

**PAŃSTWOWY INSTYTUT GEOLOGICZNY
PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY**

OPRACOWANIE ZAMÓWIONE PRZEZ MINISTRA ŚRODOWISKA

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

Arkusz SUWAŁKI (108)



MINISTERSTWO
ŚRODOWISKA

Warszawa 2012

Autorzy: Dorota Giełżecka-Mądry*, Halina Wojtyna*, Izabela Bojakowska*,
Paweł Kwecko*, Hanna Tomassi-Morawiec*, Krystyna Wojciechowska**

Główny koordynator MGŚP: Małgorzata Sikorska-Maykowska*

Redaktor regionalny planszy A: Bogusław Bąk*

Redaktor regionalny planszy B: Joanna Szyborska-Kaszycka*

Redaktor tekstu: Sylwia Tarwid-Maciejowska*

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

** – Przedsiębiorstwo Geologiczne „Polgeol” SA, ul. Berezyńska 39, 03-908 Warszawa

ISBN

Spis treści

I. Wstęp – <i>Dorota Giełżecka-Mądry</i>	3
II. Charakterystyka geograficzna i gospodarcza – <i>Halina Wojtyna</i>	4
III. Budowa geologiczna – <i>Halina Wojtyna</i>	7
IV. Złoża kopalin – <i>Dorota Giełżecka-Mądry</i>	11
V. Górnictwo i przetwórstwo kopalin – <i>Dorota Giełżecka-Mądry</i>	26
VI. Perspektywy i prognozy występowania kopalin – <i>Dorota Giełżecka-Mądry</i>	38
VII. Warunki wodne – <i>Halina Wojtyna</i>	40
1. Wody powierzchniowe.....	40
2. Wody podziemne.....	42
VIII. Geochemia środowiska.....	45
1. Gleby – <i>Paweł Kwecko</i>	45
2. Osady – <i>Izabela Bojakowska</i>	48
3. Pierwiastki promieniotwórcze – <i>Hanna Tomassi-Morawiec</i>	52
IX. Składowanie odpadów – <i>Krystyna Wojciechowska</i>	54
X. Warunki podłoża budowlanego – <i>Halina Wojtyna</i>	56
XI. Ochrona przyrody i krajobrazu – <i>Halina Wojtyna</i>	63
XII. Zabytki kultury – <i>Halina Wojtyna</i>	72
XIII. Podsumowanie – <i>Dorota Giełżecka-Mądry, Halina Wojtyna,</i> <i>Krystyna Wojciechowska</i>	74
XIV. Literatura	77

I. Wstęp

Arkusze Suwałki (108) Mapy geośrodowiskowej Polski w skali 1:50 000 opracowany został w latach 2011–2012, w Oddziale Świętokrzyskim Państwowego Instytutu Geologicznego – Państwowego Instytutu Badawczego w Kielcach (plansza A) oraz w Przedsiębiorstwie Geologicznym POLGEOL SA w Warszawie i Państwowym Instytucie Geologicznym – Państwowym Instytucie Badawczym w Warszawie (plansza B). Przy opracowywaniu niniejszego arkusza wykorzystano materiały archiwalne arkusza Suwałki Mapy geologiczno-gospodarczej Polski w skali 1:50 000, wykonanej w 2006 r., w Katowickim Przedsiębiorstwie Geologicznym Sp. z o.o. w Katowicach (Olszewska i in., 2006). Niniejsze opracowanie powstało zgodnie z „Instrukcją opracowania Mapy geośrodowiskowej Polski w skali 1:50 000” (2005).

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

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

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

Mapa geośrodowiskowa adresowana jest przede wszystkim do instytucji, samorządów terytorialnych i administracji państwowej, 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

mogą być pomocne przy wykonywaniu wojewódzkich, powiatowych i gminnych programów ochrony środowiska oraz planów gospodarki odpadami.

Mapa powstała na podstawie interpretacji i reinterpretacji materiałów archiwalnych, opracowań publikowanych. Konsultacje i uzgodnienia dokonywane były w: Urzędzie Marszałkowskim Województwa Podlaskiego w Białymstoku, Regionalnej Dyrekcji Ochrony Środowiska w Białymstoku, starostwie powiatowym w Suwałkach oraz w urzędach gmin w Suwałkach, Bakalarzewie, Filipowie, Raczkach i Jeleniewie oraz w urzędzie miasta w Suwałkach. Korzystano również z materiałów znajdujących się u konserwatorów zabytków archeologicznych i architektonicznych, w nadleśnictwach w Suwałkach i Szczerze oraz w Instytucie Upraw, Nawożenia i Gleboznawstwa w Puławach. Zostały one zweryfikowane w czasie wizji terenowej w sierpniu 2011 roku.

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

II. Charakterystyka geograficzna i gospodarcza

Obszar arkusza Suwałki wyznaczają współrzędne $22^{\circ}45'$ – $23^{\circ}00'$ długości geograficznej wschodniej i $54^{\circ}00'$ – $54^{\circ}10'$ szerokości geograficznej północnej. Jego powierzchnia wynosi około 304 km^2 .

Pod względem administracyjnym teren arkusza położony jest w północnej części województwa podlaskiego. Prawie cały omawiany obszar znajduje się w zasięgu powiatu suwalskiego (część gmin: Suwałki, Filipów, Bakalarzewo, Raczki Jeleniewo i Szypliszki) i Miasta Suwałki. Niewielki fragment arkusza w jego południowo-wschodniej części należy do powiatu augustowskiego (gmina Nowinka).

Według podziału fizycznogeograficznego Polski (Kondracki, 2002) obszar arkusza położony jest w obrębie trzech mezoregionów: Pojezierza Zachodniosuwalskiego, Równiny Augustowskiej i Pojezierza Wschodniosuwalskiego, które wchodzi w skład Pojezierza Litewskiego (fig. 1).

Pojezierze Zachodniosuwalskie zajmuje zachodnią część obszaru arkusza. Jest to wysoczyzna morenowa z licznymi wzgórzami, które osiągają 20 m wysokości. Jej wschodnią granicę stanowi krawędź erozyjna o wysokości względnej dochodzącej do 12 m. Na wysoczyźnie występują liczne zagłębienia, które najczęściej są zajęte przez torfowiska. Doliny rzek: Rospudy i Szczeberki są wąskie, a ich głębokość dochodzi do 10 m. Wysokości bezwzględne

Pojezierza Zachodniosuwalskiego, w granicach obszaru arkusza zmieniają się od 150,8 m n.p.m. na południu do 223 m n.p.m. na północy.

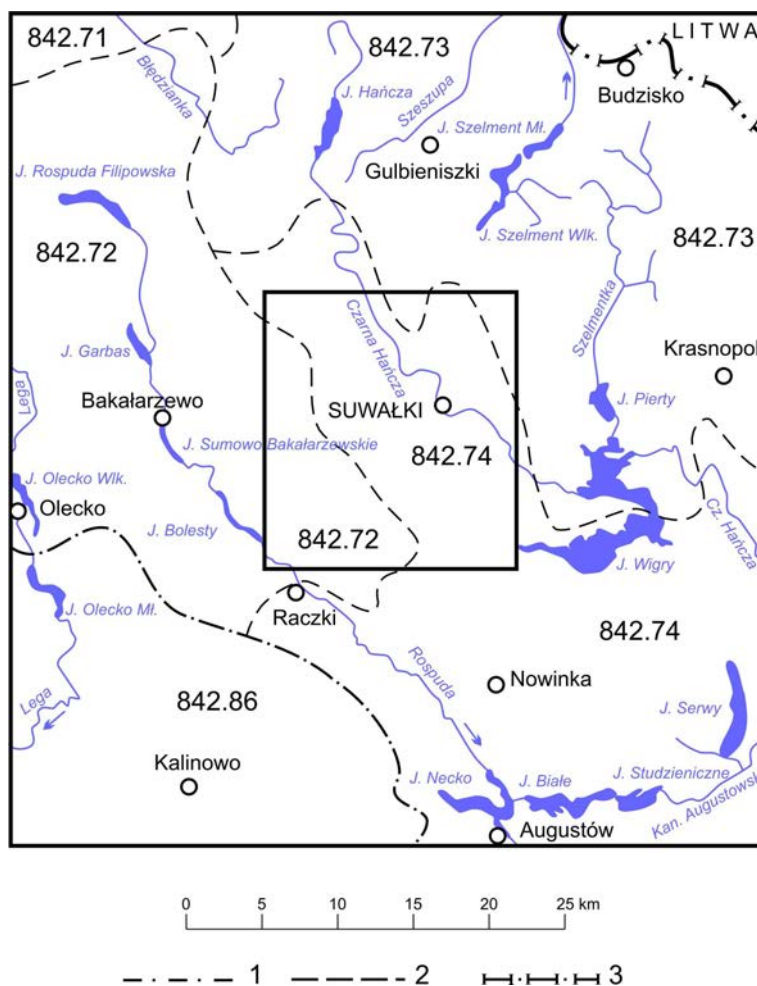


Fig. 1. Położenie arkusza Suwałki na tle jednostek fizycznogeograficznych wg J. Kondrackiego (2002)

1 – granica makroregionu, 2– granica mezoregionu, 3 – granica państwa

Mezoregiony Pojezierza Litewskiego: 842.71 – Puszcza Romnicka, 842.72 – Pojezierze Zachodniosuwalskie, 842.73 – Pojezierze Wschodniosuwalskie, 842.74 – Równina Augustowska; nezoeregion Pojezierza Mazurskiego: 842.86 – Pojezierze Elckie

Środkowa część omawianego obszaru znajduje się w zasięgu Równiny Augustowskiej, która jest sandrem zaczynającym się w okolicy Suwałk na wysokości około 190 m i obniżającym się do około 120 m w rejonie Augustowa. Powierzchnię równiny urozmaicają wytopiskowe misy licznych jezior, a znaczną jej część Puszcza Augustowska. Od północnego wschodu przylega do niej dolina Czarnej Hańczy, której szerokość zmienia się od 0,5 do 4 km. Dno doliny znajduje się na wysokości od 178 m n.p.m. na północy do 148 m n.p.m. przy wschodniej granicy arkusza.

Niewielki fragment w północno-wschodniej części obszaru arkusza należy do Pojezierza Wschodniosuwalskiego. Jest ono wysoczyzną morenową falistą z licznymi wzniesieniami i zagłębieniami. Od doliny Czarnej Hańczy oddziela ją stroma krawędź o wysokości 15 m.

Rzędne wysokościowe w obrębie wysoczyzny dochodzą do 249,5 m n.p.m. Wzgórza morenowe osiągają wysokość od 3 do 30 m. Zagłębienia, o głębokości do 8 m, przeważnie zajęte są przez jeziora i torfowiska.

Omawiany obszar położony jest w obrębie mazursko-podlaskiego regionu klimatycznego i należy do jednej z najzimniejszych dzielnic Polski, w której zaznacza się przewaga wpływów kontynentalnych (Woś, 1999). Jest to region z dość długim, wczesnie zaczynającym się latem oraz dłuższą niż przeciętna zimą, ze stosunkowo niskimi temperaturami. Najzimniejszym miesiącem jest styczeń (śr. temp. -5°C), a najcieplejszym lipiec (śr. temp. $+16,7^{\circ}\text{C}$). Średnia roczna temperatura powietrza wynosi ok. $6,3^{\circ}\text{C}$. Zimy bywają tutaj długie i mroźne, a lata ciepłe i suche. Średnia suma opadów rocznych jest typowa dla klimatu kontynentalnego i wynosi 611 mm. Pokrywa śnieżna utrzymuje się przez 120 dni w roku. Dominują wiatry wiejące z kierunków: zachodniego oraz południowo-zachodniego.

Lasy rozmieszczone są nierównomiernie i zajmują około 17% powierzchni arkusza. Są to lasy będące własnością Skarbu Państwa oraz lasy prywatne. Większe, zwarte kompleksy leśne znajdują się w północno-wschodniej i południowej (Las Koniecbór i Las Suwalski) części obszaru arkusza. W przeszłości kompleksy leśne były tutaj znacznie większe, lecz w wyniku działalności człowieka zostały one wykarczowane. Charakterystyczną cechą lasów na tym obszarze jest duży udział świerka w drzewostanach oraz znaczna rola gatunków borealnych. W dolinach występują olsy lub grądy, a obszary równin sandrowych porastają świeże bory mieszane. Lasy nadzorowane są przez Regionalną Dyрекcję Lasów Państwowych w Białymstoku (nadleśnictwa Suwałki i Szczebra).

Zagospodarowanie omawianego terenu ma charakter rolniczo-leśny. Rozwojowi rolnictwa sprzyjają dobrej jakości gleby. Grunty rolne wysokich klas bonitacyjnych zajmują około 18–20% powierzchni arkusza. Mroźne i śnieżne zimy, skrócony okres wegetacyjny, występujące późną wiosną przymrozki są istotnym czynnikiem ograniczającym różnorodność gatunkową uprawianych roślin. Pagórkowate ukształtowanie terenu, będące walorem krajobrazowym, w przypadku rolnictwa jest poważnym utrudnieniem przy zabiegach agrotechnicznych. Uprawia się tu przede wszystkim zboża i ziemniaki. W hodowli dominuje bydło mleczne, trzoda chlewna oraz drób.

Największą miejscowością na obszarze arkusza jest miasto Suwałki liczące około 69 tys. mieszkańców. Jest ono siedzibą powiatu suwalskiego oraz ważnym ośrodkiem przemysłowym. Zakłady produkcyjne wykorzystują przede wszystkim surowce miejscowe, na bazie których rozwinęły się zakłady branży: drzewnej (Lutostański Sp. z o.o., PORTA KMI Poland Sp. z o.o), drobiarskiej (ANIMEX Grupa Drobiarska SA), mleczarskiej (Spółdzielnia

Mleczarska „Sudowia”), spożywczej (MISPOL SA) i budowlanej (PRIBO Przedsiębiorstwo Remontów i Budownictwa Ogólnego Sp. z o.o.). Działają tutaj również hurtownie i punkty usługowe. Pozostałe osady na terenie arkusza to wsie o charakterze rzędówek liczące od 100 do 300 mieszkańców. Poza Suwałkami obszar jest słabo zurbanizowany.

Suwałki są ważnym węzłem komunikacyjnym. Przez miasto przebiega droga krajowa nr 8 z Kudowy Zdroju do przejścia granicznego z Litwą w miejscowości Budzisko oraz trzy drogi wojewódzkie: nr 655 (łączy Suwalszczyznę z Krainą Wielkich Jezior Mazurskich), nr 653 (Olecko–Sejny) i nr 652 (łączy Suwałki z drogą krajowa nr 65 w kierunku Gołdapi). Pozostałe drogi mają charakter lokalny (często o nawierzchni żwirowej), łącząc poszczególne miejscowości z ośrodkami gminnymi.

W Suwałkach krzyżują się linie kolejowe z Sokółki i Litwy. Miasto ma bezpośrednie połączenie kolejowe z Białymstokiem i Warszawą, a w okresie wiosenno-letnim ze Szczecinem (przez Olecko i Gdańsk). Z Suwałk kursuje pociąg do litewskiej miejscowości Szostaków, gdzie można przesiąść na pociąg do Wilna.

Obszar arkusza przecina fragment projektowanej drogi międzynarodowej Via Baltica (E67), która biegnie z Polski przez Litwę i Łotwę do Estonii. Będzie to najważniejsze połączenie drogowe pomiędzy krajami bałtyckimi. Via Baltica pobiegnie z Warszawy drogą ekspresową S8 do Ostrowi Mazowieckiej, stamtąd trasa będzie biegła nową drogą ekspresową S61 przez Łomżę, Szczuczyn, Ełk i Suwałki, aż do przejścia granicznego w Budzisku.

III. Budowa geologiczna

Budowę geologiczną arkusza Suwałki opracowano na podstawie Szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1:50 000 wraz z objaśnieniami (Ber, 1990ab).

Obszar arkusza usytuowany jest na północnym, łagodnym skłonie prekambryjskiej platformy wschodnioeuropejskiej i w całości leży w obrębie wyniesienia mazursko-suwańskiego. Podłoże krystaliczne znajduje się tutaj na głębokości około 600 m (Kubicki, Ryka, 1982) i jest zbudowane ze skał proterozoicznych – granitów i kwarcytów. Bezpośrednio na skałach krystalicznych zalegają utwory mezozoiczne (wapienie, piaskowce i mułowce triasu; wapienie, margle i piaskowce jury oraz margle kredowe) przykryte utworami trzeciorzędowymi (paleogen) i czwartorzędowymi (Juskowiak, 1993).

W granicach omawianego obszaru nie nawiercono osadów starszych od trzeciorzędu. Ich obecność jest znana z profili otworów wiertniczych wykonanych na sąsiednich arkuszach: Filipów i Żytkiejmy. Margle kredy górnej występują tam na głębokości 206–267 m, a ich miąższość przekracza 22,5 m (Krzywicki, 1987).

Utwory paleogenu również znane są tylko z profili otworów wiertniczych. Są to osady paleocenu dolnego i eocenu górnego. Osady paleocenu występują na całym obszarze arkusza. Wykształcone są one w postaci geł i margli szarych i zielonkawoszarych z glaukonitem i bogatą fauną otwornic. Ich miąższość na tym obszarze nie jest znana (prawdopodobnie wynosi około 20 m), ponieważ utworów tych nie przewiercono. Osady eocenu reprezentowane są przez piaski i piaskowce glaukonitowe zielone i szarozielone, w których obficie występują otwornice. Występowanie osadów eocenu, których miąższość dochodzi do 7,7 m, ograniczone jest do południowo-zachodniej części arkusza.

Na łagodnie nachylonej w kierunku północno-zachodnim powierzchni utworów kredowo-trzeciorzędowych zalegają osady czwartorzędowe o maksymalnej miąższości 215,4 m (otwór wiertniczy w Szwajcarii) (Ber, 1990b). Reprezentowane są one przez poziomy glin zwałowych, porozdzielane seriami osadów wodnolodowcowych, wodnomorenowych, zastoiskowych i rzecznych. W profilu utworów czwartorzędowych występują osady związane ze zlodowaceniami południowopolskimi, środkowopolskimi i północnopolskimi (fig. 2).

Osady zlodowaceń południowopolskich reprezentowane są przez dwa ciągle poziomy glin zwałowych przedzielonych warstwą osadów jeziornych (torfy, piaski, mułki, ily) oraz prawdopodobnie jeziorno–morskich (ily o czerwonym zabarwieniu). Gliny zwałowe stadiału dolnego mają zmienną miąższość od 6 m do 13 m i wykazują wyraźną dwudzielność. Natomiast gliny zwałowe stadiału górnego tworzą poziom o miąższości od 3,4 do 20 m.

W profilu utworów, związanych ze zlodowaceniami środkowopolskimi, występuje pięć nieciągłych (z wyjątkiem najwyższego) poziomów glin zwałowych rozdzielonych czterema poziomami osadów zastoiskowych (piaski, mułki, ily) i wodnolodowcowych (piaski i żwiry). Ich całkowita miąższość wynosi około 140–160 m.

Gliny zwałowe pierwszego poziomu, o miąższości nieprzekraczającej 13,7 m zalegają na piaskach i żwirach wodnolodowcowych (miąższość do 10 m) oraz utworach zastoiskowych (10–23,4 m), które osadziły się w obniżeniach bezpośredniego podłoża. Pomiedzy glinami pierwszego i drugiego poziomu glacialnego występują osady zastoiskowe o zmiennej miąższości, od 11,7 do 80 m.

Gliny zwałowe drugiego poziomu są porozcinane erozyjnie. Stanowią warstwę o maksymalnej miąższości 8 m. Powyżej nich występuje nieciągła warstwa osadów wodnolodowcowych i zastoiskowych.

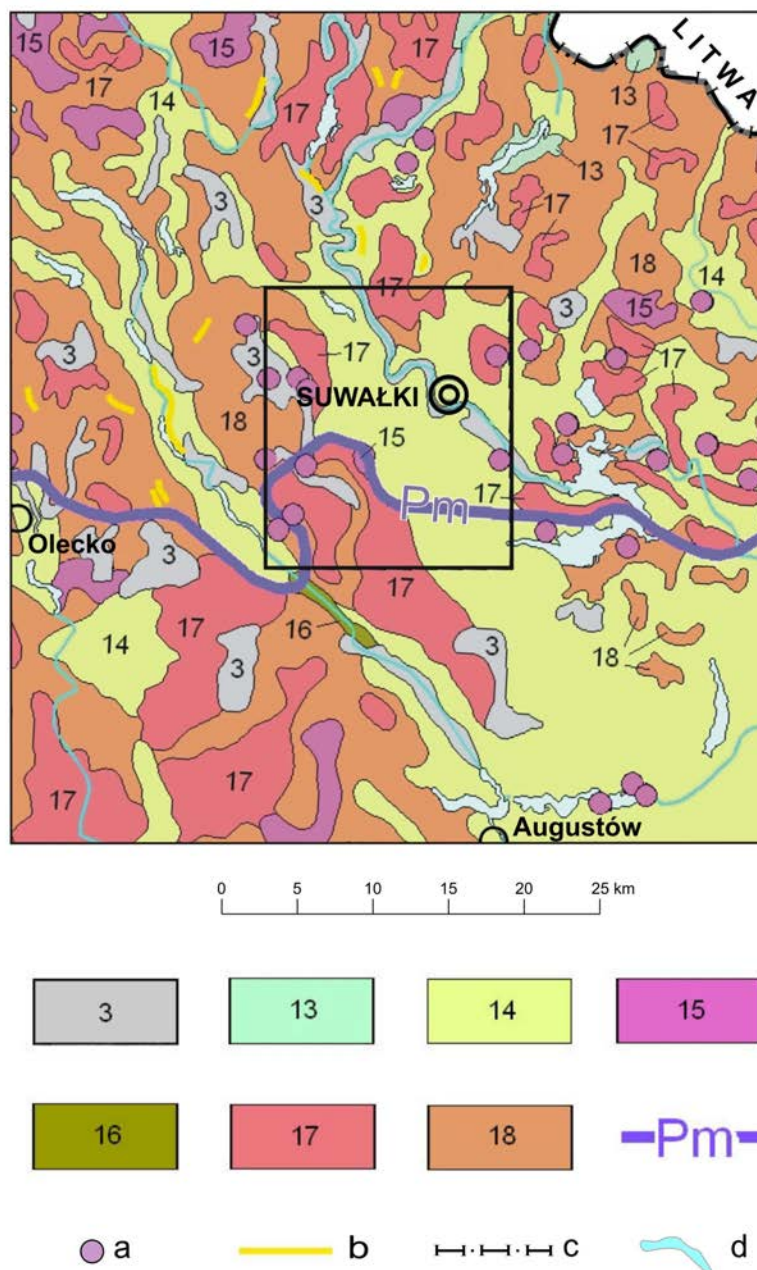


Fig. 2. Położenie arkusza Suwałki na tle Mapy geologicznej Polski w skali 1:500 000 wg L. Marksa, A. Bera, W. Gogołka, K. Piotrowskiej, (red.) (2006)

Czwartorzęd; holocen: 3 – piaski, żwiry, mady rzeczne oraz torfy i namuły. Czwartorzęd, plejstocen: zlodowacenia północnopolskie: 13 – ility, mułki i piaski zastoiskowe, 14 – piaski i żwiry sandrowe, 15 – piaski i mułki kemów, 16 – piaski, mułki i żwiry ozów, 17 – żwiry, piaski, głazy i gliny moren czołowych, 18 – gliny zwałowe i ich zwietrzeliny oraz piaski i żwiry lodowcowe. Pm – zasięg fazy pomorskiej zlodowacenia wisły. Ciągi drobnych form rzeźby: a – kemy, b – ozy. Inne oznaczenia: c – granica państwa, d – jeziora.

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

Trzeci poziom glin zwałowych tworzy warstwę o niewielkiej miąższości (od 5 do 7 m), która miejscami została całkowicie usunięta przez erozję. Trzeci i czwarty poziom osadów glacialnych rozdziela warstwa wielocyklicznych serii osadów wodnolodowcowych: piasków, żwirów i głazów o miąższości dochodzącej do 50 m.

Gliny zwałowe czwartego poziomu występują na całym omawianym obszarze. Tworzą one ciągły poziom o miąższości zmieniającej się od 4 do 16 m. Jedynie w północno-wschodniej części arkusza, w obrębie wysoczyzn morenowych, gliny te są porozrywane w wyniku zaburzeń glacitektonicznych. Rozległe obniżenia występujące w tym poziomie glin wypełnione są serią piasków i żwirów wodnolodowcowych. Największą miąższość, około 26 m osady te osiągają w rejonie Suwałk.

Gliny zwałowe poziomu piątego w obszarach wysoczyznowych zachowały się w postaci ciągłej warstwy o miąższości do 12 m, natomiast w pobliżu rynien są one znacznie zredukowane, a w obniżeniach wypełnionych osadami sandrowymi występują jedynie ich rezydualne.

Utwory zlodowaceń środkowopolskich od utworów zlodowaceń północnopolskich rozdzielają osady interglacjału eemskiego wykształcone w postaci torfów, mułków i piasków jeziornych. Odślaniają się one na powierzchni w rejonie Szwajcarii w północnej części Suwałk. Ich miąższość wynosi 4,3 m.

Profil utworów zlodowaceń północnopolskich rozpoczynają transgresywne piaszczysto-żwirowe osady wodnolodowcowe. Występują one na południowo-zachodniej części obszaru arkusza, w dolinie Rospudy oraz na Równinie Augustowskiej. Zalegają one na powierzchni bądź pod przykryciem osadów młodszych. Ich miąższość wynosi około 13 m.

Obszar występowania piaszczysto-żwirowych osadów wodnolodowcowych w środkowej części arkusza zwany jest sandrem suwalsko-augustowskim. Dolne warstwy sandru związane są ze zlodowaceniami środkowopolskimi, składają się z piasków drobno- i średnioziarnistych, żwirów z piaskami i otoczakami. Osiągają one miąższość do 26 m. Na tych osadach zalegają piaski i żwiry wodnolodowcowe o miąższości do 13 m powstałe w czasie zlodowaceń północnopolskich. Na warstwy te składają się piaski ze żwirami, żwiry z piaskami i otoczakami oraz głazami. W obrębie sandru suwalsko-augustowskiego udokumentowano kilkadziesiąt złóż kruszywa piaszczysto-żwirowego i żwirowego.

W okresie zlodowaceń północnopolskich, na omawianym obszarze powstał jeden poziom gliny zwałowej o miąższości od 2 do 6 m. Poziom ten tworzy powierzchnię wysoczyzn morenowych. Jest nieciągły sedymentacyjnie i porozcinany erozyjnie. Procesy związane z zanikiem lądolodu zlodowaceń północnopolskich przebiegały w bardzo złożony sposób i doprowadziły do powstania szeregu form osadów polodowcowych takich jak: moreny, kemy, ozy i tarasy kemowe. W końcowym okresie deglacjacji na obszarach wysoczyznowych tworzyły się zastoiska wypełnione osadami mułkowo-ilastymi.

Osady czwartorzędowe (plejstoceńskie) występujące na obszarze arkusza zostały zaburzone glaciektonicznie przez nasuwające się kolejne lądolody. Strefa największych deformacji znajduje się na północny wschód od Suwałk (Ber, 1990b).

Z sedimentacją holoceniową związane są piaski i żwiry rzeczne tarasów zalewowych, piaski humusowe i namuły piaszczyste oraz torfy i namuły torfiaste. Piaski i żwiry rzeczne budują taras zalewowy w dolinach Czarnej Hańczy, Rospudy i Szczeberki. Są to piaski drobnoziarniste z domieszką piasków różnoziarnistych. Ich miąższość nie przekracza 2m.

Piaski humusowe i namuły piaszczyste występują w dnach dolin rzecznych, w dolinach cieków i strug oraz miejscami w zagłębieniach bezodpływowych. Są to przeważnie piaski drobnoziarniste i pylaste, mułkowate z dużą domieszką części organicznych. Namuły przypominają silnie piaszczyste torfy. Miąższość tych osadów nie przekracza 1,5 m.

Największe torfowiska występują na obszarach wysoczyzn morenowych przeważnie w zagłębieniach wytopiskowych oraz w dolinie Czarnej Hańczy. Są to torfy brunatne i czarne, sfagnowe rzadziej turzycowe. Miejscami osiągają one miąższość 8 m (np. w Osinkach).

IV. Złoża kopalin

Aktualnie (wg stanu na 31.12.2011 r.) na obszarze arkusza Suwałki znajduje się 78 udokumentowanych złóż piasków i żwirów (tabela 1). W Bilansie zasobów kopalin za 2010 r. (Szuflicki (red.) i in., 2011) figurowało 69 złóż, spośród których dwa („Biała Woda I” i „Bród Nowy I”) opisano już jako złoża skreślone z ewidencji bilansu w okresie sprawozdawczym (tj. w 2010 r.). W 2011 roku udokumentowano 11 nowych złóż.

Na arkuszu Suwałki Mapy geologiczno-gospodarczej Polski, wykonanej w 2006 roku (Olszewska i in., 2006), zinwentaryzowano 28 złóż, spośród których 2 („Biała Woda I” i „Bród Nowy I”) zostały skreślone z ewidencji zasobów kopalin w 2010 r. Przyrost nowo udokumentowanych złóż na omawianym obszarze, w ostatnich latach, przedstawia się następująco:

2007 r. – 6 złóż,

2008 r. – 13 złóż,

2009 r. – 12 złóż,

2010 r. – 7 złóż,

2011 r. – 11 złóż (dokumentacja geologiczna została przyjęta w 2011 r.).

Charakterystykę gospodarczą i klasyfikację sozologiczną złóż, znajdujących się na obszarze arkusza, przedstawiono w tabeli 1. Szczegółowe informacje o złożach zamieszczono również w kartach informacyjnych opracowanych dla komputerowej bazy danych.

W niniejszym rozdziale obok nazwy złoża, w nawiasie, podano numer kolejny złoża, zgodny z tabelą 1 i mapą.

Na obszarze arkusza Suwałki, oprócz aktualnie udokumentowanych 78 złóż, było jeszcze 8 złóż piasków i żwirów, które wykreślono już z ewidencji bilansu zasobów kopalin (tabela 1). Siedem spośród tych złóż eksploatowano. W latach 1980–2010, skreślono je z bilansu zasobów, ze względu na wyczerpanie zasobów. Jedynie złożo „Suwałki II” (Trawińska, 1963) nie było eksploatowane. W miejscu jego występowania w 1969 r. zostało udokumentowane złożo „Krzywólka–Suwałki” (18) (Tulska, 1969c), a złożo „Suwałki II” skreślono z ewidencji bilansu zasobów kopalin.

Lokalizację złóż wybilansowanych przedstawiono na mapie dokumentacyjnej.

Wszystkie złoża poddano klasyfikacji sozologicznej ze względu na ich ochronę oraz ochronę środowiska.

Według klasyfikacji sozologicznej złóż, z punktu widzenia ich ochrony (Zasady..., 2002), wszystkie złoża zaliczono do klasy 4, tj. do złóż powszechnie występujących.

