

**PAŃSTWOWY INSTYTUT GEOLOGICZNY
PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY**

OPRACOWANIE ZAMÓWIONE PRZEZ MINISTRA ŚRODOWISKA

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

Arkusz MODLIN TWIERDZA (486)



Warszawa 2010

Autorzy: Ewa Krogulec*, Jan Wierchowicz*, Paweł Kwecko**,
Hanna Tomassi-Morawiec**, Krystyna Wojciechowska***

Główny koordynator MGŚP: Małgorzata Sikorska-Maykowska**

Plansza A - Redaktor regionalny: Olimpia Kozłowska**

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

Redaktor tekstu: Sylwia Tarwid-Maciejowska**

*Segi-AT, ul. Baletowa 30, Warszawa

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

***Przedsiębiorstwo Geologiczne POLGEOLOG SA, ul. Berezyńska 39, 03-908 Warszawa

ISBN.....

Copyright by PIG and MŚ, Warszawa 2010

Spis treści

I.	Wstęp (<i>E. Krogulec</i>)	3
II.	Charakterystyka geograficzna i gospodarcza (<i>E. Krogulec</i>)	4
III.	Budowa geologiczna (<i>E. Krogulec</i>)	9
IV.	Złoża kopalin (<i>J. Wierchowiec</i>)	12
V.	Górnictwo i przetwórstwo kopalin (<i>J. Wierchowiec</i>)	15
VI.	Perspektywy i prognozy występowania kopalin (<i>J. Wierchowiec</i>)	16
VII.	Warunki wodne (<i>E. Krogulec</i>)	19
	1. Wody powierzchniowe	19
	2. Wody podziemne	20
VIII.	Geochemia środowiska	24
	1. Gleby (<i>P. Kwecko</i>)	24
	2. Pierwiastki promieniotwórcze (<i>H. Tomassi-Morawiec</i>)	27
IX.	Składowanie odpadów (<i>K. Wojciechowska</i>)	29
X.	Warunki podłoża budowlanego (<i>E. Krogulec</i>)	37
XI.	Ochrona przyrody i krajobrazu (<i>E. Krogulec</i>)	38
XII.	Zabytki kultury (<i>E. Krogulec</i>)	48
XIII.	Podsumowanie (<i>E. Krogulec, J. Wierchowiec</i>)	51
XIV.	Literatura	53

I. Wstęp

Arkusze Modlin Twierdza Mapy geośrodowiskowej Polski (MGsP) w skali 1:50 000 został wykonany przez SEGI-AT Sp. z o.o., w 2010 r. zgodnie z Instrukcją opracowania MGsP (Instrukcja, 2005), (Plansza A) oraz w Państwowym Instytucie Geologicznym i Przedsiębiorstwie Geologicznym POLGEOL w Warszawie (plansza B) na zlecenie Ministerstwa Środowiska. Do sporządzenia mapy wykorzystano dane z Mapy geologiczno-gospodarczej Polski w skali 1:50 000, arkusz Modlin Twierdza (Krogulec, Wierchowiec, 1998).

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

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

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

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

Dla opracowania mapy zebrano i wykorzystano materiały pochodzące z: Centralnego Archiwum Geologicznego Państwowego Instytutu Geologicznego w Warszawie, Wydziałów Ochrony Środowiska Urzędów Wojewódzkich w Ciechanowie i Warszawie, Wojewódzkich Inspektoratów Ochrony Środowiska, Regionalnych Dyrekcji Lasów Państwowych, Państwowej Służby Ochrony Zabytków Oddział Wojewódzki w Warszawie, Instytutu Upraw, Nawożenia i Gleboznawstwa w Puławach, Ministerstwa Środowiska oraz urzędów powiatowych i gminnych zlokalizowanych na obszarze arkusza Modlin Twierdza.

II. Charakterystyka geograficzna i gospodarcza

Obszar objęty arkuszem Modlin Twierdza leży między 52°20' a 52°30' szerokości geograficznej północnej i między 20°30' a 20°45' długości geograficznej wschodniej, powierzchnia arkusza wynosi 315 km².

Arkusz Modlin Twierdza zlokalizowany jest na terenie województwa mazowieckiego, obejmując obszar czterech powiatów: płońskiego (gmina Załuski), nowodworskiego (gminy: Zakroczym, Pomiechówek, Nowy Dwór Mazowiecki, Czosnów, Leoncin), legionowskiego (gmina: Jabłonna), warszawskiego zachodniego (gmina Stare Babice).

Zgodnie z regionalizacją fizyczno-geograficzną Kondrackiego (2002) arkusz w całości położony jest w obrębie trzech mezoregionów: Kotlina Warszawska (na południu), Wysoczyzna Płońska (północno-zachodnia krawędź arkusza) i Wysoczyzna Ciechanowska (północny-wschód), wchodzących w skład makroregionów Nizina Północnomazowiecka i Środkowomazowiecka, należących do podprowincji Niziny Środkowopolska i prowincji Niż Środkowoeuropejski (fig. 1).

Kotlina Warszawska została uformowana w wyniku procesów erozji i akumulacji rzecznej trwających przez cały młodszy plejstocen i holocen. Kształt zbliżony do dzisiejszego kotlina uzyskała w okresie interglacjału eemskiego, kiedy powstała dolina erozyjna i podczas ostatniego zlodowacenia (wisły), gdy przepływ Wisły był blokowany przez lądolód. W Kotlinie Warszawskiej doliny Wisły i Narwi osiągają szerokość do kilkunastu kilometrów. Rzeźba terenu wykazuje stosunkowo małe zróżnicowanie. Formy zaznaczające się dość wyraźnie w krajobrazie powstały w wyniku procesów fluwialnych oraz holocenijskich faz wydmywających z udziałem akumulacji rzecznej, są to: taras zalewowy łąkowy i taras wydmy. Taras zalewowy łąkowy ciągnie się wzdłuż: Wisły i Narwi, a jego powierzchnia jest pochylona zgodnie z biegiem obu rzek. Różnice wysokości bezwzględnych nie przekraczają 8,0 m. Ze względu na wiek, genezę, i ukształtowanie powierzchni terenu holocenijski taras zalewowy łąkowy można podzielić na dwie części. Starsza część została ukształtowana przez akumula-

cję rzeki o rozwinięciu meandrującym. Śladami pozostałości szerokich meandrów są płytkie zakola. Powierzchnia tej części tarasu jest względnie wyrównana dzięki nagromadzonej warstwie osadów powodziowych oraz akumulacji organicznej i organiczno – deluwialnej. Można tu wyróżnić: starorzecza oraz wąskie i głębokie dolinki smużne i przelewowe. Młodsza część tarasu zalewowego łąkowego to taras rzeki współczesnej o rozwinięciu roztokowym. Na obszarze tarasu wydmowego występują wydmy paraboliczne oraz słabo zarysowane wydmy nadbudowane stożkami napływowymi z Wysoczyzny Ciechanowskiej (Nowak, Skompski, 1992). W dolinie Wisły w omawianym obszarze występują także: akumulacyjny taras kampinoski (nazywany także tarasem falenickim), wyższą i niższą część tarasu nadzalewowego (taras praski i nowodworski). Największe deniwelacje terenu występują na tarasie kampinoskim i związane są z wałami wydm parabolicznych osiągających wysokości względne nawet do 20 m. Rzędne terenu na tarasie praskim w rejonie Puszczy Kampinoskiej wynoszą około 74 m n.p.m., a na tarasie nowodworskim około 72 m n.p.m. (rejon Kazunia) (Krogulec, 2004).

Wysoczyzna Płońska powstała w wyniku procesów akumulacji glacialnej związanych z kolejnymi nasunięciami lądolodu. Ostatnim, decydującym, glacialnym, etapem rzeźbotwórczym była recesja lądolodu fazy zakroczymskiej stadiału wkry zlodowacenia warty. W dalszych etapach wysoczyzna podlegała procesom denudacji polegających na powolnym wyrównywaniu powierzchni. Wysoczyzna jest równiną morenową urozmaiconą łańcuchem kemów i moren ciągnących się równoległe do doliny Wisły. Południowy skraj wysoczyzny tworzy wysoka i stroma krawędź podmywana bezpośrednio przez Wisłę. Krawędź ta porozcinana jest przez liczne dolinki i parowy o znacznych różnicach wysokości względnych w stosunku do otaczającego terenu (Dzierżek, 1996).

Wysoczyzna Ciechanowska to wysoczyzna morenowa: falista i płaska. Płaska wysoczyzna morenowa charakteryzuje się niewielkimi spadkami do 3° , natomiast falista wyższymi spadkami do 12° . Wzdłuż dolin rzek Wkra i Nasienna występują obniżenia erozyjne. Najmłodszy, a jednocześnie najniżej położonymi formami morfologicznymi są tarasy zalewowe Wkry i Nasielnej oraz innych, mniejszych cieków (Nowak, Skompski, 1992).

Obszar wysoczyznowy na prawym brzegu Wisły wznosi się od 90 m n.p.m. w części południowej, do 107–108 m n.p.m. na północnym skraju arkusza–rejon Wojszczyz, osiągając największe wartości (do 115 m n.p.m) na północnym zachodzie między Naborowcem a Zdunowem.

Na lewym brzegu Wisły, w obrębie tarasów akumulacyjnych, teren wznosi się na 70–77 m n.p.m., a jedynie w pasach wydmowych osiąga większe wysokości np. w okolicach Dą-

browy dochodzi do 87,7 m n.p.m., zaś w na południowym wschodzie (Janówek) aż 95,9 m n.p.m. Najniżej położone obszary występują w zachodniej części arkusza, w rejonie Wilkowa Nadwiślańskiego (69 m n.p.m.) (Nowak J., Skompski S., 1992).

Charakterystycznymi elementami rzeźby terenu wysoczyzn lodowcowych są mniejsze formy geomorfologiczne takie jak: wzniesienia morenowe, zdenudowana wyżyna gliny zwałowej, kemy i obniżenia erozyjne. Wysoczyzna oddzielona jest od doliny Wisły i Narwi wyraźnie zaznaczoną krawędzią erozyjną rozdzieloną dolinami drobnych dopływów. Znaczną powierzchnię arkusza zajmują równiny sandrowe oraz równiny zastoiskowe rozpościerające się w części północno-wschodniej między wysoczyznami, a dolnym biegiem Wkry.

Obszar arkusza Modlin Twierdza jest położony w wielkopolsko-mazowieckim regionie klimatycznym. Średnia roczna wysokość temperatury wynosi od 7 do 8°C. Najcieplejszym miesiącem jest lipiec. Natomiast najniższe temperatury odnotowuje się w styczniu. Liczba dni z przymrozkami waha się od 60 do 70. Pokrywa śnieżna zalega przez ok. 60 dni w roku. Okres wegetacyjny trwa od 210 do 220 dni. Wilgotność względna powietrza wynosi od ok. 78% do ok. 82%. Średnie roczne zachmurzenie notuje się poniżej wartości 6,6 w skali pokrycia nieba 0 – 10. Specyficzną i niekorzystną cechą warunków klimatycznych w opisywanym rejonie jest mała średnia suma opadów rocznych wynosząca 500–550 mm (Woś, 1999; Raport..., 2008).

Również na terenie Kampinoskiego Parku Narodowego i jego otuliny notuje się stałe niedobory wody. Przyczyną tego są nie tylko warunki klimatyczne, ale także działalność człowieka, między innymi: nieprawidłowa melioracja, pogłębienie i uregulowanie Łasicy oraz innych mniejszych rzek.

Opisywany obszar jest bardzo zróżnicowany pod względem zagospodarowania przestrzennego, uprzemysłowienia, urbanizacji, działalności rolniczej jak również lokalizacji obiektów prawnie chronionych. Znaczną powierzchnię zajmują grunty rolne oraz tereny leśne, a także obszary zwartej zabudowy i obiektów wojskowych. Na północ od doliny Wisły i Narwi udział użytków rolnych w całkowitej powierzchni wynosi około 40 %, zaś na południe od linii Wisły udział pól uprawnych zmniejsza się, zaczynają natomiast przeważać kompleksy leśne, łąki, pasy wydm śródlądowych graniczących z pasami bagiennymi i równinami torfowymi. Na tych terenach, w celu ochrony naturalnego ekosystemu utworzony został w 1959 roku Kampinoski Park Narodowy (Kozłowski, 1995; Herz, 1960; Herz, 1990).

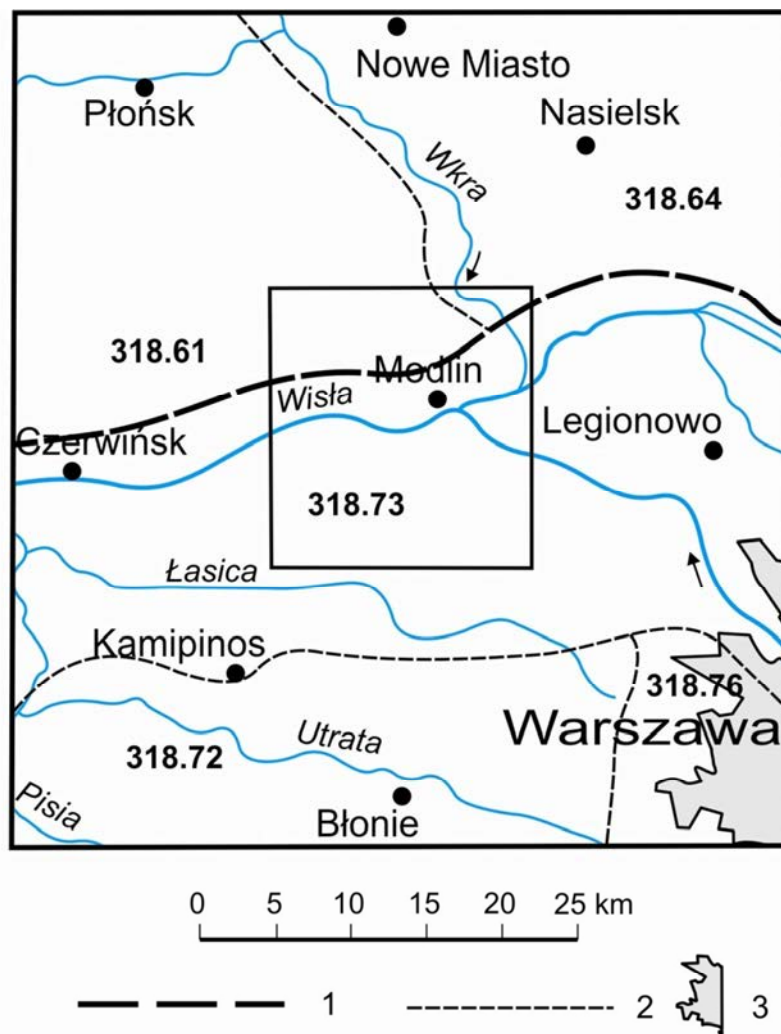


Fig. 1. Położenie arkusza Modlin Twierdza na tle jednostek fizycznogeograficznych wg J. Kondrackiego (2002)

1- granice makroregionów, 2 - granice mezoregionów; 3 - miasto

Podprowinca Niziny Środkowopolskiej, Makroregion Nizina Północnomazowiecka, mezoregiony:
318.61 - Wysoczyzna Płońska; 318.64 - Wysoczyzna Ciechanowska

Makroregion Nizina Środkowomazowiecka, mezoregiony:
318.72 - Równina Łowicko-Błońska; 318.73 - Kotlina Warszawska; 318.76 - Równina Warszawska

W Modlinie projektowany jest na bazie już istniejącego lotniska wojskowego, które powstało w latach 1940–1960, Port Lotniczy Modlin. Port ma obsługiwać część ruchu lotniczego dotychczas kierowanego na warszawskie Okęcie, głównie samoloty tanich linii, czarterowe i towarowe. Zgodnie z zapewnieniami władz mazowieckich oraz inwestora lotnisko zostanie oddane do użytku przed rozpoczęciem planowanych Mistrzostw Europy w Piłce Nożnej w roku 2012.

Poza terenem Puszczy Kampinoskiej obszary leśne zajmują niewielkie powierzchnie. Występują one przede wszystkim w części północno-wschodniej oraz w rejonie miejscowości: Ostrzykowitzna, Złotopolice i Niepiekła. Puszcza Kampinoska jest terenem chętnie od-

wiedzanym przez turystów, rejon otuliny Parku staje się coraz popularniejszym miejscem lokalizacji działek i terenów rekreacyjno-wypoczynkowych. Liczne znakowane szlaki turystyczne na obszarze Kampinoskiego Parku Narodowego i jego otuliny pozwalają zwiedzić i poznać najładniejsze fragmenty Puszczy Kampinoskiej.

Na terenie Kampinoskiego Parku Narodowego większość łąk, co najmniej od 200 lat, była użytkowana rolniczo. Jeszcze dziś w środkowej jego części łąki chronione są przez kontrolowaną, półnaturalną gospodarkę łąkową, co jest niezbędne ze względu na zachowanie żerowisk i miejsc lęgowych rzadkich gatunków fauny. Znaczna część łąk została pozostawiona sukcesji roślinnej, zmieniając się w turzowiska oraz zarośla łożowe i olszyny.

Tereny zurbanizowane zlokalizowane są w większej mierze w północnej części arkusza. Największe miasto tego rejonu to Nowy Dwór Mazowiecki. Według danych na 2007 rok, liczy ponad 27,5 tys. mieszkańców. Miasto posiada rozwinięty przemysł chemiczny, ponadto lekki, spożywczy, elektro – maszynowy, drzewny; wytwórnie artykułów szkolno – biurowych, opakowań, materiałów budowlanych, sprzętu wędkarskiego, zakłady poligraficzne; składy, hurtownie i agencje celne. Nowy Dwór Mazowiecki jest ważnym węzłem drogowym. W mieście krzyżują się drogi krajowe: 62 Włocławek–Płock–Nowy Dwór Mazowiecki–Wyszków–Drohiczyn, 7 (E77) Gdańsk–Elbląg–Nowy Dwór Mazowiecki (węzeł Kazuń)–Warszawa–Radom–Kraków. Dobrze rozwinięta jest sieć dróg lokalnych, na których największe nasilenie ruchu notuje się w okresie wakacyjnym. Przez miasto przebiega też linia kolejowa Warszawa Wschodnia – Gdańsk Główny.

Atrakcyjne położenie Nowego Dworu Mazowieckiego sprawia, że jest ono także ośrodkiem turystycznym i miejscem lokalizacji licznych działek i domków letniskowych mieszkańców pobliskiej aglomeracji warszawskiej. W dzielnicy Modlin, która dopiero od 1961 roku znajduje się w granicach miasta Nowy Dwór Mazowiecki, powstała w XIX i na początku XX wieku wielka twierdza, będąca miejscem walk w trakcie powstania listopadowego oraz I i II wojny światowej.

