

**PAŃSTWOWY INSTYTUT GEOLOGICZNY
PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY**

OPRACOWANIE ZAMÓWIONE PRZEZ MINISTRA ŚRODOWISKA

**OBJAŚNIENIA
DO MAPY GEOŚRODOWISKOWEJ POLSKI**

1:50 000

Arkusz ORNETA (97)



MINISTERSTWO
ŚRODOWISKA

Warszawa 2012

Autorzy: Ewa Krogulec*, Jan Wierchowiec*,
Izabela Bojakowska**, Paweł Kwecko**, Hanna Tomassi-Morawiec**, Grażyna Hrybowicz***

Główny koordynator MGŚP: Małgorzata Sikorska-Maykowska**

Plansza A – Redaktor regionalny: Albin Zdanowski**

Plansza B – Redaktor regionalny: Joanna Szyborska-Kaszycka **

Redaktor tekstu: Joanna Szyborska-Kaszycka**

*Segi-AT, ul. Baletowa 30, Warszawa

**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 (E. Krogulec).....	3
II.	Charakterystyka geograficzna i gospodarcza (E. Krogulec).....	4
III.	Budowa geologiczna (E. Krogulec)	8
IV.	Złoża kopalin (J. Wierchowiec)	11
V.	Górnictwo i przetwórstwo kopalin (J. Wierchowiec)	15
VI.	Perspektywy i prognozy występowania kopalin (J. Wierchowiec).....	15
VII.	Warunki wodne (E. Krogulec)	18
	1. Wody powierzchniowe.....	18
	2. Wody podziemne.....	20
VIII.	Geochemia środowiska	22
	1. Gleby (P. Kwecko).....	22
	2. Osady (I. Bojakowska).....	25
	3. Pierwiastki promieniotwórcze (H. Tomassi-Morawiec)	26
IX.	Składowanie odpadów (G. Hrybowicz)	29
X.	Warunki podłoża budowlanego (E. Krogulec).....	37
XI.	Ochrona przyrody i krajobrazu (E. Krogulec)	39
XII.	Zabytki kultury (E. Krogulec).....	48
XIII.	Podsumowanie (E. Krogulec, J. Wierchowiec, G. Hrybowicz).....	50
XIV.	Literatura	52

I. Wstęp

Arkusze Orneta Mapy geośrodowiskowej Polski (MGsP) w skali 1:50 000 zostały opracowane w Segi AT (plansza A) oraz w Państwowym Instytucie Geologicznym-Państwowym Instytucie Badawczym i Przedsiębiorstwie Geologicznym POLGEOL SA (plansza B) w 2011/12 r. Przy opracowaniu arkusza wykorzystano materiały archiwalne arkusza Mapy geologiczno-gospodarczej Polski w skali 1:50 000 (Sokołowski i in., 2006). Niniejsze opracowanie powstało zgodnie z Instrukcją opracowania MGsP (Instrukcja..., 2005).

Mapa geośrodowiskowa składa się z dwóch plansz – plansza A zawiera zaktualizowaną treść Mapy geologiczno-gospodarczej Polski, a plansza B zawiera warstwę informacyjną „Zagrożenia powierzchni ziemi”, opisującą tematykę geochemii środowiska i warunki do składowania odpadów.

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

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

Mapa powstała na podstawie interpretacji i reinterpretacji materiałów archiwalnych, opracowań publikowanych oraz zwiadu terenowego. Konsultacje i uzgodnienia dokonywane były w: Centralnym Archiwum Geologicznym PIG-PIB w Warszawie, Warmińsko-Mazurskim Urzędzie Wojewódzkim w Olsztynie oraz w jego Delegaturze w Elblągu, Urzędzie Marszałkowskim w Olsztynie i w jego Delegaturze w Elblągu, nadleśnictwach Lasów Państwowych w Ornece, Młynarach i Dobrocinie, Wojewódzkim Inspektoracie Ochrony Środowiska w Olsztynie, Wojewódzkim Urzędzie Ochrony Zabytków w Olsztynie, Regionalnym Zarządzie Gospodarki Wodnej Olsztyn, starostwach powiatowych w Ostródzie, Lidzbarku i Braniewie, urzędach gmin w Ornece, Miłakowie, Godkowie i Lubominie. Zebrane informacje uzupełniono zwiadem terenowym przeprowadzonym w 2011 roku r.

Dane dotyczące złóż kopalin zostały zamieszczone w kartach informacyjnych opracowanych dla komputerowej bazy o złożach.

II. Charakterystyka geograficzna i gospodarcza

Obszar arkusza Orneta zawiera się pomiędzy współrzędnymi geograficznymi 20°00' a 20°15' długości geograficznej wschodniej i 54°00' a 51°10' szerokości geograficznej północnej.

W podziale administracyjnym cały obszar arkusza znajduje się w obrębie województwa warmińsko-mazurskiego, na terenie powiatów: braniewskiego (gmina Pieniężno), lidzbarskiego (gminy Orneta i Lubomino), elbląskiego (gmina Godkowo) i ostródzkiego (gmina Miłakowo).

Według podziału fizycznogeograficznego Polski (Kondracki, 2000) przez rozpatrywany arkusz przebiega granica obszarów Europy Zachodniej i Europy Wschodniej. Prowincja Niżu Środkowoeuropejskiego w obrębie arkusza Orneta, dzieli się na podprowincje Pobrzeży Południowobałtyckich oraz Pojezierzy Południowobałtyckich. Do Pobrzeży Południowobałtyckich należy mezoregion Równiny Warmińskiej, zajmujący zachodnią część obszaru arkusza (fig. 1). Część południowo-zachodnią arkusza zajmuje zaś mezoregion Pojezierza Iławskiego. Południowo-wschodnia część obszaru arkusza należy do mezoregionu Pojezierza Olsztyńskiego, a północna – Równiny Orneckiej.

Ukształtowanie powierzchni terenu jest zróżnicowane. Najniżej, bo na rzędnej 30 m n.p.m., leżą dna dolin Pasłęki i Młyńskiej Strugi w północno-wschodniej części arkusza, najwyżej, ponad 162 m n.p.m. osiągają kulminacje pagórów morenowych Pojezierza Iławskiego. Nizina Staropruska odznacza się dobrze rozwiniętymi dolinami erozyjnymi, niewielką

ilością zagłębień bezodpływowych oraz niemal zupełnym brakiem jezior, co jest efektem bliższego położenia Bałtyku tworzącego niską bazę erozyjną.

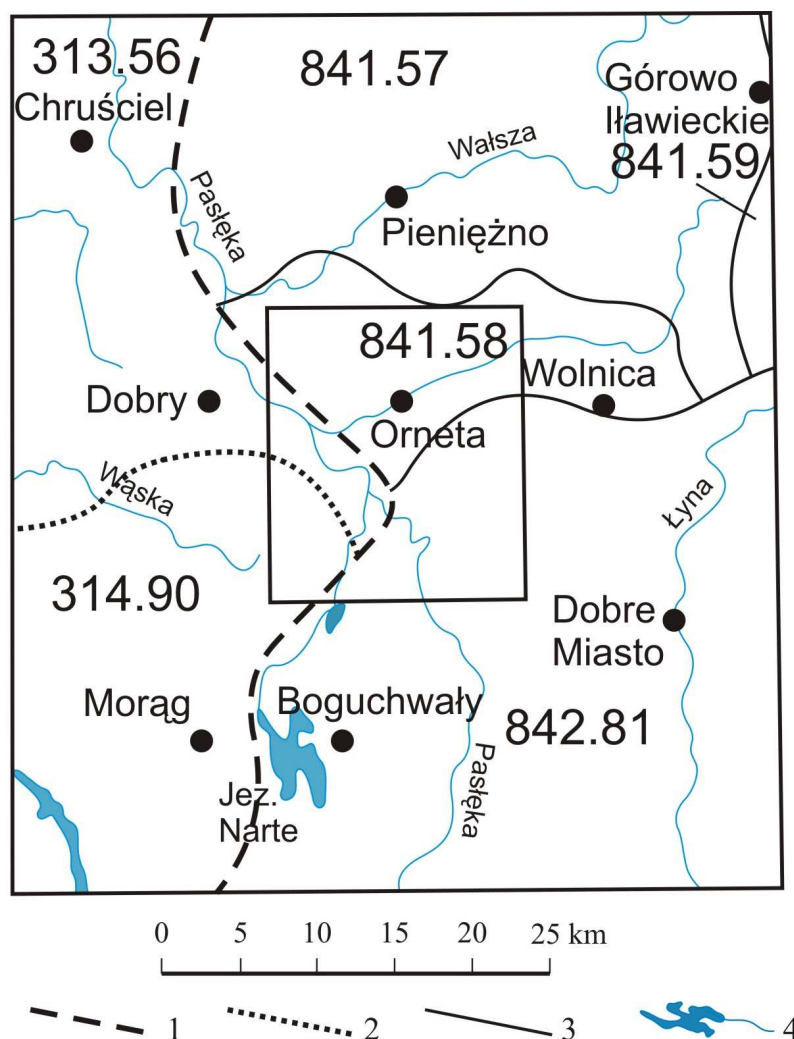


Fig. 1. Położenie arkusza Orneto na tle jednostek fizycznogeograficznych wg J. Kondrackiego (2000).

1 – granica prowincji, 2 – granica podprowincji, 3 – granica mezoregionu, 4 – jeziora i rzeki

Mezoregiony Niziny Staropruskiej: 841.57 – Wzniesienia Górowskie, 841.58 – Równina Ornecka; mezoregion Pojezierza Mazurskiego: 842.81 – Pojezierze Olsztyńskie; mezoregion Pobrzeża Południowobałtyckiego: 313.56 – Równina Warmińska; mezoregion Pojezierza Pomorskiego: 324 – Pojezierze Iławskie

Występujące we fragmencie północnego krańca arkusza Wzniesienia Górowskie, przekraczają nieznacznie wysokość 100 m n.p.m. W zagłębieniach międzymorenowych pojawiają się jeziora oraz torfowiska będące pozostałością funkcjonujących niegdyś jezior. Największą część północnego fragmentu arkusza zajmuje mezoregion Równiny Orneckiej. Na wschód od Ornety tworzy go wodnolodowcowa powierzchnia niewielkiego sandru rozciągająca się równoleżnikowo po obu brzegach Drwęcy Warmińskiej – dopływu Pasłęki, obniżając się od 100 m n.p.m. koło Mingajna do około 50 m n.p.m. koło Ornety. Na zachód Ornety, sandr przechodzi w równinę glacialimniczną zbudowaną z utworów warwowych. Ku południowemu zachodu

dowi Równina Ornecka przechodzi w Równinę Warmińską. Jest to mezoregion ze słabo urozmaiconymi obszarami akumulacji limnoglacialnej z iłami warwowymi. Do obu równin od południa przylegają obszary pojezierzy – Iławskiego na zachodzie oraz Olsztyńskiego na wschodzie (Morawski, 2004).

Pojezierze Iławskie jest dużym regionem, bez podziału na mezoregiony i z typowym zróżnicowanym pojeziernym krajobrazem. W obrębie badanego arkusza jezior jest niewiele, a największym jest tutaj jezioro Boldemin (Bołdenin) położone na zachód od Miłakowa. W zasięgu arkusza leży także północna część Pojezierza Olsztyńskiego, o małej liczbie jezior i z rozległymi gliniastymi powierzchniami pagórkowatych moren dennych. W okolicach Lubomina występuje kilkadziesiąt niewielkich oczek, z których największym, leżącym w całości w badanym terenie jest jezioro Tonka, o powierzchni 1,6 km².

Wedle podziału Gumińskiego (Stopa-Boryczka, Boryczka, 2005) obszar arkusza znajduje się na pograniczu dzielnic klimatycznych gdańskiej i wschodniobałtyckiej. Podstawowe elementy klimatu są pośrednie pomiędzy typowymi dla wpływów morskich (posterunek Elbląg) i kontynentalnych (posterunek Olsztyn). W trzydziestoleciu 1966–1995 średnia temperatura roczna wynosiła 7,7°C (Elbląg) i 7,2°C (Olsztyn), a średnie opady w roku osiągnęły 653 mm w Elblągu i 647 mm w Olsztynie.

Dominującą gałęzią gospodarki w obszarze opisywanego arkusza jest rolnictwo. Na piaszczystych obszarach Równiny Orneckiej rozwinięte są gorsze jakościowo gleby bielicoziemne (gleby rdzawe i bielice właściwe) należące głównie do IV klasy bonitacyjnej. Lepsze gleby (klasy III) występują na glinach zwałowych i iłach warwowych. Największe powierzchnie zajmują gleby brunatnoziemne (gleby brunatne właściwe, gleby brunatne wylugowane i gleby brunatne kwaśne), przeważając w centralnej i południowej części arkusza. Mniejsze znaczenie posiadają czarne ziemie rozwinięte miejscami na iłach warwowych oraz na glinach zwałowych. Na wilgotnych obszarach pojeziernych rozwinęły się bagienne i pobażenne gleby hydrogeniczne. W zdecydowanej przewadze użytki rolne wykorzystywane są jako grunty rolne (około 70%). Łąki i pastwiska są rzadsze i niekiedy zajmują obszary bardziej zawilgocone. Głównymi uprawami rolnymi są zboża i rośliny strączkowe (ponad 80% powierzchni upraw), uprawy roślin przemysłowych i okopowych zajmują kilkanaście procent powierzchni upraw. Największe kompleksy leśne występują w północnej części arkusza, mniejsze między Ornetą a Miłakowem.

Głównym ośrodkiem miejskim i zarazem przemysłowym w obrębie charakteryzowanego arkusza jest Ornetka, licząca ponad 9600 mieszkańców. Do największych pracodawców mających wpływ na gospodarkę oraz zatrudnienie w mieście należą: Odzieżowa Spółdzielnia

Inwalidów „Warmia”, Gunnebo Baltic Sp. z o. o – producent wysokiej jakości technik zamocowań do budownictwa, Przedsiębiorstwo Handlowo-Usługowe STALDRUT – producent wyrobów metalowych, Piekarnia An-Ter, POLCOTEX – Sp. z o. o zajmująca się produkcją odzieży, PSS Społem, Jawor Spółka z o.o. – producent elementów z drewna, PPHU MIRPOL – hurtownia zbóż, chemii rolnej, materiałów budowlanych oraz BEA-MODE – zakład przemysłu odzieżowego lekkiego. Liczne zasoby leśne pozwoliły na rozwój przemysłu drzewnego.

Korzystne warunki naturalne, dobra infrastruktura, dogodne położenie w sąsiedztwie takich miast jak: Olsztyn, Braniewo, Gdańsk, Elbląg i granicy z Obwodem Kaliningradzkim Rosyjskiej Republiki Federacyjnej sprawiają, że Orneto jest atrakcyjna pod względem inwestycyjnym. Duże możliwości istnieją też w dziedzinie przetwórstwa owocowo-warzywnego, a także w dziedzinie agroturystyki.

Drugim co do wielkości ośrodkiem miejskim jest Miłakowo (ponad 2700 mieszkańców) położone w południowo-zachodniej części arkusza, w powiecie ostródzkim. W mieście i gminie ważniejsze zakłady przemysłowe są te związane z branżami: włókienniczą (przygotowanie i przędzenie włókien lnianych – SAFILIN POLSKA Sp. z o. o.), odzieżową, (DARLECH) meblarską, (CROWN Sp. z o. o.) i spożywczą (EKOVITA Sp. z o. o.). Działają też tartak i mała elektrownia wodna w Pitynach na Pasłęce oraz firmy związane z przemysłem spożywczym (gospodarstwa rolne) czy drzewnym (tartaki itp.).

Mechaniczno-biologiczna oczyszczalnia ścieków w mieście Orneto obsługuje miasto oraz część gminy. Została ona oddana do eksploatacji w 1996 r. Projektowana przepustowość dobową wynosi 3 500 m³/d. Obecnie oczyszczalnia przyjmuje i oczyszcza przeciętnie około 1500 m³/d. Niekorzystnym zjawiskiem i zagrożeniem dla procesu technologicznego oczyszczalni są przypiływy w okresie letnim, dużych ilości wód opadowych. Poza oczyszczalnią miejską, w latach 2004–2005 zostały zmodernizowane oddane do użytku jeszcze oczyszczalnie w Bażynie (rozbudowa) i Dąbrówce. Mechaniczno-biologiczne oczyszczalnie ścieków znajdują się w Miłakowie, gdzie dowozi się także ścieki z innych miejscowości gmin zbierane uprzednio w zbiornikach bezodpływowych.

Odpady z miasta i gminy Orneto składowane były na komunalnym składowisku w Ornetcie – Nowym Dworze. Obiekt przeznaczony do składowania wszystkich odpadów oprócz niebezpiecznych i obojętnych został zamknięty w 2010 roku. Ogólna powierzchnia składowiska wynosi 6,4 ha, powierzchnia użytkowa 2,1 ha. Całkowita pojemność wynosi 80 300 m³. Składowisko przyjmowało rocznie 1400 m³ odpadów. Składowisko nie jest uszczelnione, pozbawione systemu odcieków i ujmowania gazu powstającego w wyniku biodegradacji.

Na obszarze arkusza dość dobrze rozwinięta jest sieć komunikacyjna. Przez Ornetę przebiegają drogi wojewódzkie:

- droga nr 507 Braniewo – Pieniężno – Ornetka – Dobrze Miasto,
- droga nr 513 Pasłęk – Ornetka – Lidzbark Warmiński – Kiwity – Wozławki,
- droga nr 538 Ornetka – Miłakowo – Morąg.

Przez miasto przebiega jednotorowa linia kolejowa nr 221, relacji Olsztyn-Braniewo.

Najbliższym przejściem granicznym o randze międzynarodowej jest przejście kolejowodrogowe Gronowo – Mamonowo koło Braniewa oraz obecnie rozbudowywane przejście Grzechotki – Mamonowo II. Odległość Ornety od przejścia wynosi ok. 60 km.