Z uwagi na ochronę środowiska 7 złóż uznano za konfliktowe (klasa B), jedno – za bardzo konfliktowe (klasa C), a pozostałe 70 złóż zaliczono do złóż mało konfliktowych (klasa A). Złoża uznano za konfliktowe ze względu na:

- położenie w Otulinie Wigierskiego Parku Narodowego: „Krzywe I” (22), „Sobolewo II” (78), „Sobolewo III” (79),
- usytuowanie w granicach obszaru NATURA 2000: „Osowa” (2),
- bezpośrednie sąsiedztwo strefy ochrony pośredniej komunalnego ujęcia wody podziemnej w Suwałkach: „Krzywólka–Suwałki” (18),
- ogólną uciążliwość dla środowiska: „Potasznia” (1), „Sobolewo–Krzywe” (25).

Złożo „Krzywólka II” (11) zaliczono do złóż bardzo konfliktowych (klasa C) ze względu na konflikt zagospodarowania terenu i ochronę wód. Całe złożo położone jest w strefie ochrony pośredniej komunalnego ujęcia wody podziemnej w Suwałkach. Na obszarze złoża zlokalizowane są studnie tego ujęcia wraz z ich strefami ochrony bezpośredniej.

Tabela 1

Złoza kopalni i ich charakterystyka gospodarcza oraz klasyfikacja

Nr złoza na mapie	Nazwa złoza	Rodzaj kopaliny	Wiek kompleksu litologiczno-suwrowcowego	Zasoby geologiczne bilansowe (tys. t)	Kategoria rozpoznania	Stan <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/> egród <input type="checkbox"/> rz- -wania złoza	Wydobycie (tys. t)	Zastosowanie kopaliny	Klasyfikacja złoza		Przyczyny konfliktowości złoza
									wg stanu na rok 2010 (Szuflicki i in. red., 2011)	Klasy 1-4	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Potasznia	pż	Q	111 528 *	C ₂ (a)	N	-	<input type="checkbox"/> D, Skb	4	B	U
2	Osowa	pż	Q	11	C ₁	Z	-	Sd	4	B	N
3	Biała Woda III	pż	Q	439	C ₁	G	20	<input type="checkbox"/> D, Skb	4	A	
4	Biała Woda	pż	Q	205	C ₁ *	N	-	<input type="checkbox"/> D, Skb	4	A	
5	Biała Woda II	pż	Q	813	C ₁	G	-	<input type="checkbox"/> D, Skb	4	A	
7	Jasionowo *	pż	Q	265	C ₁	N	-	<input type="checkbox"/> D, Skb	4	A	
8	Kuków Folwark	pż	Q	603	C ₁	Z	-	<input type="checkbox"/> D, Skb	4	A	
9	Potasznia II	pż		58 168	C ₂ +C ₁ +B	N	-	<input type="checkbox"/> D, Skb	4	A	
11	Krzywólka II	pż	Q	3 089 **	C ₂	N	-	Skb	4	C	W, Z
12	Kuków-Korkliny	pż	Q	1 348 ***	C ₁	N	-	<input type="checkbox"/> D, Skb	4	A	
13	Korkliny	pż	Q	-	C ₁	Z	-	<input type="checkbox"/> D, Skb	4	A	
14	Potasznia III	pż	Q	63 112	C ₂ +C ₁ +B	G	467	<input type="checkbox"/> D, Skb	4	A	
15	Kuków II	pż	Q	1 409 ***	C ₁	G **	-	<input type="checkbox"/> D, Skb	4	A	
16	Kuków	pż	Q	195	C ₁	Z	-	<input type="checkbox"/> D, Skb	4	A	
17	Potasznia I	pż	Q	127 825	C ₁ +B	G	290	<input type="checkbox"/> D, Skb	4	A	
18	Krzywólka-Suwałki	pż	Q	5 056	C ₁	Z	-	<input type="checkbox"/> D, Skb	4	B	W
19	Suwałki IV	pż	Q	9	C ₁	Z	-	<input type="checkbox"/> D, Skb	4	A	
20	Sobolewo A	pż	Q	5 353	C ₁	Z	-	<input type="checkbox"/> D, Skb	4	A	
21	Sobolewo A – pole II	pż	Q	115	C ₁	Z	-	<input type="checkbox"/> D, Skb	4	A	
22	Krzywe I	pż	Q	3 314	C ₁	G	330	<input type="checkbox"/> D, Skb	4	B	K
23	Wychodne	pż	Q	446	C ₁ *	N	-	<input type="checkbox"/> D, Skb	4	A	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
24	Suwałki III	pż	Q	21	C ₁	Z	–	□D, Skb	4	A	
25	Sobolewo–Krzywe	pż	Q	56 156	C ₁ +B	G	1 422	□D, Skb	4	B	U
26	Sobolewo C	pż	Q	216 ***	C ₁	G	117	□D, Skb	4	A	
27	Dubowo II	pż	Q	200	C ₁ *	Z	–	□D, Skb	4	A	
28	Dubowo Drugie II	pż	Q	824	C ₁	G	–	□D, Skb	4	A	
29	Turówka Nowa	pż	Q	9	C ₁	Z	–	Sd	4	A	
30	Osowa II	pż	Q	11 840	C ₁	N	–	□D, Skb	4	A	
31	Osowa III	pż	Q	1 417	C ₁	N	–	□D, Skb	4	A	
32	Biała Woda V	pż	Q	2 635	C ₁	G	218	□D, Skb	4	A	
33	Biała Woda VI	pż	Q	5 795	C ₁	G	171	□D, Skb	4	A	
34	Biała Woda VII	pż	Q	483	C ₁	N *	–	□D, Skb	4	A	
35	Biała Woda IV–2	pż	Q	502	C ₁	G	–	□D, Skb	4	A	
36	Biała Woda IV–3	pż	Q	497	C ₁	N	–	□D, Skb	4	A	
37	Biała Woda IV–1	pż	Q	738	C ₁	N *	–	□D, Skb	4	A	
38	Biała Woda IV	pż	Q	1 371	C ₁	N	–	□D, Skb	4	A	
39	Turówka Stara	pż	Q	745	C ₂	N	–	□D, Skb	4	A	
40	Kuków Folwark IV	pż	Q	1 330	C ₁	N	–	□D, Skb	4	A	
41	Kuków Folwark III	pż	Q	6 389	C ₁	N *	–	□D, Skb	4	A	
42	Kuków Folwark II	pż	Q	3 249	C ₁	G	809	□D, Skb	4	A	
43	Kuków Folwark VI **	pż	Q	3 516	C ₁	N *	–	□D, Skb	4	A	
44	Kuków Folwark V	pż	Q	364	C ₁	G	20	Sd	4	A	
45	Kuków Folwark IX **	pż	Q	113	C ₁	N *	–	□D, Skb	4	A	
46	Potasznia II–1	pż	Q	55 950	C ₁ +B	N	–	□D, Skb	4	A	
47	Bród Nowy III	pż	Q	717	C ₁	G	399	□D, Skb	4	A	
48	Bród Nowy V	pż	Q	3 233	C ₁	G	–	□D, Skb	4	A	
49	Bród Nowy II	pż	Q	2 808	C ₁	N *	–	□D, Skb	4	A	
50	Bród Nowy VI	pż	Q	73	C ₁	G	13	□D, Skb	4	A	
51	Bród Nowy IV	pż	Q	571	C ₁	G	–	□D, Skb	4	A	
52	□D□egród III **	pż	Q	76	C ₁	N	–	Sd	4	A	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
53	□D□egród II	pż	Q	117	C ₁	Z	51	Sd	4	A	
54	Kuków–Korkliny pole B	pż	Q	428 ***	C ₁	G **	25	□D, Skb	4	A	
55	□D□egród IV	pż	Q	223	C ₁	N	–	Sd	4	A	
56	Trzcie II **	pż	Q	155	C ₁	N	–	Sd	4	A	
57	Trzcie	pż	Q	229	C ₁	G	26	Sd	4	A	
58	□D□egród 1	pż	Q	357	C ₁	N	–	Sd	4	A	
59	Kuków X **	pż	Q	7 010	C ₁	N	–	□D, Skb	4	A	
60	Kuków VIII	pż, p	Q	2 950	C ₁	N *	–	□D, Skb	4	A	
61	Kuków VII	pż	Q	2 253	C ₁	N *	–	□D, Skb	4	A	
62	Kuków III	pż	Q	289	C ₁	G	35	Sd	4	A	
63	Kuków VI	pż	Q	1 705	C ₁	G	30	□D, Skb	4	A	
64	Kuków V	pż	Q	2 262	C ₁	G	11	□D, Skb	4	A	
65	Kuków XI **	pż	Q	1 463	C ₁	N	–	□D, Skb	4	A	
66	Kuków IX **	pż	Q	938	C ₁	N	–	□D, Skb	4	A	
67	Kuków IV	pż	Q	16 779	C ₁	G	384	□D, Skb	4	A	
68	Zielone Kamedulskie IV **	pż	Q	3 672	C ₁	N	–	□D, Skb	4	A	
69	Suwałki VI	pż	Q	1 254	C ₁	G	1	□D, Skb	4	A	
70	Przebród	pż	Q	1 112	C ₁	N	–	□D, Skb	4	A	
71	Zielone Kamedulskie 2	pż	Q	1 281	C ₁	G	–	□D, Skb	4	A	
72	Zielone Kamedulskie V **	pż	Q	1 265	C ₁	N	–	□D, Skb	4	A	
73	Zielone Kamedulskie	pż	Q	8 253	C ₁	N	–	□D, Skb	4	A	
74	Zielone Kamedulskie 3	pż	Q	486	C ₁	N	–	□D, Skb	4	A	
75	Sobolewo C–I	pż	Q	108	C ₁	G	–	Sd	4	A	
76	Dubowo Drugie IV **	pż	Q	933	C ₁	N	–	□D, Skb	4	A	
77	Dubowo Drugie III	pż	Q	997	C ₁	N	–	□D, Skb	4	A	
78	Sobolewo II	pż	Q	4 504	C ₁	G	–	□D, Skb	4	B	K
79	Sobolewo III ** * **	pż	Q	1 113	C ₁	N	–	□D, Skb	4	B	K
80	Chodźki	pż	Q	942	C ₁	N *	–	□D, Skb	4	A	

Złóża usunięte z bilansu zasobów kopalin											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	Biała Woda I	pż	Q		C ₁	ZWB – 2010					
	Bród Nowy I	pż	Q		C ₁	ZWB – 2010					
	Bród Nowy	pż	Q		C ₁	ZWB – 2003					
	Krzywólka	pż	Q		C ₁ +B	ZWB – 1980					
	Krzywólka III	pż	Q		C ₁ *	ZWB – 1995					
	Suwałki – dokumentacja	pż	Q		C ₁ +B	ZWB – 1986					
	Suwałki – karta	pż	Q		C ₁ *	ZWB – 1981					
	Suwałki II	pż	Q		C ₁ +B	ZWB – 1971					

Rubryka 2: * – dane w Bilansie zasobów oraz w bazie MIDAS dotyczą złóża o tej samej nazwie z powiatu augustowskiego; ** – złożo zostało udokumentowane w 2011 r., wielkość zasobów podano zgodnie z przyjętą dokumentacją geologiczną; a stan zagospodarowania zgodnie ze stanem stwierdzonym w terenie w 08.2011 r.; *** – złożo w większości zlokalizowane na sąsiednim arkuszu, karta informacyjna i szkic w materiałach autorskich do Objaśnień do arkusza Krasnopol (109);

Rubryka 3: p – piaski, pż – piaski i żwiry;

Rubryka 4: Q – czwartorzęd;

Rubryka 5: * – W Bilansie zasobów kopalin podano wielkość zasobów wg Dodatku nr 6 (Kuczyński, 1999a), który jednak nie został zatwierdzony. Od 1999 r. w granicach złóża Potasznia” udokumentowano 26 złóż, lecz nie sporządzono dodatków rozliczających zasoby złóża „Potasznia”, ** – pomyłka w Bilansie zasobów kopalin – powinno być 3 085; *** – wielkość zasobów wg przyjętego w 2011 roku dodatku do dokumentacji geologicznej;

Rubryka 6: kategoria rozpoznania zasobów udokumentowanych: kopalin stałych – A, B, C₁, C₂; złóża zarejestrowane – C₁* (kategoria przypisana umownie); (a) – złożo udokumentowane Sprawozdaniem geologicznym (Tulska, 1969d);

Rubryka 7: złóża: G – zagospodarowane, N – niezagospodarowane, Z – zaniechane; ZWB – wykreślone z bilansu zasobów (zlokalizowane na mapie dokumentacyjnej zamieszczonej w materiałach archiwalnych); stan zagospodarowania złóż jest zgodny ze stanem faktycznym, stwierdzonym przez autorki podczas wizji terenowej (sierpień 2011 r.); * – wydano (w 2009–2011 r.) koncesję na eksploatację, do sierpnia 2011 r. eksploatacja nie została podjęta; ** – w 2011 roku wydano nową koncesję na eksploatację;

Rubryka 9: kopaliny skalne: Sd – drogowo, Skb – kruszyw budowlanych;

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

Rubryka 11: A – złóża mało konfliktowe, B – złóża konfliktowe, C – złóża bardzo konfliktowe;

Rubryka 12: W – ochrona wód podziemnych, K – ochrona krajobrazu (obszar otuliny Wigierskiego Parku Narodowego), N – obszar NATURA 2000, Z – konflikt zagospodarowania terenu, U – ogólna uciążliwość dla środowiska

W tabeli 2 zestawiono podstawowe parametry geologiczno-górniczne wszystkich złóż oraz parametry jakościowe kopaliny: piasków i żwirów. Dodatkowo podano informację o dokumentacjach geologicznych i dodatkach do dokumentacji geologicznych, które zostały wykonane dla poszczególnych złóż.

Należy wspomnieć, że dosyć powszechną praktyką w tym rejonie jest dokumentowanie złóż w miejscach, w których są już udokumentowane złoża, najczęściej w kategorii C₂, lub wydzielanie z dużych obszarów złożowych małych złóż. Niestety nie zawsze wykonanie nowej dokumentacji geologicznej wiąże się z równoczesnym opracowaniem dodatku rozliczającego zasoby, wcześniej udokumentowanego złoża.

Zgodnie z zapisami, obowiązującego do 31.12.2011 r. Rozporządzenia Rady Ministrów z 14.02.2006 r. (Rozporządzenie, 2006, z późn. zmianami), jedynym złożem, którego kopalina została zaliczona do kopalin podstawowych, było złożo „Sobolewo–Krzywe” (25). Zdecydowała o tym jego powierzchnia (212,15 ha) oraz wielkość zasobów udokumentowanych w kategorii C₁+B, tj.: 85 109 tys. ton – wg decyzji zatwierdzającej zasoby ustalone w Dodatku nr 4 do dokumentacji geologicznej (Makowiecki, 2000b). Kopaliny pozostałych złóż zostały zaliczone do kopalin pospolitych.

Zdecydowana większość złóż znajduje się w centralnej części obszaru arkusza, na zachód od Suwałk, w rejonie miejscowości: Osowa, Kuków, Kuków Folwark, Korkliny i Bród Nowy. Oprócz tego duże zgrupowanie złóż jest na północ od Suwałk, w rejonie Białej Wody oraz na południowy wschód od Suwałk, pomiędzy Suwałkami i Sobolewem. Wszystkie złoża (z wyjątkiem złoża „Chodźki”) zostały udokumentowane na czwartorzędowych, wodnolodowcowych osadach piaszczysto-żwirowych sandru suwalsko-augustowskiego, stanowiących najważniejszy surowiec mineralny Suwalszczyzny. Jedynie złożo „Chodźki” (80), zlokalizowane w południowo-zachodniej części obszaru arkusza, występuje na osadach piaszczysto-żwirowych sandru Rospudy.

Wśród złóż z obszaru arkusza Suwałki jest:

- 40 złóż małych – o zasobach do 1 mln ton,
- 30 złóż średnich – o zasobach 1–10 mln ton,
- 8 złóż dużych – o zasobach powyżej 10 mln ton.

Historia dokumentowania niektórych złóż jest dosyć zawiła. Poniżej przedstawiono najważniejsze informacje, odnoszące się do kilku z nich.

Największe pod względem powierzchni jest złożo „Potasznia” (1), położone pomiędzy miejscowościami Suwałki, Przedbród i Osowa. Jego zasoby zostały rozpoznane wstępnie,

z dokładnością odpowiadającą kategorii C₂, a opracowaniem wynikowym jest Sprawozdanie z badań geologicznych (Tulska, 1969d). W latach 1969–1981, w granicach złoża „Potasznia” (w całości lub w części) udokumentowano następujące złoża: „Krzywólka–Suwałki” (18) (Tulska, 1969c), „Potasznia I” (17) (Tulska, 1974b), „Potasznia III” (14) (Michalak, Jochemczak, 1980b; Tulska, 1981a) i „Potasznia II” (9) (Tulska, 1980b). W związku z udokumentowaniem tych złóż, zasoby złoża „Potasznia”, kolejnymi dodatkami (aneks, dodatki nr 2 – nr 5) zostały rozliczone i zatwierdzone przez właściwe organy administracji geologicznej.

Do dokumentacji złoża „Potasznia” wykonano jeszcze 2 dodatki:

- po udokumentowaniu złoża „Kuków II” (15) (Kuczyński, 1999b) – dodatek nr 6 (Kuczyński, 1999a),
- po udokumentowaniu złoża „Kuków IV” (67) (Ceckowski, Tatarata, 2007c) – dodatek nr 7 (Ceckowski, Tatarata, 2008c).

Nie zostały one jednak zatwierdzone (bądź przyjęte), więc, ze względów formalnych, nie ma podstaw do uwzględnienia zmian w granicach i zasobach złoża „Potasznia”, przedstawionych w tych ostatnich dwóch dodatkach.

Ogółem, w latach 1969–2011, zostało udokumentowanych 30 złóż, które częściowo lub całkowicie, znalazły się w granicach złoża „Potasznia”. Tylko z uwagi na 4 z nich zmieniono formalnie zasoby złoża „Potasznia” (o czym napisano powyżej). Niezbędne jest zatem wykonanie nowego opracowania (dokumentacji geologicznej lub dodatku do dokumentacji), w którym uwzględnione zostałyby wszystkie zmiany wynikające z udokumentowania nowych złóż, zlokalizowanych w jego granicach.

Na mapie przedstawiono granice złoża „Potasznia”, wg dodatku nr 5 (Tulska, 1981b).

Złoże „Sobolewo–Krzywe” (25) zostało udokumentowane w 1967 roku w kategorii C₂ w trzech obszarach złożowych: „Krzywe”, „Sobolewo A” i „Sobolewo B” (Jórczak, 1967). Największe zasoby, w wysokości 79 518 tys. ton, ustalono w granicach obszaru „Sobolewo B”. Jego północną część, tzw. „Sobolewo B – północ”, rozpoznano dokładniej i udokumentowano w kategorii C₁+B, wykonując dodatek nr 1 i nr 2 (Jórczak, 1969, 1971). Ze względu na uwarunkowania przyrodnicze (częściowe położenie w granicach otuliny Wigierskiego Parku Narodowego), dla południowej części obszaru „Sobolewo B” (tzw. „Sobolewo B – południe”) oraz obszaru „Krzywe” nie uzyskano zgody na podjęcie eksploatacji, a ich zasoby (w kat. C₂) zostały zatwierdzone warunkowo. W dodatku nr 4 (Makowiecki, 2000b) powiększono obszar „Sobolewo B – północ”, dokumentując w kategorii C₁ północną część obszaru „Sobolewo B – południe”, położoną poza granicami otuliny WPN. Zasoby pozostałej

części obszaru „Sobolewo B – południe” oraz obszaru „Krzywe”, z uwagi na ich usytuowanie w otulinie WPN, skreślono z bilansu zasobów kopalin.

Obecnie złoża „Sobolewo–Krzywe” obejmuje tylko jeden obszar: „Sobolewo B”, składający się z dwóch pól: pola I – południowego i pola II – północnego, pomiędzy którymi znajduje się wyrobisko poeksploatacyjne.

Obszar „Sobolewo A” w 1971 r. został dokładnie rozpoznany i udokumentowano tu oddzielne złoża o takiej samej nazwie (Poprawski, 1971), z którego w latach późniejszych, z jego środkowej części, wydzielono złoża „Sobolewo A – pole II” (21) (Kuczyński, 2002b). Doprowadziło to do podziału złoża „Sobolewo A” (20) na 2 oddzielne pola: pole I – północne i pole II – południowe (Kuczyński, 2002a).

W 2003 roku, na części dawnego, usuniętego z bilansu zasobów, obszaru „Krzywe” złoża „Sobolewo–Krzywe”, zostało udokumentowane nowe złoża o nazwie „Krzywe I” (22) (Kuczyński, 2003b).

Na omawianym obszarze dokonano również podziału następujących złóż:

- „Potasznia II” (9), z którego wydzielono złoża „Potasznia II-1” (46);
- „Potasznia I” (17), z którego wydzielono złoża „Kuków IV” (67);
- „Biała Woda IV” (38), z którego wydzielono 3 złoża: „Biała Woda IV-1” (37), „Biała Woda IV-2” (35) i „Biała Woda IV-3” (36),
- „Kuków–Korkliny” (12), którego wydzielono złoża: „Kuków–Korkliny pole B” (54).

Wśród zinwentaryzowanych złóż przeważają złoża małe, o powierzchni poniżej 5 ha – jest ich aż 40 (tabela 2). Złóż średniej wielkości, o powierzchni 5–10 ha jest 17, natomiast złóż o powierzchni 10–50 ha jest 14. Największe pod względem powierzchni są złoża:

- | | | |
|--------------------------|---|------------|
| – „Sobolewo A” (20) | – | 82,39 ha, |
| – „Potasznia II-1” (46) | – | 105,90 ha, |
| – „Potasznia II” (9) | – | 127,45 ha, |
| – „Sobolewo–Krzywe” (25) | – | 212,15 ha, |
| – „Potasznia III” (14) | – | 229,06 ha, |
| – „Potasznia” (1) | – | 869,05 ha. |

Tabela 2

Parametry geologiczno-górnice złóż oraz parametry jakościowe piasków i żwirów

Nr złoża na mapie	Nazwa złoża	Parametry górnice-geologiczne				Parametry jakościowe kopaliny			Warunki hydrogeologiczne złoża	Opracowania: dokumentacja geologiczna; dodatki do dokumentacji geologicznej (autor, rok)
		Powierzchnia złoża (ha)	Mięszość kopaliny od-do śr. (m)	Grubość nakładu od-do śr. (m)	Stosunek N/Z od-do śr.	Punkt piaskowy (zaw. ziaren do 2 mm) od-do śr. (%)	Zawartość pyłów mineralnych od-do śr. (%)	Gęstość nasypowa w stanie zagęszczonym od-do śr. (kg/m ³)		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Potasznia <i>wg sprawozdania</i>	1 618,30	2,6–11,6 8,0;	0,1–3,5 0,6;	b.d.	6,7–64,9 43,3	0,4–4,8 2,0	1 730–2 080 1 920 <i>(w stanie luźnym)</i>	częściowo zawodnione	(Tulska, 1969d); (Tulska, 1969a); (Tulska, 1974a); (Michalak, Jochemczak, 1980a); (Tulska, 1980a); (Tulska, 1981b); (Kuczyński, 1999a); (Ceckowski, Tatarata, 2008c);
	Potasznia <i>wg dodatku nr 7</i>	809,57	b.d. śr. 8,6	b.d. 0,6	b.d. 0,08	b.d. 43,3	b.d. 2,0	b.d. 1 920 <i>(w stanie luźnym)</i>		
2	Osowa	0,65	2,5–8,2 7,2	0,2–0,4 0,3	0,02–0,08 0,04	29,7–55,3 40,9	1,8–2,5 2,1	1 830–1 940 1 900	suche	(Tatarata, Harat, 2002);
3	Biała Woda III	1,81	14,8–14,8 14,8	0,2–0,2 0,2	0,01–0,01 0,01	41,0–52,8 46,6	0,3–0,5 0,4	1 760–1 930 1 850	suche	(Kuczyński, 2006);
4	Biała Woda	1,63	4,8–13,3 7,72	0,2–0,2 0,2	0,02–0,04 0,03	b.d. 62,0	2,0–24,0 7,0	1 609–2 115 b.d.	suche	(Maruszczak, Sożyński, 1980);
5	Biała Woda II	4,56	14,5–18,9 16,4	0,2–0,3 0,2	0,01–0,02 0,01	20,5–58,5 39,7	0,3–1,7 1,0	1 880–2 070 1 970	częściowo zawodnione	(Kuczyński, 2001a);
7	Jasionowo	0,91	5,6–8,9 6,9	0,1–0,2 0,17	0,01–0,04 0,028	56,7–61,3 59,1	3,1–4,8 3,8	b.d. 1 850	suche	(Tatarata, Harat, 1999b)
8	Kuków Folwark	7,10	2,3–11,8 7,2	0,2–1,2 0,6	b.d. 0,11	28,9–59,7 45,7	9,8–17,2 13,3	1 900–2 050 1 980	suche	(Sadowski, 1997); (Harat, Tatarata, 2006a);

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
9	Potasznia II	127,45	12,3–29,0 24,2	0,2–6,0 1,2	0,01–0,26 0,05	34,5–79,3 54,5	0,1–4,8 1,3	1 854–2 174 2 022	częściowo zawodnione	(Tulska, 1980b); (Janicki, 2008a);
11	Krzywólka II	20,60	3,0–12,3 8,0	0,2–1,2 0,6	b.d. 0,08	23,4–54,9 38,5	0,8–5,2 2,5	1 960–2 070 2 020	częściowo zawodnione	(Jórczak, 1966); (Tulska, 1969b);
12	Kuków–Korkliny	6,67	8,7–11,6 10,9	0,3–0,6 0,5	0,03–0,05 0,04	58,5–63,7 61,1	2,0–2,9 2,4	1 810–1 900 1 860	częściowo zawodnione	(Tatarata, Harat, 2004); (Ceckowski, 2011a)
13	Korkliny	2,00	5,6–7,6 7,0	0,4–0,6 0,5	0,06–0,08 0,07	47,0–81,0 69,6	1,9–3,1 2,5	1 690–1 900 1 800	częściowo zawodnione	(Tatarata, Harat, 2001)
14	Potasznia III <i>ogółem</i>	229,06		0,3–3,3 0,9;	0,05–0,25 0,08				częściowo zawodnione	(Michalak, Jochemczyk, 1980b); (Tulska, 1981a); (Tatarata, Harat, 2005a)
	<i>w-wa sucha</i>	229,06	2,4–11,3 5,8			35,5–77,3 55,8	0,6–4,6 2,1	1 730–2 187 2 048		
	<i>w-wa zawodniona</i>	214,45	1,5–17,7 8,2			37,2–69,0 52,7	0,4–4,3 1,4	1 943–2 123 2 066		
15	Kuków II	6,80	9,0–11,5 10,2	b.d. 0,2	b.d. 0,02	47,4–56,0 51,3	1,9–2,5 2,2	1 930–2 150 2 030	suche	(Kuczyński, 1999b); (Ceckowski, Tatarata, 2011a); (Kuczyński, 2011a);
16	Kuków	0,94	9,1–12,0 11,1	0,2–1,2 0,7	0,02–0,11 0,06	57,0–70,0 63,8	3,0–4,8 4,0	1 810–2 120 1 930	częściowo zawodnione	(Sadowski, 1994);
17	Potasznia I <i>w-wa sucha</i>	331,38	6,5–17,4 12,8	0,2–2,7 0,8	0,02–0,04 0,03	31,3–74,4 51,0	0,7–10,3 2,6	b.d. 1 950	częściowo zawodnione	(Tulska, 1974b); (Ceckowski, Tatarata, 2008a);
	<i>w-wa zawodniona</i>		0,9–15,2 7,7			25,1–77,8 43,9	0,5–6,3 1,3	b.d. 1 990		
18	Krzywólka–Suwałki	31,30	3,8–14,8 8,9	0,2–2,9 0,7	0,01–0,76 0,08	23,3–64,2 45,0	0,4–5,6 2,4	1 998–2 240 2 127	częściowo zawodnione	(Tulska, 1969c); (Makowiecki, 2000a);
19	Suwałki IV	0,63	3,9–11,5 6,7	0,1–0,1 0,1	0,1–0,3 0,2	67,5–78,4 69,6	2,6–3,3 2,8	b.d. 1 900	suche	(Tatarata, Harat, 1999a)
20	Sobolewo A <i>ogółem</i>	82,39	2,5–12,2 5,5	0,0–2,2 0,4	0,00–0,40 b.d.	27,14–68,48 39,05	0,2–5,2 2,2	1 754–2 210 2 001	częściowo zawodnione	(Poprawski, 1971); (Kuczyński, 2000); (Kuczyński, 2002a);
	<i>pole I (północne)</i>	24,62								
	<i>pole II (południowe)</i>	57,77								
21	Sobolewo A – pole II	3,13	1,0–6,0 2,6	0,2–0,5 0,26	0,03–0,25 0,14	28,24–68,48 42,10	0,2–5,2 2,4	1 851–2 120 1 975	suche	(Kuczyński, 2002b); (Kuczyński, 2007a);