Na krawędzi Wysoczyzny Płońskiej zlokalizowane jest miasto Zakroczym, liczące ok. 3,4 tys. mieszkańców i będące ośrodkiem przemysłu spożywczego oraz skórzanego. W Zakroczymiu zlokalizowane jest składowisko odpadów komunalnych (innych niż niebezpiecznych i obojętnych). Składowisko tworzą trzy niezależne kwatery, z których dwie - wschodnia i południowa o łącznej powierzchni 2,31 ha, są już zrehabilitowane, natomiast trzecia zachodnia o powierzchni 1,50 ha jest w dalszym ciągu eksploatowana. Na obszarze arkusza znajduje się także nieczynne od 2004 roku składowisko odpadów komunalnych w Kosewie.

Zlokalizowane zostało w wyrobisku gliny, a odpady składowane były tu bezpośrednio na gruncie rodzimym bez żadnego uszczelnienia. (Plan gospodarki odpadami..., 2007).

Inne większe miejscowości jak: Kroczewo, Pomiechówek, Brody, czy Kazuń są przede wszystkim ośrodkami rolniczymi lub turystycznymi. Natomiast sprzyjające warunki klimatyczne, dobre gleby uprawne oraz wysoka kultura rolna spowodowały, że teren położony na północ od Wisły ma charakter rolniczy. Dominują tu gospodarstwa o małej powierzchni do 5 ha. Występują tu dobre gleby chronione, bielicowe, należące do III i IV klasy bonitacyjnej. Grunty te wykorzystywane są najczęściej do uprawy zbóż konsumpcyjnych (pszenica, jęczmień), roślin przemysłowych, ziemniaków, a także do upraw sadowniczych i warzywniczych. W południowej części arkusza (gmina Czosnów, Leoncin) dominują gleby piaszczyste, mało urodzajne, zaliczane głównie do V i VI klasy bonitacyjnej (Plan zagospodarowania..., 2004; Studium uwarunkowań..., 2005).

III. Budowa geologiczna

Budowa geologiczna obszaru arkusza Modlin Twierdza została opracowana, przede wszystkim, na podstawie Szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1:50 000, arkusz Modlin Twierdza (Nowak, Skompski, 1992; Skompski, Nowak, 2000).

Obszar arkusza Modlin Twierdza położony jest w obrębie niecki warszawskiej, która stanowi środkową, najgłębszą część niecki brzeżnej. Nieckę warszawską tworzą utwory kredowe, a wypełniają ją osady zaliczane do trzeciorzędu i czwartorzędu.

Najstarsze osady znane z wierceń wykonanych na sąsiednich arkuszach (Warszawa Zachód, Legionowo, Nowe Miasto) to osady syluru wykształcone jako iłowce, iłowcowe, osady permu reprezentowane przez: gipsy i anhydryty, triasowe iłowce mułowce piaskowce i wapienie. Na osadach triasu leżą utwory jury dolnej i środkowej wykształcone w postaci piaskowców zlepieńcowatych z konkrecjami pirytów, iłowce i mułowce oraz jury górnej w postaci margli i wapieni. Na dość wyrównanej powierzchni osadów jurajskich leżą utwory kredy dolnej – piaskowce i mułowce z glaukonitem oraz kredy górnej - opoki wapienie i margle. Na wyrównanej powierzchni osadów kredy zalegają osady paleogenu i neogenu, do których należą: osady oligocenu wykształcone jako seria piasków, iłowców i piaskowców glaukonitowych; osady miocenijskie w postaci mułków, pyłów i piasków kwarcowych ze śladami węgla brunatnego o miąższościach powyżej 50 m, oraz osady pliocenu wykształcone jako ily pstre, mułki, rzadziej piaski kwarcytowe stanowiące podłoże osadów czwartorzędowych. Występują one na różnej głębokości od 34,5 do 95,6 m, a położenie ich stropu waha się w obrębie arkusza między 44,7 a 21,6 m p.p.m.

Osady czwartorzędu charakteryzują się zmienną litologią (fig. 2) i miąższością, wzrastającą ku południowi. Najstarszymi osadami czwartorzędu są plejstocenijskie gliny zwałowe zlodowacenia narwi wypełniające dna obniżzeń w osadach pliocenu, często osady te przemieszane są z utworami pliocenijskimi (Kazuń, Brzozówka). Gliny zwałowe oraz ropy warwowe zlodowacenia nidy osiągają większą miąższość na lewym brzegu Wisły - w Kazuniu 29,4 m, w Palmirach do 32 m (nie przewiercone). W okolicach Nowego Dworu Mazowieckiego utwory zastoiskowe osiągają miąższość 32 m, a wykształcone są w postaci piasków pyłowych i bardzo drobnoziarnistych oraz warstwy mułków w spągu.

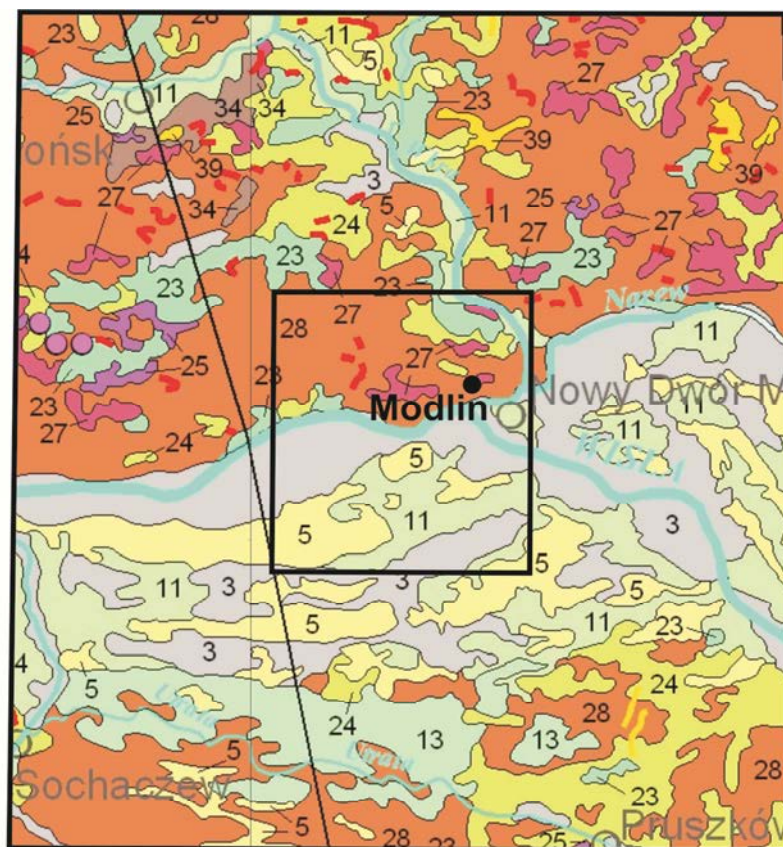
Piaski i żwiry, piaski różnoziarniste, ropy, mułki warwowe i gliny zwałowe zlodowacenia sanu stwierdzono w okolicach Zakroczymia, Krocze, Mocht, Wilkowa Nadwiślańskiego. Osady interglacjału wielkiego (mazowieckiego) wykształcone jako osady rzeczne najlepiej rozpoznane są w okolicach Modlina.

W obrębie arkusza Modlin Twierdza wśród utworów zlodowaceń środkowopolskich stwierdzono osady zlodowacenia odry oraz warty. Są to piaski wodnolodowcowe, gliny zwałowe, mułki i piaski zastoiskowe.

Stadiał mazowiecko-podlaski reprezentują piaski pylaste, mułki i ropy warwowe, gliny zwałowe, silnie zwietrzałe i odwapnione osady moren czołowych (piaski, żwiry, głazy, głązowiska ze żwirem), piaski i żwiry kemów i osady wodnolodowcowe. W interglacjale eemskim osadziły się gytie i torfy, niewielkiej miąższości, przykryte na ogół warstwą piasku.

W okresie interglacjału eemskiego, a także w czasie zlodowacenia północnopolskiego, dawnymi dolinami odpływu wód przed czoła lądolodu płynęły wody opadowe, osadzając niesiony materiał piaszczysty. Są to piaski drobno- i średnioziarniste, warstwowane ukośnie lub faliście. Na zboczach starych dolin (Popowo Borowe, Krogula) zachowały się osady periglacyjne, poziomo warstwowane, naprzemianległe osady piaszczyste i mułkowate. W północno-zachodniej części na glinie zwałowej oraz osadach zastoiskowych osadziły się piaski różnoziarniste z dużą domieszką pyłów. Są to eluvia piaszczyste czwartorzędu nierozdzielonego. Również występujące w suchych dolinach piaski stożków napływowych i eoliczne zaliczono do czwartorzędu nierozdzielonego.

Charakterystycznymi formami rzeźby powierzchni terenu w rejonie Kampinoskiego Parku Narodowego są wydmy występujące w układzie pasowym równoległe do Wisły. Wydmy powstawały podczas kilku faz klimatyczno-biostratygraficznych, tworząc niewielkie wzgórza wydymowe sięgające wysokości 3–4 m. Główna faza wydymowa miała miejsce 12100–11800 lat BP, najwyższe wydmy paraboliczne z tego okresu dochodzą do 30 m wysokości.



0 5 10 15 20 25 km



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

Czwartorzęd

Holocen: 3 - piaski, żwiry, mady rzeczne oraz torfy i namuły,
5 - piaski eoliczne, lokalnie w wydmach

Plejstocen: 11 - piaski, żwiry i mułki jeziorne, 13 - ility, mułki, piaski zastoiskowe;
23 - ility, mułki i piaski zastoiskowe, 24 - piaski i żwiry sandrowe, 25 - piaski i mułki kemów,
27 - żwiry, piaski, głązy i gliny moren czołowych, 28 - gliny zwałowe, ich zwietrzliny
oraz piaski i żwiry lodowcowe, 34 - gliny zwałowe, ich zwietrzliny oraz piaski i żwiry lodowcowe

Trzeciorzęd

Miocen: 39 - ility, mułki, piaski, żwiry z węglem brunatnym

Drobne formy pochodzenia lodowcowego:

moreny czołowe,
 kemy,
 ozy,
 Linia przekroju geologicznego

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

Holocen reprezentują piaski i mułki wypełniające doliny rzeczne, kredy jeziornej namuły piaszczyste zagłębień bezodpływowych (piaski drobno- i średnioziarniste z domieszką mułków, silnie humusowe). W dolinach rzek i ich dopływów oraz w dolinach strumieni osadziły się silnie piaszczyste i mułkowate torfy (namuły torfiaste) oraz torfy. Torfy występują niewielkimi płatami w obniżeniach tarasu kampinoskiego oraz na tarasach nadzalewowych i zalewowych: Wisły i Narwi (Słowański, 1994).

IV. Złóża kopalin

Na obszarze arkusza Modlin Twierdza występują dwa kompleksy litologiczno-surowcowe: ilasty, na który składają się ility zastoiskowe czwartorzędu, będące kopaliną do produkcji ceramiki budowlanej oraz okruczowy – zbudowany z piasków i żwirów oraz piasków, stanowiących kruszywo naturalne dla budownictwa i drogownictwa.

Dotychczas udokumentowano 5 złóż: trzy surowca ilastego ceramiki budowlanej – „Kosewo”, „Mochty” i „Mochty I”; jedno kruszywo naturalnego piaskowo-żwirowego – „Kosewo” i jedno piaskowego – „Zakroczym”. Złóża piasków i żwirów „Kosewo” (Samocka, 1988), ze względu na wyczerpanie zasobów bilansowych zostało wykreślone z bilansu zasobów. Zestawienie złóż kopalin, ich stan zagospodarowania oraz klasyfikację sozologiczną przedstawiono w tabeli 1.

Złoże iłów zastoiskowych „Kosewo” udokumentowane kartą rejestracyjną (kategoria przypisana umownie – C_1^*) ma powierzchnię 1,50 ha, formę pokładową i nie jest zawodnione. Miąższość kopaliny zmienia się od 0,7 do 5,3 m i średnio wynosi 4,0 m. Nadkład stanowią gleba i piaski o średniej grubości 0,6 m. W spągu serii złożowej występują piaski drobnoziarniste i gliny zwałowe. Zawartość margla w ziarnach $> 0,5$ mm wynosi średnio 0,14%, średnia skurczliwość wysychania 7,0 % oraz wytrzymałość na ściskanie, wypalonego w temperaturze 900°C tworzywa ceramicznego wynosi średnio 32,8 MPa, a jego średnia nasiąkliwość 27 %. Parametry jakościowe kopaliny kwalifikują ją jako surowiec do produkcji cegły pełnej, o niskiej wytrzymałości klasy 50–150 (Danielewicz, 1983). Zgodnie z obowiązującymi obecnie normami nasiąkliwość tworzywa ceramicznego jest zbyt wysoka, aby produkować z tego surowca ilastego cegłę pełną.

Złoże surowców ilastych ceramiki budowlanej „Mochty” udokumentowane w dwóch polach (w kategorii A+B) ma powierzchnię 18,75 ha, miąższość kopaliny w złożu zmienia się od 2,0 do 5,1 m i średnio wynosi 3,6 m. Jest to złożo suche (Giedwojn, 1952; Kozydra, 1961). W nadkładzie o średniej grubości 1,0 m występują: gleba, piaski pylaste i gliny. Serię złożową stanowią plejstocieńskie ility zastoiskowe z przerostami mułków, lokalnie mułków

piaszczystych. Parametry jakościowe ilów i mułków: zawartość margla ziarnistego <0,4%, zawartość wody zarobowej średnio 22,4%, skurczliwość wysychania od 6,6 do 11,6% oraz nasiąkliwość tworzywa ceramicznego wypalonego w temperaturze 950°C – od 5,9 do 15,3% i jego wytrzymałość na ściskanie od 16,4 do 37,3 MPa kwalifikują kopalinę ilastą z tego złoża do produkcji cegły pełnej i kratówki (Kozydra, 1961).

Złoże „Mochty I” udokumentowano w kat. C₁, na powierzchni 0,90 ha. Miąższość kopaliny występującej w formie nie zawodnionego pokładu zmienia się od 2,0 do 3,6 m i średnio wynosi 2,8 m, a przeciętna grubość nadkładu (piasków i glin piaszczystych) 0,8 m. Utworami podścielającymi łączy zastoiskowe są gliny i piaski drobnoziarniste, często pylaste (Matuk-Trawczyńska, 1997).

Zawartość margla w ziarnach >0,5 mm osiąga wartość maksymalną 0,38% (średnio 0,18 %), woda zarobowa względna średnio w ilości 28,3%, skurczliwość wysychania od 7,2 do 8,7% (średnio 7,9%) oraz wytrzymałość na ściskanie, wypalonego w temperaturze 960°C tworzywa ceramicznego wynosząca od 19,2 do 28,3 MPa (średnio 24,3 MPa) i jego średnia nasiąkliwość 14,75% kwalifikują kopalinę jako surowiec do produkcji cegły pełnej i dziurawki.

Kruszywo naturalne piaszkowe udokumentowano kartą rejestracyjną w złożu „Zakroczym”. Są to piaski wodnolodowcowe o miąższości zmieniającej się w granicach od 4,7 do 8,0 m (średnio 6,5 m). Nadkład stanowią gleba oraz glina piaszczysta i piaski pylaste o grubości od 0,5 do 0,7 m. Złoże ma formę pokładową i nie jest zawodnione.

Piaski charakteryzuje się następującymi parametrami: punkt piaskowy (zawartość frakcji <2 mm) wynosi od 76,0 do 90,0% wag. (średnio 86,5%); zawartość pyłów mineralnych od 1,8 do 6,5% wag., a średnia gęstość nasypowa w stanie utrzesionym 1,9 T/m³. Kruszywo z tego złoża może być stosowane w budownictwie ogólnym i drogownictwie (Janicki, Makowska, 1994).

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

Tabela 1

Złoza kopalin i ich charakterystyka gospodarcza oraz klasyfikacja

Nr złoza na mapie	Nazwa złoza	Rodzaj kopaliny	Wiek kompleksu litologiczno-surowcowego	Zasoby geologiczne bilansowe (tys. m ³ ; tys. ton*)	Kategoria rozpoznania	Stan zagospodarowania złoza	Wydobycie (tys. m ³ ; tys. ton*)	Zastosowanie kopaliny	Klasyfikacja złoź		Przyczyny konfliktowości złoza	
									Klasy 1 - 4	Klasy A - C		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
				wg stanu na 31.12.2008 (Wołkowicz i in., 2009)								
1	Kosewo	i(ic)	Q	33	C ₁ *	Z	0	Scb	4	A	–	
2	Mochty	i(ic)	Q	188	A+B	Z	0	Scb	4	B	G1	
3	Zakroczym	p	Q	51*	C ₁ *	Z	0	Skb, Sd	4	A	–	
4	Mochty I	i(ic)	Q	21	C ₁	N	0	Scb	4	A	–	
	Kosewo	pż	Q			ZWB						

Rubryka 3: i(ic) – ily ceramiki budowlanej; p – piaski; pż – piaski i żwiry

Rubryka 4: Q – czwartorzęd

Rubryka 6: kategoria rozpoznania zasobów udokumentowanych – A, B, C₁; C₁* – złoże o zasobach zarejestrowanych (kategoria przypisana umownie);

Rubryka 7: złoza: N – niezagospodarowane, Z – zaniechane, ZWB – złoże wykreślone z bilansu (zlokalizowane na mapie dokumentacyjnej zamieszczonej w materiałach archiwalnych)

Rubryka 9: kopaliny skalne: Skb – kruszyw budowlanych, Sd – drogowe, Scb – ceramiki budowlanej

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

Rubryka 11: A – złoza małokonfliktowe, B – konfliktowe

Rubryka 12: G1 – ochrona gleb wysokich klas bonitacyjnych

Ze względu na ochronę gleb złoża „Mochty” zaliczono do klasy B czyli konfliktowych, możliwych do eksploatacji po spełnieniu wymogów ochrony środowiska, określonych na podstawie kompleksowej oceny oddziaływania na środowisko zakładu wydobywczo-przeróbczego. Pozostałe złoża zaliczono do małokonfliktowych (klasa A) (tabela 1).

V. Górnictwo i przetwórstwo kopalin

Aktualnie na obszarze objętym arkuszem Modlin Twierdza nie prowadzi się koncesjonowanej eksploatacji kopalin. W rejonie Mocht eksploatacja iłków zastoiiskowych prowadzona była od końca lat dwudziestych ubiegłego wieku, a w okolicach Kosewa od czerwca 1983 r. Wydobycia iłków ze złóż: „Mochty” i „Kosewo” zaniechano (odpowiednio z dniem 31.12.1996 r i 31.12.1998 r) z powodu wyczerpania zasobów przemysłowych i niskiej jakości pozostałych, nierozliczonych zasobów bilansowych. Eksploatację prowadzono systemem ścianowym, pozostawiając ulegające samorekultywacji wyrobiska poeksploatacyjne; o powierzchni około 0,08 ha w obrębie złoża „Mochty” oraz częściowo zawodnione wyrobisko o powierzchni 0,10 ha w granicach złoża „Kosewo”. Kopalinę wykorzystywano na potrzeby miejscowych cegielni – w Mochtach i Kosewie.

