

Analiza budowy geologicznej województwa wielkopolskiego pod kątem wyboru obszarów preferowanych do lokalizacji składowisk odpadów

Dariusz Grabowski¹, Małgorzata Sikorska-Maykowska¹,
Anna Gabryś-Godlewska¹, Kamila Andrzejewska-Kubrak¹



D. Grabowski



M. Sikorska-Maykowska



A. Gabryś-Godlewska



K. Andrzejewska-Kubrak

Geological constraints on location of waste disposal sites in the Wielkopolska voivodeship. *Prz. Geol.*, 57: 46–55.

Abstract. Areas preferred for location of waste disposal sites in the Wielkopolska voivodeship were determined on the basis of analyses of geological and environmental conditions, according to directives in Regulation of the Minister of Environment of 24th March 2003 on localization, construction, and liquidation for particular types of waste storage. Disposal possibilities of 3 fundamental types of wastes were defined: neutral (O), dangerous (N) and others (K). Crucial meaning for this

classification have isolation properties and thicknesses of rocks in the subsurface zone (top not deeper than 2.5 m). The most favorable areas preferred to waste disposal sites are located in central and southern parts of Wielkopolska voivodeship and their distribution points out to the direct relation to geological framework, i.e., occurrence of the Variegated Clays Formation on the surface or in the near-surface zone. Natural geological barrier composed of these clays fulfills, in most of the cases, requirements for waste storage: other than dangerous and neutral (K), neutral (O), and, at the proper thickness, storage of dangerous waste (N). Resultant map showing distribution of the most suitable sites is a very useful material for making provincial and district waste management plans as well as for planning, determining, and searching the best sites for construction of new municipal disposal sites.

Keywords: waste disposal, Wielkopolska voivodeship

Wykonywanie planów gospodarki odpadami na szczeblach: gminnym, powiatowym, wojewódzkim i krajowym, wynikające z zapisów ustawy o odpadach z dn. 27 kwietnia 2001 r. (Dz. U. 2001 nr 62, poz. 628) ma na celu prawidłowe i racjonalne zarządzanie odpadami. Stawia to przed władzami samorządowymi i rządowymi m.in. zadanie wskazania miejsc odpowiednich do lokalizacji przyszłych składowisk odpadów. Aby prawidłowo wyznaczyć lokalizację składowisk, należy wykonać analizę budowy geologicznej, prowadzoną pod kątem rozpoznania naturalnych warstw geologicznych o odpowiednich właściwościach izolacyjnych.

W Krajowym Planie Gospodarki Odpadami (Monitor Polski 2006 nr 90, poz. 946) szacowano, że w najbliższych latach w Polsce z powodu wyczerpywania się pojemności chłonnej lub braku infrastruktury (systemów odgazowania odpadów, sieci monitoringu i ujęć odcieków) zostanie zamkniętych kilkaset składowisk. Do roku 2014 powinno się dążyć do dalszego zamykania małych i niespełniających norm składowisk lokalnych, a w ich miejsce należy tworzyć duże składowiska regionalne — bezpieczne dla ludzi i środowiska. W najbliższych latach planuje się wybudowanie co najmniej 50 takich obiektów.

Wychodząc naprzeciw tym zapisom i wymaganiom wynikającym z ustawy o odpadach oraz rozporządzenia Ministra Środowiska z dn. 24 marca 2003 r. w sprawie lokalizacji, budowy, eksploatacji i zamknięcia, jakim powinny odpowiadać poszczególne typy składowisk odpadów, Państwowy Instytut Geologiczny, w ramach realizacji *Mapy geośrodowiskowej Polski w skali 1 : 50 000*, opracowuje warstwę tematyczną składowanie odpadów (Grabowski i in., 2003; Dobak i in., 2004). Podstawowym celem

tych prac jest wykonanie mapy obszarów preferowanych do lokalizacji składowisk różnego typu odpadów. Do wyznaczenia takich obszarów konieczna jest znajomość ich budowy geologicznej, w tym również warunków hydrogeologicznych, ukształtowania powierzchni terenu oraz uwarunkowań środowiskowych i prawnych. Decydujące znaczenie ma występowanie w strefie przypowierzchniowej (do głębokości 10 m) naturalnej warstwy izolacyjnej gruntów nieprzepuszczalnych (Gabryś-Godlewska i in., 2007), a także ograniczenia wynikające z użytkowania i zagospodarowania terenu. W niniejszym artykule przedstawiono wyniki analizy elementów środowiska i planów zagospodarowania terenu w województwie wielkopolskim, przeprowadzonej w celu wyznaczenia obszarów nadających się do lokalizacji składowisk odpadów. Efektem tej analizy jest utworzony z wykorzystaniem oprogramowania GIS obraz kartograficzny warstwy tematycznej składowanie odpadów mapy województwa wielkopolskiego, stanowiący pomocne narzędzie do ukierunkowania szczegółowych badań geologicznych na terenach wytypowanych do budowy składowisk.

Perspektywy składowania odpadów w województwie wielkopolskim i ich związek z regionalną budową geologiczną

Zasady sporządzania warstwy tematycznej składowanie odpadów są zawarte w *Instrukcji opracowania Mapy geośrodowiskowej Polski w skali 1 : 50 000* (2005). Przedstawiony w niniejszym artykule kartograficzny obraz tej warstwy mapy województwa wielkopolskiego jest w znacznej mierze zgeneralizowany, co wynika przede wszystkim z wymogów publikacji i konieczności pokazania problematyki lokalizacji składowisk w ujęciu synte-

