

PAŃSTWOWY INSTYTUT GEOLOGICZNY
PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY

OPRACOWANIE ZAMÓWIONE PRZEZ MINISTRA ŚRODOWISKA

OBJAŚNIENIA
DO MAPY GEOŚRODOWISKOWEJ POLSKI
1:50 000

Arkusz LIDZBARK WARMIŃSKI (99)



MINISTERSTWO
ŚRODOWISKA

Warszawa 2012

Autorzy: Robert Formowicz*, Izabela Bojakowska*, Paweł Kwecko*, Hanna Tomassi-Morawiec*
Krystyna Wojciechowska**

Główny koordynator MGŚP: Małgorzata Sikorska-Maykowska*
Redaktor regionalny planszy A: Katarzyna Strzezińska*
Redaktor regionalny planszy B: Joanna Szyborska-Kaszycka*
Redaktor tekstu: Joanna Szyborska-Kaszycka*

* – Państwowy Instytut Geologiczny-Państwowy Instytut Badawczy, ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa
** – Przedsiębiorstwo Geologiczne POLGEOL SA, ul. Berezyńska 39, 03-908 Warszawa

ISBN...

Spis treści

I. Wstęp (<i>Robert Formowicz</i>)	3
II. Charakterystyka geograficzna i gospodarcza (<i>Robert Formowicz</i>)	4
III. Budowa geologiczna (<i>Robert Formowicz</i>)	6
IV. Złoża kopalin (<i>Robert Formowicz</i>)	10
V. Górnictwo i przetwórstwo kopalin (<i>Robert Formowicz</i>)	13
VI. Perspektywy i prognozy występowania kopaliny (<i>Robert Formowicz</i>)	15
VII. Warunki wodne (<i>Robert Formowicz</i>)	17
1. Wody powierzchniowe	17
2. Wody podziemne	18
VIII. Geochemia środowiska	21
1. Gleby (<i>Paweł Kwecko</i>)	21
2. Osady (<i>Izabela Bojakowska</i>)	24
3. Pierwiastki promieniotwórcze (<i>Hanna Tomassi-Morawiec</i>)	28
IX. Składowanie odpadów (<i>Krystyna Wojciechowska</i>)	30
X. Warunki podłoża budowlanego (<i>Robert Formowicz</i>)	37
XI. Ochrona przyrody i krajobrazu (<i>Robert Formowicz</i>)	39
XII. Zabytki kultury (<i>Robert Formowicz</i>)	43
XIII. Podsumowanie (<i>Robert Formowicz, Krystyna Wojciechowska</i>)	44
XIV. Literatura	46

I. Wstęp

Arkusze Lidzbark Warmiński Mapy geośrodowiskowej Polski w skali 1:50 000 (MGŚP) został wykonany w Oddziale Górnośląskim Państwowego Instytutu Geologicznego – Państwowego Instytutu Badawczego w Sosnowcu (plansza A) oraz w Państwowym Instytucie Geologicznym – Państwowym Instytucie Badawczym w Warszawie i Przedsiębiorstwie Geologicznym POLGEOL SA w Warszawie (plansza B) w latach 2011–2012. Przy jego opracowywaniu wykorzystano materiały archiwalne i informacje zamieszczone na arkuszu Lidzbark Warmiński Mapy geologiczno-gospodarczej Polski w skali 1:50 000 wykonanym w Przedsiębiorstwie Geologicznym POLGEOL SA w Warszawie (Osendowska, Nowacki 2006). Niniejsze opracowanie powstało zgodnie z „Instrukcją opracowania Mapy geośrodowiskowej Polski w skali 1:50 000” (Instrukcja..., 2005) na podkładzie topograficznym w układzie „1942”.

Mapa składa się z dwóch plansz. Plansza A zawiera zaktualizowane treści Mapy geologiczno-gospodarczej zgrupowane w następujących warstwach informacyjnych: kopaliny, górnictwo i przetwórstwo kopalin, wody powierzchniowe i podziemne, warunki podłoża budowlanego oraz ochrona przyrody i zabytków kultury.

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

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

Opracowanie wykonano na podstawie analizy materiałów archiwalnych, publikacji oraz konsultacji i uzgodnień dokonanych w archiwach Urzędu Marszałkowskiego w Olsztynie i starostwach powiatowych w Olsztynie i Lidzbarku Warmińskim, Centralnym Archiwum Geologicznym Państwowego Instytutu Geologicznego – Państwowego Instytutu Badawczego w Warszawie oraz w Regionalnej Dyrekcji Ochrony Środowiska w Olsztynie, i w Wojewódzkim Urzędzie Ochrony Zabytków w Olsztynie. Wykorzystane zostały również informacje uzyskane w siedzibach nadleśnictw oraz w urzędach gmin.

Zebrane informacje uzupełniono zwiadem terenowym przeprowadzonym we lipcu 2011 roku. Mapa wykonana jest w wersji cyfrowej.

II. Charakterystyka geograficzna i gospodarcza

Obszar objęty arkuszem Lidzbark Warmiński jest ograniczony współrzędnymi geograficznymi: 20°30'–20°45' długości geograficznej wschodniej i 51°00'–51°10' szerokości geograficznej północnej.

Administracyjnie cały omawiany obszar znajduje się w granicach województwa warmińsko-mazurskiego i obejmuje swym zasięgiem część powiatu lidzbarskiego (gminy Lidzbark Warmiński, i Kiwity) oraz północną część powiatu olsztyńskiego (gminy Dobre Miasto i Jeziorany).

Zgodnie z podziałem fizycznogeograficznym (Konracki, 2001) obszaru arkusza Lidzbark Warmiński wchodzi w skład prowincji Nizy Wschodniobałtycko-Białoruskiej. Przeważająca część omawianego terenu znajduje się w granicach podprowincji Pojezierza Wschodniobałtyckie, makroregion Pojezierze Mazurskie (mezoregion Pojezierze Olsztyńskie). Skrajny północno-wschodni fragment arkusza należy do podprowincji Pobrzeże Wschodniobałtyckie, makroregion Nizina Staropruska (mezoregion Równina Sępopolska) (fig. 1).

Morfologię Pojezierza Olsztyńskiego kształtuje wysoczyzna morenowa, której powierzchnia nachylona jest w kierunku północnym. Występują tu liczne wzniesienia i pagórki morenowe świadczące o młodoglacjalnej rzeźbie tego obszaru. W krajobrazie wyróżniają się doliny rzeki Łyny i jej prawego dopływu Symsarny, w obrębie których występują najniższe rzędne terenu 51–70 m n.p.m. Najwyżej położony punkt w granicach arkusza znajduje się na wschód od Miłogórze na rzędnej 177,0 m n.p.m. Wysokości względne wzgórz w tym rejonie dochodzą do 50 m.

Równina Sępopolska pod względem ukształtowania stanowi rozległą nieckę, której powierzchnia w granicach arkusza Lidzbark Warmiński jest prawie płaska, łagodnie opadająca w kierunku jeziora Wielichowskiego i doliny Łyny. Rzędne terenu kształtują się tutaj na po-

ziomie 75–95 m n.p.m. Na wschód od doliny Łyny morfologia terenu zbliżona jest do morfologii Pojezierza Olsztyńskiego.

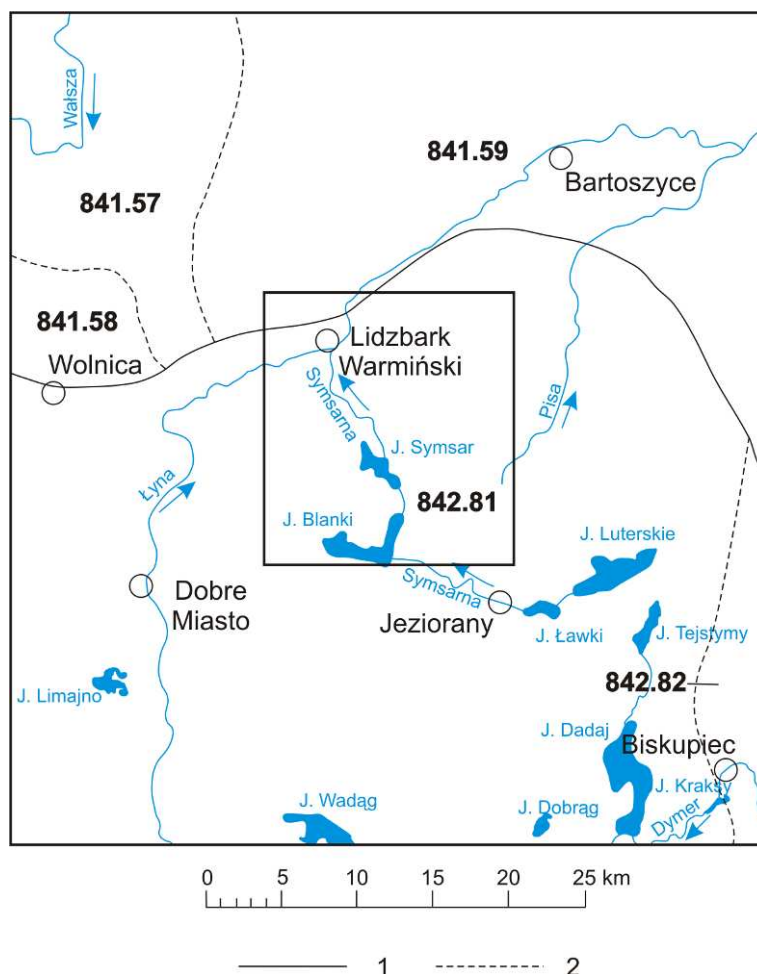


Fig.1. Położenie arkusza Lidzbark Warmiński na tle jednostek fizycznogeograficznych wg J. Kondrackiego (2001)

1 – granica makroregionu, 2 – granica mezoregionu,

Prowincja: Niż Wschodniobałtycko-Białoruski:

Podprowincja Pobrzeże Wschodniobałtyckie: Mezoregiony Niziny Staropruskiej: 841.57 – Wzniesienia Górowskie; 841.58 – Równina Ornecka; 841.59 – Nizina Sepopolska

Podprowincja Pojezierza Wschodniobałtyckie: Mezoregiony Pojezierza Mazurskiego: 842.81 – Pojezierze Olsztyńskie; 842.82 – Pojezierze Mrągowskie

Klimat na obszarze arkusza Lidzbark Warmiński wykazuje cechy właściwe europejskiej odmianie strefy klimatycznej umiarkowanej. Według regionalizacji klimatycznej (Wiszniewski, Chełchowski, 1975) omawiany teren znajduje się w dzielnicy wschodnio-bałtyckiej. Zróżnicowanie klimatu związane jest z wzrastającymi w kierunku wschodnim cechami klimatu kontynentalnego, wyrażającymi się przede wszystkim dłuższym czasem trwania zimy i niższą temperaturą miesięcy zimowych, a w związku z tym większą amplitudą roczną średnich temperatur. Okres z przymrozkami trwa od 110 do 125 dni, a pokrywa śnieżna zalega od 60 do 70 dni w roku. Średnia roczna temperatura powietrza wynosi $+6,8^{\circ}\text{C}$, najcieplejszym mie-

siącem jest lipiec (+17°C), najzimniejszym styczeń (-3°C). Średnioroczna suma opadów atmosferycznych z wielolecia kształtuje się na poziomie 614 mm. Wiatry wieją przeważnie z kierunków wschodnich i północno-zachodnich.

Gleby na obszarze arkusza Lidzbark Warmiński należą do średnio- i bardzo urodzajnych. Dominują gleby kompleksu żytniego od bardzo dobrego do słabego oraz kompleksu pszennego dobrego i wadliwego. Lasy zajmują około 20% ogólnej powierzchni terenu. Zwarłe kompleksy leśne występują na północny wschód i południowy zachód od Lidzbarka Warmińskiego oraz w południowo-zachodniej części omawianego terenu. Dominującym typem jest siedlisko borowe – bór świeży i bór mieszany świeży. W drzewostanie przeważa sosna pospolita i świerk, przy znacznym udziale dębu, grabu i buka.

Omawiany teren jest regionem rolniczym, o słabo rozwiniętym przemyśle. Produkcja rolna ukierunkowana jest na uprawę zbóż i buraków cukrowych, w niewielkim stopniu na hodowlę bydła i trzody chlewnej. W gospodarstwach leżących nad jeziorami: Wielichowo, Symsar i Blanki rozwinęło się rybołówstwo.

Największym ośrodkiem miejskim jest Lidzbark Warmiński (około 18 tys. mieszkańców) położony nad Łyną. Miasto stanowi lokalny ośrodek gospodarczy i administracyjny. Bazując na rolnictwie rozwinęły swoją produkcję zakłady mleczarskie „Warmia Dairy”, oraz przetwórstwa rybackiego „Tasman Fish Trading”. W pozostałych sektorach gospodarki dominują małe i średnie przedsiębiorstwa ukierunkowane głównie na budownictwo, przetwórstwo oraz handel i usługi.

Przez obszar arkusza przebiega droga krajowa Olsztyn – Lidzbark Warmiński – Bartoszyce nr 51 do przejścia granicznego w Bezledach, drogi nr 513 Orneta – Lidzbark Warmiński i nr 511 Lidzbark Warmiński – Górowo Iławeckie oraz szereg dróg gminnych łączących poszczególne miejscowości.

III. Budowa geologiczna

Obszar arkusza Lidzbark Warmiński znajduje się w granicach syneklizy perybałtyckiej. Na krystalicznym podłożu występującym na głębokości około 2200 m osadziły się utwory starszego paleozoiku oraz kompleks permo-mezozoiczny (Kacprzak, Honczaruk, 2009).

Najstarszymi znanymi z wierceń osadami występującymi w podłożu czwartorzędowym są margle piaszczyste należące do kredy górnej (mastrycht). W rejonie Lidzbarka Warmińskiego strop utworów kredy nawiercono na głębokości około 220 m, a ich miąższość mieści się w przedziale od 227 do 338 m.

Osady trzeciorzędu rozpoznane zostały wieloma otworami wiertniczymi głównie w samym Lidzbarku oraz w miejscowości Czarny Kierz. Do paleocenu zaliczono piaski drobnoziarniste z miką często zailone o miąższości nieprzekraczającej 45 m. Podobnie wykształcone są utwory należące do eocenu, których miąższość wynosi 35 m. Z oligocenem związany jest kompleks drobnoziarnistych piasków glaukonitowych przedzielonych warstwą ilów i mułków. Miąższość kompleksu oligoceńskiego, w otworze zlokalizowanym na terenie Lidzbarka Warmińskiego, dochodzi do 78 m. Utwory miocenu wykształcone są w postaci ilów i mułków rozdzielonych piaskami kwarcowymi z domieszką węgla brunatnego o miąższości około 70 m. W rejonie Lidzbarka Warmińskiego stwierdzono występowanie miocenijskich porwań tkwiących w utworach czwartorzędowych, co może wskazywać na strefę zaburzoną glaukitektonicznie.

Cały obszar arkusza Lidzbark Warmiński pokrywają osady czwartorzędowe o zmiennej miąższości (fig 2). We wschodniej jego części grubość pokrywy czwartorzędowej jest najmniejsza i wynosi około 55 m, a w części zachodniej wzrasta do 210 m.

W obrębie plejstocenu wyróżniono osady należące do zlodowaceń najstarszych (narwi), zlodowaceń południowopolskich (nidy, sanu 1 i sanu 2), zlodowaceń środkowopolskich (odry i warty) oraz zlodowaceń północnopolskich (wisły).

