

**PAŃSTWOWY INSTYTUT GEOLOGICZNY
PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY**

OPRACOWANIE ZAMÓWIONE PRZEZ MINISTRA ŚRODOWISKA

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

Arkusz GIŻYCKO (104)



MINISTERSTWO
ŚRODOWISKA

Warszawa 2012

Autorzy plansza A: Katarzyna Bednarz*, Józef Kowalik*, Mateusz Szymanowski*
Autorzy plansza B: Izabela Bojakowska**, Paweł Kwecko**, Hanna Tomassi-Morawiec**,
Krystyna Wojciechowska***

Główny koordynator MGŚP: Małgorzata Sikorska-Maykowska**

Redaktor regionalny planszy A: Albin Zdanowski**

Redaktor regionalny planszy B: Joanna Szyborska-Kaszycka**

Redaktor tekstu: Sylwia Tarwid-Maciejowska**

* – Przedsiębiorstwo Geologiczne Sp. z o.o., ul. Hauke Bosaka 3A, 25-214 Kielce

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

*** – Przedsiębiorstwo Geologiczne POLGEOL SA, ul. Berezynska 39, 03-908 Warszawa

ISBN

Spis treści

I. Wstęp <i>K. Bednarz</i>	3
II. Charakterystyka geograficzna i gospodarcza <i>M. Szymanowski</i>	4
III. Budowa geologiczna <i>J. Kowalik</i>	7
IV. Złóża kopalin <i>K. Bednarz</i>	12
1. Kruszywo naturalne piaskowo-żwirowe	12
2. Kreda jeziorna	21
V. Górnictwo i przetwórstwo kopalin <i>K. Bednarz</i>	23
VI. Perspektywy i prognozy występowania kopalin <i>K. Bednarz</i>	26
VII. Warunki wodne <i>J. Kowalik</i>	28
1. Wody powierzchniowe	28
2. Wody podziemne	29
VIII. Geochemia środowiska	31
1. Gleby <i>P. Kwecko</i>	31
2. Osady <i>I. Bojakowska</i>	34
3. Pierwiastki promieniotwórcze <i>H. Tomassi-Morawiec</i>	38
IX. Składowanie odpadów <i>K. Wojciechowska</i>	40
X. Warunki podłoża budowlanego <i>K. Bednarz</i>	47
XI. Ochrona przyrody i krajobrazu <i>K. Bednarz</i>	49
XII. Zabytki kultury <i>M. Szymanowski</i>	55
XIII. Podsumowanie <i>K. Bednarz, K. Wojciechowska</i>	58
XIV. Literatura	60

I. Wstęp

Arkusze Giżycko Mapy geośrodowiskowej Polski w skali 1:50 000 opracowany został w 2012 roku w Przedsiębiorstwie Geologicznym Sp. z o.o. w Kielcach (plansza A), Przedsiębiorstwie Geologicznym „POLGEOLOG” SA w Warszawie oraz Państwowym Instytucie Geologicznym-Państwowym Instytucie Badawczym w Warszawie (plansza B). Wykonano go zgodnie z „Instrukcją opracowania Mapy geośrodowiskowej Polski w skali 1:50 000” (2005). Przy niniejszym opracowaniu wykorzystano materiały archiwalne arkusza Giżycko Mapy geologiczno-gospodarczej Polski w skali 1:50 000, wykonanej w 2006 r. (Bujakowska i in., 2006 r.).

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

Materiały do niniejszego opracowania zebrano w archiwach: Warmińsko-Mazurskiego Urzędu Wojewódzkiego w Olsztynie, starostwa powiatowych w Giżycku i Węgorzewie, Centralnym Archiwum Geologicznym Państwowego Instytutu Geologicznego w Warszawie,

a także w Wojewódzkim Oddziale Służby Ochrony Zabytków w Olsztynie. Wykorzystane zostały również informacje uzyskane w urzędach gmin, ze stron internetowych Wojewódzkiego Inspektoratu Ochrony Środowiska w Olsztynie oraz użytkowników złóż. Zebrane dane zweryfikowano zwiadem terenowym.

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

II. Charakterystyka geograficzna i gospodarcza.

Obszar objęty arkuszem Giżycko określają współrzędne od $21^{\circ}45'$ do $22^{\circ}00'$ długości geograficznej wschodniej i od $54^{\circ}00'$ do $54^{\circ}10'$ szerokości geograficznej północnej.

Administracyjnie obszar objęty arkuszem należy do województwa warmińsko-mazurskiego, powiatów: Giżycko (gminy: Giżycko, Kruklanki, Wydminy i Miłki) i Węgorzewo (gminy Pozezdrze i Węgorzewo).

Poza Giżyckiem, siedzibą Starostwa Powiatowego, Urzędu Miasta i Gminy na terenie objętym arkuszem znajdują się dwie miejscowości gminne: Kruklanki i Pozezdrze.

W podziale fizyczno-geograficznym Polski (Kondracki, 2002) obszar ten znajduje się w prowincji Niż Wschodniobałtycko-Białoruski, w podprowincji Pojezierza Wschodniobałtyckie, makroregionie Pojezierze Mazurskie, mezoregionach – Kraina Wielkich Jezior Mazurskich i Pojezierze Ełckie (fig. 1).

Krajobraz jest bardzo urozmaicony, dominują formy pochodzenia lodowcowego i wodnolodowcowego, lokalnie znaczną rolę odgrywają formy pochodzenia jeziornego i utworzone przez roślinność. W części południowej i środkowej arkusza występuje strefa czołowomorenowa, składająca się z trzech ciągów moren czołowych, prawdopodobnie częściowo spiętrzonych. Na zapleczu moren czołowych występują miejscami liczne pagórki moren martwego lodu. Znaczne obszary zajmuje wysoczyzna polodowcowa falista, z licznymi małymi formami akumulacji szczelinowej i kemami oraz zajętymi przez jeziora lub torfowiska obniżeniami wytopiskowymi. Wysoczyznę rozcina kilka rynien lodowcowych, z których największą zajmuje jezioro Żywki.

W części północnej, środkowej i południowo-wschodniej występują równiny sandrowe. Lokalnie mają one bardzo urozmaiconą rzeźbę – różnice wysokości dochodzą do 20 m (wzgórza między Przytułami i Jakunówko). Charakterystyczne dla tego rejonu jest występowanie na obrzeżach większych jezior tarasów kemowych, wznoszących się ponad ich poziom na wysokość 4-2 m (jeziora: Wilkus, Gołdopiwo, Kruklin, Harsz, Lemiet, Fryd, Niegocin).

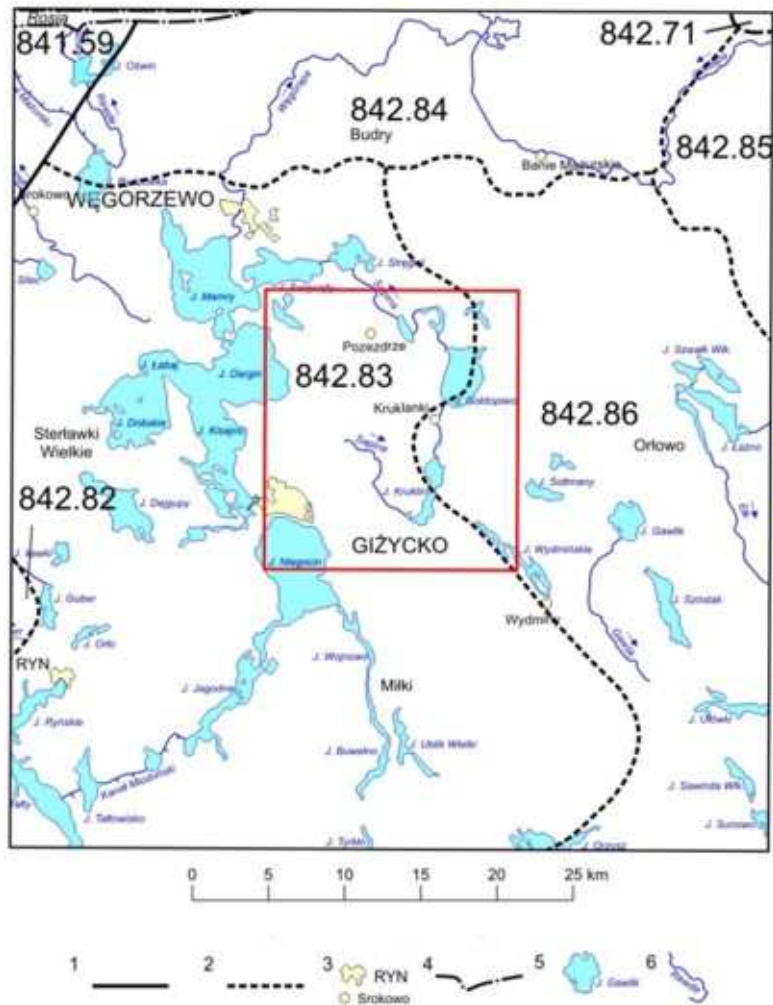


Fig. 1. Położenie arkusza Giżycko na tle jednostek fizycznogeograficznych wg J. Kondrackiego (2002)

1 – granica prowincji, 2 – granica mezoregionu, 3 – miejscowości, 4 – granica państwa, 5 – jeziora, 6 – rzeki

Prowincja Niż Wschodniobałtycko-Białoruski (84)

Podprowincja Pobrzeże Wschodniobałtyckie (841)

Makroregion Nizina Staropruska (841.5)

Mezoregion Nizina Sępopolska (841.59)

Podprowincja Pojezierze Wschodniobałtyckie (842)

Makroregion Pojezierze Litewskie (842.7)

Mezoregion Puszcza Romincka (841.71)

Makroregion Pojezierze Mazurskie (842.8)

Mezoregiony: Pojezierze Mrągowskie (842.82), Kraina Wielkich Jezior Mazurskich (842.83), Kraina Węgorapy (842.84), Wzgórza Szeskie (842.85), Pojezierze Etckie (824.86)

Nad jeziorami: Dargin, Dgał, Warniak i Harsz w północno-wschodniej części omawianego terenu oraz nad Niegocinem w Giżycku, na wysokości około 120 m n.p.m. zaznacza się w rzeźbie wyższy taras jeziorny. Na obrzeżach większych jezior miejscami występuje niższy taras jeziorny o szerokości nieprzekraczającej na ogół 100 m.

Omawiany teren pod względem klimatycznym należy do regionu mazursko-białostockiego. Jest to strefa klimatu kontynentalno-oceanicznego, ze średnią temperaturą zimy około -3°C , lata około $16,6^{\circ}\text{C}$ i średnią roczną około $6,5^{\circ}\text{C}$.

Największe opady występują w lipcu i sierpniu, najmniejsze w marcu, średnioroczny opad wynosi około 665 mm. Pokrywa śnieżna zalega przez około 80–90 dni. Parowanie z powierzchni terenu wynosi średnio 480 mm, a parowanie w wolnej przestrzeni wodnej wynosi około 520 mm. Najsilniejsze wiatry wieją w lutym i październiku, najłagodniejsze w sierpniu (Woś, 1999).

Struktura i jakość gleb w granicach arkusza jest zróżnicowana. Dominują wśród nich gleby brunatne właściwe, powstałe z różnych skał macierzystych, głównie z zasobnych w węglan wapnia glin zwałowych wysoczyzn morenowych. Oprócz nich występują tu również gleby brunatne wyługowane, pseudobielicowe i czarne ziemie. Wśród gleb hydrogeniczych największe powierzchnie na obszarze objętym arkuszem zajmują gleby murszowo-torfowe i torfowe. Występują one w rozproszeniu na całym terenie.

Tereny leśne zajmują niewielkie powierzchnie, największe w części wschodniej wzdłuż jeziora Gołdopiwo, między Wyłudami i Nowymi Sołdanami oraz przy jeziorach Kruklin i Wydmiańskim. W części zachodniej większe powierzchnie lasów znajdują się między Pozezdrzem i Świdrami. Wśród siedlisk przeważają średnio żyzne – bór mieszany świeży (około 30%). Ponad 20% zajmuje żyzny las świeży, a po około 14% mniej żyzny bór świeży i ols. Z rozkładu siedlisk wynika, że lasy są w większości przydatne dla penetracji turystycznej. Gatunkiem dominującym jest sosna (ponad 50% powierzchni). Po kilkanaście procent udziału mają brzoza i świerk.

Około 15% powierzchni omawianego arkusza zajmują jeziora.

Głównym ośrodkiem subregionalnym, koncentrującym funkcje usługowe, przemysłowe i turystyczne jest wyodrębnione administracyjne miasto Giżycko. Położone jest ono między jeziorami: Kisajno w zespole Mamr, a Niegocinem przy sztucznym kanale łączącym oba jeziora. Przez kanał, w poprzek systemu jezior przeprowadzono szosę i linię kolejową z Olsztyna przez Ełk do Białegostoku.

Miasto liczy prawie 40 tysięcy mieszkańców, znajdują się tu liczne obiekty infrastruktury i zakłady usługowe. Głównymi zakładami przemysłowymi w mieście są: Przedsiębiorstwo Energetyki Ciepłej, Okręgowa Spółdzielnia Mleczarska i Zakłady Rybne (obecnie nieczynne).

Wiodącą funkcją omawianego regionu pozostaje rolnictwo oraz hodowla bydła, a także sezonowo – obsługa ruchu turystycznego. W ostatnich latach szczególnie dynamicznie rozwija się sektor usług turystyczno-rekreacyjnych. Znaczny potencjał turystyczny regionu wynika z atrakcyjności środowiska przyrodniczego (duża powierzchnia wód otwartych, niski stopień degradacji elementów środowiska) i istniejącej infrastruktury (m. in. połączenie jezior syste-

mem kanałów). W większych miejscowościach nastąpiła przebudowa bazy turystycznej, powstały obiekty o wysokim standardzie obsługi: hotele, pensjonaty, przystanie żeglarskie, a na terenach wiejskich – pensjonaty i gospodarstwa agroturystyczne. W sezonie letnim obsługa ruchu turystycznego stanowi istotne źródło utrzymania miejscowej ludności. Giżycko jest uznawane za żeglarską stolicę Polski.

Przez omawiany obszar przebiegają dwie drogi krajowe: nr 63 Mikołajki–Giżycko–Węgorzewo i nr 59 Giżycko–Ryn. Drogi powiatowe łączą Giżycko z Mikołajkami (nr 643), z Ełkiem (nr 656), z Oleckiem (nr 655) i z Kętrzyńskiem (nr 592). Wszystkie miejscowości mają dogodne połączenia między sobą.

III. Budowa geologiczna

Przedstawiony poniżej rys budowy geologicznej obszaru arkusza Giżycko jest uproszczony i ogranicza się jedynie do tych elementów, które są istotne dla omawianej dalej problematyki złożowej, wód podziemnych i warunków podłoża budowlanego. Bliższą charakterystykę geologiczną omawianego obszaru zawiera arkusz Giżycko Szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1:50 000 (Szumański A, 2000 a,b).

Obszar objęty arkuszem Giżycko położony jest w środkowej części prekambryjskiej platformy wschodnioeuropejskiej, w obrębie wyniesienia mazursko – suwalskiego. Utwory prekambryjskie zalegają stosunkowo płytko (około 1600 m p.p.t.). Wyróżniono tu szereg różnowiekowych kompleksów skał metamorficznych i intruzywnych. Skały przeobrażone przeszły przez kilkakrotne i zróżnicowane procesy metamorficzne. Świadczy to o długiej ewolucji cokołu krystalicznego Polski północno-wschodniej.

Pokrywą osadową wspomnianego masywu krystalicznego stanowią osady permu, triasu, jury i kredy. Najstarszymi nawierconymi utworami są osady kredy górnej (229–291 m p.p.t.). Są to piaski i mułki kwarcowo-glaukonitowe mastrychtu. Podścielają one bezpośrednio osady czwartorzędowe, w obrębie wydłużonej, dość szerokiej doliny, biegnącej od Stręgielka (północny kraniec arkusza) przez Pozezdrze do Giżycka i dalej na zachód.

Osady paleogenu zostały nawiercone w rejonie Giżycka, na głębokości 197,5 m (62,5 m n.p.m.). Są to piaski drobnoziarniste, szaro- i ciemnozielone, o miąższości 10,5 m leżące na glinie piaszczystej, z pojedynczymi żwirikami.

Na podstawie danych uzyskanych z otworów wiertniczych wykonanych na sąsiadującym od zachodu arkuszu Sterławki Wielkie przyjęto, że osady eocenu podścielają utwory czwartorzędowe w północno-zachodniej części obszaru arkusza, koło jezior Dargin i Harsz oraz w rejonie Giżycka i północnego krańca jeziora Kruklin.

Osadów oligocenu w obrębie omawianego terenu nie udokumentowano, jednak na podstawie analizy ich występowania na obszarach objętych arkuszami: Miłki, Ryn i Sterławki Wielkie można założyć, że powinny występować na południowym krańcu arkusza Giżycko.

Cały obszar objęty arkuszem Giżycko pokrywają osady czwartorzędowe (fig. 2), o miąższości przekraczającej na ogół 200 m. Ze względu na uwarunkowania glacitektoniczne budowa pokrywy osadów czwartorzędowych jest bardzo skomplikowana.

Osady zlodowaceń najstarszych (narwi), wykształcone w postaci glin zwałowych o miąższości do 15,0 m, nawiercono w Stręgielku i Sulimach.

Na całym obszarze występują osady zlodowaceń południowopolskich, o miąższości dochodzącej do 97,0 m, reprezentowane przez utwory zlodowaceń: sanu i wilgi. Stadiał główny zlodowacenia sanu reprezentują ropy, mułki i piaski zastoiskowe dolne i górne oraz gliny zwałowe. Gliny zwałowe i osady zastoiskowe dolne są miejscami silnie zaburzone glacitektonicznie. Osady zlodowacenia wilgi to piaszczysto-ilaste, ciemnoszare z odcieniem zielonym, bardzo zwarte gliny zwałowe i należące do tzw. „czerwonego kompleksu ilastego” tego zlodowacenia – ropy i mułki wodnomorenowe.

Podczas interglacjału wielkiego osadzały się piaski i mułki jeziorno-rzeczne, silnie zdeformowane glacitektonicznie. Występują w nich domieszki zwęglonej substancji organicznej. Udokumentowana miąższość tej serii wynosi od 48,6 m do 90,0 m.

Zlodowacenia środkowopolskie reprezentowane są przez osady zlodowaceń odry i warty. Osadami zlodowacenia odry (stadiału górnego) są: piaski wodnolodowcowe, średnio- i drobnoziarniste o miąższości 48 m; ropy i mułki zastoiskowe, brązowe i szare o miąższości dochodzącej do około 34,0 m oraz piaszczyste lub piaszczysto-ilaste, szare i szaro-zielonkawe gliny zwałowe o miąższości do 45,0 m. Piaski i żwiry wodnolodowcowe, o miąższości do 30,0 m, wypełniają miejscami rozcięcia erozyjne, w obrębie podścielających je glin zwałowych oraz piasków wodnolodowcowych. Ich pozycja stratygraficzna ma charakter hipotetyczny, ponieważ te serie osadów mogły powstać podczas stadiału środkowego. Stadiał dolny zlodowacenia warty reprezentowany jest przez ropy i mułki zastoiskowe oraz gliny zwałowe. Piaski wodnolodowcowe, gliny zwałowe oraz piaski i żwiry wodnolodowcowe reprezentują stadiał górny. Różnoziarniste, szarozółte piaski wodnolodowcowe zawierają liczne skalenie i ziarna wapieni, osiągają miąższość 30–45 m. Gliny zwałowe są twarde, piaszczyste, mają ciemnoszarą barwę i osiągają miąższość do 88,0 m.

Osady interglacjału eemskiego na obszarze objętym arkuszem nigdzie nie zostały udokumentowane.