Od roku 1994 prowadzono eksploatację piasków ze złoża „Zakroczym”. Ze względu na wyczerpanie zasobów przemysłowych wydobycia zaniechano z końcem roku 1995, pozostawiając w granicach złoża rozliczone zasoby rzędu 51 tys. ton piasków budowlanych. Śladem po działalności górniczej jest ulegające postępującej samorekultywacji, suche wyrobisko wgłębne o powierzchni około 0,15 ha i głębokości do 5 m. Po skreślonym z Bilansu zasobów kopalin złożu kruszywa piaskowo-żwirowego „Kosewo” pozostało uległe częściowej samorekultywacji wyrobisko wgłębne o powierzchni ponad 0,20 ha.

W czasie zwiadu terenowego na obszarze arkusza Modlin Twierdza stwierdzono jeden punkty niekoncesjonowanej eksploatacji, w których prowadzone jest obecnie wydobycie kopaliny na dużą skalę. Na południowy wschód od Kosewa, w sąsiedztwie wykreślonego z bilansu zasobów złoża piasków i żwirów „Kosewo” prowadzona jest w obrębie nieruchomości gruntowej o powierzchni około 1,50 ha (zdjęty nadkład) mechaniczna eksploatacja piasków z domieszką żwirów z dwóch wyrobisk: suchego, zachodniego o powierzchni około 0,25 ha oraz częściowo zawodnionego, wschodniego o powierzchni ponad 0,60 ha. Poza tym stwierdzono cztery punkt niekoncesjonowanej eksploatacji piasków, w których od kilku lat nie prowadzi się wydobycia kopaliny. Są to suche wyrobiska (o powierzchni 0,1–0,2 ha) zlokalizowane w rejonie miejscowości Wymysły i Modlin Twierdza oraz dwa częściowo zawodnione (na zachód od Mł. Wsi Nowej).

VI. Perspektywy i prognozy występowania kopalin

Obszar arkusza Modlin Twierdza jest ubogi w kopaliny, pewne znaczenie użytkowe przedstawiają czwartorzędowe iły i mułki zastoiskowe oraz wodnolodowcowe piaski ze żwirami oraz piaski.

Na podstawie analizy dostępnych opracowań złożowych (Kopczyńska-Żandarska, 1979; Marciniak 1975; Ostrzyżek, Dembek 1996; Wagner, 1969) i Szczegółowej mapy geologicznej (Nowak, Skompski, 1992) oraz zwiadu terenowego wyznaczono trzy obszary perspektywiczne kruszywa naturalnego (dwa piaskowego i jedno piaskowo-żwirowego) oraz dwa ilów ceramiki budowlanej. Zaznaczono również obszary negatywnego rozpoznania dla tych surowców oraz torfów.

Powyższe materiały, po skonfrontowaniu z kryteriami bilansowości złóż kopalin ustalonymi przez Ministra Środowiska (Kryteria bilansowości..., 2007) oraz warunkami ochrony środowiska naturalnego dały również podstawę do wyznaczenia jednego niewielkiego obszaru prognostycznego dla udokumentowania złóż kruszywa piaskowego.

Obszar perspektywiczny dla udokumentowania kruszywa piaskowo-żwirowego (o powierzchni niespełna 20 ha) wyznaczono w rejonie Zakroczymia. Są to wodnolodowcowe piaski i żwiry o miąższości kilku metrów, lokalnie z wkładkami piasków średnio- i drobnoziarnistych (Kopczyńska-Żandarska, 1979). Nie wyznaczono obszarów prognostycznych piasków i żwirów z uwagi na brak parametrów jakościowych kompleksu litologiczno-surowcowego.

Perspektywy udokumentowania złóż piasków budowlanych są w rejonie na północ Zakroczymia, w sąsiedztwie udokumentowanego złoża piasków budowlanych „Zakroczym”. W obrębie powyższego obszaru występują wodnolodowcowe, piaski a lokalnie piaski z domieszką żwiru o zmiennej miąższości od kilku do ponad 28 m, przykryte tylko glebą lub piaskami gliniastymi o grubości do kilku metrów. Dla piasków budowlanych wyznaczono tu obszar prognostyczny (nr I) o powierzchni 20 ha (tabela 2). W tym obszarze prognostycznym miąższość serii piaszczystej zmienia się od 12,8 m do 28,8 m i średnio wynosi 16,5 m, a punkt piaskowy czyli zawartość ziaren o średnicy <2 mm oscyluje w granicach od 76 do 90% (śr. 86,5%), przy zawartości pyłów mineralnych, czyli ziaren o średnicy <0,05 mm w przedziale od 1,8 do 6,5% (Kopczyńska-Żandarska, 1979). Zasoby geologiczne obliczone w kategorii D₁ do stwierdzonej średniej głębokości 16,5 m wynoszą 5 940 tys. ton piasków. Zasoby prognostyczne oszacowano przyjmując do obliczeń średnią arytmetyczną miąższości

kompleksu litologiczno-surowcowego pomnożoną przez pole jego powierzchni (w metrach kwadratowych) oraz ciężar nasypowy $1,8 \text{ Mg/m}^3$.

Obszary perspektywiczne piasków wytypowano również w okolicy Nowego Dworu Mazowieckiego (przy granicy z arkuszem Legionowo i dalej na obszarze tego arkusza). W powyższym rejonie, w obrębie tarasu nadzalewowego Narwi na obszarze około 200 ha stwierdzono serię piaszczystą o miąższości od 4 do 8,0 m występującą pod nakładem gleby i piasków pylastych o grubości do 2 m. Badań jakościowych kopaliny nie wykonano (Marciniak, 1975).

Na podstawie przeanalizowanych materiałów geologicznych – Szczegółowej mapy geologicznej (Nowak, Skompski, 1992) i archiwalnych dokumentacji złożowych oraz zwiadu terenowego wyznaczono obszary perspektywiczne iłów i mułków zastoiskowych czwartorzędu w rejonie udokumentowanych złóż iłów zastoiskowych „Mochty” i „Kosewo”. W obrębie rejonów perspektywicznych ily zastoiskowe występują warstwą o grubości kilku metrów, przechodząc ku spągowi w osady drobnopiaszczyste. W spągu występują gliny oraz piaski gliniaste. Iły te są dość dobrym surowcem ilastym ceramiki budowlanej. Przy wytwarzaniu wyrobów ceramiki czerwonej nie wymagają przeważnie schudzenia, gdyż zawierają przewarstwienia bardzo drobnoziarnistych piasków. Są jednak wapniste i lokalnie zawierają ponadnormatywne (szkodliwe) domieszki węgla wapnia w formie tzw. margla ziarnistego.

W wyniku przeprowadzonych w latach 70-tych zwiadów geologicznych za złożami kruszywa naturalnego, wyznaczono kilka obszarów o negatywnych wynikach rozpoznania (Marciniak, 1975; Kopczyńska-Żandarska, 1979). Są to obszary negatywnego rozpoznania piasków i żwirów w obrębie osadów wodnolodowcowych oraz piasków eolicznych wzdłuż doliny Wisły w rejonie Zakroczymia i doliny Narwi w okolicach Starego Modlina). Poza tym obszar negatywnego rozpoznania kruszywa piaskowo-żwirowego wyznaczono w okolicach miejscowości Kosewko. Są to w przewadze wodnolodowcowe piaski drobnoziarniste z wkładkami piasków gliniastych oraz piaski pylaste o miąższości do kilkunastu metrów, a osady piaszczysto-żwirowe występują w formie niewielkich gniazd o nieznaczej miąższości. W spągu nawiercono piaski drobnoziarniste lub gliny zwałowe.

Takie wykształcenie osadów nie kwalifikuje powyższych obszarów jako perspektywicznych dla występowania kruszywa naturalnego piaskowo-żwirowego, jak również piaskowego.

Tabela 2

Wykaz obszarów prognostycznych

Numer obszaru na mapie	Powierzchnia (ha)	Rodzaj kopaliny	Wiek kompleksu litologiczno-surowcowego	Parametry jakościowe	Średnia grubość nakładu (m)	Grubość kompleksu litologiczno-surowcowego od – do; śr. (m)	Zasoby w kat. D ₁ (tys. ton)	Zastosowanie kopaliny
1	2	3	4	5	6	7	8	9
I	20	p	Q	punkt piaskowy (zawartość ziaren <2 mm): 76 – 90% wag., śr. 86,5% wag.; zawartość pyłów mineralnych: 1,8 – 6,5% wag.; ciężar nasypowy śr. 1,8 Mg/m ³	0,6	<u>12,8 – 28,8</u> śr. 16,5	5 940	Skb

Rubryka 1: numer obszaru prognostycznego

Rubryka 3: p – piaski

Rubryka 4: Q – czwartorzęd

Rubryka 9: Skb – kopaliny skalne kruszyw budowlanych

Zestawienie wyników prac zwiadowczych za złożami surowców ilastych, pozwoliło na wyznaczenie obszaru o negatywnych wynikach rozpoznania o ogólnej powierzchni około 70 ha. Występuje on na południe od miejscowości Kroczewo. Sondami do 5 – 6 m nawiercono tu wystąpienia glin zwałowych i piasków gliniastych z okresu zlodowaceń środkowopolskich (Wagner, 1969).

Torfy na omawianym obszarze występują na terenie Kampinoskiego Parku Narodowego oraz w rejonie Bronisławki (w obrębie tarasu zalewowego Narwi), lecz wystąpienia te nie mają znaczenia surowcowego. Są to torfowiska niskie z torfem głównie drzewnym, rzadziej trzcinowym i mszystym o średniej miąższości poniżej 1m (Ostrzyżek, Dembek 1996). Poza tym charakteryzujące się wysoką popielnością w granicach od 20 do 30% i znacznym stopniem rozkładu. Torfowiska występują bezpośrednio na gruntach nieorganicznych i często zawierają przewarstwienia mułków, mad i piasków pylastych (Klarkowski, 1965). Torfowiska w granicach Kampinoskiego Parku Narodowego podlegają ochronie prawnej.

VII. Warunki wodne

1. Wody powierzchniowe

Pod względem hydrograficznym obszar arkusza Modlin Twierdza położony jest w zlewni Wisły oraz jej dopływów prawostronnych – Narwi i Wkry oraz dopływu lewostronnego – Bzury, która uchodzi do Wisły poza zachodnią granicą arkusza.

Największym naturalnym ciekim wodnym jest około 20 km fragment rzeki Wisły, która w tym rejonie ma charakter rzeki naturalnej z licznymi zakolami i starorzeczami. Jej lewy brzeg ograniczony jest wałami przeciwpowodziowymi. Rzędne zwierciadła wody w rzece wynoszą w Kazuniu 70,1 m np.m., w rejonie wsi Michty 68,7 m n.p.m. Spadek hydrauliczny rzeki jest niewielki i wynosi 0,22%, a średni przepływ 656 m³/s.

Narew jest prawostronnym, największym dopływem Wisły. W północno-wschodniej części arkusza, do Narwi uchodzi Wkra, płynąca w tym rejonie korytem silnie meandrującym, podcinającym zbocza doliny. Całkowita jej długość wynosi 249,1 km. Powierzchnia zlewni wynosi 5322 km². Ma ona charakter rzeki nizinnej, meandrującej, o niewielkim spadku 0,5%.

W rejonie miejscowości Trębki Stare (zachodnia część arkusza) do Wisły wpada rzeka Struga (zlewnia II rzędu) o całkowitej długości około 30 km.

Obszar położony na południe od Wisły jest odwadniany kanałami melioracyjnymi i ciekami powierzchniowymi będącymi dopływami Bzury, która jest lewobrzeżnym dopływem Wisły z ujściem w Wyszogrodzie. W zlewni Bzury, działy wodne III rzędu oddzielają

zlewnię Kanału Kromnowskiego od zlewni Łasicy. W zlewni Łasicy, położonej przy południowej granicy arkusza, występują rozległe obniżenia bagienne i torfowiska.

Na południe od Wisły w rejonie miejscowości Kazuń Nowy znajdują się największe naturalne zbiorniki wodne w tym rejonie: Jezioro Górne i Dolne. Na obszarze gminy Leoncin występuje kilka niewielkich jezior. Do największych należą jezioro Secyminskie Małe i Secyminskie Duże. Poza wspomnianymi jeziorami, niewielkie naturalne zbiorniki wodne są pozostałością starorzeczy Wisły i Narwi. Na północny wschód od Narwi znajdują się duże obszary podmokłe wykorzystywane w części przez łąki i pastwiska.

Granice zlewni prawych dopływów Wisły, zaliczone do działów wód powierzchniowych II i III rzędu są dość wyraźnie zaznaczone w morfologii. Lewobrzeżne działy wód, przede wszystkim III rzędu (w Puszczy Kampinoskiej) są znacznie słabiej zaznaczone w terenie, mają często przebieg niepewny i dyskusyjny (Rastrowa Mapa...).

Na terenie arkusza Modlin Twierdza prowadzone są badania jakości wód płynących. Punkty pomiarowo-kontrolne zlokalizowane są w Nowym Dworze Mazowieckim na Narwi (3,0 km od ujścia Narwi) oraz w Pomiechówku na Wkrze (3,4 km od ujścia do Narwi). Według oceny dla jednolitych części wód powierzchniowych prowadzonej w 2008 roku, wykonanej przez WIOŚ, wody prowadzone przez Narew i Wkrę zaliczono do wód o złym stanie. Zadecydowały o tym przekroczenia stężeń azotynów, azotu amonowego, fosforu ogólnego i chloru. (Raport..., 2008; Monitoring..., 2008).

2. Wody podziemne

Warunki hydrogeologiczne obszaru arkusza zostały opracowane, przede wszystkim, na podstawie Mapy hydrogeologicznej Polski w skali 1:50 000 (Kubiczek, 2000).

Na obszarze arkusza Modlin Twierdza charakter użytkowy mają piętra: czwartorzędowe, pełniące rolę głównego oraz trzeciorzędowe, o charakterze podrzędnym.

W obrębie trzeciorzędowego piętra wodonośnego występują dwa poziomy wodonośne – starszy oligoceński zbudowany z piasków kwarcowych i młodszy mioceński zbudowany z piasków z soczewkami węgla brunatnego. Wody z utworów oligoceńskich stanowią główne źródło zaopatrzenia w wodę na obszarach pozbawionych czwartorzędowego poziomu użytkowego lub złej ich jakości, czyli na południowych terenach gminy Leoncin i północnych gminy Czosnów. Mają one również mniejsze znaczenie w okolicach Nowego Dworu Mazowieckiego. Utwory wodonośne osiągają miąższość 15–70 m, cechuje je przewodność poniżej 100 m²/24h i wydajność potencjalna studni przeważnie poniżej 30 m³/h. Wody z utworów

miocenijskich ze względu na zawartość rozproszonej substancji węglistej i wkładki węgla brunatnego nie są eksploatowane (Kubiczek I., 2000).

Na północ od Wisły, główne znaczenie użytkowe ma czwartorzędowy poziom wodonośny występujący najczęściej w dwóch warstwach wodonośnych. Przypowierzchniowa warstwa wodonośna, wykształcona w osadach piaszczystych i piaszczysto-żwirowych, jest eksploatowana, przede wszystkim, przez w większości kopane studnie gospodarskie. Zwierciadło tego poziomu, najczęściej o charakterze swobodnym, stabilizuje się średnio na głębokości od 3 do 11 m, praktycznie nie występują tu wody na głębokości mniejszej niż 3 m, z wyjątkiem niewielkich obniżień terenu lub dolin małych cieków wodnych. Głębsza warstwa wodonośna eksploatowana przez studnie wierczone, wykształcona w postaci piasków o różnej granulacji, jest izolowana warstwą gliny zwałowej. Zwierciadło wody podziemnej o charakterze napiętym stabilizuje się na podobnej, jak w przypadku przypowierzchniowej warstwy wodonośnej, głębokości, a ogólny spływ wody odbywa się z północy na południe, w kierunku doliny Wisły. Miąższość warstw wodonośnych waha się od 5 do 20 m. Znacznie większe miąższości utworów wodonośnych (40–80 m) związane są z rozległą strefą interglacialnej doliny kopalnej Wkry. Parametry hydrogeologiczne ujmowanych warstw są dość wysokie, a wydajności eksploatacyjne studzien wynoszą średnio 20–40 m³/h, osiągając wartość 70 m³/h w strefie doliny kopalnej.

Odmienne warunki hydrogeologiczne panują w rejonie tarasu kampinoskiego i tarasów zalewowych Wisły i Narwi. Główny poziom wodonośny związany jest z osadami czwartorzędowymi.

Na tarasie kampinoskim i tarasach zalewowych woda podziemna występuje w osadach piaszczystych, rzadziej piaszczysto-żwirowych. Zwierciadło wody, najczęściej o charakterze swobodnym, występuje na głębokości od 1 m na tarasach zalewowych do ponad 5 m na terenach wydmych tarasu kampinoskiego. Miąższość poziomu wodonośnego jest zmienna i wynosi od 10 m do 60 m. Wartości parametrów hydrogeologicznych są dość zróżnicowane, współczynnik filtracji mieści się w zakresie od 12 do 50 m/d, przewodność wodna od 500 do 1500 m²/d, a wydajności eksploatacyjne studzien wynoszą najczęściej około 50–70 m³/h (Krogulec, 2004). Podobne warunki hydrogeologiczne panują w obszarze międzyrzecza Wisły i Narwi (tarasy zalewowe). Woda podziemna o zwierciadle swobodnym występuje tu w kilkudziesięciometrowym pakiecie osadów piaszczystych i piaszczysto-żwirowych. Średnia miąższość utworów wodonośnych wynosi 70 m i charakteryzuje się bardzo wysoką przewodnością, przekraczającą 1500 m²/d, a wydajność potencjalna studni wynosi powyżej 70 m³/h (Kubiczek I., 2000).

Cały obszar arkusza Modlin Twierdza wchodzi w skład trzeciorzędowego nr 215 A Zbiornika Wód Podziemnych Subniecka Warszawska – część centralna (zbiornik nieudokumentowany). Jest to zbiornik o charakterze porowym (Kleczkowski, 1990).

Północno-wschodni fragment arkusza wchodzi w skład czwartorzędowego GZWP 214 - Zbiornik Działdowo (zbiornik nieudokumentowany) (fig. 3). Zbiornik, obejmuje gminę Pomiechówek, wschodnią część gminy Zakroczym oraz północny fragment Nowego Dworu Mazowieckiego (Kleczkowski, 1990).