Osady należące do zlodowaceń najstarszych udokumentowano otworami wiertniczymi w Rogożu i Tonkilach Wielkich. Są to utwory wodnolodowcowe, zastoiskowe oraz gliny zwałowe stadiału dolnego i górnego zlodowacenia narwi.

Z okresem zlodowaceń południowopolskich związanych jest prawdopodobnie pięć poziomów glin zwałowych rozdzielonych utworami zastoiskowymi i wodnolodowcowymi. Lokalnie gliny leżą bezpośrednio na sobie. Osady te zaliczono do zlodowacenia nidy (stadiał dolny i górny), zlodowacenia sanu 1 (stadiał dolny i górny) oraz zlodowacenia wilgi (sanu 2). Maksymalna miąższość utworów zlodowaceń południowopolskich wynosi 79 m.

Osady zlodowaceń środkowopolskich tworzą cztery poziomy glin zwałowych, które rozdzielają utwory wodnolodowcowe i zastoiskowe. Stratygraficznie etapy transgresji lądolodu związane są z okresem stadiału dolnego i górnego zlodowacenia odry oraz stadiału dolnego i środkowego zlodowacenia warty. W rejonie Czarnego Kierza miąższość utworów zlodowaceń środkowopolskich wynosi 58 m, a w południowo-wschodniej części arkusza 85 m.

Utwory zlodowaceń północnopolskich pokrywają całą powierzchnię arkusza Lidzbark Warmiński. W granicach opracowania wyróżniono osady stadiału środkowego i górnego zlodowacenia wisły.

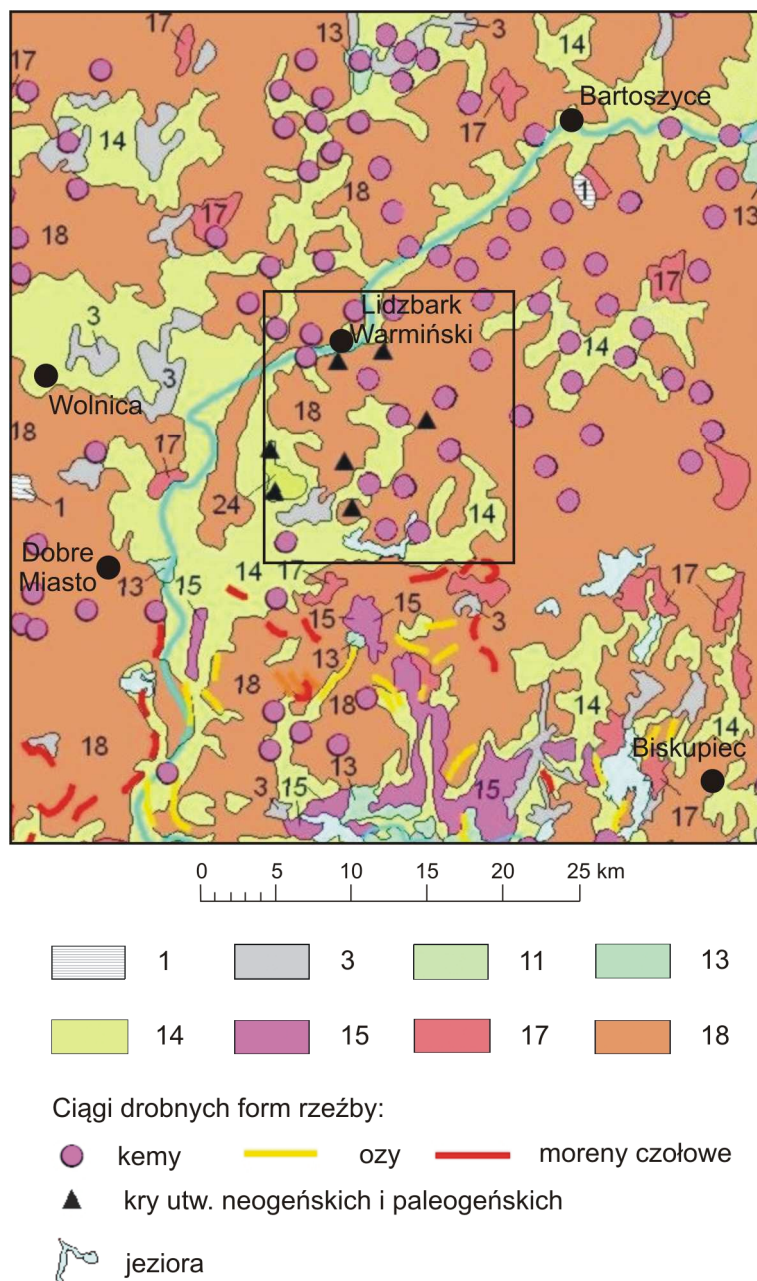


Fig. 2. Położenie arkusza Lidzbark Warmiński na tle Mapy geologicznej Polski w skali 1:500 000 wg L. Marksa, A. Bera, W. Gogołka, K. Piotrowskiej (red.) (2006)

Czwartorzęd; **holocen**: 1 – piaski, mułki, ropy i gytie jeziorne, 3 – piaski, żwiry, mady rzeczne oraz torfy i namuły; **plejstocen: zlodowacenia północnopolskie**: 11 – piaski, żwiry i mułki rzeczne, 13 – ropy, mułki i piaski zastoiskowe; 14 – piaski i żwiry sandrowe; 15 – piaski i mułki kemów; 17 – żwiry, piaski, glazy i gliny moren czołowych; 18 – gliny zwałowe, ich zwietrzliny oraz piaski i żwiry lodowcowe.

Numeracja wydzielen zgodna z Mapą... (Marks i in. red., 2006)

Gliny zwałowe oraz piaski i żwiry wodnolodowcowe stadiału środkowego (Świecia) stwierdzone zostały otworami w centralnej i zachodniej części arkusza. W obrębie glin zwałowych w rejonie Lidzbarka Warmińskiego i Nowosadów występują porwaki skał miocen-skich. Miąższość kompleksu prawdopodobnie nie przekracza 30 m.

Osady stadiału górnego zlodowacenia wisły występują powszechnie na powierzchni terenu lub zalegają pod nadkładem utworów holocenu. Należą do nich utwory zastoiskowe, lodowcowe (gliny zwałowe), wodnolodowcowe oraz piaski i gliny. Gliny zwałowe pokrywają niemal całą powierzchnię terenu. Ich miąższość jest zróżnicowana od kilku do ponad 30 m. W rejonie Lidzbarka Warmińskiego, w obrębie glin, stwierdzono porwaki skał miocenkich (iły i piaski). Piaski i żwiry akumulacji szczelinowej budują wzniesienia w rejonie Sarnowa i Kierwin. Wzgórza kemowe zbudowane z piasków drobnoziarnistych, mułków i iłów występują bardzo licznie na powierzchni całego arkusza. Największą miąższość piasków drobnoziarnistych (35–40 m), stwierdzono w obrębie Góry Krzyżowej (134 m n.p.m.) w Lidzbarku Warmińskim. Rozległy, płaski taras kemowy w południowo-wschodniej części arkusza, w rejonie Frankowa budują piaski drobnoziarniste. Piaski i żwiry, lokalnie z glinami zwałowymi moren martwego lodu występują w rejonie Kochanówka – Kierz oraz w okolicy miejscowości Żegoty. Miąższość serii piaszczysto-żwirowych stwierdzona sondami wynosiła przeważnie kilkanaście metrów. Część moren martwego lodu zbudowanych jest z glin zwałowych o cechach litologicznych zbliżonych do glin budujących wysoczyznę morenową. Formy te tworzą wyraźne wzgórza w rejonie Sarnowa, Medyny i Czarnego Kierza. Iły i mułki zastoiskowe występują w północno-zachodniej części arkusza. Miąższość tych osadów mieści się w przedziale od kilku do około 40 m. Piaski i żwiry wodnolodowcowe o miąższości od kilku do około 12 m, występują wzdłuż doliny Łyny, w rejonie Kierwiny – Stoczek Klasztorny oraz w pasie od centralnej do południowo-zachodniej części arkusza. W dolinie Łyny udokumentowano piaski i żwiry rzeczno-peryglacjalne o miąższość około 5 m.

W schyłkowej części plejstocenu osadzały się głównie piaski i gliny deluwialne o miąższości nieprzekraczającej kilku metrów.

Holocen reprezentowany jest głównie przez osady organiczne i nieorganiczne, do których zaliczają się kreda jeziorna, gytie i torfy, mułki i piaski jeziorne, namuły den dolinnych oraz piaski i żwiry tarasu nadzalewowego oraz piaski rzeczne. Największe miąższości torfów stwierdzono w rejonie Stoczka Klasztorne (1,5–6,5 m). Są to zazwyczaj torfowiska typu niskiego wypełniające zagłębienia bezodpływowe i misy pojezierne. W rejonie Świętnicka, Sarnowa, Medyny i Żegoty pod torfami występują osady węglanowe o miąższości do 3,0 m. Piaski rzeczne tarasu nadzalewowego oraz piaski rzeczne w dolinie Łyny osiągają maksymalną miąższość 15 m.

IV. Złoża kopalin

W granicach obszaru arkusza Lidzbark Warmiński udokumentowanych jest dziesięć złóż kopalin pospolitych, w tym trzy złoża piasków i siedem złóż kruszyw piaskowo-żwirowych (Szuflicki i in. red., 2011). Zestawienie udokumentowanych złóż oraz ich charakterystykę gospodarczą i klasyfikację przedstawiono w tabeli 1.

Zasoby w złożu „Kochanówka II” rozpoznano kartą rejestracyjną, a dla pozostałych złóż sporządzono dokumentacje geologiczne w kategorii C₁. Ze względu na wyczerpanie zasobów z ewidencji wykreślono złoża piasków i żwirów „Kochanówka”. Kopalina ze złóż może być wykorzystywana w budownictwie ogólnym i drogownictwie.

Wszystkie złoża kopalin związane są z osadami stadiału górnego zlodowacenia wistły. W rejonie Stoczka Klasztornego (Warmińskiego) i Kobieli występują utwory pochodzenia wodnolodowcowego, w rejonie Kochanówki morenowego, a złoża Modliny budują piaski i żwiry tarasów kemowych.

Charakterystykę parametrów geologiczno-górnicznych złóż i jakościową kopalin okrucowych przedstawiono w tabeli 2.

W złożach „Stoczek Warmiński” (Kokociński, 2001) i „Stoczek” (Bobel, 2009) kopalinę główną stanowią wodnolodowcowe piaski i żwiry oraz żwiry zalegające pod nadkładem glin piaszczystych i piasków gliniastych. W złożu „Stoczek Warmiński” oprócz kruszywa drobnego i grubego kopalinę stanowią także otoczaki.

W rejonie Kobieli udokumentowano złoża „Konity” (Bobel, 2004, 2011a), „Konity I” (Bobel, 2011b), „Kobiela” (Zaprzelski, 2007) i „Kobiela I” (Bobel, 2010). Kruszywem dominującym są piaski, podrzędnie piaski ze żwirami. W nadkładzie występują piaski gliniaste. Wszystkie złoża są częściowo zawodnione.

Złoża „Kochanówka II” (Helwak, 1986) oraz udokumentowane w jego granicach, bez wymaganego dodatku rozliczeniowego, złoża „Kochanówka IV” (Olik, 2010) budują piaski ze żwirami oraz piaski pochodzenia lodowcowego, a w nadkładzie zalegają piaski gliniaste oraz gliny. Piaski występujące w nadkładzie złoża „Kochanówka II” w jego wschodniej i południowej części stanowią kopalinę towarzyszącą. Złoża są suche, z niewielkim zawodnieniem partii przyspągowych.

W złożu „Kochanówka III” (Helwak, 2008) kopalinę główną są piaski ze żwirami, a litologia skał otaczających jest taka jak w przypadku wcześniej opisywanych złóż. Złoża jest częściowo zawodnione.

Kopalinę użyteczną w złożu „Modliny” (Olik, 2009) stanowią piaski ze żwirami tarasów kemowych. W nadkładzie występują gliny. Złoża jest częściowo zawodnione.

Tabela 1

Złoże kopalin i ich charakterystyka oraz klasyfikacja

Numer złoże na mapie	Nazwa złoże	Rodzaj kopaliny	Wiek kompleksu litologiczno-surowcowego	Zasoby geologiczne bilansowe (tys. t)	Kategoria rozpoznania	Stan zagospodarowania złoże	Wydobycie (tys. t)	Zastosowanie kopaliny	Klasyfikacja złoże		Przyczyny konfliktowości złoże
									według stanu na 31.12.2010. (Szuflicki i in. red., 2011)		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Stoczek Warmiński	pż,ż	Q	311	C ₁	G	47	Sd, Sb	4	A	-
2	Konity*	p	Q	79	C ₁	G	34	Sb, Sd	4	A	-
3	Kochanówka II	pż,p	Q	2305	C ₁ *	Z	-	Sb, Sd	4	A	-
4	Konity I	p	Q	258	C ₁	G	-	Sb, Sd	4	A	-
5	Stoczek	pż	Q	289	C ₁	G	30	Sb, Sd	4	A	-
6	Kobiela I	p,pż	Q	563	C ₁	G	-	Sb, Sd	4	A	-
7	Kobiela	p	Q	198	C ₁	G	4	Sb, Sd	4	A	-
8	Kochanówka III**	pż	Q	402	C ₁	N	-	Sb, Sd	4	A	-
9	Kochanówka IV	pż,p	Q	1526	C ₁	N	-	Sb, Sd	4	A	-
10	Modliny	pż	Q	10230	C ₁	G	-	Sb, Sd	4	B	W
	Kochanówka	pż	Q	-	-	ZWB	-	-	-	-	-

Rubryka 2 – * – zasoby wg Dodatku..., **złoże nie figuruje w MIDAS, zasoby wg Dokumentacji...