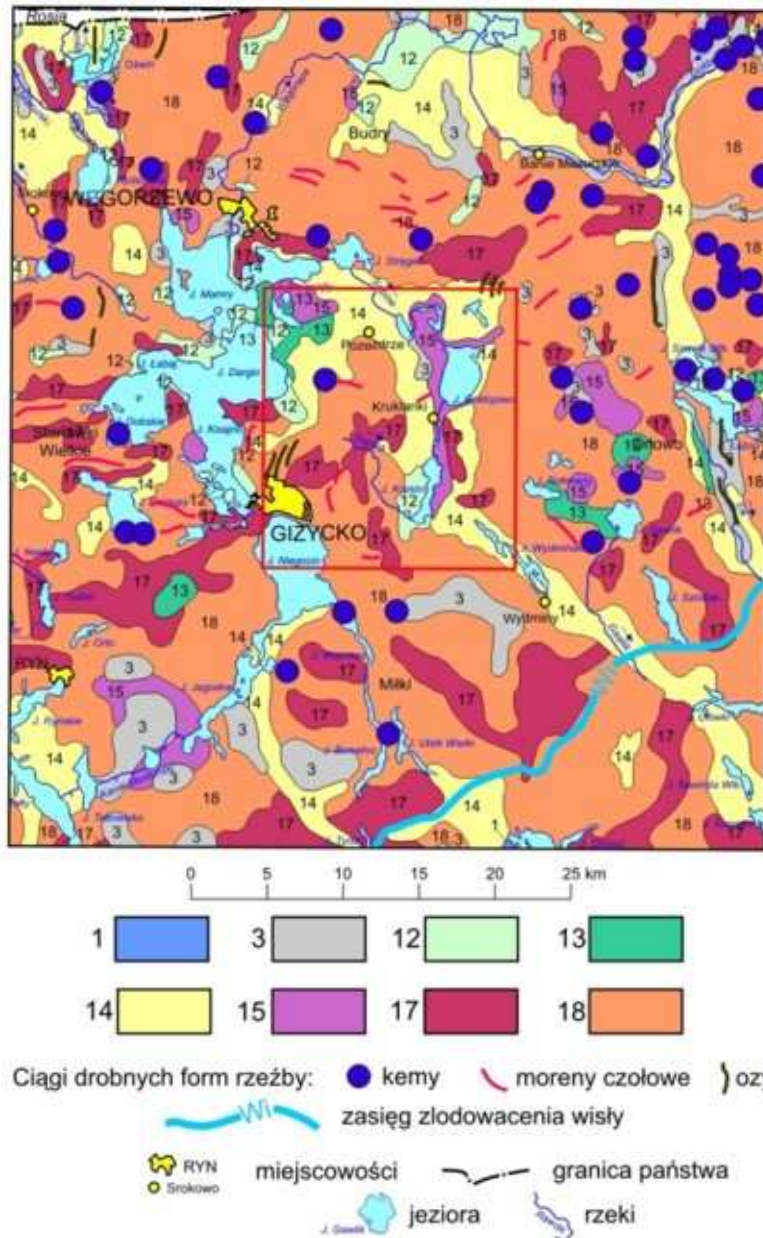


Fig. 2. Położenie arkusza Giszyn na tle Mapy geologicznej Polski w skali 1:500 000 wg L. Marksa, A. Bera, W. Gogołka, K. Piotrowskiej (red.) (2006)

Czwartorzęd, holocen: 1 – piaski, mułki, ropy i gytie jeziornoje, 3 – piaski, żwiry, mady rzeczne oraz torfy i namuły; plejstocen: 12 – piaski i mułki jeziornoje, 13 – ropy, 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 oraz piaski i żwiry lodowcowe

Zachowano oryginalną numerację z Mapy geologicznej w skali 1:500 000 (Marks i in. 2006)

Zlodowacenia północnopolskie reprezentowane są przez piaski i żwiry wodnolodowcowe górne i dolne oraz gliny zwałowe stadiału środkowego oraz osady stadiału górnego. Różnoziarniste piaski wodnolodowcowe dolne, rzadko żwiry występują w części środkowej i południowej (33 m miąższości) oraz na północnym skraju omawianego arkusza (50 m miąższości). Gliny występują powszechnie na całym obszarze i osiągają miąższości od 5 do 37 m. Są to gliny brązowe i szare, silnie piaszczyste, zawierają liczne żwiry skał północnych. Utwo-

ry stadiału górnego zlodowacenia wisły są powszechne na całym obszarze, reprezentują je osady glacialne, zastoiskowe i wodnolodowcowe oraz jeziorne. Zostały udokumentowane w rejonie jezior Niegocin i Gołdopiwo oraz koło miejscowości Stręgielek. Są to szare ility warwowe lub mułki i mułki piaszczyste, o miąższości do 30 m. Najpowszechniej na całym obszarze objętym arkuszem Giżycko występują gliny zwałowe, na ogół brązowe lub szare, o bardzo zmiennym uziarnieniu, zawierają liczne, duże głązy. Gliny mają od kilku do około 26 m miąższości.

Koło Harszu, Spytkowa i Przerwanek występują piaski i żwiry oraz gliny zwałowe moren z wyciśnięcia. Są to piaski różnoziarniste lub piaski i żwiry, bez głązów, z wyraźnymi zaburzeniami glacitektonicznymi, zazwyczaj przykryte glinami.

Kilka ciągów wzgórz moreny czołowej zbudowanych ze spływowch glin zwałowych osadzonych na piaskach, żwirach i głązach powstałych u czoła lądolodu znajduje się w rejonie: Sołdanów, Wyłud, Krukłanek, Krukłina, Jakunówka i Pieczarek.

Na zapleczu moren czołowych piaski i żwiry oraz gliny zwałowe moren martwego lodu uformowały nieregularnie rozmieszczone, niewielkie pagórki i wzniesienia. Miąższość tych osadów miejscami dochodzi do 15,0 m. Są to piaski i żwiry z nagromadzeniami głązów przykryte najczęściej spływowymi glinami zwałowymi. Towarzyszą im liczne zagłębienia, obecnie wypełnione torfami.

W sąsiedztwie moren czołowych i moren martwego lodu na całym obszarze występują źle wysortowane, niewarstwowane lodowcowe piaski i żwiry z głązami. Ich miąższość wynosi kilka metrów.

Na wysoczyźnie morenowej pomiędzy Antoniowem i Pieczarkami, w rejonie Sołdanów, Przerwanek i Krukłina oraz na obszarach sandrowych koło Jakunówka i nad jeziorem Wydmieńskim występują kilkunastometrowe warstwy piasków, żwirów i glin zwałowych form akumulacji szczelinowej.

W dnach rynien lodowcowych zalegają piaski i żwiry przykryte osadami wodnolodowcowymi sandrowymi, częściowo piaskami rzecznyymi i jeziornymi, osadami deluwialnymi, torfami i kredą jeziorną. Ich miąższość wynosi od kilku do kilkunastu metrów.

Owalne wzgórza, nieregularnie występujące na wysoczyźnie morenowej lub w sąsiedztwie sandrów, określone mianem kemów glacifluwialnych zbudowane są z piasków i piasków ze żwirem.

Znaczne powierzchnie zajmują piaski i żwiry sandrowe. Głównym obszarem ich występowania jest strefa akumulacji utworów sandrowych, biegnąca od północnego obrzeża jeziora Gołdopiwo w kierunku południowym do jeziora Kruklin na południowy wschód wzdłuż ryn-

ny jeziora Wydmiańskiego w stronę Sucholasek. W Pieczonkach łączy się z wąską strefą utworów sandrowych biegnącą równoleżnikowo od strony Spytkowa. Występują również na północ od Pozezdrza, od północy obszaru w kierunku południowo zachodnim, w stronę: Harszu, Pieczarek i Świdrów.

W północno zachodniej części obszaru arkusza, w otoczeniu jeziora Harsz i w obrębie wyższego tarasu jezior Dargin i Kisajno występują ciemno- i szarobrazowe ility warwowe, z nielicznymi przeławiczeniami mułków i piasków pylastych, o miąższości nieprzekraczającej 11,0 m.

Piaski, miejscami piaski ze żwirami tarasów kemowych, powstały na obszarach przyległych do wielkich brył martwego lodu, wypełniających wówczas misy dzisiejszych jezior: Wilkus, Gołdopiwo, Kruklin i Niegocin. Są to głównie piaski drobnoziarniste, pylaste i piaski z domieszką żwirów, a ich miąższości nie przekraczają 15,0 m.

W otoczeniu jezior: Lemięt, Harsz, Dargin, Warniak, Dgał Wielki, Skarż Wielki, Wojsak i Niegocin występują pyłowe piaski jeziorne. Są to piaski drobnoziarniste, mułkowate, podrzędnie mułki z domieszką humusu i z wkładkami torfu lub gytii. Budują one płaskie zrównania wyższego tarasu jeziornego położone na wysokości 2–4 m powyżej poziomu jezior, ich miąższość nie przekracza na ogół 6 m.

Na przełomie plejstocenu i holocenu tworzyły się: ility, namuły torfiaste i mułki jeziorne, piaski eoliczne oraz piaski i gliny deluwialne, w tym czasie również nasiliły się ruchy erozyjne i denudacyjne. Utwory jeziorne stwierdzono koło miejscowości Jasieniec nad jeziorem Gołdopiwo. Osady deluwialne reprezentowane są przez piaski i gliny zagłębień bezodpływowych, zazębiające się z namułami holocenijskimi.

W holocenie znaczącą rolę odegrał proces zarastania jezior oraz sedymentacja utworów węglanowych. Osadami holocenu są: piaski i żwiry rzeczne tarasów zalewowych 1,0 m nad poziom rzeki; piaski i żwiry jeziorne, gytie i kredy jeziorne; osady den dolinnych, zagłębień bezodpływowych i okresowo przepływowych; namuły torfiaste zagłębień bezodpływowych i torfy. Piaski i piaski ze żwirem jeziorne występują wzdłuż brzegów jezior, na wysokości 0,5–1,5 m powyżej ich poziomu. Są to różnoziarniste, warstwowane piaski, z wkładkami osadów organicznych lub domieszką rozproszonych szczątków roślinnych i skorup mięczaków, o miąższości rzędu 2-4 m. W obrębie mis jeziornych w okolicach Okowizny i Kruklin, nad jeziorami: Gołdopiwo, Warniak, Fryd, Wojsak i nad jeziorem Kruklin, osadziły się utwory węglanowe: gytie i kredy jeziorne. Mają one od 2,0 do 8,0 m miąższości, maksymalnie 9,5 m. Podścielone są cienką warstwą iłłów jeziornych. Piaski humusowe i namuły piaszczysto-gliniaste o miąższości rzadko przekraczającej 2,5 m wypełniają obniżenia bezodpływowe.

Torfy są przeważnie brunatne i czarne, turzycowe-mszyste. Występują one na znacznych obszarach, wypełniając stare misy jeziorne, wytopiska, zagłębienia bezodpływowe, obniżenia oraz dna rynien w obrębie wysoczyzny morenowej, stref moren czołowych i obszarów sandrowych. Często leżą one na gytach i kredach jeziornych. Miąższość ich jest bardzo zróżnicowana, nie przekracza jednak 5,0 m. Namuły torfiaste zagłębienia bezodpływowych występują rzadko, wypełniając cienką warstwą nieliczne, niewielkie, podmokłe obniżenia terenu.

IV. Złoża kopalin

W granicach arkusza Giżycko rozpoznano i udokumentowano wystąpienia piasków, piasków ze żwirem oraz kredy jeziornej. Zlokalizowano tu trzydzieści trzy złoża o zasobach udokumentowanych i zarejestrowanych. W aktualnym „Bilansie zasobów...” (Szuflicki i in., (red.), 2011) z tego obszaru wymienionych jest trzydzieści jeden złóż. Ich charakterystykę gospodarczą i klasyfikację sozologiczną przedstawiono w tabeli 1. Szczegółowe informacje o złożach zamieszczono również w kartach informacyjnych opracowanych dla komputerowej bazy danych.

Złoża piasku ze żwirem: „Spytkowo IV” (Kuczyński, 2003a, 2008b), „Spytkowo II” (Szymborski, 1992, Zaprzelski, 2009), „Zielony Gaj” (Sadowski, 1980) oraz złoża piasku i piasku ze żwirem „Gajewo” (Bobel, 1999, 2011b) zostały wykreślone z „Bilansu zasobów...” z powodu zakończenia eksploatacji.

1. Kruszywo naturalne piaskowo-żwirowe.

Występowanie osadów piaszczystych na omawianym terenie związane jest z działalnością lądolodu zlodowacenia wisły. W trakcie deglacjacji powstały liczne kemy zbudowane z materiału piaszczysto-żwirowego, w obrębie których udokumentowano złoża kruszywa naturalnego. Równie liczne złoża związane są z formami sandrowymi.

W dwudziestu pięciu złożach udokumentowano piaski ze żwirem: „Jakunówko”, „Piecarki II”, „Świdry”, „Spytkowo”, „Sołdany”, „Boćwinka”, „Kruklin IV”, „Kruklin-RDP”, „Kruklin III”, „Kruklin II”, „Piecarki III”, „Sołdany I”, „Spytkowo V”, „Spytkowo XI”, „Spytkowo IX”, „Spytkowo VIII”, „Spytkowo X”, „Sołdany II”, „Spytkowo VI”, „Zielony Gaj”, „Spytkowo VII”, „Kruklin VI”, „Kruklin V”, „Siedliska” i „Siedliska II”. Piasek udokumentowano w trzech złożach: „Kolonія Pozezdrze”, „Krukłanki „D” i „Gajewo I”, a piasek ze żwirem i piasek w złożach: „Piecarki” i „Krukłanki „E”.

Zestawienie parametrów geologiczno-górnicych oraz parametrów jakościowych kruszywa piaskowo-żwirowego z niżej omówionych złóż ujęto w tabeli 2.

Złoże „Jakunówko II” położone jest we wschodniej części arkusza na północ od wsi Jakunówko. Serię złożową tworzą kemoweutwory piaszczysto-żwirowe, zalegające pod nadkładem gleby lub warstwą zorsztynizowanych piasków (głównie w części północnej złoża). Seria złożowa jest sucha. Kopalina przeznaczona jest dla potrzeb budownictwa i drogownictwa.

W złożu kruszywa „Kolonja Pozezdrze” kopalnią są utwory piaszczyste z domieszką frakcji żwirowej, zalegające pod nadkładem gleby, piasków i piasków ze żwirem. Lustro występującego w złożu poziomu wodonośnego ma charakter swobodny i zalega na głębokości od 3,1 m do 6,5 m p.p.t. Kruszywo może być przydatne w budownictwie oraz do budowy i naprawy dróg o nawierzchni żwirowej.

W odległości 10 km na północny wschód od miejscowości Pozezdrze, znajduje się złożo piasków ze żwirem i piasków morenowych „Piecarki”. Zostało udokumentowane w formie karty rejestracyjnej. Seria złożowa zalega pod niewielkim nadkładem, który tworzy gleba i piasek zagliniony. Złoże jest suche, kopalina przeznaczona jest dla potrzeb budownictwa i drogownictwa.

Kolejne dwa złoża piasku ze żwirem „Piecarki III” i „Piecarki II” położone są ok. 0,9 km na wschód od drogi Świdry – Piecarki. Złoża te mają formę pokładową, zaleganie poziome. Są to osady piaszczysto-żwirowe zakumulowane w fazie pomorskiej, stadiału głównego, zlodowacenia wisły. Nadkład buduje gleba i glina piaszczysta zaś spąg piaski gliniaste i gliny. „Piecarki III” zostały udokumentowane w dwóch polach zasobowych. Złoża są suche. Z obu złóż surowiec może być przydatny w drogownictwie, ze złoża „Piecarki II” może znaleźć zastosowanie również w budownictwie.

„Świdry” to złożo piasków i żwirów w postaci soczewkowych form o niejednorodnej miąższości, zalegające pod nadkładem gleby i glin piaszczystych. Są to osady stadiału górnego zlodowacenia wisły. Woda w postaci sączeń w glinach występuje na różnych poziomach. Kopalina może znaleźć zastosowanie w budownictwie i drogownictwie.

W pobliżu miejscowości Spytkowo udokumentowano osiem wystąpień piasku ze żwirem: „Spytkowo V”, „Spytkowo XI”, „Spytkowo VIII”, „Spytkowo IX”, „Spytkowo”, „Spytkowo X”, „Spytkowo VI” i „Spytkowo VII”. Złoża z tego rejonu mają formę pokładową, zaleganie poziome. Są to sandrowe osady piaszczysto-żwirowe zlodowacenia północnopolskiego, występujące pod warstwą gleby. Serię złożową stanowią piaski różnoziarniste, ze zmienną w szerokich granicach domieszką frakcji żwirowej z otoczkami. Złoża mają niewielkie powierzchnie (do 1,91 ha) i zbliżone parametry jakościowe (tabela 2), spełniają kryteria surowców drogowych i budowlanych i pod takim kątem były badane.

Złoże kopalni i ich charakterystyka gospodarcza oraz klasyfikacja

Nr złoża na mapie	Nazwa złoża	Rodzaj kopaliny	Wiek Kompleksu litologiczno-suwrowcowego	Zasoby geologiczne bilansowe [tys. t]	Kategoria rozpoznania	Stan zagospodarowania złoża	Wydobycie [tys. t]	Zastosowanie kopaliny	Klasyfikacja złóż		Przyczyny konfliktowości złoża	
				wg stanu na 31.12.2010 (Szuflicki, (red.) 2011)					klasy			
				5					6	7		8
1	Jakunówko II	pż	Q	19	C ₁	N	-	Sb, Sd	4	B	K, Natura 2000	
2	Kolonia Pozezdrze	p	Q	35	C ₁	Z	-	Sb, Sd	4	A		
3	Pieczarki	pż, p	Q	18	C ₁ *	N	-	Sb, Sd	4	A		
4	Pieczarki II	pż	Q	31	C ₁	G	-	Sb, Sd	4	A		
5	Krukłanki „E”	pż, p	Q	30	C ₁ *	Z	-	Sb, Sd	4	A		
6	Krukłanki „D”	p	Q	57	C ₁ *	Z	-	Sb, Sd	4	A		
7	Świdry	pż	Q	568	C ₁	G	83	Sb, Sd	4	A		
9	Spytkowo	pż	Q	100	C ₁ *	Z	-	Sb, Sd	4	A		
12	Sołdany	pż	Q	28	C ₁	N	-	Sd	4	A		
13	Gajewo I	p	Q	189	C ₁	N	-	Sb, Sd	4	A		
14	Boćwinka	pż	Q	21	C ₁	N	-	Sd, Sb	4	A		
15	Kruklin	kj	Q	1,2	C ₁	Z	-	Sr	4	B	K, Gl	
16	Upały	kj	Q	-	C ₁	Z	-	Sr	4	A		
17	Kruklin II	kj	Q	-	C ₁	Z	-	Sr	4	A		
18	Kruklin IV	pż	Q	999	C ₁	G	20	Sd	4	A		
19	Kruklin-RDP	pż	Q	159	C ₁ *	G	5	Sd	4	A		
20	Kruklin III	pż	Q	153	C ₁	N	-	Sb	4	A		
21	Kruklin II	pż	Q	188	C ₁	G	2	Sb	4	A		
22	Pieczarki III	pż	Q	123	C ₁	G	10	Sd	4	A		
23	Sołdany I	pż	Q	800	C ₁	G	3	Sd, Sb	4	A		
24	Spytkowo V	pż	Q	169	C ₁	N	-	Sb, Sd	4	A		
25	Spytkowo XI**	pż	Q	202	C ₁	N	-	Sd, Sb	4	A		
26	Spytkowo IX	pż	Q	343	C ₁	G	-	Sd, Sb	4	A		
27	Spytkowo VIII	pż	Q	248	C ₁	N	-	Sd, Sb	4	A		
28	Spytkowo X	pż	Q	49	C ₁	G	-	Sd, Sb	4	A		
29	Sołdany II**	pż	Q	487	C ₁	N	-	Sb, Sd	4	A		

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
30	Spytkowo VI	pż	Q	337	C ₁	G	38	Sd, Sb	4	A	
31	Zielony Gaj	pż	Q	704	C ₁	N	-	Sd, Sb	4	B	W, Z
32	Spytkowo VII	pż	Q	158	C ₁	N	-	Sd, Sb	4	A	
33	Kruklin VI	pż	Q	342	C ₁	N	-	Sd, Sb	4	A	
34	Kruklin V	pż	Q	6 011	C ₁	N	-	Sd, Sb	4	A	
35	Siedliska	pż	Q	61	C ₁	G	3*	Sd, Sb	4	A	
36	Siedliska II	pż	Q	306	C ₁	G	2*	Sd, Sb	4	A	
	Spytkowo IV	pż	Q			ZWB					
	Spytkowo II	pż	Q			ZWB					
	Zielony Gaj	pż	Q			ZWB					
	Gajewo	p,pż	Q			ZWB					

Rubryka 2: ** – złoża nie figuruje w bilansie, zasoby wg dokumentacji ;

Rubryka 3: **p** – piasek, **pż** – piasek ze żwirem, **kj** – kreda jeziorna;

Rubryka 4: **Q** – czwartorzęd;

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

Rubryka 7: złoża: **G** – zagospodarowane, **N** – niezagospodarowane, **Z** – zaniechane, **ZWB** – wykreślone z „Bilansu Zasobów ...” (zlokalizowane na mapie dokumentacyjnej, zamieszczone w materiałach archiwalnych);

Rubryka 8: * – dane od właścicieli złóż;

Rubryka 9: **Sb** – budowlane, **Sd** – drogowe, **Sr** – rolnicze;

Rubryka 10: złoża: **4** – powszechne, licznie występujące, łatwo dostępne;

Rubryka 11: złoża: **A** – mało konfliktowe, **B** – konfliktowe;

Rubryka 12: **K** – ochrona krajobrazu, **W** – ochrona wód podziemnych, **G1** – ochrona gleb, **Z** – konflikt zagospodarowania terenu;

Tabela 2

Charakterystyka najważniejszych parametrów geologiczno-górnicznych złóż i parametrów jakościowych kopalin okruszowych