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
22	Krzywe I	24,79	5,0–10,8 7,8	0,2–0,4 0,25	0,02–0,07 0,03	29,6–69,2 49,7	0,1–1,0 0,4	1 800–2 150 1 900	suche	(Kuczyński, 2003b);
23	Wychodne	4,00	3,6–7,0 5,4	0,6–2,5 1,1	0,08–0,42 0,22	46,2–79,0 57,6	1,8–4,0 2,6	1 870–2 170 2 040	suche	(Sadowski, 1990);
24	Suwałki III	0,48	3,0–3,9 3,6	0,7–1,1 0,9	0,18–0,33 0,24	44,0–61,0 53,1	4,4–6,0 5,2	2 050–2 230 2 130	suche	(Sadowski, 1993);
25	Sobolewo–Krzywe <i>ogółem</i>	212,15		0,0–5,0 0,8	0,00–0,40 0,04	22,1–75,2 54,7	0,3–5,2 1,8	1 869–2 220 2 034	częściowo zawodnione	(Jórczak, 1967); (Jórczak, 1969); (Jórczak, 1971); (Dąbrowski, 1987); (Makowiecki, 2000b);
	<i>pole I południowe</i>	194,14	6,3–29,6 26,4	0,0–5,0 0,8	0,02–0,26 0,03	22,1–75,2 56,1	0,3–5,2 1,8	1 869–2 220 2 033		
	<i>pole II północne</i>	18,01	12,5–24,2 18,0	0,2–3,3 1,1	0,03–0,26 0,06	31,3–63,2 46,6	1,3–2,9 2,0	1 976–2 094 2 037		
26	Sobolewo C <i>Wg dokumentacji</i>	10,92 4,25 (<i>pole 1 północne</i>) 6,66 (<i>pole 2 południowe</i>)	2,0–7,9 3,59	0,2–1,7 0,89	0,07–0,70 0,30	33,9–77,6 52,0	1,6–26,4 6,6	1 380–1 900 1 680	suche	(Kuczyński, 2004); (Szałanda, 2011)
27	Dubowo II	1,75	3,3–6,6 5,5	0,3–1,4 0,8	0,05–0,30 0,16	40,6–70,07 54,37	2,2–3,5 3,0	1 950–2 150 2 070	częściowo zawodnione	(Sadowski, 1985); (Tatarata, 2007a)
28	Dubowo Drugie II	3,81	9,7–13,6 12,7	0,3–0,6 0,4	0,02–0,05; 0,03	51,0–77,7 65,8	0,4–2,5 0,9	1 800–1 950 1 880	suche	(Tatarata, Harat, 2005b)
29	Turówka Nowa	0,18	2,0–2,6 2,3	0,0–0,2 0,2	b.d. 0,09	49,2–51,3 50,3	0,9–1,1 1,0	b.d. 1 980	suche	(Harat, Tatarata, 2006c); (Ceckowski, Tatarata, 2008b);
30	Osowa II	44,71	6,2–24,2 13,2	0,5–2,0 1,0	0,03–0,21 0,08	46,9–67,5 57,0	0,5–3,1 1,4	1 990–2 070 2 020	częściowo zawodnione	(Ceckowski, Tatarata, 2009h);
31	Osowa III	5,66	7,4–18,4 13,0	0,5–2,0 0,9	0,03–0,14 0,07	49,4–60,8 53,6	0,3–1,4 0,7	1 870–1 950 1 910	częściowo zawodnione	(Ceckowski, Tatarata, 2010e);
32	Biała Woda V	6,14	15,8–25,2 23,3	0,8–1,6 1,2	0,01–0,07 0,05	20,5–66,5 57,8	0,7–2,2 1,4	1 960–1 970 1 970	częściowo zawodnione	(Ceckowski, Tatarata, 2009a);
33	Biała Woda VI	12,60	24,6–24,8 24,7	0,2–0,4 0,33	0,01–0,02 0,01	35,8–62,5 47,1	0,6–1,6 1,0	1 860–1 980 1 920	częściowo zawodnione	(Kuczyński, 2008a);
34	Biała Woda VII	1,76	12,0–17,8 14,3	0,6–2,6 1,0	0,04–0,17 0,07	53,14–60,80 57,40	0,7–1,8 1,0	1 890–1 930 1 910	częściowo zawodnione	(Ceckowski, Tatarata, 2009b);
35	Biała Woda IV–2	1,37	17,0–21,7 18,94	1,7–2,1 1,9	0,09–0,12 0,10	52,0–64,7 57,43	6,9–7,0 6,93	1 900–1 980 1 943	częściowo zawodnione	(Mazur, 2010c);

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
36	Biała Woda IV-3	1,32	19,0-19,8 19,5	1,5-1,8 1,63	0,08-0,09 0,08	52,8-71,0 60,13	6,4-8,1 7,07	1 890-2 000 1 937	częściowo zawodnione	(Mazur, 2010d);
37	Biała Woda IV-1	1,97	15,0-20,2 18,3	1,4-3,1 2,08	0,07-0,21 0,12	51,8-69,0 60,5	3,8-7,3 5,16	1 920-1 970 1 940	częściowo zawodnione	(Mazur, 2010b);
38	Biała Woda IV	3,91	14,9-21,0 17,6	1,2-3,1 2,05	0,06-0,21 0,12	36,6-66,2 54,67	4,3-7,3 6,12	1 930-2 030 1 980	częściowo zawodnione	(Mazur, 2008); (Mazur, 2010a);
39	Turówka Stara	5,80	3,2-9,4 6,6	0,2-0,8 0,4	b.d. 0,06	41,1-57,5 51,7	1,1-3,8 2,1	2 000-2 090 2 050	suche	(Burs, 2008);
40	Kuków Folwark IV	6,77	6,8-12,8 9,8	0,5-1,6 1,0	0,05-0,16 0,10	47,1-68,8 58,9	0,5-1,7 1,1	1 980-2 030 2 000	częściowo zawodnione	(Ceckowski, Tatarata, 2008e);
41	Kuków Folwark III	31,75	3,5-16,0 9,9	0,4-2,6 0,9	0,04-0,50 0,09	35,3-76,7 55,1	0,4-2,2 1,1	1 970-2 070 2 020	częściowo zawodnione	(Ceckowski, Tatarata, 2008d);
42	Kuków Folwark II	19,46	5,9-21,5 14,4	1,0-1,5 1,2	0,06-0,22 0,08	49,1-54,6 52,1	1,1-2,5 1,6	1 990-2 070 2 030	częściowo zawodnione	(Ceckowski, Tatarata, 2007b);
43	Kuków Folwark VI	11,21	6,5-24,3 16,1	0,5-2,8 1,0	0,02-0,34 0,06	51,9-62,5 57,9	0,8-2,5 1,5	1 860-2 040 1 930	częściowo zawodnione	(Ceckowski, Tatarata, 2011b);
44	Kuków Folwark V	1,85	9,4-11,8 11,0	0,3-0,6 0,4	0,03-0,05 0,04	37,1-53,0 41,2	0,5-0,8 0,7	1 920-2 090 1 970	suche	(Kuczyński, 2009b);
45	Kuków Folwark IX	0,73	9,0-9,0 9,0	1,0-1,0 1,0	0,11-0,11 0,11	48,8-66,9 57,3	0,5-0,9 0,7	1 890-1 980 1 940	suche	(Kuczyński, 2011b);
46	Potasznia II-1	105,90	19,4-29,7 25,8	0,3-3,8 1,3	0,01-0,19 0,05	34,8-99,6 54,3	0,2-5,3 1,1	1 687-2 161 2 038	częściowo zawodnione	(Janicki, 2008b);
47	Bród Nowy III	3,54	16,3-22,2 19,5	0,2-0,3 0,3	0,01-0,02 0,01	38,3-56,6 48,9	0,2-2,9 1,3	1 860-2 100 1 980	częściowo zawodnione	(Kuczyński, 2007b);
48	Bród Nowy V	8,20	13,0-22,6 19,96	0,2-0,5 0,37	0,01-0,02 0,02	36,2-66,1 48,8	0,6-2,0 1,1	1 820-1 990 1 930	częściowo zawodnione	(Kuczyński, 2009a);
49	Bród Nowy II	8,39	15,4-17,9 16,6	0,6-1,3 0,8	0,04-0,08 0,05	51,3-62,5 56,1	1,1-1,7 1,4	1 980-2 030 2 020	suche	(Ceckowski, Tatarata, 2007a);
50	Bród Nowy VI	0,53	1,8-16,3 7,3	1,0-1,3 1,1	0,07-0,48; śr. 0,21	53,9-59,3 56,6	1,1-1,4 1,25	1 950-1 970 1 960	suche	(Ceckowski, Tatarata, 2009d);
51	Bród Nowy IV	3,13	1,0-15,6 9,4	1,0-1,5 1,2	0,07-1,0 0,13	45,2-59,3 53,5	0,5-1,4 0,9	1 950-1 970 1 970	suche	(Ceckowski, Tatarata, 2009c);
52	Korkliny III	0,76	3,0-8,4 5,3	0,3-1,5 1,2	0,04-0,50 0,23	43,8-52,3 48,4	0,5-2,2 1,0	1 860-1 910 1 890	częściowo zawodnione	(Ceckowski, 2011d);
53	Korkliny II	1,95	6,1-9,7 8,0	0,3-0,4 0,4	0,03-0,07 0,05	33,4-69,2 49,1	0,5-3,1 1,4	1 710-1 980 1 900	suche	(Tatarata, Harat, 2006)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
54	Kuków-Korkliny pole B	3,30	4,1–11,6 8,5	0,4–0,8 0,6	0,03–0,12 0,07	58,5–67,5 65,1	2,0–3,2 2,7	1 810–1 910 1 840	częściowo zawodnione	(Ceckowski, Tatarata, 2010d); (Ceckowski, 2011b);
55	Korkliny IV	1,86	4,5–8,1 6,2	0,5–2,0 1,1	0,07–0,33 0,16	59,7–72,3 64,1	1,1–1,5 1,3	1 890–1 940 1 920	częściowo zawodnione	(Ceckowski, Tatarata, 2010b);
56	Trzciane II	1,52	4,5–7,1 5,6	0,8–1,5 1,1	0,13–0,33 0,19	54,4–74,3 65,8	1,1–2,7 1,8	1 770–1 930 1 830	częściowo zawodnione	(Ceckowski, Tatarata, 2011c);
57	Trzciane	2,00	5,7–7,8 6,6	0,6–1,5 1,1	0,08–0,26 0,17	54,4–60,0 57,9	0,7–1,4 1,1	1 910–1 930 1 920	częściowo zawodnione	(Ceckowski, Tatarata, 2009i);
58	Przebród 1	1,91	7,7–15,7 10,4	0,3–0,3 0,3	0,02–0,04 0,03	52,3–64,4 61,1	0,9–2,0 1,2	1 820–1 910 1 850	częściowo zawodnione	(Kuczyński, 2008d);
59	Kuków X	19,20	15,4–23,1 18,9	0,5–2,0 1,1	0,03–0,11 0,06	56,5–65,9 61,4	0,8–1,9 1,1	1 860–1 970 1 930	częściowo zawodnione	(Ceckowski, Tatarata, 2010c);
60	Kuków VIII <i>piaski i żwiry</i> <i>piaski</i>	7,60	17,4–21,9 20,1	0,4–1,1 0,8	0,02–0,06 0,04	47,8–67,2 58,0 65,9–90,7 81,1	0,7–1,2 0,9 0,9–1,2 1,1	1 950–1 980 1 970 1 850–1 880 1 870	częściowo zawodnione	(Ceckowski, Tatarata, 2009g);
61	Kuków VII	5,75	19,7–19,7 19,7	0,3–0,3 0,3	0,02–0,02 0,02	44,6–59,2 53,9	0,5–1,1 0,8	1 910–2 060 1 990	częściowo zawodnione	(Kuczyński, 2008b);
62	Kuków III	1,60	12,1–14,2 13,5	0,2–0,5 0,3	0,01–0,04 0,02	39,6–58,8 49,5	0,6–0,8 0,7	b.d, 1 950	suche	(Tatarata, 2007b)
63	Kuków VI	6,75	11,4–14,4 13,0	0,6–1,2 0,9	0,05–0,10 0,07	57,0–74,2 67,4	1,2–1,7 1,3	1 970–2 010 1 990	suche	(Ceckowski, Tatarata, 2008f);
64	Kuków V	6,48	14,7–19,2 18,0	0,5–1,5 1,1	0,03–0,09 0,07	61,5–65,8 64,5	1,0–1,5 1,3	1 930–1 960 1 950	częściowo zawodnione	(Ceckowski, Tatarata, 2009f);
65	Kuków XI	4,03	18,5–19,2 18,9	0,8–1,5 1,1	0,04–0,08 0,05	37,6–61,8 52,5	3,0–4,8 4,0	1 860–1 970 1 920	częściowo zawodnione	(Kuczyński, 2011d);
66	Kuków IX	2,61	18,5–19,0 18,9	1,0–1,5 1,1	0,05–0,08 0,06	37,6–72,0 55,2	0,5–1,1 0,7	1 850–1 970 1 900	częściowo zawodnione	(Kuczyński, 2011c);
67	Kuków IV	41,79	15,7–23,1 20,9	0,6–2,0 1,0	0,03–0,09 0,05	47,9–63,6 54,3	1,0–1,8 1,4	1 930–2 010 1 980	częściowo zawodnione	(Ceckowski, Tatarata, 2007c);
68	Zielone Kamedulskie IV	15,27	11,3–14,5 12,9	0,4–2,2 0,9	0,03–0,19 0,07	59,2–65,3 62,2	1,0–1,9 1,3	1 790–1 900 1 860	częściowo zawodnione	(Ceckowski, 2011e);
69	Suwałki VI	6,75	7,3 11,9 9,6	0,2–0,4 0,3	0,02–0,05 0,03	40,0–68,8 58,2	0,8–1,9 1,2	1 920–1 980 1 940	suche	(Harat, Tatarata, 2006b);

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
70	Przebród	3,96	14,7–14,7 14,7	0,3–0,3 0,3	0,02–0,02 0,02	50,1–88,5 71,6	1,9–4,4 2,5	1 850–1 970 1 910	suche	(Kuczyński, 2008c);
71	Zielone Kamedulskie 2	4,08	15,7–17,3 16,5	0,2–0,3 0,25	0,01–0,02 0,02	32,3–51,4 42,6	0,5–1,1 0,9	1 850–1 970 1 900	częściowo zawodnione	(Kuczyński, 2008e);
72	Zielone Kamedulskie V	5,91	9,6–15,6 11,5	0,6–1,7 1,0	0,05–0,17 0,09	53,5–73,4 62,1	0,9–1,6 1,3	1 790–1 940 1 870	częściowo zawodnione	(Ceckowski, Tatarata, 2011d);
73	Zielone Kamedulskie	35,08	8,5–14,8 11,8	0,4–2,0 1,0	0,03–0,21 0,09	55,4–71,0 64,8	0,7–1,1 0,9	1 960–2 030 1 990	częściowo zawodnione	(Ceckowski, Tatarata, 2008g);
74	Zielone Kamedulskie 3	3,23	6,1–10,1 7,8	0,6–2,0 1,0	0,06–0,29 0,13	62,7–64,6 63,9	1,1–1,4 1,3	1 970–1 990 1 990	suche	(Ceckowski, Tatarata, 2008h);
75	Sobolewo C–I	1,91	2,0–7,6 4,1	0,3–0,5 0,4	0,01–0,25 0,12	48,4–62,1 57,2	0,3–0,7 0,5	1 610–2 000 1 860	suche	(Kuczyński, Szałanda, 2009);
76	Dubowo Drugie IV	3,67	11,5–15,3 13,9	0,7–1,5 1,1	0,05–0,13 0,08	59,4–71,7 66,2	0,9–1,3 1,1	1 790–1 920 1 830	częściowo zawodnione	(Ceckowski, 2011c);
77	Dubowo Drugie III	4,54	6,1–15,0 11,5	0,6–1,5 1,0	0,04–0,25 0,08	61,5–83,9 69,3	0,7–1,5 0,96	1 830–1 910 1 880	suche	(Ceckowski, Tatarata, 2009e);
78	Sobolewo II	10,60	19,5–25,0 22,2	0,6–1,5 0,9	0,02–0,07 0,05	62,1–72,4 66,4	0,8–1,3 0,9	1 900–1 930 1 920	częściowo zawodnione	(Ceckowski, Tatarata, 2007d);
79	Sobolewo III	7,13	2,6–16,8 8,7	0,2–2,8 1,1	0,01–0,68 0,19	35,8–74,0 52,3	1,3–5,0 3,0	1 770–1 970 1 880	częściowo zawodnione	(Sadowski, 2011);
80	Chodźki	6,64	6,0–9,2 7,7	0,6–2,0 0,9	0,08–0,22 0,13	76,7–95,2 82,7	0,7–1,1 1,0	1 810–1 860 1 840	częściowo zawodnione	(Ceckowski, Tatarata, 2010a);

50 złóż jest częściowo zawodnionych, a 28 złóż to złoża suche. Średnia grubość nakładu nad serią złożową waha się od 0,1 m do 1,1 m, a jedynie w złożach w rejonie Białej Wody osiąga wartość ponad 2 m. Średnia miąższość kopaliny mieści się w przedziale od 2,3 m do 26,4 m. Zawartość pyłów mineralnych jest niewielka, średnie wartości zazwyczaj mieszczą się w przedziale 0,4–4,0%. W pięciu złożach średnią zawartość pyłów określono na poziomie 6–7%, a tylko w jednym złożu „Kuków Folwark” (8) – w wysokości 13,3%. Średni punkt piaskowy oscyluje w granicach od 38,5% do 71,6%. Przeważają złoża o średnim punkcie piaskowym w przedziałach: 40–50% (17 złóż), 50–60% (36 złóż) i 60–70% (22 złoża). Tylko w przypadku złoża „Kuków VIII” (60) podano parametry jakościowe kopaliny oddzielnie dla piasków i oddzielnie dla żwirów.

Kopalina użyteczna, występująca w udokumentowanych złożach, może być wykorzystana w drogownictwie lub w drogownictwie i budownictwie do produkcji wyrobów betonowych; najczęściej jednak wymaga uszlachetnienia: przesiewania i płukania, czasem także kruszenia. W złożu „Krzywólka II” (Jórczak, 1966; Tulska, 1969b) kopalina towarzysząca, piaskom i żwirom, są głazy morenowe do produkcji kruszywa łamanego.

V. Górnictwo i przetwórstwo kopalin

Na obszarze objętym arkuszem Suwałki przemysł wydobywczy rozwinięty jest na skalę przemysłową i lokalną. Zebrane informacje o zagospodarowaniu i stanie formalno-prawnym złóż oraz dane dotyczące obszarów i terenów górniczych przedstawiono w tabeli 3.

Spośród 78 udokumentowanych złóż, koncesjonowana eksploatacja aktualnie prowadzona jest z 28 złóż, spośród których trzy złoża: „Biała Woda II” (5), „Kuków II” (15), i „Dubowo Drugie II” (28) eksploatowane są okresowo. Koncesja na eksploatację złoża „Suwałki IV” (19) straciła ważność w 2009 r. W sierpniu 2011 r. wydobywanie ze złoża „Suwałki IV” było nadal prowadzone. Koncesja została wygaszona w styczniu 2012 r. Ponadto, w latach 2009–2011, wydano koncesje na eksploatację 13 złóż, ale do sierpnia 2011 r. Użytkownicy nie rozpoczęli wydobywania.

Na omawianym obszarze aktualnie jest 12 złóż zaliczonych do złóż zaniechanych oraz 25 złóż niezagospodarowanych, dla których nie wnioskowano o wydanie koncesji.

Granice utworzonych obszarów górniczych, w odniesieniu do 17 złóż, pokrywają się z granicami tych złóż. Dla 14 złóż utworzono obszary górnicze, które są nieznacznie większe od powierzchni złóż, natomiast dla 11 złóż utworzono obszary górnicze, które obejmują tylko część złoża. Szczególnie widoczne jest to w odniesieniu do złóż: „Potasznia III” (14)

i „Potasznia I” (17), gdzie obszary górnicze zajmują tylko niewielki fragment powierzchni złóża. W przypadku 19 złóż granice obszaru i terenu górniczego pokrywają się, a ich powierzchnie są jednakowe.

Na obszarze arkusza eksploatację złóż na skalę przemysłową prowadzi kilku użytkowników, niektórzy z nich eksploatują kilka (2–4) złóż jednocześnie. Pozostali koncesjonobiorcy prowadzą wydobywanie na mniejszą, lokalną skalę.

W 2010 r. największe wydobywanie było ze złóż:

– „Sobolewo–Krzywe” (25)	–	1 422 tys. ton,
– „Kuków Folwark II” (42)	–	809 tys. ton,
– „Potasznia III” (14)	–	467 tys. ton,
– „Bród Nowy III” (47)	–	399 tys. ton,
– „Kuków IV” (67)	–	384 tys. ton,
– „Krzywe I” (22)	–	330 tys. ton,
– „Potasznia II” (9)	–	290 tys. ton,
– „Biała Woda V” (32)	–	218 tys. ton,
– „Biała Woda VI” (33)	–	171 tys. ton,
– „Sobolewo C” (26)	–	117 tys. ton.

Roczne wydobywanie z pozostałych złóż przedsiębiorcy określili na poziomie od 1 tys. ton („Suwałki VI” (69)) do 51 tys. ton („Korkliny II” (53)).

Kopalina wydobyta ze złóż może być wykorzystana w drogownictwie lub w drogownictwie i budownictwie do produkcji wyrobów betonowych; najczęściej jednak wymaga uszlachetnienia. Zawsze prowadzone jest przesiewanie, umożliwiające uzyskanie piasków oraz żwirów różnych frakcji. W części zakładów surowiec jest również płukany, a głązy kruszone – uzyskuje się kruszywo łamane różnych frakcji. W znacznej części zakładów piaski traktowane są jako odpady przeróbcze. Odpady eksploatacyjne i przeróbcze zazwyczaj wykorzystywane są do rekultywacji wyrobisk.

Użytkownikiem złóż: „Sobolewo–Krzywe” (25), „Potasznia I” (17) i „Kuków IV” (67) są Suwalskie Kopalnie Surowców Mineralnych Sp. z o.o. (SKSM Sp. z o.o.), powstałe jako przedsiębiorstwo państwowe w połowie lat siedemdziesiątych XX w. i przekształcone w spółkę w 2004 roku.

Zagospodarowanie i stan formalno-prawny złóż na obszarze arkusza Suwałki

Nr złoża na mapie	Nazwa złoża	Użytkownik złoża Koncesjodawca	Zagospodarowanie złoża lub rok zakończenia eksploatacji	Termin ważności koncesji na eksploatację	Powierzchnia (ha)		Uwagi
					obszaru górniczego	terenu górniczego	
1	2	3	4	5	6	7	8
2	Osowa	<i>były: Piotr Interewicz, Suwałki, ul. Kasztanowa 10a/33</i>	zaniechane – 2007 r.	wygaszona w 2007 r.	zniesiony	zniesiony	
3	Biała Woda III	Dorota Pachucka i Witold Pachucki, 16-400 Suwałki, ul. Olsztyńska 48	eksploatacja ciągła, od 2009 r.	31.12.2021	1,81	2,61	Złoże „Biała Woda III” jest eksploatowane łącznie ze złożem „Biała Woda VI” (33).
5	Biała Woda II	JAWA Sp. z o.o., 15-727 Białystok, ul. Hetmańska 10	eksploatacja okresowa	04.01.2016	4,56	5,22	Złoże „Biała Woda II” jest eksploatowane łącznie ze złożem „Biała Woda V” (32).
7	Jasionowo	<i>były: Budownictwo Komunikacyjne s.c. „Projekt-Bud”, 16-400 Suwałki, ul. Młynarskiego 10/10</i>	niezagospodarowane	wygaszona w 2002 r.	zniesiony	zniesiony	Eksploatację prowadzono poza granicami złoża.
8	Kuków Folwark	<i>były: Przedsiębiorstwo Drogowo-Mostowe SA, Suwałki</i>	zaniechane – od 2005 r.	wygaszona w 2005 r.	zniesiony	zniesiony	
13	Korkliny	<i>były: Przedsiębiorstwo Drogowo-Mostowe SA, Suwałki</i>	zaniechane – od 2007 r.	wygaszona w 2009 r.	zniesiony	zniesiony	
14	Potasznia III	Przedsiębiorstwo Produkcji Materiałów Drogowych „KRUSZBET” SA, 16-400 Suwałki, ul. Bakalarzewska 86	eksploatacja ciągła, od 2007 lub 2008 r.	31.07.2057	88,82	106,25	
15	Kuków II	Edward Orchowski, 16-400 Suwałki, ul. Spacerowa 11	eksploatacja okresowa – od 2000 r.	15.08.2041	6,80	7,96	Nowa koncesja z 11.08.2011 r.; OG i TG „Kuków II/1”
16	Kuków	<i>były: Gmina Suwałki</i>	zaniechane – od 1996 r.	–	–	–	

1	2	3	4	5	6	7	8
17	Potasznia I	Suwalskie Kopalnie Surowców Mineralnych Spółka z o.o., 16-400 Suwałki, ul S. Staniszewskiego 65	eksploatacja ciągła, od 1985 r.	30.06.2033	26,13	35,23	Eksploracja złoża prowadzona jednym wyrobiskiem, wspólnym dla złóż „Potasznia I” i „Kuków IV” (67).
18	Krzywólka – Suwałki	<i>były: Oddział Zmechanizowany Robót Drogowych PKP w Białymstoku</i>	zaniechane – od 1994 r.	–	–	–	
19	Suwałki IV	<i>były: Wojciech Modzelewski, 16-400 Suwałki, ul Gałaja 95</i>	zaniechane po utracie ważności koncesji w 2009 r. – nielegalna eksploatacja	31.12.2009; wygaszona w 2012 r.	zniesiony	zniesiony	Koncesja straciła ważność 31.12.2009 r., decyzja wygaszająca została wydana 23.01.2012 r. W sierpniu 2011 r. złożo było eksploatowane.
20	Sobolewo A	<i>były: Przedsiębiorstwo Produkcji Materiałów Drogowych „KRUSZBET” SA, 16-400 Suwałki, ul. Bakalarzewska 86</i>	zaniechane – od 2002 r.	wygaszona w 2002 r.	zniesiony	zniesiony	
21	Sobolewo A – pole II	<i>były: Przedsiębiorstwo Produkcji Materiałów Drogowych „KRUSZBET” SA, 16-400 Suwałki, ul. Bakalarzewska 86</i>	zaniechane – od 2006 r.	wygaszona w 2008 r.	zniesiony	zniesiony.	
22	Krzywe I	Przedsiębiorstwo Produkcji Materiałów Drogowych „KRUSZBET” SA, 16-400 Suwałki, ul Bakalarzewska 86	eksploatacja ciągła, od 2009 r.	30.04.2018	22,59	29,21	OG i TG: „Krzywe I – pole A”
24	Suwałki III	<i>były: „IMBUD” Przedsiębiorstwo Produkcyjno-Handlowe, Ryszard Góral; 16-400 Suwałki, ul. Buczka 100</i>	zaniechane – od 2007 r.	wygaszona w 2009 r.	zniesiony	zniesiony	
25	Sobolewo – Krzywe	Suwalskie Kopalnie Surowców Mineralnych Spółka z o.o., 16-400 Suwałki, ul S. Staniszewskiego 65	eksploatacja ciągła, od 1975 r.	30.11.2028	194,96 „Sobolewo I” 17,70 „Sobolewo II”	446,51	OG: „Sobolewo I” (pole I południowe) i „Sobolewo II” (pole II północne); TG „Sobolewo I” (wspólny)
26	Sobolewo C	Przedsiębiorstwo Produkcji Materiałów Drogowych „KRUSZBET” SA, 16-400 Suwałki, ul Bakalarzewska 86	eksploatacja ciągła, od 2006 r.	05.11.2012	3,28	4,21	Nowa koncesja; OG i TG: „Sobolewo C – pole 2c”.
27	Dubowo II	<i>były: Gmina Suwałki</i>	zaniechane – od 1996 r.	–	–	–	Eksploracja prowadzona w latach 1986–1994.

1	2	3	4	5	6	7	8
28	Dubowo Drugie II	Piotr J. Interewicz, 16-400 Suwałki, ul. Kasztanowa 10a/33	eksploatacja okresowa, od 2007 r.	30.06.2021	3,81	4,50	
29	Turówka Nowa	<i>były: Gmina Suwałki</i>	zaniechane – od 2008 r.	wygaszona w 2009 r.	zniesiony	zniesiony	
32	Biała Woda V	Dariusz Krejpcio DAR-ŻWIR, 16-402 Suwałki, Biała Woda 55	eksploatacja ciągła, od 2009 r.	30.06.2029	6,59	6,59	Złoże „Biała Woda V” jest eksploatowane łącz- nie ze złożem „Biała Woda II” (5).
33	Biała Woda VI	FIRMA ŻWIRBET s.c., Witold Pachucki, Dorota Pachucka, 16-402 Suwałki, Biała Woda 55	eksploatacja ciągła, od 2010 r.	31.07.2039	12,06	14,09	Złoże „Biała Woda VI” jest eksploatowane łącz- nie ze złożem „Biała Woda III” (3).
34	Biała Woda VII	Alojzy Wysocki, 16-400 Suwałki, ul. Miła 10	niezagospodarowane	31.07.2024	1,76	2,15	Koncesję wydano w grudniu 2009 r.; do sierpnia 2011 r. eks- ploatacji nie podjęto.
35	Biała Woda IV–2	Przedsiębiorstwo Produkcyjne „Kruszywa” Waldemar Pyrzanowski, 16-402 Suwałki, ul. Biała Woda 53B	eksploatacja ciągła, od 2011 r.	31.12.2016	1,31	1,31	
37	Biała Woda IV–1	Przedsiębiorstwo Produkcyjne „Kruszywa” Waldemar Pyrzanowski, 16-402 Suwałki, ul. Biała Woda 53B	niezagospodarowane	31.12.2025	1,97	1,97	Koncesję wydano w październiku 2010 r.; do sierpnia 2011 r. eks- ploatacji nie podjęto.
39	Turówka Stara	JWCH Produkcja Budowlana Sp. z o.o., 05-091 Ząbki, ul. Radzywińska 326	niezagospodarowane	31.12.2014	6,39	8,35	Koncesję wydano w listopadzie 2009 r.; do sierpnia 2011 r. eks- ploatacji nie podjęto.
41	Kuków Folwark III	Zakłady Produkcji Kruszyw RUPINSCY Spółka Jawna, 18-305 Szumowo, ul. Przemysłowa 28, Zakład Osowa, 16-400 Suwałki	niezagospodarowane	31.12.2030	31,75	31,75	Koncesję wydano w lipcu 2010 r.; do sierpnia 2011 r. eks- ploatacji nie podjęto.
42	Kuków Folwark II	Zakłady Produkcji Kruszyw RUPINSCY Spółka Jawna, 18-305 Szumowo, ul. Przemysłowa 28, Zakład Osowa, 16-400 Suwałki	eksploatacja ciągła, od 2009 r.	31.12.2024	19,11	19,11	

1	2	3	4	5	6	7	8
43	Kuków Folwark VI	Przedsiębiorstwo Usługowo-Handlowe „SORT-KRUSZ” Andrzej Gniazdowski, 07-407 Czerwin, Dzwonek 8	niezagospodarowane	31.12.2021	11,22	11,22	Koncesję wydano we wrześniu 2011 r.
44	Kuków Folwark V	Krystyna Piórkowska, 05-500 Piaseczno, ul. Topazowa 24	eksploatacja ciągła, od 2009 r.	31.09.2019	1,85	2,27	
45	Kuków Folwark IX	„Euro-Kruszpol” Spółka Jawna Marek Walenda, Mieczysław Boguszewski ul. Słoneczna 21, 16-404 Jeleniewo	niezagospodarowane	31.09.2016	0,52	1,05	Koncesję wydano w sierpniu 2011 r.
47	Bród Nowy III	Zygmunt Chomicz; 16-400 Suwałki, ul. Władysława Łokietka 1	eksploatacja ciągła, od 2008 r.	01.08.2018	3,54	5,44	Złoże eksploatowane łącznie ze złożami „Bród Nowy I” (ZWB) i „Bród Nowy V” (48).
48	Bród Nowy V	Zygmunt Chomicz; 16-400 Suwałki, ul. Władysława Łokietka 1	eksploatacja ciągła, od 2011 r.	30.06.2030	8,20	11,12	Złoże eksploatowane łącznie ze złożami „Bród Nowy I” (ZWB) i „Bród Nowy III” (47).
49	Bród Nowy II	Żwirownia Bród Nowy – Ułanowicz Bożena; 16-400 Suwałki, ul. Kolejowa 19	niezagospodarowane	30.10.2059	9,53	9,53	Koncesję wydano w październiku 2009 r.; do sierpnia 2011 r. eksploatacji nie podjęto.
50	Bród Nowy VI	Przedsiębiorstwo Eksploatacji Kruszyw Raczkowski i Wspólnicy, Spółka Jawna; 16-001 Kleosin, Księżyno, ul. Przemysłowa 6	eksploatacja ciągła, od 2010 r.	31.08.2013	0,70	0,70	Złoże eksploatowane łącznie ze złożami „Bród Nowy” (ZWB) i „Bród Nowy IV” (51).
51	Bród Nowy IV	Przedsiębiorstwo Eksploatacji Kruszyw Raczkowski i Wspólnicy, Spółka Jawna; 16-001 Kleosin, Księżyno, ul. Przemysłowa 6	eksploatacja ciągła, od 2011 r.	30.06.2016	4,11	4,11	Złoże eksploatowane łącznie ze złożami „Bród Nowy” (ZWB) i „Bród Nowy VI” (50).
52	Korkliny III	Przedsiębiorstwo Eksploatacji Kruszyw Raczkowski i Wspólnicy Spółka Jawna 16-001 Kleosin, ul. Przemysłowa 6	niezagospodarowane	30.06.2021	0,82	0,82	Koncesję wydano w marcu 2011 r.; do sierpnia 2011 r. eksploatacji nie podjęto.
53	Korkliny II	<i>były: Przedsiębiorstwo Drogowo-Mostowe SA, Suwałki</i>	zaniechane – od 2010 r.	wygaszona w 2010 r.	zniesiony	zniesiony	Eksploatację prowadzono w latach 2006–2010.