Rubryka 3 – p – piaski; pż – piaski ze żwirem, ż – żwiry;

Rubryka 4 – Q – czwartorzęd

Rubryka 6 – kategoria rozpoznania zasobów udokumentowanych: kopalin stałych – C₁; złoże zarejestrowane (kategoria przypisana umownie) – C₁*;

Rubryka 7 – złoże: G – zagospodarowane, Z – zaniechane, N – niezagospodarowane, ZWB – złoże wykreślone z bilansu (zlokalizowane na mapie dokumentacyjnej)

Rubryka 9 – Sd – drogownictwo, Sb – budownictwo;

Rubryka 10 – 4 – powszechne; licznie występujące, łatwo dostępne

Rubryka 11 – A – mało konfliktowe, B – konfliktowe

Rubryka 12 – W – ochrona wód podziemnych (obszar ochronny zbiornika GZWP 213);

Tabela 2

Parametry geologiczne złóż i parametry jakościowe kruszywa piaskowo-żwirowego

Nr złoża na mapie	Nazwa złoża	Rodzaj kopaliny	Powierzchnia złoża (ha)	Miąszość złoża (m)	Grubość nadkładu (m)	Wybrane parametry jakościowe kopaliny
1	2	3	4	5	6	7
1	Stoczek Warمیński	pż,ż	4,25	3,8–10,8 śr. 5,7	0,2–2,3 śr. 0,75	zaw. fracji do 2 mm: 32,4–66,8; śr. 37,0 % zaw. fracji do 5 mm: 38,9–56,9; śr. 51,05% zaw. fracji 0,5–80 mm: 25,95–61,12; śr. 48,94% zaw. pyłów min.: 1,2–2,3; śr. 1,56%; ciężar nasypowy w st. utrzęszonym: śr. 1,72 t/m ³
2	Konity	p	1,97	1,6–6,7 śr. 4,2	0,0–1,0 śr. 0,5	punkt piaskowy: 64,3–96,2% śr. 83,9 % zaw. pyłów min.: 2,8–8,9; śr. 5,2%; ciężar nasypowy w st. utrzęszonym: śr. 1,54–1,98; śr. 1,70 t/m ³
3	Kochanówka II	pż	13,5	2,0–15,7 śr. 7,2	0,0–3,5 śr. 1,1	punkt piaskowy: 34,1–76,2% śr. 52,4% zaw. pyłów min.: 0,3–5,1 śr. 2,7%; ciężar nasypowy w st. utrzęszonym: 1,83–2,13 śr. 2,0 t/m ³
		p		1,3–3,2 śr. 2,2	0,3–1,3 śr. 0,7	punkt piaskowy: 90,4–97,% śr. 94,4% zaw. pyłów min.: 1,1–2,0 śr. 1,6%; ciężar nasypowy w st. utrzęszonym: 1,69–1,73; śr. 1,71 t/m ³
4	Konity I	p	1,86	6,7–11,1 śr. 8,5	0,3–0,4 śr. 0,3	punkt piaskowy: 74,0–96,2% śr. 90,8% zaw. pyłów min.: 2,8–6,3; śr. 4,4%; ciężar nasypowy w st. utrzęszonym: 1,55–1,89; śr. 1,67 t/m ³
5	Stoczek	pż	5,49	2,0–6,3 śr. 3,0	0,2–1,8 śr. 1,0	punkt piaskowy: 53,7–79,4% śr. 65,8% zaw. pyłów min.: 3,5–5,8; śr. 4,7%; ciężar nasypowy w st. utrzęszonym: 1,80–1,96; śr. 1,88 t/m ³
6	Kobiela I	p,pż	3,38	2,0–12,0 śr. 8,1	0,1–1,0 śr. 0,6	punkt piaskowy: 66,1–90,2% śr. 77,7% zaw. pyłów min.: 1,5–2,7; śr. 2,0%; ciężar nasypowy w st. utrzęszonym: 1,78–1,91; śr. 1,85 t/m ³
7	Kobiela	p	1,41	4,4–10,6 śr. 8,9	0,2–4,4 śr. 1,5	punkt piaskowy: 70,0–92,2% śr. 84,2% zaw. pyłów min.: 2,5–4,3; śr. 3,3%; ciężar nasypowy w st. utrzęszonym: 1,53–1,63; śr. 1,59 t/m ³
8	Kochanówka III	pż	4,6	2,5–6,4 śr. 4,9	0,3–1,8 śr. 0,6	punkt piaskowy: 59,7–87,3% śr. 75,7% zaw. pyłów min.: 2,2–5,8; śr. 3,6%; ciężar nasypowy w st. utrzęszonym: 1,51–1,86; śr. 1,72 t/m ³

1	2	3	4	5	6	7
9	Kochanówka IV	pż,p	Łącznie 8,33 Pole A –1,09 (wschodnie) Pole B – 7,24 (zachodnie)	<u>całe złożo</u> 4,8–15,7 śr. 9,0 <u>piaski i żwiry</u> 4,0–14,7 śr. 8,6 <u>piaski</u> 1,7–3,2 śr. 2,5	0,2–3,0 śr. 0,9	<u>piaski i żwiry</u> punkt piaskowy: 30,6–65,5% śr. 48,2% zaw. pyłów min.: 0,8–4,2; śr. 2,7%; ciężar nasypowy w st. utrzęsionym: 1,92–2,12; śr. 2,02 t/m ³ <u>piaski</u> punkt piaskowy: 91,5–95,5% śr. 93,4% zaw. pyłów min.: 1,5–2,0; śr. 1,7%; ciężar nasypowy w st. utrzęsionym: 1,69–1,71; śr. 1,70 t/m ³
10	Modliny	pż	28,5	9,2–25,2 śr. 17,9	0,0–3,2 śr. 1,2	punkt piaskowy: 45,6–67,1% śr. 56,6% zaw. pyłów min.: 0,1–2,3; śr. 1,0%; ciężar nasypowy w st. utrzęsionym: 1,781–1,96; śr. 1,86 t/m ³

Rubryka 4: p – piaski, pż – piaski ze żwirem; ż – żwiry;

Rubryka 7: punkt piaskowy – zawartość ziarn o średnicy < 2 mm.

Dla złóż kopalin występujących na obszarze arkusza Lidzbark Warmiński przeprowadzono ocenę sozologiczną w formie klasyfikacji złóż z punktu widzenia ich ochrony oraz ze względu na ochronę środowiska (tabela 1). Wszystkie złoża kopalin występujące w obrębie arkusza Lidzbark Warmiński z punktu widzenia ich ochrony należą do złóż powszechnych, łatwo dostępnych, możliwych do eksploatacji bez specjalnych uwarunkowań (klasa 4). Ze względu na ochronę środowiska złożo „Modliny” uznano za konfliktowe (klasa B), ponieważ znajduje się ono w granicach obszaru ochronnego czwartorzędowego głównego zbiornika wód podziemnych nr 213. Wszystkie pozostałe złoża należą do złóż mało konfliktowych (klasa A).

V. Górnictwo i przetwórstwo kopalin

W granicach arkusza Lidzbark Warmiński aktualnie eksploatowanych jest siedem złóż kruszyw piaskowych i piaskowo-żwirowych (tabela 3). Eksploatacja kopalin z dwóch złóż została zakończona, jedno z nich zostało wykreślone z rejestru zasobów.

Wszystkie złoża eksploatuje się w sposób ciągły, odkrywkowo w wyrobiskach stoko-wo-wgłębnych.

Dane koncesyjne złóż kruszyw piaskowych i piaskowo-żwirowych

Nazwa złoża	Użytkownik złoża	Koncesja	Powierzchnia (ha)	Okres na jaki wydano koncesję	Data rozpoczęcia eksploatacji
		data wydania organ wydający	obszaru górniczego terenu górniczego		
1		3	4	5	6
Stoczek Warmiński	Stanisław Głodowski	09 12. 2002 r.	3,64	17 lat 31.12.2019 r	12.2002 r.
		wojewoda warmińsko-mazurski	5,61		
Konity	„ŻWIROKOP” Stanisław i Piotr Głodowscy	30 07. 2004 r.	1,94	15 lat 30.07.2019 r.	08.2004 r.
		starosta lidzbarski	2,40		
Konity I	„BUDKOP” Piotr Głodowski	22 11. 2011 r	1,87	10 lat 22.11.2021 r.	12.2011 r.
		starosta lidzbarski	2,39		
Stoczek	P.H.U. „MARPOL” Marcin Szutowicz	08.04.2010 r.	5,53	10 lat 31.03.2020 r.	08.2010 r.
		marszałek województwa warmińsko-mazurskiego	6,57		
Kobiela I	„DROGBUD” Michał Głodowski	11.07.2011 r.	3,38	10 lat 11.07.2021 r.	08.2011 r.
		marszałek województwa warmińsko-mazurskiego	4,13		
Kobiela	PU. „JANBAR” s.c W. Baran, M. Jankowski	21.04.2008 r.	1,41	10 lat 21.04.2018 r.	08.2008 r.
		starosta lidzbarski	2,02		
Modliny	„Kamień Warmiński” Monika Romanowska – Żwirownia.	08.02.2011 r.	29,78	21 lat 31.12.2032 r.	03.2011 r.
		marszałek województwa warmińsko-mazurskiego	48,69		

W złożu „Kobiela” prace wydobywcze prowadzone są jednym piętrzem wydobywczym powyżej zwierciadła wody, a w pozostałych złożach dwoma lub trzema (złoże „Modliny”) piętrami, z których dolny znajduje się poniżej zwierciadła wody. Kopalina w części suchej eksploatowana jest podsiębiernie lub przedsiębiornie, a w części zawodnionej koparką liniową w systemie chwyதாகowym. W związku z dużym zawodnieniem złóż przewiduje się rekultywację ich wyrobisk w kierunku wodnym (stawy hodowlane, tereny rekreacyjne), a pozostały obszar złożowy będzie zalesiany lub przystosowywany do działalności rolniczej. W żadnym z zakładów górniczych nie prowadzi się przeróbki kopaliny. Wydobyty surowiec wywożony jest na bieżąco.

Udokumentowane na potrzeby Urzędu Gminy Lidzbark Warmiński złożo „Kochanówka II” eksploatowano w latach 1988–1989 r. Wydobyte prowadzono w północno-wschodniej części złoża, w granicach starego wyrobiska złoża „Kochanówka” (skreślone z rejestru zasobów). Wyrobisko jest częściowo zarośnięte, a w centralnej jego części występują niewielkie zbiorniki wodne. Na wschodniej ścianie odkrywki widocznych jest kilka niewielkich punktów niekoncesjonowanej eksploatacji.

Pozostałością po dawnej eksploatacji piasków oraz piasków i żwirów na lokalne potrzeby budowlane są płytkie, częściowo zarośnięte wyrobiska stokowo-wgłębne. Odkrywki takie przedstawiono na mapie jako punkty występowania kopaliny. W rejonie miejscowości Knipy zlokalizowane są odkrywki, w których na niewielką skalę eksploatuje się kruszywo piaszczysto-żwirowe. Dla tych punktów wykonano karty informacyjne punktu występowania kopaliny.

VI. Perspektywy i prognozy występowania kopaliny

Obszar arkusza Lidzbark Warmiński może być perspektywiczny dla występowania złóż niekonwencjonalnych gazu ziemnego. Potencjalna gazonośność osadów jest ściśle związana z zawartością substancji organicznych, która powinna wynosić przynajmniej 1,0–2,0% Ro (Ro–refleksyjność wityrynytu). Najbogatsze w substancje organiczną są łupki dolnego syluru (landower), których spąg w omawianym rejonie występuje na głębokości 1500–2500 m. Dojrzałość termiczna łupków spełnia wymagane kryteria i wynosi 0,7–1,2% Ro (Poprawa, 2010). Koncesję na poszukiwanie i rozpoznanie złóż niekonwencjonalnego gazu ziemnego na obszarze omawianego arkusza uzyskały firmy „Silurian Energy Services” sp. z o.o. (Zalewska, 2010; Poprawa, 2010).

Na podstawie analizy materiałów archiwalnych, danych ze Szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1:50 000 (Kacprzak, Honczaruk, 2009) oraz zwiadu terenowego, w gra-

nicach arkusza Lidzbark Warmiński wyznaczono obszary prognostyczne torfów i gytii wapiennej oraz obszary perspektywiczne kruszyw piaskowo-żwirowych i kredy jeziornej.

Perspektywiczne nagromadzenia kopalin okruchowych zlokalizowano we wschodniej i południowo-zachodniej części obszaru arkusza, w rejonie udokumentowanych złóż.

We wschodniej części opisywanego terenu wyznaczono dwa obszary perspektywiczne, których granice oparto na zasięgu występowania utworów wodnolodowcowych zlodowacenia wisły (Kacprzak, Honczaruk, 2009), a parametry jakościowe kopaliny opisano na podstawie danych z dokumentacji geologicznych istniejących w tym rejonie złóż (Kokociński, 2001, Bobel, 2004, 2009, 2010, 2011a, 2011b, Zaprzelski, 2007). W rejonie Stoczka Klasztornego występują piaski ze żwirami o punkcie piaskowym wynoszącym od 32,4 do 79,4%. W nadkładzie wynoszącym od 0,2 do 2,3 m zalega glina piaszczysta i piaski gliniaste. W rejonie Kobieli przeważają piaski średnioziarniste miejscami z domieszką frakcji żwirowej. Punkt piaskowy kruszywa waha się od 64,3 do 96,2%. Nadkład stanowią piaski gliniaste o miąższości od 0,1 do 4,4 m (średnio 1,0 m).

Obszar perspektywiczny dla udokumentowania złóż piasków ze żwirami oraz piasków w rejonie Kochanówki ograniczono do zasięgu występowania utworów moreny martwego lodu (Kacprzak, Honczaruk, 2009). Piaski udokumentowane w złożach „Kochanówka II” i „Kochanówka IV” charakteryzują się punktem piaskowym wynoszącym od 90,4 do 97,0%, a piaski ze żwirami w tych złożach oraz w złożu „Kochanówka III” od 30,6 do 87,3%. Kopalina występuje bezpośrednio na powierzchni lub pod przykryciem piasków gliniastych i glin o średniej grubości 0,7 m.

Zgodnie z przeprowadzoną weryfikacją wystąpień torfów w Polsce, której celem było zlokalizowanie i charakterystyka złóż torfowych i gytii wapiennej, na omawianym obszarze występuje wiele nagromadzeń tej kopaliny, stanowiących potencjalną bazę zasobową torfów, które zaliczono do obszarów prognostycznych (Ostrzyżek, Dembek, 1996). Są to zwykle obszary o niewielkiej powierzchni (1,8–5,5 ha), w których występują torfowiska (typu niskiego i wysokiego) mszarne, olesowe, mechowiskowe, sporadycznie mszarno-bagiennie. Obszary takie wyznaczono rejonie Stoczka Klasztornego i Czarnego Kierza we wschodniej, części obszaru arkusza (tabela 3).

W okolicy Blanek rozpoznano osady węglanowe (gytia wapienna) o korzystnych parametry geologiczno-górnicych i jakościowych, mogących stanowić potencjalną bazę zasobową (obszar VII) (Muszyńska, 1989). Zasoby szacunkowe gytii wapiennej wynoszą 98,3 tys. m³. Zawartość CaO₃ wynosi 41,8%, a wilgotność 75,8%. W nadkładzie zalega warstwa torfu o miąższości od 1,5 do 1,7 m.

Wykaz obszarów prognostycznych

Numer obszaru na mapie	Powierzchnia (ha)	Rodzaj kopaliny	Wiek kompleksu litologiczno-surowcowego	Parametry jakościowe	Średnia grubość nadkładu (m)	Grubość kompleksu surowcowego od-do (m)	Zasoby w kat. D ₁ (tys. m ³)	Zastosowanie kopaliny
1	2	3	4	5	6	7	8	9
I	4,0	t	Q	P – śr. – 6,2 %, R – śr. – 26 %	0,0	4,3–4,6	159,0	Sr
II	5,5	t	Q	P – śr. – 13,3 %, R – śr. – 40 %	0,0	3,6–4,3	171,0	Sr
III	3,5	t	Q	P – śr. – 17 %, R – śr. – 38 %	0,0	4,6–5,8	162,0	Sr
IV	5,0	t	Q	P – śr. – 8 %, R – śr. – 40 %	0,0	2,5–6,5	141,0	Sr
V	3,5	t	Q	P – śr. – 17 %, R – śr. – 37 %	0,0	2,9–3,6	103,0	Sr
VI	3,0	t	Q	P – śr. – 8,1 %, R – śr. – 20 %	0,0	4,9–5,9	147,0	Sr
VII	2,25	kj	Q	CaCO ₃ – 41,8% Wilgotność. – 75,8	1,5–1,7	2,5–4,5	98,3	Sr
VIII	3,3	t	Q	P – śr. – 12,3 %, R – śr. – 28 %	0,0	5,0–5,2	162,0	Sr

Rubryka 3 – t – torfy, kj – kreda jeziorna i gytia wapienna

Rubryka 4 – Q – czwartorzęd

Rubryka 5 – P – popielność, R – stopień rozkładu

Rubryka 9 – Sr – rolnictwo

Pozostałe wystąpienia kredy jeziornej i gytii wapiennej przeważnie z torfami w stropie, nie tworzą nagromadzeń o znaczeniu złożowym, stanowią jedynie obszary perspektywiczne (Kwaśniewska, 1983; Muszyńska, 1989). Na omawianym terenie zlokalizowane są one w okolicach miejscowości Lauda, Kraszewo Knipy i Kierwiny. Średnia miąższość osadów węglanowych dla wyznaczonych obszarów nie przekracza 3,0 m, a zawartość CaO 46,4 %. Negatywnym wynikiem zakończyły się prace poszukiwawcze złóż kredy jeziornej i gytii wapiennej prowadzone w okolicach miejscowości: Kochanówka, Kłębowo, Świętnik, Kierwity, Kobiela, Klutajny, Tolniki (Marciniak, 1979; Kwaśniewska, 1983; Muszyńska, 1991; Zdrojewska, 1991). W badanych obszarach stwierdzono jedynie występowanie torfów o parametrach pozabilansowych.