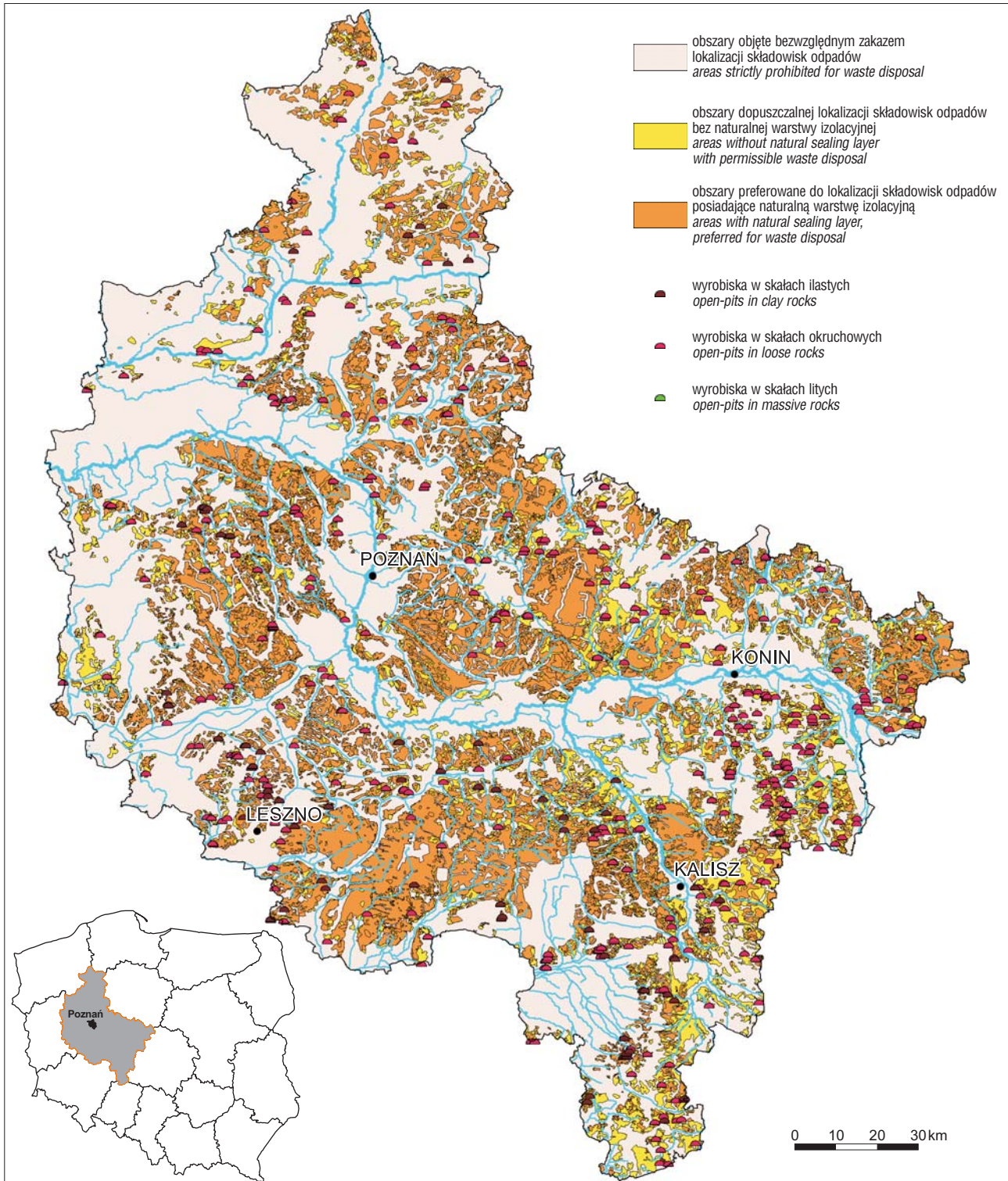
¹Państwowy Instytut Geologiczny, ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa;

tycznym. Na mapie województwa wielkopolskiego (ryc. 1) przedstawiono trzy rodzaje wydzielen:

- 1) obszary preferowane do lokalizacji składowisk — z naturalną warstwą izolacyjną;
- 2) obszary dopuszczalnej lokalizacji składowisk — bez naturalnej warstwy izolacyjnej;
- 3) obszary o bezwzględnym zakazie lokalizacji składowisk.

Lokalizacja składowisk odpadów na obszarach, na których w strefie przypowierzchniowej nie występuje naturalna warstwa izolacyjna, wiąże się z koniecznością wykonania sztucznej bariery izolacyjnej dna i skarp składowiska, co znacznie podnosi koszt budowy takiego obiektu.

W województwie wielkopolskim rejon objęty bezwzględnym zakazem lokalizacji składowisk odpadów to przede wszystkim:



Ryc. 1. Rozmieszczenie obszarów preferowanych do lokalizacji składowisk odpadów, obszarów dopuszczalnej lokalizacji składowisk oraz objętych zakazem lokalizacji takiej inwestycji

Fig. 1. Distribution of preferred areas for waste disposal sites, permissible waste disposal sites, and areas prohibited for such investments

□ tereny prawnie chronione: parki narodowe (Wielkopolski i Drawieński) wraz z otulinami, rezerwy przyrody oraz obszary Europejskiej Sieci Ekologicznej NATURA 2000;

□ tereny źródłiskowe, bagienne, podmokłe oraz pokryte łąkami na gruntach organicznych (w większości są to liczne obniżenia i zagłębienia oraz dna dolin rzecznych);

□ kompleksy leśne o powierzchni powyżej 100 ha;

□ dna dolin rzecznych, w obrębie których występują powierzchnie akumulacyjnych i erozyjnych tarasów zalewowych oraz niższych nadzalewowych;

□ obszary objęte lub zagrożone ruchami masowymi (w tym zwłaszcza osuwiskowymi) lub intensywnym spłukiwaniem, które występują przede wszystkim na odcinkach zboczy dolin Noteci i Warty o bardziej złożonej budowie geologicznej;

□ tereny silnie zaburzone głacictektonicznie, występujące głównie w południowej części województwa (Wzgórze Ostrzeszowskie), środkowozachodniej (między Grodziskiem Wielkopolskim, Nowym Tomysłem a Dusznikami Wielkopolskimi) oraz północnej (wzdłuż zboczy doliny Noteci między Czarnkowem a Chodzieżą);

□ tereny wyznaczonych stref ochrony ujęć wód podziemnych;

□ większe zbiorniki wód powierzchniowych (naturalne i sztuczne) wraz z okalającą je strefą o szerokości do 250 m;

□ obszary bezpośredniego bądź pośredniego zagrożenia powodzią w rozumieniu przepisów prawa wodnego;

□ tereny o nachyleniu większym niż 10° (głównie strome odcinki zboczy dolin rzecznych);

□ dodatkowo także:

□ tereny zwartej zabudowy miast lub większych miejscowości oraz ważne obiekty infrastrukturalne (np. lotniska).