Według danych Urzędu Statystycznego w Olsztynie 99% mieszkańców miasta Ornetka korzysta z sieci wodociągowej. Na terenach wiejskich wskaźnik ten kształtuje się na poziomie 62,27%. Miasto Ornetka obejmuje sieć około 20,0 km kolektorów kanalizacyjnych, rozdzielczych i przyłączy kanalizacyjnych do poszczególnych budynków. Sieć kanalizacyjna poza miastem jest słabo rozwinięta.

III. Budowa geologiczna

Budowę geologiczną obszaru arkusza Ornetka przedstawiono na podstawie Mapy Geologicznej Polski 1:200 000 (Słowański, 1976), Projektu badań geologicznych dla wykonania arkusza Ornetka Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski w skali 1:50 000 (Rabek, Świerszcz, 1995) oraz innych prac publikowanych (Mańkowska, Słowański, 1977; Morawski, 2004; Tyński red., 1969).

Obszar arkusza leży w zasięgu syneklizy perybałtyckiej w pobliżu jej granicy z anteklizą mazursko-suwałską. Obie jednostki wchodzi w skład krystalicznego podłoża platformy wschodnioeuropejskiej. Budują je różnorodne prekambryjskie skały magmowe i metamorficzne. Ich strop opada od 2000 m p.p.m. koło Lidzbarka Warmińskiego do 3000 m p.p.m. na zachód od Ornety. Powyżej leżą zróżnicowane pod względem litologii osadowe skały paleozoiczne kambru, ordowiku, syluru oraz permu przykryte utworami mezozoicznymi reprezentowanymi przez trias, jurę i kredę. Te ostatnie wraz z utworami paleogenu i neogenu tworzą bezpośrednie podłoże osadów czwartorzędowych.

Utwory dolnej kredy i niższych ogniów kredy górnej nie tworzą ciągłego profilu i występują nieregularnymi płacami. W ciągłych horyzontach, na całym omawianym obszarze, występują piaskowce, margle oraz opoki i wapienie: turonu, kampanu i mastrychtu.

Powyżej zalegają piaszczyste osady paleocenu, a następnie ilaste i mułkowe z prze-warstwieniami piaszczystymi utwory eocenu, oligocenu oraz miocenu. Powyżej zalegają

mułkowe oraz ilaste osady pliocenu. Podplejstocieńska rzeźba stropu utworów kredy oraz paleogenu i neogenu jest urozmaicona, z wyraźnie zaznaczającymi się i zwykle południkowymi dolinami. Jedno z takich obniżen mające około 40 metrów głębokości w stosunku do ówczesnej powierzchni terenu i sięgające 160 m n.p.m. występuje na zachód od Miłakowa ciągnąc się w kierunku północno-zachodnim przez wieś Lesiska. Ku wschodowi i północnemu wschodowi powierzchnia podplejstocieńska podnosi się do 20 m n.p.m. koło Lubomina.

Ponad wspomnianymi utworami ciągłą pokrywą zalegają osady czwartorzędowe o miąższości sięgającej we wspomnianych obniżeniach ponad 200 metrów. W profilach rozpoczynających się zwykle utworami zlodowacenia nidy przeważają osady morenowe, zawierające niewielkiej miąższości wkładki utworów międzymorenowych – zastoiskowych oraz wodnolodowcowych (sandrowych). Częste są luki sedimentacyjne obejmujące zwłaszcza interglacjały, co jest zjawiskiem typowym na obszarze Warmii.

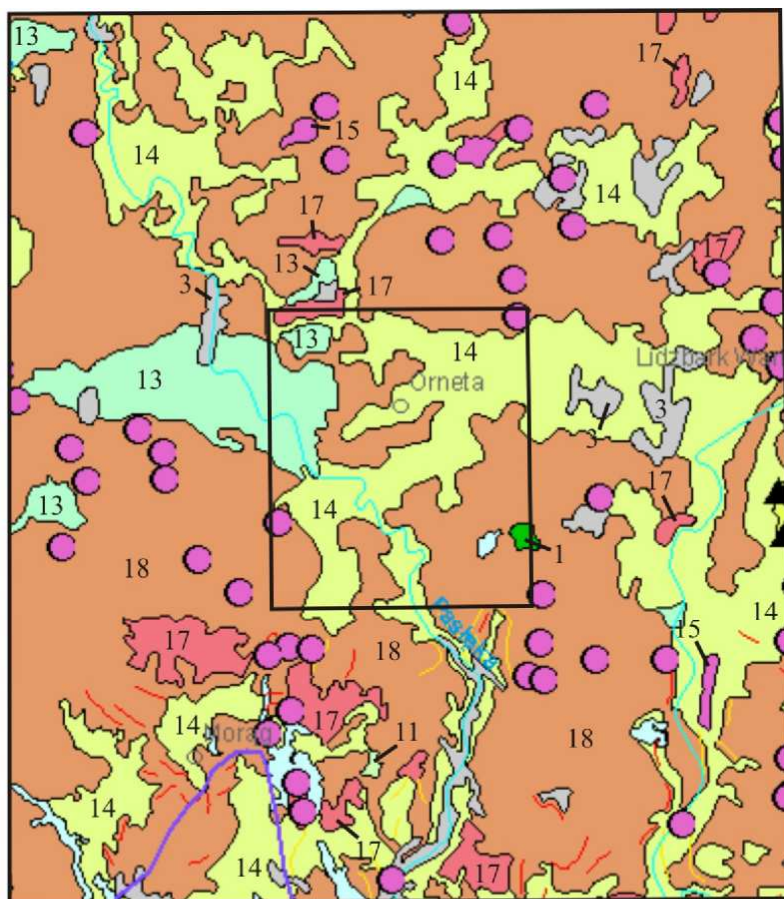
Za najstarsze spośród osadów czwartorzędowych są uznawane utwory zlodowacenia nidy wykształcone jako dwa kompleksy glin zwałowych przedzielonych, a także miejscami przykrytych zastoiskowymi iłami i mułkami.

Jedną z wkładek piasków, osiagającą miąższości około 20 metrów i zawierającą detrytus roślinny, łączono z serią interstadialną. Całkowita miąższość kompleksu osadów zlodowacenia nidy wynosi około 120 metrów, co stanowi ponad połowę profilu wszystkich utworów czwartorzędowych okolic Ornety.

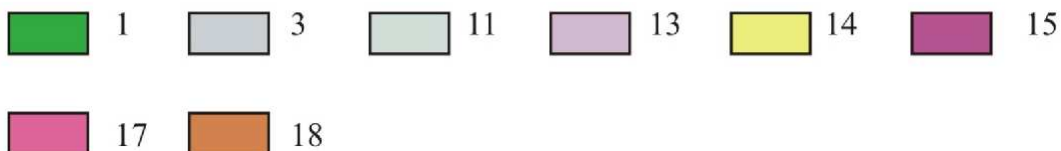
Podczas interglacjału mazowieckiego początkowo trwała denudacja, później akumulacja różnorodnych osadów. W wierceniach Bogatyńskie ich miąższość wynosi prawie 21 metrów i tworzy je kilka poziomów iłów i glin czerwonych lub czerwono-brunatnych niekiedy ze żwirami, przedzielonych piaskiem i mułkiem z toczącami glin zwałowych lub z detrytusem roślinnym. Poza lokalnie występującymi osadami interglacjału mazowieckiego, a na pozostałym obszarze ponad osadami zlodowaceń południowopolskich, występują utwory zlodowaceń środkowopolskich, które tworzą trzy poziomy gliny zwałowej reprezentujące wiekowo zlodowacenia odry i warty. Miejscami podścielają je osady zastoiskowe, zaś powyżej ich stropu leżą osady wodnolodowcowe. W zachodniej części obszaru (wierceniach Bogatyńskie i Głodówko), pomiędzy osadami lodowcowymi, występują kilkunastometrowej miąższości utwory jeziorne (piaski, mułki ze szczątkami roślinnymi) wiązane z interglacjałem lubawskim (lubelskim). Nad nimi występują znów ciągłą pokrywą utwory zlodowacenia wisły reprezentujące wyłącznie stadia górny (leszczyńsko-pomorski, główny). Najniższy odcinek profilu tworzą osady wiązane dawniej z fazą Leszna. Są nimi piaski ze żwirami

leżące nieregularnymi płatami. Wyżej, już na całym obszarze arkusza, występuje glina zwałowa. Jest ona najczęściej piaszczysta, wapnista, silnie zwarta z licznym materiałem skalnym. Na powierzchni terenu objętego arkuszem Orneta, z utworów plejstocenijskich odsłaniają się jedynie te reprezentujące wyższe odcinki profilu łączone dawniej z fazą pomorską zlodowacenia wisły. Ich miąższość jest w wielu miejscach najmniejsza spośród wszystkich wspomnianych kompleksów i rzadko przekracza 40 metrów. W spągu tej części profilu pojawiają się osady wodnolodowcowe. Wypełniają one często obniżenia dolinne i rynny poglacialne, osiągając do 25 metrów miąższości. Największy fragment powierzchni arkusza zajmują gliny zwałowe brązowe, brązowoszare, zwykle wyraźnie ilaste, zwarte i wapniste. Niewiele mniejszą powierzchnię, zajmują wychodnie piasków i rzadziej żwirów wodnolodowcowych. Największy ich płat obejmuje duży fragment Równiny Orneckiej i jest wiązany z sandrem rozpościerającym się na południe od Wzniesień Górowskich. Piasek wodnolodowcowy jest zwykle drobno- i średnioziarnisty, przekątnie warstwowany. Średnia miąższość piasku wynosi zwykle kilka metrów. Niektórym z wystąpień piaszczystych w zachodniej i północno-zachodniej części arkusza o niewielkiej, do 6 metrów miąższości, przypisuje się natomiast genezę zastoiskową. Niewielkie fragmenty zajmują osady piaszczyste, piaszczysto-żwirowe i podrzędnie mułkowe budujące charakterystyczne, ale bardzo tu rzadkie formy kemów i ozów. Przy północnej krawędzi arkusza, na zachodnim brzegu jeziora Tafty, występuje fragment większego płata piasków, żwirów i głazów tworzących tam morenę czołową.

Występowanie osadów holocenijskich powierzchniowo ograniczone jest głównie do dolin rzek oraz zagłębień bezodpływowych. W tych pierwszych wykształcone są one przede wszystkim jako różnoziarniste piaski, niekiedy z domieszką żwirów oraz mady budujące równie zalewowe Pasłęki, Drwęcy Warmińskiej oraz ich dopływów. W dnach mniejszych dolin oraz w niektórych zagłębieniach bezodpływowych występują najczęściej mady i różnorodne namuły, zwykle szare, piaszczyste wzbogacone w substancje humusowe i sięgające 2 metrów miąższości. Znaczną część zagłębień wypełniają szare lub brunatne silnie zapyłone piaski, mułki, ropy, a także kreda jeziorna i torf. Niewielkie powierzchnie zajmują też różnie wykształcone koluwia osuwiskowe pojawiające się zwłaszcza w pobliżu koryt większych rzek oraz niewielkie płyty deluwii występujące u podnóży stoków wyznaczających krawędzie oddzielające wysoczyzny.



0 5 10 15 20 25 km



Ciągi drobnych form rzeźby:

 kemy,  moreny czołowe,  ozy,  zasięg zlodowacenia wisły

Fig. 2. Położenie arkusza Ornetá na tle Mapy geologicznej Polski w skali 1:500 000 wg Marksa, Bera, Gogołka, Piotrowskiej (2006).

Czwartorzęd

Holocen: 1 – piaski, mułki, ility, gytie jeziorne, 3 – piaski, żwiry, mady rzeczne oraz torfy i namuły, Plejstocen, zlodowacenia północnopolskie: 11 – piaski, żwiry i mułki jeziorne, 13 – ility, mułki i piaski zastoiskowe, 14 – piaski i żwiry sandrowe, 15 – piaski i mułki kemów, 17 – żwiry, piaski, głązy i gliny moren czołowych, 18 – gliny zwałowe, ich zwietrzliny oraz piaski i żwiry lodowcowe

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

IV. Złóża kopalin

Na obszarze arkusza Ornetá występują trzy kompleksy litologiczno-surowcowe: ilasty, na który składają się ility zastoiskowe czwartorzędu, będące kopalnią do produkcji ceramiki

budowlanej, okruczowy – piasków, stanowiących kruszywo naturalne dla budownictwa i drogownictwa oraz węglanowy – kredy jeziornej dla rolnictwa.

Dotychczas na powyższym obszarze udokumentowano dwa złoża iłów ceramiki budowlanej – „Orneta” i „Bogatyńskie” oraz jedno złożo kruszywa piaskowego „Henrykowo” Ze-stawienie złóż kopalin, ich stan zagospodarowania oraz klasyfikację sozologiczną przedsta-wiono w tabeli 1.

Złożo iłów zastoiskowych „Orneta” ma powierzchnię 26,50 ha, formę pokładową i nie jest zawodnione (Karski, 1960). W złożu wydzielono trzy pola bilansowe z rozpoznaniem zasobów w kategoriach A, B i C₁. Miąższość kopaliny zmienia się od 1,0 do 6,9 m i średnio wynosi 4,0 m. W najwyższej części serii złożowej udokumentowano w kategorii C₁ piaski drobnoziarniste oraz piaski pylaste o miąższości od 1,4 do 1,7 m, które zakwalifikowano jako kopalinę towarzyszącą (piaski schudzające). Nadkład złoża stanowią gleba i piaski ilaste o średniej grubości 0,4 m. W spągu serii złożowej występują piaski drobnoziarniste i glina zwałowa. Złożo zostało zaliczone do II kategorii zmienności ze względu na wahania paramet-rów jakościowych i zmienną miąższość kopaliny.

Zawartość margla w ziarnach >0,5 mm wynosząca średnio <0,01% wag., średnia skurczliwość wysychania 8,3% oraz wytrzymałość na ściskanie tworzywa ceramicznego wy-palonego w temperaturze 900°C wynosząca średnio 29,8 MPa i jego średnia nasiąkliwość 15,2% wag. kwalifikują kopalinę z tego złoża jako surowiec do produkcji cegły pełnej klasy 100. Próby dla wyrobów cienkościennych wypadły negatywnie (odpryski, niska wytrzyma-łość na ściskanie, niemrozoodporność) (Karski, 1960).

Złożo iłów ceramiki budowlanej „Bogatyńskie” udokumentowane w roku 1982 (w ka-tegorii C₂) ma powierzchnię 119,5 ha, miąższość od 3,0 do 13,0 m (śr. 7,6 m) i jest suche (Wojtkiewicz, 1983). W nadkładzie o średniej grubości 2,6 m występują: gleba i piaski drob-noziarniste. Serię złożową stanowią plejstocieńskie iły zastoiskowe z przerostami mułków, lokalnie mułków piaszczystych.

Średnie parametry jakościowe iłów i mułków: zawartość margla ziarnistego 0,09% wag., zawartość wody zarobowej 28,8% wag., skurczliwość wysychania 9,8% oraz nasiąkli-wość tworzywa ceramicznego wypalonego w temperaturze 950°C wynosząca 17,7% wag. i jego wytrzymałość na ściskanie 20,2 MPa kwalifikują kopalinę ilastą z tego złoża do pro-dukcji wyrobów o czerepie porowatym (cegła pełna, cegła kratówka, pustaki stropowe).

Złoże kopalin i ich charakterystyka gospodarcza oraz klasyfikacja

Numer złoże na mapie	Nazwa złoże	Rodzaj kopaliny	Wiek kompleksu litologiczno-surowcowego	Zasoby geologiczne bilansowe (tys. m ³), (tys. t)*	Kategoria rozpoznania	Stan zagospodarowania złoże	Wydobycie (tys. m ³) (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	Orneta	i (ic), p	Q	1 073 ¹⁾	A+B+C ₁	N	0	Scb	4	B	G1
2	Bogatyńskie	i (ic)	Q	8 828	C ₂	N	0	Scb	4	B	K, G1
3	Henrykowo	p	Q	168*	C ₁	N	0*	Skb	4	A	-

Rubryka 3: i(ic) – iły ceramiki budowlanej, p – piaski

Rubryka 4: Q – czwartorzęd

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

Rubryka 7: złoże: N – niezagospodarowane

Rubryka 9: Scb – surowce skalne ceramiki budowlanej, Skb – surowce skalne kruszyw budowlanych

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

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

Rubryka 12: K – ochrona krajobrazu, G1 – ochrona gleb

¹⁾ – w tym 164 tys. m³ piasku schudzającego

Podstawowe parametry geologiczno-górniczne złóż i jakościowe ilów zestawiono w tabeli 2.

Tabela 2

Podstawowe parametry geologiczno-górniczne złóż i jakościowe ilów zastoiskowych

Nazwa złoża/nazwa parametru		„Orneta” od–do/śr.	„Bogatyńskie” od–do/śr.
Powierzchnia złoża [ha]		26,5	119,5
Grubość nadkładu [m]		0,3–0,6/0,4	0,7–6,0/2,7
Miąższość kopaliny [m]		1,0–6,9/4,0	3,0–13,0/7,6
Głębokość spągu [m]		2,0–7,0/4,2	5,5–16,0/9,7
Parametry kopaliny	Skurczliwość wysychania [%]	7,0–11,0/8,3	6,8–9,8/8,2
	Woda zarobowa [%]	18,8–29,2/26,1	23,1–36,0/28,8
	Zawartość siarczanów	nie badano	0,05–0,72/0,4
	Zawartość marglu w ziarnach	nie badano	0,008–0,442/0,09
Parametry tworzywa ceramicznego	Temperatura wypału	900°C	950°C
	Nasiąkliwość [%]	10,8–17,6/15,2	15,6–19,4/17,7
	Wytrzymałość na ściskanie	20,8–43,2/29,8	16,2–25,9/20,2
	Mrozoodporność [cykl]	nie badano	20

Kruszywo naturalne piaskowe w złożu „Henrykowo” udokumentowano w kat. C₁ na powierzchni 2,13 ha. Są to piaski wodnolodowcowe o miąższości od 3,6 do 13,5 m (średnio 9,9 m). Nadkład stanowi gleba i piaski pylaste o grubości od 0,2 do 2,0 m. Złoże ma formę pokładową i jest częściowo zawodnione. Udokumentowane zasoby bilansowe piasków wynoszą 168 tys. ton.