1	2	3	4	5	6	7	8
54	Kuków–Korkliny pole B	Przedsiębiorstwo Eksploatacji Kruszyw Raczkowski i Wspólnicy, Spółka Jawna; 16-001 Kleosin, Księżyno, ul. Przemysłowa 6	eksploatacja ciągła, od 2009 r.	20.06.2012	3,74	3,74	Nowa koncesja z 22.08.2011 r.; OG i TG: „Kuków–Korkliny pole B II”.
55	Korkliny IV	Przedsiębiorstwo Drogowo-Mostowe SA, 16-400 Suwałki, ul. Przytorowa 24	niezagospodarowane	31.12.2016	1,86	2,89	Koncesję wydano we wrześniu 2010 r.; do sierpnia 2011 r. eksploatacji nie podjęto.
57	Trzciane	Roboty Ziemne, Transport i Handel Martynko Bogusław, 16-400 Suwałki, ul. Chrobrego 34	eksploatacja ciągła, od 2009 r.	31.05.2029	2,00	2,89	
60	Kuków VIII	PPHU EKO-NAR Janusz Naruszewicz, 16-423 Bakalarzewo, ul. Suwalska 1	niezagospodarowane	30.09.2034	7,60	7,60	Koncesję wydano w listopadzie 2009 r.; do sierpnia 2011 r. eksploatacji nie podjęto; rozpoczęto udostępnianie złoża.
61	Kuków VII	Transport Ciężarowy EKO Marek Andruczyk, 16-404 Jeleniewo, ul. Słoneczna 13	niezagospodarowane	01.07.2039	5,75	6,34	Koncesję wydano w lipcu 2009 r.; do sierpnia 2011 r. eksploatacji nie podjęto.
62	Kuków III	Łukasz Wiliński, 16-400 Suwałki, ul. Reymonta 71	eksploatacja ciągła, od 2007 r.	31.05.2017	2,00	2,05	
63	Kuków VI	A&K KRUSZMAS Agnieszka Kibitlewska, 16-400 Suwałki, ul. Czwartaków 8	eksploatacja ciągła, od 2009 r.	11.02.2015	7,32	7,32	
64	Kuków V	Żwirownia Wiliński Łukasz Wiliński, 16-400 Suwałki, ul. Reymonta 71	eksploatacja ciągła, od 2009 r.	30.11.2018	7,01	7,01	
67	Kuków IV	Suwalskie Kopalnie Surowców Mineralnych Spółka z o.o., 16-400 Suwałki, ul. S. Staniszeńskiego 65	eksploatacja ciągła, od 2008 r.	30.06.2033	43,05	43,05	
69	Suwałki VI	„IMBUD” Przedsiębiorstwo Produkcyjno-Handlowe Ryszard Góral, 16-400 Suwałki, ul. Buczka 100	eksploatacja ciągła, od 2009 r.	31.07.2027	7,52	7,52	
71	Zielone Kamedulskie 2	ŻWIREK S.C., Korenkiewicz Andrzej i Zenobia, 16-400 Suwałki, ul. Lityńskiego 10a/16	eksploatacja ciągła, od 2010 r.	31.12.2030	4,08	5,00	

1	2	3	4	5	6	7	8
73	Zielone Kamedulskie	Przedsiębiorstwo Produkcyjno-Handlowe ELKAM Elżbieta Kamińska, 16-420 Raczki, Bakaniuk 3	niezagospodarowane	31.08.2039	35,62	35,62	Koncesję wydano we wrześniu 2009 r.; do sierpnia 2011 r. eks- ploatacji nie podjęto.
75	Sobolewo C-I	Przedsiębiorstwo Produkcji Materiałów Drogowych „KRUSZBET” SA, 16-400 Suwałki, ul. Bakalarzewska 86	eksploatacja ciągła, od 2011 r.	31.12.2013	1,24	1,77	
78	Sobolewo II	Zbigniew Jakubowski, 16-400 Suwałki, ul. Plater 19/31	eksploatacja ciągła, od 2008 r.; (wg Bilansu zasobów od 2011 r.)	30.04.2023	3,87 „Sobolewo II – pole A”, 7,02 „Sobolewo II – pole B”	3,87 „Sobolewo II – pole A”, 7,02 „Sobolewo II – pole B”	OG i TG: „Sobolewo II – pole A” pole A wschodnie, i „Sobolewo II – pole B” pole B zachodnie.
80	Chodźki	Przedsiębiorstwo Usługowo-Handlowe „SORT-KRUSZ” Andrzej Gniazdowski, 07-407 Czerwin, Dzwonek 8	niezagospodarowane	31.12.2036	7,65	7,65	Koncesję wydano w kwietniu 2011 r.; do sierpnia 2011 r. eks- ploatacji nie podjęto.

Wydobycie ze złoża „Sobolewo–Krzywe” (25) prowadzone jest nieprzerwanie od 1975 r. Aktualna koncesja na eksploatację została wydana przez Wojewodę Podlaskiego w 2003 r. na 25 lat. Ustanowiono 2 obszary górnicze: „Sobolewo I”, obejmujący południowe pole I i „Sobolewo II”, obejmujący północne pole II oraz wspólny teren górniczy „Sobolewo I”. Pomiędzy tymi polami jest wyrobisko poeksploatacyjne, w części zachodniej wypełnione odpadami przeróbczymi, a w części wschodniej zawodnione. W obrębie południowego pola I wydobywanie kopaliny prowadzi się dwoma poziomami eksploatacyjnymi, z nad i spod wody, w wyrobisku stokowo-wgłębnym o powierzchni około 150 ha i głębokości około 11 m. W granicach pola północnego II eksploatację rozpoczęto w 2010 r. i obejmuje ono na razie tylko warstwę suchą. Wydobywanie ze złoża „Sobolewo–Krzywe” (25) było i jest jednym z największych w kraju. W latach dziewięćdziesiątych XX w. oscyloowało w granicach 3–4 mln ton rocznie, a w ostatnich latach zmniejszyło się do ok. 1,5 mln ton. Surowiec wydobywany ze złoża jest przydatny w budownictwie i drogownictwie. Jest przerabiany (sortowany) w zakładzie przeróbczym SKSM SA (Zakład Górniczy Sobolewo), usytuowanym w sąsiedztwie zachodniej granicy pola południowego. Zakład przeróbczy ma możliwość produkcji żwirów jedno- i wielofrakcyjnych, mieszanek kruszywa łamanego oraz piasku frakcji 0–2 mm. Część piasku sprzedawana jest również jako piasek uszlachetniony 0–2 mm gat. 2. Nadwyżka piasku, czyli odpady przeróbcze, transportowane są hydraulicznie przy pomocy pomp i składowane w wyrobisku poeksploatacyjnym – wykorzystywane są do rekultywacji wyrobiska poeksploatacyjnego.

Złoże „Potasznia I” (17) eksploatowane jest od 1985 roku. Aktualna koncesja na wydobywanie, ważna do 2033 roku, obejmuje tylko fragment obszaru złoża w jego północnej części. W 2008 r. (lub 2010 r.) podjęto wydobywanie, z sąsiadującego z nim od zachodu, złoża „Kuków IV” (67). Obecnie obydwa złoża eksploatowane są razem, powstaje jedno wspólne duże wyrobisko. Ma ono powierzchnię około 33 ha, a wydobywanie prowadzi się dwoma poziomami eksploatacyjnymi – z nad i z pod wody. Piaski i żwiry, przydatne dla potrzeb drogownictwa i budownictwa, przesiewane są na miejscu, w Zakładzie Produkcji Kruszywa Potasznia I. Odpady przeróbcze, powstałe podczas uszlachetniania surowca z obydwu złóż, składowane są w wyrobisku złoża „Potasznia I” – wykorzystywane są na bieżąco do rekultywacji wyeksploatowanej części wyrobiska, która jest prowadzona w kierunku wodnym i częściowo leśnym.

Przedsiębiorstwo Produkcji Materiałów Drogowych „KRUSZBET” SA jest następcą prawnym firmy Rejon Eksploatacji Kruszywa w Suwałkach, sięgającej swoją historią do

1972 roku. Obecnie Spółka prowadzi wydobycie z czterech złóż: „Potasznia III” (14), „Krzywe I” (22), „Sobolewo C” (26) i „Sobolewo C-I” (75).

Koncesja na wydobycie ze złoża „Potasznia III” (14) obejmuje tylko centralną część obszaru złoża. Eksploatację rozpoczęto w 2007 r. (lub 2008 r.). Wydobycie odbywa się dwoma poziomami – z nad i z pod wody; powstaje zawodnione wyrobisko. Piaski i żwiry przesiewane są na miejscu. Produkuje się tutaj: piasek naturalny, pospółkę do betonu i żwir sortowany, przydatne dla potrzeb drogownictwa i budownictwa.

Koncesje na wydobycie kruszywa z trzech pozostałych ww. złóż dopuszczają wydobycie kopaliny tylko jednym piętrzem eksploatacyjnym, tj. w warstwie suchej, do głębokości 1 m ponad poziom zwierciadła wody gruntowej. Zakończono już eksploatację w obrębie północnego pola 1 złoża „Sobolewo C”; aktualnie prowadzona jest jego rekultywacja. Kontynuowana jest eksploatacja w północnej części pola 2 – południowego, w oparciu o koncesję ważną do listopada 2012 r. Wydobycie ze złoża „Krzywe I” (22) rozpoczęto w 2009 r., a ze złoża „Sobolewo C-I” (75) – w 2011 r. Powstające wyrobiska są wgłębne, mają powierzchnię kilku hektarów i głębokość do 2–3 m. Po zakończeniu eksploatacji i przeprowadzeniu rekultywacji w kierunku rolnym, tereny tych złóż zostaną zwrócone właścicielom. Kruszywo, wydobyte ze złóż „Krzywe I”, „Sobolewo C” i „Sobolewo C-I” jest przewożone do zakładu przerobczego użytkownika, zlokalizowanego w sąsiedztwie północnego pola złoża „Sobolewo C”, gdzie produkuje się: piasek uszlachetniony oraz żwir uszlachetniony, żwir kruszony i grys w czterech różnych frakcjach, przydatne dla potrzeb drogownictwa i budownictwa. Odpady przerobcze oraz zdjęty nadkład są używane do rekultywacji wyrobisk poeksploatacyjnych.

Wydobycie ze złoża „Kuków Folwark II” (42) (tabela 3) prowadzone jest na dużą skalę a sąsiadujące złoża „Kuków Folwark III” (41) i „Osowa II” (30) stanowią rezerwę i przewidziane są do eksploatacji w następnych etapach. Oprócz wydobycia i sprzedaży różnych asortymentów piasków i żwirów, na miejscu, w Zakładzie Prefabrykacji Osowa, prowadzi się produkcję elementów betonowych: pełny asortyment kostki brukowej, obrzeża, krawężniki, płyty ażurowe.

W rejonie miejscowości Bród Nowy, eksploatacją piasków i żwirów, zajmują się dwaj przedsiębiorcy prywatni (tabela 3). W północnej części tego obszaru, od 2002 r., eksploatowane są złoża „Bród Nowy III” (47) i „Bród Nowy V” (48), pomiędzy którymi jest wyrobisko, powstałe po wyeksploatowaniu złoża „Bród Nowy I” (złoże usunięte z bilansu zasobów złóż). Eksploatacja tych złóż prowadzona jest dwoma poziomami wydobywczymi. W jej wyniku powstanie jedno duże wyrobisko. Wydobyte piaski i żwiry używane są w drogownic-

twie. Po uszlachetnieniu, które prowadzone jest na miejscu, mogą być również wykorzystane do produkcji betonów zwykłych.

Użytkownik, położonych bardziej na południe, złóż „Bród Nowy VI” (50) i „Bród Nowy IV” (51) oraz już wyeksploatowanego złoża „Bród Nowy”, prowadzi eksploatację również w taki sposób, że powstaje jedno duże wyrobisko. Wydobyty surowiec przesiewany jest w wyrobisku.

Z rejonie miejscowości Biała Woda wydobywanie prowadzone jest również na znaczną skalę. Uszlachetnianie surowca prowadzone jest na miejscu – w wyrobiskach znajdują się urządzenia do przesiewania.

Sąsiadujące ze sobą złoża: „Biała Woda III” (3) i „Biała Woda VI” (33), od 2009 r. eksploatuje FIRMA ŻWIRBET s.c. Złoże „Biała Woda II” (5) od 2001 r. użytkuje Spółka z o.o. „JAWA” z Białegostoku, natomiast sąsiednie złożo „Biała Woda V” (32), od 2009 r., eksploatowane jest przez firmę DAR-ŻWIR z Suwałk. Koncesję na eksploatację złóż: „Biała Woda IV-2” (35) i „Biała Woda IV-1” (37) posiada firma prywatna; jednak wydobywanie, od 2011 r., prowadzone jest tylko z pierwszego z nich.

Ważne jest, że w wyniku eksploatacji sąsiadujących ze sobą złóż powstanie jedno wyrobisko – zapobiega to powstawaniu strat eksploatacyjnych i pozostawianiu kopaliny w skarpach.

Na obszarze arkusza Suwałki aktualnie jest 11 złóż zaliczonych do złóż zaniechanych. W ramach wyjaśnienia należy dodać, że złożo „Jasionowo” (7), opisane w Bilansie zasobów kopalin jako zaniechane, pomimo, że wydano dla niego koncesję, nigdy nie było eksploatowane, a wydobywanie prowadzone było poza jego zachodnią granicą.

Złożo „Krzywólka–Suwałki” (18), w latach 1978–1994, było eksploatowane przez Oddział Zmechanizowany Robót Drogowych PKP w Białymstoku. W 2000 roku opracowano dodatek nr 1 do dokumentacji geologicznej (Makowiecki, 2000a), rozliczający zasoby i określający nowe granice złoża, w części możliwej się do eksploatacji. Na wschód od nowych granic złoża, po prowadzonej eksploatacji, pozostało wyrobisko poeksploatacyjne o powierzchni około 30 ha i głębokości około 12 m. Aktualnie jest ono wypełnione wodą, a jego skarpy ulegają samorekultywacji.

Przedsiębiorstwo Produkcji Materiałów Drogowych „KRUSZBET” SA w latach minionych prowadziło wydobywanie ze złóż:

- „Sobolewo A” (20) – w latach 1979–2001,
- „Sobolewo A–pole II” (21) – w latach 2002–2006.

Eksploatacja obydwu złóż prowadzona była niewielkimi partiami, w różnych miejscach, których lokalizacja była uzależniona od możliwości wydzierżawienia gruntu od osób prywatnych. Eksploatowano tylko warstwę suchą – 1 metr ponad zwierciadłem wody. Po zakończeniu eksploatacji, wykonano dodatki rozliczające zasoby (Kuczyński, 2002a; Kuczyński, 2007a). Wyrobiska poeksploatacyjne całkowicie zrehabilitowano w kierunku rolnym i leśnym, a tereny poeksploatacyjne zwrócono właścicielom prywatnym.

Piaski i żwiry ze złoża „Dubowo II” (27) okresowo pozyskiwano od 1986 roku dla potrzeb budownictwa gminnego. Po zakończonej, w 1995 roku eksploatacji, pozostało niezrehabilitowane, zarosnięte wyrobisko o głębokości około 6 m. W wyrobisku nielegalnie składowano odpady. W dodatku nr 1 do dokumentacji geologicznej (Tatarata, 2007a), zmieniono granicę złoża, z uwagi na wyłączenie 2 działek z granic złoża oraz rozliczono pozostałe zasoby złoża. Wyrobisko poeksploatacyjne znalazło się poza aktualną granicą złoża, wyznaczoną w dodatku.

Zasoby, eksploatowanego w latach 1997–2005, złoża „Kuków Folwark” (8) rozliczono (Harat, Tatarata, 2006a), a wyrobisko zostało całkowicie zrehabilitowane przez wyrównanie powierzchni terenu i rozplantowanie nadkładu. Obecnie teren złoża jest użytkowany rolniczo.

Przez okres kilku lat eksploatowano również piaski i żwiry ze złóż: „Osowa” (2), „Korkliny” (13), „Kuków” (16), „Suwałki III” (24), „Korkliny II” (53) i „Turówka Nowa” (29). Powstałe, niezbyt duże wyrobiska uległy bądź ulegają samorehabilitacji. Tylko dla ostatniego z wymienionych powyżej złóż wykonano dodatek rozliczający zasoby (Ceckowski, Tarata, 2008b).

Z obszaru objętego arkuszem Suwałki 8 złóż usunięto z ewidencji bilansu zasobów złóż kopalin. Siedem z nich, tzn. złoża: „Suwałki” (Soroko, 1961; Balzam, 1965), „Krzywólka” (Wagner, 1966), „Suwałki” (Data, Machelski, 1976), „Krzywólka III” (Sadowski, 1979), „Bród Nowy” (Harat, Tatarata, 2000), „Bród Nowy I” (Kuczyński, 2002c) i „Biała Woda I” (Kuczyński, 2001b) było eksploatowanych. Dla 3 złóż: „Bród Nowy” (Kuczyński, 2003a), „Bród Nowy I” (Kuczyński, 2010) i „Biała Woda I” (Kuczyński, Szałanda, 2010) wykonano dodatki rozliczające zasoby.

Suwałskie Kopalnie Surowców Mineralnych Sp. z o.o., jako jedyny użytkownik złóż na tym terenie, prowadzą ewidencję wytworzonych odpadów przerobczych, a przekazywane dane zestawiane są w Bilansie zasobów złóż kopalin (Szuflicki i in., 2011). Informacje dotyczące odpadów przerobczych (mineralnych) zestawiono w tabeli 4, a na mapie zaznaczono zwały tych odpadów.

Odpady mineralne

Numer obiektu na mapie	Kopalnia Złoże Użytkownik	Miejscowość; Gmina; Powiat	Rodzaj odpadów	Powierzchnia zwałowiska lub osadnika (wylewiska) (ha)	Ilość odpadów (stan na rok 2010) (tys. t)		Możliwe sposoby wykorzystania odpadów
					składowanych	wykorzystanych	
1	2	3	4	5	6	7	8
1	„Kuków IV” „Kuków IV” , SKSM Sp. z o.o.	Kuków; Suwałki; suwalski	Pr	dwa zwały o pow. >5 ha, obydwa zlokalizowane w wyrobisku złoże „Potasznia I”	221,80	0,0	do rekultywacji wyrobiska
2	„Potasznia I” „Potasznia I” , SKSM Sp. z o.o.	Kuków, Suwałki; Suwałki, m. Suwałki; suwalski	Pr		167,60	0,0	do rekultywacji wyrobiska
3	„Sobolewo I” „Sobolewo – Krzywe” , SKSM Sp. z o.o.	Sobolewo Suwałki; Suwałki, m. Suwałki; suwalski	Pr	> 5 ha	1 015,30	0,0	do rekultywacji wyrobiska

Rubryka 4: Pr – zwały przeróbcze

Niekoncesjonowana eksploatacja

Na obszarze arkusza Suwałki nie ma wielu wyrobisk po nielegalnej eksploatacji piasków i żwirów. Część wyrobisk poeksploatacyjnych uległa samorekultywacji, w spągu wyrobiska najczęściej rosną chwasty, drzewa i krzewy.

W 2011 r. zinwentaryzowano 4 punkty, w których widoczne są świeże ślady nielegalnej eksploatacji. Piaski i żwiry pozyskiwane są na północ od miejscowości Raczki Małe, nad Rospudą, w rejonie miejscowości Zielone Pierwsze i Sobolewo oraz w sąsiedztwie złoże „Jasionowo” (7).

VI. Perspektywy i prognozy występowania kopalin

Prace penetracyjne i poszukiwawcze, prowadzone na obszarze arkusza Suwałki w latach sześćdziesiątych, siedemdziesiątych i osiemdziesiątych ubiegłego wieku dotyczyły głównie: piasków i żwirów, ilów ceramiki budowlanej i torfów. Ich wyniki dały podstawę do wyznaczenia jednego prognostycznego i 7 obszarów perspektywicznych dla piasków i żwirów oraz 4 obszarów perspektywicznych ilów ceramiki budowlanej.

Największe znaczenie na opisywanym terenie mają obszary perspektywiczne wyznaczone dla piasków i żwirów. Są to duże obszary położone w centralnej części arkusza, na sandrze suwalsko-augustowskim. Występują tam piaski i żwiry oraz głązy pochodzenia wodnolodowcowego i lodowcowego. Miąższość interesujących surowcowo osadów dochodzi do 35 m, a średnio wynosi 20 m (Kociszewska-Musiał; 1978). Na głębokości 10–15 m znajduje

się warstwa piasków i mułków, dzieląca kompleks osadów sandrowych na dwie części, z których dolna jest zawodniona (Ber, 1990ab). Zawartość frakcji piaszczystej w serii surowcowej wynosi od 30 do 75%. Zawartość frakcji ponad 40 mm może dochodzić nawet do 50%. Występują tu również warstwy wyłącznie piaszczyste o miąższości do 6 m (Tołkanowicz, 1985). Duża ilość materiału głazowego w osadach sandru suwalsko–augustowskiego czyni z niego interesujący surowiec przydatny do produkcji kruszyw specjalnych. W razie wystąpienia nagromadzeń głazów dużych rozmiarów (o średnicy powyżej 40 cm) można rozważyć pozyskiwanie surowca do obróbki kamieniarskiej, produkcji płyt okładzinowych lub ozdobnej kostki brukowej (Barański, Tołkanowicz, 1993). Granice obszarów perspektywicznych poprowadzono uwzględniając obecne zagospodarowanie terenu, w tym złoża już udokumentowane, oraz uwarunkowania przyrodnicze: występowanie dużych, zwartych obszarów leśnych (Puszczy Augustowskiej), objętych ochroną poprzez wyznaczenie obszarów NATURA 2000: Ostoi Augustowskiej (PLH200005) i Puszczy Augustowskiej (PLB200002).

W południowo–zachodniej części obszaru arkusza w rejonie Chodźki–Raczkki został wyznaczony obszar prognostyczny dla piasków i żwirów (Walendziuk, 1987). Występowanie w tym rejonie osadów piaszczysto–żwirowych związane jest z sandrem Rospudy. W obszarze tym występują piaski i żwiry o miąższości od 4 do 7 m, średnio 5,45 m. Nadkład stanowi gleba o grubości od 0,2 do 0,3 m oraz pospółka zagliniona i piasek pylasty o grubości od 0,7 do 2,2 m. Wykonane badania laboratoryjne wybranych próbek wykazały, że kruszywo charakteryzuje się punktem piaskowym od 31,9 do 55,5% i zawartością pyłów mineralnych w granicach 4,1–9,7% (tabela 5). Kruszywo może znaleźć zastosowanie do produkcji mas bitumicznych. Obszar ten położony jest jednak w granicach obszaru NATURA 2000 Dolina Górnej Rospudy (PLH200022) oraz Obszaru Chronionego Krajobrazu Dolina Rospudy, co może stanowić przeszkodę do podjęcia dokumentowania i eksploatacji złoża w tym rejonie.

Obszary perspektywiczne łączy ceramicznej zostały wyznaczone w rejonie: Białowody, Chmielówki, Zielonego, Poddubówka (Kozydra, 1966). Obszar perspektywiczny, wyznaczony w okolicach Białowody, ma powierzchnię około 12 ha. Występują tu, bezpośrednio pod glebą łączy zastoiskowe o miąższości do 5 m. łączy te są przydatne do produkcji całego asortymentu ceramicznej budowlanej, łącznie z wyrobami cienkościennymi (Bałuk, Uberna, 1967). łączy z okolic Chmielówki (obszar o powierzchni około 25 ha), Zielonego (ok. 16 ha) i Poddubówka (ok. 19 ha) mają miąższość do 6 m. Przerosty mułkowe i duża zawartość marglu kwalifikują ten surowiec tylko do produkcji cegły pełnej (Barański, Tołkanowicz; 1993).

Wykaz obszarów prognostycznych

Nr obszaru na mapie	Powierzchnia (ha)	Rodzaj kopaliny	Wiek kompl. litolog.-surow.	Parametry jakościowe	Średnia grubość nakładu (m)	Grubość kompl. litolog.-surow. (m)	Zasoby w kat. D ₁ (tys. m ³)	Zastosowanie kopaliny
1	2	3	4	5	6	7	8	9
I	98,2	pż	Q	punkt piaskowy*: 31,9–55,5%; zaw. pyłów mineralnych: 4,1–9,7%;	1,5	5,45	5 353,4	Sd

Rubryka 3: pż – piaski i żwiry;

Rubryka 4: Q – czwartorzęd;

Rubryka 5: * – zawartość frakcji < 2,5 mm;

Rubryka 9: S – kopaliny skalne: Sd – drogowe

Na obszarze arkusza Suwałki występuje wiele torfowisk. Spośród nich wyznaczono 12 obszarów perspektywicznych, o łącznej powierzchni 179 ha, które spełniają wymogi kryteriów bilansowości (Ostrzyżek, Dembek, 1996). Torfowiska niskie z rodzaju szuwarowych, turzycowiskowych, olesowych i szuwarowo-olesowych występują w okolicach: Agrażynówki, Chmielówki, Korklin, Kukowa-Folwarku oraz na północ od Suwałk w rejonie Szwajcarii, Osinek i Okuniowca. Złóża przejściowe z mszarowym rodzajem torfu stwierdzono w południowo-wschodniej części Suwałk (w sąsiedztwie złoża „Sobolewo A”). Żaden z tych obszarów nie został włączony w skład potencjalnej bazy zasobowej torfu (Ostrzyżek, Dembek, 1996), ze względu na kryterium hydrologiczne i rolniczo-gospodarcze.

VII. Warunki wodne

1. Wody powierzchniowe

Pod względem hydrograficznym obszar arkusza Suwałki znajduje się w dorzeczu Wisły i Niemna. Dział wodny powierzchniowy II rzędu, pomiędzy zlewniami Narwi (dopływ Wisły) i Czarnej Hańczy (dopływ Niemna), przebiega przez środek omawianego obszaru, z północnego zachodu na południowy wschód.

Obszar arkusza odwadniają zasadniczo dwie rzeki: Czarna Hańcza odwadnia północną, północno-wschodnią i wschodnią część arkusza, natomiast Rospuda ze Szczeberką wraz z jej dopływami prawobrzeżnymi (Dopływ spod Zajączkowa, Dopływ spod Chociek) i lewobrzeżnymi (Dopływ spod Turówki Nowej, Dopływ z Przebrodu, Dopływ spod Wasilczyk, Olszanka) – część zachodnią, południowo-zachodnią i południową.

Rzeka Czarna Hańcza wypływa u podnóża Góry Rowelskiej (299m n.p.m.) na Pojezierzu Wschodniosuwalskim (poza obszarem arkusza) i jest lewobrzeżnym dopływem Niemna.

Czarna Hańcza wpływa na obszar arkusza od północy i generalnie płynie w kierunku południowo-wschodnim do jeziora Wigry. W miejscowości Sobolewo uchodzi do niej Dopływ spod Zahańcza (prawobrzeżny). Czarna Hańcza jest rzeką o dużych spadkach, zwłaszcza w jej górnym biegu (w granicach arkusza około 1,4 %) i silnie meandrującą. Całkowita jej długość wynosi 142 km (w Polsce 108 km).

Na odcinku za jeziorem Wigry jest ona jednym z najciekawszych polskich nizinnych szlaków kajakowych. Rzeką początkowo płynie powoli wśród rozlewisk i podmokłych łąk. Za Wysokim Mostem lekko przyspiesza swój bieg w dolinie wcinającej się w Puszcę Augustowską. Na wysokości wsi Rygol włącza się w system Kanału Augustowskiego i kieruje swoje wody na teren Białorusi, gdzie uchodzi do Niemna.

Rospuda, z hydrologicznego punktu widzenia, stanowi górny bieg rzeki Netty, prawego dopływu Biebrzy. Bierze swój początek w rejonie wsi Czarne, wypływając z jeziora Niskie (ok. 11 km na północ od granicy sąsiedniego arkusza), a uchodzi do jeziora Rospuda Augustowska, na północ od Augustowa. Nazwa rzeki Rospudy, zwanej też dawniej Dowspudą, pochodzi od złożonego jaćwieskiego słowa *Dau-spūda*, które oznaczało „mocne ciśnienie”. Wzięło się to prawdopodobnie stąd, że rzeka wiosną czasami podnosi swój poziom prawie o metr, powodując wtłaczanie wód z powrotem do jej dopływów.

Rospuda to jedna z nielicznych rzek w Polsce, która na całej swej długości płynie naturalnym korytem, a w dolnym biegu (poza obszarem arkusza) rozległą zatorfioną doliną o zupełnie naturalnym charakterze. Jest jednym z najcenniejszych w Europie, niemal dziewiczych terenów torfowiskowych. Przez obszar arkusza Suwałki, Rospuda przepływa na niewielkim odcinku w południowo-zachodniej części.

Szczeberka jest lewobrzeżnym dopływem Rospudy. Jej źródła znajdują się tuż za zachodnią granicą arkusza, w rejonie wsi Podgórze. Rzeką wpływa na omawiany obszar od zachodu i następnie płynie w kierunku południowym. Jej długość, do południowej granicy arkusza wynosi około 25 km. Szczeberka jest rzeką silnie meandrującą o niewielkim przepływie.

W zlewni Czarnej Hańczy, w granicach omawianego obszaru, znajduje się kilkanaście jezior. Na wysoczyźnie morenowej, na północny wschód od Suwałk położone są jeziora: Dzikciarnia, Czarne, Zielone, Widne, Muchowiec. Ich powierzchnia jest niewielka, wynosi od 1 do 5,5 ha. Ponadto na powierzchni wysoczyzny występuje wiele bezimennych oczek wodnych o genezie polodowcowej.

Wschodnia granica arkusza przebiega przez obszar Jeziora Krzywe Wigierskie, którego powierzchnia zajmuje 138,4 ha, a średnia głębokość wynosi 8,4 m (maks. 28,5 m). W południowo-wschodniej części arkusza, w rynn timer jeziora Wigry, którego niewielka część jest po-

łożona na omawianym obszarze, zlokalizowane jest jezioro Staw o powierzchni 19 ha i maksymalnej głębokości 14 m.