VII. Warunki wodne

1. Wody powierzchniowe

Obszar arkusza Lidzbark Warmiński położony jest w zlewniach drugiego rzędu Łyny (lewobrzeżny dopływ Pregoty) i Symsarny. Rzeki te, wraz z ciągiem jezior, stanowią oś hydrograficzną terenu mapy.

Główną rzeką omawianego rejonu jest Łyna, która odwadnia całą północną i zachodnią część obszaru arkusza. W Lidzbarku Warmińskim przyjmuje prawobrzeżny dopływ – Symsarnę, która odwadnia pozostałą część omawianego terenu.

W obrębie arkusza występuje kilka jezior. Do największych należą: Blanki (około 440 ha), Symsar (około 135 ha) i Wielichowskie (około 50 ha).

Ocenę jakości wód Łyny i Symsarny w 2009 i 2010 r. przeprowadzono zgodnie z zapisami rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 20.08.2008 r. w sprawie klasyfikacji jednolitych części wód powierzchniowych (Rozporządzenie..., 2008). Według badań wykonanych w punkcie zlokalizowanym w Lidzbarku Warmińskim jednolita część wód powierzchniowych: „Łyna od Symsarny do Pisy” charakteryzowała się dobrym stanem ekologicznym (Raport..., 2010) „Symsarna do wypływu z jeziora Symar” (punkt w Potrytach) mieściła się w zakresie stanu umiarkowanego (Raport..., 2010), a „Symsarna od wypływu z jeziora Symsar do ujścia (punkt w Świętniku) posiadała słaby stan ekologiczny (Raport..., 2011). Wyraźne pogorszenie stanu Symsarny wynikało z niskiego stężenia tlenu w okresie od lipca do września. Wskaźniki fizyko-chemiczne mieściły się w zakresie odpowiadającym I–II klasie jakości. Jakość wód Łyny w 2007 r. i Symsarny w 2006 r., których badania przeprowadzono zgodnie z rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 11 lutego 2004 r. (Rozporządzenie..., 2004) odpowiadała IV klasie (jakość niezadowalająca). Na obniżenie jakości wód wpłynęła głównie barwa i stan sanitarny (Raport..., 2007, Raport..., 2008).

Ze względu na dużą zawartość substancji organicznych wody jeziora Symsar w 2007 r. zakwalifikowano do III klasy czystości (Raport..., 2008)

2. Wody podziemne

Zgodnie z podziałem hydrogeologicznym Polski (Paczyński red., 1995) obszar arkusza Lidzbark Warmiński należy do regionu mazurskiego. W podziale regionalnym zwykłych wód podziemnych wg jednostek jednolitych części wód podziemnych (Paczyński, Sadurski red., 2007) omawiany obszar zawiera się w Prowincji Wisły, Regionie Narwi, Pregoły i Niemna (RNPN.)

W granicach arkusza Lidzbark Warmiński użytkowe poziomy wodonośne rozpoznano w utworach czwartorzędu i trzeciorzędu (Lidzbarski, 2004).

W obrębie czwartorzędowego piętra wodonośnego wykształcone są trzy międzymorenowe poziomy wodonośne oraz poziom wód gruntowych związany z piaszczystymi utworami sandrowymi i dolin rzecznych. Ze względu na słabe parametry oraz stopień rozpoznania, warstwa wodonośna wód gruntowych nie spełnia kryteriów użytkowego poziomu wodonośnego.

Pierwszy międzymorenowy poziom wodonośny, związany z utworami wodnolodowcowymi zlodowaceń północnopolskich (wisty) i środkowopolskich (warty), występuje na prawie całej powierzchni arkusza. W rejonie Lidzbarka Warmińskiego, w strefie zaburzeń glacitektonicznych poziom ten jest nieciągły lub w ogóle nie występuje, a w południowo-zachodniej części arkusza może kontaktować się z zalegającymi na powierzchni utworami sandrowymi. Również miejscami w dolinie Łyny pierwszy poziom międzymorenowy może tworzyć wspólny poziom wodonośny z piaskami rzecznyymi. Strop utworów wodonośnych zalega na głębokościach od 3 do 74 m, a maksymalna miąższość strefy zawodnionej nie przekracza 46 m. Najlepsze parametry hydrogeologiczne wodonośca występują w dolinie Łyny. Przewodność przekracza tam 150, lokalnie wzrastając do 500 m²/24h, a wydajność potencjalna przeważnie wynosi powyżej 70 m³/h. Na pozostałym obszarze występowania pierwszego poziomu wodonośnego przewodność nie przekracza 100 m²/24h, a wydajność potencjalna 50 m³/h. Zwierciadło wody jest napięte. W centralnej i wschodniej części arkusza poziom ten stanowi podstawę zaopatrzenia w wodę ujęć wiejskich i zakładowych.

Drugi międzymorenowy poziom wodonośny rozpoznano w obrębie piaszczystych osadów zlodowaceń środkowopolskich (odry) i południowopolskich. Rozprzestrzenia się on na przeważającej części omawianego obszaru obejmując jego północną, zachodnią i centralną część. Warstwa wodonośna występuje na głębokości od 70 do 100 m, przez co jest dobrze izolowana od czynników antropogenicznych. Jest on najlepiej wykształcony w zachodniej i północnej części obszaru mapy. Parametry hydrogeologiczne warstwy wodonośnej są zróżnicowane. Miąższość strefy zawodnionej wynosi od 3,5 do 53 m (średnio 19 m), przewodność – od 12 do 540 m²/24h (średnio 111 m²/24h), a wydajność potencjalna studni oscyluje w granicach od 10 do 80 m³/h. Zwierciadło wody ma charakter naporowy. Wody drugiego poziomu stanowią podstawę do zaopatrzenia w wodę pitną w zachodniej i północnej części arkusza.

Trzeci międzymorenowy poziom wodonośny występuje lokalnie, jedynie w rejonie miejscowości Tolniki i Rogóż. Strop utworów wodonośnych zalega na głębokościach przekraczających 150 m. Warstwę wodonośną stanowią utwory piaszczyste zlodowaceń południowopolskich i najstarszych o miąższości nieprzekraczającej 20 m, całkowicie izolowane od powierzchni terenu. Ze względu na niskie wartości parametrów hydrogeologicznych nie spełnia on kryteriów użytkowego poziomu wodonośnego.

Trzeciorzędowe piętro wodonośne rozpoznano w północnej części obszaru arkusza, w rejonie Lidzbarka Warmińskiego. W obrębie utworów piaszczystych budujących piętro trzeciorzędowe wyróżniono dwa kontaktujące się ze sobą poziomy wodonośne – górny w utworach miocenu i oligocenu oraz dolny w utworach paleocenu. Miocieńsko-oligocieński

poziom wodonośny występuje na głębokości od 86 do 160 m. Przewodność wodonośca jest zróżnicowana i waha się od kilku do ponad 200 m²/24h. Wydajność potencjalna pojedynczych studni przekracza 50 m³/h, a miejscami nawet 70 m³/h. Zwierciadło wody o charakterze subartezyjskim, a w dolinie Łyny artezyjskim stabilizuje się na rzędnych 72–75 m n.p.m. Warstwy wodonośne tego poziomu w rejonie Lidzbarka Warmińskiego kontaktują się z warstwami drugiego poziomu międzymorenowego i stanowią na tym obszarze wspólny czwartorzędowo-trzeciorzędowy poziom wodonośny. Wody te są podstawą zaopatrzenia kilku ujęć zakładowych i miejskich w Lidzbarku Warmińskim. Dolny (paleogeński) poziom wodonośny występuje na znacznych głębokościach (160–202 m p.p.t.). Przewodność wodonośca wynosi średnio 152 m²/24 h, a wydajność potencjalna mieści się w zakresie od 80 do 110 m³/h. Wody poziomu dolnego eksploatowane są na ujęciu miejskim i w Zakładach Mleczarskich w Lidzbarku Warmińskim.

Do najważniejszych ujęć komunalnych ujmujących wody z utworów czwartorzędowych należą ujęcia w Lidzbarku Warmińskim, Kłębowie, Kraszewie, Świętniku, Rogożu, Żegotach, Blankach i Portytach. Zatwierdzone zasoby ujęć wynoszą od 44 do 56 m³/h.

Z utworów trzeciorzędowych i czwartorzędowych wody na cele komunalne ujmowane są w Lidzbarku Warmińskim. Łączne zasoby eksploatacyjne ujęcia wynoszą 450 m³/h.

Największym ujęciem wykorzystujące wody podziemne do celów socjalno-bytowych i przemysłowych jest wielootworowe ujęcie dla mleczarni w Lidzbarku Warmińskim o łącznych zasobach eksploatacyjnych wynoszących 58 m³/h. Ujmowana są tam zarówno wody piętra czwartorzędowego jak i trzeciorzędowego. Ponadto na mapie zaznaczono ujęcia o wydajnościach powyżej 30 m³/h.

Wody podziemnie występujące w granicach arkusza zaliczono do II klasy jakości. Są to wody średnio twarde, słabo zmineralizowane. Stężenie związków żelaza najczęściej kształtuje się w granicach 0,5–6,0 mg Fe/dm³, a związków manganu 0,1–0,5 mg Mn/dm³. Naturalna odporność na zanieczyszczenia głównego poziomu wodonośnego na przeważającej części arkusza jest dobra.

Prawie cały obszar arkusza znajduje się w granicach subzbiornika Warmia (nr 205), obejmujący wodonośne utwory trzeciorzędowe i kredowe (fig. 3) (Kleczkowski, 1990). Nie wielki obszar w południowej części mapy, pomiędzy miejscowościami Suryty – Maków – Żegoty – Modliny znajduje się w granicach udokumentowanego czwartorzędowego głównego zbiornika wód podziemnych (GZWP) Olsztyn (nr 213) (Nowakowski i in., 2007). W dokumentacji opracowanej dla zbiornika zweryfikowano jego granicę zwiększając powierzchnię z 1383 km² do 1577,2 km² oraz zaproponowano objęcie go w całości strefą ochronną.

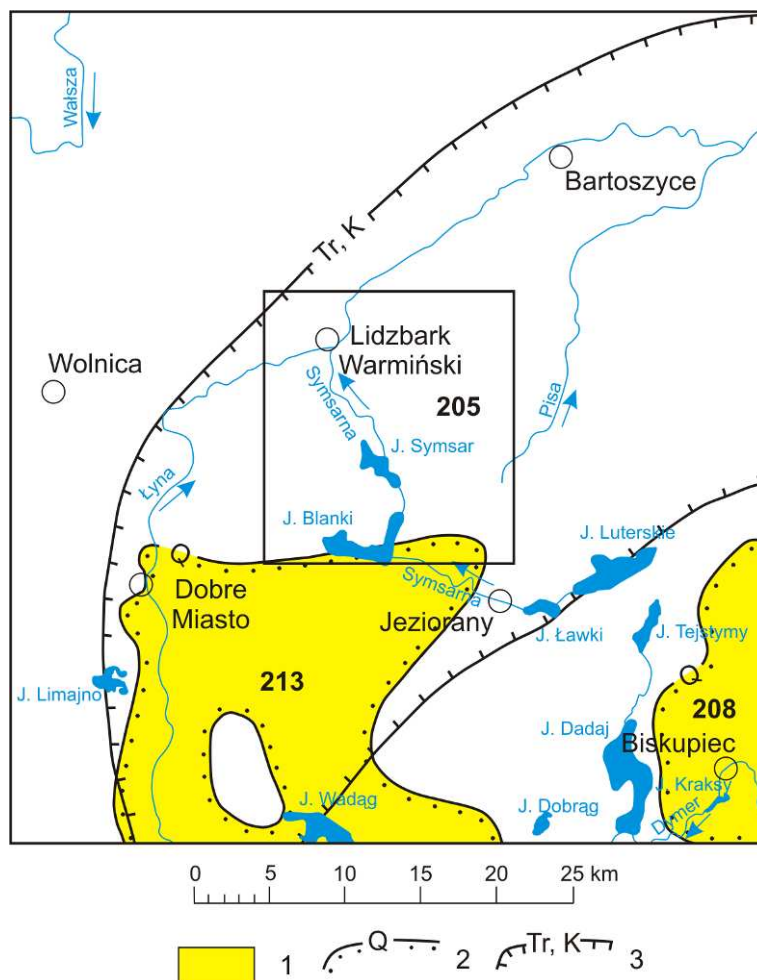


Fig. 3. Położenie arkusza Lidzbark Warmiński na tle obszarów głównych zbiorników wód podziemnych wymagających szczególnej ochrony (Kleczkowski red., 1990)

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

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)

VIII. Geochemia środowiska

1. Gleby

Kryteria klasyfikacji gleb

Dla oceny zanieczyszczenia gleb zastosowano wartości dopuszczalne stężeń metali określone w Załączniku do Rozporządzenia Ministra środowiska z dnia 9 września 2002 r. w sprawie standardów gleby oraz standardów jakości ziemi (DzU nr 165 z dnia 4 października 2002 r., poz. 1359). Dopuszczalne wartości pierwiastków dla poszczególnych grup użytkowania, ich zakresy oraz przeciętne zawartości w glebach z terenu arkusza 99 – Lidzbark Warmiński, umieszczono w tabeli 4. W celu porównania tabelę uzupełniono danymi o przeciętnej zawartości (median) pierwiastków w glebach terenów niezabudowanych Polski (najmniej zanieczyszczonych w kraju).

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 99 – Lidzbark Warmiński	Wartość przeciętnych (median) w glebach na arkuszu 99 – Lidzbark Warmiński	Wartość przeciętnych (median) w glebach obszarów niezabudowanych Polski ⁴⁾
	Grupa A ¹⁾	Grupa B ²⁾	Grupa C ³⁾	N=6	N=6	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	<5
Ba Bar	200	200	1000	9–39	27	27
Cr Chrom	50	150	500	1–11	5	4
Zn Cynk	100	300	1000	15–44	30	29
Cd Kadm	1	4	15	<0,5	<0,5	<0,5
Co Kobalt	20	20	200	<1–7	3	2
Cu Miedź	30	150	600	1–8	5	4
Ni Nikiel	35	100	300	3–12	6	3
Pb Ołów	50	100	600	4–106	8	12
Hg Rtęć	0,5	2	30	<0,05–0,07	<0,05	<0,05
Ilość badanych próbek gleb z arkusza 99 – Lidzbark Warmiński 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	6					
Ba Bar	6					
Cr Chrom	6					
Zn Cynk	6					
Cd Kadm	6					
Co Kobalt	6					
Cu Miedź	6					
Ni Nikiel	6					
Pb Ołów	5		1			
Sumaryczna klasyfikacja badanych gleb z obszaru arkusza 99 – Lidzbark Warmiński do poszczególnych grup użytkowania (ilość próbek)						
	5		1			

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).

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 i C zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 9 września 2002 r.