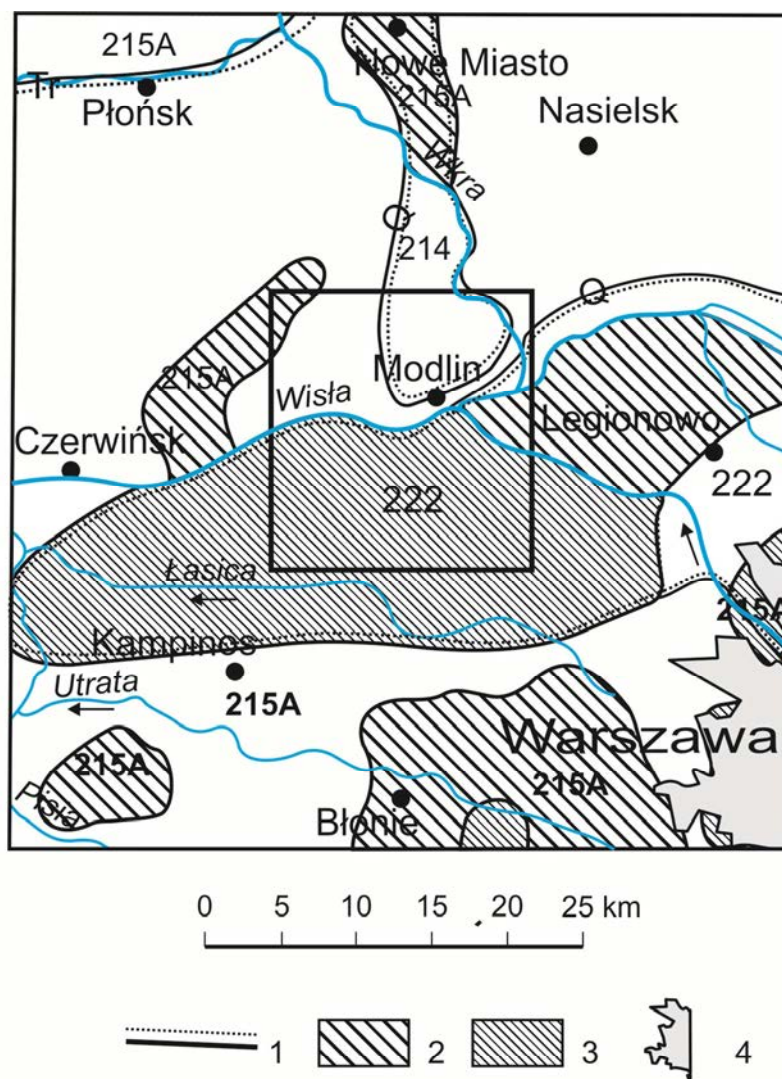


Fig. 3. Położenie arkusza Modlin Twierdza na tle obszarów głównych zbiorników wód podziemnych (GZWP) w Polsce wymagających szczególnej ochrony, w skali 1:500 000 wg A. S. Kleczkowskiego, red. (1990)

1 - granica GZWP w ośrodku porowym; 2 - obszar najwyższej ochrony (ONO); 3 - obszar wysokiej ochrony (OWO); 4 - miasto

Numer i nazwa GZWP, wiek utworów wodonośnych: 214 - Działdowo, czwartorzęd (Q), 215A - subiecka warszawska, część centralna, trzeciorzęd (Tr), 222 - Dolina Środkowej Wisły, czwartorzęd (Q)

Południowa część terenu (na południe od Wisły) należy do czwartorzędowego, udokumentowanego głównego zbiornika wód podziemnych nr 222 nazwanego Dolina Środkowej Wisły, Warszawa – Puławy (Oficjalska, Włostowski, 1996). Zbiornik ten obejmuje obszar gmin: Leoncin, Czosnów i południową część Nowego Dworu Mazowieckiego. Na przeważającym terenie izolacja pierwszej użytkowej warstwy wodonośnej jest bardzo słaba (2–10 m) lub praktycznie jej brak (< 2 m). Statyczne zwierciadło wody występuje na rzędnych od 80 m n.p.m. do ok. 73 m n.p.m., to jest na głębokości od 3 do 11 m. Średnia głębokość ujęć czwartorzędowych na terenie zbiornika wynosi 60 m, a wydajność od kilku do 140 m³/h. Zbiornik charakteryzuje się dużą zasobnością i łatwą odnawialnością wód podziemnych. W tabeli 3 zestawiono wybrane wartości dotyczące Zbiornika GZWP 222.

Tabela 3

**Charakterystyka wartości dotyczących wybranych obszarów
w obrębie GZWP nr 222–Dolina Środkowej Wisły (Oficjalska, Włostowski, 1996)**

Nazwa rejonu	Powierzchnia [km ²]	Zasoby dyspozycyjne [m ³ /d]	Zasoby eksploatacyjne (wg. kat. „B”) [m ³ /d]	Pobór wody (wg. opłat) [m ³ /d]	Wykorzystanie zasobów dyspozycyjnych [%]
Taras kampsoski	550,7	27 600,0	81 225,0	17 619,0	63,8
Międzyrzecze Wisły i Narwi	257,9	128 109,0	148 796,0	45 675,0	35,6
Prawobrzeżna dolina Bugu	24,5	5 268,0	4 488,0	673,0	12,8
Międzyrzecze dolin Bugu i Rządzy	375,6	91 909,3	71 532,0	9 836,0	10,7
Prawobrzeżne tarasy Wisły (Wołomin–Wesoła–Wiązowna)	267,0	67 310,7	206 376,0	46 168,0	68,6

Na mapie zaznaczono tylko największe ujęcia o wydajności studni większej niż 50 m³/h. W miejscowości Nowy Dwór Mazowiecki (Okunin) zlokalizowane jest czwartorzędowe ujęcie wód podziemnych „Warszawska” o zatwierdzonej wydajności eksploatacyjnej wynoszącej 200 m³/h. Ujęcie składa się z 3 studni i dostarcza wodę dla miasta Nowy Dwór Mazowiecki. W mieście pracuje drugie ujęcie z zatwierdzoną wydajnością wynoszącą 245 m³/h, ujmujące wody podziemne na potrzeby produkcyjne, technologiczne i socjalne zakładu Reckitt Benckiser Poland S.A. Wodociągi w Zakroczymiu korzystają z czwartorzędowego ujęcia o zatwierdzonym wydatku wynoszącym 200 m³/h. Taką samą wydajnością eksploatacyjną dysponuje ujęcie należące do Gospodarstwa Rolnego w Zdunowie, wykorzystujące ujmowane wody do nawodnień rolniczych. Dla żadnego z tych ujęć nie ustanowiono terenu strefy ochrony pośredniej.

Jakość wód podziemnych badana była w latach 2005–2007 przez Państwowy Instytut Geologiczny w oparciu o krajową sieć monitoringową i określona została w oparciu o kryteria ustalone w obowiązującym wówczas Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 11 lutego 2004 roku w sprawie klasyfikacji dla prezentowania stanu wód powierzchniowych i podziemnych, sposobu prowadzenia monitoringu wód oraz sposobu interpretacji wyników i prezentacji stanu tych wód.

Stan i jakość wód podziemnych w obrębie arkusza Modlin Twierdza badana jest również w ramach stałego monitoringu wód podziemnych w sieci piezometrów leżących na obszarze Kampinoskiego Parku Narodowego i jego otuliny (Krogulec, Sikorska-Maykowska, 1997).

W większości, wody pochodzące z czwartorzędowych poziomów wodonośnych są dobrej jakości, należą do I i II klasy czystości. Są to wody nie wymagające uzdatniania lub wymagające prostego uzdatniania ze względu na zawartość żelaza, manganu i barwy. W północno-wschodniej części arkusza oraz na tarasie kampinoskim przeważają wody klasy Ia i Ib.

Lokalnie, w południowej części gminy Leoncin i północno-zachodnim fragmencie gminy Czosnow, występują wody klasy III – zadowalającej jakości, ze względu na ponadnormatywną zawartość wskaźników o charakterze nietoksycznym: chlorki, siarczany, sucha pozostałość, barwa, azot amonowy. Zła jakość wód odnotowano w okolicy Nowego Dworu Mazowieckiego i Zakroczymia, głównie ze względu na wysoką zawartość związków azotu. Wody te wymagają złożonych procesów uzdatniania (Raport..., 2008).

VIII. Geochemia środowiska

1. Gleby

Kryteria klasyfikacji gleb

Dla oceny zanieczyszczenia gleb zastosowano wartości dopuszczalne stężeń metali określone w Załączniku do Rozporządzenia Ministra środowiska z dnia 9 września 2002 r. w sprawie standardów gleby oraz standardów jakości ziemi (DzU nr 165 z dnia 4 października 2002 r., poz. 1359). Dopuszczalne wartości pierwiastków dla poszczególnych grup użytkowania, ich zakresy oraz przeciętne zawartości w glebach z terenu arkusza–Modlin-Twierdza, umieszczono w tabeli 4. 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).

Tabela 4

Zawartość metali w glebach (w mg/kg)

Metale	Wartości dopuszczalne stężeń w glebie lub ziemi (Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 9 września 2002 r.)			Zakresy zawartości w glebach na arkuszu 486 – Modlin-Twierdza	Wartość przeciętnych (median) w glebach na arkuszu 486 – Modlin-Twierdza	Wartość przeciętnych (median) w glebach obszarów niezabudowanych Polski ⁴⁾
	Grupa A ¹⁾	Grupa B ²⁾	Grupa C ³⁾	N=15	N=15	N=6522
				Frakcja ziarnowa <1 mm Mineralizacja HCl (1:4)		
Głębokość (m p.p.t.)			Głębokość (m p.p.t.)			
	0–0,3	0–2,0	0–0,2			
As Arsen	20	20	60	<5–7	<5	<5
Ba Bar	200	200	1000	13–112	28	27
Cr Chrom	50	150	500	<1–16	4	4
Zn Cynk	100	300	1000	12–98	31	29
Cd Kadm	1	4	15	<0,5–0,9	<0,5	<0,5
Co Kobalt	20	20	200	1–8	1	2
Cu Miedź	30	150	600	2–19	4	4
Ni Nikiel	35	100	300	<1–21	3	3
Pb Ołów	50	100	600	4–31	11	12
Hg Rtęć	0,5	2	30	<0,05–0,12	<0,05	<0,05
Ilość badanych próbek gleb z arkusza 486 – Modlin-Twierdza w poszczególnych grupach użytkowania				¹⁾ grupa A a) nieruchomości gruntowe wchodzące w skład obszaru poddanego ochronie na podstawie przepisów ustawy Prawo wodne, b) obszary poddane ochronie na podstawie przepisów o ochronie przyrody; jeżeli utrzymanie aktualnego poziomu zanieczyszczenia gruntów nie stwarza zagrożenia dla zdrowia ludzi lub środowiska – dla obszarów tych stężenia zachowują standardy wynikające ze stanu faktycznego, ²⁾ grupa B – grunty zaliczone do użytków rolnych z wyłączeniem gruntów pod stawami i gruntów pod rowami, grunty leśne oraz zadrzewione i zakrzewione, nieużytki, a także grunty zabudowane i zurbanizowane z wyłączeniem terenów przemysłowych, użytków kopalnych oraz terenów komunikacyjnych, ³⁾ grupa C – tereny przemysłowe, użytki kopalne, tereny komunikacyjne, ⁴⁾ Lis, Pasieczna, 1995 – Atlas geochemiczny Polski 1:2 500 000 N – ilość próbek		
As Arsen	15					
Ba Bar	15					
Cr Chrom	15					
Zn Cynk	15					
Cd Kadm	15					
Co Kobalt	15					
Cu Miedź	15					
Ni Nikiel	15					
Pb Ołów	15					
Hg Rtęć	15					
Sumaryczna klasyfikacja badanych gleb z obszaru arkusza 486 – Modlin-Twierdza do poszczególnych grup użytkowania (ilość próbek)						
	15					

Próbki gleb pobierano za pomocą sondy ręcznej z wierzchniej warstwy (0,0–0,2 m) w regularnej siatce 5x5 km. Pobierana gleba o masie około 1000 g była suszona w temperaturze pokojowej, kwartowana i przesiewana przez sita nylonowe o wymiarach oczka 2 mm.

Przedmiotem zainteresowania była grupa metali, której źródłem są zanieczyszczenia antropogeniczne, a więc pierwiastki słabo związane i łatwo ługowalne z gleb. Gleby mineralizowano w kwasie solnym (HCl 1:4), w temperaturze 90°C, w ciągu 1 godziny. Oznaczenia As, Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Ni, Pb i Zn wykonano za pomocą atomowej spektrometrii emisyjnej ze wzbudzeniem plazmowym (ICP-AES *Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrometry*) z zastosowaniem spektrometrów: PV 8060 firmy Philips i JY 70 Plus Geoplasma firmy Jobin-Yvon. Analizy Hg przeprowadzono metodą absorpcyjnej spektrometrii atomowej techniką zimnych par (CV-AAS *Cold Vapour Atomic Absorption Spectrometry*) z użyciem spektrometru Perkin-Elmer 4100 ZL z systemem przepływowym FIAS-100. Wszystkie oznaczenia wykonano w laboratorium Państwowego Instytutu Geologicznego w Warszawie. Kontrolę jakości gwarantowały analizy wielokrotne tych samych próbek umieszczanych losowo w seriach analitycznych oraz stosowanie materiałów referencyjnych (wzorce Montana Soil, SRM 2710, SRM 2711, IAEA/Soil 7).

Prezentacja wyników

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

Lokalizację miejsc pobierania próbek (wraz z numeracją zgodną z bazą danych) przedstawiono na mapie w postaci kwadratów wypełnionych kolorem przyjętym dla gleb zaklasyfikowanych do grupy A zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 9 września 2002 r.

Zanieczyszczenie gleb metalami

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

Przeciętne zawartości: arsenu, chromu, kadmu, kobaltu, miedzi, niklu, rtęci i ołowiu w badanych glebach arkusza są na ogół niższe lub równe w stosunku do wartości przeciętnych

(median) w glebach obszarów niezabudowanych Polski. Wyższą wartość mediany wykazuje jedynie zawartość baru i cynku.

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

2. Pierwiastki promieniotwórcze

Materiał i metody badań

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

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

Prezentacja wyników

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

Prezentowane są wyniki dawki promieniowania gamma obejmujące 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 12,1 do 37,6 nGy/h. Przeciętnie wartość ta wynosi 25,3 nGy/h i jest niższa od średniej dla obszaru Polski wynoszącej 34,2 nGy/h. Wzdłuż profilu wschodniego wartości promieniowania gamma mieszczą się w zakresie od 9,3 do 40,9 nGy/h, przy przeciętnej wartości wynoszącej 26,4 nGy/h.

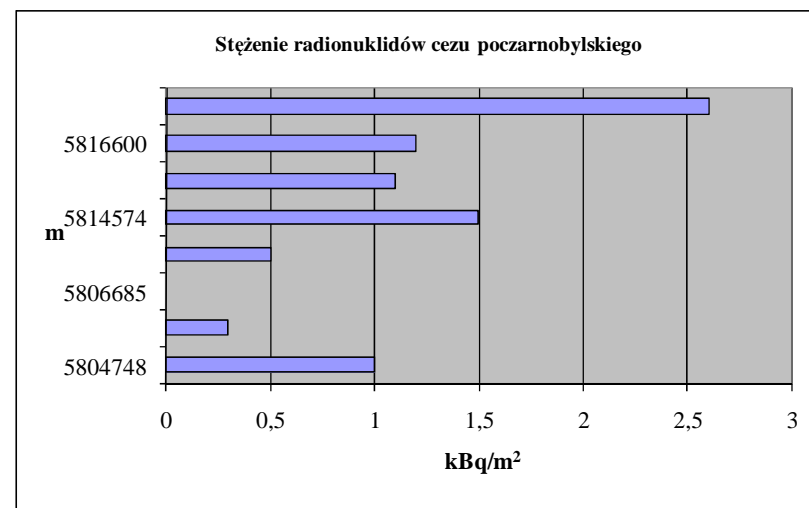
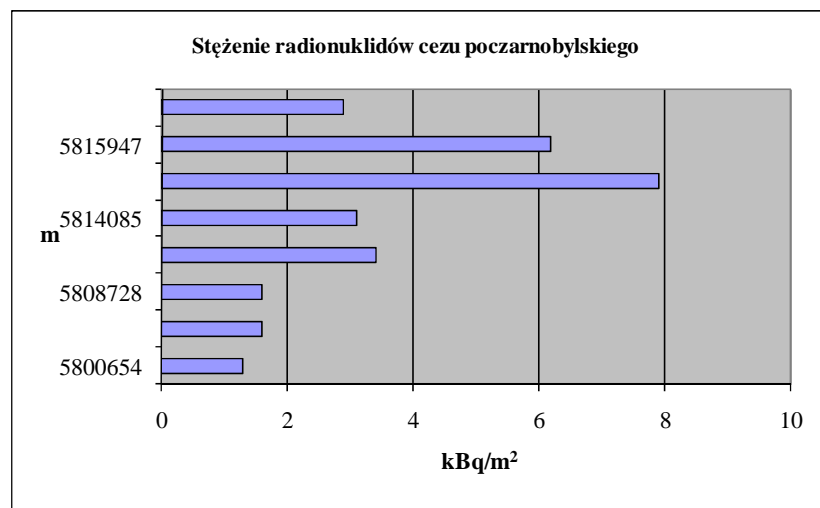
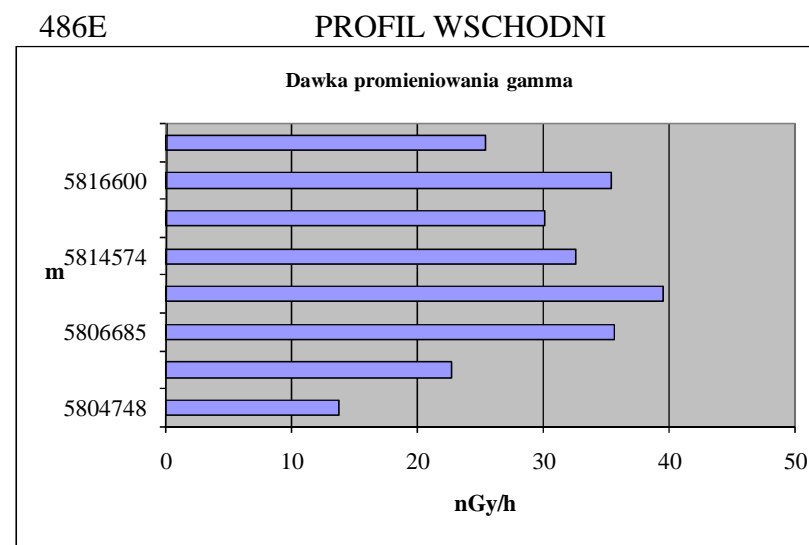
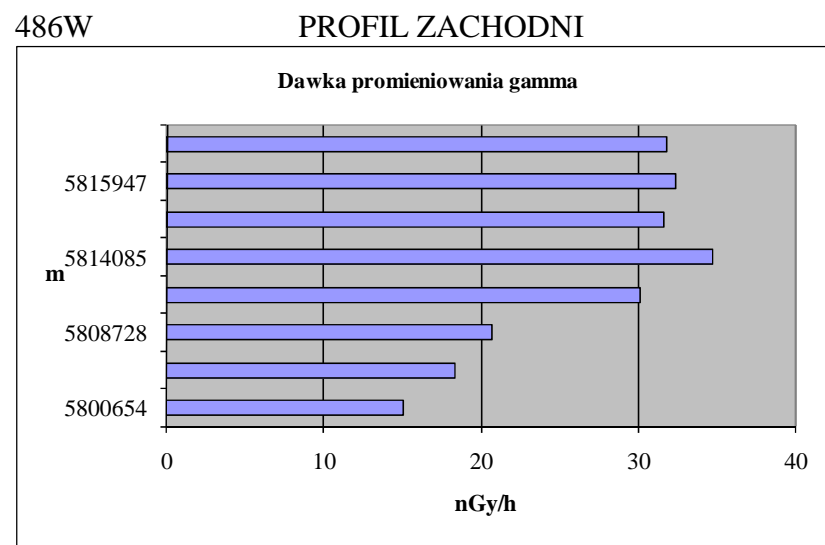


Fig. 4. Zanieczyszczenie gleb pierwiastkami promieniotwórczymi na obszarze arkusza Modlin-Twierdza (na osi rzędnych – opis siatki kilometrowej arkusza)

Najwyższymi wartościami promieniowania gamma (ok. 35–40 nGy/h) cechują się gliny zwałowe zlodowacenia środkowopolskiego i eluwia glin zwałowych, występujące w północnej części badanego obszaru, oraz mady zalegające w dolinie Wisły. Pozostałe utwory rzeczne wieku plejstocenijskiego i holocenijskiego (mułki, piaski i żwiry) oraz piaski eoliczne wykazują się znacznie niższym promieniowaniem (ok. 10–25 nGy/h).