W północno-zachodniej części obszaru arkusza znajduje się grupa jezior bezodpływowych zwanych jeziorami taciowskimi. Należą do nich jeziora: Grabieńszczyzna (powierzchnia 13,2 ha), Taciowo (13 ha), Ożewo (55 ha), Okmin (114,4 ha). Ich średnia głębokość zmienia się od 7 do 18,3 m (Choiński, 1991).

W południowo-zachodniej części Suwałk znajduje się Zalew Arkadia. Jest to sztuczny zbiornik wodny zasilany przez Czarną Hańczę. Jego powierzchnia wynosi 9,4 ha, a maksymalna głębokość – 5,5 m. Zbiornik ten pełni funkcje rekreacyjną. Ponadto w granicach miasta są dwa duże sztuczne zbiorniki wód powierzchniowych powstałe w wyniku eksploatacji złóż kruszywa piaszczysto-żwirowego „Suwałki–Krzywólka” (18) i „Sobolewo–Krzywe” (25).

Na obszarze arkusza Suwałki aktualnie znajduje się jeden punkt monitoringu jakości wód powierzchniowych. W 2010 r., w ramach monitoringu operacyjnego oceniono stan chemiczny wód Czarnej Hańczy w punkcie pomiarowo-kontrolnym na wodowskaziu w Sobolewie. W ostatnich latach (2009–2010) nie wykonywano badań wód jezior w granicach obszaru arkusza.

Stan chemiczny wód Czarnej Hańczy w punkcie pomiarowo-kontrolnym Sobolewo oceniono poniżej stanu dobrego, ze względu na ponadnormatywne stężenie sumy benzo(b)perylenu i indeno(1,2,3-cd)pirenu oraz sumy benzo(b)fluorantenu i benzo(k)fluorantenu (Raport, 2011).

Klasyfikacji stanu wód rzek dokonano zgodnie z rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 20 sierpnia 2008 r. w sprawie sposobu klasyfikacji stanu jednolitych części wód powierzchniowych (Rozporządzenie, 2008).

2. Wody podziemne

Warunki hydrogeologiczne obszaru arkusza przedstawiono na podstawie danych z Mapy hydrogeologicznej Polski w skali 1:50 000, arkusz Suwałki (Śmietański i in., 2004) oraz dokumentacji hydrogeologicznych (Harat, Tatarata, 2005; Tatarata, 2005; Kwaterkiewicz i in., 2006).

Według podziału hydrogeologicznego Polski (Paczyński, Sadurski (red.), 2007) obszar arkusza Suwałki położony jest w granicach dwóch regionów: Narwi, Pregoły i Niemna (RNPN), w obrębie jednolitej części wód podziemnych nr 34 i Niemna (RN), w obrębie jednolitej części wód podziemnych nr 23. Granica między tymi regionami przebiega przez środek obszaru arkusza, z północnego zachodu na południowy wschód. Natomiast zgodnie

z regionalizacją hydrogeologiczną zwykłych wód podziemnych Polski, omawiany obszar w całości należy do regionu mazursko-podlaskiego (nr II), gdzie wody podziemne związane są wyłącznie z utworami piaszczysto-żwirowymi piętra czwartorzędowego (Paczyński (red.), 1995). Piętro to charakteryzuje się dużą miąższością (nawet do 250 m) oraz skomplikowaną strukturą, która wykształciła się w czasie kolejnych zlodowaceń (Mitreğa, Paczyński, 1993).

W obrębie obszaru arkusza dobrze, pod względem geologicznym i hydrogeologicznym, rozpoznano jedynie utwory czwartorzędowe. Na podstawie danych z obszarów sąsiednich można przypuszczać istnienie poziomów wodonośnych w utworach starszych (Mitreğa, Paczyński 1993). Jednak, ze względu na znaczną głębokość występowania wód starszych pięter, użytkowe znaczenie na omawianym obszarze ma piętro czwartorzędowe składające się z dwóch użytkowych poziomów wodonośnych.

Pierwszy użytkowy poziom wodonośny jest poziomem głównym i występuje powszechnie na obszarze arkusza. Związany jest z utworami piaszczysto-żwirowymi zlodowaceń północnopolskich i środkowopolskich, które łączą się tworząc jeden poziom wodonośny. Lokalnie osady wodonośne mogą być rozdzielone glinami zwałowymi.

Na przeważającej części omawianego obszaru poziom wodonośny znajduje się na głębokości od 15 do 50 m. Natomiast w północno-zachodniej części arkusza oraz na południe od Suwałk głębokość jego występowania mieści się w przedziale 50–100 m. Miąższość warstwy wodonośnej zawiera się w granicach 20–40 m lub powyżej 40 m. Lokalnie przy południowej (Pijawne Małe) i wschodniej (Krzywe) granicy arkusza miąższość zmniejsza się do około 10 m. Dobre parametry hydrogeologiczne warstwy wodonośnej sprawiają, iż wydajności uzyskiwane w studniach wierconych są stosunkowo wysokie. Najwyższe zatwierdzone zasoby dla pojedynczej studni przekraczają $100 \text{ m}^3/\text{h}$, przy depresjach 4–6 m. Wydajność potencjalna pojedynczego ujęcia, na zdecydowanej większości obszaru arkusza, przekracza $70 \text{ m}^3/\text{h}$. Mniejsze wartości wydajności potencjalnej stwierdzono na niewielkich obszarach w północno-wschodniej i wschodniej części arkusza. W rejonie wsi Pijawne Małe wydajność potencjalna studni spada do $10\text{--}30 \text{ m}^3/\text{h}$. Zwierciadło wody zazwyczaj ma charakter naporowy.

Obszar arkusza zlokalizowany jest w obrębie strefy przepływu i drenażu wód podziemnych piętra czwartorzędowego. Obszary wysoczyznowe są strefami zasilania, natomiast doliny rzeczne Czarnej Hańczy i Rospudy są strefami drenażu systemu krążenia wód podziemnych. Generalnie przepływ wód podziemnych odbywa się z północnego zachodu na południowy wschód.

Wody omawianego piętra wodonośnego to wody typu wodorowęglanowo-wapniowo-magnezowego ($\text{HCO}_3\text{--Ca--Mg}$). Pewne zróżnicowanie składu chemicznego związane jest ze

stopniem izolacji poziomu wodonośnego. Średnia mineralizacja wód nie przekracza 350 mg/dm^3 . Wody zawierają podwyższone ilości żelaza ($0,0\text{--}3,27 \text{ mg/dm}^3$) i manganu ($0,0\text{--}0,45 \text{ mg/dm}^3$), przekraczające wartości dopuszczalne dla wód do picia i dlatego zaliczono je do wód średniej jakości (klasa II b). Pozostałe parametry nie przekraczają wartości dopuszczalnych. Wody te, ze względu na podwyższoną zawartość związków żelaza i manganu, wymagają prostego uzdatniania.

Oprócz głównego poziomu wodonośnego, opisanego powyżej, na omawianym obszarze występuje także drugi poziom (głębszy) o charakterze użytkowym. Nawiercony został przez badawcze otwory hydrogeologiczne w południowej części arkusza w miejscowościach: Pijawne Małe, Bakaniuk i Lipowo. Na podstawie stwierdzonej litologii i miąższości można przypuszczać, że jego parametry hydrogeologiczne są zbliżone do parametrów głównego poziomu.

Występujące na obszarze arkusza użytkowe poziomy wodonośne mają zróżnicowany stopień zagrożenia zanieczyszczeniami, który określono w zależności od miąższości glin oraz zagospodarowania terenu. W strefie wysokiego stopnia zagrożenia znajduje się miasto Suwałki, ponieważ na jego obszarze i w bezpośrednim sąsiedztwie występuje szereg obiektów uciążliwych dla środowiska, a w szczególności wód podziemnych.

Podstawą zaopatrzenia ludności w wodę są komunalne ujęcia miejskie i wiejskie, dosyć równomiernie zlokalizowane na omawianym obszarze. Ludność wiejska zaopatruje się w wodę także ze studni kopanych, którymi ujmowane są wody przede wszystkim z pierwszego od powierzchni terenu poziomu wodonośnego.

Na mapie zaznaczono ujęcia wód podziemnych o zatwierdzonych zasobach eksploatacyjnych powyżej $50 \text{ m}^3/\text{h}$. Należy do nich 16 ujęć komunalnych oraz 18 ujęć przemysłowych. Ujęcia komunalne o największych zasobach znajdują się w Suwałkach, Białej Wodzie, Osowie, Turówce Starej, Podwysokiem, Kukowie i Płocicznie. Są to ujęcia jedno- lub dwuotworowe, z wyjątkiem ujęcia miejskiego w Suwałkach, które składa się z 19 otworów studziennych. Jego łączne zasoby eksploatacyjne wynoszą $900 \text{ m}^3/\text{h}$, przy depresji 8,5 m.

Ujęcia wód do celów przemysłowych znajdują się w miejscowościach: Suwałki, Potasznia, Przebród, Krzywólka, Zielone Kamedulskie, Sobolewo, Płociczno, Papiernia. Wśród nich przeważają ujęcia składające się z jednego lub dwóch otworów studziennych. Największe ujęcie przemysłowe zlokalizowane jest w Suwałkach, na terenie Spółdzielni Mleczarskiej „Sudowia”. Składa się ono z 4 studni o łącznych zasobach eksploatacyjnych powyżej $400 \text{ m}^3/\text{h}$, przy depresji 15,5 m.

W 2010 r. ustanowiono teren ochrony pośredniej dla ujęcia komunalnego w Suwałkach. Jego powierzchnia wynosi 404,58 ha (Rozporządzenie, 2010). Na obszarze arkusza, w Suwałkach i Płocicznie znajduje się 13 ujęć wód podziemnych głównie przemysłowych, dla których wyznaczono teren ochrony pośredniej w latach dziewięćdziesiątych XX w. Powierzchnie tych stref są niewielkie i nie da się ich odwzorować w skali mapy. Należy zaznaczyć, że zgodnie z nowelizacją ustawy Prawo wodne z 05.01.2011 r. strefy ochronne ujęć wody, ustanowione przed dniem 1 stycznia 2002 r., wygasają 31.12.2012 r. (Ustawa, 2011).

Według opracowania Kleczkowskiego (1990) na obszarze arkusza, ani w jego bliskim sąsiedztwie, nie wydzielono głównych zbiorników wód podziemnych.

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 09.09.2002 r. w sprawie standardów gleby oraz standardów jakości ziemi (Rozporządzenie..., 2002). Dopuszczalne wartości pierwiastków dla poszczególnych grup użytkowania, ich zakresy oraz przeciętne zawartości w glebach z terenu arkusza 108 – Suwałki, umieszczono w tabeli 6. W celu porównania tabelę uzupełniono danymi o przeciętnej zawartości (median) pierwiastków w glebach terenów niezabudowanych Polski (najmniej zanieczyszczonych w kraju).

Materiał i metody badań laboratoryjnych

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

Przedmiotem zainteresowania była grupa metali, której źródłem są zanieczyszczenia antropogeniczne, a więc pierwiastki słabo związane i łatwo ługowalne z gleb. Gleby mineralizowano w kwasie solnym (HCl 1:4), w temperaturze 90°C, w ciągu 1 godziny. Oznaczenia As, Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Ni, Pb i Zn wykonano za pomocą atomowej spektrometrii emisyjnej ze wzbudzeniem plazmowym (ICP-AES *Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrometry*) z zastosowaniem spektrometrów: PV 8060 firmy Philips i JY 70 Plus Geoplasma firmy Jobin-Yvon. Analizy Hg przeprowadzono metodą absorpcyjnej spektrometrii atomowej techniką zimnych par (CV-AAS *Cold Vapour Atomic Absorption Spectrometry*), z użyciem

spektrometru Perkin-Elmer 4100 ZL, z systemem przepływowym FIAS-100. Wszystkie oznaczenia wykonano w laboratorium Państwowego Instytutu Geologicznego – Państwowego Instytutu Badawczego w Warszawie. Kontrolę jakości gwarantowały analizy wielokrotne tych samych próbek umieszczanych losowo w seriach analitycznych oraz stosowanie materiałów referencyjnych (wzorce Montana Soil, SRM 2710, SRM 2711, IAEA/Soil 7).

Prezentacja wyników

Zastosowana gęstość pobierania próbek (1 próbka na około 25 km²) nie jest dostateczna do wykreślenia izoliniowej mapy zawartości pierwiastków, zgodnie z zasadami przyjętymi w kartografii (dla skali 1:50 000 konieczne jest opróbowanie w siatce 0,5x0,5 km, czyli jedna próbka – jedna informacja na 1 cm² mapy dla całego arkusza). Wyniki badań geochemicznych zostały więc przedstawione na mapie w postaci punktów.

Lokalizację miejsc pobierania próbek (wraz z numeracją zgodną z bazą danych) przedstawiono na mapie w postaci kwadratów wypełnionych kolorem przyjętym dla gleb zaklasyfikowanych do grupy A i B, zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Środowiska z 09.09.2002 r.

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

Zanieczyszczenie gleb metalami

Wyniki badań geochemicznych gleb odniesiono zarówno do wartości stężeń dopuszczalnych metali określonych w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z 09.09.2002 r., jak i do wartości przeciętnych, określonych dla gleb obszarów niezabudowanych całego kraju.

Przeciętne zawartości: arsenu, cynku, kadmu, kobaltu, miedzi 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, nikiel oraz rtęć (tabela 6).

Tabela 6

Zawartość metali w glebach

Metale	Wartości dopuszczalne stężeń w glebie lub ziemi (Rozporządzenie Ministra Środowiska z 09.09.2002 r.)			Zakresy zawartości w glebach na arkuszu 108 – Suwałki	Wartość przeciętnych (median) w glebach na arkuszu 108 – Suwałki	Wartość przeciętnych (median) w glebach obszarów niezabudowanych Polski ⁴⁾
	(mg/kg)			N=7 (mg/kg)	N=7 (mg/kg)	N=6522 (mg/kg)
	Grupa A ¹⁾	Grupa B ²⁾	Grupa C ³⁾	Frakcja ziarnowa <1 mm Mineralizacja HCl (1:4)		
		Głębokość (m p.p.t.)		Głębokość (m p.p.t.)		
	0,0–0,3	0–2	0,0–0,2			
1	2	3	4	5	6	7
As Arsen	20	20	60	<5–2,5	<5	<5
Ba Bar	200	200	1000	21–55	35	27
Cr Chrom	50	150	500	3–10	5	4
Zn Cynk	100	300	1000	12–167	28	29
Cd Kadm	1	4	15	<0,5–0,5	<0,5	<0,5
Co Kobalt	20	20	200	1–4	2	2
Cu Miedź	30	150	600	2–9	4	4
Ni Nikiel	35	100	300	2–9	4	3
Pb Ołów	50	100	600	8–35	11	12
Hg Rtuć	0,5	2	30	<0,05–0,06	0,05	<0,05
Liczba badanych próbek gleb z arkusza 108 – Suwałki, w poszczególnych grupach użytkowania				¹⁾ grupa A: a) nieruchomości gruntowe wchodzące w skład obszaru poddanego ochronie na podstawie przepisów ustawy Prawo wodne, b) obszary poddane ochronie na podstawie przepisów o ochronie przyrody; jeżeli utrzymanie aktualnego poziomu zanieczyszczenia gruntów nie stwarza zagrożenia dla zdrowia ludzi lub środowiska – dla obszarów tych stężenia zachowują standardy wynikające ze stanu faktycznego, ²⁾ grupa B: grunty zaliczone do użytków rolnych z wyłączeniem gruntów pod stawami i gruntów pod rowami, grunty leśne oraz zadrzewione i zakrzewione, nieużytki, a także grunty zabudowane i zurbanizowane z wyłączeniem terenów przemysłowych, użytków kopalnych oraz terenów komunikacyjnych, ³⁾ grupa C: tereny przemysłowe, użytki kopalne, tereny komunikacyjne, ⁴⁾ Lis, Pasieczna, 1995 – Atlas geochemiczny Polski 1:2 500 000 N – liczba próbek		
As Arsen	7					
Ba Bar	7					
Cr Chrom	7					
Zn Cynk	7	1				
Cd Kadm	7					
Co Kobalt	7					
Cu Miedź	7					
Ni Nikiel	7					
Pb Ołów	7					
Hg Rtuć	7					
Sumaryczna klasyfikacja badanych gleb z obszaru arkusza 108 – Suwałki, do poszczególnych grup użytkowania (liczba próbek)						
	6	1				

Pod względem zawartości metali, sześć spośród badanych próbek spełnia warunki klasyfikacji do grupy A (standard obszaru poddanego ochronie), co pozwala na ich wielofunkcyjne użytkowanie. Do grupy B (standard użytków rolnych, gruntów leśnych, zadrzewionych i zakrzewionych nieużytków oraz gruntów zabudowanych i zurbanizowanych) zaklasyfikowano próbkę gleby z punktu 3, z uwagi na jej wzbogacenie w cynk (167 mg/kg).

Koncentracja zlokalizowana jest w pobliżu drogi lokalnej (Mała Huta) nad jeziorem Dąbrówka. Występuje na terenie wykształconym na najmłodszych osadach czwartorzędowych (piaski i żwiry sandrowe) zasobnych w metale. Najprawdopodobniej podwyższona zawartość wiąże się ze źródłami antropogenicznymi (zanieczyszczeniami), choć nie można wykluczyć naturalnego pochodzenia metali ze skał macierzystych. Dokładne określenie źródła i zasięgu podwyższonej zawartości wymaga szczegółowych badań.

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

2. Osady

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

zalewowych albo transportowane w dół rzek (Gocht i in., 2001; Gabler, Schneider, 2000; Weng, Chen, 2000). Przemieszczenie na tarasy zalewowe zanieczyszczonych osadów powoduje wzrost stężenia metali ciężkich i trwałych zanieczyszczeń organicznych w glebach (Bojakowska, Sokołowska, 1996; 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 16.04.2002 r. w sprawie rodzajów oraz stężeń substancji, które powodują, że urobek jest zanieczyszczony (Rozporządzenie, 2002). Dla oceny jakości osadów wodnych ze względów ekotoksykologicznych zastosowano wartości *PEL* (ang. *Probable Effects Levels – przypuszczalne szkodliwe stężenie*) – określające zawartość pierwiastka, WWA i PCB, powyżej której prawdopodobny jest szkodliwy wpływ zanieczyszczonych osadów na organizmy wodne. W tabeli 7 zamieszczono dopuszczalne zawartości pierwiastków oraz trwałych zanieczyszczeń organicznych (TZO) w osadach wydobywanych podczas regulacji rzek, kanałów portowych i melioracyjnych, obowiązujące w Polsce oraz wartości tła geochemicznego dla osadów wodnych Polski i wartości *PEL*.

Tabela 7

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

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

* – Rozporządzenie Ministra Środowiska z 16.04.2002 r. (DzU. nr 55 poz. 498);

** – MACDONALD D. i in., 2000;

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

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

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 głęboczków 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) – acenaftenu, 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 – Państwowego Instytutu Badawczego 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 za-

kwalfikowania osadu do zanieczyszczonego każdy punkt opisano na mapie symbolami pierwiastków lub związków organicznych decydujących o zanieczyszczeniu.

Zanieczyszczenie osadów

Na arkuszu zlokalizowany jest jeden punkt Państwowego Monitoringu Środowiska (PMS), na rzece Czarnej Hańczy w Suwałkach, z którego próbki do badań pobierane są co trzy lata. Osady rzeki charakteryzują się podwyższonymi zawartościami cynku, miedzi i ołowiu. Spośród jezior znajdujących się na arkuszu zbadane zostały osady jezior Okmin i Ożewo. Osady jezior charakteryzują się niskimi zawartościami potencjalnie szkodliwych pierwiastków, zbliżonymi do ich wartości tła geochemicznego. Odnotowane zawartości wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych również są niskie w porównaniu do przeciętnie spotykanej w osadach jezior. Stwierdzone zawartości pierwiastków śladowych i WWA są niższe od ich dopuszczalnych stężeń, określonych w Rozporządzeniu 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 8

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

Parametr	Okmin 2000 r.	Ożewo 2009 r.	Czarna Hańcza Suwałki
Arsen (As)	3	4	<5
Chrom (Cr)	24	8	10
Cynk (Zn)	71	73	157
Kadm (Cd)	0,8	0,6	<0,5
Miedź (Cu)	10	11	34
Nikiel (Ni)	14	7	5
Ołów (Pb)	22	25	49
Rtęć (Hg)	0,05	0,139	0,067
WWA [*] _{11 WWA}	n.o.	0,587	n.o.
WWA ^{**} _{7 WWA}	n.o.	0,525	n.o.
PCB ^{***}	n.o.	< 0,0007	n.o.

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

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

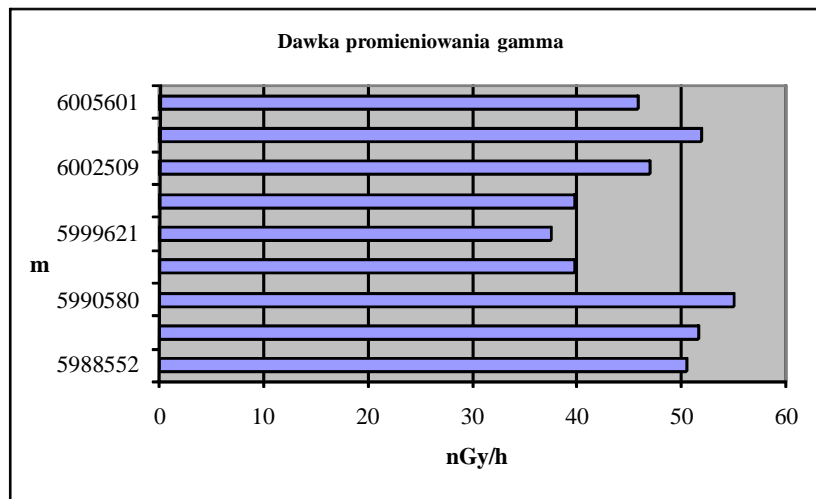
Prezentowane wyniki dawki promieniowania gamma obejmują sumę promieniowania pochodzącego od radionuklidów naturalnych (uran, potas, tor) i sztucznych (cez).

Wyniki

Wartości dawki promieniowania gamma wzdłuż profilu zachodniego wahają się w przedziale od około 36 do około 56 nGy/h. Przeciętnie wartość ta w profilu zachodnim wynosi około 48 nGy/h i jest wyższa od średniej dla obszaru Polski wynoszącej 34,2 nGy/h. Wzdłuż profilu wschodniego wartości promieniowania gamma zmieniają się od około 32 do około 60 nGy/h i przeciętnie wynoszą około 45 nGy/h.

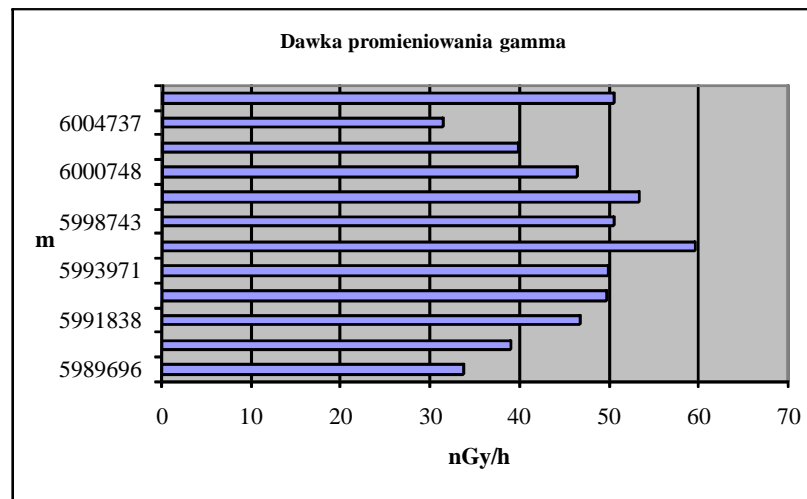
108 W

PROFIL ZACHODNI



108 E

PROFIL WSCHODNI



53

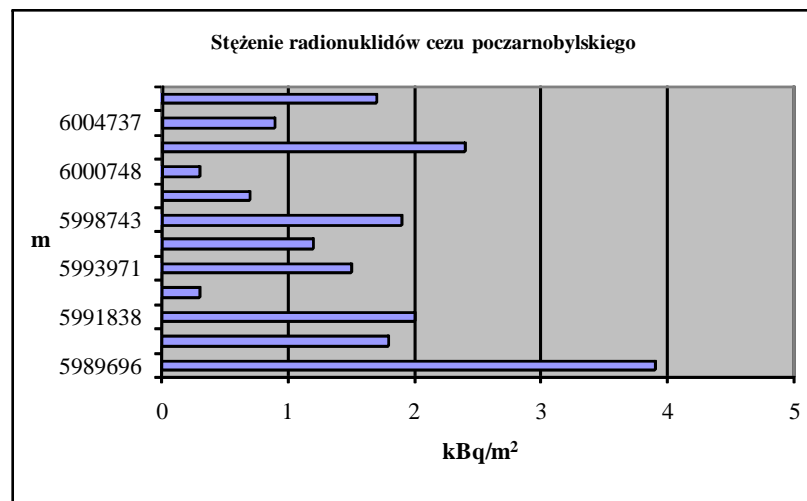
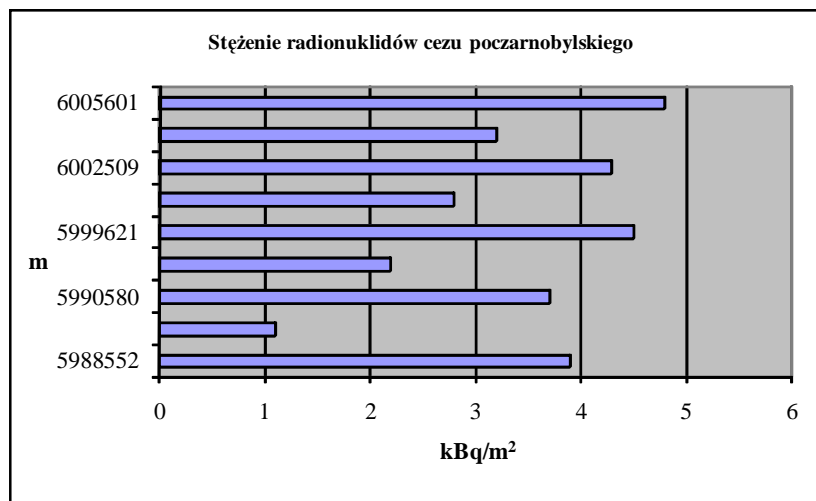


Fig. 3. Zanieczyszczenie gleb pierwiastkami promieniotwórczymi na obszarze arkusza Suwałki (na osi rzędnych – opis siatki kilometrowej arkusza)

W obydwu profilach pomiarowych zarejestrowane dawki promieniowania gamma są dość wyrównane, co świadczy o tym, że dominujące na badanym arkuszu gliny zwałowe i utwory wodnolodowcowe zlodowacenia północnopolskiego charakteryzują się zbliżonymi wartościami promieniowania gamma, acz nieco wyższe dawki promieniowania gamma cechują zazwyczaj gliny (45–60 nGy/h). Najniższa pomierzona wartość promieniowania gamma w profilu zachodnim (ok. 35 nGy/h) jest związana z holoceniowymi torfami, a w profilu wschodnim (ok. 32 nGy/h) – z utworami wodnolodowcowymi (piaski i żwiry).

Stężenia radionuklidów poczynobylskiego cezu zmierzone wzdłuż obu profili są bardzo niskie, charakterystyczne dla obszarów bardzo słabo zanieczyszczonych. Wzdłuż profilu zachodniego wynoszą od 1,1 do 4,8 kBq/m², a wzdłuż profilu wschodniego wahają się od 0,3 do 5,5 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 z 27.04.2001 r. – tekst jednolity z 2010 r. (Ustawa, 2001) oraz w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z 24.03.2003 r. w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących lokalizacji, budowy, eksploatacji i zamknięcia, jakim powinny odpowiadać poszczególne typy składowisk odpadów (Rozporządzenie, 2003).

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

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

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

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

- wyłączenie terenów, na których bezwzględnie nie można lokalizować składowisk odpadów,

- warunkowe ograniczenia lokalizacji odpadów, wymagające akceptacji odpowiednich władz i służb,
- wymagania dotyczące naturalnych cech izolacyjnych podłoża i skarp potencjalnych składowisk.

Na mapie, w nawiązaniu do powyższych kryteriów, wyznaczono:

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

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

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

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

Wymagania dotyczące naturalnych cech izolacyjnych podłoża i ścian bocznych potencjalnych składowisk są uzależnione od typu składowanych odpadów (tabela 9).

Tabela 9

Charakterystyka naturalnej bariery geologicznej w odniesieniu do typu składowanych odpadów

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

Ocena wykształcenia naturalnej bariery geologicznej pozwala na wyróżnienie:

- warunków izolacyjności podłoża zgodnych z wymaganiami dla określonego typu składowisk (przyjętymi w tabeli 9),

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

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 otworu wiertniczego, którego profil wykorzystano przy konstrukcji wydzieleni terenów POLS.

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

Obszary o bezwzględny zakazie lokalizacji składowisk odpadów

Na obszarze objętym arkuszem Suwałki bezwzględny wyłączeniu z możliwości składowania odpadów podlegają:

Na obszarze objętym arkuszem Suwałki bezwzględny wyłączeniu z możliwości składowania odpadów podlegają:

- zabudowa Suwałk będących siedzibą urzędów miasta i gminy oraz starostwa powiatowego,
- obszary objęte ochroną prawną w Europejskiej Sieci Ekologicznej NATURA 2000: „Jeleniewo” PLH 200001, „Dolina górnej Rospudy” PLH 200012, „Ostoja Augustowska” PLH 200005, „Ostoja Wigierska” PLH 200004 (ochrona siedlisk), „Puszcza Augustowska” PLB 200002 (ochrona ptaków),
- rezerwat przyrody „Cmentarzysko Jadźwingów” (krajobrazowy),
- Wigierski Park Narodowy wraz ze strefą ochrony,

- tereny leśne o powierzchni powyżej 100 hektarów,
- obszary podmokłe, bagienne, łąki wykształcone na glebach organicznych,
- strefa ochrony ujęcia wód podziemnych w Suwałkach,
- obszary płytkiego (do 5 m) występowania wód głównego użytkowego poziomu wodonośnego (na północny-zachód i południowy-wschód od Suwałk),
- powierzchnie erozyjnych i akumulacyjnych tarasów holocenów w obrębie dolin rzek: Czarna Hańcza, Rospuda, Kamionka, Szczeberka i pozostałych cieków,
- strefy (do 250 m) wokół jezior: Grabieńsz, Taciewo, Ożewo, Okmin, Czarne, Muchowiec, Krzywe, Widne, Staw, Zielone, Bolesty i pozostałych akwenów,
- tereny o nachyleniu powyżej 10° (rejon Kamiennej Góry, Białej Wody, Szwajcarii, Osinek, Okuniówka i Sobolewa),
- obszary zagrożone powierzchniowymi ruchami masowymi ziemi: Żywa Woda, Potasznia, Kamienna Góra –Bród Stary, Osinki, Czarnoziem, Gawrych Ruda (Grabowski (red.) i in., 2007).