Przy klasyfikacji stosowano zasadę zaliczania gleb do danej grupy, gdy zawartość co najmniej jednego pierwiastka przewyższała dolną granicę wartości dopuszczalnej w tej grupie. Na mapie umieszczono symbole pierwiastków decydujących o zanieczyszczeniu gleb z danego miejsca.

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 4).

Przeciętne zawartości: arsenu, baru, kadmu, ołowiu i rtęci w badanych glebach arkusza są na ogół niższe lub równe w stosunku do wartości przeciętnych (median) w glebach obszarów niezabudowanych Polski. Wyższe wartości median wykazują: chrom, cynk, kobalt, miedź oraz nikiel; przy czym w przypadku niklu wzbogacenie jest dwukrotne w stosunku do przyjętych wartości przeciętnych.

Pod względem zawartości metali 5 spośród badanych próbek spełnia warunki klasyfikacji do grupy A (standard obszaru poddanego ochronie), co pozwala na ich wielofunkcyjne użytkowanie.

Do grupy C (standard terenów przemysłowych, użytków kopalnych i terenów komunikacyjnych) zaklasyfikowano próbkę gleby z punktu 3 ze względu na wysoką zawartość ołowiu (106 mg/kg).

Koncentracja ołowiu występuje na obszarze gleb powstałych na osadach aluwialno-zastoiskowych (piaski i żwiry sandrowe) w pobliżu miejscowości Świętnik. Deponowany materiał aluwialny zawiera przede wszystkim naturalne koncentracje pierwiastków wyługowanych ze skał podłoża, ale także wzbogacenia pochodzące z zanieczyszczeń antropogenicznych w obszarze zlewni. Dokładne określenie źródła i zasięgu podwyższonej zawartości wymaga szczegółowych badań.

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

2. Osady

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

ndström, 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., 2002; Gabler, Schneider, 2000; Weng, Chen, 2000). Przemieszczenie zanieczyszczonych osadów na tarasy zalewowe powoduje wzrost stężenia metali ciężkich i trwałych zanieczyszczeń organicznymi w glebach (Bojakowska, Sokołowska, 1995; Bojakowska i in., 1996; 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 (DzU nr 55 poz. 498 z 14 maja 2002 r.). 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 5 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).

**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 D., INGERSOLL C., BERGER T., 2000.

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

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

Próbki osadów rzecznych są pobierane ze strefy brzegowej koryt rzecznych, spod powierzchni wody, z przeciwnej strony do nurtu, w miejscach, gdzie tworzący się osad charakteryzuje się większą zawartością frakcji mułkowo-ilastej, zaś osady jeziorne są pobierane z głęboczków jezior. W badaniach analitycznych wykorzystano frakcję ziarnowa drobniejsza niż 0,2 mm. Zawartości arsenu, chromu, kadmu, ołowiu, miedzi, niklu i cynku oznaczono metodą atomowej spektrometrii emisyjnej ze wzbudzeniem plazmowym (ICP-OES), z roztworów uzyskanych po 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) – acenaftyleny, acenaftenu, fluoreny, fenantreny, antracenu, fluorantenu, pireny, benzo(a)antracenu, chryzenu, benzo(b)fluorantenu, benzo(k)fluorantenu, benzo(a)pireny, indeno(1,2,3-cd)pireny, dibenzo(a,h)antracenu, benzo(ghi)perylenu oznaczono przy użyciu chromatografu gazowego z detektorem spektrometrem mas (GC-MSD), a oznaczenia polichlorowanych bifenyli (kongenery PCB28, PCB52, PCB101, PCB118, PCB153, PCB138, PCB180) wykonano przy użyciu chromatografu gazowego z detektorem wychwytu elektronów (GC-ECD). Wszystkie oznaczenia wykonano w Centralnym Laboratorium Chemicznym Państwowego Instytutu Geologicznego w Warszawie.

Prezentacja wyników

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

Zanieczyszczenie osadów

Spośród jezior znajdujących się na arkuszu zbadane zostały osady jezior Blanki i Symsar. Osady obu jezior charakteryzują się podwyższonymi zawartościami potencjalnie szkodliwych pierwiastków, zwłaszcza chromu, ołowiu i cynku w porównaniu do wartości ich tła geochemicznego. Osady jeziora Symsar zawierają wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne w stężeniu wyższym niż przeciętnie obserwowane w osadach jezior. Jednakże stwierdzone zawartości pierwiastków śladowych i WWA są niższe od ich dopuszczalnych stężeń według Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 16 kwietnia 2002 r. są one także niższe od ich wartości *PEL*, powyżej której obserwuje się szkodliwe oddziaływanie na organizmy wodne.

Tabela 6

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

Parametr	Symsar 2011 r.	Blanki 1999 r.
Arsen (As)	9	8
Chrom (Cr)	239	31
Cynk (Zn)	119	94
Kadm (Cd)	1,3	1
Miedź (Cu)	22	13
Nikiel (Ni)	17	18
Ołów (Pb)	52	30
Rtęć (Hg)	0,115	0,112
WWA _{11 WWA} *	2,091	n.o.
WWA _{7 WWA} **	2,575	n.o.
PCB***	0,0008	n.o.

* – suma acenaftyleny, acenaftenu, fluoreny, fenantreny, antracenu, fluorantenu, pireny, benzo(a)antracenu, benzo[a]pireny, dibenzo[ah]antracenu

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

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

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

3. Pierwiastki promieniotwórcze

Materiał i metody badań

Do określenia dawki promieniowania gamma i stężenia radionuklidów poczarobylskiego cezu wykorzystano wyniki badań gamma-spektrometrycznych wykonanych dla Atlasu Radioekologicznego Polski 1:750 000 (Strzelecki i in., 1993, 1994).

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

Prezentacja wyników

Z uwagi na to, że gęstość opróbowania nie 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.

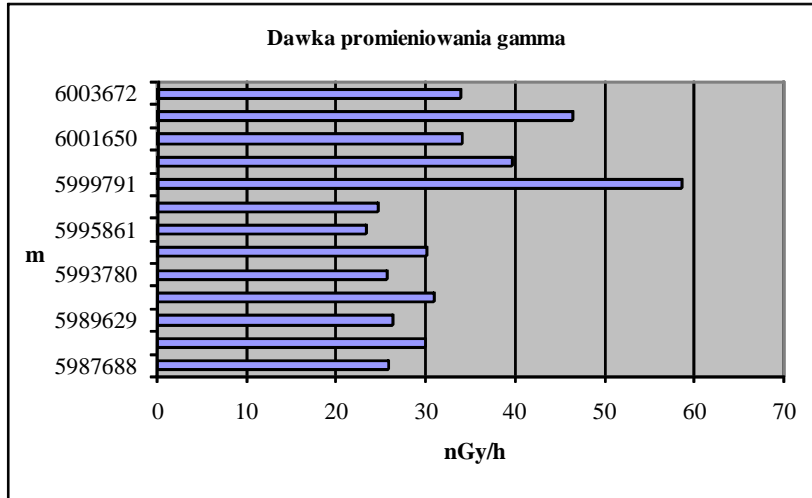
Prezentowane wyniki dawki promieniowania gamma obejmują sumę promieniowania pochodzącego od radionuklidów naturalnych (uran, potas, tor) i sztucznych (cez).

Wyniki

Wartości dawki promieniowania gamma wzdłuż profilu zachodniego wahają się w przedziale od około 21 do około 59 nGy/h. Przeciętnie wartość ta w profilu zachodnim wynosi około 32 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 32 do około 56 nGy/h i przeciętnie wynoszą około 44 nGy/h.

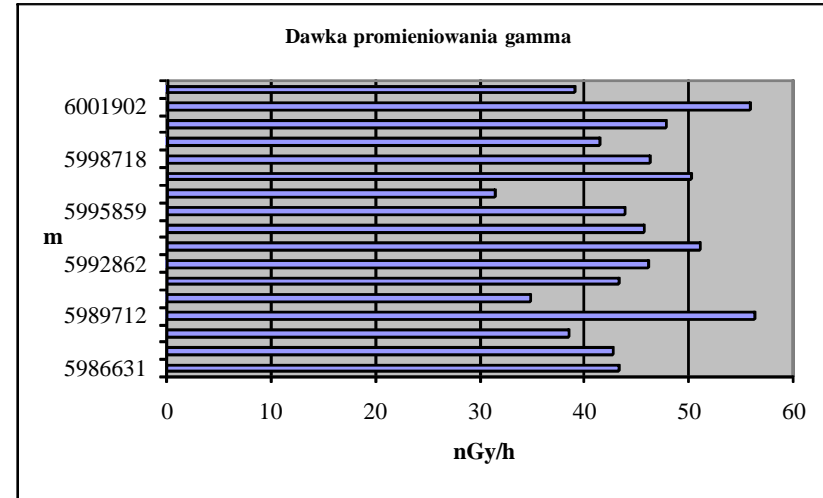
99 W

PROFIL ZACHODNI



99 E

PROFIL WSCHODNI



29

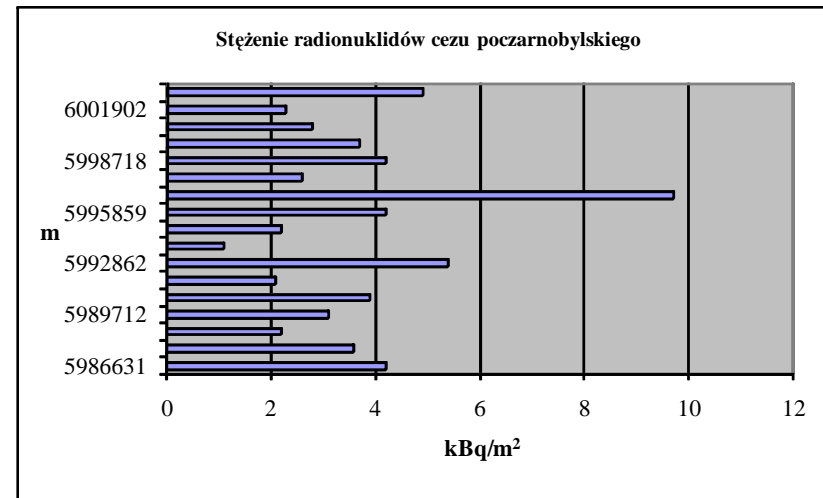
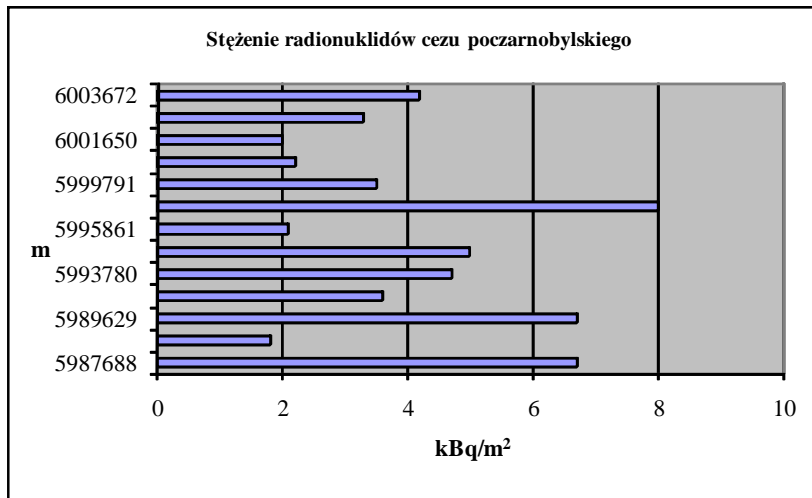


Fig. 4. Zanieczyszczenie gleb pierwiastkami promieniotwórczymi na obszarze arkusza Lidzbark Warmiński (na osi rzędnych – opis siatki kilometrowej arkusza)

W profilu zachodnim gliny zwałowe zlodowacenia północnopolskiego (zalegające wzdłuż północnego odcinka profilu) charakteryzują się wyraźnie wyższymi wartościami promieniowania gamma (35–59 nGy/h) w porównaniu z piaskami i żwirami wodnolodowcowymi, z tego samego okresu zlodowacenia, występującymi wzdłuż południowej części profilu pomiarowego (ok. 20–30 nGy/h). W profilu wschodnim pomierzone dawki promieniowania są generalnie nieco wyższe i bardziej wyrównane (przeważają wartości z przedziału 40–56 nGy/h), gdyż wzdłuż profilu dominuje jeden typ osadów powierzchniowych: gliny zwałowe zlodowacenia północnopolskiego.

Stężenia radionuklidów poczarnobylskiego cezu zmierzone wzdłuż obu profili są bardzo niskie, charakterystyczne dla obszarów bardzo słabo zanieczyszczonych. Wzdłuż profilu zachodniego wynoszą od 1,8 do 8,0 kBq/m², a wzdłuż profilu wschodniego wahają się od 1,1 do 9,7 kBq/m².

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).

Z uwagi na skalę i specyfikę opracowania kartograficznego w nielicznych przypadkach przyjęto zmodyfikowane rozwiązania w stosunku do wymienionych aktów prawnych, umożliwiające późniejszą weryfikację i uszczegółowienie rozpoznania na etapie projektowania składowisk.

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

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

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

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

Na mapie, w nawiązaniu do powyższych kryteriów, wyznaczono:

- obszary o bezwzględnym zakazie lokalizowania składowisk odpadów,
- obszary o warunkach izolacyjnych spełniających przyjęte kryteria dla określonego typu składowisk odpadów,
- obszary możliwej lokalizacji składowisk odpadów nieposiadające naturalnej warstwy izolacyjnej.

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

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

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

Wymagania dotyczące naturalnych cech izolacyjnych podłoża i ścian bocznych potencjalnych składowisk są uzależnione od typu składowanych odpadów (tabela 7).

Tabela 7

Charakterystyka naturalnej bariery geologicznej w odniesieniu do typu składowanych odpadów

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

Ocena wykształcenia naturalnej bariery geologicznej pozwala na wyróżnienie:

- warunków izolacyjności podłoża zgodnych z wymaganiami dla określonego typu składowisk (przyjętymi w tabeli 7),
- zmiennych właściwości izolacyjnych podłoża (warstwa izolacyjna znajduje się pod przykryciem osadami piaszczystymi o miąższości do 2,5 m, miąższość lub jednorodność warstwy izolacyjnej jest zmienna).

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

Tło dla przedstawianych na Planszy B informacji stanowi stopień zagrożenia głównego użytkowego poziomu wodonośnego przeniesiony z arkusza Lidzbark Warmiński Mapy hydrogeologicznej Polski w skali 1:50 000 (Lidzbarski, 2004). Stopień zagrożenia wód podziemnych wyznaczono w pięciostopniowej skali (bardzo wysoki, wysoki, średni, niski, bardzo niski) i jest on funkcją nie tylko wartości parametrów filtracyjnych warstwy izolacyjnej (odporności poziomu wodonośnego na zanieczyszczenia), ale także czynników zewnętrznych, takich jak istnienie na powierzchni ognisk zanieczyszczeń czy obszarów prawnie chronionych. Stopień ten jest parametrem zmiennym i syntetyzującym różne naturalne i antropogeniczne uwarunkowania. Dlatego też obszarów o różnym stopniu zagrożenia nie należy wprost porównywać z wyznaczonymi na Planszy B terenami pod składowanie odpadów. Wydzielone tereny o dobrej izolacyjności (POLS) mogą współwystępować z obszarami o różnym zagrożeniu jakości wód podziemnych.