Wyznaczone obszary objęte zakazem lokalizacji składowisk zajmują ponad 18 tys km², co stanowi około 60% powierzchni całego województwa.

W obrębie obszarów preferowanych do lokalizacji składowisk istnieją również tereny, na których budowa nowego składowiska może mieć ograniczenia warunkowe (ryc. 2), wynikające z ochrony:

□ obiektów przyrodniczych, np. parków krajobrazowych, obszarów chronionego krajobrazu, zespołów przyrodniczo-krajobrazowych, użytków ekologicznych i pomników przyrody;

□ wód podziemnych: strefy najwyższej (ONO) i wysokiej (OWO) ochrony (Kłeczkowski, 1990) w obrębie nieudokumentowanych głównych zbiorników wód podziemnych;

□ złóż kopalin oraz obszarów prognostycznych występowania kopalin,

□ zdrowia ludzkiego (tereny zwartej zabudowy mieszkaniowej).

Możliwość budowy składowiska na tych obszarach będzie zależała od uzgodnień z odpowiednimi władzami administracji państwowej oraz właścicielami złóż kopalin.

Na mapie woj. wielkopolskiego, na obszarach preferowanych do lokalizacji składowisk oraz na obszarach dopuszczalnej lokalizacji składowisk zaznaczono wybrane wyrobiska (żwirownie, piaskownie, glinianki i kamieniołomy), które w przyszłości mogą być wykorzystane pod budowę składowisk (ryc. 1). Na mapie wskazano także udokumentowane złoża surowców ilastych (ryc. 2), które mogą być wykorzystywane do wykonywania mineralnych przeston izolacyjnych składowisk odpadów. Obecnie w woj. wielkopolskim na potrzeby ceramiki budowlanej eksploatuje się 19 złóż ilów neogeńskich i 1 złożo czwarto-

zędowych ilów warwowych. W najwyższej (najmłodszej) części serii ilów neogeńskich występują ropy pstry, zwane też płomienistymi (Dybor, 1970, 1992; Wiewióra & Wyrwicki, 1974, 1976), które charakteryzują się bardzo dobrymi właściwościami izolacyjnymi, gdyż mają bardzo mały współczynnik filtracji k (1×10^{-10} – 1×10^{-11} m/s), dużą zawartość frakcji łąkowej oraz duże zdolności sorpcyjne metali ciężkich i innych szkodliwych związków (Brański, 2002; Majer, 2005, 2007). Również parametry izolacyjne czwartorzędowych ilów warwowych (współczynnik filtracji, pojemność sorpcyjna, zawartość CaCO₃ i zawartość części organicznych) są korzystne (Wysokiński, 2007).

Większość złóż ilów znajduje się w południowej części województwa, w powiatach: jarocińskim (4 złoża), kościańskim (2), pleszewskim (2), ostrzeszowskim (2), śremskim (1), kaliskim (1), leszczyńskim (1), rawickim (1), ostrowskim (1), kępińskim (1) i poznańskim (1). Natomiast w północnej części województwa występują tylko 3 eksploatowane złoża ilów — w powiecie pilskim.

W województwie wielkopolskim w strefie przypowierzchniowej (do głębokości 10 m) występują trzy rodzaje skał, które mogą stanowić naturalną warstwę geologiczną, służącą za barierę izolacyjną składowisk odpadów. Są to:

- 1) ropy neogeńskie (zwane również ropy poznańskimi);
- 2) czwartorzędowe ropy i mułki zastoiskowe (warwowe);
- 3) czwartorzędowe gliny zwałowe (przede wszystkim wysoczyznowe).

W obrębie obszarów występowania wymienionych rodzajów skał wyznaczono 4 typy obszarów preferowanych do lokalizacji składowisk odpadów (ryc. 3). Podstawą ich wydzielenia były litologia i miąższość warstwy izolacyjnej, warunkujące lokalizację różnych typów odpadów:

Typ I — w którym naturalna bariera geologiczna (ropy neogeńskie o miąższości > 5 m) odpowiada normom lokalizacji wszystkich typów składowisk odpadów: obojętnych (O), niebezpiecznych (N) oraz innych niż niebezpieczne i obojętne (K), w tym komunalnych;

Typ II — w którym naturalna bariera geologiczna (ropy neogeńskie o miąższości 1–5 m, miejscami zawierające wkładki piaszczysto-pylaste oraz ropy i mułki zastoiskowe o miąższości > 1 m) odpowiada normom lokalizacji dwóch typów składowisk odpadów: obojętnych oraz innych niż niebezpieczne i obojętne;