Około 60% powierzchni terenów objętych arkuszem bezwzględnie wyłączono z możliwości składowania odpadów.

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 1) lub grunty spoiste, których strop znajduje się nie głębiej niż 2,5 m p.p.t.

Obszary rekomendowane do składowania odpadów obojętnych wskazano na terenach występowania wysoczyzny morenowej falistej. Jej powierzchnia ma charakterystyczny „poligonowy” układ z licznymi wcięciami erozyjnymi i dolinkami, zaburzoną w wyniku glacytoniki osadów czwartorzędowych.

Naturalną barierę geologiczną tworzą gliny zwałowe stadiału mławskiego (zlodowacenia południowopolskie) i gliny zwałowe fazy pomorskiej (zlodowacenia północnopolskie) oraz iły i mułki zastoiskowe fazy pomorskiej.

Gliny zwałowe stadiału mławskiego występują ciągłym poziomem, miejscami są zaburzone glacytonicznie. Są szare lub szarobrazowe, zwięzłe, mułkowato-piaszczyste, niejednolite, z przewarstwieniami mułków, piasków i żwirów. Ich miąższości dochodzą do 12 m (Lipowo – obszar bezwzględnie wyłączony z możliwości składowania odpadów).

Gliny zwałowe fazy pomorskiej stanowią cienki poziom o 2–5 m miąższości, nieciągły sedymentacyjnie, miejscami porozcinany erozyjnie. Są to gliny brązowe, brunatno-brązowe i rdzawe, niejednolite. Zawierają warstewki piaszczyste lub mułkowe i wkładki żwiru o charakterze zwałowym, przechodzącym lokalnie w mułek (Szwajcaria). Są to gliny silnie wapniste, z bardzo źle wysportowanym materiałem. Miejscami są one piaszczyste lub silnie ilaste. Gliny te występują przeważnie w facji gliny spływowej (flow-till), tworząc powierzchnię wysoczyzn morenowych, najczęściej w postaci wzgórz i wałów moren martwego lodu i moren czołowych spiętrzenia. Lokalnie pokrywają powierzchnię wysoczyzny płatami lub występują w osadach tworzących ozy i kemy (Ber, 1990). Czasami gliny te występują bezpośrednio na glinach stadiału mławskiego. W rejonie Taciewa wspólny pakiet glin zwałowych może osiągnąć miąższości rzędu 45–85 m (przekrój hydrogeologiczny MhP).

W miejscach występowania glin zwałowych moren czołowych (Czarnoziem) oraz piaszczysto-żwirowych osadów wodnolodowcowych o niewielkiej (do 2 m) miąższości zalegających na glinach zwałowych wskazano mniej korzystne warunki izolacyjne (zmienne).

W rejonie miejscowości Zielone Królewskie, Poddudówek i Choćki na powierzchni terenu występują ily i mułki zastoiskowe (w Poddubówku i Choćkach tworzą warstwę o miąższości do 2 m na glinach zwałowych). Wypełniają one niewielkie zagłębienia na obszarze wysoczyzny morenowej płaskiej (wytopiskowe). Wykształcone są przeważnie jako mułki warwowe warstwowane poziomo, z cienkimi przewarstwieniami i wkładkami iłów brązowych. Ich miąższość nie przekracza 5 m (Zielone Królewskie).

Obszary wskazane do składowania odpadów obojętnych zlokalizowane są na terenie gmin: Suwałki, Raczki, Bakalarzewo, Jeleniewo oraz Filipów i Szypliszki (niewielkie powierzchniowo obszary).

Ograniczeniem warunkowym budowy składowisk odpadów w granicach części wytypowanych obszarów jest ich położenie na terenie Obszaru Chronionego Krajobrazu Dolina Rospudy i Obszaru Chronionego Krajobrazu Pojezierze Północnej Suwalszczyzny „p” oraz w otoczeniu lotniska w Suwałkach „b” Nie mają one charakteru bezwzględnie zakazu. Powinny być jednak rozpatrywane indywidualnie w ocenie oddziaływania na środowisko potencjalnego składowiska, w dalszej procedurze w ustaleniach z odpowiednimi służbami: nadzoru budowlanego, gospodarki wodnej, ochrony przyrody, konserwatora zabytków oraz administracji geologicznej.

Na mapie wskazano również obszary możliwej lokalizacji składowisk odpadów pozbawione naturalnej izolacji. Budowa składowisk w ich granicach wiąże się z koniecznością dodatkowego uszczelnienia podłoża obiektu przesłoną mineralną lub syntetyczną.

W północno zachodniej części analizowanego terenu użytkowy poziom wodonośny występuje na głębokości 50–100 m, a jego izolacja od zanieczyszczeń powierzchniowych jest pełna. Stopień zagrożenia wód określono tu na bardzo niski. Pozostałe obszary rekomendowane do składowania odpadów obojętnych położone są na terenach o słabej izolacji lub izolacji nieciągłej, przy średniej odporności głównego użytkowego poziomu wodonośnego. Stopień zagrożenia wód określono na średni.

Problem składowania odpadów komunalnych (innych, niż niebezpieczne i obojętne)

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

W razie konieczności budowy składowiska odpadów komunalnych można dodatkowo rozpoznać obszary wskazane w rejonie miejscowości Taciewo, gdzie gliny zwałowe zlodowaceń północno- i południowopolskich mogą tworzyć wspólny pakiet izolacyjny o miąższości dochodzącej do 85 m (przekrój geologiczny).

Odpady z terenów objętych arkuszem przewożone są do Zakładu Utylizacji Odpadów Komunalnych w Suwałkach. Zdolność przerobowa zakładu wynosi 80–100 ton odpadów na dobę. Odpady przerabiane są na masę rekultywacyjną – wysokowartościowy produkt organiczny, wykorzystywany przy rekultywacji gruntów oraz zakładaniu terenów zielonych. Niekompostowalne pozostałości procesu technologicznego składowane są na uszczelnionym i zdrenowanym składowisku przewidzianym na około 20 lat eksploatacji. Na południowy wschód od Suwałk znajduje się zamknięte składowisko odpadów komunalnych. Obiekt jest w trakcie rekultywacji.

Ocena najbardziej korzystnych warunków geologicznych i hydrogeologicznych

Planując budowę składowisk odpadów w pierwszej kolejności można dodatkowo rozpoznać obszary wskazane w rejonie Taciewa, gdzie pakiet izolacyjny zbudowany zwałowych kilku zlodowaceń może osiągnąć znaczne miąższości (rzędu 85 m).

Najbardziej korzystne warunki hydrogeologiczne dla składowania odpadów mają obszary wytypowane w północno zachodniej części analizowanego terenu. Głównym użytkowym poziomem wodonośnym są piaszczysto-żwirowe osady zlodowacenia północnopolskiego tworzące wspólny poziom z piaskami różnoziarnistymi zlodowaceń południowopolskich. Poziom wodonośny występuje na głębokości od 60 m do ponad 100 m, a jego izolacja od zanieczyszczeń antropogenicznych utworami słabo przepuszczalnymi jest pełna. Stopień zagrożenia wód określono na bardzo niski.

Należy podkreślić, że wybór miejsca lokalizacji składowiska odpadów musi poprzedzić rozpoznanie geologiczno-inżynierskie terenu planowanej inwestycji.

Charakterystyka wyrobisk poeksploatacyjnych

Suche wyrobiska złóż kruszyw naturalnych „Biała Woda III”, „Kuków III”, „Kuków Folwark V” i „Dubowo Drugie II” można przeznaczyć na składowiska odpadów. Należy uwzględnić konieczność wykonania dodatkowej przesłony podłoża obiektu – syntetycznej lub mineralnej. Warunkowymi ograniczeniami budowy składowisk odpadów w wyrobiskach są:

- p – położenie w granicach Obszaru Chronionego Krajobrazu „Dolina Rospudy” i Obszaru Chronionego Krajobrazu „Pojezierza Północnej Suwalszczyzny”,
- z – położenie na terenach udokumentowanych złóż,
- b – bliskość zabudowy miejscowości.

Punkty niekoncesjonowanej eksploatacji kruszyw na potrzeby lokalne mają niewielkie powierzchnie (poniżej 1 ha), w związku z czym nie są rozpatrywane jako miejsca potencjalnego składowania odpadów.

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

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

X. Warunki podłoża budowlanego

Warunki podłoża budowlanego na obszarze arkusza Suwałki opracowano na podstawie Szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1:50 000 (arkusz Suwałki) (Ber, 1990a), Mapy osuwisk i obszarów predysponowanych do występowania ruchów masowych (Grabowski (red.), 2007) oraz map topograficznych w skali 1:10 000 lub 1:25 000 (dla wybranych rejonów).

Ze względu na skalę prezentowanej mapy waloryzacja warunków geologiczno-inżynierskich podłoża budowlanego ma charakter orientacyjny. Wyróżniono, zgodnie z instrukcją obszary o warunkach korzystnych dla budownictwa i obszary o warunkach niekorzystnych, utrudniających budownictwo. Z analizy wyłączono obszary udokumentowanych złóż kopalin mineralnych, lasów, gleb chronionych, jezior oraz zwartą zabudowę miejską i przemysłową Suwałk. Obszary, dla których przeanalizowano geologiczno-inżynierskie warunki podłoża budowlanego, stanowią około 20–25% powierzchni arkusza.

O warunkach geologiczno-inżynierskich terenu decydują: rodzaj i stan gruntów, ukształtowanie terenu, położenie zwierciadła wód gruntowych oraz występowanie procesów geodynamicznych. Uwzględniając te kryteria wydzielono rejony korzystne i niekorzystne (utrudniające) dla budownictwa.

Obszary o warunkach korzystnych dla budownictwa wyznaczono głównie w rejonach występowania pokryw sandrowych pochodzenia wodnolodowcowego z okresu zlodowaceń północnopolskich. Zbudowane są one z piasków oraz piasków i żwirów z gładzikami i gładzami. Osady wodnolodowcowe są gruntami sypkimi średniozagęszczonymi i zagęszczonymi. Tereny o warunkach korzystnych związane z występowaniem osadów sandrowych rozciągają się w środkowej części obszaru arkusza, rejonie Suwałk (sandr suwalsko-augustowski) oraz w południowo-zachodniej – wzdłuż rzeki Rospudy (sandr Rospudy). Ich powierzchnia jest równinna lub lekko falista. Do obszarów korzystnych należą także tereny występowania piasków różnoziarnistych ze żwirami pochodzenia lodowcowego. Miejsca takie znajdują się w północno-zachodniej części arkusza, w pobliżu: Taciewa, Chmielówki Starej i Kropiwnego.

Tereny o korzystnych warunkach budowlanych występują również na obszarze wysoczyzny morenowej, na której zalegają grunty spoiste w stanie półzwałowym i twar doplastycznym. Reprezentują je nieskonsolidowane gliny zwałowe powstałe w czasie zlodowaceń północnopolskich. Gliny te są przeważnie piaszczyste, rzadziej pylaste i zajmują znaczną powierzchnię w zachodniej i południowo-zachodniej części arkusza. Na mapie wyznaczono niewiele obszarów o korzystnych warunkach podłoża budowlanego w obrębie występowania

glin, ponieważ pokrywają się one z obszarami gleb chronionych. Niewielkie obszary o korzystnych warunkach budowlanych na wysoczyźnie morenowej wyznaczono w rejonie miejscowości: Taciewo, Chmielówki Stara, Aleksandrowo, Białe, Podwysokie, Bakaniuk.

Warunki niekorzystne dla budownictwa występują na: wysoczyźnie morenowej w północno-wschodniej części obszaru arkusza, najniższym tarasie Czarnej Hańczy, w rejonie Suwałki – Sobolewo oraz wokół jezior.

Na wysoczyźnie morenowej utrudnienia dla budownictwa stwarza duże urozmaicenie powierzchni terenu z pagórkami morenowymi i obniżeniami, które występują w dużym zagęszczeniu. Obniżenia terenu często są wypełnione gruntami organicznymi, z którymi może być związane występowanie wód agresywnych. Ponadto zróżnicowana rzeźba terenu i nieprzepuszczalne podłoże są przyczynami występowania lokalnych podtopień.

Kolejnym utrudnieniem są formy o pochodzeniu glacitektonicznym, mające bardzo zróżnicowaną budowę wewnętrzną, często niestabilną. Formy takie są predysponowane do powstawania zjawisk geodynamicznych. Na północny wschód od Suwałk wyznaczono obszary o dużych powierzchniach, wykazujące niekorzystne warunki budowlane ze względu na położenie w strefie zaburzeń glacitektonicznych. Lokalizacja obiektów budowlanych na tym terenie jest możliwa po dokładnym rozpoznaniu geologiczno-inżynierskim, co jest możliwe w dużej skali opracowania.

Rejony o niekorzystnych warunkach budowlanych to również obszary występowania torfów, namułów torfiastych i piasków humusowych, reprezentujących grunty słabonośne z wodami agresywnymi. Pokrywają one znaczną powierzchnię den dolin rzecznych, które są ponadto terenami płytkiego występowania wód gruntowych, na głębokości mniejszej niż 2 m. Warunki takie występują w dolinach Czarnej Hańczy i Rospudy, a także na podmokłych terenach okalających jeziora i równinach torfowych w zachodniej i południowo-zachodniej części arkusza.

Budownictwo utrudnione jest na gruntach predysponowanych do powstawania ruchów masowych. Na omawianym terenie wytypowano siedem takich obszarów (Grabowski (red.), 2007). Występują one w rejonie Białej Wody, między Osinkami i Czarnoziemem oraz w okolicy Gawrych-Rudy. Ich powierzchnia wynosi od 6 do 75 ha. Natomiast nachylenie zboczy w tych obszarach zmienia się od 8 do 15°.

Obszary o warunkach geologiczno-inżynierskich utrudniających budownictwo, zwłaszcza o dużej zmienności przestrzennej gruntów wymagają szczegółowych badań przed podjęciem ewentualnych inwestycji oraz sporządzenia dokumentacji geologiczno-inżynierskiej. Wszystkie większe budowle winny posiadać dokumentacje geologiczno-inżynierskie niezależnie od tego, czy znajdują się w obszarach korzystnych czy też niekorzystnych.

XI. Ochrona przyrody i krajobrazu

Walory przyrodniczo-krajobrazowe obszaru objętego arkuszem Suwałki są znaczące w skali regionalnej i krajowej. Obszary prawnie chronione, zgodnie z wymogami ustawy o ochronie przyrody, zajmują około 40% powierzchni obszaru arkusza. Znajdują się tu fragmenty trzech obszarów chronionego krajobrazu (OChK Dolina Rospudy, OChK Pojezierze Północnej Suwalszczyzny i OChK Puszcza i Jeziora Augustowskie), fragment Wigierskiego Parku Narodowego, fragmenty pięciu obszarów Natura 2000, jeden rezerwat, 37 pomników przyrody i jedno stanowisko dokumentacyjne.

Obszar arkusza Suwałki ma charakter rolniczy. Większe kompleksy leśne występują w południowej i północno-wschodniej części mapy, stanowiąc około 17% ogólnej powierzchni arkusza. Są to w większości lasy świerkowo-sosnowe ze znacznym udziałem gatunków borealnych.

Gleby chronione klas bonitacyjnych I–IVa rozłożone są równomiernie na niezalesionej części obszaru. Przeważają gleby o odczynie kwaśnym. Są to wytworzone z piasków gleby rdzawe, dominujące na równinach sandrowych, gleby brunatne wytworzone z glin zwałowych, stanowiące większość na wysoczyznach morenowych oraz gleby murszowe i torfowe wytworzone z torfów i namulów torfowych. Większe obszary gleb chronionych występują wzdłuż zachodniej granicy arkusza, w rejonie miejscowości: Chmielówka Stara, Płociczno, Podwysokie i Sidory. Duży obszar gleb chronionych ciągnie się również od Przebrodu po południową granicę arkusza w rejonie wsi Józefowo. Większe obszary łąk na glebach pochodzenia organicznego występują w dolinach Czarnej Hańczy i Szczeberki.

W północnej części arkusza oraz na wschód od Suwałk rozciąga się Obszar Chronionego Krajobrazu Pojezierze Północnej Suwalszczyzny (OChKPPS). Cały obszar ma powierzchnię 39 150 ha (w granicach arkusza znajduje się około 5 800 ha). Utworzony został w 1991 roku w celu ochrony i zachowania półnaturalnego krajobrazu Północnej Suwalszczyzny, o urozmaiconej rzeźbie terenu z licznymi jeziorami, kemami, ozami i morenami. Aktualne granice obszaru ustalono w 2005 r. (Rozporządzenie nr 20/05 Wojewody Podlaskiego, 2005, z późn. zmianami).

W południowo-zachodniej części omawianego obszaru położone są dwa fragmenty Obszaru Chronionego Krajobrazu Dolina Rospudy (OChKDR), który powołano w 1991 roku na obszarze 25 250 ha (w granicach arkusza – około 2 500 ha), w celu ochrony i zachowania różnorodności biologicznej siedlisk przyrodniczych, z roślinnością torfowiskową zbiorowisk leśnych i nieleśnych, odznaczających się wysokim stopniem naturalności. Jego aktualne gra-

nice oraz dotyczące go nakazy i zakazy określono w 2005 r. (Rozporządzenie nr 17/05 Wojewody Podlaskiego, 2005, z późn. zmianami). Jest to jeden z najcenniejszych kompleksów torfowiskowych w Polsce. Przyrodnicza wartość wynika przede wszystkim z rozległości doliny oraz z braku jakiegokolwiek ingerencji ze strony człowieka w jej warunki wodne. Nienaruszony układ hydrologiczny warunkuje istnienie zanikających, bądź zanikłych w innych rejonach unikatowych siedlisk przyrodniczych oraz związanych z nimi gatunkami roślin i zwierząt. Do najcenniejszych roślin chronionych zaliczany jest miodokwiat krzyżowy, posiadający tutaj jedyne stanowisko w Polsce (Skurzyński, 1994).

Na południe od Suwałk rozciąga się fragment Obszaru Chronionego Krajobrazu Puszcza i Jeziora Augustowskie (OChKPiJA), który został utworzony w 1991 roku w celu ochrony Puszczy Augustowskiej wraz z jeziorami występującymi w jej obrębie oraz na obrzeżach. Obszar ten zajmuje powierzchnię 65 475 ha (w granicach arkusza – około 3 500 ha), z czego ponad 50 000 ha przypada na lasy. Najcenniejszym obiektem kulturowym i historycznym obszaru jest Kanał Augustowski, będący również atrakcyjnym szlakiem kajakowym (położony poza granicami arkusza Suwałki). Aktualne granice obszaru ustalono w 2005 r. (Rozporządzenie nr 21/05 Wojewody Podlaskiego, 2005, z późn. zmianami).

W południowo-wschodniej części obszaru arkusza znajdują się dwa fragmenty Wigierskiego Parku Narodowego (WPN). Park istnieje od stycznia 1989 r., został powołany Rozporządzeniem Rady Ministrów z 27.06.1988 r. (Rozporządzenie, 1988). Teren parku charakteryzuje się młodą, polodowcową rzeźbą ze wzgórzami i pagórkami morenowymi o nieraz bardzo stromych zboczach, nadających krajobrazowi miejscami górski charakter. Wysoczyzna polodowcowa pocięta jest licznymi wąwozami oraz rynnami jeziornymi. Szatę roślinną tworzą zespoły leśne z przewagą borów sosnowo-świerkowych i mniejszym udziałem olsów, grądów i łągów wierzbowych oraz bogate zespoły roślinności bagiennej i wodnej. Leśno-wodne środowisko stwarza również dobre warunki rozwoju dla zróżnicowanych zespołów zwierzęcych. Aktualnie park obejmuje obszar 15 085,49 ha. Rozporządzeniem Rady Ministrów z 06.03.1997 r. (Rozporządzenie..., 1997) wokół Wigierskiego Parku Narodowego utworzono strefę ochronną, zwaną otuliną, o powierzchni 11 283,81 ha.

W północnej części Suwałk, na terenie leśnym, znajduje się rezerwat przyrody „Cmentarzysko Jaćwingów”. Rezerwat utworzono w 1959 roku w celu ochrony, ze względów naukowych i dydaktycznych, fragmentu boru świeżego wraz z cmentarzyskiem Jaćwingów. Jego powierzchnia wynosi 3,37 ha. W rezerwacie znajduje się kilkanaście kurhanów pochodzących z II–IV w. n.e.

Na obszarze arkusza Suwałki statusem pomnika przyrody żywej objęto 33 okazałe drzewa. Są to m.in.: klony zwyczajne, jesiony wyniosłe, kasztanowce zwyczajne, dęby szypułkowe, wierzby kruche, leszczyny tureckie, lipy drobnolistne (tabela 10). Ochroną w formie pomnika przyrody nieożywionej objęto również 4 głązy narzutowe. Dwa z nich znajdują się w Białorogach i po jednym w Smoleńce i Brodzie Starym.

W północno-wschodniej części Suwałk zlokalizowane jest odsłonięcie geologiczne z różnowiekowymi poziomami glacialnymi i dzielącymi je osadami interglacjalnymi emskiego. Jest to jedyne w tej części Polski stanowisko osadów eemskich, które odsłaniają się na powierzchni. W 1995 roku objęto je ochroną jako stanowisko dokumentacyjne.

Na omawianym obszarze brak jest natomiast użytków ekologicznych i zespołów przyrodniczo-krajobrazowych (tabela 10).

Tabela 10

Wykaz rezerwatów, pomników przyrody i stanowisk dokumentacyjnych

Numer obiektu na mapie	Forma ochrony	Miejscowość	Gmina Powiat	Rok zatwierdzenia	Rodzaj obiektu (powierzchnia w ha)
1	2	3	4	5	6
1	R	Suwałki	M. Suwałki	1959	L – „Cmentarzysko Jaćwingów” (3,37)
2	P	Piecki (rejon posesji nr 40)	Filipów suwalski	1998	Pż klon zwyczajny
3	P	Piecki (rejon posesji nr 41)	Filipów suwalski	1998	Pż lipa drobnolistna
4	P	Smoleńka	Filipów suwalski	1969	Pn-G granit
5	P	Białorogi (działka 20/1)	Jeleniewo suwalski	1971	Pn-G granit różowy
6	P	Białorogi (działka 20/1)	Jeleniewo suwalski	1969	Pn-G granit szary
7	P	Bród Stary (działka 117 i 118/2)	Suwałki suwalski	1955	Pn-G granit różowy
8	P	Suwałki (róg ul. Bakalarzewskiej i Staszica)	M. Suwałki	1998	Pż topola niekłańska
9	P	Suwałki (ul. Bakalarzewska, przy moście na Czarnej Hańczy)	M. Suwałki	1998	Pż wierzba krucha
10	P	Suwałki (ul. Gałaja, między domem 29a i 29b)	M. Suwałki	1998	Pż jesion wyniosły
11	P	Suwałki (ul. Plater 26, działka 10065/7)	M. Suwałki	1995	Pż leszczyna turecka
12	P	Suwałki (ul. Plater 26, działka 10065/7)	M. Suwałki	1995	Pż leszczyna turecka
13	P	Suwałki (Park Konstytucji 3 Maja)	M. Suwałki	1957	Pż dąb szypułkowy „Dąbek Wolności”

1	2	3	4	5	6
14	P	Suwałki (Park Konstytucji 3 Maja)	M. Suwałki	1998	Pż klon zwyczajny
15	P	Suwałki (Park Konstytucji 3 Maja)	M. Suwałki	1998	Pż jesion wyniosły
16	P	Suwałki (Park Konstytucji 3 Maja)	M. Suwałki	1998	Pż jesion wyniosły
17	P	Suwałki (Park Konstytucji 3 Maja)	M. Suwałki	1998	Pż jesion wyniosły
18	P	Suwałki (Park Konstytucji 3 Maja)	M. Suwałki	1998	Pż klon zwyczajny
19	P	Suwałki (ul. Mickiewicza, przed budynkiem Straży Pożarnej)	M. Suwałki	1996	Pż jesion wyniosły
20	P	Suwałki (ul. Mickiewicza, w rejonie Straży Pożarnej)	M. Suwałki	1998	Pż olcha czarna
21	P	Suwałki (ul. Mickiewicza 8)	M. Suwałki	1998	Pż grab pospolity
22	P	Suwałki (nad zalewem Arkadia, działka 31363/8)	M. Suwałki	2004	Pż wierzba krucha
23	P	Suwałki (ul. Kościuszki, za Muzeum M. Konopnickiej)	M. Suwałki	1996	Pż sosna czarna
24	P	Suwałki (ul. Kościuszki, w rejonie mostu na Czarnej Hańczy)	M. Suwałki	1998	Pż topola niekłańska
25	P	Suwałki (ul. Wigierska 4)	M. Suwałki	1996	Pż dąb szypułkowy
26	P	Suwałki (ul. Kościuszki, przy ko- ściele ewangelickim))	M. Suwałki	1998	Pż lipa drobnolistna
27	P	Suwałki (ul. Wesoła 13)	M. Suwałki	1998	Pż klon zwyczajny
28	P	Suwałki (ul. Wigierska 10, browar)	M. Suwałki	1996	Pż kasztanowiec zwyczajny
29	P	Suwałki (nad Czarną Hańczą, na przedłużeniu ul. 1 Maja)	M. Suwałki	1998	Pż wierzba krucha
30	P	Suwałki (ul. Wigierska 42a)	M. Suwałki	1998	Pż brzoza brodawkowata
31	P	Suwałki (skwer przy skrzyżowaniu ul. Sejneńskiej i Utrata)	M. Suwałki	2001	Pż klon zwyczajny
32	P	Suwałki (ul. Sejneńska, w pobliżu Zespołu szkół Technicznych)	M. Suwałki	1998	Pż kasztanowiec zwyczajny
33	P	Suwałki (ul. Sejneńska, w pobliżu Zespołu szkół Technicznych)	M. Suwałki	1998	Pż kasztanowiec zwyczajny
34	P	Suwałki (ul. Sejneńska, w pobliżu biblioteki)	M. Suwałki	1998	Pż grusza dzika
35	P	Suwałki (ul. Utrata 47)	M. Suwałki	1998	Pż orzech włoski

1	2	3	4	5	6
36	P	Suwałki (ul. Waryńskiego)	M. Suwałki	1998	Pż kasztanowiec zwyczajny
37	P	Żyliny	Suwałki suwalski	1956	Pż dąb szypułkowy
38	P	Płociczno	Suwałki suwalski	1969	Pż dąb szypułkowy
39	S	Suwałki (ul. Czarnoziem 1, działka 22629/2)	M. Suwałki	1995	Odślonięcie geologiczne z różnowiekowymi poziomami glacialnymi i dzielącymi je osadami interglacjału emskiego (torfy i mułki). Jest jedynym w NE Polsce stanowiskiem osadów eemskich, które odsłaniają się na powierzchni.

Rubryka 2: R – rezerwat; P – pomnik przyrody, S – stanowisko dokumentacyjne;

Rubryka 6: rodzaj rezerwatu: L – leśny,

rodzaj pomnika przyrody: Pż – żywej, Pn – nieożywionej;

rodzaj obiektu: G – gład narzutowy

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

Północna i wschodnia część omawianego obszaru, z doliną Czarnej Hańczy i Puszczą Augustowską, położona jest w obszarze węzłowym o znaczeniu międzynarodowym o nazwie Obszar Suwalski. Natomiast dolina Rospudy przecinająca południowo–zachodni kraniec arkusza stanowi korytarz ekologiczny o znaczeniu krajowym – korytarz Rospudy (fig. 4).

Europejską Sieć Ekologiczną Natura 2000 stanowi szereg obszarów chronionych na terenie Unii Europejskiej. Celem wyznaczania tych obszarów jest ochrona cennych, pod względem przyrodniczym i zagrożonych, składników różnorodności biologicznej.

W granicach obszaru arkusza występują fragmenty czterech specjalnych obszarów ochrony siedlisk (Jeleniewo, Ostoja Wigierska, Dolina Górnej Rospudy i Ostoja Augustowska) oraz jeden fragment obszaru specjalnej ochrony ptaków – Puszcza Augustowska – ustanowione w ramach Europejskiej Sieci Ekologicznej Natura 2000. Ich charakterystykę ujęto w tabeli 11 (Strona internetowa MŚ: <http://natura2000.gdos.gov.pl/natura2000/>).

Specjalny obszar ochrony siedlisk Jeleniewo swoim zasięgiem obejmuje wzniesienia morenowe pomiędzy polodowcową rynną Czarnej Hańczy a jeziorami: Szelment Wielki i Szelment Mały. Największą powierzchnię w tym obszarze zajmują siedliska łąkowe i zaroślowe (79%). Utworzenie ostoi ma na celu ochronę największej w Polsce kolonii lęgowej nietoperza nocka łydkowłosego, który został uznany za jeden z najrzadszych i najbardziej

zagrożonych wymarciem gatunków nietoperzy w Europie. Ostoja stanowi również istotne, w skali kraju, miejsce występowania populacji lipiennika Loesela – gatunku należącego do rodziny storczykowatych. Roślina ta w całej Europie jest gatunkiem rzadkim, zagrożonym wyginięciem. W dolinie Czarnej Hańczy występują również rzadkie gatunki ptaków, m.in. zimorodek, błotniak stawowy i łąkowy, bielik, bąk, bocian biały, derkacz, żuraw, dzięcioł czarny, lerka, ortolan i gąsiorek.