Piaski charakteryzuje się następującymi parametrami: punkt piaskowy (zawartość frakcji <2 mm) wynosi od 98,4 do 99,5% wag. (średnio 98,9%); zawartość pyłów mineralnych od 2,8 do 12,8% wag. (średnio 7,4%). Kruszywo z tego złoża może być stosowane w budownictwie ogólnym i drogownictwie (Zaprzelski, 2010).

Opisane złoża zawierają kopaliny pospolite, powszechnie występujące i łatwo dostępne, dlatego zaklasyfikowano je z punktu widzenia ich ochrony do złóż klasy 4, stosując kryteria zawarte w wytycznych dokumentowania złóż kopaliny stałych (Zasady dok..., 2002). Klasyfikację sozologiczną złóż przeprowadzono uwzględniając stopień kolizyjności ich eksploatacji w odniesieniu do różnych komponentów środowiska przyrodniczego i elementów zagospodarowania przestrzennego (Instrukcja..., 2005).

Ze względu na ochronę gleb złoża „Orneta” i „Bogatyńskie” zaliczono do klasy B, czyli konfliktowych, możliwych do eksploatacji po spełnieniu wymogów ochrony środowiska, określonych w koncesji na eksploatację złoża, a wynikających z oceny oddziaływania na środowisko zakładu wydobywczo-przeróbczego. Dodatkowo, złoże „Bogatyńskie” położone jest w granicach obszaru chronionego krajobrazu oraz bliskim sąsiedztwie rezerwatu rzeki Pasłęki i obszarów specjalnej ochrony ptaków i siedlisk sieci Natura 2000. Złoże „Henrykowo” zaliczono do małokonfliktowych (klasy A).

V. Górnictwo i przetwórstwo kopalin

Aktualnie na obszarze objętym arkuszem Orneta żadne z udokumentowanych złóż nie jest zagospodarowane górnictwo. W czasie zwiadu terenowego stwierdzono dwa punkty niekoncesjonowanej eksploatacji piasków, w których okresowo prowadzone jest wydobywanie kopalin. Są one zlokalizowane w granicach wyznaczonych obszarów perspektywicznych piasków, na południowy zachód od miejscowości Podągi oraz na południowy wschód od Miłakowa. Dla powyższych wyrobisk sporządzono karty punktu występowania kopaliny. Eksploatację piasków w przewadze drobno- i średnioziarnistych prowadzi się z małych odkrywek w granicach zaniechanych i częściowo zarośniętych wyrobisk. Odkrywki w rejonie Podąg i Miłakowa nie są zawadzone i mają powierzchnie odpowiednio około 0,2 i 0,8 ha.

Poza tym na obszarze arkusza Orneta znajdują się odkrywki piasków, z których w przeszłości okoliczni mieszkańcy wydobywali kopalinę na potrzeby własne. Punkty występowania tego typu piasków odnotowano w rejonie miejscowości: Bażyny, Krosno i Biały Dwór (w granicach obszarów perspektywicznych piasków), na południowy zachód od Karbowa, w dolinie Pasłęki (w okolicach Stolna i na zachód od Wapnika) oraz na północ od Miłakowa. Pod koniec 2011 roku powyższe odkrywki nie nosiły śladów świeżej eksploatacji.

VI. Perspektywy i prognozy występowania kopalin

Obszar arkusza Orneta został dobrze rozpoznany pod względem występowania kopalin. Na podstawie analizy dostępnych materiałów i opracowań złożowych dotyczących prac poszukiwawczych za kruszywem piaskowo-żwirowym (Surma, 1979; Moczulska, 1983 a,b; Moczulska, Wojtkiewicz, 1983; Solczak, 1987), kopalinami ilastymi (Jurys, Wytyk, 1980), kredą jeziorną (Rzepecki, 1982; Kwaśniewska, 1983; Wytyk, 1987) i torfami (Gradys, 1996 a,b; Ostrzyżek, Dembek, 1996) oraz Projekt.....(Rabek, Świerszcz, 1995) w obrębie powyższego arkusza wyznaczono jeden obszar perspektywiczny piasków i żwirów, siedem obszarów perspektywicznych piasków, trzy obszary perspektywiczne ilów ceramiki budowlanej, jeden kredy jeziornej oraz 4 obszary prognostyczne torfów. Zaznaczono także obszary, gdzie wyniki badań geologicznych okazały się negatywne. Z uwagi na małą ilość danych wiertniczych i przede wszystkim brak badań jakościowych, nie wyznaczono prognoz występowania ilów ceramiki budowlanej, piasków i żwirów, piasków oraz kredy jeziornej.

Na części obszarów negatywnego rozpoznania za kruszywem piaskowo-żwirowym rozpoznano występowanie innych kopalin w stosunku do pierwotnie zamierzonych – ilów ceramiki budowlanej lub piasków. Obszary te uznano za perspektywiczne dla powyższych kopalin.

W wyniku przeprowadzonych pod koniec lat 70. i początku lat 80., zwiadów geologicznych za złożami kruszywa naturalnego piaskowo-żwirowego (Surma, 1979; Moczulska, 1983 a,b; Moczulska, Wojtkiewicz, 1983; Solczak, 1987), wyznaczono jeden obszar perspektywiczny piasków i żwirów w rejonie na południowy wschód od Miłakowa oraz szereg obszarów o negatywnych wynikach rozpoznania tej kopaliny. W okolicach Miłakowo występują wodnolodowcowe piaski i żwiry o miąższości do 2,5 m, przykryte glebą i piaskami o grubości 1–2 m

Obszary negatywnego rozpoznania kruszywa piaskowo-żwirowego wyznaczono w dolinie rzeki Pasłęka (pas negatywnego rozpoznania wzdłuż Pasłęki od miejscowości Głodówko po Klusajny) i jej prawobrzeżnych dopływów – Drwęcy Warmińskiej (obszar Kumajny – Mingajny – Opin) i Młyńskiej Strugi (rejon Krzykał i Nowego Dworu). W powyższych obszarach udokumentowano w przewodze piaski gliniaste, drobnoziarniste i piaski pylaste o miąższości do kilkunastu metrów oraz wodnolodowcowe osady piaskowo-żwirowe występujące w formie niewielkich gniazd o nieznaczej miąższości. Takie wykształcenie osadów nie kwalifikuje tych rejonów jako perspektywicznych dla występowania kruszywa piaskowo-żwirowego. Poza tym obszar negatywnego rozpoznania kruszywa piaskowo-żwirowego oraz piaskowego wyznaczono w rejonie na północny wschód od Opina oraz w okolicach Wojcieszowa i Karbowa. Są to w przewodze wodnolodowcowe piaski drobnoziarniste z wkładkami piasków gliniastych oraz piaski pylaste o miąższości do kilkunastu metrów.

Perspektywy kruszywa piaskowego wyznaczono w dwóch obszarach poszukiwań piasków i żwirów – Krzykały i Nowego Dworu (na północny wschód od miejscowości Krzykały) oraz w okolicy Mingajny (obszar Kumajny – Mingajny – Opin).

W rejonie Krzykał w obszarze perspektywicznym piasków o łącznej powierzchni ponad 150 ha stwierdzono wodnolodowcową serię piaszczystą o miąższości od kilku do około 15 m występującą pod nadkładem gleby i piasków pylastych o grubości do 1 m (Moczulska, Wojtkiewicz, 1983). Prace poszukiwawcze za kruszywem prowadzone w okolicach Mingajny, również wykazały, że do głębokości 11–12 m występują piaski o różnej granulacji, przykryte piaskami pylastymi i piaskiem gliniastym o miąższości do 1–2 m (Surma, 1979).

Obszary perspektywiczne dla udokumentowania złóż piasków budowlanych są również w rejonie wychodni piasków sandrowych Równiny Orneckiej, w okolicach wsi Krosno oraz Biały Dwór. W obrębie powyższych obszarów występują wodnolodowcowe piaski o miąższości do ponad 3 m, przykryte tylko glebą lub piaskami gliniastymi o grubości poniżej 1 m (Rabek, Świerszcz, 1995).

Za perspektywiczne dla udokumentowania złóż kruszywa piaskowego uznano również niewielkie obszary wokół punktów niekoncesjonowanej eksploatacji piasków na południowy zachód od miejscowości Podągi oraz w rejonie zaniechanej odkrywki piasków zastoiskowych w okolicach Bażyn. W obszarach tych stwierdzono różnoziarniste piaski (lokalnie z domieszką żwiru) o miąższości do kilku metrów, najczęściej tylko pod nakładem gleby.

Piaski występujące w wyznaczonych obszarach perspektywicznych mogą być wykorzystane na potrzeby lokalne w budownictwie i drogownictwie.

Obszary perspektywiczne iłów ceramiki budowlanej wyznaczono w okolicach Chwałęcina (fragment obszaru prac poszukiwawczych Stygajny – Łozy) oraz w obrębie obszaru poszukiwawczego za kruszywem piaskowo-żwirowym Bogatyńskie – Głodówko, zlokalizowanego w dolinie Pasłęki pomiędzy Klusajnymi a Głodówkiem. W obydwu obszarach stwierdzono obecność zastoiskowych osadów ilastych i ilasto-pylastych z cienkimi wkładkami drobnoziarnistych piasków. Perspektywnym dla udokumentowania iłów ceramiki budowlanej (zasoby perspektywiczne około 3 000 tys. m³) okazał się też obszar położony na północny zachód od Podągów (Łępno), gdzie pierwotnie poszukiwano iłów nadających się do produkcji kruszyw lekkich.

W powyższych rejonach ily mają formę warstwy o grubości od 2 do 7 m, w spągu i stropie której występują osady piaszczyste. Piaski nadkładu mają grubość od 1 do 2–3 m (Moczulska, Wojtkiewicz, 1983; Jurys, Wytyk, 1980). Powyższe ily są dość dobrym surowcem ilastym ceramiki budowlanej, jednak mogą zawierać szkodliwe domieszki węgla wapnia występującego w formie ziaren. Przy wytwarzaniu cegły i wyrobów cienkościennych ily te nie wymagają przeważnie schudzania, gdyż zawierają przewarstwienia bardzo drobnoziarnistych piasków. Ily omówionych obszarów perspektywicznych mogą być brane pod uwagę jako surowiec ilasty ceramiki budowlanej dla zabezpieczenia potrzeb lokalnych.

W latach 80., w obrębie torfowisk w okolicach: Bażyny, Lejławek Wielkich, Krzykał, Krosna, Białego Dworu, Karbowa, Lesisk i Lubomina, prowadzono prace poszukiwawcze mające na celu udokumentowanie złóż kredy jeziornej (Rzepecki, 1982; Kwaśniewska, 1983; Wytyk, 1987). Na zdecydowanej większości obszarów poszukiwawczych dały one wyniki negatywne. W przebadanych obszarach stwierdzono występowanie do głębokości około 3 m cienkich (pozabilansowych) pokładów torfu, gytii detrytyczno-wapiennej i piasków. Jedynie w rejonie położonym na południe od Lesisk, stwierdzono niewielkie występienia kredy jeziornej o zasobach perspektywicznych około 60 tys. m³, której miąższość waha się od 1 do 1,5 m przy grubości nadkładu torfowego 0,5–1,0 m. Zasadowość kredy jeziornej wynosi około 40–45% CaO (Kwaśniewska, 1983).

Zgodnie z weryfikacją bazy zasobowej torfów (Ostrzyżek, Dembek, 1996) większość wystąpień tej kopaliny na obszarze arkusza Ornetą nie spełnia kryteriów bilansowości. Jedynie kilka z nich położonych w północno-wschodniej i wschodniej części arkusza, w pobliżu Lubomina i Opina oraz południowo-zachodniej części koło Miłakowa zaliczono do obszarów prognostycznych (tabela 3). Są to torfowiska niskie, gdzie dominują torfy szuwarowe, turzycowiskowe i olesowe. Miąższość torfów waha się od 1,0 m do 4,7 m, popielność od 7 do 15% wag., a stopień rozkładu mieści się w przedziale 30–35% wag. W spągu torfów występuje gytia węglanowa lub organiczna.

Tabela 3

Wykaz obszarów prognostycznych torfów

Numer obszaru na mapie	Powierzchnia [ha]	Rodzaj kopaliny	Wiek kompleksu litologiczno-suwarcowego	Parametry jakościowe	Średnia grubość nadkładu [m]	Miąższość kompleksu litologiczno-suwarcowego od-do średnia [m]	Zasoby w kategorii D ₁ [tys. m ³]	Zastosowanie kopaliny
1	2	3	4	5	6	7	8	9
I	5,0	t	Q	popielność 15% rozkład 30%	0,3	1,0–3,1 2,1	101	Sr
II	5,0	t	Q	popielność 7% rozkład 18%	0,5	1,0–4,7 4,1	179	Sr
III	1,5	t	Q	popielność 15% rozkład 33%	0,4	1,0–3,0 2,8	38	Sr
IV	3,0	t	Q	popielność 15% rozkład 35%	0,3	1,0–2,7 2,2	67	Sr

Rubryka 3: t – torfy

Rubryka 4: Q – czwartorzęd

Rubryka 9: Sr – rolnicze

W roku 2008 na obszarze opisywanego arkusza spółka „Oculic Investment” rozpoczęła badania perspektywiczności skał ilastych i ilasto-mułowcowych ordowiku i dolnego syluru dla udokumentowania niekonwencjonalnych złóż gazu ziemnego (gaz łupkowy) oraz piaskowców kambryjskich jako skał perspektywicznych dla udokumentowania tzw. gazu uwięzionego. Powyższe kompleksy skalne spełniają podstawowe warunki dla występowania gazu niekonwencjonalnego (Poprawa, Kiersnowski 2008; Poprawa, 2010).

VII. Warunki wodne

1. Wody powierzchniowe

Obszar arkusza Ornetą znajduje się w zlewni Pasłęki, której powierzchnia zajmuje 2294,5 km². Głównymi dopływami Pasłęki w zasięgu arkusza są: lewobrzeżny dopływ Miłakówka, o powierzchni zlewni 178,7 km², prawobrzeżny dopływ Drwęca Warmińska o po-

wierzchni zlewni 327,0 km² oraz prawobrzeżny dopływ Młyńska Struga o powierzchni zlewni 103,1 km² (uchodzi do Pasłęki już poza granicami arkusza). Pasłęka wypływa z jeziora Pasłek (153 m n.p.m.) znajdującego się niedaleko Olsztyńska i uchodzi do Zalewu Wiślanego na północ od Braniewa. Dolina w obrębie arkusza jest wąska o stromych zboczach zachowujących naturalny kształt. Koryto rzeki o średnim spadku 0,74‰ ma rozwinięcie meandrowe. Największym dopływem Pasłęki jest Drwęca Warmińska, której źródła znajdują się na Wzniesieniach Górowskich na wysokości 125 m n.p.m. Przepływy maksymalne i minimalne z wielolecia wynosiły dla Pasłęki odpowiednio 100 i 1,91 m³/s, zaś dla Drwęcy Warmińskiej 56 i 0,16 m³/s.

Ocenę jakości wód badanych w 2007 roku wykonano na podstawie rozporządzenia 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). Ocenę jakości wód badanych w 2009 roku wykonano na podstawie rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 20 sierpnia 2008 roku w sprawie sposobu klasyfikacji stanu jednolitych części wód powierzchniowych (DzU nr 162, poz.1008).

Według oceny jakości wód rzek badanych w 2007 roku przez Delegaturę WIOŚ w Elblągu, Pasłęka w posterunku Nowa Pasłęka (poza obszarem arkusza) charakteryzowała się IV klasą w zakresie oceny ogólnej. Zdecydowały o tym przekroczenia następujących wskaźników: barwa, ChZT-Cr, azot Kjeldahla, liczba bakterii coli.

Według oceny wstępnej jakości wód rzek badanych w 2009 roku w ramach monitoringu diagnostycznego prowadzonego przez WIOŚ Olsztyn i Delegatury w Elblągu i Giżycku, rzeka Pasłęka na odcinku rzeki od zbiornika Pierzchały do ujścia (symbol JCWP – PLRW20002056999), położonym poza zasięgiem opracowanego arkusza, charakteryzowała się III klasą w zakresie elementów biologicznych, poniżej stanu dobrego w zakresie elementów fizykochemicznych i umiarkowanym stanem/potencjałem ekologicznym. Stan chemiczny wody uznany został jako dobry. Według oceny wstępnej jakości wód rzek badanych w 2009 roku w ramach monitoringu operacyjnego – Pasłęka na odcinku Pasłęka – zbiornik Pierzchały (PLRW2000056939), położonym poza zasięgiem opracowanego arkusza, charakteryzowała się II klasą w zakresie elementów biologicznych, poniżej stanu dobrego w zakresie elementów fizykochemicznych i umiarkowanym stanem/potencjałem ekologicznym; stan chemiczny wody nie został określony. Pasłęka na odcinku od wypływu z Jeziora Sarąg do Morąga z jeziorem Łęguty (PLRW2000205631) położonym poza zasięgiem opracowanego arkusza charakteryzowała się II klasą w zakresie elementów biolo-

gicznych i elementów fizykochemicznych oraz dobrym potencjałem ekologicznym i chemicznym wody. Drwęca Warmińska na odcinku Drwęca Warmińska od dopływu z Mingajna do ujścia (PLRW20002056699) należała do II klasy w zakresie elementów biologicznych, poniżej stanu dobrego w zakresie elementów fizykochemicznych i umiarkowanym stanem/potencjałem ekologicznym; stan chemiczny wody nie został określony (Raport..., 2010).

Istotną rolę w sieci wód powierzchniowych opisywanego arkusza pełnią jeziora. Największym z nich jest Tonka leżące około 2 km na południowy zachód od Lubomina. Zlewnia jeziora Tonka jest w dużej części użytkowana rolniczo, a około 10% jej powierzchni stanowią lasy. Zlewnia jeziora praktycznie nie jest zagospodarowana turystycznie, poza kilkoma domkami rekreacyjnymi w odległości około 200 metrów od brzegów.