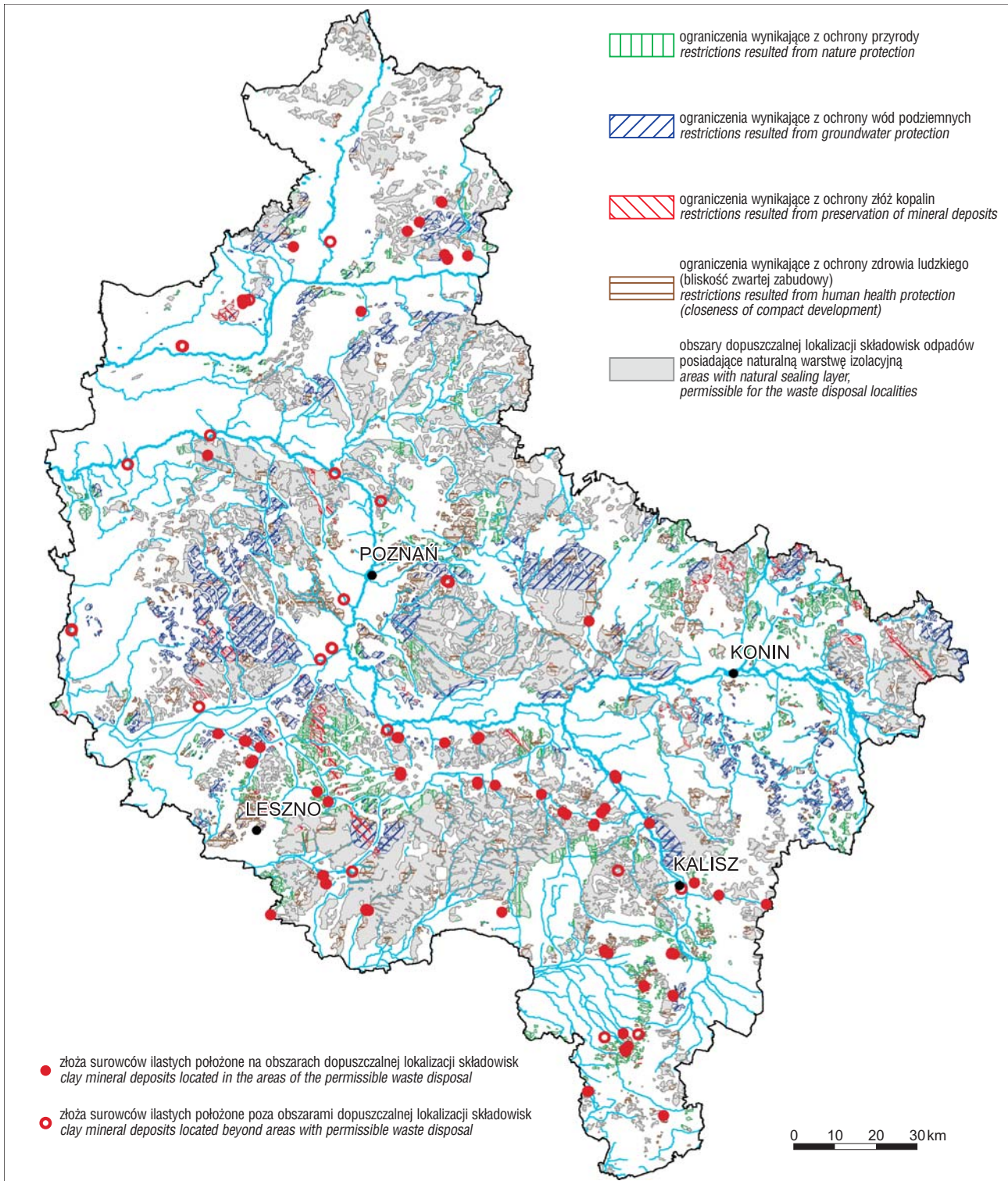
Typ III — w którym naturalna bariera geologiczna (gliny zwałowe o miąższości przeważnie > 10 m, lokalnie z wkładkami ilów i mułków zastoiskowych, leżące na ogół bezpośrednio na ropy neogenu) odpowiada normom lokalizacji składowisk odpadów obojętnych oraz warunkowo normom lokalizacji składowisk odpadów innych niż niebezpieczne i obojętne;

Typ IV — w którym naturalna bariera geologiczna (gliny zwałowe, na ogół silnie piaszczyste i zwiertzałe w strefie przypowierzchniowej, o miąższości do 10 m) odpowiada jedynie normom lokalizacji składowisk odpadów obojętnych.

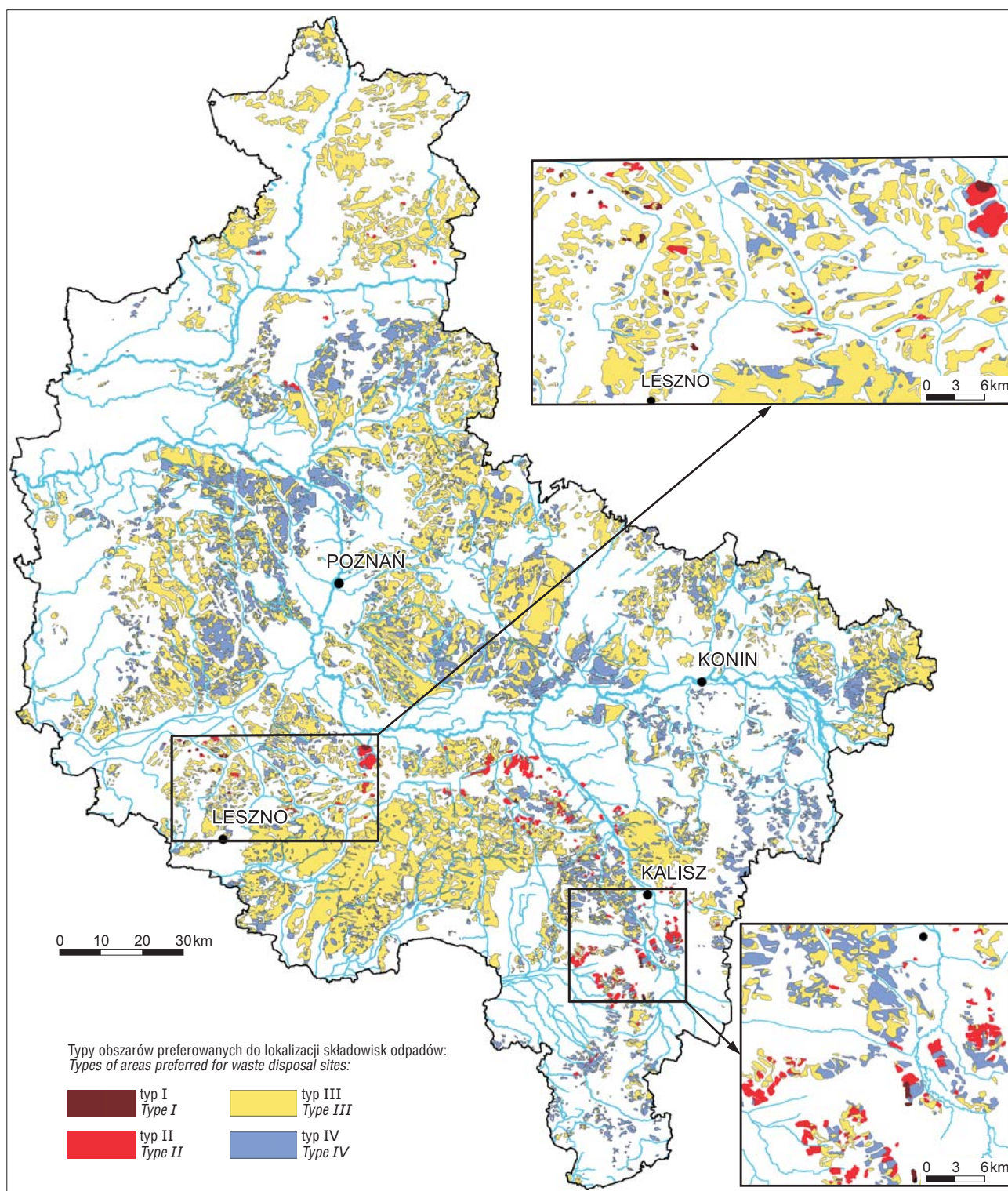
Na obszarach przeznaczonych pod lokalizację składowisk odpadów K lub N należy dodatkowo dokonać oceny klasy bonitacyjnej gleb, ponieważ (zgodnie z rozporządzeniem Ministra Środowiska z dn. 24 marca 2003 r.) obszary występowania gleb klasy I i II można wykorzystać wyłącznie do lokalizacji składowisk odpadów obojętnych.

