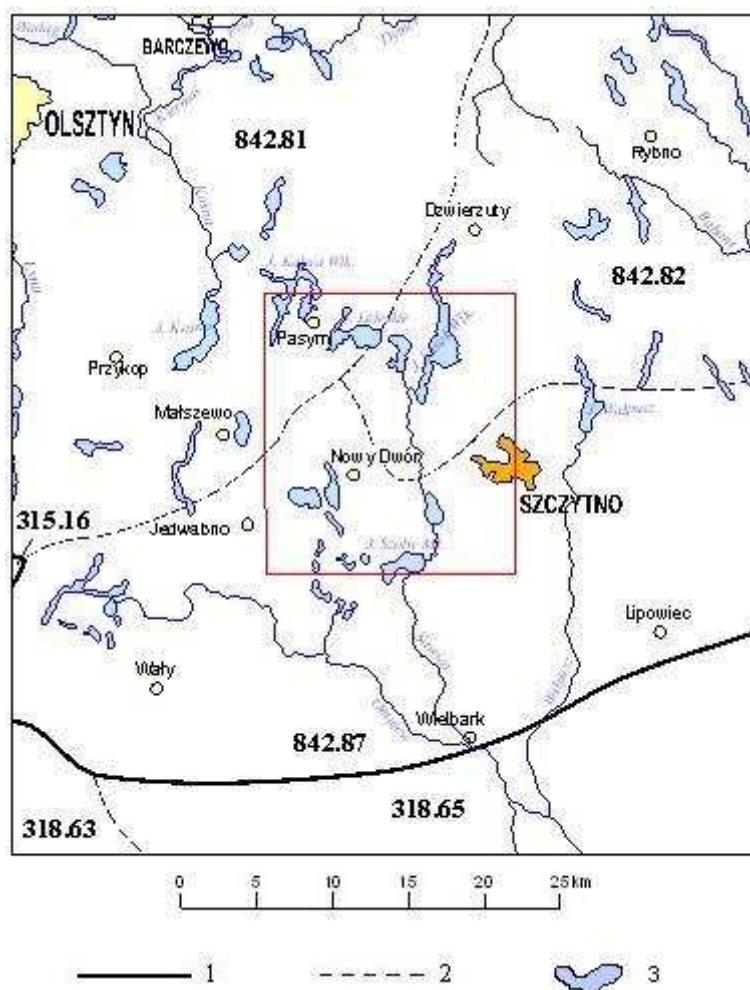


Fig. 1. Położenie arkusza Szczytno tle jednostek fizycznogeograficznych wg Kondrackiego (2002)

- 1 – granice podprovincji; 2 – granice mezoregionów, 3 – większe jeziora
- Prowincja: Niz Środkowoeuropejski
- Podprovincja: Pojezierza Południowobałtyckie
- Makroregion: Pojezierze Chełmińsko-Dobrzyńskie
- Mezoregion: Równina Urszulewka (315.16)
- Podprovincja: Niziny Środkowopolskie
- Makroregion: Nizina Północnomazowiecka
- Mezoregion: Wzniesienia Mławskie (318.63), Równina Kurpiowska (318.65)
- Prowincja: Niz Wschodniobałtycko-białoruski
- Podprovincja: Pojezierza Wschodniobałtyckie
- Makroregion: Pojezierze Mazurskie
- Mezoregion: Pojezierze Olsztyńskie (842.81), Pojezierze Mrągowskie (842.82), Równina Mazurska (842.87)

Obszar arkusza Szczytno, na tle podziału Polski na regiony klimatyczne, znajduje się w zasięgu regionu zachodniomazurskiego. Średnia roczna temperatura powietrza wynosi 6–7°C, przy średniej temperaturze lipca około 17,7°C i średniej temperaturze stycznia na poziomie -3,5°C. Suma rocznych opadów zawiera się w przedziale 550–650 mm. Średni czas trwania zimy termicznej (średnia dobową temperaturą poniżej 0°C) wynosi 80–90 dni. Po-

krywa śnieżna utrzymuje się przez około 85 dni. Czas trwania okresu wegetacyjnego wynosi od 160 do 190 dni. Wiatry najczęściej wieją z kierunków zachodnich, przy czym w okresie zimowym zwiększa się udział wiatrów ze wschodu (Woś, 1999).

Zagospodarowanie omawianego terenu ma charakter rolniczo-leśny. Lasy zajmują około 40% powierzchni arkusza. Na obszarze arkusza występują gleby wysokich klas bonitacyjnych (I–IVa), wśród których dominuje klasa III. Gleby chronione mineralne rozwinęły się przeważnie na glinach. Pod względem typologicznym są to gleby brunatne wylugowane i pseudobieli-cowe. Pośród gleb pochodzenia organicznego w przewadze występują gleby torfowe.

Rolnictwo jest wielokierunkowe i opiera się na średniej wielkości (10–15 ha) gospodarstwach rodzinnych. Struktura użytków rolnych (około 60% stanowią łąki i pastwiska) jest korzystna do hodowli bydła mlecznego i opasowego. Produkcja mleka jest podstawowym źródłem utrzymania wielu gospodarstw rolnych. Na terenach, gdzie występują gleby wyższych klas bonitacyjnych uprawia się pszenicę, buraki cukrowe i pastewne oraz rośliny motylkowe.

Największą miejscowością na obszarze arkusza jest miasto Szczytno (około 25 tys. mieszkańców) – siedziba powiatu szczywieńskiego. Drugim miastem na omawianym obszarze jest Pasym (około 2,5 tys. mieszkańców). Inne większe miejscowości to: Elganowo, Dybowo i Grom w gminie Pasym, Linowo w gminie Dźwierzuty, Nowy Dwór, Narty i Waplewo w gminie Jedwabno oraz Trelkowo, Romany i Nowiny w gminie Szczytno.

Zakłady przemysłowe, zlokalizowane głównie w Szczytnie, wykorzystują przede wszystkim surowce miejscowe, na bazie których rozwinął się przemysł meblarski, drzewny, spożywczy oraz przetwórstwo owocowo-warzywne. W Pasymiu znajduje się zakład produkcji cegły wapienno-piaskowej wykorzystujący kopalinę ze złoża „Pasym”. Szczególne znaczenie w rozwoju omawianego obszaru stanowi turystyka. Nad jeziorami znajdują się ośrodki wczasowe, pola kempingowe i namiotowe, gospodarstwa agroturystyczne.

Na omawianym obszarze sieć dróg komunikacyjnych jest dobrze rozwinięta. Do ważniejszych szlaków komunikacyjnych należą drogi krajowe: nr 53 (Olsztyn–Szczytno–Ostrołęka), nr 57 (Biskupiec–Szczytno–Pułusk) i nr 58 (Olsztynek–Szczytno–Pisz). Przez obszar arkusza biegnie linia kolejowa łącząca Olsztyn ze Szczytnem oraz Wielbark ze Szczytnem.

III. Budowa geologiczna

Budowę geologiczną obszaru arkusza Szczytno przedstawiono w oparciu o Mapę geologiczną Polski w skali 1:50 000, arkusz Szczytno wraz z objaśnieniami (Żuk, 2009).

Według podziału Polski na jednostki geologiczne, omawiany obszar położony jest w obrębie wyniesienia mazurskiego (zwanego też mazursko-suwalskim), będącego częścią pre-

kambryjskiej platformy wschodnioeuropejskiej. W obrębie wyniesienia, na krystalicznym podłożu zalegają osady mezozoiczne i kenozoiczne. Utwory starsze zostały usunięte podczas wydzwignięcia garbu mazursko-suwalskiego w okresie kaledońsko-warycyjskich ruchów górotwórczych. Podczas krótkotrwałych transgresji morskich, jakie miały miejsce od permu do górnej kredy, powstały osady piaskowcowo-mułowcowo-węglanowe, o zróżnicowanej miąższości. Na nich leżą utwory trzeciorzędowe – paleogenu (oligocenu) i neogenu (miocenu).

Oligocen wykształcony jest w postaci piasków, piasków kwarcowych i piasków glaukonitowych, mułków o łącznej miąższości około 100 m. Nad tymi utworami zalegają, zaburzone glacitektonicznie na obszarze całego arkusza, miocenne ropy, piaski i mułki lokalnie z węglem brunatnym. Miąższość ich dochodzi miejscami do 100 m.

Utwory trzeciorzędowe pokrywa zróżnicowany kompleks osadów czwartorzędowych o miąższości od 63 m w rejonie Pidunia na południu, do 173 m w rejonie Szczytna. Na powierzchni arkusza odsłaniają się tylko osady zlodowaceń północnopolskich (fig. 2). Wyróżniono poziomy glacialne siedmiu zlodowaceń: narwi, nidy, sanu 1, sanu 2, odry, warty i wiśły. Są one przedzielone osadami rzecznyymi interglacjału mazowieckiego oraz bagiennotorfowymi i jeziornymi interglacjału lubelskiego i bagiennotorfowymi eemskiego. Poziomy glacialne przedzielone są także miąższymi osadami wodnolodowcowymi i zastoiskowymi.

W czasie najstarszego zlodowacenia – narwi, osadziły się piaski i żwiry wodnolodowcowe o miąższości około 8 m, piaski i żwiry wodnolodowcowe o miąższości około 13 m oraz piaski i mułki zastoiskowe o miąższości około 3 m. Zlodowacenia południowopolskie reprezentują poziomy glacialne zlodowacenia nidy, sanu i wilgi. W obrębie zlodowacenia nidy wyróżniono gliny zwałowe o miąższości około 30 m oraz piaski i żwiry wodnolodowcowe – około 10 m miąższości. Do zlodowacenia sanu zaliczono osady zastoiskowe (mułki, piaski i ropy) o miąższości do około 3 m, gliny zwałowe (do 27 m) oraz piaski i żwiry wodnolodowcowe osiągające miąższość do 20 m. W obrębie osadów zlodowacenia wilgi wyróżniono osady zastoiskowe z transgresji lądolodu – do około 12 m mułków, piasków i ropy zastoiskowych, poziom glacialny (tylko w wschodniej części terenu) – do 2 m glin oraz osady wodnolodowcowe z recesji lądolodu – piaski wodnolodowcowe miejscami ze żwirami o miąższości dochodzącej do około 5 m.

Zlodowacenia środkowopolskie reprezentują poziomy glacialne zlodowacenia odry i warty, przedzielone osadami jeziornymi i bagiennymi interglacjału lubelskiego. Osady zlodowacenia odry reprezentują ropy, mułki i piaski zastoiskowe (do około 30 m miąższości), gliny zwałowe (do 7 m) oraz piaski wodnolodowcowe (do 20 m miąższości). W obrębie zlodowacenia warty występują ropy, mułki i piaski zastoiskowe o miąższości do 10 m, gliny zwałowe – do około 20 m oraz piaski wodnolodowcowe maksymalnie do 20 m.

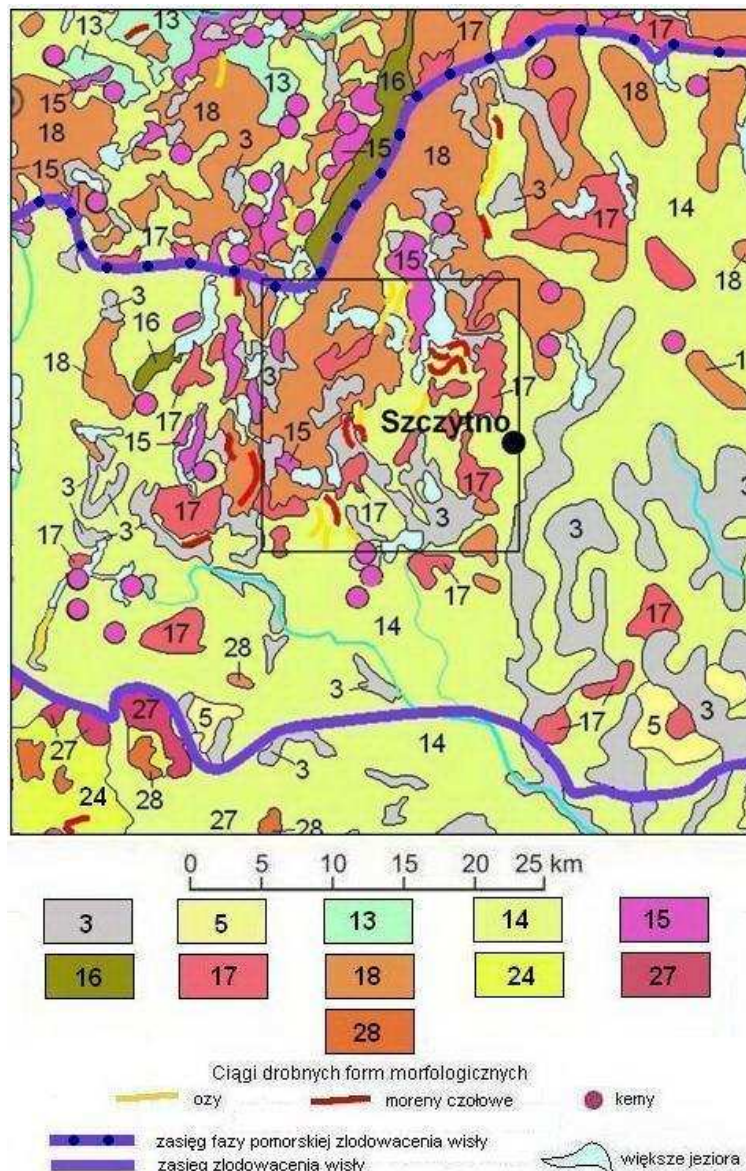


Fig. 2. Położenie arkusza Szczytno na tle Mapy geologicznej Polski w skali 1:500 000 wg L. Marksa, A. Bera, W. Gogołka, K. Piotrowskiej (red.), (2006)

Czwartorzęd: holocen: 3 – piaski i żwiry, mady rzeczne oraz torfy i namuły, 5 – piaski eoliczne, lokalnie w wydmach; plejstocen: zlodowacenia północnopolskie: 13 – ility, 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: 24 – piaski i żwiry sandrowe; 27 – żwiry, piaski, głązy i gliny moren czołowych; 28 – gliny zwałowe, ich zwietrzliny oraz piaski i żwiry lodowcowe

Uwaga: przy opisie wydziałów stratygraficznych zachowano oryginalną numerację z Mapy geologicznej Polski w skali 1:500 000

Zlodowacenia północnopolskie reprezentują osady glacialne stadiału dolnego i górnego zlodowacenia wisły. Zalicza się do nich głównie piaski, ility i mułki zastoiskowe (do 7 m miąższości), piaski, piaski żwirowate i mułki kemów (łącznie około 30 m), gliny zwałowe (do 20 m), żwiry i piaski wodnolodowcowe (do 6 m), piaski i żwiry akumulacji szczelinowej (do 20 m) oraz sandrowe piaski ze żwirami (do 15 m).