Obszary o bezwzględnym zakazie lokalizacji składowisk odpadów

Na obszarze objętym arkuszem Lidzbark Warmiński bezwzględnemu wyłączeniu z możliwości składowania odpadów podlegają:

- zabudowa Lidzbarka Warmińskiego, będącego siedzibą urzędów miasta i gminy oraz starostwa powiatowego,
- zabytkowy zespół architektoniczny w Lidzbarku Warmińskim,
- obszar objęty ochroną prawną w Europejskiej Sieci Ekologicznej NATURA 2000 „Swajnie” PLH 280046 (ochrona siedlisk),
- rezerwaty przyrody „Mokradła Żegoćkie” i „Ustnik” (faunistyczne),
- lasy o powierzchni powyżej 100 hektarów,

- tereny bagienne, podmokłe, łąki wykształcone na glebach pochodzenia organicznego,
- strefa ochrony udokumentowanego głównego zbiornika wód podziemnych nr 213 „Olsztyn”,
- powierzchnie erozyjnych i akumulacyjnych tarasów holocenijskich w obrębie dolin rzek: Symsarny, Łyny, Kirsnej i pozostałych cieków,
- strefy (do 250 m) wokół jezior: Blanki, Symsar, Wielochowskie i pozostałych akwenów,
- tereny o nachyleniu powyżej 10° (rejon Wojdyt, Markajm, Pilnika, Nowosadów, Kraszewa, Miłogórze, Kochanówka, Strykowa, Jarandowa, Suryt, Makowa, Tolnik Wielkich i Franknowa,
- obszary zagrożone powierzchniowymi ruchami masowymi ziemi: rejon Redy, wzdłuż doliny Łyny od Nowosadów do Wojdyt, wzdłuż doliny Symsarny od Medyny do Lidzbarka Warmińskiego, rejon Kłębowa i Czarnego Kierza, Kolonii Kobiela, Tolnik Wielkich, Żegot, Kochanówki – Miłogórze, Miłogórze – Nowosady, Kochanówki – Strykowa i Kochanówki, Jarandowa, na południe od Kochanówki, Suryty, Blanki – Maków, Maków – Potryty, Frankowo (Grabowski, (red.) i in., 2007).

Planując budowę składowisk odpadów w granicach obszarów wskazanych w rejonie miejscowości Knipy, Klejdyny, Czarny Kierz, Konity, Kolonia Tłokowo należy zwrócić uwagę na obecność licznych, drobnych oczek wodnych.

Charakterystyka i ograniczenia warunkowe obszarów spełniających wymagania dla składowania odpadów obojętnych

Ze względu na wymagania dotyczące naturalnych cech izolacyjnych podłoża i ścian bocznych potencjalnych składowisk odpadów analizowano obszary, gdzie bezpośrednio na powierzchni występują grunty spoiste spełniające kryteria przepuszczalności (tabela 7) lub grunty spoiste, których strop znajduje się nie głębiej niż 2,5 m p.p.t.

Zasadniczą część omawianego terenu zajmuje wysoczyzna morenowa falista o deniwelacjach dochodzących do 5–10 m w części północnej, do 25 m w części centralnej i południowej. W północno-zachodniej części występuje rozległa równina zastoiskowa (kontynuacja obszaru z terenu objętego arkuszem Wojciechy).

Obszary rekomendowane do składowania odpadów obojętnych wskazano w miejscach powierzchniowego występowania glin zwałowych stadiału górnego zlodowacenia wisły.

Gliny zwałowe stadiału górnego pokrywają przeważającą część powierzchni wysoczyzny. Ich miąższość jest zmienna, wynosi od kilku do 30 m. W obrębie glin tkwią porwaki iłów i piasków mioceńskich.

Lokalnie gliny stadiału górnego zlodowacenia wisły położone są bezpośrednio na glinach starszych zlodowaceń, wtedy ich miąższość może być znacznie większa (rzędu 160 m – rejon Tolnik Wielkich).

Obszary rekomendowane do składowania odpadów obojętnych zlokalizowane są na terenie gmin: Lidzbark Warmiński, Kiwity i Jeziorany.

Wytypowane obszary mają duże powierzchnie i są położone przy drogach dojazdowych, co umożliwi lokalizację składowisk odpadów w dogodnej odległości od zabudowań.

Ograniczeniami warunkowymi budowy składowisk są;

b – bliskość zabudowy Lidzbarka Warmińskiego,

p – położenie w granicach Obszaru Chronionego Krajobrazu Doliny Dolnej Łyny i Obszaru Chronionego Krajobrazu Doliny Symsarny.

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

Na mapie wskazano również obszary możliwej lokalizacji składowisk odpadów pozbawione naturalnej izolacji. Na powierzchni terenu występują tu przepuszczalne osady czwartorzędowe o miąższości nieprzekraczającej 2,5 m. Lokalizacja składowisk odpadów w ich granicach wiąże się z koniecznością zdjęcia przepuszczalnego nadkładu.

Wszystkie obszary rekomendowane do składowania odpadów obojętnych znajdują się na terenach, dla których stopień zagrożenia wód użytkowych poziomów wodonośnych określono na bardzo niski i niski. Są one dobrze izolowane od zanieczyszczeń powierzchniowych warstwą osadów słabo przepuszczalnych (przy średniej i wysokiej odporności głównego poziomu wodonośnego). Użytkowe poziomy wodonośne występują na głębokości 50–100 m, 100–150 m (podrzędnie 15–50 m).

Prawie cały analizowany teren znajduje się w zasięgu głównego zbiornika wód podziemnych nr 205 (Subzbiornik Warmia). W 2011 r. rozpoczęto prace dokumentacyjne. Po ustaleniu obszaru zasilania zbiornika, a przede wszystkim stref jego ochrony mogą zmienić się zasady zagospodarowania terenów położonych w jego zasięgu. Wytypowane obszary mogą mieć zmienione powierzchnie, lub może obowiązywać zakaz lokalizacji obiektów potencjalnie uciążliwych dla środowiska (w tym składowisk odpadów) w ich obrębie.

Charakterystyka i ograniczenia warunkowe obszarów spełniających wymagania dla składowania odpadów innych niż obojętne i niebezpieczne (komunalnych)

Na powierzchni analizowanego terenu, w jego północno-zachodniej części występuje rozległa równina zastoiskowa zbudowana z ilów i mułków zastoiskowych stadiału górnego zlodowacenia wisły. Brązowe osady zastoiskowe opisywane są jako ily, gliny pylaste lub gliny pylaste zwięzłe, ich miąższość wynosi od kilku do ponad 40 m (okolice Lidzbarka Warmińskiego). O możliwości wykształcenia opisywanych utworów w przewodzie w facji ilastej świadczy fakt, że w otworze wykonanym w rejonie Koniewa do głębokości 35 m występowały wyłącznie ily (Kacprzak, Honczaruk, 2009). Bardzo prawdopodobne, że jest to kontynuacja istniejącego w pobliżu dużego zastoiska.

Ze względu na możliwość niejednorodnego litologicznie wykształcenia osadów zastoiskowych, ich właściwości izolacyjne mogą być zmienne (mniej korzystne).

Obszary rekomendowane do składowania odpadów komunalnych wskazano na terenie gminy Lidzbark Warmiński oraz w granicach administracyjnych miasta, na niezabudowanych peryferiach.

Wytypowane obszary mają duże powierzchnie i są położone przy licznych drogach dojazdowych. Umożliwia to lokalizację składowisk odpadów w dogodnej, niebudzącej konfliktów społecznych odległości od zabudowy miejscowości.

Ograniczeniami warunkowymi budowy składowisk odpadów w granicach obszarów wskazanych do deponowania odpadów komunalnych są:

- b – bliskość zabudowy miasta Lidzbark Warmiński,
- p – położenie w granicach Obszaru Chronionego Krajobrazu Doliny Dolnej Łyny.

Obszary rekomendowane do składowania odpadów komunalnych znajdują się na terenach o średniej i wysokiej odporności głównych użytkowych poziomów wodonośnych. Występują one na głębokości 50–100 m i 15–50 m i są dobrze izolowane od zanieczyszczeń antropogenicznych warstwą osadów słabo przepuszczalnych. Stopień zagrożenia wód użytkowych poziomów wodonośnych określono na bardzo niski i niski.

Składowisko odpadów komunalnych w miejscowości Medyny zamknięto w 2009 r. Obiekt jest w trakcie rekultywacji, prowadzony jest monitoring wód podziemnych. Odpady z terenów objętych arkuszem wywożone są na składowisko w Wysiece w gminie Bartoszyce.

Ocena najbardziej korzystnych warunków geologicznych i hydrogeologicznych dla składowania odpadów

Obszary rekomendowane do składowania odpadów wskazano w granicach powierzchniowego występowania glin zwałowych (odpady obojętne) oraz iłów i mułków zastoiskowych (odpady komunalne) zlodowacenia wisły. Utwory te spełniają kryteria izolacyjności przyjęte dla określonych typów odpadów.

Najbardziej korzystny jest wariant lokalizacji składowisk odpadów w północno-zachodniej części analizowanego terenu, w gminie Orneta – w miejscach powierzchniowego występowania iłów i mułków zastoiskowych.

W profilach dwóch otworów hydrogeologicznych wykonanych w Koniewie w gminie Orneta (obszar pozbawiony naturalnej izolacji) stwierdzono występowania warstw ilasto-gliniastych o dużych miąższościach (0–18 m ił, 18–63 m glina i 0–35 m ił, 35–64 m glina). W rejonie Lidzbarka Warmińskiego (obszar rekomendowany do składowania odpadów komunalnych) pod 2 m warstwą glin piaszczystych nawiercono 32 metrową warstwę iłów, pod którymi występują gliny o miąższości 8 m, następnie 4 m warstwa ilasta i 16 m warstwa glin. Gliny o miąższości 68–72 m nawiercono w rejonie Klutajń, w Czarnym Kierzu około 42 m warstwę gliniastą, w Lidzbarku Warmińskim gliny o 48 metrowej miąższości. Tereny w bezpośrednim sąsiedztwie tych otworów można dodatkowo rozpoznać pod kątem składowania odpadów komunalnych. Konieczne jest ustalenie rozprzestrzenienia warstwy ilasto-gliniastej i warstw glin zwałowych o dużych miąższościach.

Najkorzystniejsze warunki hydrogeologiczne dla składowania odpadów mają obszary wskazane w rejonie miejscowości Pilnik – Kłębowo – Miłogórze – Suryty – Swajnie. Są to tereny o wysokiej odporności głównego użytkowego poziomu wodonośnego. Występują tu trzy poziomy wodonośne, dwa czwartorzędowe i trzeciorzędowy. Głównym poziomem użytkowym jest poziom międzymorenowy. Jest on dobrze izolowany od zanieczyszczeń powierzchniowych nadkładem glin o ponad 50 m miąższości, stopień zagrożenia wód określono na bardzo niski.

Charakterystyka wyrobisk poeksploatacyjnych

Wyrobiska eksploatowanych złóż „Kobiela”, „Kobiela I”, „Konity” i „Konity I” są zawnione. Punkty niekoncesjonowanej eksploatacji kruszyw naturalnych na potrzeby lokalne mają niewielkie wymiary (<1 ha), w związku z tym, zgodnie z przyjętymi kryteriami nie powinno się ich przeznaczać na składowiska odpadów.

Przedstawione na mapie tereny i miejsca predysponowane do składowania wyróżnionych typów odpadów należy traktować jako podstawę późniejszych wariantowych propozycji lokalizacyjnych i w nawiązaniu do nich projektowania odpowiednich badań geologicznych i hydrogeologicznych. Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 24 marca 2003 roku w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących lokalizacji, budowy, eksploatacji i zamknięcia, jakim powinny odpowiadać poszczególne typy składowisk na obszarze planowanego składowania odpadów i jego otoczenia oraz Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 26 lutego 2009 roku wymagane jest przeprowadzenie badań geologicznych i hydrogeologicznych, których wyniki opracowuje się w formie dokumentacji geologiczno-inżynierskiej i hydrogeologicznej, dołączonych do wniosku o wydanie decyzji o warunkach zabudowy i zagospodarowania terenu dla składowiska odpadów.

Wyznaczone na mapie obszary powinny być uwzględnione przy typowaniu wariantów lokalizacyjnych nie tylko składowisk odpadów, ale również na etapie uzgodnienia warunków zabudowy i zagospodarowania terenu przy rozpatrywaniu lokalizacji obiektów szczególnie uciążliwych dla środowiska i zdrowia ludzi oraz obiektów mogących pogorszyć stan środowiska. Oprócz uwzględnienia ograniczeń prawnych, odnoszących się do tego typu inwestycji, przedstawione na mapie obszary potencjalnej lokalizacji składowisk obejmują zasięgi występowania w podłożu warstwy utworów słabo przepuszczalnych, stanowiących dobrą naturalną izolację dla położonych głębiej poziomów wodonośnych.

X. Warunki podłoża budowlanego

Na obszarze arkusza Lidzbark Warmiński dokonano oceny warunków geologiczno-inżynierskich podłoża budowlanego z wyłączeniem obszarów występowania złóż kopalin, gruntów wysokich klas (I–IVa), łąk na glebach pochodzenia organicznego oraz terenu zwartej zabudowy Lidzbarka Warmińskiego.

Obszary o korzystnych i niekorzystnych warunkach dla budownictwa wydzielone zostały na podstawie map: topograficznej, geologicznej (Kacprzak, Honczaruk, 2009) i hydrogeologicznej (Lidzbarski, 2004).

Obszary o warunkach korzystnych dla budownictwa związane są z występowaniem gruntów spoistych: półzwartych i twardeplastycznych oraz gruntów niespoistych średnio zagęszczonych i zagęszczonych, na których nie występują zjawiska geodynamiczne, a głębokość występowania wody gruntowej przekracza 2 m p.p.t. Obszary tego typu wyznaczono w obrębie lekko falistej wysoczyzny morenowej zbudowanej z nieskonsolidowanych glin zwałowych, pyłów i glin pylastych oraz w rejonach występowania piasków i żwirów wodno-

lodowcowych zlodowacenia wisły i piasków rzecznych tarasów Łyny. Tereny korzystne dla posadowienia budowli zlokalizowane są w północnej i wschodniej części arkusza (rejon Rogóza, Stoczka Klasztornego i Konit) oraz w części południowo-zachodniej w okolicy Stryjkowa i na południe od Kochanówki.

Rejony o niekorzystnych warunkach geologiczno-inżynierskich zbudowane są z gruntów słabonośnych tzn. gruntów organicznych, zwietrzelin gliniastych, gruntów sypkich i luźnych oraz plastycznych i miękkoplastycznych. Niekorzystnymi warunkami dla budownictwa cechują się ponadto takie tereny, gdzie zwierciadło wody gruntowej znajduje się na głębokości mniejszej niż 2 m p.p.t. – rejony występowania torfów oraz piasków rzecznych tarasów zalewowych, zawierających wkładki mułków i osadów organicznych. W obszarach wstępowania gruntów organicznych można się spodziewać wzrostu agresywności wód względem betonu i stali. Największe rozprzestrzenienie gruntów o warunkach niekorzystnych występuje w północnej, środkowej i południowej części omawianego terenu i jest najczęściej związane z zagłębieniami bezodpływowymi i dolinami rzek Łyny i Symsarny, a także w bezpośrednim sąsiedztwie jezior Wielichowskiego, Symsar i Blanki, gdzie znajdują się obszary lokalnie podmokłe, z płytko występującym zwierciadłem wody (0–2 m p.p.t). Rejony niekorzystne dla budownictwa w północno-zachodniej części arkusza związane są z występowaniem osadów zastoiskowych nieskonsolidowanych (grunty spoiste w stanie plastycznym). Na stokach doliny Łyny i Symsarny w rejonach Lidzarka Warmińskiego, Markajm, Dębca i Blanek rozpoznano obszary predysponowane do występowania powierzchniowych ruchów masowych typu spełzywania i osuwania oraz niewielkie punktowe osuwiska (Grabowski red., 2007). Tereny te zaznaczono na mapie jako niekorzystne dla posadowienia budowli. Również niekorzystnymi warunkami budowlanymi cechują się zbocza wzniesień, w związku ze znacznymi lokalnymi nachyleniami powierzchni terenu (okolice Miłogórze i Kochanówki).