Drugim co do wielkości jest jezioro Tafty (Tawty, Tauty, Taftowo), choć w zasięgu arkusza znajduje się wyłącznie jego niewielki, południowy fragment.

Jako trzecie co do wielkości powierzchni należy uznać jezioro Bołdenin, położone około 4,3 km na zachód od Miłakowa. Prawdopodobnie jednak ze względu na niewielkie rozmiary jezioro nie znalazło się w oficjalnych wykazach jezior Polski.

We wschodniej części miasta Ornety jest położony Staw Ornecki (Jezioro Mieczowe) o powierzchni 6,3 ha, średniej głębokości 2,5 metra, miejscami do 8 metrów. Jest to zbiornik powyrobiskowy, powstały w okresie międzywojennym w wyniku zalania kopalni gliny.

Poza tym do sieci wód powierzchniowych należy zaliczyć kilka mniejszych rzek i strumieni, w tym też cieków okresowych, a także co najmniej kilkadziesiąt niewielkich „oczek” polodowcowych w różnym stadium zarastania i których największa ilość występuje pomiędzy Lubominem, Wapnikiem i Ornetą oraz jeziora w starorzeczach głównych rzek.

2. Wody podziemne

Zgodnie z podziałem wg jednostek Jednolitych Części Wód Podziemnych obszar arkusza jest położony w JCWPd nr 19 (Paczyński, Sadurski, red. 2007), w regionie Dolnej Wisły. Rejon opracowania należy, wg Atlasu hydrogeologicznego Polski (Paczyński, red. 1995) do regionu V – Pomorskiego.

Opisywany rejon charakteryzuje się skomplikowanymi warunkami hydrogeologicznymi. Wody podziemne występują w kilku poziomach wodonośnych.

Przypowierzchniowy poziom wodonośny tworzą piaszczyste utwory holoceni i plejstoceni (złodowacenie wisły). Wody tego poziomu nie są praktycznie wykorzystane go-

spodarczo. Użytkowe warstwy wodonośne występują w utworach czwartorzędowych różnego wieku, na większych głębokościach (średnio kilkudziesięciu, max do około 200 metrów).

Warstwa wodonośna występująca na głębokości 20–60 metrów w piaszczystych osadach zlodowacenia wisły i zlodowaceń środkowopolskich, pełni rolę głównego użytkowego poziomu wodonośnego. Niżej, występują wody w piaszczystych utworach zlodowaceń południowopolskich oraz oligoceńskich. Warstwa ta jest eksploatowana na głębokości 85–185 metrów w centralnej części arkusza (Oficjalska, Niemyjska, 1998).

Wody podziemne wszystkich poziomów odznaczają się zbliżonym składem chemicznym. Są to wody wodorowęglanowo-wapniowe o mineralizacji do 600 mg/dm³. Wykazują też twardość średnią od kilku do kilkunastu mval/l. Głównym składnikiem wpływającym na obniżenie jakości wód są związki żelaza, których zawartość jest często znaczna i może sięgać około 10 mg/l. Obserwowane bywa też lokalne przekroczenie dopuszczalnych zawartości azotu amonowego. Stan chemiczny wód podziemnych na rok 2009 w obszarze arkusza określony został jako dobry.

Główne ujęcie wody dla miasta i gminy Orneta, w skład którego wchodzi trzy czynne studnie głębinowe, zlokalizowane jest około 2,4 km od centrum miasta. Rezerwę dla miasta stanowią: 1 studnia przy ul. Podleśnej oraz 2 studnie na terenie byłej jednostki wojskowej (aktualny właściciel – Uniwersytet Warmińsko-Mazurski), które również mogą być wykorzystane na potrzeby miasta.

W południowo-zachodniej części arkusza (fig. 3) znajduje się ponadto niewielki fragment obszaru ochrony wód (ochrona wysoka – OWO) leżący w zasięgu jednego z Głównych Zbiorników Wód Podziemnych, zbiornik międzymorenowy Morąg nr 207 – Kleczkowski, 1990), dla którego jednak nie wykonano szczegółowej dokumentacji hydrogeologicznej.

Na mapę, z racji niewielkiej ilości ujęć naniesiono ujęcia o zatwierdzonych zasobach eksploatacyjnych co najmniej 25 m³/h. Należą do nich ujęcia w Orniecie, Mingajnach, Białym Dworze, Dąbrówce, Koloni Orniecie, Karbowie, Podągach, Wojciechowie, Lubominie, Głodówce, Białej Woli, Miejskim Dworze, Zajączkach, Edytach Wielkich i Drwęczynie.

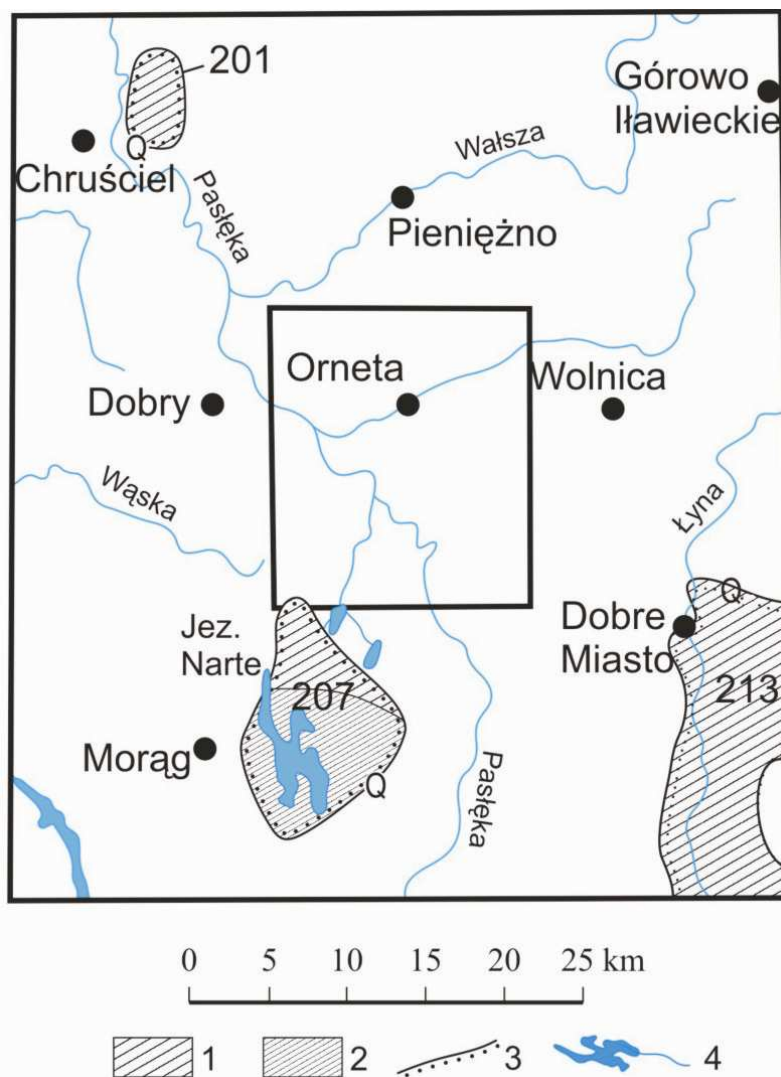


Fig. 3. Położenie arkusza Orneta na tle głównych zbiorników wód podziemnych (GZWP) w Polsce, wymagających szczególnej ochrony, w skali 1:500 000 wg A. S. Kleczkowskiego (1990).

1 – obszar wysokiej ochrony (OWO), 2 – Obszar najwyższej ochrony (ONO), 3 – granica GZWP w ośrodku porównym, 4 – jeziora i rzeki
 Numer i nazwa GZWP, wiek utworów wodonośnych: 201 – Zbiornik międzymorenowy Dąbrowa, czwartorzęd (Q), 207 – Zbiornik międzymorenowy Morąg, 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 97 – Ornetka, umieszczono w tabeli 4. W celu porównania tabelę uzupełniono danymi o przeciętnej zawar-

tości (median) pierwiastków w glebach terenów niezabudowanych Polski (najmniej zanieczyszczonych w kraju).

Tabela 4

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 97 – Orneta	Wartość przeciętnych (median) w glebach na arkuszu 97 – Orneta	Wartość przeciętnych (median) w glebach obszarów niezabudowanych Polski ⁴⁾
	Grupa A ¹⁾	Grupa B ²⁾	Grupa C ³⁾	N=9	N=9	N=6522
Głębokość (m p.p.t.) 0–0,3 0–2,0			Głębokość (m p.p.t.) 0–0,2			
As Arsen	20	20	60	<5–6	<5	<5
Ba Bar	200	200	1000	11–43	32	27
Cr Chrom	50	150	500	2–13	5	4
Zn Cynk	100	300	1000	13–54	34	29
Cd Kadm	1	4	15	<0,5	<0,5	<0,5
Co Kobalt	20	20	200	<1–6	2	2
Cu Miedź	30	150	600	2–11	6	4
Ni Nikiel	35	100	300	<1–14	6	3
Pb Ołów	50	100	600	6–13	10	12
Hg Rtęć	0,5	2	30	<0,05–0,07	<0,05	<0,05
Ilość badanych próbek gleb z arkusza 97 – Orneta w poszczególnych grupach użytkowania				¹⁾ grupa A		
As Arsen	9			a) nieruchomości gruntowe wchodzące w skład obszaru poddanego ochronie na podstawie przepisów ustawy Prawo wodne, b) obszary poddane ochronie na podstawie przepisów o ochronie przyrody; jeżeli utrzymanie aktualnego poziomu zanieczyszczenia gruntów nie stwarza zagrożenia dla zdrowia ludzi lub środowiska – dla obszarów tych stężenia zachowują standardy wynikające ze stanu faktycznego, ²⁾ grupa B – grunty zaliczone do użytków rolnych z wyłączeniem gruntów pod stawami i gruntów pod rowami, grunty leśne oraz zadrzewione i zakrzewione, nieużytki, a także grunty zabudowane i zurbanizowane z wyłączeniem terenów przemysłowych, użytków kopalnych oraz terenów komunikacyjnych, ³⁾ grupa C – tereny przemysłowe, użytki kopalne, tereny komunikacyjne, ⁴⁾ Lis, Pasieczna, 1995 – Atlas geochemiczny Polski 1:2 500 000 N – ilość próbek		
Ba Bar	9					
Cr Chrom	9					
Zn Cynk	9					
Cd Kadm	9					
Co Kobalt	9					
Cu Miedź	9					
Ni Nikiel	6					
Pb Ołów	9					
Hg Rtęć	9					
Sumaryczna klasyfikacja badanych gleb z obszaru arkusza 97 – Orneta do poszczególnych grup użytkowania (ilość próbek)						
	9					

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). Próbki 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 zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 9 września 2002 r.

Zanieczyszczenie gleb metalami

Wyniki badań geochemicznych gleb odniesiono zarówno do wartości stężeń dopuszczalnych metali określonych w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 9 września 2002 r., jak i do wartości przeciętnych określonych dla gleb obszarów niezabudowanych całego kraju (tab.4).

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

miedź i nikiel, przy czym w przypadku niklu wzbogacenie jest dwukrotne w stosunku do przyjętych wartości przeciętnych.

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

2. Osady

W warunkach naturalnych osady gromadzące się na dnie rzek i jezior powstają w wyniku akumulacji materiału (m.in. ziaren kwarcu, skaleni, minerałów węglanowych, minerałów ilastych), pochodzącego z erozji i wietrzenia skał na obszarze zlewni oraz materiału powstałego w miejscu sedymentacji (szczątki obumarłych organizmów roślinnych i zwierzęcych oraz wytrącające się z wody substancje). Na terenach uprzemysłowionych, zurbanizowanych oraz rolniczych do osadów trafiają również substancje, takie jak metale ciężkie i trwałe zanieczyszczenia organiczne (TZO), zawarte w ściekach przemysłowych, komunalnych i z ferm hodowlanych odprowadzanych do wód powierzchniowych. Wzrost stężenia metali ciężkich i TZO we współcześnie powstających osadach jest również skutkiem ich depozycji z atmosfery oraz spływu deszczowego i roztopowego z terenów zurbanizowanych (metale ciężkie, WWA) i rolniczych (arsen, rtęć, pestycydy chloroorganiczne) (Rocher i in., 2004; Reiss i in., 2004; Birch i in., 2001; Howsam, Jones, 1998; Mecray i in., 2001; Lindström, 2001; Pulford i in., 2009; Ramamoorthy, Ramamoorthy, 1997; Wildi i in., 2004). Występujące w osadach metale ciężkie i inne substancje niebezpieczne mogą akumulować się w łańcuchu troficznym do poziomu który jest toksyczny dla organizmów, zwłaszcza drapieżników, a także mogą stwarzać ryzyko dla ludzi (Vink, 2009, Albering i in., 1999; Liu i in., 2005; Šmejkalová i in., 2003). Osady o wysokiej zawartości szkodliwych składników są potencjalnym ogniskiem zanieczyszczenia środowiska. Część szkodliwych składników zawartych w osadach może ulegać ponownemu uruchomieniu do wody w następstwie procesów chemicznych i biochemicznych przebiegających w osadach, jak również mechanicznego poruszenia wcześniej odłożonych zanieczyszczonych osadów na skutek naturalnych procesów albo podczas transportu bądź bagrowania (Sjöblom i in., 2004; Bordas, Bourg, 2001). Także podczas powodzi zanieczyszczone osady mogą być przemieszczane na gleby tarasów zalewowych albo transportowane w dół rzek (Gocht i in., 2001; Gabler, Schneider, 2000; Weng, Chen, 2000). Przemieszczenie na tarasy zalewowe zanieczyszczonych osadów powoduje wzrost stężenia metali ciężkich i trwałymi zanieczyszczeniami organicznymi w glebach (Bojakowska, Sokołowska, 1996; Bojakowska i in., 1995; Miller i in., 2004; Middelkoop, 2000).

Kryteria oceny osadów

Jakość osadów dennych, w aspekcie ich zanieczyszczenia metalami ciężkimi oraz wielopierścieniowymi węglowodorami aromatycznymi (WWA) i polichlorowanymi bifenydami (PCB) oceniono na podstawie kryteriów zawartych w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 16 kwietnia 2002 r. w sprawie rodzajów oraz stężeń substancji, które powodują, że urobek jest zanieczyszczony (DzU nr 55 poz. 498 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 6 zamieszczono dopuszczalne zawartości pierwiastków oraz trwałych zanieczyszczeń organicznych (TZO) w osadach wydobywanych podczas regulacji rzek, kanałów portowych i melioracyjnych, obowiązujące w Polsce oraz wartości tła geochemicznego dla osadów wodnych Polski i wartości *PEL*.

Tabela 6

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

Parametr	Rozporządzenie 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. i in., 2000.

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

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

3. Pierwiastki promieniotwórcze

Materiał i metody badań

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

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

Prezentacja wyników

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

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

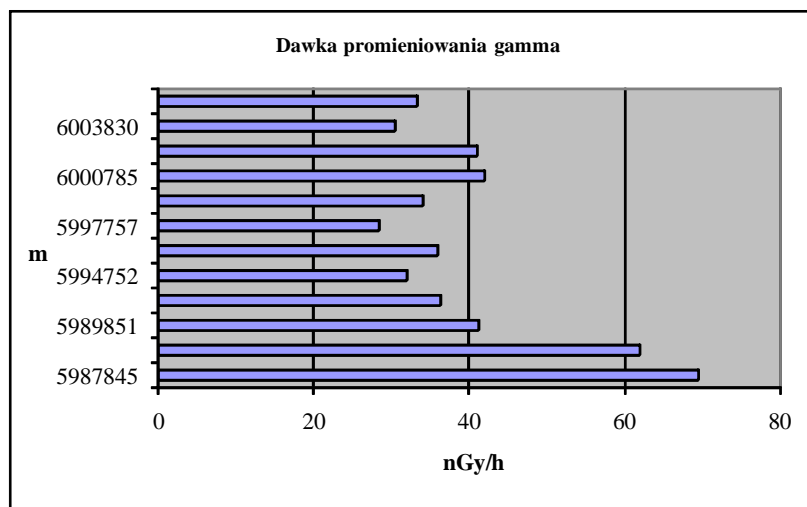
Wyniki

Wartości dawki promieniowania gamma wzdłuż profilu zachodniego wahają się w przedziale od około 28 do około 69 nGy/h. Przeciętnie wartość ta w profilu zachodnim wynosi około 37 nGy/h i jest wyższa od średniej dla obszaru Polski wynoszącej 34,2 nGy/h. Wzdłuż profilu wschodniego wartości promieniowania gamma zmieniają się od około 19 do około 47 nGy/h i przeciętnie wynoszą około 32 nGy/h.

W obydwu profilach pomiarowych pomierzone dawki promieniowania są dość wyrównane (przeważają wartości z przedziału ok. 30–45 nGy/h). W profilu zachodnim zbliżonymi wartościami promieniowania cechują się gliny zwałowe w południowej części profilu oraz osady zastoiskowe (iły, mułki i piaski) w północnej części profilu. Najwyższe dawki promieniowania gamma (60–70 nGy/h) zostały zarejestrowane na południowym krańcu profilu i są one najprawdopodobniej związane z holocenijskimi osadami jeziornymi (iły, mułki i piaski). W profilu wschodnim gliny zwałowe zlodowacenia północnopolskiego zalegające na południu charakteryzują się wyraźnie wyższymi wartościami promieniowania gamma (30–45 nGy/h) w porównaniu z piaskami i żwirami wodnolodowcowymi, z tego samego okresu zlodowacenia, występującymi wzdłuż północnej części profilu (ok. 20–25 nGy/h).