Stężenia radionuklidów poczynobylskiego cezu zmierzone wzdłuż obu profili są bardzo niskie, charakterystyczne dla obszarów bardzo słabo zanieczyszczonych. Wahają się w przedziale od 1,3 do 7,9 kBq/m² wzdłuż profilu zachodniego, a wzdłuż profilu wschodniego, od 0,0 do 2,8 kBq/m².

IX. Składowanie odpadów

Zasady wydzielania potencjalnych obszarów lokalizacji składowisk odpadów

Obszary predysponowane do lokalizowania składowisk odpadów wytypowano uwzględniając zasady i wskazania zawarte w Ustawie o odpadach z dnia 27 kwietnia 2001 r. (DzU z 07.39.251tekst jednolity; Ustawa..., 2001) oraz Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 24 marca 2003 roku 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.

Na terenach, na których możliwa jest lokalizacja składowisk odpadów i obszarach pozbawionych naturalnej izolacji zaznaczono także wyrobiska po eksploatacji kopalin, które mogą być rozpatrywane jako potencjalne miejsca składowania odpadów.

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 5).

Ocena wykształcenia naturalnej bariery geologicznej pozwala na wyróżnienie:

- warunków izolacyjności podłoża zgodnych z wymaganiami dla określonego typu składowisk (przyjętymi w tabeli 5),
- 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 geośrodowiskowej Polski

**Charakterystyka naturalnej bariery geologicznej
w odniesieniu do typu składowanych odpadów**

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

Tło dla przedstawianych na Planszy B informacji stanowi stopień zagrożenia głównego użytkowego poziomu wodonośnego przeniesiony z arkusza Twierdza Modlin Mapy hydrogeologicznej Polski w skali 1:50 000 (Kubiczek, 2000). 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 Twierdza Modlin bezwzględny wyłączeniu z możliwości składowania odpadów podlegają:

- zabudowa Nowego Dworu Mazowieckiego będącego siedzibą urzędu miasta, Zakroczymia – siedziby urzędów miasta i gminy oraz miejscowości gminnych: Pomiechówka, Czosnowa i Leoncina,
- obszary objęte ochroną prawną Europejskiej Sieci Ekologicznej NATURA 2000: „Puszcza Kampinoska”, (PLC 14001), „Dolina środkowej Wisły” (PLB 140004), „Dolina Wkry” (PLH 140005), „Forty Modlińskie” (PLH 140020), „Łąki Kazuńskie” (PLH 140048) i „Kampinoska Dolina Wisły” (PLH 140029).
- tereny w granicach Kampinoskiego Parku Narodowego i strefy jego ochrony,

- obszary ochrony ścisłej w granicach Kampinoskiego Parku Narodowego: „Rybitew”, „Wilków”, „Biela”, „Czarna Woda”, „Kaliszki” (leśne); rezerwat biosfery „Puszcza Kampinoska” i rezerваты leśne: „Pomiechówek”, „Ruska Kępa”; „Rzeka Wkra” (rezerwat wodny); „Wikliny Wiślane”, „Zakole Zakroczymskie” i „Kępy Kazuńskie” (faunistyczne, wodne),
- obszary leśne o powierzchni powyżej 100 hektarów,
- obszary bagienne, podmokłe i łąki wykształcone na glebach pochodzenia organicznego,
- teren w zasięgu udokumentowanego głównego zbiornika wód podziemnych nr 222, czwartorzędowego „Dolina Środkowej Wisły”,
- teren lotniska wojskowego w Modlinie,
- powierzchnie erozyjnych i akumulacyjnych tarasów holocenijskich w obrębie dolin rzek: Wisły, Narwi, Wkry, Strugi, Suchodółki oraz pozostałych licznych cieków,
- strefy (do 250 m) wokół akwenów (jeziora Górne i Dolne),
- tereny o nachyleniu powyżej 10°,
- obszary zagrożone ruchami masowymi: Goławice II - Berencizna, Bronisławka, dolina Wisły–rejon Smoszewo - Utrata, (Grabowski (red.), Kucharska, 2007).

Charakterystyka i ograniczenia warunkowe obszarów spełniających wymagania dla składowania odpadów obojętnych

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

Powierzchnię wysoczyzny lodowcowej budują dwa poziomy glin zwałowych zlodowacenia Warty zlodowaceń środkowopolskich. W granicach ich kartograficznych wydzieleni wyznaczono obszary predysponowane do bezpośredniego składowania odpadów obojętnych.

Wyznaczono je w rejonie miejscowości: Złotopolice, Gostolin, Niepiekło i Kroczevo w gminie Załuski; Kosewo w gminie Pomiechówek; Smoły–Swobodnia, Strubiny–Smoszewo w gminie Zakroczym oraz w granicach administracyjnych miasta Zakroczym, na jego niezabudowanych terenach peryferyjnych (Ostrzykowizna – Gałachy).

W miejscach, w których gliny zwałowe przykryte są osadami lodowcowymi, wodnolodowcowymi i eolicznymi, wykształconymi w postaci piasków, piasków ze żwirami i głazami warunki izolacyjne określono na zmienne (mniej korzystne). Gliny zwałowe zachowane w skarpie wiślanej w okolicy Zakroczymia i Gałachów są dwudzielne, przedzielone warstwą piasków wodnolodowcowych z niewielką domieszką żwirów lub piasków ze żwirami o miąż-

szości do 1,5 m. W zachodniej części skarpy wiślanej po glinach pozostał bruk złożony z głazów i głazików (Nowak, Skompski, 2000).

Na dużych obszarach w strefie przypowierzchniowej występują gliny wyższego poziomu, mają one miąższości do 10 m. Z analizy przekroju geologicznego dołączonego do mapy geologicznej wynika, że w okolicach Krocze oba warstwy glin leżą bezpośrednio jedna na drugiej tworząc wspólny poziom izolacyjny.

Przekrój hydrogeologiczny wykonany dla potrzeb Mapy hydrogeologicznej Polski wykazuje obecność glin zwałowych o miąższościach rzędu 30-40 m rejonach Henrysin – Strubiny – Smoły (Kubiczek, 2000).

Ponieważ nie dysponujemy informacjami o faktycznych właściwościach izolacyjnych występujących tu glin decyzję o posadowieniu składowiska odpadów w granicach ich kartograficznych wydzieleni muszą poprzedzić prace geologiczne, które pozwolą na jednoznaczne określenie parametrów izolacyjnych.

Otwory wiertnicze wykonane w obrębie obszarów wyznaczonych do składowania odpadów potwierdzają występowanie warstw glin o zmiennych miąższościach – od ponad metrowych do kilkudziesięciometrowych (maksymalnie 37,5 m w Henrysinie w gminie Zakroczym).

Ograniczeniem warunkowym budowy składowisk odpadów w części wytypowanych obszarów jest:

- b – zabudowa Zakroczymia i 8 km strefa buforowa wokół lotniska,
- p – położenie w granicach Warszawskiego Obszaru Chronionego Krajobrazu.

Predysponowane do ewentualnego składowania odpadów obszary mają duże powierzchnie i są położone przy drogach dojazdowych, co umożliwia lokalizację obiektów w dogodnej odległości od zabudowań miejscowości.

Charakterystyka i ograniczenia warunkowe obszarów spełniających wymagania dla składowania odpadów komunalnych

Na powierzchni analizowanego terenu występują ility i mułki zastoiskowe zlodowaceń Warty (stadiału Rogowca) zlodowaceń środkowopolskich.

Są to typowe ility warwowe o czekoladowo-brązowym ubarwieniu, znane w literaturze geologicznej jako ility z Mocht. Ich miąższość w rejonie miejscowości Mochty wynosi około 4 m, w cegielni Mochty dochodzi do 7 m (maksymalnie 11 m – otwór wiertniczy wykonany w rejonie Mochty–Smok).

Osady zastoiskowe cechuje pewna rytmiczność sedymentacji, wyrażona naprzemianległymi warstwami iłów i mułków. W zależności od grubości warstw złoża mogą mieć cha-

rakter bardziej mułkowy lub ilasty. W Mochtach w dolnej części profilu przeważa materiał mułkowy z cienkimi przewarstwieniami piaszczystymi. Ku stropowi osady są coraz bardziej ilaste. W części tego obszaru na łożach warwowych zalega niewielkiej miąższości do (2 m) warstwa piasków eolicznych.

Udokumentowane złoża surowców ilastych „Mochty” i „Mochty I” znajdują się na terenach bezwzględnie wyłączonych z możliwości składowania odpadów. Eksploatacja złoża „Mochty” została zaniechana, złożo „Mochty I” dotychczas nie jest eksploatowane. Złożo „Mochty I” ma powierzchnię 0,9 ha, pod nakładem grubości 0,5–1,3 m zalega warstwa łożów warwowych o miąższości 2,0–3,6 m. Złożo jest suche. Surowiec zawiera margiel ziarnisty we frakcji powyżej 0,5 mm od 0 do 0,38%, średnio 0,18%, woda zarobowa: masa „0” średnio 28,66%. Po zbadaniu właściwości izolacyjnych występujących tu łożów, mogą one być wykorzystywane jako dodatkowa bariera izolacyjna skarp i podłoża składowisk odpadów zlokalizowanych w wyrobiskach poeksploatacyjnych kruszyw.

Obszary predysponowane do bezpośredniego składowania odpadów komunalnych wyznaczono w rejonie na zachód od Pomiechówka i w rejonie Stanisławowa, w granicach kartograficznego wydzielenia łożów i mułków zastoiskowych górnych zlodowacenia Warty. W części tego obszaru na łożach warwowych zalega niewielkiej miąższości (do 2 m) warstwa piasków eolicznych.

Następny obszar w gminie Pomiechówek wyznaczono na północ od Kosewa. Według Szczegółowej mapy geologicznej Polski jest to miejsce występowania łożów warwowych pod niewielkim (do 2 m) nakładem piasków i piasków ze żwirami wodnolodowcowych.

W granicach obszaru pozbawionego naturalnej izolacji znajduje się udokumentowane złożo łożów warwowych „Kosewo”. Budowa geologiczna złoża jest prosta. Pod warstwą piaszczystej gleby o grubości do 0,3 m zalega warstwa piasku drobnoziarnistego, przeważnie silnie pylastego, gliniastego o miąższości do 0,6 m. Warstwę złożową stanowią ły warwowe o barwie czekoladowej i jasnoszarej. Grubość poszczególnych warstw dochodzi do 1,5 m, miąższość całej warstwy wynosi 1,3–6,8 m. ły nie zawierają domieszek żwirowych i margla ziarnistego. Całe złożo jest suche, zwierciadło wody występuje na głębokościach 20–25 m. Złożo eksploatowane było do 1983 r, obecnie nie prowadzi się wydobycia.

Ze względu na możliwość niejednorodnego wykształcenia litologicznego osadów zastoiskowych oraz piaszczysto-żwirowy i piaszczysty nakład na części obszarów właściwości izolujące zostały określone jako zmienne (mniej korzystne).

Decyzję o przeznaczeniu terenu pod składowanie odpadów komunalnych muszą każdorazowo poprzedzić prace geologiczne (geologiczno-inżynierskie i hydrogeologiczne), które

pozwoła na określenie faktycznych właściwości izolujących, miąższości i rozprzestrzenienia osadów.

Ograniczeniem warunkowym budowy obiektów w granicach wytypowanych obszarów jest:

z – zabudowa Kosewa i Pomiechówka oraz lotnisko,

p – położenie w granicach Warszawskiego Obszaru Chronionego Krajobrazu.

Obszary wytypowane pod ewentualne składowanie odpadów mają duże powierzchnie i są położone przy drogach dojazdowych. Umożliwia to budowę obiektów w dogodnej, nie powodującej konfliktów społecznych odległości od zabudowy miejscowości.

Pod kątem budowy składowisk odpadów można dodatkowo rozpoznać tereny w bezpośrednim sąsiedztwie otworów wiertniczych wykonanych w rejonie Mocht (obszar pozbawiony naturalnej izolacji) i Henrysina.

W profilach otworów występują ropy, o miąższości 6,8 m na głębokości 4 m (Henrysin) oraz 1,6 m warstwa ropy na głębokości 8,4 m (Mochty).

Gminne składowisko odpadów komunalnych w Zakroczymiu uszczelniono folią PCV Plastpapa o grubości 2,0 mm, odcieki przepompowuje się do zbiornika retencyjnego o pojemności 600 m³, gaz składowiskowy ujmują trzy studnie. Składowisko nie posiada pozwolenia zintegrowanego, na 2009 r planowane było zamknięcie obiektu. Nieczynne, zrekultywowane składowisko odpadów znajduje się w miejscowości Zdunowo.

Według informacji zawartych w Wojewódzkim Planie Gospodarowania Odpadami, w założeniach polityki ekologicznej Polski projektuje się, że po roku 2014 na terenie całego województwa funkcjonować będzie 15 obiektów posiadających status składowisk regionalnych. Jednym z nich będzie obiekt w Kobiernikach koło Płocka, gdzie będą składowane odpady z terenów objętych arkuszem.

Ocena najbardziej korzystnych warunków geologicznych i hydrogeologicznych

Najbardziej korzystne warunki geologiczne rozpatrywane pod kątem składowania odpadów obojętnych mają obszary wyznaczone w rejonie Henrysin–Strubiny–Smoły, gdzie występują gliny zwałowe o miąższościach rzędu 30–40 m (przekrój hydrogeologiczny I-I').

Warunki geologiczne dla składowania odpadów komunalnych są mniej korzystne. Osady zastoiskowe mogą mieć niejednorodne wykształcenie litologiczne i tym samym zróżnicowane właściwości izolacyjne. Decyzję o przeznaczeniu wytypowanych obszarów dla bezpośredniego składowania odpadów każdorazowo muszą poprzedzić prace geologiczno–inżynierskie i hydrogeologiczne pozwalające ustalić ich faktyczne parametry izolacyjne.

Warunki hydrogeologiczne rozpatrywane pod kątem składowania odpadów są korzystne. Główny użytkowy poziom wodonośny w osadach czwartorzędowych występuje na głębokości 15–50 m p.p.t., stopień zagrożenia wód jest niski, podrzędnie średni. Należy się jednak liczyć z możliwością lokalnego braku izolacji lub izolacją niepełną i tym samym narażeniem wód na silniejszą antropopresję. Przy projektowaniu składowisk odpadów, przy wyborze miejsc ewentualnej lokalizacji należy zwrócić uwagę na obecność niewielkich, beziemiennych cieków powierzchniowych (stałych i okresowych).

Najkorzystniejszy wydaje się wariant lokalizacji składowisk w części północnej, gdzie stopień zagrożenia wód określono na niski.

Charakterystyka wyrobisk poeksploatacyjnych

Pod kątem składowania odpadów można rozpatrywać suche wyrobisko wgłębne po zaniechanym złożu piasków „Zakrocym”. Ma ono powierzchnię 0,15 hektara i 5 m głębokości, ulega postępującej samorekultywacji. Konieczne będzie rozpoznanie, które pozwoli na wybór rodzaju sztucznego uszczelnienia.

Na składowisko odpadów można przeznaczyć wyrobisko zaniechanego złoża ilów ceramiki budowlanej „Kosewo”. Eksploatację prowadzono systemem ścianowym, pozostawiając ulegające samorekultywacji wyrobisko. W wyrobisku zatrzymują się wody opadowe, co świadczy o jego szczelności.

Ograniczeniem warunkowym budowy składowisk odpadów w tych wyrobiskach jest ich położenie na terenie udokumentowanych złóż.

Wyrobiska pozostałych złóż oraz niewielkie punkty po niekoncesjonowanej eksploatacji kruszyw na potrzeby lokalne znajdują się na obszarach bezwzględnie wyłączonych z możliwości 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 bowiem uwzględnienia ograniczeń prawnych, odnoszących się do tego typu inwestycji, przedstawione na mapie obszary potencjalnej lokalizacji składowisk obejmują zasięgi występowania w podłożu warstwy utworów słabo przepuszczalnych, stanowiących dobrą naturalną izolację dla położonych głębiej poziomów wodonośnych.

X. Warunki podłoża budowlanego

Ocenę obszaru arkusza Modlin Twierdza pod względem warunków budowlanych wykonano na podstawie Szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1:50 000, arkusz Modlin Twierdza (Nowak, Skompski, 1992), opracowania Grabowskiego i innych (2007) „Mapa osuwisk i obszarów predysponowanych do występowania ruchów masowych w województwie mazowieckim” oraz analizy map topograficznych.

W ramach prac związanych z wykonywaniem Mapy geośrodowiskowej Polski dokonano oceny geologiczno-inżynierskich warunków podłoża budowlanego obszaru arkusza Modlin Twierdza. Warunków tych nie analizowano dla terenów: parku narodowego, rezerwatów, lasów, łąk na glebach pochodzenia organicznego, złóż kopalin oraz dla gruntów rolnych zaliczanych do klas bonitacyjnych od I do IVa.

Wyróżniono, zgodnie z Instrukcją (2005) dwie podstawowe kategorie wydzieleni: obszary o korzystnych warunkach dla budownictwa oraz obszary o warunkach niekorzystnych, utrudniających budownictwo.