Na przełomie plejstocenu i holocenu powstały piaski i gliny deluwialne osiągające kilka metrów miąższości oraz piaski eoliczne na wydmach tworzące pokrywy o miąższości do 10 m

pomiędzy Jeziorem Leskim i Jeziorem Gromskim. Holocen reprezentują głównie piaski, piaski humusowe, namuły rzeczne o ponad 2 m miąższości. Występują one głównie w dolinie Sasaki oraz w dolinie Strugi. Kreda jeziorna i gytie występują pod przykryciem torfów. Najczęściej są to gytie dytrusowe i wapienne o miąższości do 7 m. W rejonie Sędańska, gdzie udokumentowano złożę kredy jeziornej, jej miąższość sięga 6,6 m.

Torfy występują dość powszechnie. W miejscach gdzie wypełniają misy pojezierne są to czarne torfy turzycowe i trzcinowo-turzycowe o miąższości do kilku metrów. Torfy przykrywające kredę jeziorną i gytie osiagają do 2 m miąższości.

IV. Złoża kopalin

Na obszarze arkusza Szczytno udokumentowano cztery złoża kopalin: piasków kwarcowych do produkcji cegły wapienno-piaskowej „Pasym”, kredy jeziornej „Sędańsk” oraz naturalnego kruszywa piaszczystego „Romany” i „Lipowa Góra”. Charakterystykę gospodarczą i klasyfikację sozologiczną złóż przedstawiono w tabeli 1, a parametry geologiczno-górnictwa i jakościowe kopalin zestawiono w tabelach 2–4.

Złożę piasków kwarcowych „Pasym” obejmuje piaszczyste wzgórze (oz). Udokumentowano je w dwóch poziomach eksploatacyjnych (Wojtkiewicz, 1965). Za granicę dwóch poziomów przyjęto rzędną, na której znajdują się zabudowania zakładu przerobczego (w dokumentacji przyjęto lokalny układ współrzędnych). Pierwszy poziom – górny, udokumentowany w kategorii C₁ i B, a drugi poziom – dolny w kategorii C₂, C₁ i B. Kopalina są plejstocenyjskie piaski wodnolodowcowe. Nadkład złoża tworzy gleba piaszczysta, a w spągu występują mułki, pospółki i żwiry. Złożę „Pasym” jest złożem suchym. Kopalina nadaje się do produkcji cegły wapienno-piaskowej.

Złożę piasków „Romany”, zlokalizowane na północ od Szczytna, udokumentowano w formie karty rejestracyjnej (Makowiecki, Strzelczyk, 1980). Złożę to składa się z dwóch oddzielnych pól: północnego (pole A) i południowego (pole B), o łącznej powierzchni 6,54 ha. Kopalina są plejstocenyjskie wodnolodowcowe piaski. Miąższość złoża wynosi od 2,7 do 9,8 m. W obrębie serii złożowej występuje warstwa kruszywa grubszego o miąższości od 1,3 do 4,1 m. W nadkładzie złoża, o grubości od 0,0 do 3,4 m, występują: gleba, piaski i żwiry z przewarstwieniami piasków gliniastych i pylastych. Złożę „Romany” jest złożem suchym. Kopalina z tego złoża, w stanie naturalnym, nie spełnia wymagań przewidzianych dla kruszywa naturalnego zarówno pod względem uziarnienia jak i parametrów fizykochemicznych. Po odpowiedniej przeróbce (separacja na sitach, płukanie), kopalina może służyć do produkcji piasków do betonów, zapraw i gładzi oraz do produkcji mieszanek piaskowo-żwirowych i żwirowo-piaskowych.

Tabela 1

Złoże kopalin i ich charakterystyka gospodarcza oraz klasyfikacja

Numer złoże na mapie	Nazwa złoże	Rodzaj kopaliny	Wiek kompleksu litologiczno-surowcowego	Zasoby geologiczne bilansowe (tys. t, tys. m ³ *)	Kategoria rozpoznania	Stan zagospodarowania złoże	Wydobycie (tys. t, *tys. m ³)	Zastosowanie kopaliny	Klasyfikacja złoże		Przyczyny konfliktowości złoże
				wg stanu na 31.12.2010 (Szuflicki i in. (red.), 2011)					Klasy 1-4	Klasy A-C	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Pasym	pki	Q	1 125*	C ₂ +C ₁ +B	G	21*	Skb	4	B	L
2	Romany	p	Q	338	C ₁ *	Z	-	Skb, Sd	4	A	-
3	Lipowa Góra	p	Q	101	C ₁ *	N	-	Skb	4	A	-
4	Sędańsk	kj	Q	418,4	C ₁	N	-	Sr	4	B	Natura 2000, W

Rubryka 3: kj – kreda jeziorna, p – piaski, pki – piaski kwarcowe o innych zastosowaniach (do produkcji cegły wapienno-piaskowej)

Rubryka 4: Q – czwartorzęd

Rubryka 6: C₁* – złoże zarejestrowane (kategoria przypisana umownie)

Rubryka 7: złoże: N – niezagospodarowane, G – złoże zagospodarowane, Z – złoże zaniechane

Rubryka 9: kopaliny: Skb – kopaliny skalne kruszyw budowlanych; Sd – kopaliny skalne kruszyw drogowych, Sr – kopaliny skalne rolnicze

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

Rubryka 11: złoże: A – mało konfliktowe, B – konfliktowe

Rubryka 12: L – ochrona lasów, W – ochrona wód podziemnych

Tabela 2

Parametry geologiczno-górnice i jakościowe złoża piasków kwarcowych „Pasym”

Parametry	I poziom eksploatacyjny		II poziom eksploatacyjny	
	od–do	śr.	od–do	śr.
Powierzchnia złoża (ha)	14,60		17,32	
Miąższość złoża (m)	0,7–15,7	5,77	3,0–15,0	9,77
Grubość nadkładu (m)	0,2–0,6	0,23	-	-
Stosunek N/Z	brak danych			
Zawartość pyłów mineralnych (%)	0,40–1,60	1,34	0,36–2,40	1,10
Ciężar nasypowy (kg/m ³)	1430–1720	1570	1410–1790	1590
Zawartość nadziarna (%)	0,23–11,4	3,39	0,01–9,10	2,70
Zawartość krzemionki (%)	76,8–91,0	83,4	73,6–93,1	83,7
Wilgotność (%)	1,1–7,5	3,67	1,1–17,5	3,67

Tabela 3

Parametry geologiczno-górnice i jakościowe złóż piasków „Romany” i „Lipowa Góra”

Parametry	Złoże „Romany”		Złoże „Lipowa Góra”	
	od–o	śr.	od–do	śr.
Powierzchnia złoża (ha)	Pole A–2,98 Pole B–3,56		Pole A–0,99 Pole B–0,15	
Miąższość złoża (m)	A: 2,7–9,8 B: 2,6–8,3	A: 4,67 B: 6,11	A: 2,5–5,6 B: 5,2–7,8	A: 4,1 B: 6,6
Grubość nadkładu (m)	A: 0,0–2,6 B: 0,2–3,4	A: 1,10 B: 1,32	A: 0,4–3,5 B: 0,3–1,6	A: 1,8 B: 0,8
Stosunek N/Z	A: 0,0–0,96 B: 0,03–0,52	A: 0,24 B: 0,22	brak danych	
Zawartość pyłów mineralnych (%)	A: 2,5–9,7 B: 3,8–8,1	A: 5,5 B: 5,5	A: 7,0–10,0 B: 3,2–5,6	A: 8,14 B: 4,26
Zawartość zanieczyszczeń obcych (%)	brak			
Zawartość zanieczyszczeń organicznych (%)	brak			
Zawartość związków siarki (%)	ślady		nie badano	
Gęstość nasypowa w stanie utrzesionym (kg/m ³)	nie badano		A: 1850–1940 B: 1700–1810	A: 1900 B: 1770
Wskaźnik piaskowy	nie badano		A: 37,7–78,3 B: 49,5–80,4	A: 67,51 B: 60,56
Wskaźnik wodoprzepuszczalności	nie badano		A: 0,23–3,72 B: 1,70–1,81	A: 1,48 B: 1,77
Zawartość frakcji < 2,5 mm (%)	A: 68,9–97,8 B: 68,6–98,6	A: 85,6 B: 86,5	A: 88,2–96,3 B: 100–100	A: 91,61 B: 100
Zawartość frakcji od 2,5 do 5 mm (%)	A: 1,4–10,1 B: 0,8–8,8	A: 4,6 B: 4,0	nie badano	
Zawartość frakcji < 5 mm (%)	A: 75,7–99,2 B: 77,4–98,9	A: 90,2 B: 90,5	nie badano	
Zawartość frakcji > 4 mm (%)	A: 0,0–5,0 B: 0,0–8,7	A: 1,3 B: 2,6	nie badano	

Złoże piasków „Lipowa Góra”, położone również we wschodniej części obszaru arkusza, na północny zachód od Szczytna, udokumentowano w formie karty rejestracyjnej (Kokociński, Kokocińska, 1988). Złoże to składa się z dwóch oddzielnych pól: wschodniego (pole A) i zachodniego (pole B), o łącznej powierzchni 1,14 ha. Kopalnią są wodnolodowcowe, plejstocenyjskie piaski drobno- i średnioziarniste. Miąższość złoża wynosi od 2,5 do 7,8 m. Nadkład złoża stanowi gleba, glina pylasta, glina piaszczysta, piaski gliniaste i piaski pylaste o grubości od 0,3 do 3,5 m. W spągu złoża występują gliny zwałowe. Jest to złoże suche. Ko-

palina nadaje się do produkcji piasków do wyrobów betonowych, zapraw i wypraw tynkarskich stosowanych w budownictwie.

Tabela 4

Parametry geologiczno-górnice i jakościowe złoża kredy jeziornej „Sędańsk”

Parametry	Pole A		Pole B	
	od – do	śr.	od – do	śr.
Powierzchnia złoża (ha)	3,95		9,47	
Miąszość złoża (m)	1,0–5,2	3,4	1,2–6,6	3,0
Grubość nadkładu (m)	0,4–2,5	1,5	0,5–1,8	1,0
Stosunek N/Z	-	0,3	-	0,3
Zasadowość ogólna (%)	45,68–50,14	47,64	43,75–51,03	46,76
Wilgotność naturalna (%)	53,4–62,1	57,5	51,2–63,0	58,1
Ciężar objętościowy (kg/m ³)	1270–1400	1340	1250–1490	1350
Zawartość CaO (%)	45,44–49,64	47,43	42,72–49,59	46,62
Zawartość MgO (%)	0,07–0,35	0,20	0,06–0,26	0,20
Zawartość Fe ₂ O ₃ (%)	0,64–1,67	1,09	0,62–2,26	1,24
Zawartość Al ₂ O ₃ (%)	0,25–0,46	0,39	0,24–0,74	0,41
Zawartość SiO ₂ (%)	0,45–3,21	1,67	0,90–4,76	3,25
Zawartość Na ₂ O (%)	0,012–0,026	0,015	0,013–0,032	0,026
Zawartość K ₂ O (%)	0,005–0,016	0,011	0,006–0,057	0,035

Złoże kredy jeziornej „Sędańsk”, zlokalizowane na północno-zachodnim brzegu jeziora Sędańsk, udokumentowano w kategorii C₁, a jakość kopaliny rozpoznano w stopniu odpowiadającym kategorii B (Gradys, 1985). Złoże to składa się z dwóch oddzielnych pól: północnego (pole A) i południowego (pole B), o łącznej powierzchni 13,42 ha. Kopalina jest kreda jeziorna wieku czwartorzędowego (holocen). Miąszość jej wynosi od 1,0 do 6,6 m. W nadkładzie złoża, występują torfy o grubości od 0,4 do 2,5 m, śr. 1,8 m. Złoże jest całkowicie zawodnione. Kopalina nadaje się do wykorzystania w rolnictwie do odkwaszania gleb.

Wszystkie złoża udokumentowane na obszarze arkusza Szczytno” zostały zaliczone do złóż powszechnie występujących na terenie całego kraju (klasa 4). Z uwagi na ochronę środowiska złoża „Lipowa Góra” i „Romany” uznano za mało konfliktowe. Dwa pozostałe złoża uznano za konfliktowe (klasa B) – złoże „Sędańsk” znajduje się w granicach obszaru specjalnej ochrony ptaków sieci Natura 2000, a złoże „Pasym” częściowo na obszarze leśnym. Ponadto część złoża kredy jeziornej „Sędańsk” znajduje się w granicach szczegółowo udokumentowanego czwartorzędowego głównego zbiornika wód podziemnych nr 213 (Nowakowski i in., 2007).