Numer złoza na mapie	Nazwa złoza Autor dokumentacji, rok	Powierzchnia złoza (ha)	Grubość nadkładu od-do; średnio (m)	Miąższość złoza od-do; średnio (m)	Warunki hydrogeologiczne	N/Z od-do; średnio	Rodzaj kopaliny	Zawartość frakcji poniżej 2 mm (punkt piaskowy) od-do; średnio (%)	Zawartość pyłów mineralnych od-do; średnio (%)	Gęstość nasypowa w stanie utrzęzionym od-do; średnio (T/m ³)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	<u>Jakunówko II</u> (Sadowski, 1993)	0,24	0,2–1,5; b.d.	2,9–6,0; 4,2	suche	b.d.–b.d.; 0,12	pż	34,0–71,0; 52,7	5,8–6,8; 6,3	1,86–2,27; 2,10
2	<u>Kolonia Pozezdrze</u> (Sadowski, 1994a)	0,50	1,0–1,7; 1,4	2,5–7,0; 4,4	zawodnione	0,14–0,68; 0,39	p	72,5–88,9; 79,4	5,4–11,5; 8,5	1,76–1,83; 1,79
3	<u>Pieczarki</u> (Sadowski, 1991a)	0,23	0,3–0,4; 0,3	2,1–4,2; b.d.	suche	0,07–0,19; b.d.	pż	47,5–48,5; 48,0	3,2–6,0; 4,6	2,14–2,15; 2,14
				b.d.–b.d.; 3,2			p	b.d.–b.d.; 86,2	b.d.–b.d.; 6,3	b.d.–b.d.; 1,84
4	<u>Pieczarki II</u> (Ceckowski, Tatarata, 2003)	1,39	0,3–0,4; 0,33	2,0–6,0; 3,9	suche	0,05–0,17; 0,11	pż	56,4–63,4; 59,5	3,2–4,5; 1,85	1,84–1,86; 1,85
5	<u>Kruklanki „E”</u> (Sadowski, 1989)	1,83	0,7–1,3; 1,0	3,5–10,2; 8,0	suche	b.d.–b.d.; 0,11	pż	43,8–76,0; 71,7	1,5–4,7; 3,0	1,87–2,01; 1,92
				4,3–5,3; 4,8			p	b.d.–b.d.; 87,1	2,3–5,1; 4,0	b.d.–b.d.; 1,79
6	<u>Kruklanki „D”</u> (Matuszczak, Sożyński, 1980)	1,22	0,1–0,4; 0,2	2,8–17,8; 8,2	suche	b.d.–b.d.; 0,02	p	b.d.–b.d.; 78,0	b.d.–b.d.; 7,0	n.o.
7	<u>Świdry</u> (Kuczyński, 2005)	5,34	0,2–6,0; 1,4	5,2–15,1; 10,0	suche	b.d.–b.d.; 0,14	pż	45,0–79,0; 63,0	0,5–3,5; 1,58	1,80–2,05; 1,92
9	<u>Spytkowo</u> (Sadowski, 1991b)	1,15	0,3–2,6; 0,9	3,2–6,1; 4,9	suche	0,06–0,75; 0,24	pż	46,0–61,5; 51,7	1,3–8,3; 4,7	2,01–2,17; 2,11

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
12	<u>Soldany</u> (Sadowski, 1994c)	0,29	0,3–1,5; 0,9	3,0–7,0; 5,2	zawodnione	0,07–0,33; 0,18	pż	55,0–75,0; 66,7	4,0–7,0; 5,7	1,84–2,05; 1,91
13	<u>Gajewo I</u> (Kuczyński, 2003b)	0,87	0,0–1,5; 0,4	7,5–18,6; 11,5	suche	0,0–0,4; 0,09	p	83,7–97,7; 90,7	0,7–1,6; 1,3	1,69–1,78; 1,74
14	<u>Boćwinka</u> (Sadowski, 1994b)	0,63	0,3–0,6; b.d.	1,1–2,8; b.d.	suche	0,0–0,4; 0,09	pż	53,0–64,0; b.d.	4,8–9,6; b.d.	n.o.
18	<u>Kruklin IV</u> (Tatarata, Harat, 1998b)	6,18	0,2–0,6; 0,3	10,2–11,3; 10,5	suche	b.d.–b.d.; 0,03	pż	b.d.–b.d.; b.d.	b.d.–b.d.; b.d.	b.d.–b.d.; b.d.
19	<u>Kruklin-RDP</u> (Data, 1983b, Data, 1995)	6,60	1,7–3,0; 2,0	5,5–8,9; 6,1	suche	b.d.–b.d.; 0,3	pż	35,4–76,1; 54,6	1,23–6,21; 3,35	1,93–2,02; 1,98
20	<u>Kruklin III</u> (Sadowski, 1995b)	0,57	2,8–3,0; 2,9	8,6–15,6; 11,0	suche	0,18–0,34; 0,29	pż	43,6–53,0; 47,5	2,8–7,0; 4,3	2,07–2,23; 2,15
21	<u>Kruklin II</u> (Data, 1983a)	1,18	2,7–2,9; 2,8	8,6–15,6; 11,7	suche	0,18–0,34; 0,26	pż	46,0–53,0; 49,7	2,5–7,0; 4,4	2,07–2,23; 2,15
22	<u>Pieczarki III</u> (Kuczyński, 2007a)	1,47 (dwa pola)	2,2–3,4; 2,8	2,8–7,6;	suche	0,31–0,84; 0,56	pż	55,6–66,1; 60,5	1,8–3,5; 2,7	1,72–1,80; 1,76
23	<u>Soldany I</u> (Kuczyński, 2006)	5, 81 (dwa pola)	pole A 0,4–1,3; 0,7	pole A 4,3–9,1; 6,6	suche	pole A 0,4–0,5; 0,24	pż	pole A 35,7–83,7; 66,2	pole A 0,2–0,6; 0,7	pole A 1,49–2,01; 1,66
			pole B 3,6–5,0; 4,3	pole B 8,4–12,0; 10,0		pole B 0,38–0,50; 0,43		pole B 36,9–67,6; 49,2	pole B 0,2–0,7; 0,4	pole B 1,61–1,98; 1,87
24	<u>Spytkowo V</u> (Kuczyński, 2007b)	0,94	0,3–2,6; 0,9	7,2–14,6; 9,8	suche	0,01–0,04; 0,02	pż	38,5–64,8; 53,0	0,7–5,1; 1,8	1,74–1,98; 1,89
25	<u>Spytkowo XI</u> (Kuczyński, 2011)	1,96 (dwa pola)	0,3–0,5; 0,4	4,6–7,7; 5,8	suche	0,04–0,11; 0,08	pż	62,0–75,5; 67,3	1,7–8,3; 4,2	1,75–1,88; 1,82
26	<u>Spytkowo IX</u> (Kuczyński, 2010a)	1,91	0,5–1,0; 0,7	5,0–14,5; 9,7	zawodnione	0,3–0,2; 0,1	pż	59,2–78,4; 67,5	8,7–16,1; 11,4	1,80–1,88; 1,84

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
27	<u>Spytkowo VIII</u> (Kuczyński, 2009a)	1,91	0,2–0,3; 0,2	4,9–8,0; 6,7	zawodnione	0,03–0,06; 0,04	pż	37,9–69,7; 56,4	0,9–1,7; 1,3	1,77–2,03; 1,88
28	<u>Spytkowo X</u> (Kuczyński, 2010b)	0,49	0,2–0,5; 0,3	3,7–7,4; 5,2	zawodnione	0,04–0,09; 0,06	pż	51,4–63,9; 59,6	0,3–1,7; 1,2	1,79–1,99; 1,90
29	<u>Sołdany II</u> (Bobel, 2011a)	2,00	0,7–1,8; 1,2	11,2–15,2; 13,2	suche	b.d.–b.d.; 0,09	pż	63,4–78,2; 72,6	2,5–4,3; 1,87	1,81–1,93; 1,87
30	<u>Spytkowo VI</u> (Kuczyński, 2007c)	1,49	0,3–0,7; 0,5	10,4–13,9; 12,1	zawodnione	0,02–0,06; 0,04	pż	34,2–53,5; 40,3	5,9–7,8; 7,0	2,3–2,3; 2,3
31	<u>Zielony Gaj</u> (Sadowski, 1980, Kuczyński, 2009b)	6,41 (dwa pola)	0,0–2,5; 0,6	1,8–10,0; 7,47	zawodnione	0,0–0,50; 0,10	pż	54,0–98,0; 71,82	0,8–8,1; 2,91	1,61–2,03; 1,87
32	<u>Spytkowo VII</u> (Kuczyński, 2008a)	1,49	1,1 -1,5; 1,3	5,3–8,0; 6,0	suche	0,20–0,27; 0,24	pż	50,2 -76,6; 60,9	0,4–2,3; 1,3	1,84–1,92; 1,88
33	<u>Kruklin VI</u> (Bobel, 2008)	1,98	2,2–4,2; 3,0	7,8–12,3; 9,4	suche	b.d.–b.d.; 0,31	pż	57,2–72,3; 63,7	2,1–4,1; 3,1	1,81–1,97; 1,89
34	<u>Kruklin V</u> (Zaprzelski, 2008)	18,38	1,3–7,0; 3,6	7,8–12,3; 9,4	zawodnione	0,06–0,56; 0,23	pż	53,31–80,2; 66,57	1,14–2,74; 1,86	1,84 -2,00; 1,93
35	<u>Siedliska</u> (Ceckowski, Tatarata, 2008)	0,70	0,5–2,5; 1,7	2,0–6,5; 4,6	suche	0,1 -1,0; 0,38	pż	70,2 -71,5; 70,8	1,3–1,9; 1,6	1,86–1,86; 1,86
36	<u>Siedliska II</u> (Ceckowski, Tatarata, 2009)	2,35 (dwa pola)	0,6–3,8; 2,7	1,8–14,4; 6,7	suche	0,04–1,81; 0,40	pż	50,4–71,7; 59,6	0,7–1,6; 1,1	1,80–1,94; 1,88

b.d. – brak danych; n.o. – nie oznaczono

Złoże „Jakunówko II” położone jest we wschodniej części arkusza na północ od wsi Jakunówko. Serię złożową tworzą kemowe utwory piaszczysto-żwirowe, zalegające pod nadkładem gleby lub warstwą zorsztynizowanych piasków (głównie w części północnej złoża). Seria złożowa jest sucha. Kopalina przeznaczona jest dla potrzeb budownictwa i drogownictwa.

W złożu kruszywa „Kolonja Pozezdrze” kopalnią są utwory piaszczyste z domieszką frakcji żwirowej, zalegające pod nadkładem gleby, piasków i piasków ze żwirem. Lustro występującego w złożu poziomu wodonośnego ma charakter swobodny i zalega na głębokości od 3,1 m do 6,5 m p.p.t. Kruszywo może być przydatne w budownictwie oraz do budowy i naprawy dróg o nawierzchni żwirowej.

W odległości 10 km na północny wschód od miejscowości Pozezdrze, znajduje się złożo piasków ze żwirem i piasków morenowych „Pieczarki”. Zostało udokumentowane w formie karty rejestracyjnej. Seria złożowa zalega pod niewielkim nadkładem, który tworzy gleba i piasek zagliniony. Złoże jest suche, kopalina przeznaczona jest dla potrzeb budownictwa i drogownictwa.

Kolejne dwa złoża piasku ze żwirem „Pieczarki III” i „Pieczarki II” położone są ok. 0,9 km na wschód od drogi Świdry – Pieczarki. Złoża te mają formę pokładową, zaleganie poziome. Są to osady piaszczysto-żwirowe zakumulowane w fazie pomorskiej, stadiału głównego, zlodowacenia wisły. Nadkład buduje gleba i glina piaszczysta zaś spąg piaski gliniaste i gliny. „Pieczarki III” zostały udokumentowane w dwóch polach zasobowych. Złoża są suche. Z obu złóż surowiec może być przydatny w drogownictwie, ze złoża „Pieczarki II” może znaleźć zastosowanie również w budownictwie.

„Świdry” to złożo piasków i żwirów w postaci soczewkowych form o niejednorodnej miąższości, zalegające pod nadkładem gleby i glin piaszczystych. Są to osady stadiału górnego zlodowacenia wisły. Woda w postaci sączeń w glinach występuje na różnych poziomach. Kopalina może znaleźć zastosowanie w budownictwie i drogownictwie.

W pobliżu miejscowości Spytkowo udokumentowano osiem wystąpień piasku ze żwirem: „Spytkowo V”, „Spytkowo XI”, „Spytkowo VIII”, „Spytkowo IX”, „Spytkowo”, „Spytkowo X”, „Spytkowo VI” i „Spytkowo VII”. Złoża z tego rejonu mają formę pokładową, zaleganie poziome. Są to sandrowe osady piaszczysto-żwirowe zlodowacenia północnopolskiego, występujące pod warstwą gleby. Serię złożową stanowią piaski różnoziarniste, ze zmienną w szerokich granicach domieszką frakcji żwirowej z otoczakami. Złoża mają niewielkie powierzchnie (do 1,91 ha) i zbliżone parametry jakościowe (tabela 2), spełniają kryteria surowców drogowych i budowlanych i pod takim kątem były badane.

W rejonie miejscowości Sołdany udokumentowano kolejne złoża piasku ze żwirem: „Sołdany I” (dwa pola zasobowe: północne – pole B; i południowe – pole A), Sołdany II” i „Sołdany”. Ich geneza i budowa jest identyczna jak złóż z rejonu Spytkowa. Mają zbliżone parametry jakościowe, natomiast różnią się powierzchniami: od 0,29 ha („Sołdany”) do 5,81 ha („Sołdany I”). Kopalina w nich występująca może być przydatna w drogownictwie i budownictwie.

Złoże „Zielony Gaj” powstało w obrębie zarejestrowanego złoża o tej samej nazwie (Sadowski, 1980), było eksploatowane w latach 1996 – 2006. Koncesję wygaszono nie rozliczając zasobów. Obecne złożo udokumentowano w kat. C₁ (Kuczyński, 2009b), skorygowano zasoby, natomiast granice złoża nie uległy zmianie. Zasoby z karty rejestracyjnej zostały anulowane. Teren złoża stanowi fragment sandru zlodowacenia północnopolskiego. Serię złożową budują plejstoceny utwory piaszczyste reprezentowane przez piaski drobno- i gruboziarniste, niekiedy z domieszką frakcji żwirowej, utwory piaszczysto-żwirowe oraz żwirowo-piaszczyste, na ogół z domieszką otoczków, zalegające w formie naprzemianległych warstw i soczew różnej miąższości. Nadkład tworzy gleba, w spągu występują gliny. Złoże jest zawodnione. Wydobywany surowiec w stanie naturalnym może znaleźć zastosowanie w drogownictwie, po uszlachetnieniu również w budownictwie do produkcji mieszanek piaszczysto-żwirowych.

Za zachodnią strefą zabudowy miejscowości Krukłanki, znajduje się złożo kemowych piasków i żwirów „Krukłanki „E””, udokumentowane w formie karty rejestracyjnej. Kopalina towarzysząca są piaski. Seria złożowa zalega pod niewielkim nadkładem zróżnicowanym litologicznie. Jest to złożo suche. Kopalina główna i towarzysząca może być wykorzystywana w drogownictwie i budownictwie.

Kopalinę w złożu „Krukłanki „D”” stanowią piaski kemowe, udokumentowane kartą rejestracyjną. Serię złożową budują piaski średnio- i gruboziarniste, przykryte glebą. Złoże jest suche. Kopalina może być wykorzystywana w drogownictwie i budownictwie.

W złożu „Gajewo I” udokumentowano w kategorii C₁, piaski moreny akumulacyjnej, zlodowacenia północnopolskiego. Serię złożową budują głównie piaski przeważnie zaglinione, z wkładkami gliny zwałowej, zalegające pod glebą, w spągu występują zaglinione piaski z domieszką żwiru. Złoże jest suche. Surowiec w stanie surowym może być wykorzystywany do budowy nasypów drogowych i kolejowych, po wypłukaniu gliny może być przydatny również w budownictwie.

Obszar udokumentowanego w kategorii C₁ złoża piasków i żwirów „Boćwinka” usytuowany jest w strefie rolniczej kolonijnej zabudowy wsi Boćwinka. Serię złożową stanowią

utwory piaszczysto-żwirowe w formie pokładu, o nieskomplikowanej budowie geologicznej, przykryte nadkładem gleby. Seria złożowa jest sucha. Kopalina może być użytkowana do budowy dróg o nawierzchni żwirowej, po uszlachetnieniu dla mieszanek do betonów.

W okolicy miejscowości Kruklin, po wschodniej stronie drogi Kruklin – Sucholaski udokumentowano kolejne sześć złóż kruszywa piaszkowo-żwirowego: „Kruklin-RDP”, „Kruklin III”, „Kruklin II”, „Kruklin IV”, „Kruklin VI” i „Kruklin V”. Serię złożową w tych złożach stanowią sandrowe osady piaszczysto-żwirowe zlodowacenia północnopolskiego, zalegające pod warstwą gleby. Parametry jakościowe złóż są zbliżone, natomiast powierzchnie się różnią i wynoszą od 1,18 ha („Kruklin II”) do 18,38 ha („Kruklin V”). Większość z nich jest złożami suchymi jedynie „Kruklin V” jest zawodnione. Kopalina z tych złóż może być wykorzystywana w drogownictwie i budownictwie.

W południowo-wschodniej części arkusza przy drodze Giżycko – Wydminy, udokumentowano w kategorii C₁ złoża kruszywa piaszkowo-żwirowego „Siedliska” i „Siedliska II” (dwa pola zasobowe: zachodnie – pole A i wschodnie – pole B). Występują one w obrębie niewielkiego płatu utworów piaszczystych pochodzenia fluwioglacjalnego. Nadkład buduje gleba i glina piaszczysta, a podłoże ciągły pakiet glin zwałowych. Złoża są suche. Kopalina w stanie surowym może być przydatna w drogownictwie, a po niewielkiej przeróbce również w budownictwie.

2. Kreda jeziorna

Złoże kredy jeziornej „Kruklin” udokumentowano w kategorii C₁ (Rączaszek, 1983, 1988). Zalega ono na dwóch obszarach nazwanych polem A (północne) i polem B (południowe). Kreda jeziorna wypełnia płytkie zagłębienie na południe i południowy zachód od brzegów jeziora Kruklin. Osady wapienne występują pod warstwą gleby lub torfu. W polu A grubość torfu waha się od 0,4 do 0,7 m, w polu B ich grubość jest większa – od 0,4 do 1,7 m. Osady wapienne mają miąższość od 1,0 do 6,0 m. W górnych partiach są na ogół sypkie, gruzelkowate, o jasnych barwach, ku spągowi przechodzą w masę o barwach szarych i ciemnoszarych, tłustą. Wraz z głębokością zwiększa się ich wilgotność. Pod osadami wapiennymi występują szaro-niebieskie ily lub mułki ilaste o miąższości 0,2–1,0 m, plastyczne, podścielające złożo niemal na całej jego powierzchni. Zawartość CaO dla złoża wynosi od 33,6 do 49,95%, średnio 43,42%. Wilgotność naturalna jest dość wysoka, wynosi od 35,23 do 62,32%, średnio 55,07% i jest zależna od ilości opadów. Gęstość pozorna (ciężar objętościowy) i kredy jeziornej wynosi od 1,16 do 1,80 g/cm³, średnio 1,47 g/cm³. Gęstość (ciężar właściwy) waha się od 2,08 do 2,71 g/cm³, średnio 2,60 g/cm³. Lustro wody gruntowej zalega

poziomem nieciągłym około 1 m poniżej poziomu terenu, w lokalnych zagłębieniach znajduje się tuż pod powierzchnią terenu. Surowiec jest przydatny w rolnictwie.

Kredę jeziorną w złożu „Upały” udokumentowano w kategorii C₁ (Tatarata, Harat, 2000). Teren złoża stanowi obniżenie w utworach czwartorzędowych, wypełnione holocenickimi osadami limniczno-bagiennymi. Miąższość kopaliny waha się od 1,2 m do 3,5 m, grubość nadkładu zbudowanego z torfów wynosi od 0,2 do 0,7 m. Stosunek grubości nadkładu do miąższości złoża wynosi od 0,06 do 0,50. Zawartość CaO wynosi od 43,6% do 47,4%, wilgotność (H₂O) od 67,9% do 72,6%, ciężar nasypowy od 1,33 do 1,37 t/m³. We wszystkich wykonanych dla potrzeb dokumentacji otworach stwierdzono występowanie wody. Zwierciadło swobodne stabilizowało się od 0,8 do 1,3 m p.p.t., średnio 1,1 m p.p.t. Głębokość zwierciadła zmniejsza się w kierunku północnym. Kopalina nadaje się do bezpośredniego wykorzystania w rolnictwie jako nawóz.

„Kruklin II” jest złożem kredy jeziornej udokumentowanej w 1994 roku (Bieniek, Zaprzelski, 1994) w kategorii C₁ na powierzchni 1,19 hektara w ilości 51,9 tys. ton. Zalega ono na równinie pojezierniej powstałej sztucznie po obniżeniu wody w jeziorze Kruklin. Serię złożową o miąższości 1,2–4,3 m budują kredy jeziorne. Nadkład ma grubość od 0,0 do 1,05 m. W części północnej złoża, nadkładu praktycznie nie ma, w części południowej stanowią go piaski drobnoziarniste podścielone warstwą torfu olesowego (o grubości 0,13–0,35 m). Stosunek grubości nadkładu do miąższości złoża wynosi 0,0 – 0,5. Parametry jakościowe kopaliny przedstawiają się następująco:

- zawartość wapnia w suchej masie (%CaO) 42,9–47,8 średnio 44,6
- zawartość wapnia w stanie wilgotności złożowej (% CaO) 18,2–23,2 średnio 44,6
- wilgotność złożowa (% wagowe) 47,2–60,7 średnio 54,1
- gęstość objętościowa pozorna (t/m³) 1,30–1,31 średnio 1,30
- zawartość ołowiu (ppm Pb) 0,59–2,01, średnio 1,33
- zawartość kadmu (ppm Cd) 0,10–0,19, średnio 0,15
- zawartość substancji organicznej (%) 10,07–10,11, średnio 10,09
- pH 8,2
- zasobność złoża 1,3–2,3, średnio 2,0.

Zwierciadło wody gruntowej występuje na głębokościach od około 0,8 do około 1,7 m p.p.t. W celu uzyskania koncesji na wydobycie kopaliny opracowano w 1996 roku „Dodatek nr 1” (Tatarata, Harat, 1996) korygujący zasoby, natomiast w 1998 roku „Dodatkem nr 2 ...” (Tatarata, Harat, 1998a) udokumentowano dodatkowo przylegający do złoża

obszar o powierzchni 0,97 ha, na którym zalegało 33,93 tys. ton kopaliny. Kopalina może być przydatna do bezpośredniego wykorzystania w rolnictwie jako nawóz.