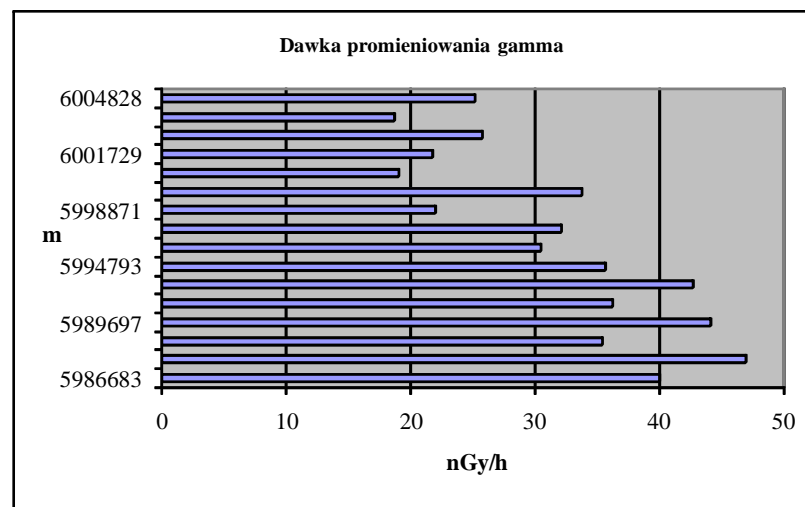
97 W

PROFIL ZACHODNI



97 E

PROFIL WSCHODNI



28

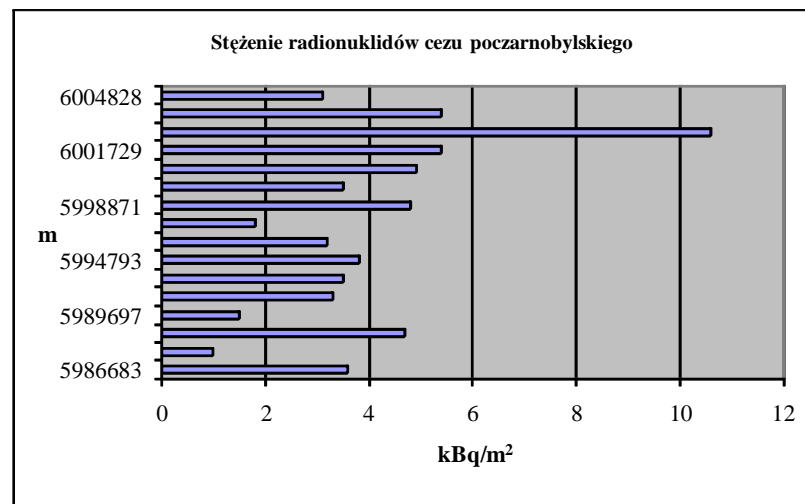
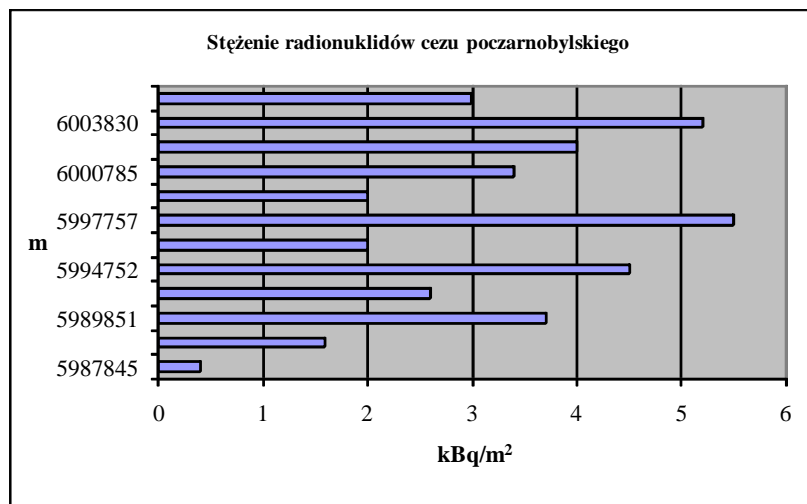


Fig. 4. Zanieczyszczenie gleb pierwiastkami promieniotwórczymi na obszarze arkusza Ornet a (na osi rzędnych – opis siatki kilometrowej arkusza)

Stężenia radionuklidów poczarnobylskiego cezu zmierzone wzdłuż obu profili są bardzo niskie, charakterystyczne dla obszarów bardzo słabo zanieczyszczonych. Wzdłuż profilu zachodniego wynoszą od 0,4 do 5,5 kBq/m², a wzdłuż profilu wschodniego wahają się od 1,0 do 10,6 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 rejonu wyspecyfikowanych warunków (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, iłolupki
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 wydziełów terenów POLS.

Tło dla przedstawianych na Planszy B informacji stanowi stopień zagrożenia głównego użytkowego poziomu wodonośnego przeniesiony z arkusza Ornetu Mapy hydrogeologicznej Polski w skali 1:50 000 (Oficjalska, Niemyjska, 1998). 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 Ornetu bezwzględnie wyłączeniu z możliwości składowania odpadów podlegają:

- zabudowa Ornety i Miłakowa będących siedzibami urzędów miasta i gminy oraz miejscowości gminnej Lubomino,
- zabytkowy zespół architektoniczny w Ornecie (w obrębie murów miejskich),
- obszary objęte ochroną prawną w Europejskiej Sieci Ekologicznej NATURA 2000: „Dolina Pasłęki” PLB 280002 (ochrona ptaków), „Rzeka Pasłęka” PLH 280006 (ochrona siedlisk),
- rezerwat przyrody „Ostoja bobrów na rzece Pasłęce” (faunistyczny),
- obszary leśne o powierzchni powyżej 100 hektarów,
- tereny bagienne, podmokłe, łąki wykształcone na glebach pochodzenia organicznego,
- tereny w obrębie tarasów erozyjnych i akumulacyjnych dolin rzek: Pasłęki, Drwęcy Warmińskiej, Młyńskiej Strugi, Miłakówki, Tafty,
- strefy (do 250 m) wokół jezior: Tonka, Taftowo, Mieczowe, Mildzie i pozostałych akwenów,

- obszar źródliskowy (na południe od Miłakowa),
- tereny o nachyleniu powyżej 10° – rejon Wapnika, dolina Pasłęki,
- obszary zagrożone ruchami masowymi ziemi: wzdłuż doliny Młyńskiej Strugi (od Bazyń do Chwałęcina), rejon Krzykał, wzdłuż doliny Pasłęki (od Kłusajna do zachodniej ramki mapy), od Podągów do Wojciechowa), wzdłuż doliny Drwęcy Warmińskiej (od ujścia do Pasłęki do miejscowości Krosno), rejon Henrykowa, od Miłakowa do Głodówka, wzdłuż doliny Miłakówki (od Stolna do Piłyn), na wschód od Miłakowa, rejon Edyt Wielkich, Wilczkowa, wokół jeziora Tonka (Grabowski (red.) i in., 2007).

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.

Obszary rekomendowane do składowania odpadów obojętnych wskazano na wysoczyźnie morenowej falistej. Wznosi się ona na wysokość od około 45 m n.p.m. w północno-zachodniej części analizowanego terenu, do około 150 m n.p.m. na południowym zachodzie. Deniwelacje terenu dochodzą do 20 m. Powierzchnię wysoczyzny tworzą gliny zwałowe (górne) stadiału górnego zlodowacenia wisły. Ich miąższość wynosi od kilku do 62 m, w partiach stropowych do głębokości około 2 m gliny są na ogół zwietrzałe. W górnej części profilu są one brązowe, niżej szare z warstwą gładzików (próba z otworu wykonanego w Wojciechowie). Lokalnie gliny zwałowe mają dużo większe miąższości. Prawdopodobnie są to miejsca, gdzie bezpośrednio na sobie położone są gliny stadiałów środkowego i górnego zlodowacenia wisły lub gliny zwałowe zlodowacenia wisły bezpośrednio na glinach zlodowacenia warty (maksymalna miąższość glin stwierdzona wierniczo w rejonie miejscowości Podągi wynosi 90 m).

Trzy niewielkie obszary wskazane w rejonie Podągi – Nowe Wikrowo to miejsca powierzchniowego występowania glin zwałowych dolnych tego samego zlodowacenia. Są to szare gliny zwałowe ze żwirami i gładzikami o miąższości od kilku do 35 m. W części stropowej mogą występować poziomy bruku o miąższości do 2 m. Gliny te są silnie wapniste, od 19,3% CaCO₃ w części spągowej do 14,5% CaCO₃ w partiach stropowych.

W rejonie Janikowa możliwe jest występowanie stref zaburzeń glacictektonicznych (Ber, 2006). Decyzję o lokalizacji składowiska w granicach wytypowanego tu obszaru musi poprzedzić szczegółowe rozpoznanie geologiczne.

Obszary rekomendowane do składowania odpadów obojętnych wskazano na terenie gmin: Orneta, Miłakowo i Lubomino. Wytypowane obszary mają duże powierzchnie i są położone przy drogach dojazdowych. Umożliwia to lokalizację składowisk w dogodnej odległości od zabudowań miejscowości.

Warunkowymi ograniczeniami lokalizacji składowisk odpadów w części obszarów są:

b – bliskość zabudowy Ornety, Lubomina i Miłakowa,

p – położenie w granicach Obszaru Chronionego Krajobrazu Rzeki Pasłęki i Obszaru Chronionego Krajobrazu Równiny Orneckiej.

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

Na mapie wskazano również obszary możliwej lokalizacji składowisk odpadów pozbawione naturalnej izolacji. Na powierzchni terenu występują tu przepuszczalne osady czwartorzędowe, a budowa składowisk wiąże się z koniecznością wykonania dodatkowej przesłony podłoża obiektu – mineralnej lub syntetycznej.

Warunki hydrogeologiczne rozpatrywane pod kątem składowania odpadów dla przeważającej części wytypowanych obszarów są korzystne. Wody użytkowych poziomów wodonośnych występujących na głębokości 50–100 m, 100–150 m (podrzędnie 15–50 m) są dobrze izolowane od zanieczyszczeń powierzchniowych (lub lokalnie, izolowane w sposób niepełny) warstwą osadów nieprzepuszczalnych. Stopień zagrożenia wód określono na bardzo niski i niski. Jedynie dla obszarów zlokalizowanych w rejonach Dąbrówka – Nowy Dwór – Krosno – Orneta – Olkowo – Bogatyńskie – Drwęczno stopień zagrożenia wód poziomu użytkowego określono na średni. Głębokość występowania górnego poziomu wodonośnego jest tu zmienna i wynosi od 25 m do 50 m, przy słabszej odporności poziomu wodonośnego. Jego izolację utworami słaboprzepuszczalnymi określono na średnią.

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

W północno-zachodniej części terenu, na zachód od Bażyn i w rejonie Łępna znajduje się wschodni fragment zastoiska Dobry. Na powierzchni terenu występują tu jasnoszare, szare

i szarobrazowe ily warwowe oraz szare i szarobrazowe mułki. Miąższość osadów zastoiskowych nie przekracza na ogół kilku metrów.

W rejonie na południowy zachód od Ornety i w okolicach miejscowości Bogatyńskie udokumentowano złoża surowców ilastych (na Szczegółowej mapie geologicznej Polski są to miejsca kartograficznych wydzieleń glin zwałowych i osadów wodnolodowcowych stadiału górnego zlodowacenia wisły).

Złoże surowców ilastych „Orneta” zbudowane jest z dwóch poziomów iłó – dolnych i górnych. Iły dolne występują pod nadkładem piasków, niekiedy z głazami, glin zwałowych lub iłó górnych. Iły dolne wykazują charakterystyczne dla utworów zastoiskowych warstwowanie i uziarnienie, zawierają znaczne zawartości rozproszonego CaCO_3 . Lokalnie zawierają liczne wkładki i soczewki pyłów i piasków drobnoziarnistych.

Do górnych iłó zaliczono zasadniczo typowe ily warwowe, jak również pozbawiony struktury warstwowej tłusty ił (zwany przez niemieckich geologów ılem „pokrywowym” lub „dolinnym”). Iły górne nie wykazują zaburzeń glacitektonicznych, niekiedy są warstwowane, w budowie poszczególnych warstw i zawierają znaczny udział frakcji pylastej. W ich stropie występują najczęściej piaski (czasem z głazami) lub ily „pokrywowe”.

Miąższość ıłów wzrasta z kierunku południowo-wschodniego w północno-zachodnim. W kierunku północnym i wschodnim osady te wyklinowują się. Średnia miąższość ıłów wynosi 4 m (od 1 m do 6,9 m). W najwyższej części serii złożowej udokumentowano piaski drobnoziarniste oraz piaski pylaste o miąższości od 1,4 m do 1,7 m (kopalina towarzysząca) pod nadkładem gleby i piasków ilastych o średniej grubości 0,4 m. W spągu serii złożowej występują piaski drobnoziarniste i glina zwałowa. Udokumentowana kopalina zawiera średnio: 44,8% frakcji ıłowej, 42,8% frakcji pyłowej, 12,4% piaskowej. Zawartość CaCO_3 waha się w granicach 0–21,84%. Złoże jest suche (Karski, 1960). Dotychczas złoże nie było eksploatowane.

Warstwę złożową w złożu „Bogatyńskie” w 80–85% stanowią ily wapniste, pozostałą część ıly odwapnione, mułki ilaste i mułki chude. Iły wapniste w partiach spągowych są ciemnoszare z zabarwieniem szaro-czerwonawym, niżej szare i ciemnoszare. Nie zawierają ziaren powyżej 2 mm. Zawartość frakcji ıłowej wynosi od 53% do 63% (średnio 61%), frakcji mułowej od 33% do 35% (średnio 35%), frakcji piaszczystej od 2% do 5% (średnio 4%). W ıłach występują konkrecje węglanowe i ziarenka wapieni w niewielkiej ilości (do 0,1%, sporadycznie 0,2–0,3%). Iły wapniste są surowcem plastycznym i bardzo plastycznym.

Złoże „Bogatyńskie” jest złożem pokładowym o miąższości od 3 m do 13 m (średnio 7,64 m). Nadkład złoża stanowią piaski drobnoziarniste zapyłone lub pylaste o średniej gru-

bości 2,66 m (0,7-6 m). Złoże dotychczas nie było eksploatowane. Przy decyzji o lokalizacji składowiska odpadów w jego granicach należy się liczyć z koniecznością zdjęcia przepuszczalnego nadkładu oraz możliwością sporadycznych sąceń wody w piaskach nadkładowych (Wojtkiewicz, 1983).

W granicach udokumentowanych złóż surowców ilastych „Orneta” i „Bogatyńskie” wskazano obszary możliwej lokalizacji składowisk odpadów komunalnych. Ze względu na dokładne rozpoznanie geologiczne i hydrogeologiczne właściwości izolacyjne udokumentowanych osadów zastoiskowych uznano za korzystne dla składowania odpadów komunalnych. Następne obszary rekomendowane do lokalizacji składowisk odpadów komunalnych wskazano na terenie gminy Orneta (w północno zachodniej części analizowanego terenu), w miejscach powierzchniowego występowania osadów zastoiskowych (iłów i mułków o kilkumetrowej miąższości). Ze względu na możliwość niejednorodnego wykształcenia osadów zastoiskowych, a tym samym zmiennych właściwości izolacyjnych warunki dla lokalizacji składowisk w granicach tych obszarów określono na mniej korzystne (zmiennie). Właściwości izolacyjne ilów warwowych są uzależnione od udziału i przestrzennego występowania frakcji ilastej. Przed przeznaczeniem wytypowanych obszarów na miejsca ewentualnej lokalizacji składowisk odpadów komunalnych należy wykonać badania współczynnika filtracji osadów.

Wytypowane do składowania odpadów komunalnych obszary mają duże powierzchnie o charakterze przeważnie równinnym. Umożliwia to lokalizację składowisk odpadów w dogodnej, niebudzącej konfliktów społecznych odległości od zabudowań miejscowości.

Warunkowymi ograniczeniami budowy obiektów potencjalnie uciążliwych dla środowiska w granicach obszarów rekomendowanych do składowania odpadów komunalnych wskazanych w rejonie miejscowości Bogatyńskie i w rejonie Ornety jest ich położenie w granicach udokumentowanych złóż (z), bliskość zabudowy Ornety (b) i położenie w granicach Obszaru Chronionego Krajobrazu Rzeki Pasłęki (p)

Przed podjęciem decyzji o lokalizacji obiektów należy wykonać rozpoznanie warunków geologicznych i hydrogeologicznych obszarów rekomendowanych do składowania odpadów.

Składowisko odpadów komunalnych w Orniecie zamknięto w 2010 r. Dokumentacja re-kultywacyjna jest w trakcie realizacji, prowadzony jest monitoring wód podziemnych.

Odpady z terenu objętego arkuszem Orneta przewożone są na składowisko w Wysiecu w gminie Bartoszyce.

Ocena najbardziej korzystnych warunków geologicznych i hydrogeologicznych dla składowania odpadów

Obszary wskazane w granicach udokumentowanych złóż surowców ilastych „Orneta” i „Bogatyńskie” spełniają kryteria izolacyjności przyjęte zarówno dla składowania odpadów komunalnych, jak i obojętnych. Ze względu na stopień rozpoznania, przy wyborze miejsca lokalizacji składowisk odpadów tereny w granicach tych złóż mogą być rozpatrywane w pierwszej kolejności.

Następnie można analizować obszary wskazane w północno-zachodniej części terenu (gmina Orneta) – w miejscach powierzchniowego występowania iłłów i mułków zastoiskowych.

Korzystne warunki geologiczne mogą występować również na terenach w bezpośrednim sąsiedztwie otworów, w profilach których stwierdzono występowanie iłłów, warstw gliniasto-ilastych lub glin o dużych miąższościach.

W granicach obszaru wskazanego do składowania odpadów obojętnych w rejonie Ornety, w profilu wykonanego tu otworu stwierdzono występowanie 3,6 m warstwy iłłów (0,9–4,5 m), w okolicach Karkajm 2 m warstwy iłłów (5–7 m) podścielonych glinami o 83 metrowej miąższości (w otworze wykonanym obok gliny o 95 m miąższości), w Bogatyńskich pod glinami o miąższości 1,5 m występują ility pylaste (2–3,4 m).