V. Górnictwo i przetwórstwo kopalin

Na obszarze arkusza Szczytno eksploatowane jest tylko złoże piasków kwarcowych „Pasym”, a z wydobytej kopaliny produkowana jest w pobliskim zakładzie przeróbczym cegła wapienno-piaskowa.

Cegielnię wybudował prywatny przedsiębiorca w latach 1929–1930. W czasie II wojny światowej zakład uległ zniszczeniu. W 1951 r. sporządzono dokumentację geologiczną złoża piasków kwarcowych „Pasym” (Giedwoyn, 1951). Dokumentacja ta nie została zatwierdzona, niemniej jednak złożo na jej podstawie było eksploatowane. Cegielnię odbudowano i w sierpniu 1952 r. Olsztyńskie Zakłady Wapienno-Piaskowe rozpoczęły produkcję cegły. W 1956 r. cegielnia została częściowo spalona. Po odbudowie w 1957 r. ponownie uruchomiono zakład, który do dzisiaj produkuje cegłę silikatową. W 1965 r. sporządzono nową dokumentację geologiczną złoża piasków kwarcowych „Pasym” (Wojtkiewicz, 1965). Na jej podstawie prowadzona jest do dzisiaj eksploatacja złoża. Aktualnie użytkownikiem złoża jest firma Xella Polska sp. z o.o. z Warszawy, która posiada koncesję na eksploatację ważną do 25.02.2017 r. Utworzono obszar górniczy o powierzchni 16,73 ha i teren górniczy o powierzchni 22,30 ha. Wydobycie kopaliny odbywa się jednym poziomem w wyrobisku stokowo-wgłębnym, przy użyciu sprzętu mechanicznego (koparki, taśmociągi).

Od 1974 r. prowadzono wydobycie piasków w rejonie wsi Romany. W roku 1980 na obszarze sąsiadującym z eksploatowanym obszarem udokumentowano złożo piasków „Romany”. Wydobycie kopaliny prowadzono w wyrobisku stokowo-wgłębnym, częściowo z Pola A, a częściowo spoza złoża. Wydobycie zasoby łącznie odejmowano od zasobów udokumentowanego złoża. W związku z powyższym zasoby geologiczne pozostawione w złożu są wyższe od wykazanych w „Bilansie zasobów kopaliny”. Eksploatację złoża „Romany” zaniechano w 1990 r., chociaż zasoby nie zostały wyczerpane. Nie wykonano rekultywacji wyrobiska poeksploatacyjnego. Przed udokumentowaniem złoża „Lipowa Góra” (w 1988 r.) eksploatowano piaski w Lipowej Górze. Po wschodniej stronie złoża „Lipowa Góra” znajduje się wgłębne wyrobisko poeksploatacyjne, całkowicie zarośnięte drzewami.

Wydobycie kruszywa naturalnego piaszczystego i piaszczysto-żwirowego prowadzono na całym omawianym obszarze. Zdecydowana większość wyrobisk już nie istnieje – uległy samorekultywacji bądź zostały zrekultywowane. Obecnie niekoncesjonowana eksploatacja piasków prowadzona jest na północ od Szczytna, przy drodze w kierunku Biskupca (fot. 1).

Ponadto po północnej stronie drogi z Leleszek do Gromu, w Sasku Wielkim i w Nowinach znajdują się stare, zarośnięte wyrobiska – na mapie zaznaczone jako punkty występowania kopaliny.



Fot. 1. Szczytno – punkt niekoncesjonowanej eksploatacji kopalin

VI. Perspektywy i prognozy występowania kopalin

Na obszarze objętym arkuszem Szczytno na podstawie opracowań archiwalnych wyznaczono trzy obszary perspektywiczne kredy jeziornej oraz cztery obszary prognostyczne torfów i jeden prognostyczny kredy jeziornej.

Na omawianym obszarze znajduje się wiele obszarów występowania torfów. Położone są one w południowej i zachodniej części obszaru arkusza oraz na wschód od Jeziora Leleńskiego. Są to przeważnie torfowiska niskie i przejściowe o powierzchni nieprzekraczającej 10 ha. Torfowisk o większej powierzchni jest zaledwie kilka w obrębie arkusza. Wyznaczono cztery obszary prognostyczne (nr I–IV). Znajdują się one w okolicy miejscowości Linowo, Dybowo, Nowy Dwór i Burdąg (Ostrzyżek, Dembek, 1996).

W 1969 r. przeprowadzono prace poszukiwawcze, za złożami kredy jeziornej w centralnej części arkusza – w rejonie Jęcznika (Tchórzewska, Jarecka, 1969). W oparciu o wyniki tych prac wyznaczono obszar prognostyczny dla kredy jeziornej (nr V). W nadkładzie kopaliny występuje gleba torfowa, torf lub torf z przerostami kredy, a w spągu zalegają piaski lub iły. Parametry geologiczno-górnice i jakościowe kopalin w obszarach prognostycznych zestawiono w tabeli 5.

W 1982 r. przeprowadzono prace poszukiwawcze za złożami kredy jeziornej we wschodniej części województwa olsztyńskiego (Bandurska-Kryłowicz, 1983). W granicach arkusza Szczytno znajdują się trzy spośród sześciu rozpoznawanych obszarów występowania

tej kopaliny, uznanych za perspektywiczne. Pierwszy z nich położony jest na południe od Jęcznika, gdzie wykonano 10 sond (łącznie 45,2 m). Kreda jeziorna ma miąższość od 3,7 do 5,2 m i zalega pod niewielkim nadkładem torfu o grubości od 0,8 do 1,2 m. Zawartość CaO wynosi od 44,46 do 47,16%. Drugi obszar położony jest na zachód od miejscowości Linowo. Odwiercono w nim 4 sondy (łącznie 15,1 m), w których stwierdzono występowanie kredy jeziornej o miąższości od 1,7 do 2,6 m. Kopalina występuje pod nadkładem torfu o grubości od 0,6 do 2,3 m. Charakteryzuje się wysoką zawartością CaO, która wynosi od 48,96 do 50,72%. Trzeci obszar perspektywiczny zlokalizowany jest nad brzegiem jeziora Sasek Wielki, na południe od Jęcznika. Dla rozpoznania tego obszaru wykonano 8 sond (łącznie 34,3 m). W czterech z nich stwierdzono występowanie kredy jeziornej o miąższości od 1,3 do 6,0 m i zawartości CaO od 41,3 do 49,24%. Nadkład stanowi torf o grubości od 1,9 do 2,7 m.

Tabela 5

Wykaz obszarów prognostycznych

Numer obszaru na mapie	Powierzchnia (ha)	Rodzaj kopaliny	Wiek kompleksu litologiczno-suwrowcowego	Parametry jakościowe	Średnia grubość nadkładu (m)	Grubość kompleksu litologiczno-suwrowcowego średnio (m)	Zasoby w kategorii D ₁ (tys. m ³)	Zastosowanie kopaliny
1	2	3	4	5	6	7	8	9
I	46	t	Q	popielność (%): 10,60 stopień rozkładu (%): 35	0	śr. 1,61 maks. 4,40	727	Sr
II	34	t	Q	popielność (%): 13,30 stopień rozkładu (%): 35	0	śr. 2,05 maks. 2,80	627	Sr
III	34	t	Q	popielność (%): 10,00 stopień rozkładu (%): 30	0	śr. 2,05 maks. 4,70	704	Sr
IV	93	t	Q	popielność (%): 10,00 stopień rozkładu (%): 46	0	śr. 1,63 maks. 2,60	1 516	Sr
V	7,92	kj	Q	zawartość (%): CaO: 39,85 – 49,93; śr. 44,13 MgO: 0,65 – 0,94; śr. 0,78 SiO ₂ : 0,70 – 13,53; śr. 2,93 Al ₂ O ₃ : 0,16 – 2,11; śr. 0,60 Fe ₂ O ₃ : 0,22 – 2,3; śr. 0,64 SO ₃ : 0,45 – 2,87; śr. 1,04 Na ₂ O: ślady K ₂ O: 0,06 – 0,10; śr. 0,07 straty prażenia (%): 38,28 – 48,61; śr. 46,49	0,1–2,5 śr. 1,25	0,8–9,9 śr. 3,32	263	Sr

Rubryka 3: t – torfy, kj – kreda jeziorna

Rubryka 4: Q – czwartorzęd

Rubryka 9: Sr – rolnicze

W południowo-wschodniej części obszaru omawianego arkusza prowadzono prace rozpoznawcze za złożami iłów do produkcji wyrobów cienkościennych ceramiki budowlanej. W rejonie Szczytna znajdują się dwa rejony badań – przy południowej granicy miasta odwiercono 1 sondę, a przy południowo-zachodniej granicy dwie sondy, o głębokości do 3,5 m (Solek, Piwocka, 1966). Nawiercono jedynie gliny pylaste i gliny silnie zapiaszczone. Badania jakościowe wykazały, że kopalina jest nieprzydatna do produkcji wyrobów cienkościennych, z uwagi na niską plastyczność i wysoką zawartość marglu (do 2,4%). Obydwa rozpoznane obszary uznano za negatywne.

Kolejne prace poszukiwawcze za złożami iłów do produkcji ceramiki budowlanej prowadzono również w rejonie Korpeli (przedmieście Szczytna) i miejscowości Siódmak (Wilczek, Haas, 1966). W rejonie Siódmaka, w wykonanych 4 otworach przeważają piaski różnoziarniste, niekiedy zaglinione i gliny piaszczyste z otoczakami. Stwierdzono dwie warstwy iłów, które były zapiaszczone, a ich miąższość nie przekraczała 1,7 m. W rejonie Korpeli odwiercono pięć otworów i tylko w jednym, pod nadkładem 1,4 m gliny piaszczystej stwierdzono ły piaszczyste ze żwirem, o miąższości 3,3 m. W pozostałych otworach występują serie gliny piaszczystej i zaglinionych piasków różnoziarnistych. Obszary te również uznano za negatywne.

Obszarem poszukiwań złóż piasków i żwirów była zachodnia część sandru mazurskiego (Butrymowicz, 1965). Teren rozpoznania położony jest w południowo-zachodniej części obszaru arkusza (część tego terenu znajduje się na arkuszu Jedwabno). Na obszarze około 125 ha wykonano 5 otworów o łącznym metrażu 30 m. Piaski i żwiry nawiercono tylko w dwóch otworach, gdzie nadkład ma grubość od 0,7 do 0,8 m, a ich miąższość od 0,9 do 1,1 m. Obszar ten uznano za negatywny dla występowania piasków i żwirów. Takim samym wynikiem zakończyły się poszukiwania piasków i żwirów na północ od Pasymia. W odwierconych kilku sondach stwierdzono piaski gliniaste i pylaste (Solek, 1964).

W rejonie miejscowości Romany, wykonano prace geologiczne w poszukiwaniu piasków i żwirów (Kamola, 1963). Odwiercono dwa otwory o głębokości 7 m, w których występowała glina zwałowa, piaski zaglinione lub piaski pylaste. Wyniki badań uznano za negatywne.

VII. Warunki wodne

Charakterystyka wód powierzchniowych i podziemnych na obszarze arkusza Szczytno została opracowana na podstawie Mapy hydrogeologicznej Polski w skali 1:50 000, arkusz Szczytno (Sokołowski, 2002).

1. Wody powierzchniowe

Przez teren arkusza Szczytno przebiega dział wodny I rzędu pomiędzy zlewnią Wisły i Pregoty. Południowo-wschodnia część arkusza znajduje się w zlewni III rzędu Rozogi i Omulwi (zlewnia Wisły), a północno-zachodnia w obrębie zlewni III rzędu Łyny (zlewnia Pregoty). Granica pomiędzy zlewniami przebiega pomiędzy jeziorem Grom i Jeziorem Leleskim oraz na zachód od jeziora Świątajno.

Na omawianym obszarze sieć rzeczna jest uboga. Największym ciekim jest Sawica, która jest lewobrzeżnym dopływem Omulwi. Jej przebieg bywa kontrowersyjny. Obecnie przyjmuje się, że Sawica bierze początek na terenach wokół jeziora Sawica, a także w jeziorach powyżej, następnie wpływa do jeziora Natać, po wypłynięciu łączy się z rzeką Saską, wpływa następnie do Jeziora Sędańskiego, dalej do jeziora Sasek Mały (w granicach obszaru arkusza Szczytno).

W południowo-wschodniej części obszaru arkusza, pomiędzy Siódmakiem a Saskiem Wielkim, znajdują się podmokłe tereny, częściowo zmeliorowane. Kanały odprowadzają wodę do jeziora Sasek Mały.

Jeziora zajmują około 10% powierzchni omawianego terenu. Są to jeziora polodowcowe, przeważnie wytopiskowe. Największe z nich to: Sasek Wielki (8,7 km²), Kalwa (5,6 km²), Leleskie (4,2 km²) i Gromskie (2,4 km²) – w północnej części obszaru arkusza oraz Sasek Mały (3,2 km²), Świątajno (2,1 km²), Brajnickskie (1,9 km²) i Sędańskie (1,7 km²) – w południowej jego części.

W granicach obszaru arkusza nie ma punktów monitoringu jakości wód powierzchniowych w rzekach. Stan czystości wód jezior ostatnio był badany w roku 2006. Badaniom poddano wody jeziora Sasek Mały. Ze względu na przekroczenie wartości fosforanów, chlorofilu „a” i wskaźników substancji organicznych zaliczono je do III klasy jakości (Raport..., 2007).

2. Wody podziemne

Zgodnie z podziałem regionalnym na jednostki hydrogeologiczne (Paczyński, 1995) obszar arkusza Szczytno znajduje się w obrębie regionu I – mazowieckiego. W celu lepszej ochrony, gospodarowania i poprawy stanu wód podziemnych wydzielono jednostkowe obszary – tzw. Jednolite Części Wód Podziemnych (JCWPd). Teren arkusza znajduje się w granicach JCWPd nr 20 i 50 (Paczyński, Sadurski, 2007).