Do obszarów o korzystnych warunkach budowlanych zaliczono tereny występowania gruntów spoistych: zwartych, półzwartych i twaroplastycznych oraz gruntów niespoistych średniozagęszczonych, gdzie zwierciadło wód podziemnych położone jest na głębokości większej niż 2 m p.p.t. Rejony występowania gruntów słabonośnych, tereny, na których poziom wód podziemnych występuje nie głębiej niż 2 m od powierzchni terenu, a także miejsca podmokłe, zabagnione, zaliczono do obszarów o warunkach niekorzystnych dla budownictwa.

Na obszarze objętym arkuszem Modlin Twierdza można wyróżnić dwa morfogenetyczne wydzielenia rzutujące na charakter podłoża budowlanego: rejon wysoczyzny polodowcowej oraz dolina Wisły i Narwi.

Wysoczyzna polodowcowa należy do terenów o dobrych warunkach budowlanych. Występują tam głównie grunty niespoiste średniozagęszczone lub grunty spoiste: półzwarte i twaroplastyczne. Zwierciadło wody podziemnej, poza dolinami drobnych cieków powierzchniowych i obniżeń erozyjnych (dolina Wkry, Strugi oraz rejon położony na południowy zachód od Kroczeva), występuje na głębokości większej niż 2 m.

Na tarasie kampinoskim korzystne warunki budowlane panują na znacznym obszarze w rejonie Cybulice - Kaliszki oraz w rejonie Leoncina. W obrębie doliny Wisły i Narwi występują obszary podmokłe (rejon Nowego Dworu Mazowieckiego, Kazunia, Gniewniewic).

Wyznaczono także obszary o warunkach niekorzystnych i utrudniających budownictwo. Są to rejon występowania gruntów słabonośnych: spoistych w stanie plastycznym, organicznych oraz piaszczystych luźnych, gdzie głębokość do wód gruntowych jest poniżej 2,0 m, a także obszary o spadkach terenu powyżej 12%. Na omawianym terenie są niewielkie obszary położone w dolinach małych cieków i obniżeń terenu wypełnionych torfami.

Obserwacje współczesnej aktywności geologicznej północnej skarpy wiślanej wskazują, że w pasie o szerokości około 150 m od jej górnej krawędzi, istnieje potencjalne zagrożenie ruchami masowymi terenu o różnej aktywności. Strefę tę, wraz z całą skarpią wyraźnie zaznaczoną w morfologii terenu szczególnie na zachód od Zakroczymia, należy traktować jako rejon o niekorzystnych warunkach budowlanych.

XI. Ochrona przyrody i krajobrazu

Na obszarze arkusza Modlin Twierdza do terenów objętych ochroną prawną należą: fragment Kampinoskiego Parku Narodowego wraz z północną otuliną i rezerwatami ochrony ścisłej wytyczonymi w jego obrębie, rezerваты przyrody i obszary chronionego krajobrazu położone w północnej części arkusza oraz użytki ekologiczne i pomniki przyrody oraz obszary chronione w europejskim systemie NATURA 2000.

Ochronie podlegają także gleby wysokich klas bonitacyjnych (I do IVa), które zajmują znaczne obszary i zdecydowanie dominują w północno-zachodniej części terenu arkusza (Program ochrony..., 2007).

Południową część terenu arkusza Modlin Twierdza zajmuje Kampinoski Park Narodowy (KPN) wraz z otuliną. Obejmuje on rozległe tereny Puszczy Kampinoskiej w pradolinie Wisły w zachodniej części Kotliny Warszawskiej. Kampinoski Park Narodowy utworzony został uchwałą Rady Ministrów z dnia 16 stycznia 1959 r. (aktualna podst. prawna ochrony i funkcjonowania parku - rozporządzenie rady ministrów w sprawie KPN z dnia 25.09.1997 r. Dz U 132 poz 876). W styczniu 2000 roku Kampinoski Park Narodowy został uznany przez

UNESCO za Światowy Rezerwat Biosfery. Powierzchnia Parku wynosi 38544 ha. Pod ochroną ścisłą pozostaje 4 638 ha (22 wydzielone obszary – rezerваты ścisłe). Ustanowiona w 1977 r. strefa ochronna wokół Parku, zwana otuliną, ma powierzchnie 37 756 ha. Ponad 70% powierzchni Parku zajmują lasy. Roślinność parku charakteryzuje się bardzo dużym zróżnicowaniem siedlisk. Na terenie puszczy występuje ponad pięćdziesiąt zbiorowisk roślinnych z ponad 1 250 gatunkami roślin naczyniowych, 120 gatunkami mchów, 25 wątrobowców i 150 porostów. Obok gatunków typowo niżowych rosną tu rośliny górskie (narecznica górńska, świerżbek kosmaty), atlantyckie (wakrota zwyczajna), lubiące gleby zasolone - tzw. halofity (szczaw nadmorski, solanka kolczysta) i pontyjska roślinność kserotermiczna (wiśnia kwaśna, weymord stepowy). Ochronie gatunkowej podlega 69 gatunków roślin, w tym m.in: chamedafne północna, zimoziół północny, wisienka kwaśna i weymord stepowy. Osobliwością Parku jest występowanie brzozy endemicznego gatunku środkowoeuropejskiego, charakteryzującego się ciemnoszarą lub niemal czarną korowiną (Zielony, 1996).

Park i dolina nieuregulowanej Wisły ze starorzeczami, piaszczystymi łachami, wyspami, łągami i zaroślami stanowią niezwykle ważne biotopy dla wielu gatunków roślin i zwierząt. Fauna Parku jest bogata ocenia się, że może tu występować połowa gatunków krajowej fauny, czyli ok. 16 500 gatunków zwierząt. W Parku występują 83 gatunki zwierząt zagrożonych, wpisanych do Polskiej Czerwonej Księgi Zwierząt oraz 280 gatunków objętych ochroną gatunkową. Z terenu Parku opisano 19 gatunków zwierząt nowych dla nauki oraz 14 nowych dla Polski.

Strefa ochronna parku, nazywana otuliną, przebiega w obrębie arkusza Modlin Twierdza wzdłuż północnego brzegu Wisły. Utworzona została w celu ochrony środowiska i zabezpieczenia parku przed szkodliwym oddziaływaniem czynników zewnętrznych. Dotyczy to głównie zabezpieczenia przyrody parku przed szkodliwym oddziaływaniem obszarów silnie zurbanizowanych i o intensywnej gospodarce rolnej.

Na terenie KPN, w obrębie obszaru arkusza, wydzielono kilka obszarów ochrony ścisłej – (OOŚ):

- obszar ochrony ścisłej „Biela” – o powierzchni 45,65 ha, objęty ochroną ścisłą od 1977 r. Dolinka międzywydmowa z torfowiskiem niskim i fragmentami torfowiska przejściowego, zarośnięte w większości olszą czarną, brzozą omszoną i miejscami sosną.
- obszar ochrony ścisłej „Czarna Woda” – o powierzchni 84,42 ha, obszar ochrony ścisłej od 1977 r. Ols, łąg olszowy, grąd niski i dąbrowa świetlista na granicy tarasu zalewowego i wydmowego, wznoszącego się kilkumetrowym progiem nadbudowanym wy-

dmami. Stanowisko m.in.: lili żłotogłów, wawrzyńka wilczego łyka, żankiela zwyczajnego, zachyłki oszczepowatej, czerńca gronkowego, zdrojówki rutewkowej.

- obszar ochrony ścisłej „Rybitew” – o powierzchni 224,21 ha, ochrona ścisła od 1959 r. Wały wydymowe i zagłębienia międzywydymowe w terenie, do którego docierały wody powodziowe Wisły, pozostawiając osady żyznych i wilgotnych mad. Bory mieszane świeże, grądy, dąbrowy oraz fragmenty łęgów, olsów i turzycowisk, bujne podszycie i runo, w którym występują m.in. lilia żłotogłów, naparstnica zwyczajna, sasanka, wawrzynek wilczełyko, pięciornik biały, bodziszek czerwony, jaskier wieloowockowy, pajęcznica gałęzista, dziurawiec skąpolistny, łanowo konwalia majowa.
- obszar ochrony ścisłej „Wilków” – o powierzchni 358,09 ha, objęty ochroną ścisłą od 1959 r. Zgrupowanie wyniosłych parabol wydymowych o najwyższym przewyższeniu w Parku, sięgającym 30 m. Dominuje bór sosnowy świeży z fragmentami boru mieszanego i wilgotnego, skupisko starodrzewi, sięgających 200 lat w najstarszych fragmentach. Na stromych, silnie nasłonecznionych zboczach wydym występują dąbrowy świetliste z charakterystycznymi dla niej kserotermami: pięciornikiem białym, kłosownicą pie rzastą, ciemiężykiem białokwiatowym i chabrem driakiewnikiem.
- na obszarze ochrony ścisłej „Kaliszki” ochronie podlega starodrzew sosnowy na siedliskach borów mieszanych świeżych i wilgotnych z niewielkimi fragmentami olsów.

W otoczeniu Kampinoskiego Parku Narodowego, a częściowo w obrębie jego otuliny zlokalizowane są rezerваты przyrody (tabela 6):

- „Wikliny Wiślane” - rezerwat faunistyczny założony w grudniu 1998 roku na Wiśle, obejmuje obszary na terenie gminy Leoncin oraz gminy Zakroczym o łącznej powierzchni 340, 48 ha. Celem ochrony w rezerwacie jest zachowanie ze względów naukowych i dydaktycznych ostoi łęgowych rzadkich i ginących gatunków ptaków występujących na obszarze rzeki Wisły.

- „Zakole Zakroczymskie” o powierzchni 495 ha, utworzony 1998 roku, obejmuje wyspy, piaszczyste łachy oraz wody płynące rzeki Wisły.

- „Ruska Kępa” to rezerwat leśny o powierzchni 15,43 ha. Naturalny łęg wierzbowo-topolowy na tarasie zalewowym Wisły, bezpośrednio graniczący tu z rzeką. 130-letnie topole białe tj. białodrzewy zwane Napoleońskimi, osiągnęły 40 m wysokości i obwód 7 m w pierśnicy. Także stare wierzby białe i kruche, wiązy szypułkowe, olsze szare, czeremchy zwyczajne.

- „Kępy Kazuńskie” – rezerwat o łącznej powierzchni 554,24 ha utworzony został w 1998 roku. Celem jego utworzenia było zachowanie naturalnego koryta Wisły, z charakterystycznymi dla niej wyspami, łachami i zróżnicowaną rzeźbą brzegową. Można tu spotkać

liczne prawnie chronione i zagrożone w swoim byciu gatunki ptaków. Zimą regularnie przebywały tu stada krzyżówek liczące do 200 osobników oraz stada mew śmieszek i pospolitych. Analiza połowów wędkarskich i sieciowych wykazała, że występują tu następujące gatunki ryb: okoń, ciernik, sum, ukleja, jaź, leszcz, lin, szczupak. Z płazów widziano na terenie rezerwatu traszkę zwyczajną, liczne żaby, ropuchę zieloną, ropuchę szarą i paskówkę.

Tabela 6

Wykaz rezerwatów, pomników przyrody i użytków ekologicznych

Lp.	Forma ochrony	Miejscowość (lub obręb ewidencyjny)	Gmina	Rok zatwierdzenia	Rodzaj obiektu (powierzchnia w ha)
			Powiat		
1	2	3	4	5	6
1	R	Rzeka Wkra	Pomiechówek	1991	W–, „Dolina Wkry” (23,78)
			mazowieckie		
2	R	Pomiechówek	Pomiechówek	1981	L–, „Pomiechówek” (18,86)
			mazowieckie		
3	R	Zakroczym, Leoncin	Zakroczym, Leoncin	1998	Fa, W–, „Wikliny Wiślane” (340,48)
			mazowieckie		
4	R	Zakroczym	Czosnów, Leoncin	1998	Fa, W–, „Zakole Zakroczymskie” (495)
			nowodworski		
5	R	Kazuń Nowy	Czosnów	1981	L–, „Ruska Kępa” (15,34)
			nowodworski		
6	R	Nowy Dwór Mazowiecki	Czosnów, Jabłonna	1998	Fa, W–, „Kępy Kazuńskie” (554,24)
			nowodworski		
7	P	Szczypiorno	Pomiechówek	1982	Pż–jesion wyniośli
			mazowieckie		
8	P	Koszewko	Pomiechówek	nie znany	Pn–G Głaz narzutowy (gnejs biotytowy)
			mazowieckie		
9	P	Pomiechówek	Pomiechówek	nie znany	Pż–sosna pospolita - „Sosna Anna”
			mazowieckie		
10	P	Pomiechowo	Pomiechówek	1976	Pż–topola biała „Topola Wiktoria”
			mazowieckie		
11	P	Trębki	Zakroczym	1980	Pż–dąb szypułkowy
			mazowieckie		
12	P	Trębki	Zakroczym	1980	Pn–G Głaz narzutowy (granit)
			mazowieckie		
13	P	Smoszewo	Zakroczym	1984	Pż–dąb szypułkowy
			mazowieckie		
14	P	Mochty	Zakroczym	1985	Pż–dąb szypułkowy „Dąb Wacław”
			mazowieckie		
15	P	Zakroczym-Duchowizna	Zakroczym		Pż–dąb szypułkowy „Dąb Marian”
			mazowieckie		
16	P	Zakroczym ul. Warszawska 7	Zakroczym	1978	Pż–dąb szypułkowy
			mazowieckie		

1	2	3	4	5	6
17	P	Zakroczym	Zakroczym mazowieckie	nie znany	Pż-dąb szypułkowy (2 szt.)
18	P	Zakroczym	Zakroczym mazowieckie	1978	Pż-dąb szypułkowy
19	P	Modlin	Nowy Dwór Mazo- wiecki mazowieckie	nie znany	Pż-topola czarna
20	P	Nowy Dwór Ma- zowiecki	Nowy Dwór Mazo- wiecki mazowieckie	1976	Pż-dąb szypułkowy „Dąb Michał”
21	P	Nowy Dwór Ma- zowiecki	Nowy Dwór Mazo- wiecki mazowieckie	1976	Pż-dąb szypułkowy
22	P	Nowy Dwór Ma- zowiecki	Nowy Dwór Mazo- wiecki mazowieckie	1977	Pż-topola biała
23	P	Nowy Dwór Ma- zowiecki	Nowy Dwór Mazo- wiecki mazowieckie	1973	Pż-dąb szypułkowy – „Dąb Gajosa”
24	P	Nowy Dwór Ma- zowiecki	Nowy Dwór Mazo- wiecki mazowieckie	1976	Pż-dąb szypułkowy
25	P	Kazuń Polski	Czosnów mazowieckie	nie znany	Pż-topola biała
26	P	Kazuń Polski	Czosnów mazowieckie	nie znany	Pż-dąb szypułkowy
27	P	Kazuń Polski	Czosnów mazowieckie	1978	Pż-2 modrzewie europej- skie
28	P	Kazuń Polski	Czosnów nowodworski	nie znany	Pż-lipa drobnolistna
29	P	Kazuń Polski	Czosnów mazowieckie	nie znany	Pż-dąb szypułkowy
30	P	Kazuń Polski	Czosnów mazowieckie	nie znany	Pż-dąb szypułkowy „Stary Dąb”
31	P	Cybulice Małe	Czosnów mazowieckie	nie znany	Pż-sosna pospolita
32	P	Brzozówka	Czosnów mazowieckie	1978	Pż-dąb szypułkowy
33	P	Leoncin	Leoncin mazowieckie	1975	Pż-dąb szypułkowy (2szt.)
34	P	Leoncin	Leoncin nowodworski	1975	Pż dąb szypułkowy (14szt.)– „Poleskie Dęby”
35	U	Niepiekła	Załużski mazowieckie	1996	bagno 1,72
36	U	Kroczewo	Załużski mazowieckie	1996	bagno 0,36
37	U	Złotopolice	Załużski mazowieckie	1996	bagno 2,77
38	OS	KPN	Leoncin nowodworski	1977	OOS – „Czarna Woda” (84,42)

1	2	3	4	5	6
39	OS	KPN	Leoncin	1959	OOŚ – „Rybitew” (224,21)
			nowodworski		
40	OS	KPN	Leoncin	1959	OOŚ – „Wilków” (358,09)
			nowodworski		
41	OS	KPN	Leoncin	1977	OOŚ – „Biela” (45,65)
			nowodworski		
42	OS	KPN	Czosnów	1977	OOŚ – „Kaliszki” (103,24)
			nowodworski		

Rubryka 2: R - rezerwat; P - pomnik przyrody; U - użytek ekologiczny; OS – obszar ochrony ścisłej w parku narodowym

Rubryka 6: rodzaj rezerwatu: L - leśny; Fa - faunistyczny; W - wodny;
rodzaj pomnika przyrody: Pz-pomnik przyrody żywej, Pn -pomnik przyrody nieożywionej
rodzaj obiektu: G – gład narzutowy; OOŚ - Obszar Ochrony Ścisłej

W części północnej arkusza Modlin Twierdza położony jest leśny rezerwat przyrody „Rezerwat Pomiechówek” składający się z dwóch części oddzielonych od siebie pasem młodnika. Zachowane są tu fragmenty gradu z licznymi pojedynczymi, bardzo starymi drzewami różnych gatunków. Rezerwat ten otwarty jest dla ruchu turystycznego.

Rezerwat „Dolina Wkry” został utworzony w celu ochrony przełomowego odcinka Wkry przez wysoczyznę, zalesionego urwistego brzegu o wys. 20 m i pozostałości lasów łągowych, rosnących na zalewanych wiosną terenach. Wkra ma tu unikatowy roztopowy charakter, brzegi są z jednej strony urwiste z drugiej płaskie.

W granicach obszaru objętego arkuszem Modlin Twierdza duże tereny podlegają ochronie krajobrazowej, dotyczy to doliny Wisły, Strugi, terenów leśnych w rejonie miejscowości Kosewo–Wymysły, Ostrzykowitzna, terenów podmokłych, zlokalizowanych na północ od Nowego Dworu Mazowieckiego oraz dolinę Wisły w gminie Łomianki, Czosnów i Leoncin. Tereny te należą do Warszawskiego Obszaru Chronionego Krajobrazu utworzonego w 1997 roku na powierzchni 148 409 hektarów. Obszar ten wydzielony został, dla zachowania równowagi ekologicznej pomiędzy terenami o znikomej aktywności biologicznej, a obszarami czynnymi biologicznie, bogatymi w zieleń oraz dla ochrony terenów o dużych walorach przyrodniczych. Warszawski Obszar Chronionego Krajobrazu jest korytarzem ekologicznym, który zapewnia powiązania przyrodnicze (ponadregionalne, regionalne i lokalne) Kampinoskiego Parku Narodowego z Doliną Wisły, z doliną Utraty oraz doliną Bzury.

Obszary chronione w postaci użytków ekologicznych zlokalizowane są w północnej części arkusza, w gminie Załuski. Są to użytki o powierzchni mniejszej niż 5 ha, ustanowione na terenach podmokłych i bagnach w miejscowościach Złotopolice, Kroczewo i Niepiekła.