Dla wszystkich złóż kopalin występujących na obszarze arkusza Giżycko przeprowadzono ocenę sozologiczną w formie klasyfikacji złóż z punktu widzenia ich ochrony (Zasady..., 2002) oraz ze względu na ochronę środowiska (tabela 1). Wszystkie złoża kopalin pospolitych występujące na omawianym terenie, z punktu widzenia ich ochrony, należą do złóż powszechnych, licznie występujących, łatwo dostępnych (klasa 4). Ze względu na ochronę środowiska złoża kruszywa piaskowo-żwirowego: „Jakunówko II” i „Zielony Gaj” oraz złoża kredy jeziornej „Kruklin” uznano za konfliktowe. Przyczynami ich konfliktowości jest ochrona wód podziemnych, ochrona gleb, położenie w obrębie strefy ochrony pośredniej ujęcia dla miejscowości Zielony Gaj, oraz na terenach ochrony ścisłej rezerwatu faunistycznego „Jezioro Kożuchy”, obszarów chronionego krajobrazu, a także w obszarze Natura 2000. Pozostałe złoża zaliczono do małokonfliktowych. Część złóż z okolic miejscowości: Pieczarki, Świdry, Spytkowo i Sołdany znajduje się w zasięgu udokumentowanego Głównego Zbiornika Wód Podziemnych nr 206 – Zbiornik Wielkich Jezior Mazurskich, uznano je za mało konfliktowe, ponieważ znajdują się poza strefami ochronnymi zbiornika, a ich aktualna lub późniejsza eksploatacja nie stanowi zagrożenia dla wód podziemnych.

V. Górnictwo i przetwórstwo kopalin

Na obszarze objętym arkuszem Giżycko w 2011 roku prowadzona była eksploatacja dwunastu złóż kopalin okruchowych: „Pieczarki II”, „Świdry”, „Kruklin IV”, „Kruklin-RDP”, „Kruklin II”, „Pieczarki III”, „Sołdany I”, „Spytkowo IX”, „Spytkowo X”, „Spytkowo VI”, „Siedliska” i „Siedliska II”. W siedmiu złożach zaniechano eksploatacji, a czternaście jest jak dotąd niezagospodarowanych górniczo.

Ze względu na wielkość powierzchni złóż i wielkość wydobycia właściwym organem koncesyjnym dla złóż: „Świdry”, „Kruklin IV”, „Kruklin-RDP”, „Sołdany I” jest Marszałek Województwa Warmińsko-Mazurskiego; złoża „Pieczarki II”, „Pieczarki III” pozostają w gestii Starosty Węgorzewa, a złoża „Kruklin II”, „Spytkowo IX”, „Spytkowo X”, „Spytkowo VI” oraz „Siedliska” i „Siedliska II” nadzoruje Starosta Giżycki.

Stan formalno-prawny zagospodarowanych obecnie złóż przedstawiono w tabeli nr 3.

We wszystkich wymienionych w tabeli złożach, eksploatacja kopalin prowadzona jest przez prywatnych przedsiębiorców. Zdjęty nadkład został zdeponowany na zewnątrz złoża i będzie wykorzystywany do rekultywacji wyrobisk. Surowiec jest bez przeróbki wywożony z kopalń, w razie konieczności ewentualna przeróbka będzie się odbywać poza obszarami

złożowymi. Jedynie w kopalni odkrywkowej „Świdry” kruszywo poddawane jest wstępnej przeróbce przy użyciu zestawu mobilnego, który znajduje się na terenie kopalni. Eksploatacja kruszywa na złożu „Kruklin-RDP” prowadzona jest aktualnie w południowej części złoża, w latach 1978-1992 złożo było eksploatowane bez koncesji, w opracowanym dodatku nr1 (Data, 1995), skorygowano zasoby złoża, natomiast granice złoża nie zostały zmienione. Na siedmiu eksploatowanych złożach: „Pieczarki II”, „Sołdany I”, „Spytkowo IX”, „Spytkowo X,” „Spytkowo VI”, „Siedliska” i „Siedliska II” nie rozpoczęto prac rekultywacyjnych, na pozostałych rozpoczęto wstępną rekultywację polegającą na wyrównaniu i stabilizacji skarpy.

Złożo piasku „Kolonja Pozezdrze” było eksploatowane w latach 1994–1996 przez Urząd Gminy w Pozezdrzu na potrzeby lokalne. Właściciel dokumentacji nie zamierza występować o koncesję na wydobycie kopaliny. Zasoby złoża nie zostały rozliczone. Powstałe wyrobisko uległo samorekultywacji; w dnie znajduje się woda, skarpy porośnięte są roślinnością.

Tabela 3

Stan formalno-prawny złóż na arkuszu Giżycko

Numer złoża	Nazwa złoża	Okres ważności koncesji	Powierzchnia		Sposób eksploatacji	Planowany kierunek rekultywacji
			obszaru górniczego (ha)	terenu górniczego (ha)		
1	2	3	4	5	6	7
4	PIECZARKI II	16.10.2003 r.- 31.12.2013 r.	1,39	1,89	odkrywkowy/ciągły; 1 pięciem wydobywczym	rolny lub leśny
7	ŚWIDRY	20.06.2005 r.- 20.06.2025 r.	5,34	11,99	odkrywkowy/ciągły; 1 pięciem wydobywczym	leśny
18	KRUKLIN IV	28.12.1998 r.- 31.12.2024 r.	6,18	6,18	odkrywkowy/ciągły; 1 pięciem wydobywczym	rolny lub leśny
19	KRUKLIN-RDP	26.06.2002 r.- 30.06.2017 r.	1,17	8,14	odkrywkowy/ciągły; 1 pięciem wydobywczym	leśny
21	KRUKLIN II	14.07.1995 r.- 31.12.2015 r.	1,18	1,18	odkrywkowy/ciągły; 1 pięciem wydobywczym	leśny lub rolny
22	PIECZARKI III	20.06.2007 r.- 30.06.2017 r.	1,47 (pole A-1,00; pole B-0,47)	2,62	odkrywkowy/ciągły; 1 pięciem wydobywczym	rolny
1	2	3	4	5	6	7
23	SOŁDANY I	01.08.2008 r.-	pole A-3,38;	pole A-4,28;	odkrywkowy-	rolny

		31.08.2038 r.	pole B-2,43	pole B-3,84	wy/ciągły; 1 piętrem wydobywczym	
26	SPYTKOWO IX	09.05.2011 r.- 31.12.2025 r.	1,91	2,36	odkrywkowy/ciągły; 3 piętami wydobywczymi (2 suche i jedno zawodnione)	rolno-wodny
28	SPYTKOWO X	22.04.2011 r.- 31.12. 2020 r.	0,49	1,33	odkrywkowy/ciągły; 1 piętrem wydobywczym	rolny
30	SPYTKOWO VI	27.03.2008 r.- 27.03.2028 r.	1,49	1,86	odkrywkowy/ciągły; 2 piętami wydobywczymi (1 suche i jedno zawodnione)	rolny
35	SIEDLIKA	20.03.2009 r.- 31.12.2019 r.	1,21	1,21	odkrywkowy/ciągły; 1 piętrem wydobywczym	rolny lub leśny
36	SIEDLIKA II	14.06.2010 r.- 31.12.2020 r.	1,31 (pole B)	1,31 (pole B)	odkrywkowy/ciągły; 1 piętrem wydobywczym	rolny (w tym niewielki zbiornik wodny) lub leśny

Kruszywa piaskowo-żwirowe i piasek ze złoża „Kruklanki E” było eksploatowane w latach 1989 – 2003 przez Urząd Gminy w Kruklankach. Zasobów nie rozliczono, Właściciel złoża zamierza wystąpić o przedłużenie koncesji na wydobycie. W powstałym wyrobisku z prac rekultywacyjnych wykonano jedynie wyrównanie skarp. Przewidywanym kierunkiem rekultywacji jest zalesienie.

Piasek ze złoża „Kruklanki D” eksploatowano na niewielką skalę, przez krótki okres w roku 1981. Właściciel zaniechał eksploatacji, nie rozliczając zasobów. Na obszarze złożowym brak jest jakichkolwiek śladów po wybieraniu piasku.

Prywatny przedsiębiorca prowadził eksploatację złoża piasków ze żwirem „Spytkowo” tylko w latach 1992–1995, mimo ważnej koncesji do 2005 roku. Powstałe w wyniku eksploatacji wyrobisko znajduje się w południowej części złoża. Zasoby złoża nie zostały rozliczone, a na terenie poeksploatacyjnym nastąpiła samorekultywacja.

Złoże kredy jeziornej „Kruklin” eksploatowane było od 1985 do 2004 roku. Użytkownikiem złoża była Spółdzielnia Usług Rolniczych w Giżycku. Eksploatacja prowadzona była jedynie w granicach pola A, ze względu na brak praw własnościowych, eksploatacja w polu B

nie była prowadzona. Zasoby złoża nie zostały rozliczone, a w wyrobisku nastąpiła samorekultywacja wodna.

Kredę jeziorną „Upały” eksploatowano w latach 2000 – 2005. Zasoby złoża zostały wyczerpane, ale nie opracowano dodatku rozliczeniowego. Powstałe wyrobisko wypełnione jest wodą.

„Kruklin II” jest złożem kredy jeziornej, którego zasoby również zostały wyeksploatowane. Nastąpiło to w latach 1995–2000, zasobów nie rozliczono. Złoże zostało zrekultywowane zgodnie z planowanym kierunkiem wodnym.

Złoża: „Jakunówko”, „Pieczarki”, „Sołdany”, „Gajewo I”, „Boćwinka”, „Kruklin III”, „Spytkowo V”, „Spytkowo XI”, „Spytkowo VIII”, „Sołdany II”, „Zielony Gaj”, „Spytkowo VII”, „Kruklin VI” i „Kruklin V” są niezagospodarowane (nieudostępnione górniczo).

Na mapie zaznaczono punkty występowania kopaliny, dla których nie sporządzono kart informacyjnych. Są to wystąpienia piasków ze żwirem w okolicach miejscowości: Jakunówko, Pozezdrze, przy jeziorze Gołdopiwo oraz wystąpienie piasku we wsi Świdry.

VI. Perspektywy i prognozy występowania kopalin

Na obszarze arkusza Giżycko zostały przedstawione obszary rokujące perspektywy dla udokumentowania złóż na potrzeby lokalne, ograniczają się one do kompleksów okrucowych, na które składają się piaski i żwiry stanowiące kruszywo dla budownictwa i drogownictwa oraz obszarów perspektywicznych dla poszukiwań kredy jeziornej. Nie wskazano obszarów prognostycznych, tzn. złóż o zasobach prognostycznych w kategorii D₁ lub D₂. Wykonane dotąd prace poszukiwawcze nie dają podstaw do oszacowania takich zasobów dla żadnej kopaliny.

Po przeanalizowaniu wyników prac geologiczno-poszukiwawczych i dokumentacyjnych opracowań surowcowych, danych z zakresu ochrony przyrody i wód podziemnych wyznaczono obszary, dla których wyniki poszukiwań okazały się perspektywiczne oraz obszary, gdzie wyniki prac okazały się negatywne. Omówione poniżej obszary perspektywiczne wyznaczono na podstawie analizy Szczegółowej mapy geologicznej Polski arkusz Giżycko (Szumański A, 2000a,b) opracowań złożowych oraz obserwacji terenowych.

Obszar w rejonie Spytkowa tworzą sandrowe osady piaszczysto-żwirowe zlodowacenia północnopolskiego. Przepuszczalne parametry geologiczne i jakościowe podano na podstawie dokumentacji „Spytkowo”, „Spytkowo XI”, „Spytkowo IX”, „Spytkowo VIII”, „Spytkowo X” i „Spytkowo VI”. Kopalina z tego obszaru może być przydatna do robót drogowych i budowlanych. Punkt piaskowy waha się od 40,3 do 72,6%, a średnia zawartość pyłów wynosi

5,08%. Serię złożową stanowią piaski różnoziarniste, o miąższości od 4,9 do 12,1 m ze zmienną w szerokich granicach domieszką frakcji żwirowej z otoczkami, zalegające pod warstwą gleby i piasków gliniastych o grubości od 0,2 do 0,9 m (Sadowski, 1991b; Kuczyński, 2007c, 2009a, 2010a, 2010b, 2011).

W centralnej części arkusza w rejonie udokumentowanych złóż: „Sołdany”, „Sołdany I” (pole B) oraz „Zielony Gaj” wyznaczono następny obszar perspektywiczny. Obszar ten stanowi sandr uformowany w okresie zlodowacenia północnopolskiego. Kopalina może być przydatna w drogownictwie i budownictwie. Przypuszczalne, średnie parametry geologiczne i jakościowe podano na podstawie dokumentacji złożowych z tego rejonu. Punkt piaskowy waha się od 49,2 do 71,82, średnia zawartość pyłów wynosi 3,0%. Serię złożową budują plejstocenijskie utwory piaszczyste reprezentowane przez piaski drobno- i gruboziarniste, niekiedy z domieszką frakcji żwirowej, utwory piaszczysto-żwirowe oraz żwirowo-piaszczyste, na ogół z domieszką otoczek, o miąższości od 5,2 do 10,0 m. Nadkład tworzy gleba o grubości od 0,6 do 4,3 m (Sadowski, 1980, 1994c; Kuczyński, 2006, 2009b).

Obszar perspektywiczny w rejonie udokumentowanych złóż w pobliżu miejscowości Krukłanki obejmuje sandrowe osady zlodowacenia północnopolskiego. Kopalina z tych złóż może być wykorzystywana w drogownictwie i budownictwie. Średnie, przypuszczalne parametry jakościowe i geologiczne podano na podstawie danych z opracowań złożowych tego obszaru. Punkt piaskowy oscyluje od 47,5 do 66,57%, natomiast średnia zawartość pyłów wynosi 3,40%. Serię złożową tworzą utwory piaszczysto-żwirowe, o miąższości od 6,1 do 11,7 m, zalegające pod warstwą gleby o grubości od 0,3 do 3,6 m (Data, 1983a, 1983b, 1995; Sadowski, 1995b; Tatarata, Harat, 1998b; Bobel, 2008; Zaprzelski, 2008).

Dwa obszary perspektywiczne kredy jeziornej wyznaczono w rejonie miejscowości Kożuchy Małe i Kożuchy Wielkie. Przypuszczalne, średnie parametry dla obu obszarów podano w oparciu o dane z opracowań złożowych obszaru Krukłanki (rejon Kożuchy Wielkie). Serię złożową budują holocenijskie osady wapienne o miąższości od 1,0 do 6,0 m występujące pod warstwą gleby lub torfu o grubości od 0,0 do 1,7 m. Średnia zawartość CaO waha się od 43,42 do 72,6%, wilgotność naturalna wynosi od 46,3 do 55,07%. Kopalina może być wykorzystywana w rolnictwie jako nawóz (Rączaszek, 1983, 1988; Tatarata, Harat, 1996, 1998a, 2000; Bieniek, Zaprzelski, 1994).

Prace poszukiwawcze kruszyw naturalnych wykonane w rejonie Krukłanek i osady Jeziorowskie zakończone zostały wynikiem negatywnym. Kruszywo występuje w formie niedużych soczewek ma niewielką miąższość, niekiedy utwory piaskowo-żwirowe są mocno zaglinione (Dłużewska, Strzelczyk, 1965).

Po analizie dokumentacji złóż torfów, przeprowadzonej zgodnie z kryteriami bilansowości i przy uwzględnieniu wymogów ochrony środowiska stwierdzono, że żadne torfowisko nie spełnia wymogów stawianych obszarom potencjalnej bazy surowcowej (Ostrzyżek, Dembek i in., 1996).

VII. Warunki wodne

1. Wody powierzchniowe

Obszar objęty arkuszem Giżycko według podziału hydrograficznego Polski położony jest w dorzeczu Pregoty oraz częściowo w dorzeczu Wisły, w zlewniach Wielkich Jezior Mazurskich. W części południowo-zachodniej omawianego obszaru przebiega dział I rzędu między dorzeczami Wisły i Pregoty. Biegnie on na północ od jeziora Niegocin, od Giżycka wznosi się ku północy, a następnie obniża się ku południowi odcinając jezioro Kruklin.

Sieć rzeczna jest słabo rozwinięta. Jediną rzeką wypływającą z jeziora Żywy jest Sapina, która płynąc na północ przepływa przez ciąg jezior: Sołtmany, Żywki, Kruklin, Patelnia, Gołdopiwo, Wilkus, Pozezdrze i Stręgiel. Sapina wprowadza wody do jeziora Święcany (poza obszarem arkusza). Jest to rzeka typowo pojezierna, około 41% jej długości (14 km) stanowią odcinki przepływów przez jeziora. W górnym jej biegu występują liczne, niewielkie jeziora i podmokłości. Od miejscowości Kruklanki do jeziora Gołdopiwo rzeka została uregulowana. Przy jej wypływie z jeziora Gołdopiwo, w rejonie miejscowości Przerwanki znajduje się śluza regulująca wielkość przepływu wód.

Wśród jezior występują jeziora wytopiskowe i rynnowe. Do jezior wytopiskowych należy jezioro Niegocin (powierzchnia 2606 ha, maksymalna głębokość do 40,0 m), które Kanałem Łuczyńskim o długości 2130 m połączono z jeziorem Kisajno. W północno zachodniej części obszaru znajduje się jezioro Dargin, wokół którego dużo jest niewielkich powierzchniowo jezior. Jezioro Gołdopiwo o powierzchni 862 ha i głębokości dochodzącej do 36,5 m ma owalny kształt i słabo rozwiniętą linię brzegową. Na wschodniej stronie łączy się z niewielkim jeziorkiem wytopiskowym Żabinka, od południa łączy się z jeziorem Brożówka. Do większych jezior należą: jezioro Kruklin (326 ha, maksymalna głębokość 25,0 m), Pozezdrze (122,5 ha, maksymalna głębokość 4,0 m), Wilkus (96,5 ha, głębokość 5,6 m) oraz Sołtmany (180 ha) połączone z jeziorami Babka i Żywki. Zlokalizowane na północy jezioro Harsz ma 216 hektarów i maksymalną głębokość do 47,0 m.

Wody z kompleksu jezior połączonych systemem kanałów, położonych na południe od działu wód powierzchniowych odprowadzane są przez rzeki: Pisę i Narew do Wisły. Wody

z kompleksu jezior Mamry, położone na północ od działu wodnego odprowadzane są, przez Węgorapę do Pregoty. Kanał łączący jezioro Śniardwy przez jezioro Niegocin z kompleksem jeziora Mamry spowodował powstanie systemu Wielkich Jezior Mazurskich o zwierciadle wody wyrównanym na poziomie około 115 m n.p.m. Wododział prowadzony między zlewiami jeziora Śniardwy i kompleksu jezior Mamry stracił swoje znaczenie i nie jest stabilny (Górnik, 2004). Na omawianym terenie nie ma punktów monitoringu wód powierzchniowych.

2. Wody podziemne

W regionalizacji hydrogeologicznej obszar objęty arkuszem Giżycko położony jest w obrębie regionu Narwi, Pregoty i Niemna. Według podziału na jednolite części wód podziemnych omawiany obszar leży na pograniczu zlewni Łyny (JCWPd nr 20) i północnej części Krainy Wielkich Jezior Mazurskich (JCWPd nr 21) (Paczyński, Sadurski, (red.), 2007).

Użytkowe znaczenie mają wody związane z piaskowo-żwirowymi utworami zlodowaceń północnopolskich i starszych. W obszarze arkusza czwartorzędowe piętro wodonośne reprezentowane jest przez cztery główne poziomy, niekiedy rozdzielone na warstwy. Poziom przypowierzchniowy występuje powszechnie w piaskach i żwirach rzecznych interglacjału eemskiego i holocenu. Część studni kopanych bazuje na wodach tego poziomu.

Poziom międzymorenowy jest najlepiej rozpoznany i stanowi główne źródło zaopatrzenia w wodę. Ma on ciągłe rozprzestrzenienie i zmienne warunki występowania. Znajduje się on w osadach piaskowo-żwirowych, lokalnie rozdzielonych seriami glin zwałowych i ma zróżnicowaną miąższość. W części północno-zachodniej głębokość studni ujmujących ten poziom wynosi od 17,5 m do 50,0 m, a wydajności wynoszą od 3,0 m³/h do 50 m³/h.

W części północno-wschodniej, środkowej i południowej występują dwa poziomy wodonośne. Główne znaczenie ma niższy z nich. Oddzielony jest on od poziomu przypowierzchniowego warstwą glin o niewielkiej miąższości. W części północnej studnie bazują na pierwszym poziomie i mają głębokość od 17,0 do 43,0 m. Wody mają zwierciadło swobodne. W północnej części drugi poziom wodonośny nawiercono w miejscowości Jakunówko na głębokości 31,0 m. Wody mają charakter naporowy. W części środkowej poziom międzymorenowy ujmowany jest w studniach w Zielonym Gaju (50 m³/h) i w Krukłankach (120 m³/h), w części południowej – w Sołtmanach i Kruklinie.

W rejonie Giżycka we wszystkich badanych otworach panują warunki naporowe, natomiast na północ od miasta zwierciadło jest swobodne. Głębokość studni wynosi od 20,8 m do 55,0 m, strop ujmowanej warstwy wodonośnej występuje na ogół na głębokości około

20,0 m. Miąższość ujętej warstwy wynosi od 6,5 m do 33,5 m. Uzyskane wydajności studni są bardzo zróżnicowane: od 4,2 m³/h przy depresji od 5,2 m do 130 m³/h przy depresji 6,2 m.