Prawie na całym tym terenie, z wyjątkiem niewielkich fragmentów w północno-zachodniej i wschodniej części, występuje jeden poziom wodonośny, który jest głównym poziomem użytkowym. Poziom ten występuje w utworach czwartorzędowych, bezpośrednio

pod powierzchnią terenu do głębokości około 50 m w północno-wschodniej części obszaru arkusza, gdzie zanurza się pod znacznej miąższości gliny zwałowe. Statyczne zwierciadło wody znajduje się na niewielkich głębokościach, przeważnie od 2 do 20 m, lokalnie do ponad 25 m. Miąższość utworów wodonośnych jest zróżnicowana i wynosi od 5 m w południowo-wschodniej części obszaru arkusza, do ponad 40 m w części centralnej.

W części centralnej, gdzie utworami wodonośnymi są piaski sandrowe zwierciadło wody ma charakter swobodny, w częściach brzeżnych obszaru arkusza warstwy wodonośna zalegają pod nakładem glin zwałowych i woda znajduje się pod napięciem.

Wody podziemne ujmowane są studniami wierconymi w utworach czwartorzędu, o głębokości od 16,5 do 76,5 m. Najczęściej otwory studzienne mają głębokość od 30 do 50 m. Najwyższe wydajności studni ($>120 \text{ m}^3/\text{h}$) przy minimalnych depresjach (do 1 m) występują w strefach krawędziowych dolin rzecznych. W obrębie wierzchowin parametry hydrogeologiczne są znacznie niższe, wydajności potencjalne studni mieszczą się w przedziale $30\text{--}50 \text{ m}^3/\text{h}$, a nawet $10\text{--}30 \text{ m}^3/\text{h}$ przy znacznych depresjach. Współczynnik filtracji zmienia się w znacznym zakresie $1,4\text{--}64,8 \text{ m}/24\text{h}$. Przewodność na wyniesieniach mieści się w interwale $200\text{--}500 \text{ m}^2/24\text{h}$, a w dolinach – powyżej $1500 \text{ m}^2/24\text{h}$.

Na omawianym obszarze wykorzystywane są również wody gruntowe ujmowane w studniach kopanych. Poziom wód gruntowych nie ma znaczenia poziomu użytkowego. Wody gruntowe wykorzystywane są jedynie do celów gospodarczych.

Wody głównego użytkowego poziomu wodonośnego występującego w utworach czwartorzędowych są dobrej jakości. Zawartość większości składników mieści się w granicach dopuszczalnych stężeń dla wód do picia. Są to wody średnio twarde i twarde. Mineralizacja wód, określona na podstawie zawartości suchej pozostałości, zmienia się od 200 do $500 \text{ mg}/\text{dm}^3$. Wśród anionów dominuje jon wodorowęglanowy HCO_3^- , natomiast wśród kationów – jon wapnia Ca^{2+} .

Miasto Szczytno posiada dwa ujęcia czwartorzędowych wód podziemnych do celów komunalnych. Należy do nich ujęcie w Lipowej Górze - Wschód (obszar sąsiedniego arkusza Świętajno) i przy ul. Polskiej, które składa się z pięciu studni. Ujęcia komunalne znajdują się też w Dybowie, Pasymiu, Gromie, Trelkowie, Dzierzkach i Kamionku. Największe ujęcia wód do celów przemysłowych zlokalizowane są w Szczytnie, m.in. na terenie browaru, FS Favorit Furniture Sp. z o.o., Len-Szczytno SA, Unitra-Unima (zakład zlikwidowany), Safilin-Polska Sp. z o.o., Okręgowej Spółdzielni Mleczarskiej. Nad Jeziorem Leleskim w Kolonii Elganowo znajduje się ujęcie wody o dużej wydajności dla potrzeb pompy ciepła. Na mapie zaznaczono ujęcia wód podziemnych o największych zasobach eksploatacyjnych.

Według opracowania Kleczkowskiego (1990) prawie cały obszar arkusza znajdują się w zasięgu zbiornika wód podziemnych wyznaczonych w utworach czwartorzędowych: GZWP 213 – Zbiornik międzymorenowy Olsztyn. Niewielka południowo-wschodnia część arkusza znajduje się w zasięgu zbiornika w utworach trzeciorzędowych: GZWP 215 – Subniecka warszawska (fig. 3). Zbiornik nr 213 został udokumentowany w wyniku szczegółowego rozpoznania hydrogeologicznego (Nowakowski i in., 2007). Jego granice uległy zmianom w stosunku do wyznaczonych w opracowaniu Kleczkowskiego (1990). Szacunkowe zasoby dyspozycyjne tego zbiornika wynoszą 290 tys. m³/d.

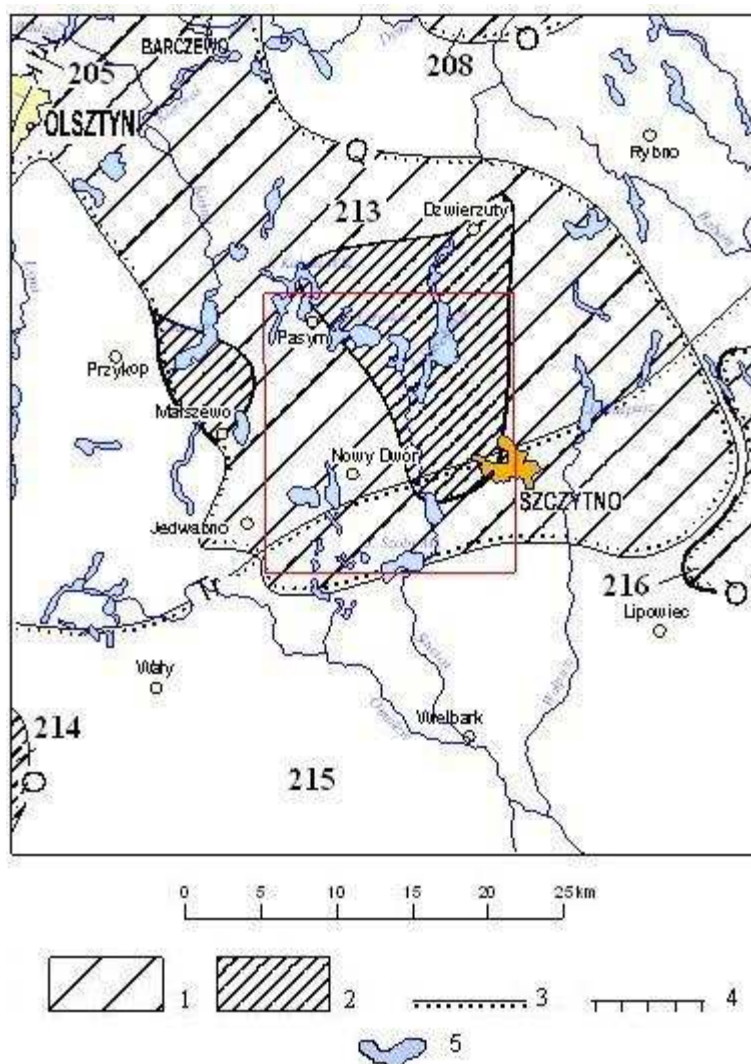


Fig. 3. Położenie arkusza Szczytno na tle obszarów głównych zbiorników wód podziemnych (GZWP) w Polsce wymagających szczególnej ochrony, wg A. S. Kleczkowskiego (1990)

1 – obszar wysokiej ochrony (OWO), 2 – obszar najwyższej ochrony (ONO); 3 – granica GZWP w ośrodku porowym, 4 – granica GZWP w ośrodku szczelinowo-porowym, 5 – większe jeziora

Numer i nazwa GZWP, wiek utworów wodonośnych: 205 – Subzbiornik Warmia, trzeciorzęd, kreda (Tr, K); 208 – Zbiornik międzymorenowy Biskupiec, czwartorzęd (Q), 213 – Zbiornik międzymorenowy Olsztyn, czwartorzęd (Q), 214 – Zbiornik (QMK) Działdowo, czwartorzęd (Q), 215 – Subniecka Warszawska, trzeciorzęd (Tr), 216 – Sandr Kurpie, czwartorzęd (Q)

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 215 – Szczytno, umieszczono w tabeli 6. W celu porównania tabelę uzupełniono danymi o przeciętnej zawartości (median) pierwiastków w glebach terenów niezabudowanych Polski (najmniej zanieczyszczonych w kraju).

Materiał i metody badań laboratoryjnych

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

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

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 215 – Szczytno	Wartość przeciętnych (median) w glebach na arkuszu 215 – Szczytno	Wartość przeciętnych (median) w glebach obszarów niezabudowanych Polski ⁴⁾
	Grupa A ¹⁾	Grupa B ²⁾	Grupa C ³⁾	N=9	N=9	N=6522
		Głębokość (m p.p.t.) 0–0,3 0–2,0		Głębokość (m p.p.t.) 0–0,2		
As Arsen	20	20	60	<5	<5	<5
Ba Bar	200	200	1000	20–66	25	27
Cr Chrom	50	150	500	2–8	4	4
Zn Cynk	100	300	1000	16–77	35	29
Cd Kadm	1	4	15	<0,5	<0,5	<0,5
Co Kobalt	20	20	200	<1–3	1	2
Cu Miedź	30	150	600	<1–10	2	4
Ni Nikiel	35	100	300	1–7	3	3
Pb Ołów	50	100	600	6–18	9	12
Hg Rtuć	0,5	2	30	<0,05–0,09	0,05	<0,05
Ilość badanych próbek gleb z arkusza 215 – Szczytno w poszczególnych grupach użytkowania				¹⁾ grupa A a) nieruchomości gruntowe wchodzące w skład obszaru poddanego ochronie na podstawie przepisów ustawy Prawo wodne, b) obszary poddane ochronie na podstawie przepisów o ochronie przyrody; jeżeli utrzymanie aktualnego poziomu zanieczyszczenia gruntów nie stwarza zagrożenia dla zdrowia ludzi lub środowiska – dla obszarów tych stężenia zachowują standardy wynikające ze stanu faktycznego, ²⁾ grupa B – grunty zaliczone do użytków rolnych z wyłączeniem gruntów pod stawami i gruntów pod rowami, grunty leśne oraz zadrzewione i zakrzewione, nieużytki, a także grunty zabudowane i zurbanizowane z wyłączeniem terenów przemysłowych, użytków kopalnych oraz terenów komunikacyjnych, ³⁾ grupa C – tereny przemysłowe, użytki kopalne, tereny komunikacyjne, ⁴⁾ Lis, Pasieczna, 1995 – Atlas geochemiczny Polski 1:2 500 000 N – ilość próbek		
As Arsen	9					
Ba Bar	9					
Cr Chrom	9					
Zn Cynk	9					
Cd Kadm	9					
Co Kobalt	9					
Cu Miedź	9					
Ni Nikiel	9					
Pb Ołów	9					
Hg Rtuć	9					
Sumaryczna klasyfikacja badanych gleb z obszaru arkusza 215 – Szczytno do poszczególnych grup użytkowania (ilość próbek)						
	9					

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 0,5x0,5 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 6).

Przeciętne zawartości: arsenu, baru, chromu, kadmu, kobaltu, miedzi, niklu, ołowiu i rtęci 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 cynku.

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 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 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 bifenylami (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 7 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 (PMŚ).

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 głębozczków 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 7

**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 _{11 WWA} ***		5,683	
WWA _{7 WWA} ****	8,5		
PCB	0,3	0,189	

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

** – Macdonald 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 odmien-

nych 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

Spośród jezior znajdujących się na arkuszu Szczytno zbadane zostały osady jezior: Branickiego, Długiego, Gromskiego, Kalwa, Leliskiego, Saska Małego, Saska Wielkiego, Sędańskiego, Szoby Małego i Świętajna (tabela 8).

Tabela 8

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

Parametr	Branickie 2003 r.	Długie k. Szczytna 1991 r.	Gromskie 1997 r.	Kalwa 2004 r.	Leliskie 2003 r.
Arsen (As)	8	<3	11	<3	6
Chrom (Cr)	7	21	19	4	11
Cynk (Zn)	61	473	88	47	38
Kadm (Cd)	<0,5	1,1	1,0	<0,5	<0,5
Miedź (Cu)	10	37	9	2	5
Nikiel (Ni)	7	12	11	2	6
Ołów (Pb)	27	96	49	7	16
Rtęć (Hg)	0,073	0,21	0,13	0,037	0,024
Parametr	Sasek Mały 2007 r.	Sasek Wielki 2004 r.	Sędańskie 2000 r.	Szoby Małe 1998 r.	Świętajno (Narty) 2011 r.
Arsen (As)	6	<3	10	5	9
Chrom (Cr)	5	3	6	3	19
Cynk (Zn)	118	42	60	79	65
Kadm (Cd)	0,9	0,5	<0,5	0,5	0,5
Miedź (Cu)	12	5	8	7	16
Nikiel (Ni)	3	5	5	2	16
Ołów (Pb)	20	21	24	15	43
Rtęć (Hg)	0,373	0,055	0,131	0,15	0,069
WWA ₁₁ WWA*	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	0,446
WWA ₇ WWA**	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	0,305
PCB***	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	0,0012

* – 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

Osady jezior: Branickiego, Kalwa, Leliskiego, Saska Małego, Saska Wielkiego, Sędańskiego, Szoby Małego i Świętajna charakteryzują się niskimi zawartościami potencjalnie szkodliwych pierwiastków, zbliżonymi do ich wartości tła geochemicznego. Osady Jeziora

Gromskiego cechuje podwyższona zawartość pierwiastków śladowych, zwłaszcza ołowiu i cynku. W osadach Jeziora Długiego wykryto bardzo wysokie zawartości cynku, miedzi i ołowiu. Odnotowane w osadach jeziora Świątajno zawartości wielopierścieniowych węglodorów aromatycznych są niższe od przeciętnie spotykanych w osadach jezior. Stwierdzone zawartości pierwiastków śladowych i WWA w osadach wszystkich zbadanych jezior są niższe od ich dopuszczalnych stężeń według Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 16 kwietnia 2002 r., są one także niższe od ich wartości *PEL*, za wyjątkiem cynku i ołowiu w osadach Jeziora Długiego, powyżej której obserwuje się szkodliwe oddziaływanie na organizmy wodne.