Na terenie pozbawionym naturalnej izolacji w rejonie Drwężna, w profilach odwierconych otworów występują pakiety ilasto-gliniaste (6–13 m ility, 13–28 m gliny zwałowe, 3,2–10,5 m ility, 10,5–24 m gliny zwałowe). W Podągach nawiercono ility podścielone glinami (1,8–6,5 m ility, 6,5–107,5 m gliny). W Głodówku na głębokości 1 m występuje 5 m warstwa ilasta (nieprzewiercona) (Wojtkiewicz, 1983). Gliny o miąższości 49,2 m występują w profilu otworu odwierconego w rejonie Wojciechowa.

Najbardziej korzystne warunki hydrogeologiczne dla składowania odpadów mają obszary wskazane w rejonach na południe od Drwężnej i Lubomina (Drwężna – Lubomino – Wojciechowo – Głodówko – Wapnik – Nowe Wilkowo – Warkałki – Miłakowo). Główny użytkowy poziom wodonośny występujący na głębokości 50–100 m i 100–150 m jest dobrze izolowany od zanieczyszczeń powierzchniowych warstwą osadów słaboprzepuszczalnych. Stopień zagrożenia wód zanieczyszczeniami antropogenicznymi określono dla tych terenów na bardzo niski.

Generalizując można stwierdzić, że lepsze warunki hydrogeologiczne rozpatrywane pod kątem składowania odpadów mają obszary wytypowane w południowo-wschodniej części, gdzie stopień zagrożenia wód określono na niski, a izolacja poziomów jest dobra lub czę-

ściowa. Głębokość występowania poziomów wodonośnych w granicach obszarów wskazanych w części północnej, północno-wschodniej i północno-zachodniej jest zmienna i waha się od 25 m do 50 m, a stopień izolacji jest słaby.

Charakterystyka wyrobisk poeksploatacyjnych

Na analizowanym terenie nie prowadzi się koncesjonowanej eksploatacji kopalin. Wyrobiska lokalnego, niekoncesjonowanego poboru kruszyw naturalnych mają niewielkie rozmiary, w związku z czym nie mogą być brane pod uwagę przy wyznaczaniu miejsc do ewentualnego składowania 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 Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 26 lutego 2009 r 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

Warunki podłoża budowlanego na obszarze arkusza Orneto opracowano na podstawie mapy topograficznej i geologicznej, opracowania pod red. Grabowskiego i innych (2007) oraz analizy map topograficznych.

Wyróżniono dwie podstawowe kategorie obszarów – obszary o warunkach korzystnych dla budownictwa i obszary o warunkach niekorzystnych, utrudniających budownictwo. Z analizy wyłączono obszary złóż kopalin, zwartej zabudowy, oraz przyrodniczych obszarów chronionych – rezerwatów, gruntów ornycy klas III–IVa, i łąk na glebach pochodzenia organicznego, obszarów leśnych, terenów międzywala oraz rezerwatów archeologicznych i zabytkowych zespołów architektonicznych

Na opisywanym obszarze utwory powierzchniowe są znacznie zróżnicowane pod względem litologii co jest typowe dla obszarów młodoglacjalnych i holoceńskich, co skutkuje zmiennymi wartościami podstawowych parametrów geologiczno-inżynierskich takich jak: zagęszczenie i stopień plastyczności.

Powierzchnia obszarów o dobrych warunkach geologiczno-inżynierskich jest niewielka i podzielona na szereg niewielkich pól występujących w różnych fragmentach obszaru arkusza. Stosunkowo największe powierzchnie są związane z występowaniem piaszczystych i rzadziej występujących piaskowo-żwirowych utworów wodnolodowcowych sandru Ornety oraz na podobnych litologicznie utworach lodowcowych rozpościerających się w centralnej i północno-wschodniej części arkusza w okolicach Ornety, Wojciechowa i Mingajna. Druga strefa występowania piaszczystych utworów wodnolodowcowych i lodowcowych ciągnie się szerokim na 2–5 km pasem wzdłuż zachodniej granicy arkusza między Bażynami a Miłakowem. Są to piaski różnoziarniste, czasem z domieszką żwirów.

Korzystne warunki posadowienia budowli charakteryzują powierzchnie glin zwałowych zlodowacenia wisły, które występują na wysoczyznowych obszarach Pojezierza Olsztyńskiego i Pojezierza Iławskiego w południowo-zachodniej i południowo-wschodniej części terenu. Są to nieskonsolidowane gliny piaszczyste, przy czym stopień zapiaszczenia wzrasta ku stropowi. Możliwe, że w wielu fragmentach terenu będą pojawiały się utrudnienia wynikające z obecności płytkich wód gruntowych.

Występujące na zachód od Ornety utwory pochodzące ze zlodowacenia wisły klasyfikowane jako gliny zwałowe lub iły warwowe, charakteryzują się zmiennymi cechami geologiczno-inżynierskimi.

Zdecydowanie niekorzystnymi właściwościami odznaczają się mady i namuły pojawiające się w dolinach niższego rzędu cieków oraz w niektórych zagłębieniach bezodpływowych. W ich obrębie występują też bardzo często osady organogeniczne – gytie i torfy. Grunty te posiadają małą nośność i wysoką ściśliwość. Dodatkowe utrudnienia powodują tu płytko występujące wody gruntowe, często agresywne w stosunku do betonu i stali ze względu na zawartości kwasów humusowych. Obszary te wymagają dodatkowych zabiegów w przypadku

podjęcia budownictwa, polegających na usunięciu gruntów słabonośnych lub ich wzmocnieniu czy też nadsypywaniu ich innymi gruntami o lepszych parametrach.

Niekorzystne warunki budowlane mogą się pojawić w strefach wyraźnych krawędzi morfologicznych (rejon Stolna oraz na zachód od miejscowości Orneta), oddzielających wysoczyznę Pojezierza Iławskiego od Równiny Warmińskiej, w jej północnej części i od doliny Pasłęki.

Spośród dobrze czytelnych zjawisk geodynamicznych należy wymienić procesy osuwiskowe zachodzące przede wszystkim w stromych stokach tarasów rzecznych i zboczach dolin w odcinkach przełomowych. Najlepiej rozpoznano pod tym względem Pasłękę, gdzie stwierdzono kilkanaście osuwisk (w obrębie rezerwatu) o rozmiarach w planie zwykle nieprzekraczających kilkudziesięciu metrów. Obszar arkusza nie jest zagrożony podtopieniami, leży bowiem poza maksymalnym możliwym zasięgiem występowania rozlewisk poopadowych podtopień, czyli a położenie zwierciadła wody podziemnej (gruntowej) blisko powierzchni terenu skutkuje jedynie podmokłościami stałymi względnie okresowymi.

XI. Ochrona przyrody i krajobrazu

Do chronionych obiektów leżących w zasięgu arkusza Orneta należy zaliczyć: gleby wysokich klas bonitacyjnych (I–IV a), tereny leśne i zieleni urządzonej, łąki na glebach pochodzenia organicznego, obszary chronionego krajobrazu, rezerwaty oraz pomniki przyrody.

Gleby wysokich klas bonitacyjnych (klasy IIIa, IIIb, IVa) zajmują duże powierzchnie. Przeważają grunty rolne i użytki zielone klas średnich reprezentujące w przewodze gleby brunatne oraz zajmujące mniejsze powierzchnie czarne ziemie właściwe i zdegradowane, mady, pseudobielicowe, mułowo-torfowe i torfowe, a także murszowo-mineralne i glejowe.

Znaczna część terenów leśnych znajduje się w rezerwach i w obszarach chronionego krajobrazu. Poza nimi powierzchnie leśne zajmują niewielki obszar. Przeważają bory mieszane świeże. W okolicach Ornety jest to las sosnowo-dębowy, widny, z domieszką innych drzew liściastych. Drugim pod względem powierzchni zbiorowiskiem jest las mieszany wilgotny o dominacji jesionu, olchy czarnej, dębu i topoli. Zdecydowanie mniejszą powierzchnię zajmują lasy mieszane wilgotne, lasy świeże, lasy mieszane świeże, a dalej bory świeże, olsy i bory mieszane wilgotne.

Terenami zieleni urządzonej są zaś głównie parki przydworskie. Największe znajdują się w: Wojciechowie, Białym Dworze, Krośnie, Bagatyńskich i Podągach.

Duże powierzchnie zajmują obszary chronionego krajobrazu. Jednym z nich jest Obszar Chronionego Krajobrazu rzeki Pasłęki. Ochrona krajobrazowa obejmuje dolinę rzeki Pasłęki

wraz ze strefą wokół doliny. Powierzchnia OchK wynosi 15 265 ha. Elementami krajobrazotwórczymi są: meandry koryta rzecznej Pasłęki, dno doliny rzeki z licznymi starorzeczami okolonymi krzewami torfolubnymi oraz łąki i pastwiska okresowo lub stale podmokłe, tworzące terasy zalewowe rzeki, zbocza doliny rzecznej, porozcinane licznymi, młodymi dolinkami erozyjnymi, porośnięte lasem lub terenami zadrzewień i zakrzewień śródpolnych.

Obszar Chronionego Krajobrazu Równiny Orneckiej o powierzchni 4 528,5 ha w całości położony w województwie warmińsko-mazurskim. Obejmuje on przede wszystkim siedliska borów przewidywanych do wykorzystywania gospodarczego i ograniczonego dla celów rekreacyjnych. Niewskazane są tu zabiegi melioracyjne z racji dużego znaczenia dla retencji naturalnej, a tereny bezleśne w ich obrębie powinny być zalesione.

Rezerwat „Ostoja Bobrów na Rzece Pasłęce” został utworzony w celu ochrony bobrów. Akt powołujący ukazał się w 1970 roku, następnie został zmieniony w 1989, 2000 i 2001 roku. Na terenie rezerwatu obowiązuje zakaz przebywania osób nieupoważnionych (z wyjątkiem gruntów prywatnych) oraz zakaz wznoszenia budowli i urządzeń komunikacyjnych i innych technicznych. Wzdłuż rezerwatu płynie rzeka Pasłęka, koryto której znajduje się w głębokim jarze, posiadającym w niektórych miejscach bardzo wysokie i strome zbocza. Ze względu na bogate siedlisko i urozmaicony skład gatunkowy drzewostanów wraz z bogatym podszyciem krzewów jagodowych i bliskości wody w rzece zasobnej w ryby, występuje tu bogactwo fauny.

Na obszarze arkusza Ornety występuje kilkadziesiąt pomników przyrody (tabela 8). Wszystkie są pomnikami przyrody żywej obejmując pojedyncze drzewa lub ich grupy.

Tabela 8

Wykaz rezerwatów i pomników przyrody

Nr obiektu na mapie	Forma ochrony	Miejscowość	Gmina Powiat	Rok zatwierdzenia	Rodzaj obiektu (powierzchnia w ha)
1	2	3	4	5	6
1	R	Ełdyty Wielkie, Wapnik, Stolno, Podągi, Bogatyńskie, Łęпно	Orneta, Lubomino, Godkowo, Miłakowo Lidzbark Warmiński/Ostróda	1970	Fn, Ostoja Bobrów na Rzece Pasłęce (4249,20)
2	P	Chwałęcin	Orneta Lidzbark Warmiński	1995	Pż, buk pospolity
3	P	Chwałęcin	Orneta Lidzbark Warmiński	1995	Pż, wierzbą białą
4	P	Bażyńny	Orneta Lidzbark Warmiński	1996	Pż, wierzbą białą

1	2	3	4	5	6
5	P	Taftowo	Orneta	1996	Pż, jesion wyniosły
			Lidzbark Warmiński		
6	P	Bażyny	Orneta	1996	Pż, lipa pospolita
			Lidzbark Warmiński		
7	P	Bażyny	Orneta	1995	Pż, wierzba biała
			Lidzbark Warmiński		
8	P	Orneta	Orneta	1996	Pż, 2 dęby – odmiana stożkowa
			Lidzbark Warmiński		
9	P	Orneta	Orneta	1996	Pż, 2 klony pospolite
			Lidzbark Warmiński		
10	P	Orneta	Orneta	1998	Pż, 6 dębów szypułkowych
			Lidzbark Warmiński		
11	P	Orneta	Orneta	1998	Pż, buk pospolity
			Lidzbark Warmiński		
12	P	Orneta	Orneta	1998	Pż, topole
			Lidzbark Warmiński		
13	P	Orneta	Orneta	1998	Pż, dąb szypułkowy
			Lidzbark Warmiński		
14	P	Orneta	Orneta	1998	Pż, dąb szypułkowy
			Lidzbark Warmiński		
15	P	Orneta	Orneta	1998	Pż, 4 klony pospolite,
			Lidzbark Warmiński		
16	P	Nowy Dwór-Krosno	Orneta	1998	Pż, aleja drzew pomnikowych, 43 brzozy, 55 dębów
			Lidzbark Warmiński		
17	P	Bogatyńskie	Orneta	1993	Pż, dąb szypułkowy
			Lidzbark Warmiński		
18	P	Bogatyńskie	Orneta	1993	Pż, dąb szypułkowy
			Lidzbark Warmiński		
19	P	Bogatyńskie	Orneta	1993	Pż, buk pospolity
			Lidzbark Warmiński		
20	P	Bogatyńskie	Orneta	1993	Pż, buk pospolity
			Lidzbark Warmiński		
21	P	Bogatyńskie	Orneta	1993	Pż, buk pospolity
			Lidzbark Warmiński		
22	P	Bogatyńskie	Orneta	1993	Pż, buk pospolity
			Lidzbark Warmiński		

1	2	3	4	5	6
23	P	Bogatyńskie	Orneta	1993	Pż, buk pospolity
			Lidzbark Warmiński		
24	P	Bogatyńskie	Orneta	1993	Pż, jesion wyniosły
			Lidzbark Warmiński		
25	P	Drwęczno	Orneta	1998	Pż, jesion wyniosły
			Lidzbark Warmiński		
26	P	Orneta	Orneta	1998	Pż, lipa drobnolistna
			Lidzbark Warmiński		
27	P	Orneta	Orneta	1998	Pż, dąb szypułkowy
			Lidzbark Warmiński		
28	P	Orneta	Orneta	1998	Pż, dąb szypułkowy
			Lidzbark Warmiński		
29	P	Orneta	Orneta	1998	Pż, dąb szypułkowy
			Lidzbark Warmiński		
30	P	Karkajmy	Orneta	1998	Pż, aleja drzew pomnikowych 58 dębów, 30 lip
			Lidzbark Warmiński		
31	P	Karkajmy	Orneta	1998	Pż, aleja drzew pomnikowych, 63 brzozy, 65 dębów
			Lidzbark Warmiński		
32	P	Orneta	Orneta	1995	Pż, dąb szypułkowy
			Lidzbark Warmiński		
33	P	Orneta	Orneta	1995	Pż, topola
			Lidzbark Warmiński		
34	P	Orneta	Orneta	1998	Pż, dąb szypułkowy
			Lidzbark Warmiński		
35	P	Orneta	Orneta	1998	Pż, dąb szypułkowy
			Lidzbark Warmiński		
36	P	Karbowo	Orneta	1996	Pż, żywotnik zachodni
			Lidzbark Warmiński		
37	P	Karbowo	Orneta	1996	Pż, dąb szypułkowy
			Lidzbark Warmiński		
38	P	Karbowo	Orneta	1996	Pż, sosna pospolita
			Lidzbark Warmiński		
39	P	Karbowo	Orneta	1966	Pż, sosna pospolita
			Lidzbark Warmiński		
40	P	Karbowo	Orneta	1995	Pż, brzoza brodawkowata
			Lidzbark Warmiński		

1	2	3	4	5	6
41	P	Podągi	Godkowo	2001	Pż, dąb szypułkowy
			Lidzbark Warmiński		
42	P	Podągi	Godkowo	2001	Pż, dąb szypułkowy
			Lidzbark Warmiński		
43	P	Podągi	Godkowo	2001	Pż, dąb szypułkowy
			Lidzbark Warmiński		
44	P	Podągi	Godkowo	2001	Pż, dąb szypułkowy
			Lidzbark Warmiński		
45	P	Podągi	Godkowo	2001	Pż, dąb szypułkowy
			Lidzbark Warmiński		
46	P	Podągi	Godkowo	2001	Pż, dąb szypułkowy
			Lidzbark Warmiński		
47	P	Podągi	Godkowo	2001	Pż, dąb szypułkowy
			Lidzbark Warmiński		
48	P	Podągi	Godkowo	2001	Pż, 3 dęby szypułkowe, lipa drobnolistna
			Lidzbark Warmiński		
49	P	Podągi	Godkowo	1993	Pż, klon pospolity
			Lidzbark Warmiński		
50	P	Podągi	Godkowo	1993	Pż, 2 klony pospolite
			Lidzbark Warmiński		
51	P	Podągi	Godkowo	1993	Pż, klon pospolity
			Lidzbark Warmiński		
52	P	Podągi	Godkowo	1993	Pż, jesion wyniosły
			Lidzbark Warmiński		
53	P	Podągi	Godkowo	2001	Pż, jesion wyniosły
			Lidzbark Warmiński		
54	P	Podągi	Godkowo	2001	Pż, 5 jesionów wyniosłych
			Lidzbark Warmiński		
55	P	Podągi	Godkowo	2001	Pż, wiąz górski
			Lidzbark Warmiński		
56	P	Podągi	Godkowo	1993	Pż, dąb szypułkowy
			Lidzbark Warmiński		
57	P	Podągi	Godkowo	1993	Pż, dąb szypułkowy
			Lidzbark Warmiński		
58	P	Podągi	Godkowo	1993	Pż, dąb szypułkowy
			Lidzbark Warmiński		