Pierwszy podglinowy poziom wodonośny rejonu Giżycka tworzą osady piaszczyste, drobnoziarniste, lokalnie piaszczysto-żwirowe, o miąższościach i wykształceniu litologicznym bardzo zmiennym. Wydajności również są zmienne od 38 m³/h do 160 m³/h. Poziom ten ujmowany jest jako główny w części północnej w rejonach: Pozezdrze, Przerwani, Soldany (wydajności od 11 m³/h do 50 m³/h).

Drugi podglinowy poziom wodonośny ujmowany jest w Giżycku, strop warstwy znajduje się na głębokości 156,0-201,9 m. Wydajności wynoszą od 25,0 m³/h do 50 m³/h.

Czwartorzędowe piętro wodonośne zasilane jest przez infiltrację wód opadowych bezpośrednio do utworów piaszczysto-żwirowych stanowiących warstwę wodonośną lub przez słabo przepuszczalne osady glin zwałowych. Na przeważającej części omawianego obszaru występują wody zaliczane do klasy IIb, ze względu na podwyższoną zawartość żelaza i manganu w stosunku do wód pitnych. Tylko na niewielkim obszarze, w rejonie miejscowości Jakubówko, wody zawierają żelazo, mangan w dopuszczalnych ilościach. Na większości terenu stopień zagrożenia użytkowych poziomów wodonośnych określono jako niski i bardzo niski.

Średni stopień zagrożenia ze względu na obecność ognisk potencjalnych zanieczyszczeń wyznaczono w rejonie Krukłanek, gdzie znajduje się stacja paliw, składowisko odpadów i oczyszczalnia ścieków, a także w rejonie Upałat Małych, gdzie zlokalizowano stację paliw i oczyszczalnię ścieków oraz w części centralnej, gdzie izolacja głównego poziomu wodonośnego jest słaba.

Na omawianym arkuszu znajdują się tylko ujęcia komunalne, dla czterech z nich wyznaczono i zatwierdzono strefy ochrony pośredniej. Są to ujęcia w: Pozezdrzu, Upałtach Małych, Zielonym Gaju i największe – miejskich wodociągów w Giżycku.

Według A.S. Kleczkowskiego (1990) w granicach arkusza Giżycko znajduje się fragment głównego zbiornika wód podziemnych – GZWP Kętrzyn nr 206 (fig. 3). Został on szczegółowo udokumentowany jako Zbiornik Wielkich Jezior Mazurskich (Hakenberg, Sienkiewicz, 1996).

W dokumentacji określającej warunki hydrogeologiczne dokonano korekty jego granic w stosunku do pierwotnie ustalonych w opracowaniu Kleczkowskiego. Obszar zasobowy tego zbiornika ma 3140,6 km², zasoby dyspozycyjne wynoszą 19676 m³/h (Bentkowski, Hakenberg, 1996). Wody charakteryzują się naturalnymi właściwościami fizyczno-chemicznymi i można je określić jako wody o dobrej jakości. Dominują wody drugiej klasy. Jest to zbior-

nik o charakterze porowym, moduł zasobów dyspozycyjnych w jego obrębie wynosi $99,6 \text{ m}^3/24 \text{ h} \times \text{km}^2$. Średnia głębokość ujęć wynosi 60,0 m.

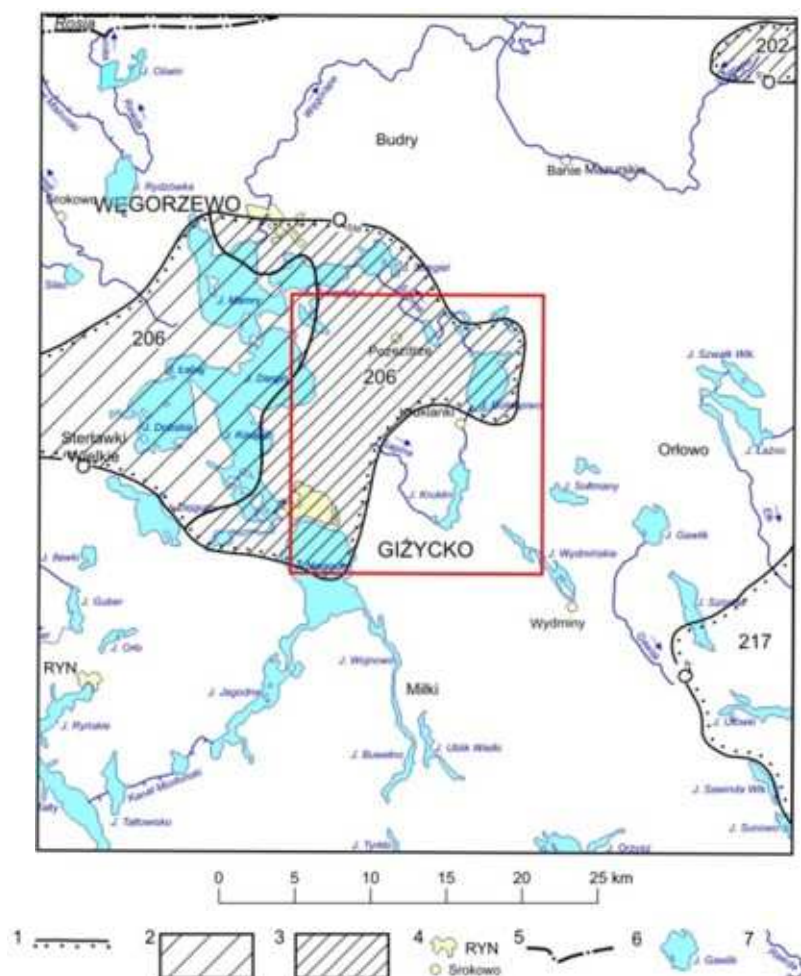


Fig. 3. Położenie arkusza Sterławki Wielkie na tle obszarów głównych zbiorników wód podziemnych (GZWP) w Polsce wymagających szczególnej ochrony, wg A. S. Kleczkowskiego (1990)

1 – granice GZWP w ośrodku porowym, 2 – obszar wysokiej ochrony (OWO), 3 – obszar najwyższej ochrony (ONO), 4 – miejscowości, 5 – granica państwa, 6 – jeziora, 7 – rzeki

Numer i nazwa GZWP, wiek utworów wodonośnych: 202 – Sandr Gołdap, czwartorzęd (Q), 206 – Kętrzyn, czwartorzęd (Q), 217 – Pradolina rzeki Biebrza, 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 104 – Giżycko, 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).

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 90oC, 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.

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 104 – Giżycko	Wartość przeciętnych (median) w glebach na arkuszu 104 – Giżycko	Wartość przeciętnych (median) w glebach obszarów niezabudowanych Polski ⁴⁾
	Grupa A ¹⁾	Grupa B ²⁾	Grupa C ³⁾	N=7	N=7	N=6522
				Fracja ziarnowa <1 mm Mineralizacja HCl (1:4)		
			Głębokość (m p.p.t.) 0–0,3	Głębokość (m p.p.t.) 0–2,0		
As Arsen	20	20	60	<5	<5	<5
Ba Bar	200	200	1000	12–67	32	27
Cr Chrom	50	150	500	3–7	5	4
Zn Cynk	100	300	1000	11–76	26	29
Cd Kadm	1	4	15	<0,5	<0,5	<0,5
Co Kobalt	20	20	200	<1–3	2	2
Cu Miedź	30	150	600	2–13	5	4
Ni Nikiel	35	100	300	3–7	5	3
Pb Ołów	50	100	600	6–43	9	12
Hg Rtęć	0,5	2	30	<0,05–0,12	0,06	<0,05
Ilość badanych próbek gleb z arkusza 104 – Giżyckow poszczególnych grupach użytkowania				¹⁾ grupa A		
As Arsen	7			a) nieruchomości gruntowe wchodzące w skład obszaru poddanego ochronie na podstawie przepisów ustawy Prawo wodne,		
Ba Bar	7			b) obszary poddane ochronie na podstawie przepisów o ochronie przyrody; jeżeli utrzymanie aktualnego poziomu zanieczyszczenia gruntów nie stwarza zagrożenia dla zdrowia ludzi lub środowiska – dla obszarów tych stężenia zachowują standardy wynikające ze stanu faktycznego,		
Cr Chrom	7			²⁾ grupa B – grunty zaliczone do użytków rolnych z wyłączeniem gruntów pod stawami i gruntów pod rowami, grunty leśne oraz zadrzewione i zakrzewione, nieużytki, a także grunty zabudowane i zurbanizowane z wyłączeniem terenów przemysłowych, użytków kopalnych oraz terenów komunikacyjnych,		
Zn Cynk	7			³⁾ grupa C – tereny przemysłowe, użytki kopalne, tereny komunikacyjne,		
Cd Kadm	7			⁴⁾ Lis, Pasieczna, 1995 – Atlas geochemiczny Polski 1:2 500 000		
Co Kobalt	7			N – ilość próbek		
Cu Miedź	7					
Ni Nikiel	7					
Pb Ołów	7					
Hg Rtęć	7					
Sumaryczna klasyfikacja badanych gleb z obszaru arkusza 104 – Giżycko do poszczególnych grup użytkowania (ilość próbek)						
	7					

Zanieczyszczenie gleb metalami

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

Przeciętne zawartości: arsenu, cynku, kadmu, kobaltu i ołowiu 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, miedź, nikiel oraz rtęć.

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

2. Osady

W warunkach naturalnych osady gromadzące się na dnie rzek i jezior powstają w wyniku akumulacji materiału, pochodzącego z erozji i wietrzenia skał na obszarze zlewni (m.in. ziaren kwarcu, skaleni, minerałów węglanowych, minerałów ilastych) oraz materiału powstałego w miejscu sedimentacji (szczątki obumarłych organizmów roślinnych i zwierzęcych oraz wytrącające się z wody substancje). Na terenach uprzemysłowionych, zurbanizowanych oraz rolniczych do osadów trafiają również substancje, takie jak metale ciężkie i trwałe zanieczyszczenia organiczne (TZO), zawarte w ściekach przemysłowych, komunalnych i z ferm hodowlanych, odprowadzanych do wód powierzchniowych. Wzrost stężenia metali ciężkich i TZO we współcześnie powstających osadach jest również skutkiem ich depozycji z atmosfery oraz spływu deszczowego i roztopowego z terenów zurbanizowanych (metale ciężkie, WWA) a także rolniczych (arsen, rtęć, pestycydy chloroorganiczne) (Rocher i in., 2004; Reiss i in., 2004; Birch i in., 2001; Howsam, Jones, 1998; Mecray i in., 2001; Lindström, 2001; Pulford i in., 2009; Ramamoorthy, Ramamoorthy, 1997; Wildi i in., 2004). Występujące w osadach metale ciężkie i inne substancje niebezpieczne mogą akumulować się w łańcuchu troficznym do poziomu który jest toksyczny dla organizmów, zwłaszcza drapieżników, a także mogą stwarzać ryzyko dla ludzi (Vink, 1999, 2009; Liu i in., 2005; Šmejkalová i in., 2003). Osady o wysokiej zawartości szkodliwych składników są potencjalnym ogniskiem zanieczyszczenia środowiska. Część szkodliwych składników zawartych w osadach może ulegać ponownemu uruchomieniu do wody w następstwie procesów chemicznych i biochemicznych przebiegających w osadach, jak również mechanicznego poruszenia wcześniej odłożonych zanieczyszczonych osadów na skutek naturalnych procesów albo podczas transportu bądź bagrowania (Sjöblom i in., 2004; Bordas, Bourg, 2001). Także podczas powodzi zanieczyszczone osady mogą być przemieszczane na gleby tarasów zalewowych albo transportowane w dół rzek (Gocht i in., 2002; Gabler, Schneider, 2000; Weng, Chen, 2000). Przemieszczenie zanieczyszczonych osadów na tarasy zalewowe powoduje wzrost stężenia metali ciężkich i trwa-

łych zanieczyszczeń organicznymi w glebach (Bojakowska, Sokołowska, 1995; Bojakowska i in., 1996; Miller i in., 2004; Middelkoop, 2000).

Kryteria oceny osadów

Jakość osadów dennych, w aspekcie ich zanieczyszczenia metalami ciężkimi oraz wielopierścieniowymi węglowodorami aromatycznymi (WWA) i polichlorowanymi bifenyłami (PCB) oceniono na podstawie kryteriów zawartych w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 16 kwietnia 2002 r. we sprawie rodzajów oraz stężeń substancji, które powodują, że urobek jest zanieczyszczony (DzU nr 55 poz. 498 z 14.05.2002 r.). Dla oceny jakości osadów wodnych ze względów ekotoksykologicznych zastosowano wartości *PEL* (ang. *Probable Effects Levels – przypuszczalne szkodliwe stężenie*) – określające zawartość pierwiastka, WWA i PCB, powyżej której prawdopodobny jest szkodliwy wpływ zanieczyszczonych osadów na organizmy wodne. W tabeli 5 zamieszczono dopuszczalne zawartości pierwiastków oraz trwałych zanieczyszczeń organicznych (TZO) w osadach wydobywanych podczas regulacji rzek, kanałów portowych i melioracyjnych, obowiązujące w Polsce oraz wartości tła geochemicznego dla osadów wodnych Polski i wartości *PEL*.

Tabela 5

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

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

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

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

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

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

Materiały i metody badań laboratoryjnych

W opracowaniu wykorzystane zostały dane z bazy *OSADY* zawierającej wyniki monitoringowych badań geochemicznych osadów wodnych Polski wykonywanych na zlecenie

Głównego Inspektora Ochrony Środowiska w ramach Państwowego Monitoringu Środowiska (PMS).

Próbki osadów rzecznych są pobierane ze strefy brzegowej koryt rzecznych, spod powierzchni wody, z przeciwnej strony do nurtu, w miejscach, gdzie tworzący się osad charakteryzuje się większą zawartością frakcji mułkowo-ilastej, zaś osady jeziorne są pobierane z głębocków jezior. W badaniach analitycznych wykorzystano frakcję ziarnową drobniejszą niż 0,2 mm. Zawartości arsenu, chromu, kadmu, ołowiu, miedzi, niklu i cynku oznaczono metodą atomowej spektrometrii emisyjnej ze wzbudzeniem plazmowym (ICP-OES), z roztworów uzyskanych po roztworzeniu próbek osadów wodą królewską, a oznaczenia zawartości rtęci wykonano z próbki stałej metodą spektrometrii absorpcyjnej z zateżaniem na amalgamatorze. Zawartości wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (WWA) – acenaftylenu, acenaftenu, fluorenu, fenantrenu, antracenu, fluorantenu, pirenu, benzo(a)antracenu, chryzenu, benzo(b)fluorantenu, benzo(k)fluorantenu, benzo(a)pirenu, indeno(1,2,3-cd)pirenu, dibenzo(a,h)antracenu, benzo(ghi)perylenu oznaczono przy użyciu chromatografu gazowego z detektorem spektrometrem mas (GC-MSD), a oznaczenia polichlorowanych bifenyli (kongenery PCB28, PCB52, PCB101, PCB118, PCB153, PCB138, PCB180) wykonano przy użyciu chromatografu gazowego z detektorem wychwytu elektronów (GC-ECD). Wszystkie oznaczenia wykonano w Centralnym Laboratorium Chemicznym Państwowego Instytutu Geologicznego w Warszawie.

Prezentacja wyników

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

Zanieczyszczenie osadów

Spośród jezior znajdujących się na arkuszu zbadane zostały osady jezior: Grajewko, Dargin, Kirsajty, Kisajno, Święcajty, Harsz, Krzywa Kuta, Gołdopiwo, Kruklin, Niegocin,

Pozdezdze i Wilkus. Osady jezior Dargin, Kirsajty, Kisajmo, Święcajty, Gołdopiwo, Kruklin, Harsz, Wilkus i Pozdezdze charakteryzują się niskimi zawartościami potencjalnie szkodliwych pierwiastków śladowych zbliżonymi do wartości ich tła geochemicznego. Osady jezior Grajewka i Niegocin, a zwłaszcza jeziora Krzywa Kuta zawierają podwyższone stężenia cynku, rtęci i ołowiu. W osadach jezior Gołdopiwo i Niegocin występują znacznie podwyższone zawartości wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych w porównaniu do przeciętnie spotykanych w osadach jezior Polski. Jednakże stwierdzone zawartości pierwiastków śladowych oraz WWA są niższe od ich dopuszczalnych stężeń według Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 16 kwietnia 2002 r., są one także niższe od ich wartości *PEL*, powyżej której obserwuje się szkodliwe oddziaływanie na organizmy wodne

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

Tabela 6

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

Parametr	Grajewko 2007 r.	Dargin 2007 r.	Kirsajty 2005 r.	Kisajno 2005 r.	Święcajty 2007 r.	Harsz 2007 r.
Arsen (As)	<5	<5	9	<5	<5	6
Chrom (Cr)	8	12	18	13	10	19
Cynk (Zn)	91	40	66	80	62	93
Kadm (Cd)	0,7	<0,5	0,5	0,5	<0,5	0,9
Miedź (Cu)	13	5	13	15	10	16
Nikiel (Ni)	8	5	13	10	8	15
Ołów (Pb)	11	16	31	37	30	38
Rtęć (Hg)	0,109	0,028	0,067	0,081	0,071	0,199
Parametr	Krzywa Kuta 2010 r.	Gołdopiwo 2011 r.	Kruklin 2011 r.	Niegocin 2011 r.	Pozdezdze 2011 r.	Wilkus 1991 r.
Arsen (As)	9	6	6	6	12	<5
Chrom (Cr)	24	8	2	12	6	5
Cynk (Zn)	151	76	34	95	49	50
Kadm (Cd)	1,6	0,6	<0,5	0,6	0,7	0,5
Miedź (Cu)	34	11	8	14	9	8
Nikiel (Ni)	23	8	3	9	7	4
Ołów (Pb)	72	29	17	34	26	19
Rtęć (Hg)	0,221	0,118	0,092	0,294	0,128	0,01
WWA _{11 WWA} *	1,171	5,045	0,963	4,244	1,436	n.o.
WWA _{7 WWA} **	1,114	4,636	0,905	4,251	1,177	n.o.
PCB***	0,0007	0,0034	0,0012	0,0059	0,0017	n.o.

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

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

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

3. Pierwiastki promieniotwórcze

Materiał i metody badań

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

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

Prezentacja wyników

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

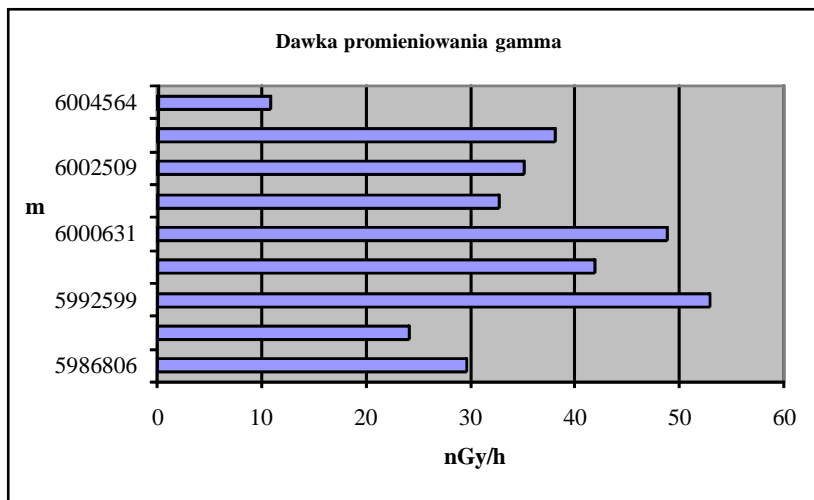
Prezentowane wyniki dawki promieniowania gamma obejmują sumę promieniowania pochodzącego od radionuklidów naturalnych (uran, potas, tor) i sztucznych (cez).

Wyniki

Wartości dawki promieniowania gamma wzdłuż profilu zachodniego wahają się w przedziale od około 11 do około 53 nGy/h. Przeciętnie wartość ta w profilu zachodnim wynosi około 36 nGy/h i jest nieco wyższa od średniej dla obszaru Polski wynoszącej 34,2 nGy/h. Wzdłuż profilu wschodniego wartości promieniowania gamma zmieniają się od około 25 do około 64 nGy/h i przeciętnie wynoszą około 43 nGy/h.