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

3. Pierwiastki promieniotwórcze

Materiał i metody badań

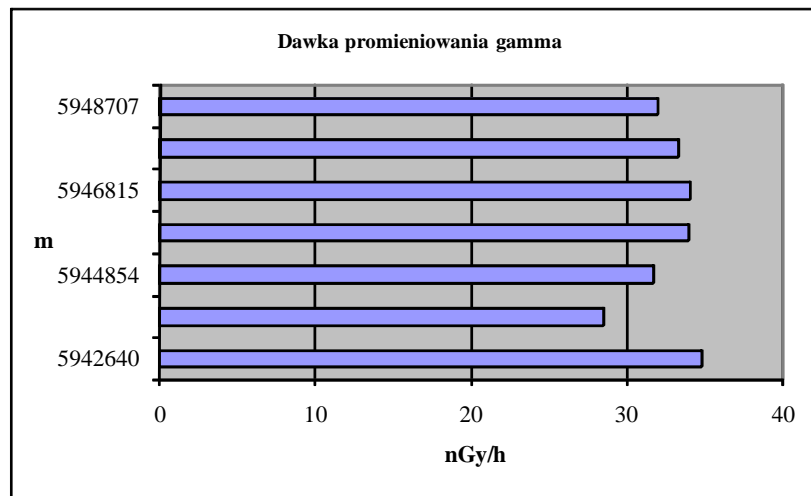
Do określenia dawki promieniowania gamma i stężenia radionuklidów poczarobylskiego cezu wykorzystano wyniki badań gamma-spektrometrycznych wykonanych dla Atlasu Radioekologicznego Polski 1:750 000 (Strzelecki i in., 1993, 1994). Pomiary gamma-spektrometryczne wykonywano wzdłuż profili o przebiegu N–S, 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 pozwalała 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.

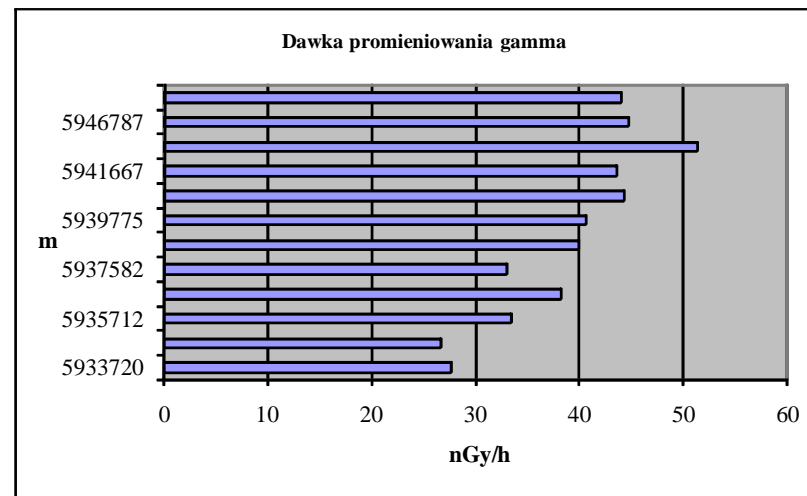
215 W

PROFIL ZACHODNI



215 E

PROFIL WSCHODNI



27

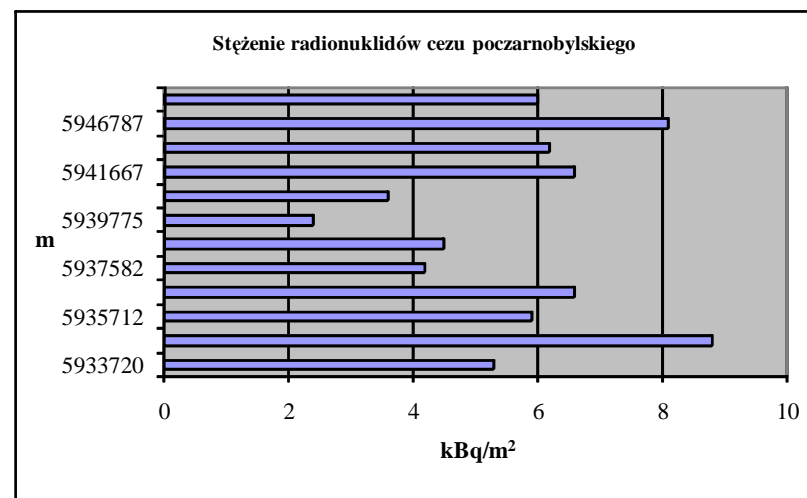
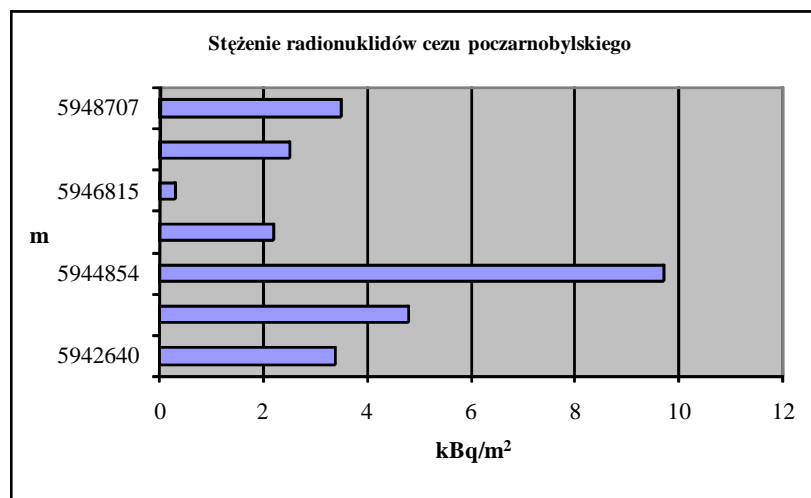


Fig. 4. Zanieczyszczenie gleb pierwiastkami promieniotwórczymi na obszarze arkusza Szczytno (na osi rzędnych – opis siatki kilometrowej arkusza)

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 44 nGy/h. Przeciętnie wartość ta wynosi około 35 nGy/h i jest zbliżona do średniej dla obszaru Polski wynoszącej 34,2 nGy/h. Wzdłuż profilu wschodniego wartości promieniowania gamma zmieniają się od około 22 do około 51 nGy/h i przeciętnie wynoszą około 37 nGy/h. W obydwu profilach pomiarowych nieco wyższymi wartościami promieniowania gamma charakteryzują się gliny zwałowe zlodowacenia północnopolskiego (ok. 35–50 nGy/h), a niższymi (ok. 20–35 nGy/h) – piaszczysto-żwirowe osady wodnolodowcowe z tego samego okresu zlodowacenia, torfy i osady jeziorne (mułki, piaski i kredy jeziorne).

Stężenia radionuklidów poczynobylskiego cezu zmierzone wzdłuż obu profili są generalnie bardzo niskie, charakterystyczne dla obszarów bardzo słabo zanieczyszczonych. Wzdłuż profilu zachodniego wynoszą od 0,3 do 10,3 kBq/m², a wzdłuż profilu wschodniego wahają się od 2,4 do 13,2 kBq/m². Nieco podwyższone lokalnie wartości stężenia cezu w obu profilach (ok. 10–13 kBq/m²) są związane z niezbyt intensywną anomalią występującą między Olsztynem, Piszem a Ostrołęką i nie stwarzają żadnego zagrożenia radiologicznego dla ludności.

IX. Składowanie odpadów

Zasady wydzielania potencjalnych obszarów lokalizacji składowisk odpadów

Przy określaniu obszarów predysponowanych do lokalizowania składowisk uwzględniono zasady i wskazania zawarte w „Ustawie o odpadach” (Ustawa..., 2001) 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 (Rozporządzenie..., 2003) 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 (Rozporządzenie..., 2009). W nielicznych przypadkach przyjęto zmodyfikowane rozwiązania w stosunku do wymienionych aktów prawnych, co wynika ze skali oraz charakteru opracowania kartograficznego i nie stoi

w sprzeczności z możliwością późniejszych weryfikacji i uszczegółowień na etapie projektowania składowisk.

Na mapie, w nawiązaniu do powyższych kryteriów, wyznaczono:

- 1) tereny wyłączone całkowicie z możliwości lokalizacji wszystkich typów składowisk ze względu na wymagania ochrony hydrosfery, przyrody, infrastruktury oraz warunki inżyniersko-geologiczne;
- 2) tereny preferowane do lokalizowania w ich obrębie składowisk odpadów, ze względu na istnienie naturalnej, gruntowej warstwy izolacyjnej, są one traktowane jako **potencjalne obszary lokalizowania składowisk (POLs)**;
- 3) tereny nieposiadające naturalnej warstwy izolacyjnej, na których możliwa jest jednak lokalizacja składowisk odpadów pod warunkiem wykonania sztucznej bariery izolacyjnej dla dna i skarp obiektu.

Wymagania dotyczące naturalnych cech izolacyjnych podłoża, a także ścian bocznych potencjalnych składowisk są uzależnione od typu składowanych odpadów (tabela 6).

Ocena wykształcenia naturalnej bariery geologicznej pozwala na wyróżnienie w obrębie POLs:

- warunków izolacyjności podłoża zgodnych z wymaganiami przyjętymi w tabeli 9,
- 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).

Tabela 9

Kryteria izolacyjnych właściwości gruntów

Rodzaj składowanych odpadów	Wymagania dotyczące naturalnej bariery geologicznej		
	Miąższość [m]	Współczynnik filtracji k [m/s]	Rodzaj gruntów
N – odpady niebezpieczne	≥ 5	$\leq 1 \times 10^{-9}$	Iły, iłolupki
K – odpady inne niż niebezpieczne i obojętne	1–5	$\leq 1 \times 10^{-9}$	
O – odpady obojętne	≥ 1	$\leq 1 \times 10^{-7}$	Gliny

Omawiane wyżej wydzielenia przestrzenne zostały przedstawione na Planszy B Mapy geosrodowiskowej Polski.

Tło dla przedstawianych na Planszy B informacji stanowi stopień zagrożenia głównego użytkowego poziomu wodonośnego, przeniesiony z arkusza Szczytno Mapy hydrogeologicznej Polski w skali 1:50 000 (Sokołowski, 2002). 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 izolującej (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 składowiska 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 arkusza Szczytno ponad 99% powierzchni obejmuje bezwzględny zakaz lokalizowania składowisk wszystkich typów odpadów. Wyłączeniem podlegają:

- obszar zwartej zabudowy i infrastruktury w obrębie Szczytna (siedziby starostwa powiatowego) i Pasyimia (siedziby urzędu miasta);
- tereny bagienne i podmokłe, w tym łąki na glebach pochodzenia organicznego – występujące na większych powierzchniach wzdłuż dolin rzek: Sawicy, Zawici oraz Saski, a także innych mniejszych cieków, wraz ze strefą o szerokości 250 m;
- pas o szerokości 250 m wokół 37 jezior o zróżnicowanej powierzchni (m.in: Kalwa, Leleskie, Gromskie, Sasek Wielki, Sędańskie, Brajnickie, Świętajno oraz wielu mniejszych);
- obszary występowania osadów holocenijskich: torfów, namułów torfiastych i piaszczystych, piasków: den dolinnych, jeziornych, akumulowanych wzdłuż rzek: Sawicy, Zawici oraz Saski i mniejszych cieków oraz w otoczeniu jezior;
- tereny występowania utworów deluwialnych (piasków, glin) występujące w obniżeniach terenu na obszarze wysoczyznowym – z uwagi na możliwość powstawania ruchów geodynamicznych (spłukiwanie, spływanie, spełzywanie);
- tereny o dużych spadkach ($>10^\circ$) występujące w okolicy jezior: Kalwa, Leleskiego, Sawica i miejscowości Elganowo, w niektórych miejscach predysponowane do powstawania ruchów masowych (Grabowski (red.), 2007);
- kompleksy leśne o powierzchni powyżej 100 ha;
- rezerwat przyrody: „Sołtysek”;
- tereny objęte ochroną przyrody w ramach Europejskiej Sieci Ekologicznej NATURA 2000: specjalny obszar ochrony ptaków – „Puszcza Napiwodzko-Ramucka” (PLB

280007) oraz specjalne obszary ochrony siedlisk – „Ostoja Napiwodzko-Ramucka” (PLH 280052);

- obszary bardzo płytkiego występowania zwierciadła wód podziemnych głównego użytkowego poziomu wodonośnego położone w południowo-zachodnim krańcu arkusza oraz pomiędzy jeziorami Sasek Wielki a Brajnickim, w obrębie którego obecność pierwszego zwierciadła wód podziemnych stwierdzono na głębokości 0–5 m (Sokołowski, 2002). Poziom ten wykazuje niską odporność na zanieczyszczenia antropogeniczne;
- obszar ochronny czwartorzędowego zbiornika GZWP nr 213 „Zbiornik Olsztyn” (Nowakowski i in., 2007).