Rozmieszczenie wymienionych typów obszarów w Wielkopolsce wykazuje pewną prawidłowość, wynikającą głównie z neogeńsko-czwartorzędowej historii geologicznej tego terenu. Poza częścią środkowowschodnią i południowo-wschodnią podłożem utworów czwartorzędowych są utwory neogeńskie (ryc. 4). Są to przeważnie plioceńskie ły zawierające wkładki i soczewki utworów piaszczysto-mułkowych oraz mioceńskie ły i mułki z przewarstwieniami piasków i węgla brunatnych (Baranowski & Mańkowska, 1970; Kucharewicz, 1973; Kucharewicz & Michalska, 1974; Maksiak i in., 1974; Baranowski, 1975; Listkowska i in., 1975; Butrymowicz i in., 1976; Haisig i in., 1976; Uniejowska i in., 1976; Ciuk, 1979, 1989a, b; Sawicki, 1992). Miąższość tych utworów, choć silnie zróżnicowana (waha się od kilkunastu do ponad stu metrów), na obszarze woj. wielkopolskiego wzrasta stopniowo w kierunku południowym. Przy czym ły wystę-

ski & Mańkowska, 1970; Kucharewicz, 1973; Kucharewicz & Michalska, 1974; Maksiak i in., 1974; Baranowski, 1975; Listkowska i in., 1975; Butrymowicz i in., 1976; Haisig i in., 1976; Uniejowska i in., 1976; Ciuk, 1979, 1989a, b; Sawicki, 1992). Miąższość tych utworów, choć silnie zróżnicowana (waha się od kilkunastu do ponad stu metrów), na obszarze woj. wielkopolskiego wzrasta stopniowo w kierunku południowym. Przy czym ły wystę-



Ryc. 2. Ograniczenia warunkowe lokalizacji składowisk odpadów
Fig. 2. Conditional restriction for location of waste disposal sites



Ryc. 3. Typy obszarów preferowanych do lokalizacji składowisk odpadów
Fig. 3. Types of areas preferred for location of waste disposal sites

pujące w południowej części województwa są silniej zdeformowane glacictektonicznie.

Warunki występowania i rodzaj naturalnej bariery izolacyjnej zależą również od litologicznego zróżnicowania utworów czwartorzędowych. Istotną rolę odgrywa tu przebieg granicy maksymalnego zasięgu lądolodu zlodowacenia północnopolskiego (wisły). Granica ta przebiega w niewielkiej odległości na południe od równoleżnikowego odcinka doliny Warty — między Śremem a Koninem (Marks i in.,

2006). Z tej przyczyny w północnej części województwa miąższość utworów czwartorzędowych jest większa (20–120 m, średnio 30–40 m), a w części południowej mniejsza (10–85 m, średnio 10–25 m) — tym samym strop ilów neogeńskich w południowych rejonach województwa wielkopolskiego znajduje się płycej (*Mapa geologiczna Polski w skali 1 : 200 000*, plansza A — zakryta: Baranowski & Mańkowska, 1970; Kucharewicz, 1973; Maksiak i in., 1974; Mańkowska, 1974; Michalska i in., 1974; Bara-

nowski, 1975; Listkowska i in., 1975; Butrymowicz i in., 1976; Haisig i in., 1976; Uniejewska i in., 1976; Mojski, 1980; Makowska, 1983; Badura & Przybylski, 1992). Odzwierciedla się to w rozmieszczeniu typów obszarów preferowanych do lokalizacji składowisk. W części północnej występują prawie wyłącznie obszary typu III i IV, w części środkowej — zwiększa się udział obszarów typu II, a w części południowej — typu I.

Biorąc pod uwagę ukształtowanie powierzchni terenu, a przede wszystkim układ sieci rzecznej, województwo wielkopolskie podzielono na 3 części:

1) północną — która sięga do równoleżnikowego odcinka doliny Warty (między Obornikami a Międzychodem). Większość jej obszaru znajduje się w granicach zlewni Noteci oraz jej dopływu — Gwdy. Część północna obejmuje tereny 6 powiatów: złotowskiego, pilskiego, trzcianiecko-czarnkowskiego, chodzieskiego, obornickiego i wągrowieckiego.

2) środkową — obejmującą największy fragment województwa (ponad 50%), należący prawie w całości do zlewni Warty. Ta część dzieli się na 3 mniejsze regiony:

- środkowozachodni, obejmujący powiaty: międzychodzki, szamotulski, nowotomyski, grodzki, kościański i wolsztyński,
- centralny, obejmujący powiaty: poznański (grodzki i ziemski), gnieźnieński, średzki, wrzesiński, słupecki, śremski, jarociński, pleszewski oraz północną część powiatu stawiszyskiego,
- środkowowschodni, obejmujący powiaty: koniński (grodzki i ziemski), kolski i turecki.