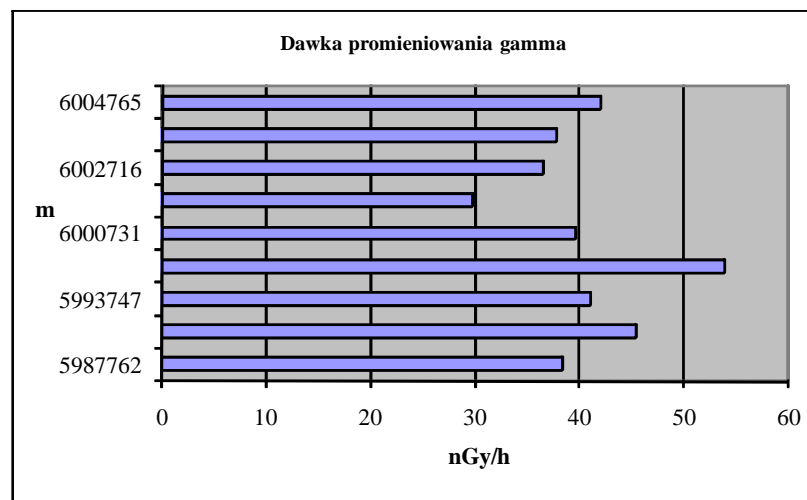
104 W

PROFIL ZACHODNI



104 E

PROFIL WSCHODNI



39

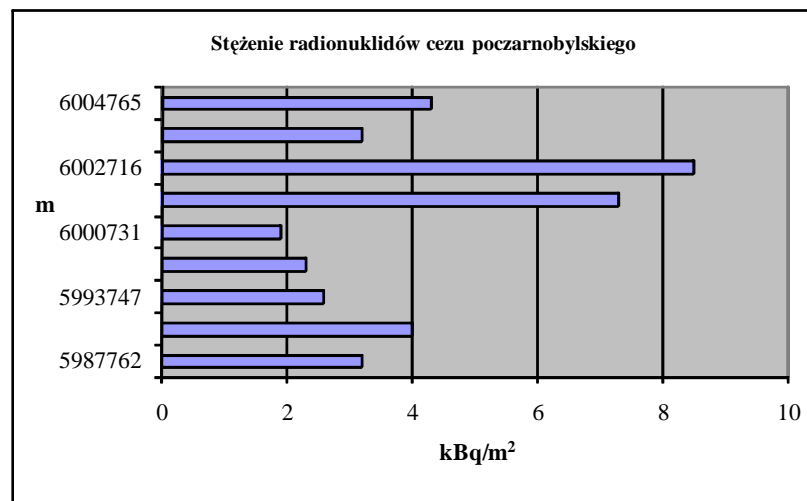
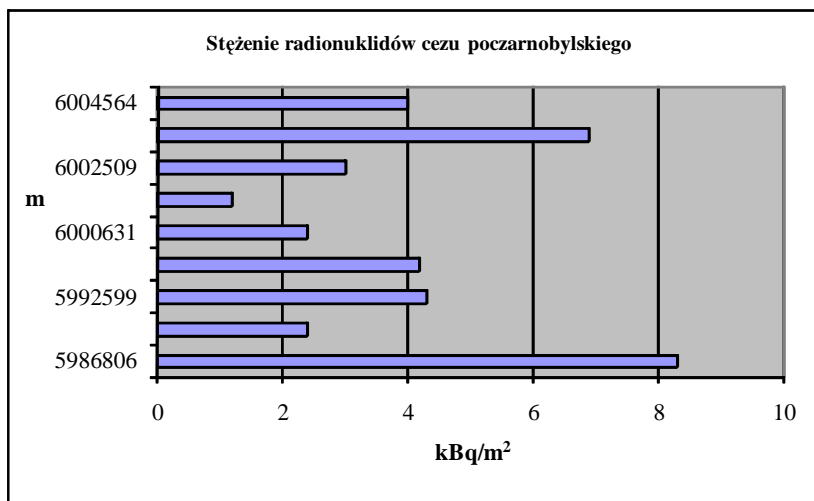


Fig. 4. Zanieczyszczenie gleb pierwiastkami promieniotwórczymi na obszarze arkusza Giżycko (na osi rzędnych – opis siatki kilometrowej arkusza)

W zachodnim profilu pomiarowym zarejestrowane dawki promieniowania gamma są dość zróżnicowane. Najwyższymi wartościami promieniowania gamma cechują się gliny zwałowe zlodowacenia północnopolskiego (ok. 35–53 nGy/h). Niższe dawki promieniowania gamma (11–35 nGy/h) są związane z osadami jeziornymi (iły, mułki, piaski i żwiry) zlodowacenia północnopolskiego oraz z holocenijskimi torfami. W profilu wschodnim wartości promieniowania gamma są generalnie wyższe i bardziej wyrównane, gdyż wzdłuż profilu dominuje jeden typ utworów – gliny zwałowe zlodowacenia północnopolskiego. Najniższe dawki promieniowania gamma, zarejestrowane w południowym krańcu profilu, pochodzą od utworów wodnolodowcowych (piaski i żwiry) z tego samego okresu zlodowacenia.

Stężenia radionuklidów poczarnobylskiego cezu zmierzone wzdłuż obu profili są bardzo niskie, charakterystyczne dla obszarów bardzo słabo zanieczyszczonych. Wzdłuż profilu zachodniego wynoszą od 1,2 do 8,3 kBq/m², a wzdłuż profilu wschodniego wahają się od 0,5 do 8,5 kBq/m².

IX. Składowanie odpadów

Zasady wydzielenia 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, iłołupki
K – odpadów innych niż niebezpieczne i obojętne	≥ 1	$\leq 1 \times 10^{-9}$	
O – odpadów obojętnych	≥ 1	$\leq 1 \times 10^{-7}$	gliny

Ocena wykształcenia naturalnej bariery geologicznej pozwala na wyróżnienie:

- warunków izolacyjności podłoża zgodnych z wymaganiami dla określonego typu składowisk (przyjętymi w tabeli 1),
- zmiennych właściwości izolacyjnych podłoża (warstwa izolacyjna znajduje się pod przykryciem osadami piaszczystymi o miąższości do 2,5 m, miąższość lub jednorodność warstwy izolacyjnej jest zmienna).

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

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

Obszary o bezwzględnym zakazie lokalizacji składowisk odpadów

Na obszarze objętym arkuszem Giżycko bezwzględnie wyłączeniu z możliwości składowania odpadów podlegają:

- zabudowa miejscowości gminnych Pozezdrze i Kruklanki oraz Giżycka – siedziby urzędów miasta, gminy i Starostwa Powiatowego,
- zabytkowy zespół architektoniczny w Giżycku,
- obszary objęte ochroną prawną w Europejskiej Sieci Ekologicznej NATURA 2000 „Ostoja Północnomazurska” PLH 280045, „Ostoja Borecka” PLH 280016 (ochrona siedlisk),

- rezerваты przyrody „Spytkowo” i „Perkuny” (torfowiskowe) oraz „Jezioro Kozuchy” (faunistyczny),
- tereny leśne o powierzchni powyżej 100 hektarów,
- obszary podmokłe, bagienne, łąki wykształcone na glebach pochodzenia organicznego,
- strefa ochrony udokumentowanego głównego zbiornika wód podziemnych nr 206 „Kętrzyn”
- powierzchnie erozyjnych i akumulacyjnych tarasów holocenijskich w obrębie doliny rzeki Sapiny i pozostałych cieków,
- strefy (do 250 m) wokół jezior: Niegocin, Wojsak, Grajewko, Kąpskie, Upałckie Duże i Małe, Wydmiańskie, Kruklin, Mewa, Czarne, Babka, Żywki, Mała Krukłanka, Małe, Fryd, Brożówka, Gołdopiwo, Żabinka, Krzywa Kuta, Mała Kuta, Smolak, Wilkus, Głęboka Kuta, Piecek, Lemięt, Harsz, Mały Harsz, Dargin, Dgał Wielki i Mały, Warmiak, Skarż Wielki i pozostałych akwenów,
- strefa ochrony pośredniej ujęć wód podziemnych w Giżycku, Upałtach Małych, Zielonym Gaju i Pozezdrzu,
- tereny o nachyleniu powyżej 10° (Przytuły, Jakunówek, Żabinek, rejon na wschód od Krukłanek i rejon Żywek i Gajewa),
- obszar zagrożony powierzchniowymi ruchami masowymi ziemi – północno-zachodni brzeg jeziora Kruklin.

Obszary bezwzględnie wyłączone z możliwości składowania odpadów zajmują około 80% powierzchni analizowanego terenu.

Charakterystyka i ograniczenia warunkowe obszarów spełniających wymagania dla składowania odpadów obojętnych

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

Znaczne powierzchnie analizowanego terenu zajmuje wysoczyzna polodowcowa falista z licznymi małymi formami akumulacji szczelinowej i kemami oraz obniżeniami wytopiskowymi. W urozmaiconym krajobrazie dominują formy pochodzenia lodowcowego i wodnolodowcowego, lokalnie pochodzenia jeziornego. W części północnej, środkowej i południowo-wschodniej występują równiny sandrowe.

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

Na terenie wysoczyzny zajmują one największe powierzchnie. Miąższość glin wynosi od kilku do około 26 m. Lokalnie gliny stadiału wisły położone są bezpośrednio na glinach starszych, tworząc wspólny poziom izolacyjny o dużych miąższościach (do 40 m – rejon Giżycko – Sulimy według danych z przekroju geologicznego – SmgP) (Szumański, 2000). Zazwyczaj poziom gliny bazalnej przykrywają gliny ablacyjne i miejscami gliny spływowe, biorące udział w budowie moren czołowych, moren martwego lodu i form akumulacji szczelinowej.

Są to na ogół brązowe lub szare gliny o bardzo zmiennym uziarnieniu – od glin pylistych i lokalnie ilastych, poprzez gliny piaszczyste do piasków i żwirów gliniastych. Zawierają one liczne, duże głązy, często znaczną domieszkę żwirów i głązików oraz przeławicenia piasków, żwirów i mułków wodnomorenowych.

W obszarach wskazanych w rejonie Kolonii Pozezdrze i Wyłudów naturalną barierę izolacyjną tworzą gliny zwałowe moren martwego lodu. Powstały w strefie wytapiania brył martwego lodu na zapleczu moren czołowych. Formują nieregularnie rozmieszczone, niewielkie pagórki i wzniesienia zbudowane z osadów o zróżnicowanym uziarnieniu i bardzo zmiennym warstwowaniu lub pozbawione warstwowania (od osadów piaszczysto-żwirowych do głązów przykrytych spływowymi glinami zwałowymi). Miąższość osadów dochodzi do 15 m.

W rejonie miejscowości Upały, Kozuchy Wielkie oraz na południe od Boćwinki na powierzchni terenu występują gliny zwałowe moren czołowych. Powlekają one powierzchnie spiętrzonych wzgórz morenowych. Są to szarobrązowe gliny ilaste, pozbawione domieszek żwirów, na głębokości powyżej 2 m przechodzą one w glinę pylastą. Gliny te zwane również „łami lodowcowymi” są prawdopodobnie facjalną odmianą glin zwałowych powstałych w środowisku wodnym. Ich miąższości są na ogół niewielkie, rzędu 2–3 m, lokalnie mogą dochodzić nawet do kilkunastu metrów (dane z SmgP arkusz Sterławki). Ze względu na możliwość niejednorodnego wykształcenia litologicznego oraz niewielką na ogół miąższość właściwości izolacyjne tych glin mogą być zmienne (mniej korzystne).

W rejonie miejscowości Wyłududy mamy do czynienia również z glinami zwałowymi moren wyciśnięcia, przykrywającymi wyraźnie zaburzone glacitektonicznie osady piaszczysto-żwirowe lub piaszczyste.

Ze względu na możliwość niejednorodnego wykształcenia glin moren czołowych miejscami spiętrzonych i glin moren wyciśnięcia (od pylastych do silnie piaszczystych) oraz niewielkie miąższości ich właściwości izolacyjne określono na zmienne (mniej korzystne).

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

Warunkowymi ograniczeniami budowy składowisk odpadów w granicach wskazanych obszarów są:

b – bliskość zabudowy Giżycka,

p – położenie w granicach Obszaru Chronionego Krajobrazu Wielkich Jezior Mazurskich.

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

Obszary wskazane do składowania odpadów obojętnych zlokalizowane są na terenie gmin: Pozedrze, Kruklanki, Giżycko, Wydminy i Miłki.

Planując budowę składowisk odpadów w granicach obszarów wskazanych w rejonie Upań i Siedlisk należy zwrócić uwagę na obecność licznych małych zagłębień wypełnionych torfem.

Obszary wytypowane do składowania odpadów znajdują się na terenach o średnim stopniu zagrożeniu wód użytkowych poziomów wodonośnych. Występują one w utworach czwartorzędowych na głębokości 15–50 m (podrzędnie 50–100 m i 100–150 m). W rejonie Przerwanki – Kolonia Wyłudy oraz Sulimy, Kożuchy Wielkie, Upały, Siedliska, Kruklin, Boćwinki stopień zagrożenia wód określono na niski, w rejonach Przerwanki – Kolonia Wyłudy i Brzozówka – Jeziorowskie na bardzo niski.

Problem składowania odpadów komunalnych

Na powierzchni analizowanego terenu nie występują osady, których właściwości izolacyjne spełniałyby kryteria przyjęte dla składowania odpadów komunalnych.

W razie konieczności budowy tego typu obiektów można dodatkowo rozpoznać obszar wskazany w rejonie Giżycko – Sulimy, gdzie według danych zawartych w objaśnieniach do SmgP gliny zlodowacenia wiśły położone bezpośrednio na glinach starszych zlodowaceń mogą lokalnie tworzyć wspólny pakiet izolacyjny o ponad 100 metrowej miąższości.

W profilach otworów wiertniczych wykonanych w Brożówce stwierdzono występowanie glin o miąższościach od 40m do około 50 m, w Boćwinie glin o 30 metrowej miąższości.

Na analizowanym terenie znajdują się dwa składowiska odpadów – w Pozezdrzu i w Świdrach.

Składowisko odpadów komunalnych w Pozezdrzu zamknięto w 2005 roku. Opracowano dokumentację rekultywacyjną, prace rekultywacyjne rozpoczną się w 2013 roku. Prowadzony jest monitoring wód podziemnych.

Składowisko odpadów komunalnych w Świdrach przyjmuje odpady z terenu miasta i gminy Giżycko. Obiekt jest ogrodzony, otoczony pasem zieleni. Podłoże jest zabezpieczone geomembraną, prowadzony jest monitoring wód podziemnych. W trakcie budowy jest zakład utylizacji odpadów.

Odpady z terenów objętych arkuszem przewożone są również na składowiska w Czerwonym Dworze (gmina Węgorzewo), Spytkowie (gmina Giżycko) i w Mażanach (gmina Kętrzyn).

Ocena najbardziej korzystnych warunków geologicznych i hydrogeologicznych

Najbardziej korzystne warunki geologiczne występują prawdopodobnie w granicach obszaru wskazanego w rejonie Brożówka – Jeziorowskie, gdzie występują gliny zwałowe o 40–50 m miąższości. Jest to również obszar o wysokiej odporności głównego użytkowego poziomu wodonośnego (międzymorenowego) występującego na głębokości ponad 50 m. Współczynnik filtracji wynosi 14,3 m/24 h, stopień zagrożenia wód zanieczyszczeniami antropogenicznymi określono na bardzo niski.

Prawdopodobnie dobrych warunków geologicznych można spodziewać się w granicach obszaru wskazanego w rejonie Giżycko – Sulimy, gdzie gliny zlodowacenia wisły mogą tworzyć wspólny pakiet izolacyjny z glinami starszych zlodowaceń, o ponad 40 metrowej miąższości. Główny użytkowy poziom wodonośny występuje tu na głębokości 15–50 m. Jest to jednak obszar o niskiej odporności poziomu wodonośnego, a stopień zagrożenia wód zanieczyszczeniami powierzchniowymi określono na wysoki (głównie ze względu na obecność ognisk zanieczyszczeń).

W następnej kolejności, ze względu na uwarunkowania hydrogeologiczne, można rozpoznać obszar wytypowany w rejonie Przerwanki – Kolonia Wyłudy. Główny użytkowy poziom wodonośny występuje tu na głębokości ponad 100 m i jest dobrze izolowany od zanieczyszczeń pakietem glin zwałowych. Jest to poziom o wysokiej odporności i bardzo niskim stopniu zagrożenia. Współczynnik filtracji wynosi tu średnio 5,9 m/24 h.

Charakterystyka wyrobisk poeksploatacyjnych

Na składowiska odpadów można rozpatrywać wyrobisko zaniechanego złoża kruszywa naturalnego „Kruklin II”, a po zakończonej eksploatacji wyrobiska złóż kruszyw naturalnych „Kruklin IV” i „Kruklin – RDP”. Środowiskowymi ograniczeniami warunkowymi budowy składowisk odpadów w wyrobiskach są: położenie w granicach Obszaru Chronionego Krajobrazu Pojezierza Ełckiego „p”, w granicach udokumentowanych złóż „z”, oraz bliskość zabudowy miejscowości „b”.

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

Ocenę warunków geologiczno-inżynierskich podłoża na obszarze arkusza Giżycko przedstawiono dla terenów znajdujących się poza: granicami złóż kopalin, rezerwatów przyrody, obszarami lasów i gleb chronionych, łąk na glebach pochodzenia organicznego, zwartej zabudowy Giżycka, a także wód powierzchniowych. Ze względu na skalę prezentowanej mapy waloryzacja warunków geologiczno-inżynierskich podłoża budowlanego ma charakter

ogólny. Oceną objęto około 20% powierzchni obszaru arkusza. Podstawą wydzielenia obszarów o korzystnych bądź niekorzystnych warunkach geologiczno-inżynierskich były informacje zawarte na mapach geologicznej i hydrogeologicznej w skali 1:50 000 (Szumański, 2000a; Górnik, 2004) przeanalizowane i zaklasyfikowane na podstawie instrukcji opracowania mapy (Instrukcja..., 2005) w formie dwóch wydzieleni: obszarów o warunkach korzystnych dla budownictwa i warunkach niekorzystnych, utrudniających budownictwo. Należy podkreślić, że na obszarze objętym arkuszem Giżycko zaznacza się duża zmienność przestrzenna warunków geologiczno-inżynierskich, wynikająca z wytopiskowego charakteru młodoglacjalnego terenu.

Obszary o korzystnych warunkach podłoża budowlanego charakteryzują się występowaniem gruntów niespoistych: średnio zagęszczonych i zagęszczonych, gdzie głębokość zwierciadła wód gruntowych przekracza 2 m p.p.t., oraz gruntów spoistych w stanie: zwartym, półzwartym i twaroplastycznym.

Grunty korzystne dla budownictwa na omawianym obszarze związane są z występowaniem osadów wodnolodowcowych i lodowcowych stadiału górnego zlodowacenia wisły zlodowaceń północnopolskich. Transgresja lądolodu stadiału górnego zlodowacenia wisły objęła swym zasięgiem cały omawiany obszar. Korzystne dla budownictwa warunki zostały wyznaczone w miejscu powierzchniowych wystąpień piasków i żwirów zlodowacenia wisły. Występują one w stanie zagęszczonym i średniozagęszczonym, poziom wodonośny występuje głębiej niż 5 m p.p.t, spadki terenu są mniejsze niż 3% i nie występują czynne procesy geodynamiczne. Miąższość tych osadów wynosi od kilku do kilkunastu metrów.

Obszary o warunkach korzystnych dla budownictwa znajdują się na terenie gminy Pozezdrze między jeziorem Dargin i miejscowością Harsz, w gminie Giżycko między Zielonym Gajem, Sołdanami i Pieczonkami, na granicy gminy Kruklanki i Giżycko w rejonie Kruklanki–Nowe Sołdany. Obszary korzystne dla budownictwa występują również na wysoczyźnie morenowej pomiędzy Antoniowem i Pieczarkami, w rejonie Sołdanów, Przerwanek i Kruklina oraz na obszarach sandrowych koło Jakunówka i nad jeziorem Wydmińskim.

Obszary o warunkach niekorzystnych dla budownictwa są związane przede wszystkim z płytszym niż 2 m położeniem wód gruntowych i z występowaniem gruntów organicznych. Są to dna zagłębień bezodpływowych z zanikającymi jeziorkami oraz tereny podmokłe i zabagnione, wypełnione holocenijskimi torfami, namułami torfiastymi i mułkami z detrytusem roślinnym. Obszary o warunkach niekorzystnych dla budownictwa związane są również z występowaniem słabonośnych gruntów spoistych w stanie międko-plastycznym i plastycznym. Należą do nich najmłodsze mułki i piaski lodowcowo-jeziorne fazy pomorskiej

złodowacenia wisły. Wyznaczono je w miejscach powierzchniowego występowania osadów holocenijskich – torfów i torfów na gytach i kredach jeziornych. Zajmują one znaczne powierzchnie na całym analizowanym terenie, wypełniają stare misy jeziorne, wytopiska, zagłębienia bezodpływowe i dna rynien w obrębie wysoczyzny morenowej, stref moren czołowych i obszarów sandrowych. Ich miąższość jest zróżnicowana i wynosi od 1,5 do 6,0 m. W licznych przypadkach podścielają je gytie i kredy jeziorne o miąższości od 2,0 do 8,0 m. Wilgotność naturalna występujących tu osadów holocenijskich przekracza na ogół 50%. Ponadto na terenach niekorzystnych dla budownictwa, płytko występujące wody charakteryzujące się podwyższoną zawartością kwasów huminowych wykazują agresywność w stosunku do betonu i stali.

Na mapie uwzględniono (jako niekorzystne dla budownictwa) rejonu płytkiego występowania zaburzonych glaciektogenicznie glin zwałowych, budujących przypowierzchniowe partie pojedynczych wzgórz morenowych. Odślaniają się one w formie izolowanych płatów na całym omawianym obszarze. Na terenach objętych zaburzeniami glaciektogenicznymi konieczne jest wykonywanie dokumentacji geologiczno-inżynierskich przed podjęciem prac budowlanych. Największe obszary o warunkach niekorzystnych dla budownictwa występują w rejonie jezior: Harsz, Gołdopiwo, Kruklin oraz Niegocin, a także w rejonie miejscowości Przytuły, kolonia Pozezdrze, Świdry i Spytkowo.

Na omawianym terenie praktycznie nie występuje zagrożenie powodziowe, a letnie wezbrania dotyczą jedynie małych cieków. Stąd nie wyznaczono obszarów o warunkach utrudniających budownictwo ze względu na zagrożenie zalaniem (Nowicki, (red), 2007).

W obrębie omawianego arkusza występują obszary predysponowane do powstawania powierzchniowych ruchów masowych (osuwiska, obrywy, spełzywania). Tereny te występują w strefach krawędziowych jezior: Kruklin i Gołdopiwo (Grabowski, (red.), 2007).