Charakterystyka i ograniczenia warunkowe obszarów spełniających wymagania dla składowania odpadów obojętnych

Jedyny rejon, w którym lokalizacja składowiska jest dopuszczalna zajmuje teren obejmujący około 60 ha, położony w sąsiedztwie miejscowości Nowiny (południowo-wschodnia część arkusza). Preferowany do tego celu jest obszar posiadający naturalną warstwę izolacyjną, zgodną z wymaganiami dotyczącymi naturalnej bariery geologicznej (NBG) (tabela 9).

Rolę naturalnej bariery izolacyjnej spełniają tam plejstocenijskie gliny zwałowe stadiu górnego zlodowacenia wisły (zlodowacenia północnopolskie). Stanowią one warstwę izolacyjną wyłącznie dla bezpośredniej lokalizacji składowisk odpadów obojętnych. Występują one na niewielkim obszarze, na południe od Nowin. Są to brązowe i szaro-brązowe piaszczyste gliny zwałowe ze żwirem i gładziami, a ich miąższość w tym rejonie dochodzi do 6–7 metrów (Żuk, 2009).

Ewentualna lokalizacja składowiska w rejonie Nowin, lecz na obszarze pozbawionym naturalnej bariery geologicznej (zbudowanym z wodonolodowcowych utworów piaszczysto-żwirowych) wiązać się będzie z koniecznością wykonania sztucznej bariery izolacyjnej jego dna i skarp.

Wskazane obszary POLS znajdują się w zasięgu głównego użytkowego piętra wodonośnego (GPU), wykształconego w osadach czwartorzędowych (Sokołowski, 2002). Czwartorzędowy użytkowy poziom wodonośny, występuje na głębokości 15–50 m pod słabo przepuszczalną pokrywą różnowiekowych glin zwałowych o łącznej miąższości dochodzącej do 40 metrów. Stopień zagrożenia wód podziemnych określono tam jednak jako wysoki, ze względu na występujące ogniska zanieczyszczeń (lotnisko w Szymanach).

W obrębie wyznaczonych POLS wydzielono rejon wyspecyfikowanych uwarunkowań (RWU) wyróżniony na podstawie ograniczeń lokalizowania składowisk, wynikających z bliskości lotniska w Szymanach (arkusz Wielbark).

Ograniczenie to nie ma charakteru bezwzględnego zakazu, lecz powinno być rozpatrywane indywidualnie w ocenie oddziaływania na środowisko potencjalnego składowiska, a w dalszej procedurze w ustaleniach z odpowiednimi służbami: nadzoru budowlanego, gospodarki wodnej, ochrony przyrody, konserwatorem zabytków oraz administracji geologicznej.

Problem składowania odpadów komunalnych

Na waloryzowanym terenie nie wyznaczono rejonów spełniających wymagania pod lokalizację składowisk odpadów innych niż niebezpieczne i obojętne (komunalnych), dla których wymagana jest przypowierzchniowa warstwa gruntów spoistych o współczynniku wodoprzepuszczalności $<1 \times 10^{-9}$ m/s i miąższości od 1 do 5 m.

W przypadku konieczności realizacji tego typu inwestycji należy przeprowadzić szczegółowe badania geologiczne umożliwiające określenie cech izolacyjnych i rozprzestrzenienia istniejącej naturalnej bariery geologicznej. Lokalizacja takiego obiektu będzie się wiązać również, z koniecznością zastosowania dodatkowych sztucznych barier izolacyjnych, aby wykluczyć możliwość skażenia wód powierzchniowych i podziemnych.

Na obszarze arkusza, w Linowie, znajduje się jedno czynne składowisko odpadów komunalnych obsługujące powiat szczycieński. Czynne jest ono od 1993 r. i posiada powierzchnię ok. 5 ha. Rocznie trafia na to składowisko 12 000 ton odpadów.

Ocena najkorzystniejszych warunków geologicznych i hydrogeologicznych dla lokalizowania składowisk odpadów

Jedynym obszarem, na którym możliwe jest składowanie odpadów jest niewielki rejon położony w bezpośredniej bliskości Nowin, na południe od Szczytna. Nie jest on predysponowany do składowania odpadów, z powodu ograniczonej powierzchni i wysokiego stopnia zagrożenia wód podziemnych, choć miąższość glin zwałowych jest tu wystarczająca i zgodna z wymaganiami dla utworzenia składowisk odpadów obojętnych. Czynnikiem konfliktowym jest ponadto sąsiedztwo lotniska w Szymanach oraz obszarów NATURA 2000.

Charakterystyka wyrobisk poeksploatacyjnych

Na terenach nieobjętych bezwzględnym zakazem lokalizowania składowisk nie występują wyrobiska po eksploatacji złóż kopalin oraz punkty niekoncesjonowanej eksploatacji, które mogłyby spełniać rolę niszy umożliwiającej składowanie odpadów.

X. Warunki podłoża budowlanego

Na obszarze arkusza Szczytno ocenę warunków podłoża budowlanego przeprowadzono na podstawie Szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1:50 000, arkusz Szczytno (Żuk, 2009), Mapy hydrogeologicznej Polski w skali 1:50 000, arkusz Szczytno (Sokołowski, 2002) i mapy topograficznej.

Ze względu na skalę prezentowanej mapy waloryzacja warunków geologiczno-inżynierskich podłoża budowlanego ma charakter orientacyjny. Wyróżniono zgodnie z instrukcją obszary o warunkach korzystnych dla budownictwa i obszary o warunkach niekorzystnych, utrudniających budownictwo. Z analizy wyłączono: obszary gleb o wysokich klasach bonitacyjnych (I–IVa), łąki na glebach pochodzenia organicznego, obszary udokumentowanych złóż kopalin mineralnych, rezerwat przyrody, tereny lasów i jezior, obszar ochrony konserwatorskiej w Pasymiu oraz obszar zwartej zabudowy Szczytna. Obszary, dla których przeanalizowano geologiczno-inżynierskie warunki podłoża budowlanego, stanowią około 10% powierzchni arkusza.

O warunkach geologiczno-inżynierskich terenu decydują: rodzaj i stan gruntów, ukształtowanie terenu, położenie zwierciadła wód gruntowych oraz ewentualne występowanie procesów geodynamicznych.

Tereny o korzystnych warunkach budowlanych to przede wszystkim obszary występowania pokryw sandrowych pochodzenia wodnolodowcowego powstałe w czasie ostatniego zlodowacenia (wisty). Zbudowane są one z piasków drobnoziarnistych, miejscami różnoziarnistych. Osady wodnolodowcowe są gruntami średniozagęszczonymi i zagęszczonymi. Obszary o warunkach korzystnych dla budownictwa wyznaczono również w rejonach występowania gruntów spoistych twardoplastycznych i półzwartych. Reprezentują je gliny zwałowe powstałe w czasie zlodowaceń północnopolskich. Grunty takie znajdują się w północno-wschodniej części obszaru arkusza.

W granicach arkusza dominują warunki korzystne dla budownictwa, ale na mapie w zdecydowanej części pokrywają się one z obszarami gleb chronionych. Większe obszary o korzystnych warunkach budowlanych (poza obszarami gleb chronionych) znajdują się w północno-zachodniej części obszaru arkusza (w rejonie Pasymia) oraz we wschodniej części (od Roman przez Lipową Górę po Szczytno) oraz w formie odosobnionych pól o niewielkiej powierzchni, w innych rejonach.

Niekorzystne warunki dla budownictwa występują na terenach, gdzie poziom zwierciadła wód gruntowych znajduje się na głębokości mniejszej niż 2 m p.p.t., czyli przede wszyst-

kim na obszarach podmokłych oraz w zagłębieniach bezodpływowych. Jednocześnie są to obszary występowania gruntów słabonośnych, tzn. gruntów organicznych z wodami agresywnymi (torfów i namułów torfiastych), gruntów spoistych, plastycznych i miękkoplastycznych (mułków z przewarstwieniami torfów).

Występujące na omawianym obszarze wysoczyzny uznano jako niekorzystne dla budownictwa, z uwagi na spadki terenu na zboczach powyżej 12%.

Stoki wzgórz nad wschodnim brzegiem jeziora Kalwa, nad północnym i południowym brzegiem Jeziora Leleskiego, na wschód od Elganowa, nad wschodnim brzegiem jeziora Sasek Wielki, nad zachodnim brzegiem jeziora Sawica, predysponowane są do wystąpienia ruchów masowych (Grabowski (red.), 1997). Wymienione tereny położone są w większości na obszarze leśnym (niewaloryzowane). Nad południowym brzegiem Jeziora Leleskiego w Leleszkach i nad wschodnim brzegiem jeziora Sasek Wielki – około 1 km na północ od Kolonii Linowo, powstały osuwiska. Ze względu na niewielkie rozmiary nie zostały zaznaczone na mapie.

Należy zaznaczyć, że niektóre miejscowości położone są na terenach o niekorzystnych warunkach geologiczno-inżynierskich (np. część zabudowań wsi Nowe Gizewo i Linowo) ze względu na płytkie występowanie zwierciadła wód gruntowych.

Obszary o warunkach geologiczno-inżynierskich utrudniających budownictwo (strefy zaburzeń glacictektonicznych, tereny o dużej zmienności przestrzennej gruntów) wymagają szczegółowych badań przed podjęciem ewentualnych inwestycji oraz sporządzenia dokumentacji geologiczno-inżynierskiej.

XI. Ochrona przyrody i krajobrazu

Znaczną część obszaru arkusza Szczytno pokrywają gleby wysokich klas bonitacyjnych (I–IVa). Gleby chronione mineralne rozwinęły się przeważnie na glinach. Wśród nich przeważają gleby różnych typów genetycznych: brunatne wyługowane i pseudobielicowe. Pośród gleb pochodzenia organicznego w przewadze występują gleby torfowe, których największe powierzchnie występują w południowo-wschodniej części obszaru arkusza oraz w północno-zachodniej nad Jeziorem Leleskim.

Lasy, przeważnie pochodzenia naturalnego, czasami zbliżone do lasów pierwotnych, zajmują około 40% powierzchni arkusza. Są one częścią Lasów Napiwodzkich zwanych też Puszczą Nidzicką lub Napiwodzko-Ramucką. Największe, zwarte kompleksy leśne znajdują się w centralnej i południowej części omawianego obszaru.

Prawie cały omawiany obszar położony jest w zasięgu Obszaru Chronionego Krajobrazu Puszczy Napiwodzko-Ramuckiej (OChKPN-R), o całkowitej powierzchni 131 444 ha i Obszaru Chronionego Krajobrazu Pojezierza Olsztyńskiego (OChKPO), którego całkowita powierzchnia wynosi 40 997 ha. Obszary te zostały utworzone w 1998 r.

W granicach OChK Puszczy Napiwodzko-Ramuckiej znajduje się rezerwat florystyczny „Sołtysek”, będący częścią rozległego torfowiska powstałego w miejscu jeziora zwanego Sołtyskiem. Rezerwat utworzono w 1969 r. w celu ochrony modrzewicy północnej (tabela 10). Gatunek ten jest wielką rzadkością w Polsce (pięć znanych stanowisk występowania). Pochodzi z dalekiej tundry i w Polsce osiąga południowy kres swego występowania. Obok modrzewicy północnej do licznej grupy osobliwości florystycznych należy brzoza niska, skalnica torfowiskowa, rosiczka okrągłolistna i długolistna oraz pływacz drobny i średni.

Na obszarze arkusza znajdują się 33 pomniki przyrody żywej (tabela 10). Są to okazałe drzewa. Do najgrubszych należą: dąb szypułkowy „Hubert” o obwodzie 400 cm rosnący w lasach na południe od Szczytna, dąb o obwodzie 580 cm – na wschód od miejscowości Siódmak, w Wólce Szczycieńskiej lipa drobnolistna o obwodzie 760 cm, w Wielkim Sasku dąb szypułkowy o obwodzie 450 cm, w Szczytnie przy ul. Poznańskiej klon pospolity o obwodzie 425 cm i przy ul. Warszawskiej lipa drobnolistna o obwodzie 450 cm.

Użytki ekologiczne tworzy się w celu ochrony pozostałości naturalnych ekosystemów mających znaczenie dla zachowania zasobów genowych poszczególnych grup roślin i zwierząt bądź też określonych typów środowisk np.: bagna, płaty roślinności kserotermicznej, śródleśne oczka wodne. W południowo-zachodniej części obszaru arkusza, ochroną w formie użytków ekologicznych, objęto pięć śródleśnych jezior (tabela 10).