3) południową — obejmującą część zlewni Warty, w obrębie której największym dopływem jest Proсна. W południowej części wydzielono dwa regiony:

- południowo-zachodni, obejmujący powiaty: leszczyński (grodzki i ziemski), gostyński, rawicki i zduński;
- południowo-wschodni, obejmujący powiaty: ostrowski, kaliski (grodzki i ziemski), ostrzeszowski i kępiński oraz południową część powiatu stawiszyskiego.

Rozmieszczenie obszarów typu IV preferowanych do lokalizacji składowisk odpadów obojętnych

Obszary preferowane do lokalizacji składowisk odpadów obojętnych zajmują największe tereny w części środkowej województwa wielkopolskiego (między odcinkami dolin Noteci, Warty i Proсны) oraz w części północnej (ryc. 3). Występują one na wysoczyznach polodowcowych, uformowanych w większości podczas deglacjacji lądolodu zlodowacenia północnopolskiego.

W północnej oraz środkowozachodniej i centralnej części woj. wielkopolskiego naturalną barierą izolacyjną są gliny zwałowe zlodowacenia północnopolskiego, lokalnie podścielone poziomami glin zlodowaceń środkowopolskich. Są to przeważnie gliny piaszczyste, silnie zwietrzałe w strefie do głębokości 1–1,5 m, w wielu miejscach przykryte piaszczysto-żwirowymi utworami lodowcowymi lub wodnolodowcowymi o miąższości do 2,5–3 m. Średnia miąższość glin wynosi kilka metrów, a maksymalna zazwyczaj nie przekracza 20 m. Gliny te spoczywają na ogół na wodnolodowcowych osadach piaszczysto-żwirowych, w obrębie których występują miejscami użytkowe poziomy wodonośne.

W części południowej oraz środkowowschodniej naturalną barierę geologiczną stanowią gliny zlodowaceń środkowopolskich (zlodowacenia warty i odry), w wielu miejscach leżą one na skałach kredowych (marglach, opokach i wapieniach) lub mioceńskich piaskach kwarcowych (ryc. 4). Miąższość tych glin wynosi 5–25 m, jednak na przeważającym obszarze w strefie do głębokości kilku metrów są one zwietrzałe. Ich właściwości izolacyjne, wynikające ze zróżnicowanej litologii, są zmienne, w związku z tym na ich podłożu możliwa jest tylko lokalizacja składowisk odpadów obojętnych.

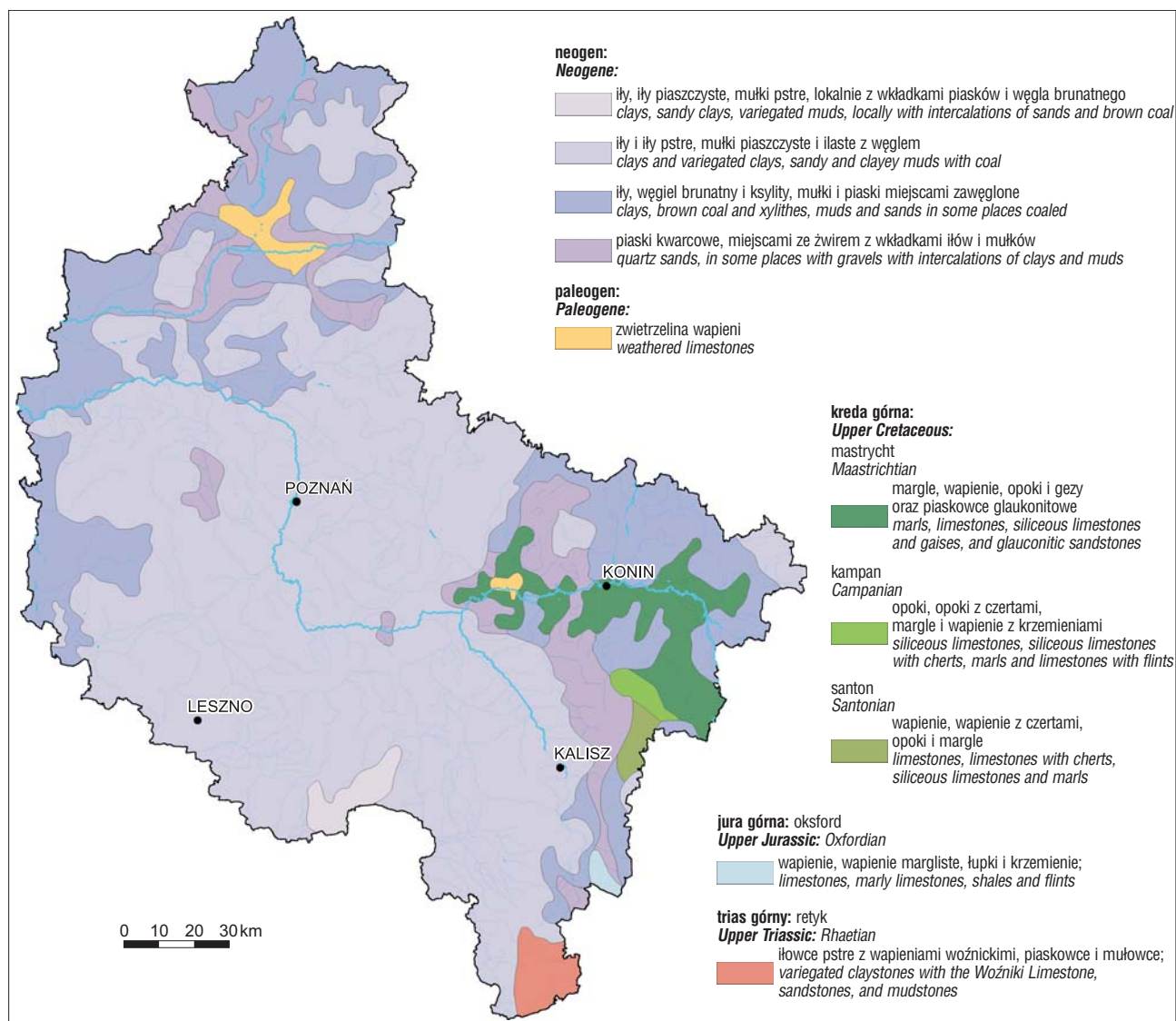
Obszary typu IV zajmują głównie te fragmenty wysoczyzn, na których po ustąpieniu lądolodu trwały intensywne procesy erozyjno-denuwacyjne, zakończone znacznym przekształceniem pierwotnej powierzchni wysoczyznowej i przykryciem glin zwałowych piaszczysto-żwirowymi osadami wodnolodowcowymi i lodowcowymi lub pyłowymi osadami deluwialno-zwietrzelinowymi. Największe obszary typu IV wyznaczono w północnej części województwa (w powiatach chodzieskim i obornickim), następnie w części środkowo-zachodniej (powiat szamotulski), centralnej (powiaty: poznański ziemski, grodzki, wrzesiński, średzki i jarociński) i środkowowschodniej (powiaty: turecki i stawiszyski).