Pomniki przyrody żywej najczęściej dęby szypułkowe, występują głównie na obszarze Kampinoskiego Parku Narodowego i jego otuliny oraz w dolinie Narwi (tabela 6).

W Polsce, w ramach tworzenia Europejskiej Sieci Ekologicznej, jest realizowany program krajowej sieci – ECONET-Polska, którego celem jest opracowanie spójnego systemu obszarów, których walory przyrodnicze mają najwyższą rangę krajową i międzynarodową. Sieć ECONET składa się z obszarów węzłowych: biocentrów i stref buforowych, korytarzy ekologicznych oraz obszarów wymagających unaturalnienia (Liro, 1998). Południowa i centralna część obszaru arkusza Modlin Twierdza według krajowej sieci ekologicznej ECONET-Polska została usytuowana w obszarze węzłowym o znaczeniu międzynarodowym nr 20M, tj. „Puszczy Kampinoskiej” (fig. 5). Północno-wschodnia część wchodzi w skład korytarza ekologicznego o znaczeniu krajowym 41k–Korytarz Wkry.

Innym narzędziem ochrony różnorodności biologicznej na terenie Polski jest ogólnoeuropejska sieć obszarów chronionych NATURA 2000 (tabela 7). Celem jej utworzenia jest ochrona różnorodności biologicznej na terenie wszystkich krajów Unii Europejskiej. W skład sieci wchodzić tzw. Specjalne Obszary Ochrony (SOO) utworzone zgodnie z Dyrektywą Siedliskową oraz tzw. Obszary Specjalnej Ochrony (OSO). W obrębie arkusza Modlin Twierdza są to „Dolina Wkry” (kod PLH140005), „Forty Modlińskie” (kod PLH140020), „Puszcza Kampinoska” (kod PLC140001), „Dolina Środkowej Wisły” (kod PLB140004), „Kampinowska Dolina Wisły” (kod PLH140029), „Ostoja Nowodworska” (kod PLH140043), „Łąki kazańskie” (kod PLB140048).

„Dolina Wkry”, obszar o powierzchni 24 ha leży w kompleksie leśnym Pomiechówek, po obu stronach przełomu rzeki Wkry. Obejmuje pradolinę Wkry wraz z przyległymi łąkami oraz z wysoczyzną i jej stromym stokiem z grądami zboczowymi. Odcinek rzeki Wkry jest porośnięty szuwarami, zaś wysepki i częściowo plaże – zbiorowiskami wiklinowymi. Szczególnie licznie w rezerwacie występują łąki. Pokrywa zielna jest w nich na ogół mało zmieniona. Występują tu gleby typu mad i torfów niskich, miejscami czarnych ziem. Jedyne starsze drzewostan położony jest w pradolinie strumienia bez nazwy wpadającego do Wkry. Dominują tu 65-85-letnie drzewostany olszowo-jesionowe z domieszką wiązu szypułkowego i świerka. Najcenniejszym krajobrazowo jest ok. 70-letni drzewostan z dominującym jesionem. Drugim zbiorowiskiem są potencjalne lasy grądowe *Tilio-Carpinetum* w odmianach typowej, zboczowej i niskiej.

Obszar „Forty Modlińskie” zajmuje łącznie powierzchnię 157,25 ha, w jego skład wchodzi następujące obiekty: Fort IV–Janówek (zimowisko nietoperzy), Fort V–Dębina (zimowisko nietoperzy), 6 schronów koło Cybulic (zimowisko nietoperzy), Fort XIb–Strubiny

(zimowisko nietoperzy), Fort XIII–Błogosławie (zimowisko nietoperzy), Fort XIVa–Goławice (zimowisko nietoperzy), kazamaty sąsiadujące od północy z Twierdzą Modlin (kolonia rozrodcza). Forty te wchodzi w skład pierścienia fortecznego wokół Twierdzy Modlin–jednej z największych w Europie budowli tego typu. Historia obiektów fortecznych w tym miejscu (widły Narwi i Bugu oraz Wisły) sięgają czasów Potopu Szwedzkiego. Budowę Twierdzy w kształcie obecnym rozpoczęto z rozkazu Napoleona. W II poł. XIX w. dobudowano forty tym samym przekształcając obiekt w tzw. Twierdzę fortową. Niektóre jej obiekty do dziś są wykorzystywane przez Wojsko Polskie. Obszar ten to jedno z największych zimowisk mopka w Polsce północnej i wschodniej.

„Puszcza Kampinoska” – z 37640,49 hektarów powierzchni aż około 70% zajmują lasy. Na pasach wydmowych dominują drzewostany sosnowe z domieszką gatunków liściastych, głównie dębów. Strome płd. i wsch. zbocza wydm (wznoszących się miejscami do 30 m) porastają dąbrowy świetliste i grądy. Pasy bagienne, obecnie częściowo osuszone, pokrywają szuwary, turzycowiska, łąki i lasy liściaste, tworzące zespoły olszowe, łęgowe i grądowe. Stwierdzono tu ponad 150 łęgowych gatunków ptaków, w tym rzadkie ptaki drapieżne. W okresie łęgowym obszar zasiedla dzierzba rudogłowa, bocian czarny, sowa błotna, świerszczak i trzmiełojad. Obszar ma duże znaczenia dla zachowania bioróżnorodności w centralnej Polsce. Zidentyfikowano tu 14 typów siedlisk z Załącznika I Dyrektywy Rady 92/43/EWG, z priorytetowymi lasami łęgowymi i ponad 10 gatunków z Załącznika II tej Dyrektywy. Bardzo bogata jest flora Puszczy Kampinoskiej; opisano stąd 100 gatunków mchów, 150 gatunków porostów, około 1250 gat. roślin naczyniowych, w tym relikty postglacjalne: chamedafne północna *Chamaedaphne calyculata* i zimozioł północny *Linnaea borealis* oraz endemiczny Polski - brzoza czarna *Betula obscura* (nigra). Występuje tu 69 gatunków roślin naczyniowych ściśle chronionych. Dobrze poznana fauna Puszczy szacowana jest na ok. 16000 gatunków. Wśród bezkręgowców opisano m.in. 180 gatunków pszczołowatych, 172 gatunków biegaczowatych, 30 gatunków komarów. Wśród kręgowców występuje: 13 gatunków płazów, 6 gatunków gadów, 50 gatunków ssaków, w tym trzy po udanej reintrodukcji: łoś (w 1951 r.), bóbr (1980 r.) i ryś (1992 r.).

„Kampinoska Dolina Wisły” obejmuje dolinę Wisły, w rejonie opisywanego arkusza ma podobny zasięg jak obszar „Dolina Środkowej Wisły”. Zajmuje powierzchnię 20659.1 ha. Dwa mniejsze obszary: Ostoja Nowodworska (S) i Łąki Kazuńskie (S) obejmują odpowiednie obszary o powierzchni: 51,1 i 340 ha.

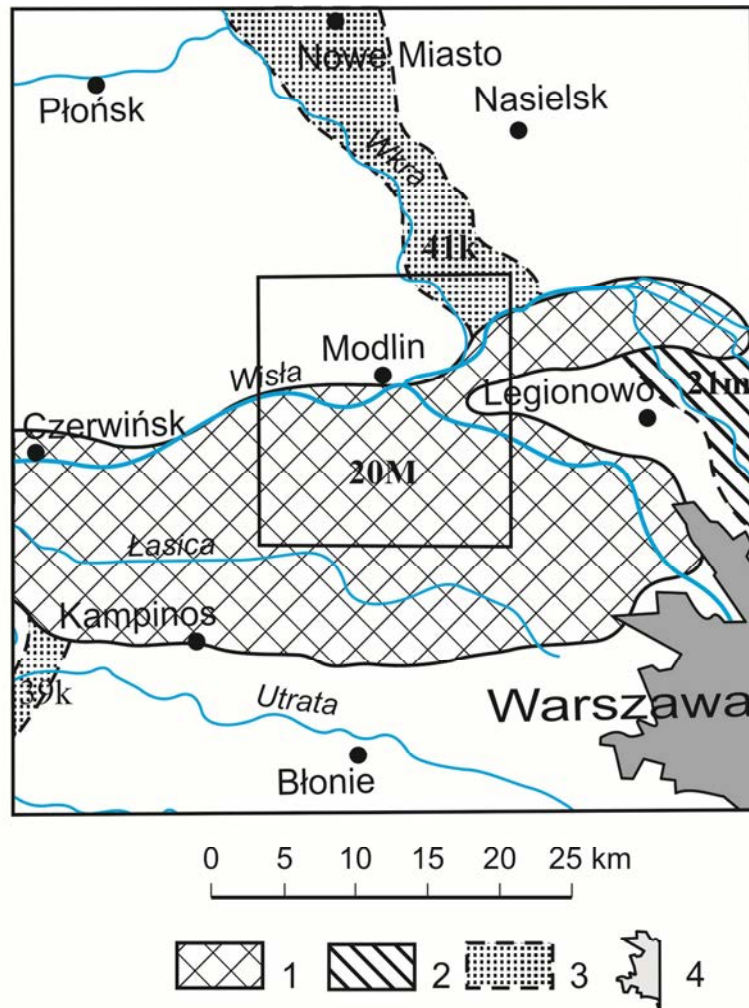


Fig.5. Położenie arkusza Modlin Twierdza na tle systemów ECONET (Liro, 1998)

- 1 - granica obszaru węzłowego o znaczeniu międzynarodowym, jego numer i nazwa: 20M - Puszczy Kampinoskiej
- 2 - korytarz ekologiczny o znaczeniu międzynarodowym, jego numer i nazwa: 21m - Podwarszawski
- 3 - korytarz ekologiczny o znaczeniu krajowym: 39k - Bzury, 41k - Wkry
- 4 - miasto

Tabela 7

Wykaz obszarów chronionych Europejskiej Sieci Ekologicznej Natura 2000

Lp.	Typ obszaru	Kod obszaru	Nazwa obszaru i symbol oznaczenia na mapie	Położenie centralnego punktu obszaru		Powierzchnia obszaru (ha)	Położenie administracyjne obszaru w obrębie arkusza			
				Długość geogr.	Szerokość geogr.		Kod NUTS	Województwo	Powiat	Gmina
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	B	PLH140005	Dolina Wkry (S)	E 20 41 21	N 52 29 39	24	PL073	mazowieckie	nowodworski	Nowy Dwór
2	B	PLH140020	Forty Modlińskie (S)	E 20 47 18	N 52 25 44	157,25	PL073	mazowieckie	nowodworski	Nowy Dwór, Zakroczym, Pomiechówek
3	C	PLC140001	Puszcza Kampinoska (S, P)	E 20 35 48	N 52 20 8	37640,49	PL073 PL075	mazowieckie	nowodworski	Nowy Dwór, Czosnów, Leoncin
4	D	PLB140004	Dolina Środkowej Wisły (P)	E 21 13 28	N 51 59 43	30848,71	PL073 PL074 PL071 PL033 PL075	mazowieckie	nowodworski	Nowy Dwór, Czosnów, Leoncin
5	K	PLH140029	Kampinoska Dolina Wisły (S)	E 21 13 28	N 51 59 43	20659.1	PL073 PL074 PL071 PL033 PL075	mazowieckie	nowodworski,	Zakroczym, Leoncin, Nowy Dwór Mazowiecki
6	B	PLH140043	Ostoja Nowodworska (S)	E 20 45 8	N 52 25 10	51,1	PL129	mazowieckie	nowodworski	Nowy Dwór
7	B	PLB140048	Łąki Kazuńskie (S)	E 20 41 18	N 52 25 46	340	b.d.	mazowieckie	nowodworski	Czosnów

Rubryka 2: B - wydzielone SOO (Specjalne Obszary Ochrony), bez żadnych połączeń z innymi obszarami Natura 2000, C - powierzchnia wydzielonego OSO odpowiada wydzielonemu SOO, D - OSO, który graniczy z innym obszarem Natura 2000 - OSO lub SOO, ale się z nim nie przecina.

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

„Dolina Środkowej Wisły”- stanowi długi, zachowujący naturalny charakter rzeki roztokowej, odcinek Wisły pomiędzy Dęblinem a Płockiem, z licznymi wyspami (od łąch piaszczystych po dobrze uformowane wyspy porośnięte roślinnością zielną). Największe z wysp są pokryte zaroślami wierzbowymi i topolowymi. Brzegi rzeki wraz z terasą zalewową zajmują intensywnie eksploatowane zarośla wikliny, łąki i pastwiska, na których wypasane są duże stada bydła. Pozostały tu również fragmenty dawnych lasów łęgowych. Występują tu co najmniej 22 gatunki ptaków z Załącznika I Dyrektywy Ptasiej, 9 gatunków z Polskiej Czerwonej Księgi (PCK).

XII. Zabytki kultury

Na terenach arkusza Modlin Twierdza zlokalizowany jest wiele obiektów zabytkowych (tabele 8 i 9).

Na obszarze arkusza znane są ślady osadnictwa z czasów epoki neolitu i brązu. Na mapę zostały naniesione stanowiska archeologiczne wpisane do rejestru oraz te, które posiadają dużą wartość. Są to: cmentarzyska, kurhany pochodzące z epoki brązu lub średniowiecza położone w tym rejonie.

Największym ośrodkiem miejskim jest Nowy Dwór Mazowiecki. Na najstarsze ślady działalności ludzkiej na terenie miasta natrafiono w XIX wieku podczas prac archeologicznych. Znaleziono wówczas grób z epoki neolitu (4–2 tys. lat p.n.e.), z ośmioma szkieletami ludzkimi. Kolejnym istotnym znaleziskiem było ujawnienie pierwszych śladów osiadłego trybu życia na terenie miasta. W 1962 r. odkryto ślad siedliska ludzkiego, którego wiek archeolodzy oceniają na ok. 1700 lat p.n.e. Nowy Dwór Mazowiecki uzyskał prawa miejskie w połowie XIV wieku, w tym czasie był on ważnym ośrodkiem handlu solą i zbożem. W XVIII wieku w mieście powstała manufaktura sukiennicza, drukarnia i stocznia rzeczna. Na polecenie Napoleona według planów francuskich inżynierów zbudowano tu twierdzę, będącą jednym z ostatnich miejsc oporu w trakcie powstania listopadowego. W twierdzy znajduje się neogotycki zbiornik wodny z lat 1833 - 1840, trzy bramy z XIX wieku oraz jeden z najdłuższych budynków Europy (2250 m). Potoczne określenie "Modlin Twierdza" dotyczy centralnej części obiektu leżącego w dzielnicy Modlin-Twierdza Nowego Dworu Mazowieckiego; w rzeczywistości Modlin Twierdza stanowi wielokrotnie rozbudowywany zespół umocnień składający się z cytadeli położonej na prawym brzegu Narwi oraz umocnionych przedmości: kazuńskiego i nowodworskiego oraz z dwóch pierścieni fortów.

Od XIX wieku losy wsi Kazuń splatały się z historią Modlina. Istniejące tu fortyfikacje wchodziły w skład pierścienia obronnego Twierdzy, zbudowano również szaniec, tzw. Przedmoście Kazuńskie, jedyny zachowany w Polsce zabytek sztuki fortyfikacyjnej o zarysie bastionowym. Oprócz tego na terenie Kazunia znajduje się dawny zbór mennonicki, zbudowany w 1892 r. (po zniszczeniu na skutek powodzi poprzedniego, powstałego w połowie XIX w). W wielu innych miejscowościach zlokalizowane są liczne zabytki będące świadectwem bogatej kultury tego terenu.

Do najstarszych grodów Mazowska należy wieś Zakroczym, wzmiankowana już od 1065 roku. W przeszłości była ważnym punktem na szlakach handlowych, a w okresie II Wojny Światowej miejscem walk polskich żołnierzy.

We wsi Pomiechówek, zlokalizowanej w dolinie Wkry znajduje się XV-wieczny gotycki kościół, później wielokrotnie przebudowywany, który jest także świadkiem dawnej świetności tej miejscowości.

Tabela 8

Wykaz ważniejszych obiektów zabytkowych

Lp.	Miejscowość	Gmina	Rok zatwierdzenia	Rodzaj obiektu
		Województwo		
1	2	3	4	5
1	Nowy Dwór Mazowiecki	Nowy Dwór Maz.	1962	zespół urbanistyczny dawnej osady tkackiej z końca XVIII w.
		mazowieckie		
2	Nowy Dwór Mazowiecki	Nowy Dwór Maz.	1958	kościół par. pw. Św. Michała Arch., XVIII w.
		mazowieckie		
3	Nowy Dwór Mazowiecki	Nowy Dwór Maz.	1988	cmentarz rzym.-kat. (par. Św. Michała Arch.), ul. Słowackiego
		mazowieckie		
4	Nowy Dwór Mazowiecki	Nowy Dwór Maz.	1993	d. zajazd (austeria), ul. Kościuszki 2, pocz. XIX w.
		mazowieckie		
5	Nowy Dwór Mazowiecki	Nowy Dwór Maz.	1992	dom mieszkalny, ul. Kościuszki 5
		mazowieckie		
6	Nowy Dwór Mazowiecki	Nowy Dwór Maz.	1988	dom, ul. Mickiewicza 4, drewn., k. XIX w.
		mazowieckie		
7	Nowy Dwór Mazowiecki	Nowy Dwór Maz.	1986	willa z ogrodem, ul. Paderewskiego 9, drewn., 1866 r.
		mazowieckie		
8	Modlin	Nowy Dwór Maz.	1957	Modlin Twierdza - z 1817 i 1945 r.
		mazowieckie		
9	Modlin	Nowy Dwór Maz.	1982	fort „Narew” - Rotunda Strzelnicza, tzw. Wieża Mikołajewska, 1830-1854 r.
		mazowieckie		
10	Modlin	Nowy Dwór Maz.	1988	d. cmentarz garnizonowy twierdzy Modlin, 1817-1945 r.
		mazowieckie		
11	Modlin	Nowy Dwór Maz.	2000	zespół dworca kolejowego, ul. Mieszka I, 1 ćw. XX w.
		mazowieckie		

1	2	3	4	5
12	Modlin	Nowy Dwór Maz. mazowieckie	1957	spichlerz (ruina), 1844 r.
13	Zakroczym	Zakroczym mazowieckie	1958	kościół par. p.w. Świętego Krzyża, ul. 18 Stycznia 2, 1 poł. XVI, XVII, 1949 r.
14	Zakroczym	Zakroczym mazowieckie	1991	cmentarz par. rzym.-kat., ul. Świerczewskiego
15	Zakroczym	Zakroczym mazowieckie	2000	Fort I „Zakroczym” (Modlin Twierdza), 1878-80 r
16	Zakroczym	Zakroczym mazowieckie	1957	zespół klasztorny kapucynów, ul. Świerczewskiego 32, 1757-XIX w.
17	Leoncin	Leoncin mazowieckie	1974	kościół parafialny z 1885 r.
18	Leoncin	Leoncin mazowieckie	1971	kaplica cmentarna, drewn., XVII, 1870 r.
19	Kazuń	Czosnów mazowieckie	1966	fortyfikacje przyczółka mostowego (Modlin Twierdza), 1 poł. XIX w.
20.	Trębki	Zakroczym mazowieckie	1983	dwór - XVIII w. park dworski - XVIII w.
21	Stanisławowo	Pomiechówek mazowieckie	1962	cerkiew z otoczeniem - XIX w.
22	Pomiechówek	Pomiechówek mazowieckie	1962	kościół p.w. sw. Anny, XV-XVII, 1900 r.
23	Kroczewo	Załużki mazowieckie	1958	kościół par. p.w. MB Bolesnej, XV-XIX w.
24	Kroczewo	Załużki mazowieckie	1980	park dworski o powierzchni 12 ha - XIX w.
25	Henrysin	Zakroczym mazowieckie	2002	Fort X „Henrysin” (Modlin Twierdza), 1912-15 r
26	Strubiny	Zakroczym mazowieckie	2002	Fort XI „Strubiny” (Modlin Twierdza), 1912-15 r
27	Strubiny	Zakroczym mazowieckie	2002	punkt oporu Nr 4 „Strubiny (Modlin Twierdza), 1912-15 r

Na obszarze arkusza Modlin Twierdza znajduje się kilka ciekawych stanowisk archeologicznych, głównie cmentarzysk i osad pochodzących z różnych okresów (tabela 9).