Tabela 10

Wykaz rezerwatów, pomników przyrody i użytków ekologicznych

Numer obiektu na mapie	Forma ochrony	Miejscowość/ Nadleśnictwo	Gmina Powiat	Rok zatwierdzenia	Rodzaj obiektu (powierzchnia w ha)
1	2	3	4	5	6
1	R	Nadleśnictwo Korpele	<u>Pasym</u> szczycieński	1969	Fl – „Sołtysek” (10,47)
2	P	Narty	<u>Jedwabno</u> szczycieński	1997	Pż – lipa drobnolistna
3	P	Nowy Dwór	<u>Jedwabno</u> szczycieński	2001	Pż – 2 dęby szypułkowe
4	P	Szczytno, ul. Sienkiewicza	<u>Szczytno</u> Szczycieński	2005	Pż – kasztanowiec biały
5	P	Szczytno, ul. Mickiewicza	<u>Szczytno</u> Szczycieński	2005	Pż – wierzba babilońska

1	2	3	4	5	6
6	P	Szczytno, ul. Marii Konopnickiej	<u>Szczytno</u> Szczycieński	2004	Pż – dąb szypułkowy
7	P	Szczytno, ul. Marii Konopnickiej	<u>Szczytno</u> szczycieński	2004	Pż – dąb szypułkowy
8	P	Szczytno, ul. Marii Konopnickiej	<u>Szczytno</u> szczycieński	2004	Pż – dąb szypułkowy
9	P	Szczytno, ul. Marii Konopnickiej	<u>Szczytno</u> szczycieński	2004	Pż – dąb szypułkowy
10	P	Szczytno, ul. Marii Konopnickiej	<u>Szczytno</u> szczycieński	2004	Pż – dąb szypułkowy
11	P	Szczytno, ul. Marii Konopnickiej	<u>Szczytno</u> szczycieński	2004	Pż – dąb szypułkowy
12	P	Szczytno, ul. Marii Konopnickiej	<u>Szczytno</u> szczycieński	2004	Pż – dąb szypułkowy
13	P	Szczytno, ul. Pasymska 13	<u>Szczytno</u> szczycieński	2004	Pż – lipa szerokolistna
14	P	Szczytno, ul. Pasymska 11	<u>Szczytno</u> szczycieński	2004	Pż – dąb szypułkowy
15	P	Szczytno, ul. Pasymska 7	<u>Szczytno</u> szczycieński	2004	Pż – dąb szypułkowy
16	P	Szczytno, ul. Pasymska 7	<u>Szczytno</u> szczycieński	2004	Pż – dąb szypułkowy
17	P	Szczytno, ul. Pasymska 7	<u>Szczytno</u> szczycieński	2004	Pż – dąb szypułkowy
18	P	Szczytno, ul. Pasymska 7	<u>Szczytno</u> szczycieński	2004	Pż – kasztanowiec biały
19	P	Szczytno, ul. Warszawska (przy kościółce ewangelickim)	<u>Szczytno</u> szczycieński	1991	Pż – lipa drobnolistna
20	P	Szczytno, ul. Kochanowskiego 2D	<u>Szczytno</u> szczycieński	2005	Pż – dąb szypułkowy
21	P	Szczytno, ul. Kochanowskiego 2A	<u>Szczytno</u> szczycieński	2005	Pż – dąb szypułkowy
22	P	Szczytno, ul. Curie- Skłodowskiej 8	<u>Szczytno</u> szczycieński	2005	Pż – dąb szypułkowy
23	P	Szczytno, ul. Curie- Skłodowskiej 8	<u>Szczytno</u> szczycieński	2005	Pż – dąb szypułkowy
24	P	Szczytno, ul. Pola 3	<u>Szczytno</u> szczycieński	2005	Pż – dąb szypułkowy
25	P	Nadleśnictwo Szczytno, Leśnic- two Gizewo, oddz. 35	<u>Szczytno</u> szczycieński	1987	Pż – dąb szypułkowy
26	P	Nadleśnictwo Szczytno, Leśnic- two Gizewo, oddz. 13	<u>Szczytno</u> szczycieński	1952	Pż – 2 dęby szypułkowe „Bracia Dębczaki”
27	P	Nadleśnictwo Szczytno, Leśnic- two Gizewo, oddz. 32b	<u>Szczytno</u> szczycieński	1992	Pż – 2 dęby szypułkowe
28	P	Nadleśnictwo Szczytno, Leśnic- two Gizewo, oddz. 29i	<u>Szczytno</u> szczycieński	1991	Pż – świerk pospolity „Hubert”
29	P	Wólka Szczycieńska	<u>Szczytno</u> szczycieński	1968	Pż – lipa drobnolistna
30	P	Nadleśnictwo Szczytno, Leśnic- two Gizewo, oddz. 63a	<u>Szczytno</u> szczycieński	1987	Pż – sosna pospolita
31	P	Nadleśnictwo Wielbark, Leśnic- two Szymany, oddz. 146	<u>Szczytno</u> szczycieński	1997	Pż – dąb szypułkowy

1	2	3	4	5	6
32	P	Nadleśnictwo Wielbark, Leśnictwo Szymany, oddz. 141	<u>Szczytno</u> szczycieński	1997	Pż – dąb szypułkowy
33	P	Nadleśnictwo Wielbark, Leśnictwo Szymany, oddz. 820Ac	<u>Szczytno</u> szczycieński	1997	Pż – dąb szypułkowy
34	P	Nadleśnictwo Wielbark, Leśnictwo Szymany, oddz. 820Ac	<u>Szczytno</u> szczycieński	1997	Pż – dąb szypułkowy
35	U	Nadleśnictwo Szczytno	<u>Jedwabno</u> szczycieński	1998	„Jezioro Zamulewo” (5,32)
36	U	Nadleśnictwo Szczytno	<u>Jedwabno</u> szczycieński	1998	„Jezioro Zabieniec” (2,46)
37	U	Nadleśnictwo Szczytno	<u>Jedwabno</u> szczycieński	1998	„Jezioro Okonek” (4,84)
38	U	Nadleśnictwo Szczytno	<u>Jedwabno</u> szczycieński	1998	„Jezioro Grzybicze” (2,42)
39	U	Nadleśnictwo Szczytno	<u>Jedwabno</u> szczycieński	1998	„Jezioro Złotko” (4,89)

Rubryka 2: R – rezerwat, P – pomnik przyrody; U – użytek ekologiczny;

Rubryka 6: rodzaj rezerwatu: Fl – florystyczny; rodzaj pomnika przyrody: Pż – przyrody żywej

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. Według systemu ECONET prawie cały obszar arkusza Szczytno obejmuje międzynarodowy obszar węzłowy – Zachodniomazurski (fig. 5).

Prawie połowa powierzchni arkusza Szczytno położona jest w zasięgu obszaru Natura 2000 – obszaru specjalnej ochrony ptaków „Puszcza Napiwodzko-Ramucka” PLB 280007 (tabela 11). Obejmuje on znaczną część dużego kompleksu leśnego położonego na północny wschód od Nidzicy. Występuje tu ponad 50 jezior, wiele oczek wodnych, duże torfowiska niskie i przejściowe. Pod względem wartości przyrodniczych jest to ostoja ptasia o randze europejskiej.

Występuje tu co najmniej 35 gatunków ptaków z Załącznika I Dyrektywy Ptasiej oraz 14 gatunków z Polskiej Czerwonej Księgi (PCK), m.in.: bąk, bielik, błotniak zbożowy, bocian czarny, cietrzew, puchacz, orlik krzykliwy.

Drugim obszarem Natura 2000 na omawianym terenie jest specjalny obszar ochrony siedlisk „Ostoja Napiwodzko-Ramucka” PLH 280052 (tabela 11). Ostoja ta obejmuje najbardziej wartościowe przyrodniczo fragmenty Puszczy Napiwodzko-Ramuckiej. W jej skład wchodzi 9 enklaw, z których dwie (jedna w całości, a druga częściowo), znajdują się na obszarze arkusza. Są to ostoje: Sołtysek (120,38 ha) i Galwica-Sawica (9 386,39 ha). Teren ostoi pokrywają głównie lasy oraz siedliska wilgotne i wodne, takie jak jeziora, torfowiska i bagna.

Dominuje tu krajobraz polodowcowy, o charakterystycznej, bardzo urozmaiconej rzeźbie terenu i różnicach wysokości sięgających do 50–70 m. Przeważają zbiorniki mezo- i eutroficzne, natomiast znacznie rzadsze są jeziora dystroficzne. Duży obszar pokryty jest torfowiskami niskimi i przejściowymi. Na powierzchniach leśnych dominują bory sosnowe. Teren ten jest ostoją gatunków zwierząt ważnych dla ochrony przyrody w UE. Do najcenniejszych z nich należą: wydra, bóbr i żółw błotny oraz ptaki, takie jak: bocian czarny, bielik, derkacz, puchacz, żuraw i cietrzew.

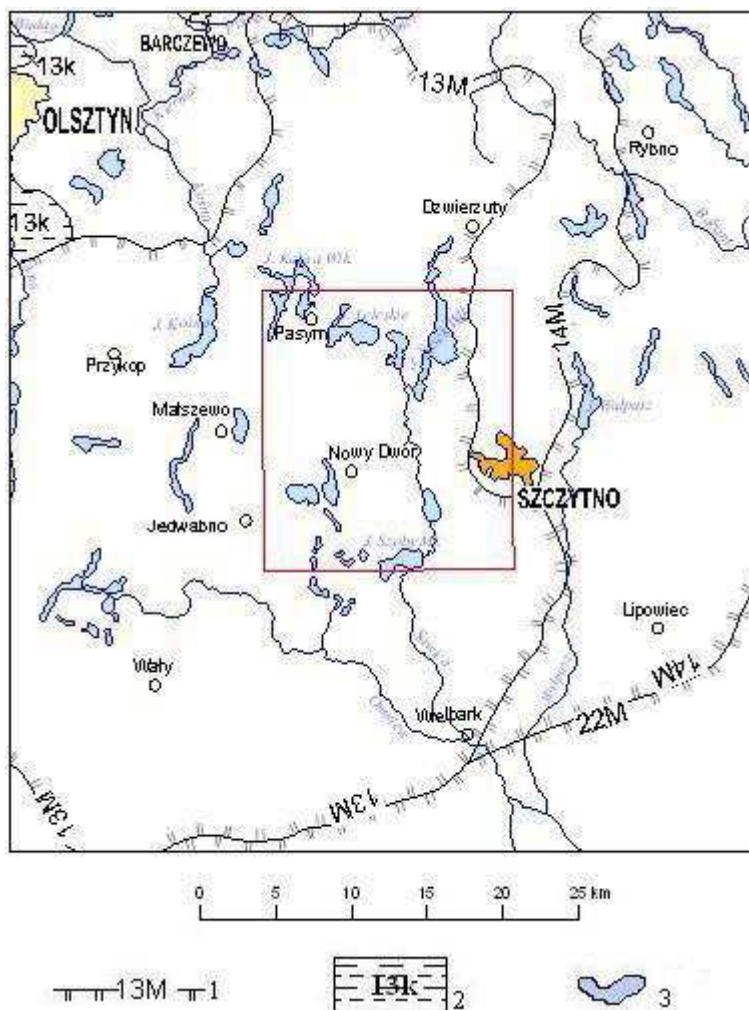


Fig. 5. Położenie arkusza Szczytno na tle systemu ECONET (Liro, 1998)

1 — granica obszaru węzłowego o znaczeniu międzynarodowym: 13M – Zachodniomazurski, 14M – Puszczy Pińskiej, 22M – Puszczy Kurpiowskiej; 2 – korytarze ekologiczne o znaczeniu krajowym: 13k – Łyny, 3 – większe jeziora

Wykaz obszarów chronionych Europejskiej sieci Ekologicznej Natura 2000

Lp.	Typ obszaru	Kod obszaru	Nazwa obszaru symbol oznaczenia na mapie	Położenie centralnego punktu na mapie		Powierzchnia obszaru (ha)	Położenie administracyjne obszaru w granicach mapy			
				Długość geogr.	Szerokość geogr.		Kod NUTS	Województwo	Powiat	Gmina
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	D	PLB 280007	Puszcza Napiwodzko-Ramucka (P)	E 20°39'23"	N 53°31'29"	116 604,69	PL662	warmińsko-mazurskie	szczycieński	Pasym, Dźwierzuty, Szczytno, Jedwabno
2	K	PLH 280052	Ostoja Napiwodzko-Ramucka (S)	E 20°25'44"	N 53°27'09"	32 612,78	PL662	warmińsko-mazurskie	szczycieński	Pasym, Szczytno, Jedwabno

Rubryka 2: D – OSO (obszar specjalnej ochrony), który graniczy z innym obszarem Natura 2000, K – SOO (specjalne obszary ochrony), częściowo przecinający się z OSO

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

Rubryka 8: PL622 – Olsztyński

XII. Zabytki kultury

Na obszarze arkusza Szczytno stanowiska archeologiczne datowane są od paleolitu po późne średniowiecze. Pierwsze ślady osadnictwa związane z ludnością epoki kamienia znaleziono w okolicy miejscowości Trelkowo. Wyraźne ślady zasiedlenia tych ziem pochodzą dopiero z wczesnej epoki żelaza (V–III w p.n.e.) i wiązać je należy z osadnictwem kultury kurhanów zachodniobałtyjskich. Osadę obronną z tego okresu znaleziono w rejonie Dybowa. Natomiast cmentarzyska kurhanowe z wczesnej epoki żelaza napotkano w okolicy wsi Dybowo i Jurgi. Ludność kultury kurhanów zachodniobałtyjskich była prawdopodobnie bezpośrednimi przodkami późniejszych plemion pruskich.

Na obszarze omawianego arkusza ochroną konserwatorską objęte zostały najcenniejsze obiekty sakralne, architektoniczne i techniczne. Najwięcej zabytkowych budowli znajduje się w Szczytnie i w Pasymiu.

W Szczytnie z zabytków architektonicznych na uwagę zasługują: gotycki zamek krzyżacki z XIV w., zbudowany na rzucie czworoboku z dziedzińcem wewnętrznym i wieżą od południowego zachodu, założenia obronne przedzamcza, ratusz miejski z początku XX w., wieża wodociągowa (wymienione zabytki zaznaczono na mapie wspólnym symbolem), szpital z 1920–1930 r., zespół browaru z końca XIX w., 3 drewniane chałupy z poł. XIX w. oraz wiele innych zabytkowych budynków, w których mieszczą się m.in. przedszkole i szkoły. Do zabytków sakralnych w Szczytnie należy barokowy kościół ewangelicko-augsburski z początku XVIII w. wraz z cmentarzem, kaplica chrześcijan baptystów z początku XIX w., neogotycki kościół rzymsko-katolicki pw. Wniebowzięcia Najświętszej Marii Panny wraz z plebanią, kościół św. Stanisława Kostki, kaplica grobowa Amelii Klein (Szczytno–Korpele), cmentarz żydowski, cmentarz rzymsko-katolicki i cmentarz wojenny z I wojny światowej.