Rozmieszczenie obszarów typu III preferowanych do lokalizacji składowisk odpadów obojętnych i warunkowo komunalnych

Na terenie województwa wielkopolskiego obszary typu III mają bardzo istotne znaczenie, ponieważ zajmują największą powierzchnię (około 75% wszystkich wyznaczonych obszarów) i można na nich lokalizować składowiska odpadów komunalnych. Występująca na tych obszarach naturalna bariera izolacyjna jest litologicznie zróżnicowana. Składa się ona z: glin zwałowych zlodowaceń północnopolskiego (zlodowacenia wisty) i środkowopolskich (głównie zlodowacenia warty), czwartorzędowych iłów i mułków zastoiskowych oraz iłów neogeńskich. Obszary typu III wyznaczono na zwartych wysoczyznach polodowcowych, rozciągających się pomiędzy dolinami Noteci i Warty oraz ich większych dopływów (Gwdy, Obry, Rowu Polskiego i Proсны). W wielu miejscach na wysoczyznach tych występują równiny zastoiskowe.

W północnej części województwa naturalną warstwą izolacyjną są najczęściej gliny zwałowe zlodowacenia wisty, które pokrywają obszary wysoczyznowe. W wielu miejscach warstwa izolacyjna składa się z kilku różnowiekowych poziomów glin. W obrębie glin mogą lokalnie występować wkładki lub soczewki iłów i mułków. Miąższość glin jest zróżnicowana, ale na ogół przekracza 10 m. Większa miąższość glin (20–60 m) występuje w miejscach, gdzie kontaktuje ze sobą kilka poziomów glacialnych. Gdy poziomy glin są podścielone przez kompleks iłów neogeńskich, łączna miąższość bariery izolacyjnej może dochodzić do 60–110 m. Wyznaczone w północnej części województwa obszary typu III mają największe rozprzestrzenienie w powiatach: wągrowieckim i pilskim, a nieco mniejsze w powiecie złotowskim.

W środkowej części województwa obszary typu III zajmują bardzo rozległe powierzchnie, nieznacznie porożciane przez doliny dopływów Warty. Bariere izolacyjną stanowią tutaj głównie gliny zwałowe zlodowacenia wisty, niejednokrotnie podścielone starszymi poziomami glin (głównie zlodowacenia warty). Miąższość bariery izola-



Ryc. 4. Mapa podłoża utworów czwartorzędowych (opracowana na podstawie map geologicznych odkrytych w skali 1 : 200 000, arkusze: Chojnice, Gniezno, Kalisz, Kluczbork, Konin, Leszno, Nakło, Ostrów Wielkopolski, Piła, Poznań, Szczecinek, Świebodzin, Wrocław)

Fig. 4. Geological basement map without Quaternary formations (based on uncovered geological maps at scale 1 : 200 000, map sheets: Chojnice, Gniezno, Kalisz, Kluczbork, Konin, Leszno, Nakło, Ostrów Wielkopolski, Piła, Poznań, Szczecinek, Świebodzin, Wrocław)

cyjnej jest zmienna i uzależniona od liczby poziomów glin. Miąższość barier składających się wyłącznie z jednego poziomu glin (złodowacenie wisły) wynosi od kilku do kilkunastu metrów. Miąższość barier izolacyjnych składających się z kilku poziomów glin wzrasta nawet do 90 m, chociaż średnio wynosi około 25–40 m. W wielu miejscach poziomy glin leżą na iłach neogeńskich, tworząc barierę izolacyjną o miąższości 50–120 m. W środkowej części województwa największe rozprzestrzenienie obszarów typu III występuje w powiatach: szamotulskim, grodziskim, poznańskim ziemskim, gnieźnieńskim, wrzesińskim i średzkim.

W części środkowowschodniej województwa wytypowano znacznie mniej obszarów typu III. Ma to ścisły związek z ograniczonym występowaniem w podłożu glin zwałowych iłów neogeńskich, rozcięciem wysoczyzny na małe fragmenty przez liczne dopływy Warty oraz z obecnością ciągów morenowych i pagórków kemowych, zbudowanych z glin (miejscami zaburzonych glacitektonicznie), piasków, żwirów i głazów. Ponadto w środkowowschodniej części województwa znaczne powierzchnie zajmują

piaski i żwiry wodnolodowcowe, zwłaszcza w okolicach Konina oraz w rejonie między Wrześnią, Gnieznom i Słupcą. Zróżnicowane ukształtowanie wysoczyzny powoduje, że obszary preferowane do lokalizowania składowisk odpadów zostały wyznaczone jedynie w tych fragmentach, gdzie powierzchnia jest w miarę płaska, a poziomy glin nie są zaburzone glacitektonicznie.