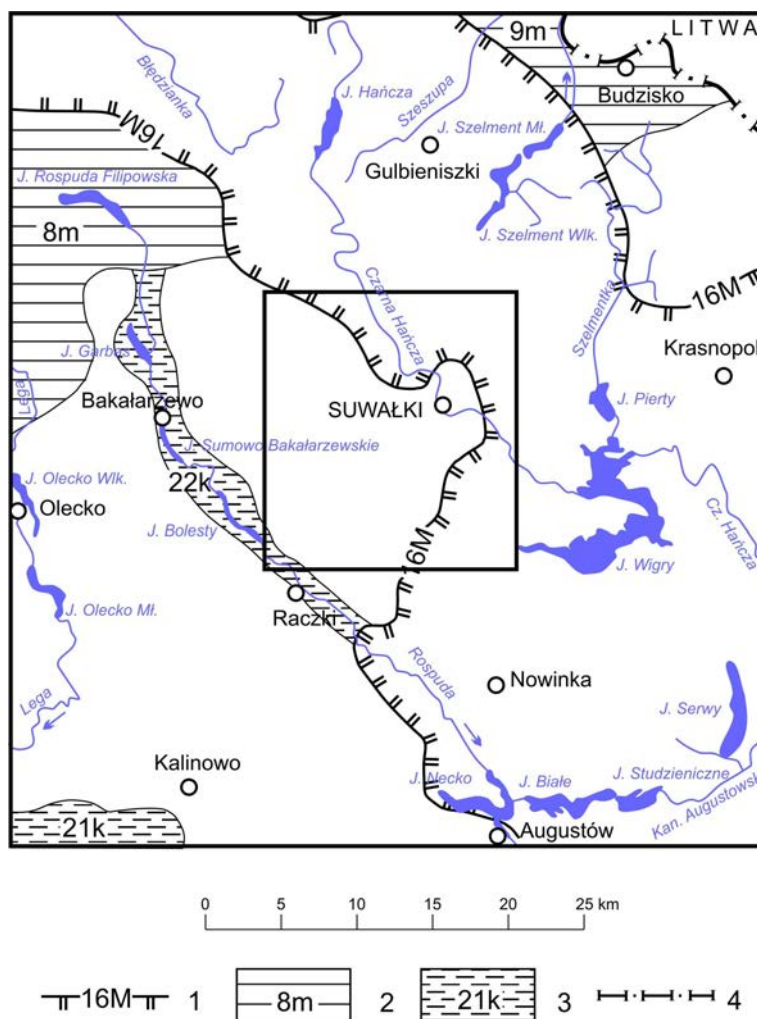


Fig. 4. Położenie arkusza Suwałki na tle systemów ECONET (Liro (red.), 1998)

- 1 – granica obszaru węzłowego o znaczeniu międzynarodowym, jego numer i nazwa: 16M – Obszar Suwalski;
- 2 – korytarz ekologiczny o znaczeniu międzynarodowym, jego numer i nazwa: 8m – Garbu Szeskiego, 9m – Szeszupy;
- 3 – korytarz ekologiczny o znaczeniu krajowym, jego numer i nazwa: 21k – Elku, 22k – Rospudy
- 4 – granica państwa

Ostoja Wigierska obejmuje jezioro Wigry wraz z całym zespołem jezior go otaczających i pozostających z nim w ścisłym związku hydrologicznym oraz innych jezior, różnej wielkości, a wśród nich małych jeziorek dystroficznych. W granice obszaru włączono również lasy, stanowiące północną część Puszczy Augustowskiej, a także fragment doliny Czarnej Hańczy.

Wykaz obszarów chronionych Europejskiej Sieci Ekologicznej Natura 2000

Lp.	Typ obszaru	Kod obszaru	Nazwa obszaru i symbol oznaczenia na mapie	Położenie centralnego punktu obszaru		Powierzchnia obszaru	Położenie administracyjne obszaru w granicach arkusza			
				Długość geogr.	Szerokość geogr.		Kod NUTS	Województwo	Powiat	Gmina
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	B	PLH200001	Jeleniewo (S)	22°54'54'' E	54°12'46'' N	5 910,1	PL345	podlaskie	suwalski	Suwałki
2	K	PLH200004	Ostoja Wigierska (S)	23°06'50'' E	54°01'05'' N	16 072,1	PL345	podlaskie	augustowski	Nowinka
									suwalski	Suwałki
									M. Suwałki	M. Suwałki
3	K	PLH200005	Ostoja Augustowska (S)	23°09'57'' E	53°45'58'' N	107 068,7	PL345	podlaskie	augustowski	Nowinka
									suwalski	Suwałki
									M. Suwałki	M. Suwałki
4	B	PLH200022	Dolina Górnej Rospudy (S)	22°36'21'' E	54°12'43'' N	4 070,7 ha	PL345	podlaskie	suwalski	Raczki
5	J	PLB200002	Puszcza Augustowska (P)	23°10'49'' E	53°54'46'' N	134 377,7	PL345	podlaskie	augustowski	Nowinka
									suwalski	Suwałki
									M. Suwałki	M. Suwałki

Rubryka 2: B – wydzielone SOO (Specjalne Obszary Ochrony) bez żadnych połączeń z innymi obszarami Natura 2000, J – wydzielony OSO (Obszar specjalnej Ochrony) częściowo przecinający się z SOO, K – SOO częściowo przecinający się z OSO;

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

Na tym obszarze stwierdzono 19 rodzajów siedlisk wymienionych w załączniku I do „Dyrektywy Siedliskowej”. Flora naczyniowa obejmuje 886 gatunków, a lichenoflora 262 gatunki. Ponadto stwierdzono tu występowanie 38 gatunków wątrobowców i 141 – mchów. Wśród roślin naczyniowych 65 gatunków jest objętych ochroną prawną i 40 gatunków zagrożonych, w tym 10 z załącznika II do „Dyrektywy Siedliskowej”. Fauna również charakteryzuje się dużym bogactwem. Znajduje się tutaj m.in. silna, naturalna populacja bobra. Obszar ma także duże znaczenie dla ochrony ptaków.

Puszcza Augustowska jest jednym z największych i najlepiej zachowanych kompleksów leśnych w Europie środkowo-wschodniej. Lesistość tego obszaru wynosi prawie 90%. Dominują bory sosnowe i sosnowo-świerkowe, częściowo o zachowanym charakterze naturalnym. Mniejszą powierzchnię zajmują bory mieszane, w tym ciepłolubne. Rozległe obszary, zwłaszcza w południowej części Puszczy Augustowskiej porastają olsy. Lasy liściaste na glebach mineralnych zajmują stosunkowo niewielką powierzchnię. Szczególnie dobrze zachowane i charakterystyczne dla tego obszaru są lasy na torfowiskach: świerczyny na torfie, bagienne, subborealne lasy brzozowo-sosnowe, bory bagienne. Nie ma tutaj natomiast gatunków rozprzestrzenionych w zachodniej oraz środkowej Polsce: dęba szypułkowego, jodły, buka, jawora, lipy szerokolistnej, jarzęba brekinii.

Puszcza Augustowska jest specjalnym obszarem ochrony siedlisk oraz obszarem specjalnej ochrony ptaków. Typy siedlisk wymienione w załączniku nr I do „Dyrektywy Siedliskowej” zajmują około 12% powierzchni obszaru. Spośród zagrożonych i cennych siedlisk największą powierzchnię zajmują lasy bagienne.

Na terenie ostoi występuje 7 gatunków roślin (m.in. aldrowanda pęcherzykowata, skalnica torfowiskowa, lipiennik Loesela i sasanka otwarta) oraz 10 gatunków zwierząt (m.in. ryś, wilk, wydra, bóbr) wymienionych w załączniku II do „Dyrektywy Siedliskowej”. Liczne są stanowiska rzadkich i zagrożonych w skali kraju gatunków roślin naczyniowych – 35 gatunków z Polskiej Czerwonej Księgi Roślin.

Na tym obszarze występuje co najmniej 40 gatunków ptaków objętych załącznikiem I do „Dyrektywy Ptasiej” i 18 gatunków z Polskiej Czerwonej Księgi Zwierząt.

W okresie lęgowym Puszcze Augustowską zasiedla co najmniej 1% populacji krajowej następujących gatunków ptaków: bąk, błotniak stawowy, błotniak łąkowy, bocian czarny, cietrzew, dzięcioł biało-grzbiety, dzięcioł trójpalczasty, dzięcioł zielonosiwy, gadożer, głuszec, kania czarna, kania ruda, kraska, łabędź krzykliwy, orlik krzykliwy, żuraw, włochatka, podgorzałka, puchacz i trzmielojad.

Specjalny obszar ochrony siedlisk Dolina Górnej Rospudy obejmuje górny odcinek doliny rzeki Rospuda, o bardzo dużych walorach przyrodniczych i krajobrazowych, rozciągający się od granicy z województwem warmińsko-mazurskim (źródło) na północy (na arkuszu Filipów nr 71), po miejscowość Raczki na południu (na arkuszu Wieliczki nr 146). Dolina Górnej Rospudy cechuje się bardzo dużą różnorodnością siedlisk. Opisano tu 14 typów siedlisk Natura 2000, wymienionych w załączniku I do „Dyrektywy siedliskowej”, (reprezentowanych w niektórych przypadkach przez kilka podtypów), tak wodnych i mokradłowych, jak i leśnych, a także zajmowanych przez zbiorowiska trawiaste. Najwyższy walor przyrodniczy mają siedliska wodne, torfowiska nieleśne, w tym soligeniczne, lasy i bory bagienne oraz murawy kserotermiczne, zajmujące od 1 do 3% powierzchni ostoi. Największy obszar zajmują starorzecza i naturalne eutroficzne zbiorniki wodne ze zbiorowiskami z Nympheion, Potamion (30%).

Występują tu stabilne populacje czterech gatunków roślin (sierpowiec błyszczący – mech, leniec bezpodkwiatowy, lipiennik Loesella – storczyk, rzepik szczeciniasty) oraz po dwa gatunki ryb (różanka, piskorz), płazów (traszka grzebieniasta, kumak nizinny) i ssaków (bóbr europejski, wydra europejska), wymienionych w załączniku II do „Dyrektywy siedliskowej”. Dolina Górnej Rospudy jest także ostoją 14 gatunków uwzględnionych na Czerwonej Liście Roślin i Grzybów Polski i/lub w Polskiej Czerwonej Księdze Roślin, a także 33 gatunki objęte ochroną ścisłą w Polsce lub zagrożonych wyginięciem w regionie północno-wschodnim. Dla lipiennika i sierpowca błyszczącego obszar tej ostoi jest jedynym terenem występowania w zachodniej części Suwalszczyzny.

Stabilne stosunki wodne, a także warunki funkcjonowania siedlisk oraz populacji roślin i zwierząt, związane m.in. z ekstensywnym użytkowaniem siedlisk antropogenicznych, zapewniają doskonałe perspektywy ich ochrony.

Przez północno-wschodnią część obszaru arkusza przebiega 11 Europejski Dalekobieżny Szlak Pieszy z Europy Zachodniej (z Amsterdamu przez góry Harzu, Brandenburgię, Pomorze, Mazury) do Rygi. Oznakowanie tego szlaku w terenie nie ma jednolitego koloru – wykorzystuje kolorystykę oznakowania szlaków lokalnych, ale zawsze na kolorowym pasku widnieje symbol E11. Natomiast na południowy wschód od Suwałk, przez Płociczno i Sobolewo, biegnie Międzynarodowy Szlak Rowerowy Euro Velo (R-11). Rozpoczyna się on w Grecji i prowadzi przez Macedonię, Jugosławię, Słowację, Polskę, Litwę, Łotwę, Estonię, Finlandię do Norwegii.

XII. Zabytki kultury

Stanowiska archeologiczne, opisane na obszarze arkusza Suwałki, datowane są od późnego paleolitu (11 tysiąclecie p.n.e.), poprzez mezolit, neolit aż po średniowiecze. Do najstarszych obiektów należą, datowane na paleolit ślady osadnictwa i obozowisk na terenie Suwałk oraz w rejonie miejscowości Krzywólka.

Dynamiczne zasiedlanie Suwalszczyzny przypada na początek naszej ery. W II połowie II w. n.e. obszar ten staje się rejonem bujnie rozkwitającego osadnictwa. Najbardziej znaczące stanowiska archeologiczne związane są z ludem Jaćwingów, jednym z pogańskich plemion zachodniobałtyckich, które zamieszkiwało te tereny między II i XII w. Podstawowym ich zajęciem było rolnictwo i łowiectwo, jednak często organizowali grabieżcze wyprawy na sąsiadów. Osiedlali się w sąsiedztwie warownych grodów, budowanych na wzgórzach, w niedostępnych miejscach (zakola rzek, bagna), które w czasie wojen służyły im za schronienie. Nie potrafili się zjednoczyć w jedną, silną państwowość i to prawdopodobnie było przyczyną ich wyniszczenia w XIII w. przez Polaków i Litwinów, a przede wszystkim Krzyżaków. Po ostatecznej klęsce z Krzyżakami w 1283 r., część z nich zginęła, część przyjęła chrześcijaństwo, a część – została przesiedlona na Półwysep Sambijski, gdzie udało im się zachować odrębność do XVII w. Po rozgromieniu Jaćwingów tereny te stanowiły opustoszałą Puszcze Sudowską, przemierzaną przez poselstwa i wyprawy łowieckie. Krzyżacy walczyli o wpływy nad nimi z sąsiadami, głównie z Litwinami.

Po Jaćwingach zachowały się ślady osadnictwa w postaci kurhanów i grodzisk. Niektóre z nich, zachowane do dnia dzisiejszego jako dobra kultury narodowej, zostały wpisane do rejestru zabytków. Najważniejsze z nich znajdują się w rejonie miejscowości Osinki (grodzisko „Góra Zamkowa”, cmentarzisko kurhanowe kultury sudowskiej z V–VI w.), Osowa (osada i cmentarzisko kurhanowe z III–V w. n.e.), Krzywólka (osada z II–V w. n.e.). Do najcenniejszych stanowisk archeologicznych należy cmentarzisko kurhanowe tzw. „Cmentarzisko Jaćwingów” położone w rejonie Szwajcarii (na północ od Suwałk). W obrębie cmentarzyska znajdują się kurhany o średnicy od 6 do 21 m, zawierające pochówki całopalne i szkieletowe. Te drugie zazwyczaj bogato wyposażone w ozdoby, także narzędzia, naczynia i broń – w zależności od statusu zmarłego. Wśród grobów znaleziono pochówki typu „książęcego”, które wyróżniały się okazałością kurhanów (o średnicy ponad 30 m) i bogatym wyposażeniem (miecze, pasy ze złoceniami, oszczepy inkrustowane srebrem). Zwyczaj sypania nad grobami kurhanów kamiennych otoczonych wieńcami z gładów rozpowszechnił się w III w. n.e. (Brzozowski i in., 1993).

Największą miejscowością na omawianym terenie są Suwałki. Miasto powstało z osady założonej w XVII w. przez zakon kamedułów z pobliskiego klasztoru w Wigrach. Prawa miejskie uzyskało w 1720 r. W centrum zachował się historyczny układ urbanistyczny miasta z XVIII–XIX w. rozciągający się wzdłuż głównej arterii komunikacyjnej – ul. T. Kościuszki. Znajduje się tutaj około 70 budynków pochodzących z XIX w., wzniesionych w stylu neoklasycejskim. Wśród nich są obiekty architektury monumentalnej: świątynie, gmachy urzędów i obiektów użyteczności publicznej oraz dwukondygnacyjne kamienice mieszczące. Na szczególną uwagę zasługują: kontrkatedra pw. św. Aleksandra (wybudowana w latach 1820–1828), kościół ewangelicko-augsburski pw. św. Trójcy (1841 r.), kościół pw. Najświętszego Serca Jezusa wzniesiony jako cerkiew prawosławna (1838–1840 r.), zespół ratusza. W centrum miasta znajduje się zabytkowy Park Konstytucji 3 Maja, który powstał na początku XIX w. na miejscu rynku oraz przykościelnego cmentarza. Układ alejek i zieleni tworzony był w stylu angielskim. W 1923 roku, w rocznicę uchwalenia Konstytucji 3 Maja, w parku posadzono Dąb Wolności.

Poza zespołem staromiejskim znajdują się następujące obiekty zabytkowe: cerkiew prawosławna – obecnie kościół śś. Piotra i Pawła (1900 r.), molenna starowierców – drewniana świątynia zbudowana w latach 1909–1912, zabudowania browaru z końca XIX w. (użytkowane do dziś), dworzec kolejowy z II połowy XIX w., zespół elektrowni miejskiej (budynek elektrowni, wieża ciśnień, budynek stacji pomp, kanał wodny) przy ul. Sejneńskiej oraz zespół koszar z przełomu XIX i XX w. (budynki koszarowe znajdują się przy ulicach: 23 Października, Pułaskiego, Sejneńskiej, Wojska Polskiego). Koszary są miejscem, z którego w 1939 r. wyruszyła na wojnę Suwalska Brygada Kawalerii pod dowództwem gen. Z. Podhorskiego. Zakończyła ona swój szlak bojowy w bitwie pod Kockiem 6 października 1939 roku. W budynku koszarowym przy ul. Wojska Polskiego obecnie mieści się Muzeum Historii i Tradycji Żołnierzy Suwalszczyzny.

Ochroną konserwatorską objęto również zespół cmentarzy: rzymsko-katolickiego, ewangelickiego, prawosławnego, żydowskiego i mahometańskiego, mieszczący się w zachodniej części miasta. Na cmentarzu katolickim na uwagę zasługuje murowana kaplica pod wezwaniem Przemienienia Pańskiego z 1854 r. W starszej części cmentarza można odnaleźć wiele ciekawych grobowców i figur nagrobnych (najstarszy nagrobek pochodzi z 1836 r.). Na cmentarzu prawosławnym stoi niewielka, drewniana cerkiew z początku XX w. Cmentarz żydowski (z 1825 r.) został ostatnio uporządkowany i częściowo zrekonstruowany po dewastacji wojennej. Za cmentarzem żydowskim jest położony niewielki cmentarz mahometański z kilkoma grobami Tatarów polskich, mieszkających przed laty w Suwałkach.

Za obiekt zabytkowy uznano także zespół leśnej kolei wąskotorowej (torowisko z mostami i przepustami o prześwicie 600 mm, parowozownia, zakłady naprawcze, dyspozytornia) od stacji Płociczno do szosy Sejny–Augustów) pochodzący z lat trzydziestych XX w.

W Koniechorze warto obejrzeć relikwiny dawnego zespołu dworsko-folwarczno-ogrodowego. W parku, o powierzchni 2,56 ha występują 24 gatunki drzew (m.in. klony, lipy, wiąz, dęby, jesiony, akacje). Zdecydowana większość starych drzew pochodzi z II połowy XIX wieku. W parku stoi dawny dwór rodziny popadający w ruinę.

W Żylinach na uwagę zasługuje drewniany kościół parafialny pw. MB Częstochowskiej wraz z dzwonnica wzniesiony w 1926 r.

Na omawianym obszarze miało miejsce wiele bitew i wydarzeń historycznych związanych z I i II wojną światową. Wydarzenia z tamtych lat upamiętniają, zaznaczone na mapie pomniki. Z okresu I wojny światowej pochodzą zabytkowe cmentarze żołnierzy niemieckich i rosyjskich zlokalizowane w miejscowościach: Maryna i Płociczno-Osiedle. Obiekty te są objęte ochroną konserwatorską.

Ponadto jest tutaj wiele miejsc pamięci związanych z okresem II wojny światowej. W lesie na północ od Suwałk znajduje się cmentarz wojenny żołnierzy radzieckich oraz dwie zbiorowe mogiły członków ruchu oporu. Mogiły i cmentarz wpisane są do rejestru zabytków. W Parku Konstytucji 3 Maja, w centrum Suwałk na głazie umieszczono tablicę poświęconą Suwalczanom poległym i zamordowanym przez hitlerowców. Na skwerze przy ulicy Sejneńskiej stoi pomnik ufundowany przez społeczeństwo Synom Suwalszczyzny poległym w bitwach II wojny światowej. Po północnej stronie drogi z Suwałk do Krasnopola zlokalizowana jest zbiorowa mogiła 16 członków ruchu oporu zamordowanych przez hitlerowców w 1944 r. Na cmentarzu parafialnym przy ulicy Bakalarzewskiej znajduje się kwatera żołnierzy polskich poległych w walce o wolność.

XIII. Podsumowanie

Teren arkusza Suwałki posiada walory przyrodniczo-krajobrazowe znaczące w skali regionalnej i krajowej. Lasy zajmują około 17% powierzchni arkusza, a obszary prawnie chronione stanowią około 40% powierzchni arkusza. Znajdują się tu fragmenty trzech obszarów chronionego krajobrazu (OChK Puszcza i Jeziora Augustowskie, OChK Dolina Rospudy, OChK Pojezierze Północnej Suwalszczyzny), fragment Wigierskiego Parku Narodowego, jeden rezerwat, 37 pomników przyrody i jedno stanowisko dokumentacyjne. Walory przyrodniczo-krajobrazowe omawianego terenu doceniono w systemie NATURA 2000 i ECONET, dotyczących waloryzacji i ochrony środowiska w nawiązaniu do standardów europejskich.

Omawiany obszar ma charakter rolniczo-leśny. Lasy przeważają w południowej i północno-wschodniej części arkusza. Korzystne warunki do uprawy rolnictwa istnieją na niezalesionej zachodniej i środkowej części obszaru arkusza. Dominującą rolę odgrywa tutaj rolnictwo ukierunkowane na wysoką jakość produktów rolnych oraz hodowla bydła i trzody chlewnej. Gleby o wysokich klasach bonitacyjnych zajmują znaczne powierzchnie.

Uwzględniając powyższe uwarunkowania, można stwierdzić, że szansą dla tego rejonu powinien być dalszy rozwój rolnictwa, zwłaszcza w zakresie produkcji zdrowej żywności.

W ramach niniejszego opracowania przedstawiono stan bazy surowcowej na obszarze arkusza Suwałki. Aktualnie obejmuje ona 78 udokumentowanych złóż piasków i żwirów. Wśród tych złóż jest 40 złóż małych (o zasobach do 1 mln ton), 30 złóż średnich (o zasobach 1–10 mln ton) i 8 złóż dużych (o zasobach powyżej 10 mln ton).

Siedem złóż uznano za konfliktowe ze względu na usytuowanie w granicach obszaru Natura 2000 bądź Otuliny Wigierskiego Parku Narodowego, bezpośrednie sąsiedztwo strefy ochrony pośredniej komunalnego ujęcia wody podziemnej w Suwałkach lub też ogólną uciążliwość dla środowiska. Jedno złożo zaliczono do złóż bardzo konfliktowych ze względu na konflikt zagospodarowania terenu i ochronę wód podziemnych: całe złożo położone jest w strefie ochrony pośredniej komunalnego ujęcia wody podziemnej w Suwałkach, a na jego obszarze zlokalizowane są studnie tego ujęcia wraz z ich strefami ochrony bezpośredniej. Pozostałe 70 złóż zaliczono do złóż małokonfliktowych.

Aktualnie koncesjonowana eksploatacja prowadzona jest z 28 złóż, spośród których trzy złoża eksploatowane są okresowo. Ponadto, w latach 2009–2011 wydano koncesje na eksploatację 13 złóż, ale Użytkownicy nie rozpoczęli jeszcze wydobywania. 12 złóż to złoża zaniechane, a 25 – złoża niezagospodarowane, dla których nie wnioskowano o wydanie koncesji.

Na obszarze arkusza istnieje możliwość powiększenia bazy surowcowej poprzez udokumentowanie nowych złóż piasków i żwirów w wyznaczonym jednym obszarze prognostycznym i kilku obszarach perspektywicznych. Kruszywo naturalne, występujące w udokumentowanych złożach, a także w obszarach prognostycznych i perspektywicznych, będzie stanowić doskonałą bazę surowcową w przypadku zwiększonego zapotrzebowania na tę kopalinę, w związku z budową projektowanej drogi szybkiego ruchu Via–Baltica (S 8), przebiegającej przez obszar arkusza Suwałki. Na omawianym obszarze wyznaczono także 4 obszary perspektywiczne ilów ceramiki budowlanej.

Na powierzchni terenu objętego arkuszem Suwałki nie występują osady, które spełniałyby kryteria izolacyjności przyjęte dla składowania odpadów komunalnych.

Na mapie wskazano jedynie obszary rekomendowane do składowania odpadów obojętnych. Naturalną barierę geologiczną tworzą gliny zwałowe dwóch zlodowaceń – południowo- i północnopolskiego oraz ility i mułki zastoiskowe na glinach zlodowacenia północnopolskiego. Obszary wytypowano na terenie gmin: Suwałki, Raczki, Bakalarzewo, Jeleniewo oraz Filipów i Szypliszki (obszary o niewielkiej powierzchni). W razie konieczności budowy składowiska odpadów komunalnych można dodatkowo rozpoznać obszary wskazane w rejonie Taciewa, gdzie gliny zlodowaceń północno- i południowopolskiego mogą tworzyć wspólny pakiet o miąższości około 85 m.

Najbardziej korzystne warunki hydrogeologiczne mają obszary wskazane w północno-zachodniej części analizowanego terenu. Stopień zagrożenia wód poziomów użytkowych określono tu na bardzo niski. Pozostałe obszary wytypowano na terenach o średniej odporności poziomu użytkowego, stopień zagrożenia wód jest średni.

Na składowiska odpadów, po zakończonej eksploatacji, można przeznaczyć wyrobiska złóż kruszyw naturalnych „Biała Woda III”, „Kuków III”, „Kuków Folwark V” i „Dubowo Drugie II”.

Należy podkreślić, że decyzję o lokalizacji składowisk odpadów każdorazowo musi poprzedzić rozpoznanie geologiczno-inżynierskie i hydrogeologiczne miejsca planowanej inwestycji.

Warunki podłoża budowlanego na obszarze arkusza są bardzo zróżnicowane i zależne są przede wszystkim od głębokości zwierciadła wody, rodzaju gruntów oraz spadków terenu. Do obszarów korzystnych dla budownictwa należą obszary występowania osadów sandrowych rozciągające się w środkowej części obszaru arkusza, rejonie Suwałk (sandr suwalsko-augustowski) oraz w południowo-zachodniej – wzdłuż rzeki Rospudy (sandr Rospudy). Natomiast warunki niekorzystne związane są z lokalnymi obniżeniami terenu, w których dominują grunty plastyczne i organiczne. Na wysoczyźnie morenowej utrudnienia dla budownictwa stwarza duże zróżnicowanie powierzchni terenu oraz występowanie form o pochodzeniu glacitektonicznym, mających często niestabilną budowę wewnętrzną. Formy takie są predysponowane do powstawania zjawisk geodynamicznych.

Wody podziemne na terenie arkusza są eksploatowane wyłącznie z piętra czwartorzędowego. Wody z głównego użytkowego poziomu wodonośnego, ze względu na zbyt dużą zawartość żelaza i manganu, są średniej jakości i wymagają prostego uzdatniania. Wydajności pojedynczych studni są dosyć zróżnicowane, często przekraczają 100 m³/h. Podstawą zaopatrzenia ludności w wodę są komunalne ujęcia miejskie i wiejskie, dosyć równomiernie zlokalizowane na omawianym obszarze. Ludność wiejska zaopatruje się w wodę także ze studni

kopanych, którymi ujmowane są wody przede wszystkim z pierwszego od powierzchni terenu poziomu wodonośnego.

Za atrakcje turystyczne można uznać kompleksy leśne, zabytki Suwałk oraz jeziora. W połączeniu z brakiem uciążliwego przemysłu i czystym powietrzem (tzw. Zielone Płuca Polski i Europy) stwarza to znakomite warunki do rozwoju turystyki i agroturystyki.

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.
- BALZAM H., 1965 – Aneks do dokumentacji geologicznej złoża pospółki w Suwałkach (w kategorii B+C₁). *Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.*
- BAŁUK A., UBERNA T., 1967 – Opracowanie podstaw geologicznych dla poszukiwań większych złóż ilastych surowców ceramiki budowlanej na obszarze województwa białostockiego. *Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.*
- BARAŃSKI P., TOŁKANOWICZ E., 1993 – Surowce skalne Suwalszczyzny. *Przew. LXIV Zjazdu Pol. Tow. Geol. na Ziemi Suwalskiej (9–12 września 1993).* Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- BER A., 1974 – Czwartorzęd Pojezierza Suwalskiego. *Biul. Inst. Geol. nr 269, t. 15.*
- BER A., 1990a – Szczegółowa mapa geologiczna Polski w skali 1:50 000, ark. Suwałki. *Wyd. Geol., Warszawa.*
- BER A., 1990b – Objaśnienia do szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1:50 000, ark. Suwałki. *Wyd. Geol., Warszawa.*
- BER A., 2000 – Plejstocen Polski północno-wschodniej w nawiązaniu do głębszego podłoża i obszarów sąsiednich. *Prace Państw. Inst. Geol., nr CLXX, Warszawa.*
- BIRCH G., SIAKA M., OWENS C., 2001 – The source of anthropogenic heavy metals in fluvial sediments of a rural catchment: Coxs River, Australia. *Water, Air & Soil Pollution*, 126 (1-2): 13-35.
- BOJAKOWSKA I., SOKOŁOWSKA G., 1996 – Heavy metals in the Bystrzyca river flood plain. *Geological Quarterly*, 40 (3): 467-480.
- BOJAKOWSKA I., SOKOŁOWSKA G., LEWANDOWSKI P., 1996 – Metale ciężkie w glebach tarasów zalewowych Pisi. *Prz. Geol.* 44 (1): 75-77.

- 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.
- BRZOZOWSKI J., IWANOWSKA G., OKULICZ-KOZARYN J., SIEMASZKO J., 1993 – Dzieje zasiedlenia Suwalszczyzny od epoki kamienia do wczesnego średniowiecza. Przew. LXIV Zjazdu Pol. Tow. Geol. na Ziemi Suwalskiej (9–12 września 1993). Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- BURS P., 2008 – Dokumentacja geologiczna złoża kruszywa naturalnego „Turówka Stara” w kategorii C₂, gmina Suwałki. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- CECKOWSKI T., 2011a – Dodatek nr 1 do dokumentacji geologicznej w kategorii C₁ złoża kruszywa naturalnego „Kuków – Korkliny”, gmina Suwałki. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- CECKOWSKI T., 2011b – Dodatek nr 1 do dokumentacji geologicznej w kategorii C₁ złoża kruszywa naturalnego „Kuków – Korkliny pole B”, gmina Suwałki. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- CECKOWSKI T., 2011c – Dokumentacja geologiczna w kategorii C₁ złoża piasku ze żwirem „Dubowo Drugie IV”. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- CECKOWSKI T., 2011d – Dokumentacja geologiczna w kategorii C₁ złoża piasku ze żwirem „Korkliny III”, gmina Suwałki. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- CECKOWSKI T., 2011e – Dokumentacja geologiczna w kategorii C₁ złoża piasku ze żwirem „Zielone Kamedulskie IV”. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- CECKOWSKI T., TATARATA M., 2007a – Dokumentacja geologiczna w kategorii C₁ złoża piasku ze żwirem „Bród Nowy II”. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- CECKOWSKI T., TATARATA M., 2007b – Dokumentacja geologiczna w kategorii C₁ złoża piasku ze żwirem „Kuków Folwark II”, gmina Suwałki. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- CECKOWSKI T., TATARATA M., 2007c – Dokumentacja geologiczna w kategorii C₁ złoża piasku ze żwirem „Kuków IV”, gmina Suwałki. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- CECKOWSKI T., TATARATA M., 2007d – Dokumentacja geologiczna w kategorii C₁ złoża piasku ze żwirem „Sobolewo II”, gmina Suwałki. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.

- CECKOWSKI T., TATARATA M., 2008a – Dodatek nr 1 do dokumentacji geologicznej w kategorii B+C₁ złoża kruszywa naturalnego „Potasznia I”. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- CECKOWSKI T., TATARATA M., 2008b – Dodatek nr 1 do dokumentacji geologicznej w kategorii C₁ złoża kruszywa naturalnego „Turówka Nowa”, gmina Suwałki. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- CECKOWSKI T., TATARATA M., 2008c – Dodatek nr 7 do sprawozdania z badań geologicznych w kategorii C₂ złoża kruszywa naturalnego „Potasznia”. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- CECKOWSKI T., TATARATA M., 2008d – Dokumentacja geologiczna w kategorii C₁ złoża piasku ze żwirem „Kuków Folwark III”, gmina Suwałki. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- CECKOWSKI T., TATARATA M., 2008e – Dokumentacja geologiczna w kategorii C₁ złoża piasku ze żwirem „Kuków Folwark IV”, gmina Suwałki. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- CECKOWSKI T., TATARATA M., 2008f – Dokumentacja geologiczna w kategorii C₁ złoża piasku ze żwirem „Kuków VI”, gmina Suwałki. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- CECKOWSKI T., TATARATA M., 2008g – Dokumentacja geologiczna w kategorii C₁ złoża piasku ze żwirem „Zielone Kamedulskie”, gmina Suwałki. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- CECKOWSKI T., TATARATA M., 2008h – Dokumentacja geologiczna w kategorii C₁ złoża piasku ze żwirem „Zielone Kamedulskie 3”, gmina Suwałki. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- CECKOWSKI T., TATARATA M., 2009a – Dokumentacja geologiczna w kategorii C₁ złoża piasku ze żwirem „Biała Woda V”. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- CECKOWSKI T., TATARATA M., 2009b – Dokumentacja geologiczna w kategorii C₁ złoża piasku ze żwirem „Biała Woda VII”. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- CECKOWSKI T., TATARATA M., 2009c – Dokumentacja geologiczna w kategorii C₁ złoża piasku ze żwirem „Bród Nowy IV”. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.