Śródmieście Pasymia wraz ze wszystkimi obiektami, leżącymi w granicach murów obronnych z XIV–XV w., tworzą zabytkowy zespół architektoniczny. W jego granicach znajdują się: kościół ewangelicki pw. św. Barbary z XV w., kościół parafialny Serca Jezusowego (dawniej ewangelicki) z XIX w. wraz z nieczynnym cmentarzem ewangelickim z XVIII w., fragmenty murów obronnych z XIV w., neogotycki ratusz z połowy XIX w., park miejski, wieża ciśnień z 1911 r. wraz z budynkiem łaźni, spichlerz oraz liczne domy z XVIII–XX w. Poza układem architektonicznym w Pasymiu ochroną objęte są: cmentarz ewangelicki z końca XIX w., domy z XIX w. i z początku XX w., zespół zabudowy dawnego sądu.

W Elganowie znajduje się dwór szlachecki, późnobarokowy (XVIII w.) założony na rzucie prostokąta, z reprezentacyjną klatką schodową i salonem, nakryty dachem mansardo-

wym. Jest jedynym zachowanym przykładem barokowej architektury dworskiej na terenie południowych Mazur. Ochronie podlega otaczający go park.

W Nowym Dworze cennym zabytkiem wiejskiej architektury XIX w. jest drewniana chałupa z XIX w. i kościół ewangelicki, obecnie rzymsko-katolicki pw. św. Wojciecha, z 1901–02 r.

W Trelkowie zabytkiem jest kościół ewangelicki z połowy XVIII w., obecnie rzymsko-katolicki, z cmentarzem przykościelnym i kaplica chrześcijan baptystów z początku XX w.

W Sasku Wielkim ochroną konserwatorską objęty jest trójkondygnacyjny blokhaus strzelecki dla CKM i piechoty zbudowany w latach 1900–1902.

XIII. Podsumowanie

Obszar arkusza Szczytno położony jest w województwie warmińsko-mazurskim, w powiecie szczycieńskim, w gminach: Szczytno, Pasym, Jedwabno i Dźwierzuty.

W ramach niniejszego opracowania przedstawiono stan bazy surowcowej na obszarze arkusza Szczytno. Obejmuje ona 4 udokumentowane złoża – 2 złoża małe piasków dla budownictwa i drogownictwa, złożę piasków kwarcowych do produkcji cegły wapienno-piaskowej oraz złożę kredy jeziornej do wykorzystania w rolnictwie. Obecnie eksploatowane jest złożę piasków kwarcowych. Eksploatacja jednego ze złóż piasków została zaniechana. Pozostałe dwa złoża są niezagospodarowane. Na omawianym terenie wyznaczono trzy obszary perspektywiczne kredy jeziornej, cztery obszary prognostyczne torfów i jeden obszar prognostyczny kredy jeziornej.

Czwartorzędowy poziom wodonośny jest jedynym, w granicach obszaru arkusza, źródłem zaopatrzenia miejscowej ludności w wodę dobrej jakości. Omawiany obszar położony jest w zasięgu głównego zbiornika wód podziemnych w utworach czwartorzędowych – GZWP 213 – Zbiornik międzymorenowy Olsztyn. Ponadto południowa część arkusza znajduje się w granicach zbiornika w utworach trzeciorzędowych: GZWP 215 – Subniecka warszawska. Wody podziemne, ze względu na brak izolującego nadkładu, są w znacznym stopniu narażone na wpływ zanieczyszczeń antropogenicznych. Dlatego szczególna uwaga powinna być zwrócona na właściwe rozwiązanie gospodarki wodno-ściekowej i gospodarki odpadami.

W granicach arkusza Szczytno wyznaczono jeden niewielki obszar, na którym możliwe jest składowanie odpadów obojętnych. Wskazano go w miejscu przypowierzchniowego występowania utworów słabo przepuszczalnych – glin zwałowych zlodowacenia wisły w rejonie Nowin. Warunkowe ograniczenie lokalizacji składowiska związane jest z sąsiedztwem lotniska w Szymanach (arkusz Wielbark). Lokalizacja tego typu inwestycji na wskazanym obsza-

rze powinna być poprzedzona szczegółowymi badaniami geologiczno-inżynierskimi i hydrogeologicznymi, które pozwolą na dokładne rozpoznanie parametrów określających właściwości izolacyjne glin zwałowych, ich miąższości, rozprzestrzenienia, jak i potencjalnej możliwości skażenia wód poziomu użytkowego przez składowisko.

Większe obszary o korzystnych warunkach budowlanych (poza obszarami gleb chronionych) znajdują się w północno-zachodniej części terenu arkusza i we wschodniej jego części oraz w formie odosobnionych pól o niewielkiej powierzchni w innych rejonach. Niekorzystne warunki dla budownictwa występują na terenach, gdzie poziom zwierciadła wód gruntowych znajduje się na głębokości mniejszej niż 2 m p.p.t., czyli przede wszystkim na obszarach podmokłych oraz w zagłębieniach bezodpływowych.

Z uwagi na walory przyrodnicze regionu znaczna część terenu arkusza objęta jest różnymi formami ochrony przyrody (dwa obszary chronionego krajobrazu, rezerwat przyrody, użytki ekologiczne, pomniki przyrody i dwa obszary Natura 2000).

Korzystne warunki glebowe i klimatyczne sprawiają, że na obszarze arkusza dominującą rolę pełni rolnictwo. Zakłady przemysłowe, zlokalizowane głównie w Szczytnie, wykorzystują przede wszystkim surowce miejscowe, na bazie których rozwinął się przemysł meblarski, drzewny, spożywczy oraz przetwórstwo owocowo-warzywno. W Pasymiu znajduje się zakład produkcji cegły wapienno-piaskowej.

Szczególne znaczenie w rozwoju omawianego obszaru stanowi turystyka. Atutami tego regionu jest dobrze zachowane środowisko przyrodnicze i krajobrazowe, małe zurbanizowanie, czyste powietrze, duża lesistość terenów oraz liczne jeziora. Ponadto istnieją na tym obszarze warunki dla rozwoju rolnictwa ekologicznego, na które sukcesywnie wzrasta zapotrzebowanie. Dlatego głównymi kierunkami rozwoju gmin w zasięgu obszaru arkusza powinno być rolnictwo, w tym ekologiczne, turystyka i agroturystyka.

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.
- BANDURSKA-KRYŁOWICZ H., 1983 – Sprawozdanie z prac poszukiwawczych złóż kredy jeziornej we wschodniej części województwa olsztyńskiego. *Centr. Arch. Geol., Państw. Inst. Geol., Warszawa*.

- 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, 1995.
- 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.
- BUTRYMOWICZ N., 1965 – Sprawozdanie z prac poszukiwawczych złóż kruszywa naturalnego pospółek i żwirów na obszarze zachodniej części sandru mazurskiego w rejonie Jedwabno-Szuć, Koty, Wały i Muszaki. *Arch. Przeds. Geol. POLGEOL S.A. 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.
- GIEDWOYN S., 1951 – Dokumentacja geologiczna złóż piasku dla cegielni Pasym, pow. Szczytno, woj. olsztyńskie. *Centr. Arch. Geol., Państw. Inst. Geol., Warszawa.*
- 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.
- GIEDWOYN S., 1951 – Dokumentacja geologiczna złóż piasku dla cegielni Pasym, pow. Szczytno, woj. olsztyńskie. *Centr. Arch. Geol., Państw. Inst. Geol., Warszawa.*
- GRABOWSKI D. (red.), MORAWSKI W., POCHOCKA-SZWARC K., 2007 – Mapa osuwisk i obszarów predysponowanych do występowania ruchów masowych w województwie warmińsko-mazurskim. *Centr. Arch. Geol., Państw. Inst. Geol., Warszawa.*
- GRADYS A., 1985 – Dokumentacja geologiczna w kat. C₁ z rozpoznaniem jakości kopaliny w kat. B złoża kredy jeziornej Sędańsk w miejscowości Sędańsk, gmina Szczytno, woj. olsztyńskie. *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, p. 137- 174.

- Instrukcja** opracowania Mapy geośrodowiskowej Polski w skali 1:50 000, 2005 – Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- KAMOLA Z., 1963 – Orzeczenie z przeprowadzonych prac geologiczno-wiertniczych w rejonie wsi Romany, pow. Szczytno, woj. olsztyńskie. Centr. Arch. Geol., Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- KLECZKOWSKI A. S. (red.), 1990 – Mapa głównych zbiorników wód podziemnych (GZWP) w Polsce wymagających ochrony, w skali 1:500 000. Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków.
- KOKOCIŃSKI M., KOKOCIŃSKA F., 1988 – Karta rejestracyjna złoża kruszywa naturalnego drobnego w polu A i B w miejscowości Lipowa Góra, miasto i gmina Szczytno, woj. olsztyńskie. Arch. Geol. Warmińsko-Mazurskiego Urzędu Marszałkowskiego, Olsztyn.
- KONDRACKI J., 2002 – Geografia regionalna Polski. PWN, Warszawa.
- LINDSTRÖM M., 2001 – Urban land use influences on heavy metal fluxes and surface sediment concentrations of small lakes. *Water, Air & Soil Pollution*, Vol.126 Nos. 3–4 p. 363 – 383.
- LIRO A., 1998 –G., 1980 – Karta rejestracyjna złoża kruszywa naturalnego „Romany”, Strategia wdrażania krajowej sieci ekologicznej ECONET–Polska, Fundacja IUCN Poland, Warszawa.
- LIS J., PASIECZNA A., 1995 – Atlas geochemiczny Polski 1:2 500 000. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
- LIU H., PROBST A., LIAO B., 2005 – Metal contamination of 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.
- MAKOWIECKI G., STRZELCZYK G., 1980 - Karta rejestracyjna złoża kruszywa naturalnego „Romany”, gm. Szczytno, woj. olsztyńskie. Arch. Geol. Warmińsko-Mazurskiego Urzędu Marszałkowskiego, Olsztyn.
- MARKS L., BER A., GOGOŁEK 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* Vol. 125 Nos. 1–4 p 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.
- NOWAKOWSKI C., SZELEWICKA A., CZERWIŃSKA M., SUCHARZEWSKA M., WĘGRZYN A., 2007 – Dokumentacja określająca warunki hydrogeologiczne dla ustanowienia obszaru ochronnego Głównego Zbiornika Wód Podziemnych Olsztyn GZWP nr 213. Arch. Przeds. Geol. POLGEOL S.A. Warszawa.
- OSTRZYŻEK S., DEMBEK W., 1996 – Zlokalizowanie i charakterystyka złóż torfowych w Polsce spełniających kryteria potencjalnej bazy zasobowej z ustaleniem i uwzględnieniem wymogów związanych z ochroną i kształtowaniem środowiska. IMUZ, Falenty.
- PACZYŃSKI B. (red.) 1995 – Atlas hydrogeologiczny Polski, skala 1:500 000. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- PACZYŃSKI B., SADURSKI A. (red.) 2007 – Hydrogeologia regionalna Polski. Tom I. Wody słodkie. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- PULFORD I., MACKENZIE A., DONATELLO S., LAURA 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. pp.370.
- Raport** o stanie środowiska województwa warmińsko-mazurskiego w 2006 roku, 2007 – Biblioteka Monitoringu Środowiska, WIOŚ, Olsztyn.
- 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* v. 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* vol. 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.
- 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.
- ŠMEJKALOVÁ M., MIKANOVÁO., BORŮVKA L., 2003 – Effects of heavy metal concentrations on biological activity of soil micro-organisms. *Plant & Soil Environ.*, 49 (7): 321–326.
- SOKOŁOWSKI A., 2002 – Mapa hydrogeologiczna Polski w skali 1:50 000, arkusz Szczytno (215). Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- SOLEK Z., 1964 – Sprawozdanie z przeprowadzonych prac poszukiwawczych za złożami kruszywa naturalnego w województwie olsztyńskim. *Arch. Przeds. Geol. POLGEOL* S.A. Warszawa.
- SOLEK Z., PIWOCKA K., 1966 – Sprawozdanie ze zwiadu terenowego z sondami, przeprowadzonego w ramach poszukiwań iłów warwowych w rejonie Szczytna, pow. Szczytno, woj. olsztyńskie. *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. 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. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- SZUFLICKI M., MALON A., TYMIŃSKI M. (red.), 2011 – Bilans zasobów kopalin i wód podziemnych w Polsce według stanu na 31 XII 2010 r. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- TCHÓRZEWSKA D., JARECKA K., 1969 – Sprawozdanie z badań geologicznych złóż kredy jeziornej w województwie olsztyńskim (stopień rozpoznania – kategoria C₂). Centr. Arch. Geol., Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- Ustawa** o odpadach z dnia 27 kwietnia 2001 r. Dziennik Ustaw nr 185, poz. 1243 z dnia 5 października 2010 r.
- 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* vol. 39 (8): 945–950.
- WILCZEK T., HAAS T., 1966 – Sprawozdanie z I-go etapu badań geologicznych złóż surowców ilastych ceramiki budowlanej w okolicach Szczytna, powiat Szczytno, woj. olsztyńskie. Centr. Arch. Geol., Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- 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.
- WOJTKIEWICZ J., 1965 – Dokumentacja geologiczna złoża piasków kwarcowych do produkcji cegły wapienno-piaskowej cegielni Pasym, pow. Szczytno, woj. olsztyńskie. Centr. Arch. Geol., Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- WOJTYNA H., GIEŁŻECKA-MĄDRY D., 2006 – Mapa geologiczno-gospodarcza Polski w skali 1:50 000, arkusz Szczytno (215) wraz z objaśnieniami. Centr. Arch. Geol., Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- WOŚ A., 1999 – Klimat Polski. Wydawnictwo PWN, Warszawa.
- ŻUK R., 2009 – Mapa geologiczna Polski w skali 1:50 000, arkusz Szczytno (215). Centr. Arch. Geol., Państw. Inst. Geol., Warszawa.