1	2	3	4	5	6
59	P	Podągi	Godkowo	1993	Pż, dąb szypułkowy
			Lidzbark Warmiński		
60	P	Różnowo	Miłakowo	1992	Pż, 2 lipy
			Ostróda		
61	P	Różnowo	Miłakowo	1992	Pż, 12 dębów szypułkowych,
			Ostróda		
62	P	Pawełki	Miłakowo	1994	Pż, dąb szypułkowy
			Ostróda		
63	P	Pawełki	Miłakowo	1994	Pż, dąb szypułkowy
			Ostróda		
64	P	Pawełki	Miłakowo	1994	Pż, dąb szypułkowy
			Ostróda		
65	P	Pawełki	Miłakowo	1994	Pż, dąb szypułkowy
			Ostróda		
66	P	Pawełki	Miłakowo	1994	Pż, dąb szypułkowy
			Ostróda		
67	P	Pawełki	Miłakowo	1994	Pż, dąb szypułkowy
			Ostróda		
68	P	Pawełki	Miłakowo	1994	Pż, dąb szypułkowy
			Ostróda		
69	P	Pawełki	Miłakowo	1994	Pż, dąb szypułkowy
			Ostróda		
70	P	Pawełki	Miłakowo	1994	Pż, dąb szypułkowy
			Ostróda		
71	P	Pawełki	Miłakowo	1994	Pż, lipa i dąb zrośnięte w jeden pień
			Ostróda		
72	P	Biernatki	Miłakowo	1992	Pż, 4 lip, 3 klony
			Ostróda		
73	P	Biernatki/ Miłakowo	Miłakowo	1992	Pż, „Dąb Butelkowy”
			Ostróda		
74	P	Stolno	Miłakowo	1986	Pż, 2 graby
			Ostróda		
75	P	Stolno	Miłakowo	1986	Pż, 2 dęby szypułkowe
			Ostróda		
76	P	Stolno	Miłakowo	1987	Pż, sosna
			Ostróda		
77	P	Stolno	Miłakowo	1986	Pż, 9 dębów szypułkowych
			Ostróda		
78	P	Stolno	Miłakowo	1986	Pż, lipa
			Ostróda		
79	P	Głodówko	Miłakowo	1992	Pż, 2 sosny, lipa
			Ostróda		
80	P	Głodówko	Miłakowo	1987	Pż, dąb szypułkowy
			Ostróda		
81	P	Głodówko	Miłakowo	1987	Pż, dąb szypułkowy
			Ostróda		
82	P	Głodówko	Miłakowo	1987	Pż, 2 dęby szypułkowe
			Ostróda		
83	P	Głodówko	Miłakowo	1992	Pż, 2 buki
			Ostróda		
84	P	Głodówko	Miłakowo	1987	Pż, 3 dęby szypułkowe
			Ostróda		

1	2	3	4	5	6
85	P	Głodówko	Miłakowo	1987	Pż, grab
			Ostróda		
86	P	Głodówko	Miłakowo	1987	Pż, buk
			Ostróda		
87	P	Głodówko	Miłakowo	1987	Pż, dęby szypułkowe 2 „Dęby na Kurhanie”
			Ostróda		
88	P	Głodówko	Miłakowo	1987	Pż, dąb szypułkowy „Czarci Dąb”
			Ostróda		
89	P	Wapnik-Żołędno	Miłakowo	1995	Pż, dąb szypułkowy
			Ostróda		
90	P	Warkałki	Miłakowo	1952	Pż, 7 lip drobnolistnych
			Ostróda		
91	P	Warkałki	Miłakowo	1952	Pż, 22 dęby szypułkowe
			Ostróda		
92	P	Roznowo	Miłakowo	1996	Pż, dąb szypułkowy
			Ostróda		
93	P	Miłakowo	Miłakowo	1986	Pż, sosna „Sosna Antoniego”
			Ostróda		
94	P	Miłakowo	Miłakowo	1986	Pż, dąb szypułkowy „Partyzant”
			Ostróda		
95	P	Miłakowo	Miłakowo	1986	Pż, dąb szypułkowy „Dąb przy Altanie”
			Ostróda		
96	P	Miłakowo	Miłakowo	1992	Pż, aleja drzew pomnikowych, 144 lipy
			Ostróda		
97	P	Miłakowo	Miłakowo	1986	Pż, wierzba
			Ostróda		
98	P	Pityny	Miłakowo	1992	Pż, brzoza, 3 dęby
			Ostróda		

Rubryka 2: R – rezerwat, P – pomnik przyrody

Rubryka 6: rodzaj rezerwatu: Fn – faunistyczny, rodzaj pomnika przyrody: Pż – pomnik przyrody żywej

Strefa doliny Pasłęki została też zaliczona do sieci ECONET PL – obszaru korytarza ekologicznego o znaczeniu krajowym (Liro, 1998 – fig. 5). W korytarzach ekologicznych konieczny jest wysoki reżim gospodarowania obejmujący minimalizację oddziaływań na środowisko przyrodnicze.

Europejską Sieć Ekologiczną Natura 2000 stanowi sieć obszarów chronionych na terenie Unii Europejskiej. Celem wyznaczania tych obszarów jest ochrona cennych pod względem przyrodniczym i zagrożonych składników różnorodności biologicznej. W skład sieci Natura 2000 wchodzi obszary specjalnej ochrony ptaków (OSO) oraz specjalne obszary ochrony siedlisk (SOO).

W granicach arkusza znajdują się dwa obszary należące do sieci NATURA 2000 – Dolina Pasłęki (PLB280002) i Dolina Pasłęki (PLH280006) (tab. 9).

Obszar „Dolina Pasłęki” jest ostoją ptasią o randze europejskiej. Występuje co najmniej 23 gatunków ptaków z Załącznika I Dyrektywy Ptasiej min. bąk, trzmielojad, 9 gatunków z Polskiej Czerwonej Księgi (PCK) min. bielik, kania ruda, orlik krzykliwy. W okresie letnim w stosunkowo wysokim zagęszczeniu obszar zasiedla: bocian biały, bocian czarny,

błotniak stawowy, derkacz i rybitwa czarna. Występuje co najmniej 23 gatunków ptaków z Załącznika I Dyrektywy Ptasiej min. bąk, trzmielojad, 9 gatunków z Polskiej Czerwonej Księgi (PCK).

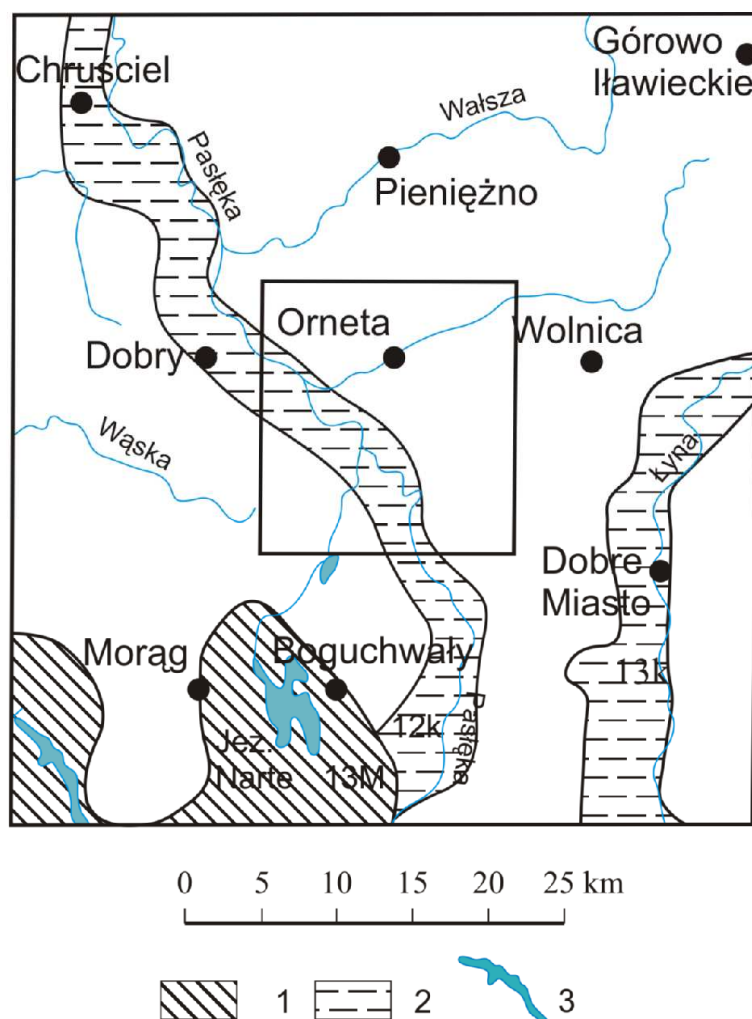


Fig. 5. Położenie arkusza Ornetka na tle systemów ECONET (Liro, 1998).

1 – granica obszaru węzłowego o znaczeniu międzynarodowym, jego numer i nazwa: 13M – Obszar Zachodniomazurski; 2 – korytarz ekologiczny o znaczeniu krajowym, jego numer i nazwa: 12k – korytarz ekologiczny Pasłęki, 13k – korytarz ekologiczny Łyny; 3 – jeziora i rzeki

„Rzeka Pasłęka” obejmuje rzekę Pasłękę na całej jej długości wraz jej brzegami. Rzeka jest cenną ostoją bobrów – gatunku ważnego z europejskiego punktu widzenia. Ostoja jest siedliskiem bytowania ośmiu gatunków ryb cennych dla Europy m.in. bolenia i głowacza białołętowego, kozy oraz trzech gatunków minogów. W dolinie Pasłęki występuje dziewięć rodzajów siedlisk ważnych dla ochrony europejskiej przyrody. Są to m.in. grąd środkowoeuropejski, lasy łąkowe i żyzne buczyny. Teren ten jest również ważną ostoją ptaków. Występuje tu 47 gatunków ptaków cennych z europejskiego punktu widzenia m.in. bocian czarny, derkacz, brodziec leśny, rybitwa czubata, rybitwa białoczerna oraz wiele ptaków drapieżnych.
http://przyroda.polska.pl/regiony/pojezierza_wsch/dolina_pasleki/opis.htm

Wykaz obszarów chronionych Europejskiej Sieci Ekologicznej Natura 2000

Lp.	Typ obszaru	Kod obszaru	Nazwa obszaru i symbol oznaczenia na mapie	Położenie centralnego punktu obszaru		Powierzchnia obszaru (ha)	Położenie administracyjne obszaru (w obrębie arkusza)			
				Długość geogr.	Szerokość geogr.		Kod NUTS	Województwo	Powiat	Gmina
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	J	PLB280002	Dolina Pasłęki (P)	E 20°04'54"	N 54°04'36"	20 669,9	PL621	warmińsko-mazurskie	Lidzbark Warm. Ostróda, Elbląg,	Orneta, Lubomino, Miłkowo, Godkowo
2	K	PLH280006	Rzeka Pasłęka (S)	E 20°05'52"	N 53°49'30"	8 418,5	PL621	warmińsko-mazurskie	Lidzbark Warm. Ostróda, Elbląg,	Orneta, Lubomino, Miłkowo, Godkowo

Rubryka 2: J – OSO, częściowo przecinający się z SOO, K – SOO, częściowo przecinający się z OSO.

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

XII. Zabytki kultury

Na obszarze arkusza Orneta znajduje się wiele cennych obiektów architektonicznych, archeologicznych, sakralnych oraz kultury technicznej. Położenie omawianego obszaru arkusza, pośród wielu zróżnicowanych krajobrazowo i siedliskowo jednostek fizjograficznych, determinowało równomierny rozwój osadnictwa.

Najstarszymi z zabytków są różnorodne obiekty archeologiczne (osady, cmentarzyska płaskie i kurhanowe, grodziska, szańce, ślady osadnicze oraz pojedyncze stanowiska luźne) wskazujące na początki osadnictwa. Zachowane ślady bytności człowieka sięgają tutaj neolitu, ale prawnej ochronie podlegają zwykle młodsze stanowiska. Jednym z nich jest cmentarzysko kurhanowe z wczesnej epoki żelaza w Polkajnach zlokalizowane na północny wschód od Miłakowa. Kilka stanowisk archeologicznych znajduje się też w okolicach Lubomina.

Rozmieszczenie młodszych zabytków wyraźnie nawiązuje do nadal funkcjonującej sieci osadniczej, która w dużym stopniu była niegdyś kształtowana przez Zakon Krzyżacki. Począwszy od XIII wieku Zakon budował obronne zamki, często w miejscach dawnych grodzisk Prusów tworzonych we wczesnym średniowieczu, a wokół nich powstawały osiedla, z których część uzyskiwała przywileje lokacyjne.

Największym ośrodkiem, o takiej właśnie historii i o największej liczbie obiektów chronionych, jest Ornetka. Ornetka powstała na staropruskim polu osadniczym „Wurmudyten” w pierwszych latach XIV wieku (www.orneta.pl/historia). W dokumencie z 26 marca 1313 roku Ornetka została określona jako miasto i tę datę należy traktować jako początek miasta. W roku 1772 po podpisaniu w Petersburgu konwencji rozbiorowej państwa polskiego, Ornetka została włączona w granice Prus Wschodnich, i w tych granicach pozostała do 1945 r. W 1868 roku włączono Ornetkę do sieci telegraficznej, a na początku XX wieku do sieci telefonicznej. Miasto otrzymało połączenie kolejowe z Olsztynem, później Pieniężnem, Morałem i Lidzbarkiem Warmińskim. Światło elektryczne zapłonęło w Orniecie w 1901 roku. W 1945 r. miasto liczyło ok. 7000 mieszkańców. Ochronie konserwatorskiej podlega obszar miasta wewnątrz byłych murów średniowiecznych, a w jego obiektami zabytkowymi są:

- kościół par. pw. św. Jana Chrzciciela, XIV, XV, nr rej.: O/3 z 17.11.1956
- kościół ewangelicki, ob. cerkiew, 1829, nr rej.: 668/67 z 16.10.1967
- kaplica Jerozolimka, XVII/XVIII, nr rej.: O/4 z 17.11.1956
- klasztor ss. Katarzynek, 2 poł. XVI, XVIII, 2 poł. XIX, nr rej.: A-189 z 17.11.1956
- ogród klasztorny (otoczenie), XVIII, nr rej.: A-189 z 15.10.2010
- piwnice zamku, w budynku szkoły, XIV, XVI, nr rej.: O/13 z 17.11.1956

- mury obronne (pozostałości), ul. Wały Jagiellońskie, XIV-XV, nr rej.: O/6 z 17.11.1956
- ratusz, XIV, nr rej.: O/7 z 17.11.1956
- zespół urbanistyczny ulic Elbląskiej i Podgórznej (43 domy), 1848-1850, nr rej.: 91/86 z 17.02.1986
- dom, ul. Elbląska 70, poł. XIX, nr rej.: 80/85 z 20.09.1985
- dom, ul. Kościuszki 8, 1880, nr rej.: A-4525 z 18.05.2009
- dom, ul. 1 Maja 1, mur.-szach., pocz. XIX, nr rej.: 669/67 z 16.10.1967
- sąd, ob. szkoła zawodowa, ul. 1 Maja 20, 1905, nr rej.: A-2281 z 16.08.2006
- willa, ul. 1 Maja 26, 1906, nr rej.: 185/91 z 18.02.1991
- willa, ul. 1 Maja 43, 1904, nr rej.: 264/93 z 30.04.1993
- kamienica, ul. Pionierów 5, (XVIII), k. XIX, nr rej.: A-4523 z 18.05.2009
- kamienica, ul. Pionierów 10, 1879, nr rej.: A-4524 z 18.05.2009
- kamienica, ul. Pionierów 12, k. XIX, nr rej.: A-4536 z 26.10.2009
- kamienica, ul. Pionierów 14, k. XIX, nr rej.: A-4537 z 26.10.2009
- kamienica, ul. Pionierów 15, k. XIX, nr rej.: A-4538 z 26.10.2009
- kamienica, ul. Pionierów 16, k. XIX, nr rej.: A-4536 z 26.10.2009
- dom, ul. Sienkiewicza 2, XVIII-XIX, nr rej.: 382/94 z 1.09.1994
- dom, ul. Sienkiewicza 4, XVIII, XIX/XX, nr rej.: 383/94 z 3.09.1994
- dom, pl. Wolności 1, 1846, 1940, nr rej.: 532/97 z 5.05.1997
- dom, pl. Wolności 3, 2 poł. XIX, nr rej.: 530/97 z 14.04.1997
- dom, pl. Wolności 5, XVIII, po 1880, nr rej.: 527/97 z 11.03.1997
- dom, pl. Wolności 10, XIX, nr rej.: 670/67 z 18.10.1967
- dom, pl. Wolności 12, XIX, nr rej.: 671/67 z 18.10.1967
- dom, pl. Wolności 14, XIX, nr rej.: 672/67 z 18.10.1967
- dom, pl. Wolności 17, XVII-XVIII, 2 poł. XIX, nr rej.: 541/97 z 19.06.1997
- dom z oficyną i dobudówką, pl. Wolności 21, XVI-XVII, XIX, po 1920, nr rej.: 460/95 z 5.06.1995
- dom, pl. Wolności 23, XVII-XIX, nr rej.: 171/90 z 28.12.1990
- dom, pl. Wolności 25, XV, 2 poł. XIX-XX, nr rej.: 540/97 z 19.06.1997
- kamienica z oficyną, pl. Wolności 27, (XVIII), 2 poł. XX, nr rej.: A-2178 z 7.03.2005
- kamienica z oficyną, pl. Wolności 29, XVIII, 1 ćw. XX, nr rej.: A-2208 z 23.09.2005
- dom, pl. Wolności 31, XVIII/XIX, nr rej.: O/12 z 17.11.1956
- dom, pl. Wolności 33, XVIII/XIX, nr rej.: O/11 z 17.11.1956
- dom, pl. Wolności 35, XVIII/XIX, nr rej.: O/10 z 17.11.1956

- spichlerz, ul. Browarna 12, k. XVIII, nr rej.: 673/67 (O/30) z 18.10.1967

Wśród najcenniejszych zabytków sakralnych arkusza Orneta należy wymienić jeden z najwspanialszych kościołów barokowych na Warmii – Sanktuarium Nawiedzenia NMP w Krośnie, zbudowany w latach 1715–1720 i wzorowany na Świętej Lipce, a także barokowy kościół z krużgankami (wraz z cmentarzem przykościelnym) w Chwałęcinie.

W Bażynach obiektami zabytkowymi są: kościół pw. Mikołaja Biskupa i Rocha z 1 poł. XIV, XV/XVI, cmentarz kościelny oraz zespół pałacowy z XVIII-XIX wieku (pałac, park i budynek gospodarczy).