Tabela 9

Wykaz ważniejszych stanowisk archeologicznych

Lp.	Miejscowość	Gmina województwo	Rok zatwierdzenia	Typ obiektu	Okres powstania
1	2	3	4	5	6
1	Gniewniewice	Leoncin mazowieckie	AZP	cmentarzysko	starożytny
2	Czosnów	Czosnów mazowieckie	1971	osada	I - IV w n.e.

1	2	3	4	5	6
3	KPN	Czosnów	AZP	kurhan	b.d
		mazowieckie			
4	Cybulice Duże	Czosnów	AZP	cmentarzysko	brązu
		mazowieckie			
5	Kazuń Nowy	Czosnów	AZP	cmentarzysko	lateński
		mazowieckie			
6	Czosnów	Czosnów	1971	osada	(I - IV w n.e.)
		mazowieckie			
7	Dębina	Czosnów	AZP	cmentarzysko	rzymski
		mazowieckie			
8	Sady	Czosnów	AZP	cmentarzysko	brązu
		mazowieckie			
9	Cybulice Małe	Czosnów	AZP	cmentarzysko	lateński
		mazowieckie			

Rubryka 4: AZP - obiekt zlokalizowany wg. Archeologicznego Zdjęcia Polski (niezatwierdzony)
b.d – brak danych

Na obszarze opisywanego arkusza jest zlokalizowanych wiele pomników pamięci powstania listopadowego oraz I i II wojny światowej.

XIII. Podsumowanie

Obszar objęty arkuszem Modlin Twierdza charakteryzuje się dużym zróżnicowaniem pod względem zagospodarowania przestrzennego. Najbardziej zurbanizowane są rejony większych miejscowości: Nowego Dworu Mazowieckiego, Pomiechówka i Zakroczymia. Omawiany obszar jest rejonem zajęтым w dużej mierze przez tereny leśne, obecność Kampinoskiego Parku Narodowego, licznych rezerwatów przyrody i obszarów NATURA 2000 stanowi o dużej atrakcyjności turystycznej opisywanego rejonu. Najważniejszą i perspektywiczną funkcją w gospodarce tego terenu jest turystyka i rekreacja. Najlepsze warunki do rozwoju turystyki istnieją w części południowej arkusza, w okolicach Kampinoskiego Parku Narodowego i jego otuliny. Jest to obszar, który ze względu na duże walory przyrodnicze zwartych kompleksów leśnych oraz unikatowych terenów wydmyowych jest miejscem turystyki pieszej i rowerowej mieszkańców pobliskiej aglomeracji warszawskiej. W rejonie otuliny parku coraz liczniej powstają działki i tereny rekreacyjne i inne obiekty turystyczno-wypoczynkowe.

Gleby chronione czyli w klasach bonitacyjnych od I do IVa zajmują znaczną powierzchnię w północno- i północno-wschodniej części opisywanego obszaru. Jest to teren użytkowany rolniczo, do głównych upraw rolnych należą zboża żyto i pszenica, rozwinięte jest tu również sadownictwo i warzywnictwo, popularna jest także uprawa truskawek i innych roślin jagodowych.

Południową część obszaru arkusza zajmuje Kampinoski Park Narodowy. Strefa ochronna parku, nazywana otuliną, przebiega w obrębie arkusza Modlin Twierdza wzdłuż północnego brzegu Wisły. Na terenie KPN, w obrębie obszaru arkusza, wydzielono kilka obszarów ochrony ścisłej – (OOS): „Biela” – o powierzchni 45,65 ha, „Czarna Woda” – o powierzchni 84,42 ha, „Rybitew” – o powierzchni 224,21 ha, „Wilków” – o powierzchni 358,09 ha, „Kaliszki” – o powierzchni 103,24 ha.

Obszarami chronionymi są tu także rezerваты wiślane i leśny: „Dolina Wkry” (23,78 ha), „Wikliny Wiślane” (340,48 ha), „Zakole Zakroczymskie” (495 ha), „Ruska Kępa” (15,34 ha), „Kępy Kazuńskie” (554,24) oraz „Pomiechówek” (18,86 ha)..

W obrębie arkusza Modlin Twierdza w skład sieci NATURA 2000 wchodzi następujące obszary: „Dolina Wkry” (kod PLH140005), „Forty Modlińskie” (kod PLH140020), „Puszcza Kampinoska” (kod PLC140001), „Dolina Środkowej Wisły” (kod PLB140004), „Kampinoska Dolina Wisły” (kod PLH140029), „Ostoja Nowodworska” (kod PLH140043), „Łąki kazańskie” (kod PLB140048).

Na terenie arkusza udokumentowano jedynie małe złoża surowców zaliczanych do kopalin pospolitych (kruszywo naturalne piaskowe i ily ceramiki budowlanej). Wyznaczone obszary perspektywiczne kruszywa naturalnego piaskowego i iłow ceramiki budowlanej stwarzają potencjalne możliwości do udokumentowania niewielkich złóż tych kopalin na potrzeby lokalnego budownictwa i drogownictwa.

Na terenie objętym arkuszem Twierdza Modlin wyznaczono obszary predysponowane do składowania odpadów obojętnych i komunalnych.

Odpady obojętne prawdopodobnie będzie można składować w granicach powierzchniowego występowania glin zwałowych złodowaceń środkowopolskich. Obszary wyznaczono na terenie gmin: Załuski, Pomiechówek, Zakroczym i w granicach administracyjnych miasta Zakroczymia (niezabudowane peryferia).

Obszary predysponowane do ewentualnego składowania odpadów komunalnych wyznaczono w granicach powierzchniowego występowania osadów zastoiskowych złodowaceń środkowopolskich. Wyznaczono je na terenie gminy Pomiechówek.

Dodatkowo pod kątem składowania odpadów komunalnych można rozpoznać tereny w bezpośrednim sąsiedztwie otworów wiertniczych w rejonie Henrysina i Mocht, gdzie nawiercono ily o miąższości 1,6–6,8 m.

Najbardziej korzystne warunki dla składowania odpadów obojętnych mają obszary wyznaczone w rejonie Henrysin – Strubiny – Smoły, gdzie należy spodziewać się występowania pakietów gliniastych o miąższościach 30-40 m.

Warunki geologiczne dla składowania odpadów komunalnych są mniej korzystne. Osady zastoiskowe ze względu na niejednorodne wykształcenie litologiczne mogą mieć zmienne właściwości izolacyjne.

Warunki hydrogeologiczne rozpatrywane pod kątem składowania odpadów są korzystne. Główny użytkowy poziom wodonośny występujący na głębokości 15–50 m p.p.t. jest zagrożony w niskim, podrzędnie średnim stopniu.

Pod kątem składowania odpadów można rozpatrywać wyrobisko zaniechanego złoża surowców ilastych „Kosewo”. Wyrobisko zatrzymuje wody opadowe, co świadczy o jego szczelności. Dla tych celów można rozważyć również wyrobisko poeksploatacyjne zaniechanego złoża piasków „Zakroczym”.

Wyrobiska pozostałych złóż oraz niewielkie punkty po niekoncesjonowanej eksploatacji kopalni na potrzeby lokalne znajdują się na obszarach bezwzględnie wyłączonych z możliwości składowania odpadów.

Wytypowane obszary przy analizowaniu funkcji gospodarczej terenów w planowaniu przestrzennym mogą być rozpatrywane jako miejsca lokalizacji inwestycji szkodliwych dla środowiska i zdrowia ludzi bądź pogarszających stan środowiska. Wskazane tereny spełniają w tym zakresie ogólne wymogi ochrony środowiska ujęte w ustawodawstwie polskim.

XIV. Literatura

- DANIELEWICZ B., 1983 – Karta rejestracyjna złoża ilów warwowych do produkcji cegły pełnej „Kosewo”. Cent. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- DZIERŻEK J., (red), 1996 - Rzeźba i osady czwartorzędu Polski środkowej, przewodnik do ćwiczeń terenowych z geomorfologii i geologii czwartorzędu. Wydział Geologii Uniwersytetu Warszawskiego, Warszawa.
- GIEDWOYN S., 1952 – Dokumentacja geologiczna złoża surowców ilastych (iłów warwowych) "Mochty". Cent. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- GRABOWSKI D. (red.), KUCHARSKA M., NOWACKI Ł., 2007 - Mapa osuwisk i obszarów predysponowanych do występowania ruchów masowych w województwie mazowieckim. CAG PIG, Warszawa.
- HERZ L., 1960 - Kampinoskie notatki. Ziemia, Warszawa.
- HERZ L., 1990 - Przewodnik po Puszczy Kampinoskiej., Wydawnictwo Sport i Turystyka, Warszawa.
- Instrukcja** opracowania Mapy geośrodowiskowej Polski w skali 1:50000. 2005, Państw. Inst. Geol., Warszawa.

- IRMIŃSKI W., LIS J., 1994 – Badania, analiza wyników oraz ocena stopnia skażenia terenu między ulicami Fabryczną i Wiślaną w Łomiankach. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
- JANICKI T., MAKOWSKA J., 1994 – Uproszczona dokumentacja geologiczna złoża kruszywa naturalnego „Zakroczym”. Cent. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- KLARKOWSKI W., 1965 – Dokumentacja geologiczna torfów rejonu Modlin-Czarnowo-Rajszewo. Archiwum Instytutu Melioracji i Użytków Zielonych, Falenty.
- KLECZKOWSKI A. S., 1990 - Mapa obszarów głównych zbiorników wód podziemnych (GZWP) w Polsce wymagających szczególnej ochrony. Instytut Hydrogeologii i Geologii Inżynierskiej AGH, Kraków.
- KONDRACKI J., 2002 - Geografia regionalna Polski. PWN, Warszawa.
- KOPCZYŃSKA-ŻANDARSKA K., 1979 – Sprawozdanie z badań geologicznych wykonanych dla określenia warunków występowania serii piaszczysto-żwirowej w dolinie Wisły na odcinku Warszawa-Płock. Cent. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- KOZŁOWSKI S., (red), 1995 - Mapa ekologiczna województwa warszawskiego, skala 1:100 000. Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
- KOZYDRA Z. 1961 – Aneks do dokumentacji geologicznej złoża surowców ilastych ceramiki budowlanej ceg. Mochty, pow. Płońsk, woj. warszawskie. Cent. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- KROGULEC E., 2004 - Ocena podatności wód podziemnych na zanieczyszczenia w dolinie rzecznej na podstawie przesłanek hydrodynamicznych. Wyd. Uniwersytetu Warszawskiego.
- KROGULEC E., SIKORSKA-MAYKOWSKA M., 1997 - Projektowanie monitoringu wód podziemnych i powierzchniowych dla obszarów chronionych (na przykładzie Kampinoskiego Parku Narodowego). Współczesne problemy hydrogeologii, tom VIII.
- KROGULEC E., WIERCHOWIEC J., 1998 - Mapa geologiczno-gospodarcza Polski w skali 1:50 000, arkusz Modlin Twierdza (486). Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
- Kryteria** bilansowości złóż kopalin. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 09 stycznia 2007 r., Dz.U. 2007.7.57, Warszawa.
- KUBICZEK I., 2000 – Mapa hydrogeologiczna Polski w skali 1 : 50 000, arkusz Modlin Twierdza (486), wraz z Objasneniami. Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.

- LIRO A. red. nauk., 1998 – Koncepcja krajowej sieci ekologicznej ECONET – Polska, Wyd. Fundacja ICUN Poland, Warszawa.
- LIS J., 1992 – Atlas geochemiczny Warszawy i okolic 1: 100 000. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
- LIS J., 1993 – Arsen i chrom w glebach okolicy ulic Fabrycznej i Wiślanej w Łomiankach/Warszawy. Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
- LIS J., PASIECZNA A., 1995 – Atlas geochemiczny Polski 1:2 500 000. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
- MARCINIAK A., 1975 – Sprawozdanie z badań geologiczno-poszukiwawczych złóż kruszywa naturalnego na odcinku doliny Bugo-Narwi między miejscowościami Modlin-Skrzeszew. Cent. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- MARKS L., BER A., GOGOŁEK W., PIOTROWSKA K., 2006 – Mapa geologiczna Polski, skala 1:500 000. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- MATUK-TRAWCZYŃSKA W., 1997 – Uproszczona dokumentacja geologiczna w kat.C₁ złoża ilów warwowych "Mochty I". Cent. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- Monitoring** rzek w 2008 roku, 2009, WIOŚ, Warszawa.
- NOWAK J., SKOMPSKI S., 1992 - Szczegółowa mapa geologiczna Polski w skali 1 : 50 000, Arkusz Modlin Twierdza (486). Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- OFICJALSKA H., WŁOSTOWSKI J., 1996 - Dokumentacja określająca warunki hydrogeologiczne dla ustanowienia stref ochronnych zbiornika wód w utworach czwartorzędowych GZWP nr 222, Zbiornik Doliny Wisły. Przedsiębiorstwo Geologiczne, 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. Instytut Melioracji i Użytków Zielonych, Falenty.
- Plan** gospodarki odpadami dla powiatu nowodworskiego na lata 2008-2011, z perspektywą do 2015 roku. Warszawa 2007. [dostępny pod adresem: http://www.nowodworski.pl/aktualizacja/data/pliki/1230_za____cznik_Program_gospodarki_odpadami.pdf, data dostępu: 15.09.2009].
- Plan** zagospodarowania przestrzennego województwa mazowieckiego. Samorząd Województwa Mazowieckiego, Warszawa, 2004. [dostępny pod adresem: <http://www.mbpr.pl/images/zpp/PZPWOJMAZ.pdf>, data dostępu: 12.08.2009].

- Program** ochrony środowiska dla powiatu nowodworskiego na lata 2008-2011 z perspektywą do 2015 roku – aktualizacja. Warszawa 2007. [dostępny pod adresem: http://www.nowodworski.pl/aktualizacja/data/pliki/1231_zaczynnik_Program_ochrony_srodowiska.pdf, data dostępu: 15.09.2009].
- Raport** Wojewódzkiego Inspektoratu Ochrony Środowiska w Warszawie – Stan środowiska w województwie mazowieckim w roku 2007. Inspekcja Ochrony Środowiska, Warszawa 2008.
- Rastrowa** Mapa Podziału Hydrograficznego Polski, w skali 1 : 50 000. Arkusz Modlin Twierdza (486), Krajowy Zarząd Gospodarki Wodnej [dostępny pod adresem: <http://www.kzgw.gov.pl/index.php?id=655>, data dostępu: 23.08.2009].
- Rozporządzenie** Ministra Środowiska z dnia 24 marca 2003 roku w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących lokalizacji, budowy, eksploatacji i zamknięcia, jakim powinny odpowiadać poszczególne typy składowisk odpadów (DzU 03.61 549).
- Rozporządzenie** Ministra Środowiska z dnia 9 września 2002 r. w sprawie standardów jakości gleby oraz standardów jakości ziemi. DzU Nr 165 z dnia 4 października 2002 r. , poz. 1359
- SAMOCKA B., 1988 – Karta rejestracyjna złoża kruszywa naturalnego "Kosewo". Cent. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- SKOMPSKI S., NOWAK J., 2000 – Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski w skali 1:50 000, arkusz Modlin Twierdza (486), wraz z Objasneniami. Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
- SŁOWAŃSKI W., 1994 - Mapa geologiczna Polski w skali 1 : 200 000, arkusz - Warszawa Zachód. Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
- SOKOŁOWSKI A., 2000 - Mapa hydrogeologiczna Polski w skali 1:50 000 arkusz Legionowo. CAG PIG Warszawa.
- STRZELECKI R., WOŁKOWICZ S., SZEWCZYK J., LEWANDOWSKI P., 1993 – Mapy Radioekologiczne Polski cz. I: Mapa mocy dawki promieniowania gamma w Polsce; Mapa stężenia cezu w Polsce. Skala 1:750 000. Wyd. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- STRZELECKI R., WOŁKOWICZ S., SZEWCZYK J., LEWANDOWSKI P., 1994 – Mapy Radioekologiczne Polski cz. II. Mapa koncentracji uranu, toru i potasu w Polsce. Wyd. Państw. Inst. Geol., Warszawa.

Studium uwarunkowań zagospodarowania przestrzennego obszarów chronionych w województwie mazowieckim: Kampinoski Park Narodowy. Mazowieckie Biuro Planowania Przestrzennego i Rozwoju Regionalnego. Warszawa 2005. [dostępny pod adresem: <http://www.mbpr.pl/images/zpp/1.Kampinoski%20Park%20Narodowy.pdf>; data dostępu: 15.09.2009].

Ustawa o odpadach z dnia 27 kwietnia 2001 r. (Dz U 07.39.251 tekst jednolity).

WAGNER J., 1969 – Sprawozdanie z badań geologicznych wykonanych we wschodniej części województwa warszawskiego w celu znalezienia złóż surowców ilastych do produkcji glinoporytu. Cent. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.

WOŁKOWICZ S. (red.), 2009 – Bilans zasobów kopalin i wód podziemnych w Polsce wg stanu na 31.12.2008r., Państw. Inst. Geol., Warszawa.

WOŚ A., 1999 - Klimat Polski. PWN, Warszawa.

Zasady dokumentowania złóż kopalin stałych, 2002 – Komisja Zasobów Kopalin, Ministerstwo Środowiska, Warszawa.

ZIELONY R., 1996 - Operat ochrony ekosystemów leśnych i lądowych ekosystemów nieleśnych z elementami ochrony flory. [w]: Plan Ochrony Kampinoskiego Parku Narodowego. Narodowa Fundacja Ochrony Środowiska, Warszawa.