Do obszarów o niekorzystnych warunkach geologiczno-inżynierskich należą również okolice odkrywek i tereny zrekultywowane (gdzie pierwotne grunty zostały naruszone) występujące w okolicy Kochanówki, Lidzarka Warmińskiego, Miłogórze, Konit i Stoczka Klasztornego, w bezpośrednim sąsiedztwie złóż kopalin i istniejących tam starych wyrobisk poeksploatacyjnych, wykorzystywanych niejednokrotnie jako „dzikie” składowiska odpadów.

W rejonie Lidzarka Warmińskiego w obrębie glin zwałowych zlodowacenia wisły, występują porwaki skał miocenkich. (iły i piaski). Na tak zaburzonych glacitektonicznie obszarach może zaistnieć konieczność opracowania dokumentacji geologiczno-inżynierskiej w celu ustalenia warunków budowlanych.

XI. Ochrona przyrody i krajobrazu

Na obszarze arkusza Lidzbark Warmiński gleby chronione (II–IVa klasy bonitacyjnej) oraz łąki na glebach pochodzenia organicznego zajmują ponad 50% ogólnej powierzchni. Dominują gleby kompleksu żytniego od bardzo dobrego do słabego oraz kompleksu pszennego dobrego i wadliwego. Kompleks pszeny dobry występuje w środkowej i wschodniej części obszaru mapy. W północno-wschodniej i południowej części omawianego terenu przeważają gleby II i III klasy bonitacyjnej. Podrzędnie występują również gleby IVa klasy bonitacyjnej. Są to gleby brunatne i czarne ziemie (właściwe i wylugowane). W obniżeniach terenu i w dolinach rzek Łyny i Symsarny występują gleby glejowe, bagienne i mady. Na obszarach sandrowych, na piaskach gliniastych i luźnych, wykształciły się gleby rdzawe i bielcowe – przeważnie porośnięte lasem.

Lasy w granicach arkusza Lidzbark Warmiński zajmują około 20% ogólnej powierzchni. Dominują lasy sosnowe z dużym udziałem: buka, dębu, grabu i olszy. Na piaskach i torfach występują zbiorowiska sosnowo-świerkowe.

Obszary cenne przyrodniczo zostały objęte ochroną w formie rezerwatów przyrody, obszarów chronionego krajobrazu, użytków ekologicznych i obszaru NATURA 2000.

Rezerwat faunistyczny „Mokradła Żegoćkie” utworzony w 1991 r. obejmuje swym zasięgiem zabagnione łąki i nieużytki będące miejscem lęgowym i żerowiskiem wielu gatunków ptactwa wodno-błotnego m.in. bojownika bataliona, perkoza, błotniaka stawowego oraz cyranki.

W południowo-wschodniej części arkusza znajduje się fragment rezerwatu faunistycznego „Ustnik”, którego zasadnicza część znajduje się w granicach arkusza Jeziorany. Ten nieduży śródpolny zbiornik wodny zasiedla około 25 gatunków ptactwa wodnego.

W granicach opracowania znajdują się fragmenty dwóch, powołanych rozporządzeniem wojewody warmiński-mazurskiego z 2003 r. (ze zmianami w 2008 r.), obszarów chronionego krajobrazu Doliny Dolnej Łyny (16430 ha) i Doliny Symsarny (19329,8 ha). Celem ustanowienia obszarów było zachowanie w stanie naturalnym wyróżniających się krajobrazowo i przyrodniczo terenów o cennych typach ekosystemów.

We wschodniej części omawianego terenu znajduje się fragment użytku ekologicznego „Bartniki” chroniącego pozostałości ekosystemu unikatowych siedlisk roślin w formie bagien i mokradeł. W rejonie miejscowości Napraty, na obszarze torfowiska cechującego się występowaniem rzadkiej roślinności, utworzono użytk ekologiczny „Rosiczka koło Naprat”

Nieliczną grupę obiektów podlegających ochronie stanowią pojedynczych drzew oraz dwa głazowiska granitów uznane za pomniki przyrody nieożywionej (tabela 8).

Tabela 8

Wykaz rezerwatów, pomników przyrody i użytków ekologicznych

Nr obiektu na mapie	Forma ochrony	Miejscowość	Gmina Powiat	Rok zatwierdzenia	Rodzaj obiektu (powierzchnia w ha)
1	2	3	4	5	6
1	R	Żegoty	<u>Kiwity</u> lidzbarski.	1991	Fn – „Mokradła Żegoockie” (33,63)
2	R	Modliny	<u>Jeziorany</u> olsztyński	1991	Fn – „Ustnik: (32,5)
3	P	Lidzbark Warm	<u>Lidzbark Warm.</u> lidzbarski.	2003	Pn – G (głazowisko granitowe) „Krań Kamienn im. Herkulesa Monte“
4	P	Lidzbark Warm. (park miejski)	<u>Lidzbark Warm.</u> lidzbarski.	1995	Pn – G (głazowisko granitowe)
5	P	Nowosady Leśn. Miłogorze (oddz. 192a)	<u>Lidzbark Warm.</u> lidzbarski..	1997	Pż – buki (2 szt.)
6	P	Dębiec (las komunalny)	<u>Lidzbark Warm.</u> lidzbarski.	1957	Pż – dąb szypułkowy
7	P	Dębiec (las komunalny)	<u>Lidzbark Warm.</u> lidzbarski.	1995	Pż – dąb szypułkowy
8	P	Dębiec (las komunalny)	<u>Lidzbark Warm.</u> lidzbarski.	1997	Pż – dąb szypułkowy
9	P	Miłogórze	<u>Lidzbark Warm.</u> lidzbarski.	1968	Pż – cis pospolity
10	P	Żegoty (przy kościele)	<u>Kiwity</u> lidzbarski	2004	Pż – lipa drobnolistna (Św. Jana)
11	P	Żegoty (przy szkole)	<u>Kiwity</u> lidzbarski	2004	Pż – lipa drobnolistna
12	U	Napraty	<u>Kiwity</u> lidzbarski	2009	torfowisko „Rosiczka koło Naprat” (1,98)
13	U	Bartniki	<u>Kiwity</u> lidzbarski	1993	rozlewisko wodne „Bartniki” (91,8)

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

Rubryka 6: rodzaj rezerwatu: Fn – faunistyczny,
rodzaj pomnika przyrody: Pż – żywej, Pn – nieożywionej,
rodzaj obiektu: G – głaz narzutowy

Według systemu ECONET – Polska (Liro red., 1998) (fig. 5) wzdłuż doliny rzeki Łyna rozciąga się krajowy korytarz ekologiczny „Łyny” łączący obszary węzłowe o znaczeniu krajowym, występujące poza granicami omawianego terenu.

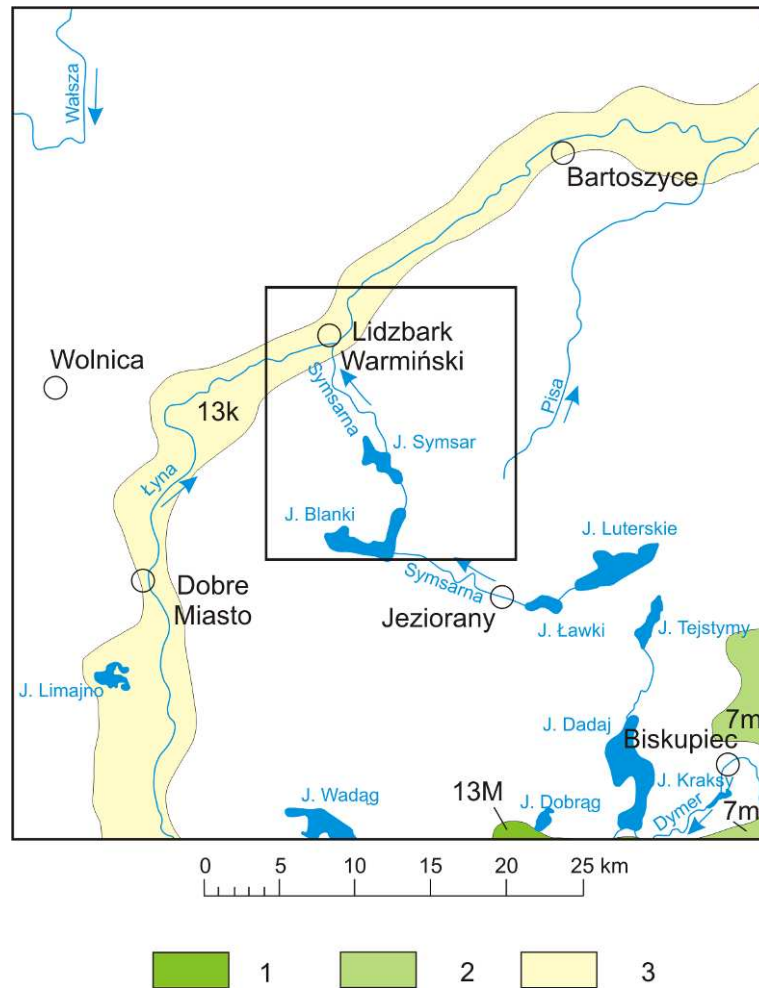


Fig. 4. Położenie arkusza Lidzbark Warmiński na tle mapy systemu ECONET (Liro red., 1998)

- 1 – Międzynarodowe obszary węzłowe, ich numer i nazwa: 13M – Zachodniomazurski
- 2 – Korytarz ekologiczny o znaczeniu międzynarodowym, jego numer i nazwa : 7m – Mazurski
- 3 – Korytarz ekologiczny o znaczeniu krajowym, jego numer i nazwa: 13k – Łyny

W obrębie omawianego arkusza znajduje się fragment specjalnego obszaru ochrony siedlisk Swajnie (PLH 280046) (tabela 9).

Ostoja Swajnie charakteryzuje się występowaniem grądu subkontynentalnego oraz siedlisk wodnych w postaci niewielkiej śródlęsnej rzeki (Kirsna), zbiorników eutroficznym, naturalnym zbiorników dystroficznym, podmokłym łąk i łągów, sosnowych borów bagiennych, borealnej świerczyny bagiennej oraz torfowisk wysokich i przejściowych. Jest to obszar ważny dla zachowania populacji organizmów związanych z siedliskami wodnymi i podmokłymi (bóbr, wydra, minóg strumieniowy) oraz przyrodniczymi (storczyki, mech – sierpowiec błyszczący i inne).

Wykaz obszarów chronionych Europejskiej Sieci Ekologicznej Natura 2000

Lp.	Typ obszaru	Kod obszaru	Nazwa obszaru i symbol oznaczenia na mapie	Położenie centralnego punktu obszaru		Powierzchnia obszaru (ha)	Położenie administracyjne obszaru			
				Długość geogr.	Szerokość geogr.		Kod NUTS	Województwo	Powiat	Gmina
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
2	B	PLH280046	Swajnie (S)	E 20° 29' 59''	N 51° 00' 10''	1186,5	PL622	warmińsko-mazurskie	olsztyński	Dobre Miasto, Dywity, Jonkowo

Rubryka 2: B – wydzielone SOO bez żadnych połączeń z innymi obszarami Natura 2000

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

XII. Zabytki kultury

Do najstarszych zabytków kultury na obszarze arkusza Lidzbark Warmiński należą stanowiska archeologiczne, reprezentujące epokę neolityczną, żelaza, brązu, i wczesnośredniowieczną. Pozostałości dawnych osad, cmentarzyska i kurhany zachowały się głównie w dolinie Łyny i Symsarny. Najstarsze stanowiska archeologiczne zlokalizowane są w Lidzbarku Warmińskim, Markajmach, Kraszewie i Miłogórze.

Bogactwo unikalnych form architektonicznych i zachowane dziedzictwo kulturowe decydują o walorach omawianego regionu.

Jednym z najstarszych miast Warmii jest położony nad Łyną Lidzbark Warmiński. Pierwsze wzmianki o pruskiej osadzie Lecbarg pochodzą z 1241 r. kiedy to zajęli go Krzyżacy, po czym umocnili i rozbudowali. Prawa miejskie Lidzbark otrzymał w 1308 r. a w 1350 r. rozpoczęto budowę zamku, który stał się siedzibą biskupów warmińskich. Po zakończeniu wojny trzynastoletniej w 1466 r. miasto znalazło się w granicach Polski. Kolejni biskupi rozbudowywali swoją siedzibę i przeprowadzali jego restaurację. W latach 1665–1673 wzniesiono od strony południowej barokowy pałac, a biskup Ignacy Krasicki urządził ogrody i park. Obecna postać trójskrzydłowego założenia przedzamcza, otwartego od strony zamku pochodzi z połowy XVIII wieku. W ciągu wieków miasto było wielokrotnie niszczone przez kolejne wojny, a jego ludność ginęła w trakcie epidemii.

Najcenniejsze zabytki Lidzbarka Warmińskiego objęto ochroną konserwatorską. W granicach zabytkowego układu urbanistycznego znajduje się: zespół zamku biskupiego z pałacem Grabowskiego, fortyfikacjami i zabudowaniami gospodarczymi, zespół kościoła parafialnego pw. śś. Piotra i Pawła, klasztor ss. Katarzynek wraz z zespołem domu zakonnego, mury obronne miasta z Wysoką Bramą, letni pałac biskupi tzw. „Oranżeria”, a także ponad 20 zabytkowych domów, most drogowy nad Łyną i młyn wodny. Poza granicami układu urbanistycznego do rejestru zabytków wpisano dawny kościół ewangelicki (obecnie cerkiew), kaplicę pw. św. Katarzyny, wieża ciśnień i kilkanaście domów. W zachodniej dzielnicy miasta Lidzbarka-Pilnik znajduje się zespół kościoła filialnego pw. Świętego Krzyża z dwiema kaplicami, cmentarzem przykościelnym i zabytkowym ogrodzeniem.

Do najciekawszych zabytków sakralnych leżących poza Lidzbarkiem Warmińskim należy zespół klasztorny bernardynów w Stoczku Klasztornym z XIV w. W jednej z cel klasztoru w latach 1953–1954 przetrzymywany był prymas Polski kardynał Stefan Wyszyński. Obecnie w pomieszczeniach sanktuarium utworzono niewielkie muzeum, w którym zgroma-

dzono osobiste przedmioty codziennego użytku Prymasa, oraz wyposażenie celi więziennej i sypialni.

W rejestrze zabytków znajdują się także kościoły często z cmentarzami przykościelnymi w: Żegotach, Blankach, Kochanówce, Kraszewie, Kłębowie i Jurandowie oraz zabytkowe kaplice w: Czarnym Kierzu, Napratach i Knipach. Ochroną objęto zabytkowe cmentarze w Markajmach (z I wojny światowej) i Jurandowie.

W Potrytach mieści się zespół dworsko-folwarczny z początku XIX wieku, w skład którego oprócz dworu wchodzi oficyna, zabudowania mieszkalne i gospodarcze, młyn, kuźnia, tartak, stajnie, obory oraz kapliczka. Niewielki dwór z 1889 roku znajduje się także w Modlinach. Ochroną konserwatorską objęto również park wiejski (podworski) w Markajmach oraz wiadukt drogowy w Napratach.