XI. Ochrona przyrody i krajobrazu

W podziale geobotanicznym Polski obszar objęty arkuszem Giżycko został zaliczony do Działu Północnego, Krainy Mazursko-Kurpiowskiej, Okręgu Pojezierza Mazurskiego.

W granicach arkusza znajdują się tereny objęte ochroną prawną w formie obszarów chronionego krajobrazu, rezerwatów przyrody, w ramach sieci Natura 2000, a także obiekty chronione – pomniki przyrody żywej i nieożywionej.

Znaczną część powierzchni zajmują gleby chronione klas bonitacyjnych I–IV a. Dominują wśród nich gleby brunatne właściwe, powstałe z różnych skał macierzystych, głównie zasobnych w węglan wapnia glin zwałowych wysoczyzn morenowych. Zaliczane są do

prawie wszystkich kompleksów przydatności rolniczej, z dominacją pszennego dobrego. Oprócz nich występują tu również gleby brunatne wylugowane, pseudobielicowe i czarne ziemie.

Łąki na glebach organicznych powstały w miejscach położonych najniżej i najsilniej uwilgoconych. Wśród gleb hydrogenicznych największe powierzchnie na obszarze objętym arkuszem zajmują gleby murszowo-torfowe i torfowe. Występują one w rozproszeniu na całym terenie.

Kompleksy leśne zajmują niewielkie powierzchnie, największe w części wschodniej wzdłuż jeziora Gołdopiwo, między Wyłudami i Nowymi Sołdanami oraz przy jeziorach Kruklin i Wydmińskim. W części zachodniej większe powierzchnie lasów znajdują się między Pozezdrzem i Świdrami. Konsekwencją karczowania lasów dla potrzeb rolnictwa i preferowania przez gospodarkę leśną gatunków iglastych jest zachwianie równowagi w stosunku do pierwotnych puszczy. Obecnie 80% stanowią tu drzewostany iglaste. Największy jest wśród nich udział świerka i sosny zwyczajnej, z drzew liściastych w największych ilościach występują tu: buki zwyczajne, klony, jawory, dęby bezszypułkowe.

Według danych uzyskanych z monitoringu biologicznego i technicznego stan lasów na tym terenie jest zarówno pod względem zdrowotnym jak i sanitarnym dużo lepszy od przeciętnego w kraju.

Około 70% powierzchni objętej arkuszem zajmuje Obszar Chronionego Krajobrazu Krainy Wielkich Jezior Mazurskich. Został on utworzony w 1993 r. jako uzupełnienie wielkoobszarowego systemu ochrony przyrody (obok Mazurskiego Parku Krajobrazowego) w tej części Pojezierza Mazurskiego i zajmuje powierzchnię 85 527 ha.

W części wschodniej znajdują się niewielkie fragmenty Obszaru Chronionego Krajobrazu Puszczy Boreckiej, a w części południowo-wschodniej fragment Obszaru Chronionego Krajobrazu Pojezierza Elckiego. Na omawianym terenie utworzono trzy rezerwaty (tabela 8).

Rezerwat „Spytkowo”, zlokalizowany między miejscowościami Spytkowo i Sołdany, utworzono w 1954 roku, w celu zachowania wierzby lapońskiej oraz innej roślinności relikwowej. Jest to torfowisko brzożowe, zajmujące dawne jezioro polodowcowe. Ma ono 3,68 ha powierzchni, drzewostan stanowi dość gęsto rosnąca brzoza omszona, o wysokości do 10 m.

Wykaz rezerwatów i pomników przyrody

Nr obiektu na mapie	Forma ochrony	Miejscowość	Gmina	Rok zatwierdzenia	Rodzaj obiektu (powierzchnia w ha)
			Powiat		
1	2	3	4	5	6
1	R	Spytkowo	Giżycko	1958	T – Spytkowo (3,68)
			Giżycko		
2	R	Antonowo	Giżycko	1954	T – Perkuny (2,89)
			Giżycko		
3	R	Kozuchy Wielkie	Giżycko	1963	Fn – Jezioro Kozuchy (28,16)
			Giżycko		
4	P	Jakunówko	Pozezdrze	1961	Pn – G (granitognejs)
			Węgorzewo		
5	P	Jakunówko	Pozezdrze	1964	Pn – G (granitognejs)
			Węgorzewo		
6	P	Kruklanki	Kruklanki	1998	Pż – brzoza brodawkowa
			Giżycko		
7	P	Kruklanki	Kruklanki	1980	Pż – wierzba wąskolistna
			Giżycko		
8	P	Poganty	Giżycko	2002	Pż – aleja drzew pomnikowych, 12 szt. dębów szypułkowych
			Giżycko		
9	P	Gajewo	Giżycko	1956	Pż – 3 dęby szypułkowe
			Giżycko		
10	P	Boćwinka	Kruklanki	1998	Pż – dąb szypułkowy „Stanisław”
			Giżycko		
11	P	Giżycko	Giżycko	1996	Pż – dąb czerwony
			Giżycko		
12	P	Giżycko	Giżycko	1996	Pż – sosna czarna
			Giżycko		
13	P	Giżycko	Giżycko	1996	Pż – lipa drobnolistna
			Giżycko		
14	P	Giżycko	Giżycko	1996	Pż – 2 jesiony wyniosłe
			Giżycko		
15	P	Giżycko	Giżycko	1996	Pż – jesion wyniosły
			Giżycko		
16	P	Giżycko	Giżycko	1964	Pn – G (granitognejs)
			Giżycko		
17	P	Giżycko	Giżycko	1996	Pż – 2 modrzewie europejskie
			Giżycko		
18	P	Suliny	Giżycko	1973	Pż – lipa drobnolistna
			Giżycko		

Rubryka 2 R – rezerwat, P- pomnik przyrody

Rubryka 6 rodzaj rezerwatu: Fn – faunistyczny, T – torfowiskowy

rodzaj pomnika przyrody: Pż- żywej, Pn- nieożywionej

rodzaj obiektu: G- gład narzutowy

Rezerwat „Perkuny” utworzono w 1954 roku na powierzchni 2,89 ha. Obejmuje obszar śródleśnego torfowiska nad jeziorem Fryd. Został utworzony w celu zachowania torfowiska

wysokiego z naturalnymi zespołami roślinności zielonej i stanowiskiem wierzby lapońskiej. Drzewostan stanowi brzoza omszana z domieszką olchy czarnej, brzozy brodawkowatej i sosny. Runo leśne jest dość zwarte z domieszką paproci i wełnianek, z rozwiniętą warstwą mchów.

Rezerwat faunistyczny „Jezioro Kozuchy” utworzono w 1963 roku na obszarze 28,16 ha. Obowiązuje w nim ochrona ścisła skrzypów olbrzymich, poryblinów jeziornych, grążeli żółtych i storczyków plamiastych. Ochroną częściową objęto: porzeczki czarne, krużyny pospolite, kopotniki pospolite, grzybień biały i północny. Rezerwat utworzono w celu zachowania licznie gromadzącego się tu ptactwa, a przede wszystkim jednej z największych w Polsce kolonii mew śmieszek. W związku z celami ochronnymi akwen został wyłączony z gospodarki rybackiej i uprawiania sportów wodnych.

Wiele drzew zostało objętych ochroną konserwatorską (tabela 8). Pomniki przyrody żywej znajdują się w: Krukłankach, Gajewie, Boćwinie oraz Giżycku. W Pogantach ochroną prawną objęto aleję dębów szypułkowych.

Pomnikami przyrody są również głazy narzutowe znajdujące się w miejscowości Jakunówko, w gminie Pozezdrze i na terenie miasta Giżycko.

Na zboczu Jakunowskiej Góry położonej na wschód od jeziora Krzywa Kuta znajduje się głaz zwany „Diabelskim Kamieniem”. Na jego powierzchni widnieje odcisk łapy diabła. Jest to prawdopodobnie stół ofiarny Galindów zamieszkujących te tereny od V w. p.n.e. do XII w. n.e.

Krajowa sieć ekologiczna ECONET – Polska (Liro red., 1998) jest wielkoprzestrzennym systemem obszarów węzłowych najlepiej zachowanych pod względem przyrodniczym i reprezentatywnych dla różnych regionów przyrodniczych kraju. Są one wzajemnie ze sobą powiązane korytarzami ekologicznymi, zapewniającymi ciągłość więzi przyrodniczych w obrębie tego systemu.

Według tego systemu tereny w granicach niemal całego arkusza stanowią fragment obszaru węzłowego o znaczeniu międzynarodowym – tzw. Obszaru Wschodniomazurskiego (15M). Został on wyznaczony ze względu na rzadkie w skali europejskiej typy siedlisk, zachowane naturalne i półnaturalne zbiorowiska roślinne (m.in. krajobraz pojezierny i sandrowy; subkontynentalny grąd, torfowiska) i związane z nimi gatunki flory i fauny. Z kolei południowa część omawianego obszaru, od miejscowości Sucholaski przez Upały, Kozuchy Wielkie po Giżycko, stanowi fragment korytarza ekologicznego rangi międzynarodowej (7m) (fig. 5).

Wykaz obszarów chronionych Europejskiej Sieci Ekologicznej Natura 2000

Lp.	Typ obszaru	Kod obszaru	Nazwa obszaru i symbol oznaczenia na mapie	Położenie centralnego punktu obszaru		Powierzchnia obszaru (ha)	Położenie administracyjne obszaru w granicach arkusza			
				Długość geograficzna	Szerokość geograficzna		Kod NUTS	Województwo	Powiat	Gmina
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	B	PLH 280045	Ostoja Północnomazurska (S)	E 21°40'09"	N 54°05'44"	14 573,0	PL623	warmińsko-mazurskie	Węgorzewo	Pozezdrze
2	K	PLH 280016	Ostoja Borecka(S)	E 22°06'05"	N 54°07'48"	25 340,1	PL623	warmińsko-mazurskie	Węgorzewo	Pozezdrze
									Giżycko	Kruklanki

Rubryka 2: B – SOO, bez żadnych połączeń z innymi obszarami Natura 2000; K – SOO , częściowo przecinające się z OSO;

Rubryka 3: w nawiasie symbol obszaru na mapie: S – obszar specjalnej ochrony siedlisk;

Obszar „Ostoja Północnomazurska” tworzy system kilku jezior są to: Mamry Północne, Kirsajno, Dobskie, Kisajnoi Dejguny oraz kilka zbiorników wodnych bez nazwy. Występuje w nich bardzo dobrze lub dobrze zachowana roślinność typu ramieniowego oraz elodeidów i nimfeidy, a także populacja ryb z rodzaju Koza. W okolicy Sztynortu (arkusz Sterławki Wielkie) stwierdzono jedną z największych populacji Pachnicy dębowej w Polsce, w alejach i lesie (ponad 400 letni drzewostan) około 500 drzew zasiedlonych przez ten gatunek. Zidentyfikowano również ponad 30 gatunków chrząszczy saproksylicznych, które świadczą o naturalnym, puszczańskim jego charakterze. Zagrożeniami dla tego obszaru są: pogarszające się właściwości fizykomechaniczne wody (eutrofizacja), spływy rolnicze, niekontrolowany wzrost ruchu turystycznego, zła infrastruktura wodno-ściekowa zlewni jezior, niewłaściwa gospodarka rybacka, a także kłusownictwo.

„Ostoja Borecka” jest dużym kompleksem leśnym z udziałem drzewostanów liściastych, ze znaczącą domieszką świerka. Drzewostany mają charakter naturalny, część z nich osiągnęła wiek powyżej 150 lat. Miejsca położone w obniżeniach pokrywają bagienne typy lasu lub otwarte trzęsawiska. Liczne śródleśne łąki są silnie wilgotne. Jest to ważna ostoja fauny leśnej z wilkiem i żubrem (jedno z pięciu wolno żyjących stad w Polsce). Ogółem stwierdzono występowanie 7 gatunków zwierząt i 4 gatunki roślin z Załącznika II Dyrektywy Rady 92/43/EWG. Jest to jeden z ważniejszych obszarów w Europie dla zachowania klasycznych lasów liściastych typu środkowoeuropejskiego, tzw. grądu subkontynentalnego. Zagrożeniem dla tego obszaru jest wyrąb starych drzewostanów w ramach planowej gospodarki leśnej i zastępowanie ich monokulturami sosnowymi, świerkowymi i modrzewiowymi.

Cały teren arkusza Giżycko znajduje się w granicach obszaru funkcjonalnego Zielone Płuca Polski. Celem istnienia tego obszaru jest promowanie rozwoju proekologicznego, utrzymanie zrównoważonych struktur przestrzennych dla zapewnienia wysokiego standardu środowiska przyrodniczego.

Jezioro Kożuchy i Kruklin zostały objęte strefami ciszy na podstawie Uchwały XVIII/151/2000 Rady Powiatu w Giżycku w sprawie zmiany uchwały w sprawie ograniczenia lub zakazu używania obiektów pływających na wybranych akwenach wodnych.

XII. Zabytki kultury

Na obszarze objętym arkuszem Giżycko w epoce młodszego brązu i wczesnej epoki żelaza, w cyklu łżycko-pomorskim wykształciła się odrębna kultura kurhanów zachodniobałtyckich. Podstawą wydzielenia stały się jej cechy charakterystyczne: system osadniczy oparty

na sieci osiedli obronnych, system gospodarczy bazujący na leśnym wypasie stad zwierząt, kurhanowy obrządek pogrzebowy, specyficzna technika lepienia naczyń kulistodennych.

Szczególnie charakterystyczny dla Pojezierza Mazurskiego jest typ osiedli obronnych – nawodnych. W okolicach Giżycka znajduje się jedno z najwcześniejszych osiedli nawodnych związanych z tą kulturą.

Do najcenniejszych stanowisk – nieujętych jeszcze w rejestrze zabytków, ale cennych poznawczo na terenie miasta Giżycko należą trzy obiekty: osada z warstwami kulturowymi od późnej fazy średniowiecza po okres nowożytny, w której znaleziono obrączki, monety, szpile, garnki, zawieszki, łańcuchy i płyty szlifierskie oraz dwa cmentarzyska ciałopalne kultury bogaczewskiej z okresu wpływów rzymskich z licznymi znaleziskami (monety, biżuteria).

W gminie Kruklanki znajdująca się około 2,5 km na północ od Kruklanek (przy jeziorze Gołdopiwo) osada z okresu starożytności, w której znaleziono bardzo liczne fragmenty ceramiki. Drugim obiektem jest odkryta nad jeziorem Brożówka osada z okresu wpływów rzymskich.

Do rejestru zabytków wpisano XVIII-wieczny układ urbanistyczny miasta Giżycka. W mieście zachowało się kilkanaście stylowych klasycystycznych i secesyjnych kamieniczek z drugiej połowy XIX wieku, domek ryglowy z początku XIX wieku oraz secesyjne potężne gmachy, z dwuskrzydłowym magistratem ozdobionym wieloma detalami architektonicznymi z przełomu XIX i XX wieku.

Ochroną prawną objęto kościół parafialny pod wezwaniem świętego Brunona z lat 1936–1938. Przy placu Grunwaldzkim znajduje się niewielki, klasycystyczny, trzynawowy kościół ewangelicki z 1827 roku. Zbudowano go w miejscu wcześniejszej świątyni. W skromnym, XX-wiecznym wystroju wyróżnia się eklektyczny ołtarz główny oraz organy. Przy kościele znajduje się plebania z drugiej połowy XIX wieku. Do rejestru zabytków wpisano XIX-wieczną murowaną kaplicę cmentarną, budynki starostwa z początku XIX wieku, szpitala, szkoły z początku XX wieku oraz domy i wieżę wodociągową z przełomu XIX i XX wieku. Ochroną prawną objęto most na Kanale Łuczyńskim. Most obrotowy z 1848 roku jest jedynym tego typu wciąż działającym urządzeniem w Europie. Dzięki systemowi przekładni przesło mostu (100 ton) może obrócić za pomocą korbki w ciągu pięciu minut jeden człowiek. Przy moście na zachodnim brzegu Kanału Łuczyńskiego znajduje się zamek pokrzyżacki. Pierwotnie jednoskrzydłowy zameczek z omurowanym dziedzińcem wzniesli Krzyżacy po wojnie trzydziestoletniej. Z początkiem XVII wieku obiekt zamieniono w renesansową siedzibę, zabudowując boki dziedzińca mniejszymi skrzydłami. W XVIII wieku spłonęły dwa

skrzydła, trzecie zostało zniszczone przez Rosjan w 1945 r. Opuszczony i zaniedbany obiekt, znajdujący się obecnie w rękach prywatnych, będzie restaurowany. Z jednego z najmniejszych na Mazurach zamków przetrwał jednopiętrowy budynek wielkości willi, o grubych murach ozdobionych renesansowymi szczytami z resztkami portalu. Widoczne są fundamenty nieistniejących budowli, obecnie porośnięte starym parkiem. U zachodnich granic miasta znajduje się twierdza Boyen (częściowo poza obszarem arkusza). Warownię zbudowano w latach 1844–1850. Zabudowa tworzy zarys nieregularnej, sześcioramiennej gwiazdy. Murowane, rozdzielone suchą fosą szańce osłaniają koszary, kazamaty, place manewrowe, strzelnice, magazyny i tkwiący pośrodku twierdzy ogromny donżon – w sumie 100 hektarów umocnień. Dróg od strony miasta strzegą dwie okazałe wieże z neogotyckimi detalami. W odległości 300 metrów na południe od twierdzy, nad brzegiem jeziora Niegocin znajduje się pagórek widokowy z ażurowym krzyżem Świętego Brunona, wystawionym w 1909 roku w 900-lecie męczeńskiej śmierci biskupa.

W miejscowości gminnej Pozezdrze do rejestru zabytków wpisano neogotycki kościół z 1891 pod wezwaniem Świętego Stanisława, o ludowym wystroju wewnętrznym.

W Okowiznie ochroną prawną objęto zespół dworski z XIX wieku z pozostałościami równowiecznego parku.

Do rejestru zabytków wpisano znajdujący się w miejscowości gminnej Kruklanki murowany kościół pod wezwaniem Wniebowzięcia Najświętszej Marii Panny z drugiej połowy XVI wieku, plebanie, cmentarz z okresu I wojny światowej oraz zespół dworski.

W Brożówce i Upałtach Małych opieką prawną objęto park podworski, a w Sołdanach parterowy, neoklasycystyczny dwór z XIX wieku, z dwiema facjatkami i zrujnowane zabudowania folwarczne.

W Żywkach do rejestru zabytków wpisano dwuskrzydłowy secesyjny dwór z drugiej połowy XIX wieku i pozostałość parku oraz ozdobną bramę folwarczną.

Ponadto ochroną konserwatorską objęto cmentarze ewangelickie w Pozezdrzu, Spytkowie, Kozuchach Wielkich, Upałtach, Brożówce, Jeziorowskie i w Siedlskach. Cmentarze z okresu I wojny światowej, które są pod opieką konserwatora znajdują się w miejscowościach: Kolonia Pozezdrze, Jeziorowskie, Kruklanki, Brożówka, i w Żywkach.

Ciekawostką turystyczną są ruiny zniszczonej przez Niemców w 1944 roku kwatery Hitlera zwanej „Hochwald” (Wysoki Las), znajdują się one przy północnej granicy miejscowości Pozezdrze.

XIII. Podsumowanie

Obszar arkusza Giżycko znajduje się na pograniczu Krainy Wielkich Jezior Mazurskich i Pojezierza Ełckiego. Administracyjnie teren należy do województwa warmińsko-mazurskiego, powiatów: Giżycko (gminy: Giżycko, Kruklanki, Wydminy i Miłki) i Węgorzewo (gminy Pozezdrze i Węgorzewo).

Baza surowcowa obejmuje trzydzieści trzy złoża o znaczeniu głównie lokalnym – są to wystąpienia piasków, piasków ze żwirem oraz kredy jeziornej. Złoża, w których prowadzona jest eksploatacja to kopalnie piasku ze żwirem: „Pieczarki II”, „Świdry”, „Kruklin IV”, „Kruklin-RDP”, „Kruklin II”, „Pieczarki III”, „Sołdany I”, „Spytkowo IX”, „Spytkowo X”, „Spytkowo VI”, „Siedliska” i „Siedliska II”.

Na mapie zaznaczono obszary rokujące w świetle dotychczasowych badań perspektywy dla udokumentowania złóż kopalin, w szczególności piaskowo-żwirowych oraz kredy jeziornej na potrzeby lokalne.

Zasadnicze znaczenie dla zaopatrzenia regionu w wodę ma piętro czwartorzędowe. Konieczna jest więc ochrona jego zasobów oraz jakości wód. Znaczna część arkusza położona jest w zasięgu udokumentowanego głównego zbiornika wód podziemnych nr 206 – Wielkie Jeziora Mazurskie. Zapotrzebowanie na wodę jest w pełni zaspokojone.

Znaczną część powierzchni arkusza zajmują grunty rolne, w tym gleby chronione i łąki na glebach pochodzenia organicznego. Tereny leśne zajmują niewielkie powierzchnie, największe w części wschodniej wzdłuż jeziora Gołdopiwo, między Wyłudami i Nowymi Sołdanami oraz przy jeziorach Kruklin i Wydmińskim. Około 15% powierzchni omawianego arkusza stanowią jeziora.