W miejscowości Krosno na listę zabytków wpisano zespół kościoła odpustowego z 1 poł. XVIII, kościół pw. Nawiedzenia NMP i św. Józefa, dom księży emerytów oraz spichrz. W Stolnie ochrona konserwatorską objęty jest późnoklasycystyczny dwór wzniesiono w drugiej poł. XIX w., murowany z cegły, otynkowany, jednokondygnacyjny z płytkim obustronnym ryzalitem.

Z innych obiektów sakralnych także cenne są: XIX wieczny kościół wraz z cmentarzem w Bogatyńskich oraz kościół w Opinie. Z pozostałych zabytków do rejestru są wpisane: późnobarokowy, założony na rzucie prostokąta, z siedmioosiową elewacją pałac rodziny von Thüngen (Trüngen) w Bogatyńskich, a także dwory w Karkajmach, Białym Dworze i szkoła w Opinie.

Podobną do Ornety historię ma Miłakowo (Liebstadt) – drugie pod względem wielkości miasto opisywanego obszaru. Pierwsza osada powstała w 1302 roku, jako podgrodzie zamku krzyżackiego zbudowanego przez komturów elbląskich.

W Lubominie, kolejnej miejscowości będącej siedzibą gminy, najcenniejszymi zabytkami są XIV-wieczny, częściowo wskutek pożaru przebudowany w XIX wieku kościół pw. św. Katarzyny oraz znajdujące się w jego sąsiedztwie kapliczki. Do rejestru zabytków są też wpisane kościoły w Wapniku i Ełdytach Wielkich (wraz z cmentarzem) oraz barokowo-klasycystyczny dwór w Białej Woli, neoklasycystyczny dwór w Ełdytach Wielkich i kapliczka w Świękitach.

XIII. Podsumowanie

Na obszarze arkusza Orneta, w utworach czwartorzędowych różnego wieku, występują dwa użytkowe poziomy wodonośne. Wody reprezentujące drugą lub rzadziej trzecią klasę jakości eksploatowane są w kilkudziesięciu różnej wielkości ujęciach i rozprowadzane w sieci wodociągowej w większości miast, wsi i osiedli.

Na opisywanym obszarze występuje znaczna ilość obiektów chronionych. Spośród przyrodniczych należy wymienić rezerwat faunistyczny „Ostoja Bobrów na Rzece Pasłęce”, dwa obszary chronionego krajobrazu – Równiny Orneckiej i Rzeki Pasłęki oraz kilkadziesiąt pomników przyrody żywej. Dolina Pasłęki została też włączona jako krajowy korytarz ekologiczny w sieci ECONET oraz ostoja (ptasia i siedliskowa) w międzynarodowej sieci NATURA 2000. Ochrona konserwatorską objętych jest wiele stanowisk archeologicznych oraz budowli świeckich i sakralnych.

Na obszarze arkusza Orneta udokumentowano dwa złoża iłów ceramiki budowlanej – „Orneta” i „Bogatyńskie”, w których kopaliną są ility zastoiskowe czwartorzędu oraz jedno złożo kruszywa piaskowego „Henrykowo”. Powyższe złoża nie były dotychczas zagospodarowane górnictwo. Poszukiwawcze prace geologiczne za kruszywem piaskowo-żwirowym, iłami ceramiki budowlanej, kredą jeziorną i torfami, prowadzone na niemal całym obszarze arkusza, na większości obszarów zostały zakończone z wynikiem negatywnym. W wyznaczonych obszarach perspektywicznych kruszywa piaskowego oraz iłów ceramiki budowlanej są realne szanse na udokumentowanie małych złóż o znaczeniu lokalnym.

Na terenie objętym arkuszem Orneta wskazano obszary rekomendowane do bezpośredniego składowania odpadów komunalnych i obojętnych.

Obszary rekomendowane do składowania odpadów obojętnych wytypowano w miejscach występowania na powierzchni terenu glin zwałowych zlodowacenia wisły. Obszary zlokalizowane są na terenie gmin: Orneta, Miłakowo i Lubomino.

Obszary wskazane do składowania odpadów komunalnych znajdują się na terenie gminy Orneta – w granicach udokumentowanych złóż surowców ilastych ceramiki budowlanej „Orneta” i „Bogatyńskie” oraz w północno-zachodniej części analizowanego terenu, w granicach powierzchniowego występowania iłów i mułków zastoiskowych zlodowacenia wisły.

Warunki hydrogeologiczne dla składowania odpadów w przeważającej części wytypowanych obszarów są korzystne. Wody poziomów użytkowych są najczęściej dobrze izolowane warstwą osadów słaboprzepuszczalnych, a stopień ich zagrożenia określono na bardzo niski i niski. Jedynie niewielkie obszary wskazane w części północnej, północno-wschodniej i północno-zachodniej są słabiej izolowane od zanieczyszczeń powierzchniowych.

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.

Korzystne warunki naturalne, dobra infrastruktura, dogodne położenie w sąsiedztwie takich miast jak: Olsztyn, Braniewo, Gdańsk, Elbląg i granicy z Obwodem Kaliningradzkim Rosyjskiej Republiki Federacyjnej, sprawiają, że opisywany rejon jest atrakcyjny pod względem inwestycyjnym. Duże możliwości istnieją też w dziedzinie przetwórstwa owocowo-warzywnego, a także w dziedzinie agroturystyki. Dogodne położenie sprawia, że obszar arku-sza jest atrakcyjny pod względem inwestycyjnym.

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.
- BER A., 2006 – Mapa glacitektoniczna Polski w skali 1: 1 000 000
- BIRCH G., SIAKA M., OWENS C., 2001 – The source of anthropogenic heavy metals in fluvial sediments of a rural catchment: Cocks River, Australia. *Water, Air & Soil Pollution*, 126 (1-2): 13 – 35.
- BOJAKOWSKA I., SOKOŁOWSKA G., 1996 — Heavy metals in the Bystrzyca river flood plain. *Geological Quarterly*, 40 (3): 467-480.
- BOJAKOWSKA I., SOKOŁOWSKA G., LEWANDOWSKI P., 1995 – Metale ciężkie w glebach tarasów zalewowych Pisi. *Prz. Geol.* 44 (1), 75, 1996.
- 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. CAG PIG, Warszawa.

- GRADYS A., 1996a – Charakterystyka wybranych torfowisk z terenu gminy Lubomino. Inwentaryzacja złóż surowców mineralnych województwa olsztyńskiego z uwzględnieniem elementów ochrony środowiska. Gmina Lubomino. Przedsiębiorstwo Geologiczne „POL-GEOL” w Warszawie. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- GRADYS A., 1996b – Charakterystyka wybranych torfowisk z terenu gminy Miłakowo. Inwentaryzacja złóż surowców mineralnych województwa olsztyńskiego z uwzględnieniem elementów ochrony środowiska. Gmina Miłakowo. Przedsiębiorstwo Geologiczne „POL-GEOL” w Warszawie. 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
http://przyroda.polska.pl/regiony/pojezierza_wsch/dolina_pasleki/opis.htm
<http://www.orneta.pl/historia>
- Instrukcja**, 2005 – Instrukcja opracowania Mapy geosrodowiskowej Polski w skali 1:50 000, Państw. Inst. Geol. Warszawa.
- JURYS L., WYTYK A., 1980 – Sprawozdanie z poszukiwań surowców ilastych w północnej części woj. elbląskiego. Kombinat Geologiczny Północ, Zakład Projektów i Dokumentacji Geologicznych, Oddział w Gdańsku. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- KARSKI J., 1960 – Dokumentacja geologiczna złoża surowców ceramicznych „Orneta”, pow. Braniewo, woj. Olsztyńskie. Przedsiębiorstwo Studziennie-Dokumentacyjne Przemysłu Terenowego Materiałów Budowlanych. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- KLECZKOWSKI A.S. (red.), 1990 – Mapa obszarów Głównych Zbiorników Wód Podziemnych (GZWP) w Polsce, wymagających szczególnej ochrony w skali 1:500 000. AGH, Kraków.
- KONDRACKI J., 2000 – Geografia regionalna Polski. Wyd. Nauk. PWN Warszawa.
- KWAŚNIEWSKA J., 1983 – Czwartorzędowe surowce węglanowe województwa olsztyńskiego. Przedsiębiorstwo Geologiczne. Warszawa. 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 – Koncepcja krajowej sieci ekologicznej ECONET – POLSKA. Fundacja IUCN Poland, Warszawa.
- LIS J., PASIECZNA A., 1995 – Atlas geochemiczny Polski 1:2 500 000. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
- LIU H., PROBST A. LIAO B., 2005 – Metal contamination of soils and crops affected by the Chenzhou lead/zinc mine spill (Hunan, China). *Sci Total Environ.* 339(1–3): 153–166.
- MACDONALD D., INGERSOLL C., BERGER T., 2000 – Development and Evaluation of consensus-based Sediment Development and evaluation of consensus-based sediment quality guidelines for freshwater ecosystems. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology* 39: 20–31.
- MAŃKOWSKA A., SŁOWAŃSKI W., 1977 – Mapa Geologiczna Polski 1:200 000, wyd. A, arkusz Lidzbark Warmiński. Instytut Geologiczny. Warszawa.
- MARKS L., BER A., GOGOŁEK W., PIOTROWSKA K., 2006 – Mapa geologiczna Polski 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.
- MOCZULSKA G., 1983a – Sprawozdanie z poszukiwań serii piaszczysto – żwirowych w N i NE części województwa elbląskiego. Przedsiębiorstwo Geologiczne w Warszawie. Oddział w Gdańsku. *Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.*
- MOCZULSKA G., 1983b – Sprawozdanie z poszukiwań serii piaszczysto – żwirowych w N i NE części województwa elbląskiego. Rejon Głódówko-Bogatyńskie. Przedsiębiorstwo Geologiczne w Warszawie. Oddział w Gdańsku. *Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.*

- MOCZULSKA G., WOJTKIEWICZ J., 1983 – Sprawozdanie z poszukiwań serii piaszczysto-zwirowej w N i NE części województwa elbląskiego (były powiat: Braniewo, Pasłęk, Elbląg). Przedsiębiorstwo Geologiczne w Warszawie. Oddział w Gdańsku. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- MORAWSKI W., 2004 – Stratygrafia i paleogeografia czwartorzędu południowej Warmii. Prace Państwowego Instytutu Geologicznego, 181: 81–108. Warszawa.
- OFICJALSKA H., NIEMYJSKA B., 1998 – Szczegółowa mapa hydrogeologiczna Polski, ark. Orneta (97). Państwowy Instytut Geologiczny. Warszawa.
- OSTRZYŻEK S., DEMBEK W. i in., 1996 – Zlokalizowanie i charakterystyka złóż torfowych w Polsce spełniających kryteria potencjalnej bazy zasobowej z ustaleniem i uwzględnieniem wymogów związanych z ochroną i kształtowaniem środowiska. Instytut Melioracji i Użytków Zielonych. Falenty. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- PACZYŃSKI, B. red., 1995 – Atlas hydrogeologiczny Polski. Cz. II. Zasoby, jakość i ochrona zwykłych wód podziemnych w Polsce. Państwowy Instytut Geologiczny. Warszawa.
- PACZYŃSKI B., SADURSKI A. (red), 2007 – Hydrogeologia regionalna Polski. Wyd. Geol. Warszawa.
- POPRAWA P., 2010 – System węglowodorowy z gazem ziemnym w łupkach – północno-amerykańskie doświadczenia i europejskie perspektywy. Przeg. Geol. vol. 58, nr 3: 216–225.
- POPRAWA, KIERSNOWSKI, 2008 – Perspektywy poszukiwań gazu ziemnego w skałach ilastych (shale gas) oraz gazu ziemnego zamkniętego (tight gas) w Polsce. Biul. Państw. Inst. Geol. Nr 429, s. 145–152.
- 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
- RABEK W., ŚWIERSZCZ B., 1995 – Projekt badań geologicznych dla wykonania arkuszy Żelazna Góra (33), Pieniężno (61), Orneta (97) Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski w skali 1: 50 000. Przedsiębiorstwo Hydrogeologiczne Sp. z o. o. Gdańsk.
- RAMAMOORTHY S., RAMAMOORTHY S., 1997 – Chlorinated organic compounds in the Environment. Lewis Publishers. pp.370.

- Raport** o stanie środowiska województwa warmińsko-mazurskiego w 2010 roku., 2010.
Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Olsztynie. 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. we sprawie rodzajów oraz stężeń substancji, które powodują, że urobek jest zanieczyszczony. *Dziennik Ustaw* nr 55 poz. 498 z dnia 14 maja 2002 r.
- Rozporządzenie** Ministra Środowiska z dnia 9 września 2002 r. w sprawie standardów jakości gleby oraz standardów jakości ziemi. *Dziennik Ustaw* nr 165, poz. 1359, z dnia 4 października 2002 r.
- Rozporządzenie** Ministra Środowiska z dnia 24 marca 2003 r. w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących lokalizacji, budowy, eksploatacji i zamknięcia, jakim powinny odpowiadać poszczególne typy składowisk odpadów. *Dziennik Ustaw* nr 61, poz. 549 z dnia 10 kwietnia 2003 r.
- Rozporządzenie** Ministra Środowiska z dnia 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. *Dziennik Ustaw* nr 32, poz. 284, z dnia 1 marca 2004 r.
- Rozporządzenie** Ministra Środowiska z dnia 20 sierpnia 2008 r. w sprawie sposobu klasyfikacji stanu jednolitych części wód powierzchniowych, *Dziennik Ustaw* nr 162, poz. 1008, z dnia 10 września 2008 r.
- Rozporządzenie** Ministra Środowiska z dnia 26 lutego 2009 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących lokalizacji, budowy, eksploatacji i zamknięcia, jakim powinny odpowiadać poszczególne typy składowisk odpadów. *Dziennik Ustaw* nr 39, poz. 320 z dnia 13 marca 2009 r.
- RZEPECKI P., 1982 – Jeziorne osady wapienne północno-wschodniej części województwa elbląskiego. Sprawozdanie ze zwiadu generalnego. Przedsiębiorstwo Geologiczne w Warszawie. Oddział w Gdańsku. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.

- SJÖBLOM A, HÅKANSSON K., ALLARD B., 2004 – River water metal speciation in a mining region – the influence of wetlands, limning, tributaries, and groundwater. *Water, Air, and Soil Pollution* 152: 173–194.
- SŁOWAŃSKI W., 1976 – Mapa Geologiczna Polski 1:200 000, wyd. B, arkusz Lidzbark Warmiński. Instytut Geologiczny. Warszawa.
- SOKOŁOWSKI T., ŚWIĄDER J., PAULO A., 2005 – Mapa geologiczno-gospodarcza, arkusz Dobry, w skali 1:50 000, Państw. Inst. Geol. Warszawa.
- SOLCZAK E., 1987 – Sprawozdanie z badań geologiczno-zwiadowczych za złożami kruszywa naturalnego województwo elbląskie. Gdańskie Przedsiębiorstwo Produkcji Kruszywa i Usług Geologicznych KRUSZGEO. Gdańsk. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- STOPA-BORYCZKA M., BORYCZKA J., 2005 – Klimat. [W:] Richling, A., Ostaszewska, K., (red.). *Geografia fizyczna Polski*. Wydawnictwo Naukowe PWN. Warszawa.
- STRZELECKI R., WOŁKOWICZ S., SZEWCZYK J., LEWANDOWSKI P., 1993 – Mapy Radioekologiczne Polski cz. I: Mapa mocy dawki promieniowania gamma w Polsce; Mapa stężenia cezu w Polsce. Skala 1:750 000. Wyd. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- STRZELECKI R., WOŁKOWICZ S., SZEWCZYK J., LEWANDOWSKI P., 1994 – Mapy Radioekologiczne Polski cz. II. Mapa koncentracji uranu, toru i potasu w Polsce. Wyd. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- SURMA L., 1979 – Sprawozdanie z wykonanych wierceń zwiadowczych za złożami kruszywa naturalnego w wybranych rejonach województwa elbląskiego. Gdańskie Przedsiębiorstwo Produkcji Kruszywa i Usług Geologicznych KRUSZGEO. Gdańsk. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- SZUFLICKI, 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., MIKANOVÁO., BORŮVKA L., 2003 – Effects of heavy metal concentrations on biological activity of soil micro-organisms. *Plant & Soil Environ.*, 49 (7): 321–326.
- TYSKI S. (red.), 1969 – Synekliza perybałtycka. [w:] 1. Budowa geologiczna Polski. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
- Ustawa** o odpadach z dnia 27 kwietnia 2001 r. Dziennik Ustaw nr 185, poz. 1243 z dnia 5 października 2010 r.

- VINK J., (2009) – The origin of speciation: Trace metal kinetics over natural water/sediment interfaces and the consequences for bioaccumulation. *Environmental Pollution* 157: 519–527.
- WENG H., CHEN X., 2000 – Impact of polluted canal water on adjacent soil and groundwater systems. *Environmental Geology* vol. 39 (8): 945–950.
- WILDI W., DOMINIK J., LOIZEAU J., THOMAS R. FAVARGER P. HALLER L., PERROUD A., PEYTREMANN C., 2004 – River, reservoir and lake sediment contamination by heavy metals downstream from urban areas of Switzerland. *Lakes & Reservoirs: Research & Management* 9 (1): 75–87.
- WOJTKIEWICZ J., 1983 – Sprawozdanie z poszukiwań serii piaszczysto – żwirowej w północnej i północno-wschodniej części województwa elbląskiego. *Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.*
- WYTYK A., 1987 – Sprawozdanie z przeprowadzonych badań geologicznych za złożem kredy jeziornej w rejonie Glebisko i Henrykowo woj. elbląskie. *Przedsiębiorstwo Geologiczne w Warszawie. Zakład w Gdańsku. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.*
- ZAPRZELSKI Z., 2010 – Dokumentacja geologiczna w kat. C₁ złoża piasków skaleniowo-kwarcowych Henrykowo w miejscowości Miłakowo, gm. Miłakowo, pow. ostródzki, woj. warmińsko-mazurskie.
- Zasady** dokumentowania złóż kopalin stałych, 2002 – Komisja Zasobów Kopalin, Ministerstwo Środowiska, Warszawa.