XIII. Podsumowanie

Różnorodność form krajobrazowych (pagórkowate tereny wzgórz morenowych, podmokłe równiny, jeziora i lasy) występujących na obszarze arkusza Lidzbark Warmiński w połączeniu z licznymi zabytkami architektury świeckiej i sakralnej decyduje o dużej atrakcyjności regionu. Podstawę zagospodarowania omawianego terenu stanowi przede wszystkim turystyka i rekreacja, a także rolnictwo oraz związany z nim przemysł rolno-spożywczy.

Bazę zasobową omawianego obszaru tworzy 9 złóż kopalin okruchowych, z których 7 jest eksploatowanych. Zaspokaja to w pełni potrzeby lokalnego budownictwa i drogownictwa.

Potencjalne obszary perspektywiczne i prognostyczne kruszywa naturalnego znajdują się w środkowo-wschodniej i południowo-zachodniej części obszaru arkusza – w rejonie udokumentowanych złóż. Obszary perspektywiczne i prognostyczne związane z występowaniem torfów i gytii wapiennej występują głównie w rejonie obniżeń i dolin Łyny i Symsarny.

Wody rzeki Łyny utrzymują dobry stan ekologiczny, a rzeki Symsarny charakteryzowały się umiarkowanym i słabym stanem ekologicznym głównie ze względu na niskie stężenie tlenu.

Wody podziemne na omawianym terenie zostały rozpoznane w utworach czwartorzędowych i trzeciorzędowych. Zasadnicze znaczenie dla zaopatrzenia regionu w wodę ma piętro czwartorzędowe, a w części północnej, w rejonie Lidzbarka Warmińskiego również trzeciorzędowe.

Na obszarze arkusza Lidzbark Warmiński gleby chronione oraz łąki na glebach pochodzenia organicznego zajmują ponad 50% ogólnej powierzchni. Są to gleby brunatne i czarne ziemie (właściwe i wylugowane). Zwarte kompleksy leśne występują na północny wschód i południowy zachód od Lidzbarka Warmińskiego oraz w południowo-zachodniej części omawianego terenu.

Obszary o warunkach niekorzystnych dla budownictwa rozproszone na całej powierzchni omawianego terenu obejmując rejony zagłębień bezodpływowych, dolin rzecznych oraz otoczenia jezior. Korzystne warunki dla posadowienia budynków rozpoznano głównie na obszarze wysoczyzny morenowej.

Doliny rzek Łyny i Symsarny objęto ochroną w formie obszarów chronionego krajobrazu. Rezerваты faunistyczne „Mokradła Żegoćkie” i „Ustnik” powołano w celu ochrony siedlisk ptactwa wodnego, a granicach użytków ekologicznych występują unikatowe biocenozy bagienne i torfowiskowe. W ramach systemu NATURA 2000 ustanowiono specjalne obszary ochrony siedlisk Swajnie.

Do najciekawszych zabytków architektonicznych należy Zamek Biskupów Warmińskich oraz Sanktuarium Maryjne z klasztorem w Stoczku Klasztornym.

Na terenie objętym arkuszem Lidzbark Warmiński wskazano obszary rekomendowane do składowania odpadów obojętnych i komunalnych.

Naturalną barierę geologiczną dla składowania odpadów obojętnych tworzą gliny zwałowe zlodowacenia wisły. Wytypowane obszary zlokalizowane są na terenie gminy Lidzbark Warmiński i na niezabudowanych peryferiach w granicach administracyjnych miasta.

Odpady komunalne można składować w granicach powierzchniowego występowania iłów i mułków zastoiskowych zlodowacenia wisły. Obszary rekomendowane dla tych celów wskazano w gminie Lidzbark Warmiński. Warunki hydrogeologiczne dla składowania odpadów są korzystne. Wszystkie wytypowane obszary znajdują się na terenach o średniej lub wysokiej odporności głównych użytkowych poziomów wodonośnych, stopień zagrożenia wód określono na bardzo niski i niski.

Należy podkreślić, że każdorazowo decyzję o lokalizacji obiektów potencjalnie uciążliwych dla środowiska (w tym składowisk odpadów) musi poprzedzić rozpoznanie geologiczno-inżynierskie i hydrogeologiczne miejsca planowanej inwestycji.

XIV. Literatura

- ALBERING H., LEUSEN S., MOONEN E., HOOGEWERFF J., KEINJANS J. (1999) – Human Health Risk Assessment: A Case Study Involving Heavy Metal Soil Contamination After the Flooding of the River Meuse during the Winter of 1993-1994. *Environmental Health Perspectives* 107 (1), 37-43.
- BIRCH G., SIAKA M., OWENS C. (2001) – The source of anthropogenic heavy metals in fluvial sediments of a rural catchment: Coxs River, Australia. *Water, Air & Soil Pollution*, 126 (1-2): 13 – 35.
- BOBEL T., 2004 – Dokumentacja geologiczna w kat. C₁ złoża piasków „Konity”. *Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol. Warszawa.*
- BOBEL T., 2009 – Dokumentacja geologiczna złoża piasków ze żwirem, „Stoczek” w kat. C₁. *Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol. Warszawa.*
- BOBEL T., 2010 – Dokumentacja geologiczna złoża kruszywa naturalnego piasków i piasków ze żwirem „Kobiela I” w kat. C₁, *Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol. Warszawa.*
- BOBEL T., 2011a – Dodatek nr 1 do dokumentacji geologicznej złoża piasków „KONITY” w kat. C₁. *Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol. Warszawa.*
- BOBEL T., 2011b – Dokumentacja geologiczna złoża piasków „KONITY I” w kat. C₁. *Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol. Warszawa.*
- BOJAKOWSKA I., SOKOŁOWSKA G., LEWANDOWSKI P., 1995 – Metale ciężkie w glebach tarasów zalewowych Pisi. *Prz. Geol.* 44 (1), 75, 1996.
- BOJAKOWSKA I., SOKOŁOWSKA G., 1996 – Heavy metals in the Bystrzyca river flood plain. *Geological Quarterly*, 40 (3): 467–480.
- BORDAS F., BOURG A. (2001) – Effect of solid/liquid ratio on the remobilization of Cu, Pb, Cd and Zn from polluted river sediment. *Water, Air, and Soil Pollution* 128:391-400.
- GABLER H., SCHNEIDER J. (2000) – Assessment of heavy metal contamination of floodplain soils due to mining and mineral processing in the Harz Mountains, Germany. *Environmental Geology* 39 (7): 774-781.
- GOCHT T., MOLDENHAUER, K.M. AND PÜTTMANN, W. (2001) – Historical record of polycyclic aromatic hydro-carbons (PAH) and heavy metals in floodplain sediments from the Rhine River (Hessische Ried, Germany). *Applied Geochemistry* 16: 1707–1721.

- GRABOWSKI D. (red.), MORAWSKI W., POCHOCKA-SZWARC K., 2007 – Mapa osuwisk i obszarów predysponowanych do występowania ruchów masowych w województwie warmińsko-mazurskim. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
- HELWAK L., 1986 – Karta rejestracyjna złoża kruszywa naturalnego „Kochanówka II” w miejscowości Kochanówka. Archiwum Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
- HELWAK L., 2008 – Dokumentacja geologiczna złoża piasku ze żwirem, „Kochanówka III” w kat. C₁. 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.
- KACPRZAK L., HONCZARUK M., 2009 – Szczegółowa mapa geologiczna Polski w skali 1:50 000 arkusz Lidzbark Warmiński z Objasnieniami. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
- KLECZKOWSKI A., 1990 – Mapa Obszarów Głównych Zbiorników Wód Podziemnych (GZWP) w Polsce wymagających szczególnej ochrony w skali 1:500 000. Akademia Górniczo Hutnicza, Kraków.
- KOKOCIŃSKI M., 2001 – Dokumentacja geologiczna – uproszczona – w kat. C₁ złoża kruszywa naturalnego (piasku ze żwirem, żwiru, otoczków) „Stoczek Warmiński”. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
- KONDRACKI J., 2001 – Geografia regionalna Polski, PWN. Warszawa.
- KWAŚNIEWSKA J., 1983 – Czwartorzędowe osady węglanowe województwa olsztyńskiego. Archiwum PG POLGEOL S.A, Warszawa.
- LIDZBARSKI M., 2004 – Mapa hydrogeologiczna Polski w skali 1 : 50 000 arkusz Lidzbark Warmiński (z objaśnieniami). Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- LINDSTRÖM M. (2001) – Urban land use influences on heavy metal fluxes and surface sediment concentrations of small lakes. Water, Air & Soil Pollution, Vol.126 Nos. 3-4 p. 363 – 383.
- LIRO A. (red.), 1998 – Strategia wdrażania krajowej sieci ekologicznej. Wyd. Fundacja IUCN -Poland, Warszawa.
- LIS J., PASIECZNA A., 1995 – Atlas geochemiczny Polski 1:2 500 000. Państw. Inst. Geol. Warszawa.

- LIU H., PROBST A., LIAO B. (2005) – Metal contamination of soils and crops affected by the Chenzhou lead/zinc mine spill (Hunan, China). *Sci Total Environ.* 339(1-3):153-166, 2005.
- MACDONALD D., INGERSOLL C., BERGER T. (2000) – Development and Evaluation of consensus-based Sediment Development and evaluation of consensus-based sediment quality guidelines for freshwater ecosystems. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology* 39: 20–31.
- MARCINIAK A., 1979 – Sprawozdanie z prac poszukiwawczych kredy jeziornej w zachodniej części województwa olsztyńskiego. *Archiwum PG POLGEOL S.A, Warszawa.*
- 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.
- MUSZYŃSKA E., 1989 – Orzeczenie o występowaniu gytii wapiennej w rejonie miejscowości Blanki. *Archiwum PG POLGEOL S.A, Warszawa.*
- MUSZYŃSKA E., 1991 – Sprawozdanie z prac poszukiwawczych złóż kredy jeziornej w południowej części województwa olsztyńskiego. *Archiwum PG POLGEOL SA, Warszawa.*
- NOWAKOWSKI C., SZELEWICKA A., CZERWIŃSKA M., SUCHARZEWSKA., WĘGRZYN A., 2007 – Dokumentacja określająca warunki hydrogeologiczne dla ustanowienia obszaru ochronnego zbiornika wód podziemnych Olsztyn (GZWP nr 213). *Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol. Warszawa*
- OLIK J., 2010 – Dokumentacja geologiczna złoża żwiru z piaskiem i piasku „Modliny” w kat C₁. *Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol. Warszawa.*
- OLIK J., 2009 – Dokumentacja geologiczna złoża żwiru z piaskiem i piasku „Kochanówka IV” w kat C₁. *Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol. Warszawa.*

- OSENDOWSKA E., NOWACKI K., 2006 – Mapa geologiczno-gospodarcza Polski w skali 1:50000 arkusz Lidzbark Warmiński (99). Państw. Inst. Geol. Warszawa.
- OSTRZYŻEK S., DEMBEK W., 1996 – Zlokalizowanie i charakterystyka złóż torfowych w Polsce spełniających kryteria potencjalnej bazy zasobowej z ustaleniem i uwzględnieniem wymogów związanych z ochroną i kształtowaniem środowiska. IMiUZ, Falenty.
- PACZYŃSKI B. (red.), 1995 – Atlas hydrogeologiczny Polski w skali 1:500 000. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- PACZYŃSKI B., SADURSKI A., 2007 – Hydrogeologia regionalna Polski tom I – wody słodkie. Państw. Inst. Geol.
- POPRAWA P., 2010 Potencjał występowania złóż gazu ziemnego w łupkach dolnego paleozoiku w basenie bałtyckim i lubelsko-podlaskim. *Prz. Geol.* (58) 3:226.
- 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 – Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Olsztynie, Biblioteka Monitoringu Środowiska. Olsztyn
- Raport** o stanie środowiska województwa warmińsko-mazurskiego w 2007 roku, 2008 – Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Olsztynie, Biblioteka Monitoringu Środowiska. Olsztyn
- Raport** o stanie środowiska województwa warmińsko-mazurskiego w 2009 roku, 2010 – Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Olsztynie, Biblioteka Monitoringu Środowiska. Olsztyn
- Raport** o stanie środowiska województwa warmińsko-mazurskiego w 2010 roku, 2011 – Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Olsztynie, Biblioteka Monitoringu Środowiska. 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* vol 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. w sprawie rodzajów oraz stężeń substancji, które powodują, że urobek jest zanieczyszczony. (DzU nr 55, poz. 498)
- Rozporządzenie** Ministra Środowiska z dnia 9 września 2002 r. W sprawie standardów jakości gleby oraz standardów jakości ziemi (DzU nr 165, poz. 1359)
- Rozporządzenie** Ministra Środowiska z dnia 24 marca 2003 r. w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących lokalizacji, budowy, eksploatacji i zamknięcia, jakim powinny odpowiadać poszczególne typy składowisk odpadów (DzU nr 61, poz. 549).
- Rozporządzenie** Ministra Środowiska z dnia 11 lutego 2004 r. w sprawie klasyfikacji dla prezentowania stanu wód powierzchniowych i podziemnych, sposobu prowadzenia monitoringu oraz sposobu interpretacji wyników i prezentacji stanu tych wód. (DzU nr 32, poz. 284).
- Rozporządzenie** Ministra Środowiska z dnia 20 sierpnia 2008 r. w sprawie sposobu klasyfikacji stanu jednolitych części wód powierzchniowych. (DzU nr 162, poz. 1008).
- Rozporządzenie** Ministra Środowiska z dnia 26 lutego 2009 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących lokalizacji, budowy, eksploatacji i zamknięcia, jakim powinny odpowiadać poszczególne typy składowisk odpadów. (DzU nr 39, poz. 320).
- SJÖBLÖM 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.
- STRZELECKI R., WOŁKOWICZ S., SZEWCZYK J., LEWANDOWSKI P., 1993 – Mapy Radioekologiczne Polski cz. I: Mapa mocy dawki promieniowania gamma w Polsce; Mapa stężenia cezu w Polsce. Skala 1:750 000. Wyd. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- STRZELECKI R., WOŁKOWICZ S., SZEWCZYK J., LEWANDOWSKI P., 1994 – Mapy Radioekologiczne Polski cz. II. Mapa koncentracji uranu, toru i potasu w Polsce. Wyd. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- SZUFLICKI M., MALON A., TYMIŃSKI M. (red.), 2011 – Bilans zasobów kopalin i wód podziemnych w Polsce wg stanu na 31.12.2010 r. Państw. Inst. Geol. Warszawa.

- ŠMEJKALOVÁ M., MIKANOVÁ O., BORŮVKA L.(2003) – Effects of heavy metal concentrations on biological activity of soil micro-organisms. *Plant & Soil Environ.*, 49 (7): 321–326.
- Ustawa** o odpadach z dnia 27 kwietnia 2001 r. (DzU nr 185, poz. 1243 z 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.
- 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
- WISZNIEWSKI W., CHEŁCHOWSKI W., 1975 – Charakterystyka klimatu i regionalizacja klimatyczna Polski. *Biuletyn Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej*, Warszawa.
- ZALEWSKA E., 2010 – Koncesje na poszukiwanie i rozpoznawanie złóż węglowodorów w Polsce w tym *shale gas* i *tight gas*. *Prz. Geol.* (58) 3:213.
- ZAPRZELSKI Z., 2007 – Dokumentacja geologiczna złoża kruszywa naturalnego „Kobiela” w kat. C₁. *Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol. Warszawa.*
- ZDROJEWSKA E., 1991 – Sprawozdanie z prac poszukiwawczych kredy jeziornej w północnej części województwa olsztyńskiego. *Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol. Warszawa.*