Walory przyrodniczo-krajobrazowe obszaru arkusza mają rangę ponad lokalną, znajdują się tu trzy rezerваты przyrody: torfowiskowe – „Spytkowo” i „Perkuny” oraz faunistyczny „Jezioro Kożuchy”, a także obszary chronionego krajobrazu – Kraina Wielkich Jezior Mazurskich, Puszczy Boreckiej i Pojezierza Ełckiego. Zgodnie z systemem Natura 2000 na omawianym obszarze znajdują się dwa obszary ochrony siedlisk: PLH 280045 „Ostoja Północnomazurska” i PLH 280016 „Ostoja Borecka”. Teren arkusza Giżycko znajduje się w granicach obszaru funkcjonalnego Zielone Płuca Polski, którego celem jest promowanie rozwoju proekologicznego, utrzymanie zrównoważonych struktur przestrzennych dla zapewnienia wysokiego standardu środowiska przyrodniczego.

Przemysł wydobywczy ma lokalne znaczenie, rozwoju gospodarczego omawianego regionu nie należy wiązać z eksploatacją kopalin z uwagi na brak prognoz i niewielkie perspek-

tywy ich występowania. Ze względu na wysokiej klasy gleby i znaczne powierzchnie łąk jest on predysponowany do dalszego rozwoju rolnictwa i hodowli a sezonowo do obsługi ruchu turystycznego. Obszar arkusza należy do bardzo atrakcyjnych turystycznie i siedliskowo. Urozmaicony krajobraz, lasy, duża powierzchnia wód otwartych, niski stopień degradacji elementów środowiska, brak przemysłu stanowią atuty do dalszego rozwoju turystyki i agroturystyki. Rozwój i poszerzone oferty usług turystycznych i rekreacyjnych przewidują zarówno gminne jak i regionalne plany strategii.

Obszary bezwzględnie wyłączone z możliwości składowania odpadów zajmują około 80% powierzchni terenu objętego arkuszem Giżycko.

Na jego powierzchni nie występują osady, których właściwości izolacyjne spełniałyby kryteria przyjęte dla odpadów komunalnych.

Na mapie wskazano jedynie obszary rekomendowane do składowania odpadów obojętnych. Naturalną barierę geologiczną tworzą gliny zwałowe zlodowacenia wisły zlodowaceń północnopolskich. Obszary te znajdują się na terenach gmin: Pozezdrze, Kruklanki, Giżycko, Wydminy i Miłki.

W razie konieczności budowy składowiska odpadów komunalnych można dodatkowo rozpoznać warunki geologiczno-inżynierskie i hydrogeologiczne w granicach obszaru wskazanego w rejonie Brożówka – Jeziorowskie. W profilach odwierconych tu otworów stwierdzono występowanie glin o 40–50 m miąższości. Pod tym kątem można również rozpoznać obszar wytypowany w rejonie Giżycko – Sulimy, gdzie gliny zwałowe zlodowacenia wisły położone bezpośrednio na glinach starszych tworzą pakiet izolacyjny o ponad 40 metrowej miąższości.

Najbardziej korzystne warunki hydrogeologiczne dla składowania odpadów mają obszary wytypowane w rejonie Brożówka – Jeziorowskie, gdzie użytkowy poziom wodonośny występujący na głębokości 50–100 m jest dobrze izolowany od zanieczyszczeń powierzchniowych oraz rejon Przerwanki – Kolonia Wyłudy, gdzie użytkowy poziom wodonośny występuje na głębokości 100–150 m. Dla obu obszarów stopień zagrożenia wód określono na bardzo niski.

Na składowiska odpadów można rozpatrywać suche wyrobiska poeksploatacyjne złóż kruszyw naturalnych „Kruklin II”, „Kruklin IV” i „Kruklin – RDP”. Należy uwzględnić konieczność dodatkowej przesłony podłoża obiektu – syntetycznej lub mineralnej.

Każdorazowo decyzję o lokalizacji składowisk odpadów musi poprzedzić rozpoznanie geologiczno-inżynierskie i hydrogeologiczne miejsca planowanej inwestycji.

XIV. Literatura

- ALBERING H., LEUSEN S., MOONEN E., HOOGEWERFF J., KEINJANS J. (1999) – Human Health Risk Assessment: A Case Study Involving Heavy Metal Soil Contamination After the Flooding of the River Meuse during the Winter of 1993–1994. *Environmental Health Perspectives* 107 (1), 37–43.
- BENTKOWSKI A., HAKENBERG H., 1996 – Zasoby wód podziemnych z utworów czwartorzędowych regionu Wielkich Jezior Mazurskich – Przedsiębiorstwo Geologiczne „POLGEOL” w Warszawie.
- BIENIEK B., ZAPRZELSKI Z., 1994 – Dokumentacja geologiczna – uproszczona w kat. C₁ złoża kredy jeziornej „Kruklin II”. *Centr. Arch. Geol., Państw. Inst. Geol., Warszawa*.
- BIRCH G., SIAKA M., OWENS C. (2001) — The source of anthropogenic heavy metals in fluvial sediments of a rural catchment: Coxs River, Australia. *Water, Air & Soil Pollution*, 126 (1-2): 13–35.
- BOBEL T., 1999 –Dokumentacja geologiczna – uproszczona kat. C₁ złoża kruszyw naturalnego „Gajewo”. *Arch. Geol., Starostwa Powiatowego w Giżycku*.
- BOBEL T., 2008 – Dokumentacja geologiczna złoża kruszywa naturalnego „Kruklin VI” w kat. C₁. *Centr. Arch. Geol., Państw. Inst. Geol., Warszawa*.
- BOBEL T., 2011a – Dokumentacja geologiczna złoża piasku ze żwirem „Sołdany II” w kat. C₁. *Centr. Arch. Geol., Państw. Inst. Geol., Warszawa*.
- BOBEL T., 2011b – Dodatek nr 1 do dokumentacji geologicznej – uproszczonej w kat. C₁ złoża kruszyw naturalnego „Gajewo”. *Centr. Arch. Geol., Państw. Inst. Geol., Warszawa*.
- BOJAKOWSKA I., SOKOŁOWSKA G. (1996) — Heavy metals in the Bystrzyca river flood plain. *GeologicalQuarterly*, 40 (3): 467-480.
- BOJAKOWSKA I., SOKOŁOWSKA G., LEWANDOWSKI P. (1995) – Metale ciężkie wglebach 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.
- BUJAKOWSKA K., HRYBOWICZ G., WOJCIECHOWSKA K., 2006 – Mapa geologiczno-gospodarcza GIŻYCKO (104). *Państw. Inst. Geol., Warszawa*.

- CECKOWSKI T., TATARATA M., 2003 – Dokumentacja geologiczna w kat. C₁ złoża kruszyw naturalnego „Piecarki II”. Centr. Arch. Geol., Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- CECKOWSKI T., TATARATA M., 2008 – Dokumentacja geologiczna w kat. C₁ złoża piasku ze żwirem „Siedliska”. Centr. Arch. Geol., Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- CECKOWSKI T., TATARATA M., 2009 – Dokumentacja geologiczna w kat. C₁ złoża piasku ze żwirem „Siedliska II”. Centr. Arch. Geol., Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- DATA I, 1983a – Uproszczona dokumentacja geologiczna w kat. C₁ złoża kruszywa naturalnego „Kruklin II”. Centr. Arch. Geol., Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- DATA I, 1983b – Karta rejestracyjna złoża kruszywa naturalnego dla budownictwa drogowego „Kruklin-RDP”. Centr. Arch. Geol., Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- DATA, 1995 – Dodatek nr 1 do karty rejestracyjnej złoża kruszywa naturalnego „Kruklin-RDP”. Centr. Arch. Geol., Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- DŁUŻEWSKA H., STRZELCZYK G., 1965 – Sprawozdanie z prac geologiczno-zwiadowczych za złożami kruszywa naturalnego w rejonie miejscowości Świdry-Spytkowo-Krukłanki. Centr. Arch. Geol., Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- DONAHUE R., HENDRY M., LANDINE P. (2000). Distribution of arsenic and nickel in uranium mill tailings. *Applied Geochemistry* 15: 1097–1119.
- 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.), KUCHARSKA M., NOWACKI Ł., 2007 – Mapa osuwisk i obszarów predysponowanych do występowania ruchów masowych w województwie warmińsko-mazurskim. Centr. Arch. Geol., Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- GÓRNIK M., 2004 – Mapa Hydrogeologiczna Polski w skali 1:50 000 arkusz Giżycko. Centr. Arch. Geol., Państw. Inst. Geol., Warszawa
- HAKENBERG H., SIENKIEWICZ A., 1996 – Dokumentacja określająca warunki hydrogeologiczne dla ustanowienia stref ochronnych zbiornika wód podziemnych w utworach czwartorzędowych Wielkich Jezior Mazurskich GZWP 206 województwo: suwalskie i olsztyńskie. Centr. Arch. Geol., Państw. Inst. Geol., Warszawa

- Instrukcja** opracowania Mapy geórodowiskowej Polski w skali 1:50 000, 2005 – Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- <http://natura2000.gdos.gov.pl/>
- KLECZKOWSKI A. S. (red.), 1990 – Mapa obszarów głównych zbiorników wód podziemnych (GZWP) w Polsce wymagających szczególnej ochrony, w skali 1:500 000. Wyd. AGH w Krakowie, Kraków.
- KONDRACKI J., 2002 – Geografia regionalna Polski. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa..
- KUCZYŃSKI A., 2003a – Dokumentacja geologiczna złoża kruszywa naturalnego „Spytkowo IV” w kat. C₁. Centr. Arch. Geol., Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- KUCZYŃSKI A., 2003b – Dokumentacja geologiczna złoża kruszywa naturalnego „Gajewo I” w kat. C₁. Centr. Arch. Geol., Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- KUCZYŃSKI A., 2005 – Dokumentacja geologiczna złoża kruszywa naturalnego „Świdry” w kat. C₁. Centr. Arch. Geol., Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- KUCZYŃSKI A., 2006 – Dokumentacja geologiczna złoża piasku ze żwirem „Sołdany I” w kat. C₁. Centr. Arch. Geol., Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- KUCZYŃSKI A., 2007a – Dokumentacja geologiczna w kat. C₁ złoża piasku ze żwirem „Pieczarki III” w kat. C₁. Centr. Arch. Geol., Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- KUCZYŃSKI A., 2007b – Dokumentacja geologiczna złoża piasku ze żwirem „Spytkowo V” w kat. C₁. Centr. Arch. Geol., Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- KUCZYŃSKI A., 2007c – Dokumentacja geologiczna złoża piasku ze żwirem „Spytkowo VI” w kat. C₁. Centr. Arch. Geol., Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- KUCZYŃSKI A., 2008a – Dokumentacja geologiczna złoża piasku ze żwirem „Spytkowo VII” w kat. C₁. Centr. Arch. Geol., Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- KUCZYŃSKI A., 2008b – Dodatek nr 1 d dokumentacji geologicznej złoża kruszywa naturalnego „Spytkowo IV” w kat. C₁ w miejscowości Spytkowo w związku z wyczerpaniem zasobów złoża z tytułu wydobycia i strat. Centr. Arch. Geol., Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- KUCZYŃSKI A., 2009a – Dokumentacja geologiczna złoża piasku ze żwirem „Spytkowo VIII” w kat. C₁. Centr. Arch. Geol., Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- KUCZYŃSKI A., 2009b – Dokumentacja geologiczna złoża piasku ze żwirem „Zielony Gaj” w kat. C₁. Centr. Arch. Geol., Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- KUCZYŃSKI A., 2010a – Dokumentacja geologiczna złoża piasku ze żwirem „Spytkowo IX” w kat. C₁. Centr. Arch. Geol., Państw. Inst. Geol., Warszawa.

- KUCZYŃSKI A., 2010b – Dokumentacja geologiczna złoża piasku ze żwirem „Spytkowo X” w kat. C₁. Centr. Arch. Geol., Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- KUCZYŃSKI A., 2011 – Dokumentacja geologiczna złoża piasku ze żwirem „Spytkowo XI” w kat. C₁. Centr. Arch. Geol., Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- LINDSTRÖM M. (2001) — Urban land use influences on heavy metal fluxes and surface sediment concentrations of small lakes. *Water, Air & Soil Pollution*, Vol. 126 Nos. 3–4 p. 363 – 383.
- LIRO A. (red.), 1998 – Strategia wdrażania krajowej sieci ekologicznej ECONET-Polska. Wyd. Fund. IUCN Poland, Warszawa.
- LIU H., PROBST A. LIAO B. (2005) – Metal contamination of soils and crops affected by the Chenzhou lead/zinc mine spill (Hunan, China). *Sci Total Environ.* 339 (1–3):153–166, 2005.
- LIS J., PASIECZNA A., 1995 – Atlas geochemiczny Polski 1:2 500 000. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
- MACDONALD D., INGERSOLL C., BERGER T. (2000) *Development and Evaluation of consensus-based Sediment Development and evaluation of consensus-based sediment quality guidelines for freshwater ecosystems*. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology* 39: 20–31.
- MARKS L., BER A., GOGOŁEK W., PIOTROWSKA K., 2006 – Mapa geologiczna Polski w skali 1:500 000. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- MATUSZCZAK T., SOŻYŃSKI W., 1980 – Karta rejestracyjna złoża kruszywa naturalnego „Krukłanki „D””. Centr. Arch. Geol., 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.
- NOWICKI Z. (red.), 2007 – „Mapa obszarów zagrożonych podtopieniami w Polsce”. Informator Państwowej Służby Hydrogeologicznej. Warszawa.

- OSTRZYŻEK S., DEMBEK W., 1996 – Zlokalizowanie i charakterystyka złóż torfowych w Polsce spełniających kryteria potencjalnej bazy zasobowej z ustaleniem i uwzględnieniem wymogów związanych z ochroną i kształtowaniem środowiska. Inst. Melior. i Użyt. Ziel., Falenty.
- PACZYŃSKI B., SADURSKI A., (red.), 2007 – Hydrogeologia regionalna Polski. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- PULFORD I., MACKENZIE A., DONATELLO S., LAURA HASTINGS L. (2009) – Source term characterisation using concentration trends and geochemical associations of Pb and Zn in river sediments in the vicinity of a disused mine site: implications for contaminant metal dispersion processes. *Environmental Pollution* 157(5): 1649–1656
- RAMAMOORTHY S., RAMAMOORTHY S. (1997) – Chlorinated organic compounds in the Environment. Lewis Publishers. pp.370.
- RĄCZASZEK H., 1983 – Dokumentacja geologiczna w kat. C₁ złoża kredy jeziornej „Kruklin”. Centr. Arch. Geol., Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- RĄCZASZEK H., 1988 – Dodatek Nr 1 do dokumentacji geologicznej w kategorii C₁ z rozpoznaniem jakości w kategorii B złoża kredy jeziornej „Kruklin”. Centr. Arch. Geol., Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- REISS D., RIHM B., THÖNI C., FALLER M. (2004) – Mapping stock at risk and release of zinc and copper in Switzerland – dose response functions for runoff rates derived from corrosion rate data. *Water, Air, and Soil Pollution* v. 159: 101–113.
- ROCHER V., AZIMI S., GASPERI J., BEUVIN L., MULLER M., MOILLERON R., CHEBBO G. (2004) – Hydrocarbons and metals in atmospheric deposition and roof runoff in Central Paris. *Water, Air, and Soil Pollution* vol. 159: 67–86.
- Rozporządzenie** Ministra Środowiska z dnia 16 kwietnia 2002 r. we sprawie rodzajów oraz stężeń substancji, które powodują, że urobek jest zanieczyszczony. Dziennik Ustaw nr 55 poz. 498 z dnia 14 maja 2002 r.
- Rozporządzenie** Ministra Środowiska z dnia 9 września 2002 r. w sprawie standardów jakości gleby oraz standardów jakości ziemi. Dziennik Ustaw nr 165, poz. 1359, z dnia 4 października 2002 r.
- Rozporządzenie** Ministra Środowiska z dnia 24 marca 2003 r. w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących lokalizacji, budowy, eksploatacji i zamknięcia, jakim powinny odpowiadać poszczególne typy składowisk odpadów. Dziennik Ustaw nr 61, poz. 549 z dnia 10 kwietnia 2003 r.

- Rozporządzenie** Ministra Środowiska z dnia 26 lutego 2009 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących lokalizacji, budowy, eksploatacji i zamknięcia, jakim powinny odpowiadać poszczególne typy składowisk odpadów. Dziennik Ustaw nr 39, poz. 320 z dnia 13 marca 2009 r.
- SADOWSKI W., 1980 – Karta rejestracyjna złoża kruszywa naturalnego „Zielony Gaj” dla potrzeb budownictwa wiejskiego. Centr. Arch. Geol., Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- SADOWSKI W., 1989 – Karta rejestracyjna złoża kruszywa naturalnego „Kruklanki „E””. Centr. Arch. Geol., Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- SADOWSKI W., 1991a– Karta rejestracyjna złoża kruszywa naturalnego „Pieczarki” wraz z uproszczonym projektem zagospodarowania dla potrzeb budownictwa i drogownictwa gminnego. Centr. Arch. Geol., Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- SADOWSKI W., 1991b – Karta rejestracyjna złoża kruszywa naturalnego „Spytkowo” wraz z uproszczonym projektem zagospodarowania złoża dla potrzeb budownictwa i drogownictwa. Centr. Arch. Geol., Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- SADOWSKI W., 1993 – Uproszczona dokumentacja geologiczna w kat. C₁ złoża kruszywa naturalnego „Jakunkówko II” dla potrzeb budownictwa i drogownictwa gminnego. Centr. Arch. Geol., Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- SADOWSKI W., 1994a– Uproszczona dokumentacja geologiczna w kat. C₁ złoża kruszywa naturalnego „Kolonja Pozezdrze” dla potrzeb drogownictwa gminnego. Centr. Arch. Geol., Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- SADOWSKI W., 1994b – Uproszczona dokumentacja geologiczna w kat. C₁ złoża kruszywa naturalnego „Boćwinka”. Centr. Arch. Geol., Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- SADOWSKI W., 1994c – Uproszczona dokumentacja geologiczna w kat. C₁ złoża kruszywa naturalnego „Sołdany” dla potrzeb budownictwa i drogownictwa gminnego. Centr. Arch. Geol., Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- SADOWSKI W., 1995b – Uproszczona dokumentacja geologiczna w kat. C₁ złoża kruszywa naturalnego „Kruklin III”. 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.
- STRZELECKI R., WOŁKOWICZ S., SZEWCZYK J., LEWANDOWSKI P., 1993 – *Mapy Radioekologiczne Polski cz. I: Mapa mocy dawki promieniowania gamma w Polsce; Mapa stężenia cezu w Polsce. Skala 1:750 000. Wyd. Państw. Inst. Geol., Warszawa.*

- STRZELECKI R., WOŁKOWICZ S., SZEWCZYK J., LEWANDOWSKI P., 1994 – Mapy Radioekologiczne Polski cz. II. Mapa koncentracji uranu, toru i potasu w Polsce. Wyd. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- SZUFLICKI M., MALON A., TYMIŃSKI M. (red.), 2011 – Bilans zasobów kopalin i wód podziemnych w Polsce według stanu na 31.12.2010 r. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- SZUMAŃSKI A., 2000a – Szczegółowa mapa geologiczna Polski w skali 1:50 000 arkusz Giżycko. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- SZUMAŃSKI A., 2000b – Objasnienia do szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1:50 000 arkusz Giżycko. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- SZYMBORSKI J., 1992 – Karta rejestracyjna złoża kruszywa naturalnego: piasku ze żwirem „Spytkowo II” wraz projektem zagospodarowania złoża dla potrzeb budownictwa i drogownictwa. Centr. Arch. Geol., Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- ŠMEJKALOVÁ M., MIKANOVÁ O., BORŮVKA L. (2003) – Effects of heavy metal concentrations on biological activity of soil micro-organisms. *Plant & Soil Environ.*, 49 (7): 321–326.
- TATARATA M., HARAT J., 1996 – Dodatek nr 1 do uproszczonej dokumentacji geologicznej w kat. C₁ złoża kredy jeziornej „Kruklin II”. Centr. Arch. Geol., Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- TATARATA M., HARAT J., 1998a – Dodatek nr 2 do uproszczonej dokumentacji geologicznej w kat. C₁ złoża kredy jeziornej „Kruklin II”. Centr. Arch. Geol., Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- TATARATA M., HARAT J., 1998b – Dokumentacja geologiczna w kat. C₁ złoża kruszywa naturalnego „Kruklin IV”. Centr. Arch. Geol., Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- TATARATA M., HARAT J., 2000 – Dokumentacja geologiczna uproszczona w kat. C₁ złoża kredy jeziornej „Upały”. Centr. Arch. Geol., Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- Ustawa** o odpadach z dnia 27 kwietnia 2001 r. Dziennik Ustaw nr 185, poz. 1243 z dnia 5 października 2010 r.
- VINK J. (2009) – The origin of speciation: Trace metal kinetics over natural water/sediment interfaces and the consequences for bioaccumulation. *Environmental Pollution* 157: 519–527.
- WENG H., CHEN X. (2000) – Impact of polluted canal water on adjacent soil and groundwater systems. *Environmental Geology* vol. 39 (8): 945–950.

- 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.
- WOŚ A., 1999 – *Klimat Polski*. Wyd. PWN, Warszawa.
- ZAPRZELSKI Z., 2008 – Dokumentacja geologiczna złoża kruszywa naturalnego „Kruklin V” w kat. C₁. Centr. Arch. Geol., Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- ZAPRZELSKI Z., 2009 – Dodatek nr 1 do uproszczonej dokumentacji geologicznej w kat. C₁ złoża kruszywa naturalnego „Spytkowo II”. Centr. Arch. Geol., Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- Zasady** dokumentowania złóż kopalin stałych, 2002. Ministerstwa Środowiska, Warszawa.