- CECKOWSKI T., TATARATA M., 2009d – Dokumentacja geologiczna w kategorii C₁ złoża piasku ze żwirem „Bród Nowy VI”. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- CECKOWSKI T., TATARATA M., 2009e – Dokumentacja geologiczna w kategorii C₁ złoża piasku ze żwirem „Dubowo Drugie III”. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- CECKOWSKI T., TATARATA M., 2009f – Dokumentacja geologiczna w kategorii C₁ złoża piasku ze żwirem „Kuków V”, gmina Suwałki. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- CECKOWSKI T., TATARATA M., 2009g – Dokumentacja geologiczna w kategorii C₁ złoża piasku ze żwirem „Kuków VIII”, gmina Suwałki. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- CECKOWSKI T., TATARATA M., 2009h – Dokumentacja geologiczna w kategorii C₁ złoża piasku ze żwirem „Osowa II”, gmina Suwałki. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- CECKOWSKI T., TATARATA M., 2009i – Dokumentacja geologiczna w kategorii C₁ złoża piasku ze żwirem „Trzcień”, gmina Suwałki. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- CECKOWSKI T., TATARATA M., 2010a – Dokumentacja geologiczna w kategorii C₁ złoża piasku „Chodźki”. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- CECKOWSKI T., TATARATA M., 2010b – Dokumentacja geologiczna w kategorii C₁ złoża piasku ze żwirem „Korkliny IV”, gmina Suwałki. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- CECKOWSKI T., TATARATA M., 2010c – Dokumentacja geologiczna w kategorii C₁ złoża piasku ze żwirem „Kuków X”, gmina Suwałki. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- CECKOWSKI T., TATARATA M., 2010d – Dokumentacja geologiczna w kategorii C₁ złoża kruszywa naturalnego „Kuków – Korkliny pole B”, gmina Suwałki. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- CECKOWSKI T., TATARATA M., 2010e – Dokumentacja geologiczna w kategorii C₁ złoża piasku ze żwirem „Osowa III”, gmina Suwałki. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.

- CECKOWSKI T., TATARATA M., 2011a – Dodatek nr 1 do dokumentacji geologicznej w kategorii C₁ złoża kruszywa naturalnego „Kuków II”, gmina Suwałki. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- CECKOWSKI T., TATARATA M., 2011b – Dokumentacja geologiczna w kategorii C₁ złoża piasku ze żwirem „Kuków Folwark VI”, gmina Suwałki. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- CECKOWSKI T., TATARATA M., 2011c – Dokumentacja geologiczna w kategorii C₁ złoża piasku ze żwirem „Trzciane II”, gmina Suwałki. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- CECKOWSKI T., TATARATA M., 2011d – Dokumentacja geologiczna w kategorii C₁ złoża piasku ze żwirem „Zielone Kamedulskie V”. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- CHOIŃSKI A., 1991 – Katalog jezior Polski. Część druga: Pojezierze Mazurskie. Wyd. Nauk. UAM, Poznań.
- DATA I., MACHELSKI A., 1979 – Karta rejestracyjna złoża kruszywa naturalnego (żwir z piaskiem) „Suwałki”. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- DĄBROWSKI T., 1987 – Dodatek nr 3 „Sobolewo B – północ”, w kategorii C₂, C₁+B, do dokumentacji geologicznej złoża kruszywa naturalnego „Sobolewo – Krzywe”. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- GABLER H., SCHNEIDER J., 2000 – Assessment of heavy metal contamination of floodplain soils due to mining and mineral processing in the Harz Mountains, Germany. *Environmental Geology* 39 (7): 774-781.
- GOCHT T., MOLDENHAUER K. M., PÜTTMANN W., 2001 – Historical record of polycyclic aromatic hydro-carbons (PAH) and heavy metals in floodplain sediments from the Rhine River (Hessische Ried, Germany). *Applied Geochemistry* 16: 1707-1721.
- GRABOWSKI D. (red.), KRZYWICKI T., CZARNOGÓRSKA M., FRANKIEWICZ A., 2007 – System Osłony Przeciwsuwiskowej. Etap I: Mapa osuwisk i obszarów predysponowanych do występowania ruchów masowych w województwie podlaskim. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- HARAT J., TATARATA M., 2000 – Dokumentacja geologiczna uproszczona w kategorii C₁ złoża kruszywa naturalnego „Bród Nowy”. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.

- HARAT J., TATARATA M., 2005 – Dokumentacja hydrogeologiczna ustalająca zasoby eksploatacyjne ujęcia wody podziemnej (st. nr 1 i 2) dla potrzeb wodociągu wiejskiego w miejscowości Turówka Stara, gmina Suwałki. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- HARAT J., TATARATA M., 2006a – Dodatek nr 1 do dokumentacji geologicznej w kategorii C₁ złoża kruszywa naturalnego „Kuków Folwark”, gmina Suwałki. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- HARAT J., TATARATA M., 2006b – Dokumentacja geologiczna w kategorii C₁ złoża kruszywa naturalnego „Suwałki VI”, gmina Suwałki. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- HARAT J., TATARATA M., 2006c – Dokumentacja geologiczna w kategorii C₁ złoża kruszywa naturalnego „Turówka Nowa”, gmina Suwałki. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- HOWSAM M., JONES K., 1998 – Sources of PAHs in the environment. In: *PAHs and related compounds*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 137-174.
- Instrukcja** opracowania Mapy geośrodowiskowej Polski w skali 1:50 000, 2005. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- JANICKI T., 2008a – Dodatek nr 1 do dokumentacji geologicznej złoża kruszywa naturalnego „Potasznia II” w kategorii C₂+C₁+B. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- JANICKI T., 2008b – Dokumentacja geologiczna złoża kruszywa naturalnego „Potasznia II-1” w kategorii C₁+B, gmina Suwałki. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- JÓRCZAK W., 1966 – Dokumentacja geologiczna w kategorii C₂ złoża kruszywa naturalnego i surowca dla kruszywa łamanego „Krzywólka II”. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- JÓRCZAK W., 1967 – Dokumentacja geologiczna w kategorii C₂ złoża kruszywa naturalnego (pospółki) w rejonie „Sobolewo–Krzywe”, obszary: „Krzywe”, „Sobolewo A”, „Sobolewo B”. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- JÓRCZAK W., 1969 – Dodatek do dokumentacji geologicznej w kategorii C₁+B złoża kruszywa naturalnego „Sobolewo – Krzywe” (obszar „Sobolewo B – północ”). Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.

- JÓRCZAK W., 1971 – Dodatek nr 2 do dokumentacji geologicznej złoża kruszywa naturalnego „Sobolewo – Krzywe”, obszar „Sobolewo B – północ”, kategoria C₁+B. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- JUSKOWIAK O., 1993 – Skały podłoża krystalicznego platformy wschodnioeuropejskiej w rejonie suwalskim. Przew. LXIV Zjazdu Pol. Tow. Geol. na Ziemi Suwalskiej (9–12 września 1993). Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- KLECZKOWSKI A.S. (red.), 1990 – Mapa obszarów głównych zbiorników wód podziemnych (GZWP) w Polsce wymagających szczególnej ochrony w skali 1:500 000. AGH, Kraków.
- KOCISZEWSKA-MUSIAŁ G., 1978 – Czwartorzędowe surowce okruczowe Suwalszczyzny na tle budowy geologicznej. Prace Muzeum Ziemi 29. Warszawa.
- KONDRACKI J., 2002 – Geografia regionalna Polski. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa.
- KOZYDRA Z., 1966 – Przeglądowa Mapa Surowców Skalnych Polski 1:300 000, ark. Suwałki. Warszawa.
- KRZYWICKI T., 1987 – Objaśnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1:50 000, arkusze Żytkiejmy, Filipów. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- KUBICKI S., RYKA W., 1982 – Atlas geologiczny podłoża krystalicznego polskiej części platformy wschodnioeuropejskiej. Inst. Geol., Warszawa.
- KUCZYŃSKI A., 1999a – Dodatek nr 6 do dokumentacji geologicznej w kategorii C₂ złoża kruszywa naturalnego „Potasznia”, w związku z udokumentowaniem złoża „Kuków II” w kategorii C₁ (w jednej teczce z Uproszczoną dokumentacją geologiczną w kategorii C₁ złoża kruszywa naturalnego „Kuków II”). Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- KUCZYŃSKI A., 1999b – Uproszczona dokumentacja geologiczna w kategorii C₁ złoża kruszywa naturalnego „Kuków II”, gmina Suwałki. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- KUCZYŃSKI A., 2000 – Dodatek nr 1 do dokumentacji geologicznej złoża kruszywa naturalnego (pospółki) dla celów drogowych w kategorii C₁ z rozpoznaniem jakości w kategorii B „Sobolewo A”. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- KUCZYŃSKI A., 2001a – Uproszczona dokumentacja geologiczna w kategorii C₁ złoża kruszywa naturalnego „Biała Woda II”. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.

- KUCZYŃSKI A., 2001b – Uproszczona dokumentacja geologiczna złoża kruszywa naturalnego „Biała Woda I” w kategorii C₁. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- KUCZYŃSKI A., 2002a – Dodatek nr 2 do dokumentacji geologicznej złoża kruszywa naturalnego (pospółki) dla celów drogowych w kategorii C₁ z rozpoznaniem jakości w kategorii B „Sobolewo A”. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- KUCZYŃSKI A., 2002b – Dokumentacja geologiczna złoża kruszywa naturalnego „Sobolewo A – pole II” w kategorii C₁ z rozpoznaniem jakości w kategorii B. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- KUCZYŃSKI A., 2002c – Dokumentacja geologiczna złoża piasku ze żwirem „Bród Nowy I” w kategorii C₁. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- KUCZYŃSKI A., 2003a – Dodatek nr 1 do uproszczonej dokumentacji geologicznej złoża kruszywa naturalnego „Bród Nowy”. w kategorii C₁, w związku z wyczerpaniem zasobów złoża z tytułu wydobywania i strat. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- KUCZYŃSKI A., 2003b – Dokumentacja geologiczna złoża kruszywa naturalnego „Krzywe I”. w kategorii C₁. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- KUCZYŃSKI A., 2004 – Dokumentacja geologiczna złoża kruszywa naturalnego „Sobolewo C” w kategorii C₁. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- KUCZYŃSKI A., 2006 – Dokumentacja geologiczna złoża piasku ze żwirem „Biała Woda III” w kategorii C₁. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- KUCZYŃSKI A., 2007a – Dodatek nr 1 do dokumentacji geologicznej złoża kruszywa naturalnego „Sobolewo A – pole II” w kategorii C₁, w związku z zakończeniem eksploatacji złoża z tytułu wydobywania. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- KUCZYŃSKI A., 2007b – Dokumentacja geologiczna złoża piasku ze żwirem „Bród Nowy III” w kategorii C₁. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- KUCZYŃSKI A., 2008a – Dokumentacja geologiczna złoża piasku ze żwirem „Biała Woda VI” w kategorii C₁. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- KUCZYŃSKI A., 2008b – Dokumentacja geologiczna złoża piasku ze żwirem „Kuków VII” w kategorii C₁, gmina Suwałki. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- KUCZYŃSKI A., 2008c – Dokumentacja geologiczna złoża piasku ze żwirem „Przebród” w kategorii C₁, gmina Suwałki. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- KUCZYŃSKI A., 2008d – Dokumentacja geologiczna złoża piasku ze żwirem „Przebród I” w kategorii C₁, gmina Suwałki. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.

- KUCZYŃSKI A., 2008e – Dokumentacja geologiczna złoża piasku ze żwirem „Zielone Kamedulskie 2” w kategorii C₁, gmina Suwałki. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- KUCZYŃSKI A., 2009a – Dokumentacja geologiczna złoża piasku ze żwirem „Bród Nowy V” w kategorii C₁. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- KUCZYŃSKI A., 2009b – Dokumentacja geologiczna złoża piasku ze żwirem „Kuków Folwark V” w kategorii C₁, gmina Suwałki. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- KUCZYŃSKI A., 2010 – Dodatek nr 1 do dokumentacji geologicznej złoża piasku ze żwirem „Bród Nowy I” w kategorii C₁, w związku z wyczerpaniem zasobów złoża z tytułu wydobycia i strat. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- KUCZYŃSKI A., 2011a – Dodatek nr 2 do uproszczonej dokumentacji geologicznej w kategorii C₁ złoża kruszywa naturalnego „Kuków II” w związku z poszerzeniem obszaru złoża, gmina Suwałki. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- KUCZYŃSKI A., 2011b – Dokumentacja geologiczna złoża piasku ze żwirem „Kuków Folwark IX” w kategorii C₁, gmina Suwałki. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- KUCZYŃSKI A., 2011c – Dokumentacja geologiczna złoża piasku ze żwirem „Kuków IX” w kategorii C₁, gmina Suwałki. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- KUCZYŃSKI A., 2011d – Dokumentacja geologiczna złoża piasku ze żwirem „Kuków XI” w kategorii C₁ gmina Suwałki. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- KUCZYŃSKI A., SZAŁANDA P., 2009 – Dokumentacja geologiczna złoża piasku ze żwirem „Sobolewo C–I” w kategorii C₁. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- KUCZYŃSKI A., SZAŁANDA P., 2010 – Dodatek nr 1 do dokumentacji geologicznej złoża kruszywa naturalnego „Biała Woda I” w kategorii C₁, w związku z wyczerpaniem zasobów złoża z tytułu wydobycia i strat. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- KWATERKIEWICZ A., KOWALEWSKI T., JAWORSKA-SZULC B., 2006 – Dodatek nr 3 do dokumentacji hydrogeologicznej zasobów wód podziemnych z utworów czwartorzędowych w rejonie Suwałk – 1993 r. (temat 27/H/2006). 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*, 126 (3-4): 363-383.

- LIRO A. (red.) i in., 1998 – Strategia wdrażania krajowej sieci ekologicznej ECONET – Polska. Wydawnictwo Fundacji IUCN Poland, Warszawa.
- LIS J., PASIECZNA A., 1995 – Atlas geochemiczny Polski 1:2 500 000. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- LIU H., PROBST A., LIAO B., 2005 – Metal contamination of soils and crops affected by the Chenzhou lead/zinc mine spill (Hunan, China). *Sci Total Environ*, 339 (1-3): 153-166.
- MACDONALD D., INGERSOLL C., BERGER T., 2000 – Development and Evaluation of consensus-based Sediment Development and evaluation of consensus-based sediment quality guidelines for freshwater ecosystems. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 39: 20-31.
- MAKOWIECKI G., 2000a – Dodatek nr 1 do dokumentacji geologicznej złoża kruszywa naturalnego „Krzywólka–Suwałki”. *Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa*.
- MAKOWIECKI G., 2000b – Dodatek nr 4 w kategorii C₁+B do dokumentacji geologicznej złoża kruszywa naturalnego „Sobolewo – Krzywe”, obszar „Sobolewo B”. *Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa*.
- MARKS L., BER A., GOGOŁEK W., PIOTROWSKA K., (red.), 2006 – Mapa geologiczna Polski w skali 1: 500 000. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- MARUSZCZAK T., SOŻYŃSKI W., 1980 – Karta rejestracyjna złoża kruszywa naturalnego „Biała Woda”. *Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa*.
- MAZUR M. J., 2008 – Dokumentacja geologiczna złoża kruszywa naturalnego „Biała Woda IV” w kategorii C₁. *Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa*.
- MAZUR M. J., 2010a – Dodatek nr 1 do dokumentacji geologicznej złoża kruszywa naturalnego „Biała Woda IV” w kategorii C₁. *Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa*.
- MAZUR M. J., 2010b – Dokumentacja geologiczna złoża kruszywa naturalnego „Biała Woda IV–1” w kategorii C₁. *Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa*.
- MAZUR M. J., 2010c – Dokumentacja geologiczna złoża kruszywa naturalnego „Biała Woda IV–2” w kategorii C₁. *Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa*.
- MAZUR M. J., 2010d – Dokumentacja geologiczna złoża kruszywa naturalnego „Biała Woda IV–3” w kategorii C₁. *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*, 125, (1-4): 201-230.
- MICHALAK Z., JOCHEMCZAK W., 1980a – Dodatek nr 3 do sprawozdania z badań geologicznych złoża kruszywa naturalnego (stopień rozpoznania kategoria C₂) „Potasznia”. *Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol.*, Warszawa.
- MICHALAK Z., JOCHEMCZAK W., 1980b – Dokumentacja geologiczna złoża kruszywa naturalnego (piasku ze żwirem) „Potasznia III”. w kategorii C₁+B. *Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol.*, Warszawa.
- MIDDELKOOP H., 2000 – HEAVY-metal pollution of the river Rhine and Meuse floodplains in the Netherlands. *Geologie en Mijnbouw / Netherlands Journal of Geosciences*, 79 (4): 411-428.
- MILLER J., HUDSON-EDWARDS K., LECHCLER P., PRESTON D., MACKLIN M., 2004 – Heavy metal contamination of water, soil and produce within riverine communities of the Rio Pilcomayo basin, Bolivia. *Sci. Total Environ.*, 320 (2-3):189-209.
- MITRĘGA J., PACZYŃSKI B., 1993 – Hydrogeologia systemu czwartorzędowego Pojezierza Suwalskiego. *Przew. LXIV Zjazdu Pol. Tow. Geol. na Ziemi Suwalskiej (9–12 września 1993)*. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- OLSZEWSKA K., TRZEPLA M., DROZD M., 2006 – Mapa geologiczno-gospodarcza Polski w skali 1:50 000, arkusz Suwałki (108). Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- OSTRZYŻEK S., DEMBEK W., 1996 – Zlokalizowanie i charakterystyka złóż torfowych w Polsce spełniających kryteria potencjalnej bazy zasobowej z ustaleniem i uwzględnieniem wymogów związanych z ochroną i kształtowaniem środowiska. *Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol.*, Warszawa.
- PACZYŃSKI B., (red.), 1995 – Atlas hydrogeologiczny Polski w skali 1:500 000. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- PACZYŃSKI B., SADURSKI A. (red.), 2007 – Hydrogeologia regionalna Polski. Tom 1. Wody słodkie. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- POPRAWSKI Z., 1971 – Dokumentacja geologiczna złoża kruszywa naturalnego (pospółki) dla celów drogowych w kategorii C₁ z rozpoznaniem jakości w kategorii B „Sobolewo A”. *Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol.*, Warszawa.

- PULFORD I., MACKENZIE A., DONATELLO S., HASTINGS L., 2009 – Source term characterisation using concentration trends and geochemical associations of Pb and Zn in river sediments in the vicinity of a disused mine site: implications for contaminant metal dispersion processes. *Environmental Pollution*, 157 (5): 1649-1656.
- RAMAMOORTHY S., RAMAMOORTHY S., 1997 – Chlorinated organic compounds in the Environment. Lewis Publishers.
- Raport** o stanie środowiska województwa podlaskiego w latach 2009–2010. Biblioteka Monitoringu Środowiska, 2011, WIOŚ, Białystok.
- REISS D., RIHM B., THÖNI C., FALLER M., 2004 – Mapping stock at risk and release of zinc and copper in Switzerland – dose response functions for runoff rates derived from corrosion rate data. *Water, Air, and Soil Pollution*, 159: 101-113.
- ROCHER V., AZIMI S., GASPERI J., BEUVIN L., MULLER M., MOILLERON R., CHEBBO G., 2004 – Hydrocarbons and metals in atmospheric deposition and roof runoff in Central Paris. *Water, Air, & Soil Pollution*, 159: 67-86.
- Rozporządzenie** Ministra Środowiska z 16.04.2002 r. w sprawie rodzajów oraz stężeń substancji, które powodują, że urobek jest zanieczyszczony. DzU nr 55, poz. 498.
- Rozporządzenie** Ministra Środowiska z 09.09.2002 r. w sprawie standardów jakości gleby oraz standardów jakości ziemi. DzU nr 165, poz. 1359.
- Rozporządzenie** Ministra Środowiska z 24.03.2003 r. w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących lokalizacji, budowy, eksploatacji i zamknięcia, jakim powinny odpowiadać poszczególne typy składowisk odpadów, wraz ze zmianą z 26.02.2009 r. DzU z 2003 r.: nr 61, poz. 549 i z 2009 r.: nr 39, poz. 320.
- Rozporządzenie** Ministra Środowiska z 20.08.2008 r. w sprawie sposobu klasyfikacji stanu jednolitych części wód powierzchniowych. DzU nr 162, poz. 1008.
- Rozporządzenie** nr 1/2010 Dyrektora Regionalnego Zarządu Gospodarki Wodnej w Warszawie z 27.05.2010 r. w sprawie ustanowienia strefy ochronnej komunalnego ujęcia wody podziemnej w Suwałkach. DzUrz Woj. Podl. nr 150, poz. 1904.
- Rozporządzenie** nr 17/05 Wojewody Podlaskiego z 25.02.2005 r. w sprawie Obszaru Chronionego Krajobrazu Dolina Rospudy. DzUrz Woj. Podl. nr 54, poz. 730, wraz z późn. zmianami.
- Rozporządzenie** nr 20/05 Wojewody Podlaskiego z 25.02.2005 r. w sprawie Obszaru Chronionego Krajobrazu Pojezierze Północnej Suwalszczyzny. DzUrz Woj. Podl. nr 54, poz. 733, wraz z późn. zmianami.

- Rozporządzenie** nr 21/05 Wojewody Podlaskiego z 25.02.2005 r. w sprawie Obszaru Chronionego Krajobrazu Puszcza i Jeziora Augustowskie. DzUrz Woj. Podl. nr 54, poz. 734, wraz z późn. zmianami.
- Rozporządzenie** Rady Ministrów z 27.06.1988 r. w sprawie utworzenia Wigierskiego Parku Narodowego. DzU nr 25, poz. 173.
- Rozporządzenie** Rady Ministrów z 06.03.1997 r. w sprawie Wigierskiego Parku Narodowego. DzU nr 24, poz. 124.
- Rozporządzenie** Rady Ministrów z 14.02.2006 r. w sprawie złóż wód podziemnych zaliczonych do solanek, wód leczniczych i termalnych oraz złóż innych kopalin leczniczych, a także zaliczenia kopalin pospolitych z określonych złóż lub jednostek geologicznych do kopalin podstawowych. DzU nr 32, poz. 220, wraz z późn. zmianami.
- SADOWSKI W., 1979 – Karta rejestracyjna złoża kruszywa naturalnego „Krzywólka III” dla potrzeb budownictwa wiejskiego. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- SADOWSKI W., 1985 – Karta rejestracyjna złoża kruszywa naturalnego „Dubowo II”. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- SADOWSKI W., 1990 – Karta rejestracyjna złoża kruszywa naturalnego „Wychodne” wraz z uproszczonym projektem zagospodarowania złoża dla potrzeb budownictwa gminnego, gmina Suwałki. Centr. Arch. Geol., Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- SADOWSKI W., 1993 – Uproszczona dokumentacja geologiczna w kategorii C₁ złoża kruszywa naturalnego „Suwałki III”. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- SADOWSKI W., 1994 – Uproszczona dokumentacja geologiczna w kategorii C₁ złoża kruszywa naturalnego „Kuków” dla potrzeb budownictwa i drogownictwa gminnego. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- SADOWSKI W., 1997 – Uproszczona dokumentacja geologiczna w kategorii C₁ złoża kruszywa naturalnego „Kuków Folwark”. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
- SADOWSKI W., 2011 – Dokumentacja geologiczna złoża kruszywa naturalnego „Sobolewo III” w kategorii C₁, gmina Suwałki. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- SJÖBLÖM A., HÅKANSSON K., ALLARD B., 2004 – River water metal speciation in a mining region – the influence of wetlands, limning, tributaries, and groundwater. *Water, Air, & Soil Pollution*, 152: 173-194.
- SKURZYŃSKI P., 1994 – Warmia, Mazury, Suwalszczyzna. Wyd. Sport i Turystyka, MUZA S.A., 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.
- SOROKO R., 1961 – Dokumentacja geologiczna złoża pospółki i piasku w Suwałkach (w kategorii C₁). Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- Strona** internetowa MŚ: <http://natura2000.gdos.gov.pl/>.
- 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.
- SZAŁANDA P., 2011 – Dodatek nr 1 do dokumentacji geologicznej złoża kruszywa naturalnego „Sobolewo C”, w kategorii C₁ w związku z wyczerpaniem zasobów złoża z tytułu wydobywania i strat w polach 1, 2a, 2b. Centr. Arch. Geol. 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.
- ŚMIETAŃSKI L., FELTER A., NOWICKI Z., 2004 – Mapa hydrogeologiczna Polski w skali 1:50 000, arkusz Suwałki. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- TATARATA M., 2005 – Dodatek do dokumentacji hydrogeologicznej ustalającej zasoby eksploatacyjne wód podziemnych rejonu Suwałk w zakresie wykonania otworu studziennego nr 2D na terenie ujęcia miejskiego w Suwałkach. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- TATARATA M., 2007a – Dodatek nr 1 do karty rejestracyjnej złoża kruszywa naturalnego „Dubowo II”. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- TATARATA M., 2007b – Dokumentacja geologiczna w kategorii C₁ złoża kruszywa naturalnego „Kuków III”, gmina Suwałki. Centr. Arch. Geol., Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- TATARATA M., HARAT J., 1999a – Dokumentacja geologiczna (forma uproszczona) w kategorii C₁ złoża kruszywa naturalnego „Suwałki IV”. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.

- TATARATA M., HARAT J., 1999b – Dokumentacja geologiczna w kategorii C₁ złoża kruszywa naturalnego „Jasionowo”. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- TATARATA M., HARAT J., 2001 – Dokumentacja geologiczna (forma uproszczona) w kategorii C₁ złoża kruszywa naturalnego „Korkliny”, gmina Suwałki. Centr. Arch. Geol., Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- TATARATA M., HARAT J., 2002 – Dokumentacja geologiczna w kategorii C₁ złoża kruszywa naturalnego „Osowa”. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- TATARATA M., HARAT J., 2004 – Dokumentacja geologiczna w kategorii C₁ złoża kruszywa naturalnego „Kuków–Korkliny”, gmina Suwałki. Centr. Arch. Geol., Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- TATARATA M., HARAT J., 2005a – Dodatek nr 2 do dokumentacji geologicznej w kategorii C₂+C₁+B złoża kruszywa naturalnego „Potasznia III”. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- TATARATA M., HARAT J., 2005b – Dokumentacja geologiczna w kategorii C₁ złoża kruszywa naturalnego „Dubowo Drugie II”. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- TATARATA M., HARAT J., 2006 – Dokumentacja geologiczna w kategorii C₁ złoża kruszywa naturalnego „Korkliny II”, gmina Suwałki. Centr. Arch. Geol., Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- TOŁKANOWICZ E., 1985 – Opracowanie systematyki kruszywa naturalnego i metodyki badań w wybranych rejonach kraju . Rejon sandru suwalskiego. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- TRAWIŃSKA M., 1963 – Dokumentacja geologiczna złoża kruszywa naturalnego w kategorii C₁+B „Suwałki II”. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- TULSKA I., 1969a – Aneks do sprawozdania z badań geologicznych złoża kruszywa naturalnego (stopień rozpoznania kategoria C₂) „Potasznia”. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- TULSKA I., 1969b – Dodatek do dokumentacji geologicznej w kategorii C₂.złoża kruszywa naturalnego i surowca dla kruszywa łamanego „Krzywólka II”. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- TULSKA I., 1969c – Dokumentacja geologiczna w kategorii C₂+C₁+B złoża kruszywa naturalnego „Krzywólka–Suwałki”. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.

- TULSKA I., 1969d – Sprawozdanie z badań geologicznych złoża kruszywa naturalnego (stopień rozpoznania kategoria C₂) „Potasznia”. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- TULSKA I., 1974a – Dodatek nr 2 do sprawozdania z badań geologicznych złoża kruszywa naturalnego (stopień rozpoznania kategoria C₂) „Potasznia”. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- TULSKA I., 1974b – Dokumentacja geologiczna w kategorii C₁+B złoża kruszywa naturalnego „Potasznia I”. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- TULSKA I., 1980a – Dodatek nr 4 do sprawozdania z badań geologicznych złoża kruszywa naturalnego (stopień rozpoznania kategoria C₂) „Potasznia”. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- TULSKA I., 1980b – Dokumentacja geologiczna w kategorii C₂+C₁+B złoża kruszywa naturalnego „Potasznia II”. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- TULSKA I., 1981a – Dodatek do dokumentacji geologicznej w kategorii C₁+B, z rozpoznaniem w kategorii C₂ II poziomu eksploatacyjnego złoża kruszywa naturalnego „Potasznia III”. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- TULSKA I., 1981b – Dodatek nr 5 do sprawozdania z badań geologicznych złoża kruszywa naturalnego (stopień rozpoznania kategoria C₂) „Potasznia”. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- Ustawa** z 27.04.2001 r. o odpadach (tekst jednolity z 2010 r.). DzU nr 185, poz. 1243.
- Ustawa** z 05.01.2011 r. o zmianie ustawy – Prawo wodne oraz niektórych innych ustaw. DzU nr 32, poz. 159.
- 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.
- WAGNER J., 1966 – Dokumentacja geologiczna w kategorii C₁+B złoża kruszywa naturalnego „Krzywólka”. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- WALENDZIUK A., 1987 – Sprawozdanie z prac geologiczno-poszukiwawczych za kruszywem naturalnym „Choćki”. Arch. Geol. Podlaskiego Urzędu Marszałkowskiego, Białystok.
- WENG H., CHEN X., 2000 – Impact of polluted canal water on adjacent soil and groundwater systems. *Environmental Geology*, 39 (8): 945-950.

WILDI W., DOMINIK J., LOIZEAU J., THOMAS R. FAVARGER P. HALLER L.,
PERROUD A., PEYTREMANN C., 2004 – River, reservoir and lake sediment con-
tamination by heavy metals downstream from urban areas of Switzerland. *Lakes &
Reservoirs: Research & Management*, 9 (1): 75-87.

WOŚ A., 1999 – *Klimat Polski*. PWN. Warszawa.

Zasady dokumentowania złóż kopalin stałych, 2002, Ministerstwo Środowiska, Warszawa.

ZIELIŃSKI T., 1993 – *Sandry Polski północno-wschodniej – osady i warunki sedymentacji*.
Pr. Nauk. Uniw. Śląsk. nr 1398.