W południowej części województwa wielkopolskiego duży obszar preferowany do lokalizacji składowisk odpadów obojętnych i warunkowo komunalnych znajduje się w regionie południowo-zachodnim, na terenach powiatów: leszczyńskiego (w jego części wschodniej), gostyńskiego, rawickiego i zduńskiego (w jego części zachodniej). Obszar ten, o powierzchni ponad 1000 km², wyznaczono na zwartej i szeroko rozprzestrzenionej wysoczyźnie polodowcowej, rozciętej doliną rzeki Rów Polski na dwie części. Naturalną barierą geologiczną stanowią tu gliny zwałowe złodowaceń środkowopolskich (zwłaszcza złodowacenia warty). Miąższość glin jest zróżnicowana — średnio wynosi 10–20 m (poziom glin złodowacenia warty), ale może osiągać 50 m (kompleks glin złodowaceń

warty i odry), a nawet 75 m (kompleks poziomów glin środkowopolskich i południowopolskich). Miejscami poziomy glin są podścielone łałami neogeńskimi, co zwiększa miąższość całej bariery izolacyjnej do ponad 90 m.

W regionie południowo-wschodnim (w powiatach: ostrowskim, ostrzeszowskim i kępińskim) obszary typu III są niewielkie, ponieważ występujące w strefie przypowierzchniowej gliny zwałowe złodowaceń warty i odry mają ograniczone rozprzestrzenienie poziome, miejscami są one zaburzone glacitektonicznie, mają bardzo zmienną litologię i małą miąższość, rzadko przekraczającą 10 m. W rejonie tym występuje potężny wał Wzgórz Ostrzeszowskich, utworzony wskutek bardzo intensywnych procesów glacitektonicznych w trakcie transgresji łałodolów złodowaceń południowopolskich i środkowopolskich. Na południe od wału dominują zaś powierzchnie równin sandrowych. Nie ma tutaj utworów słaboprzepuszczalnych (gliny, łał), które mogłyby stanowić odpowiednią barierę izolacyjną. Z tej przyczyny zdecydowana większość tej części województwa jest objęta zakazem lokalizacji składowisk odpadów. Warunkowa możliwość lokalizowania składowisk odpadów komunalnych na obszarach typu III w tej części województwa wymaga wykonania dodatkowych badań geologicznych w celu potwierdzenia właściwości izolacyjnych utworów przypowierzchniowych. Istnieje duże prawdopodobieństwo, że na obszarach, gdzie miąższość glin jest znaczna (> 30 m) i gliny te są podścielone przez łał neogeńskie, właściwości izolacyjne będą odpowiadały normom składowania odpadów komunalnych. Ważne jest też, aby w obrębie bariery geologicznej nie występowały użytkowe poziomy wodonośne, które byłyby narażone na zanieczyszczenie odciekami z nieszczelnych składowisk.

Rozmieszczenie obszarów typu II preferowanych do lokalizacji składowisk odpadów obojętnych i komunalnych oraz typu I preferowanych do lokalizacji składowisk odpadów niebezpiecznych

Na obszarach typu II i I właściwości izolacyjne naturalnej bariery geologicznej stwarzają warunki do lokalizacji składowisk odpadów komunalnych i niebezpiecznych. W granicach województwa wielkopolskiego ich rozprzestrzenienie jest bardzo niewielkie (około 1% wszystkich wyznaczonych obszarów). Wynika to z ograniczonego występowania w strefie przypowierzchniowej stropu łał neogeńskich.

Obszary typu II i I występują w środkowej i południowej części województwa, gdzie strop serii łał neogeńskich zalega pod cienką pokrywą osadów czwartorzędowych. Niestety, na skutek procesów glacitektonicznych towarzyszących wkraczaniu na ten obszar łałodolów została zaburzona struktura wewnętrzna i ciągłość łał, co pogorszyło ich właściwości izolacyjne. Szczelność zaburzonych serii łałowych, ponadto często położonych na różnych wysokościach i ograniczonych powierzchniami ścięć, może być wątpliwa. Dlatego przed lokalizacją inwestycji, która może zagrażać środowisku każdorazowo konieczne będzie dokładne rozpoznanie właściwości izolacyjnych podłoża.

Bezpośrednia lokalizacja składowisk odpadów K i N jest możliwa w środkowej części województwa (w powiatach: śremskim, jarocińskim i pleszewskim) oraz w części południowej (w powiatach: ostrowskim, stawiszyńskim i ostrzeszowskim).

Między Śremem, Jarocinem a Pleszewem występują niewielkie obszary, na których łał neogeńskie odsłaniają

się na powierzchni terenu. Nie są to duże obszary, ale jest ich sporo. Dzięki temu lokalizację przyszłego składowiska będzie można wyznaczyć z uwzględnieniem innych warunkowań, takich jak korzystny dojazd do składowiska, odpowiednie oddalenie od zabudowań lub względy krajobrazowo-przyrodnicze. W wyznaczonych obszarach łał neogeńskie osiągają miąższość od kilkunastu do 80–90 m (średnio około 50–60 m). Niektóre z wytypowanych obszarów znajdują się w granicach udokumentowanych złóż surowców łałowych ceramiki budowlanej, co stwarza możliwość dostosowania wyrobisk do potrzeb budowy składowisk odpadów już na etapie ich eksploatacji.

Również między Ostrowem Wielkopolskim, Kaliszem a Ostrzeszowem na powierzchni terenu odsłaniają się zaburzone glacitektonicznie łał neogeńskie. Jednak nie są one zaburzone tak silnie, jak na terenie Wzgórz Ostrzeszowskich. Wyznaczone obszary preferowane do lokalizacji składowisk K i N mają małe powierzchnie, niejednokrotnie ograniczone do zasięgu udokumentowanych złóż surowców łałowych ceramiki budowlanej. Miąższość kompleksu łał jest znaczna — wynosi od 50–60 do ponad 120 m, co stwarza dobre warunki do lokalizacji składowisk odpadów.

W północnej części województwa (powiat obornicki) obszary typu II mają małe rozprzestrzenienie, również i tu często są ograniczone do obszarów udokumentowanych złóż surowców łałowych ceramiki budowlanej. Warstwę izolacyjną ich podłoża stanowią czwartorzędowe łał, względnie mułki zastoiskowe o miąższości od 3 do 25 m oraz łał neogeńskie o miąższości od 8 do 40 m.

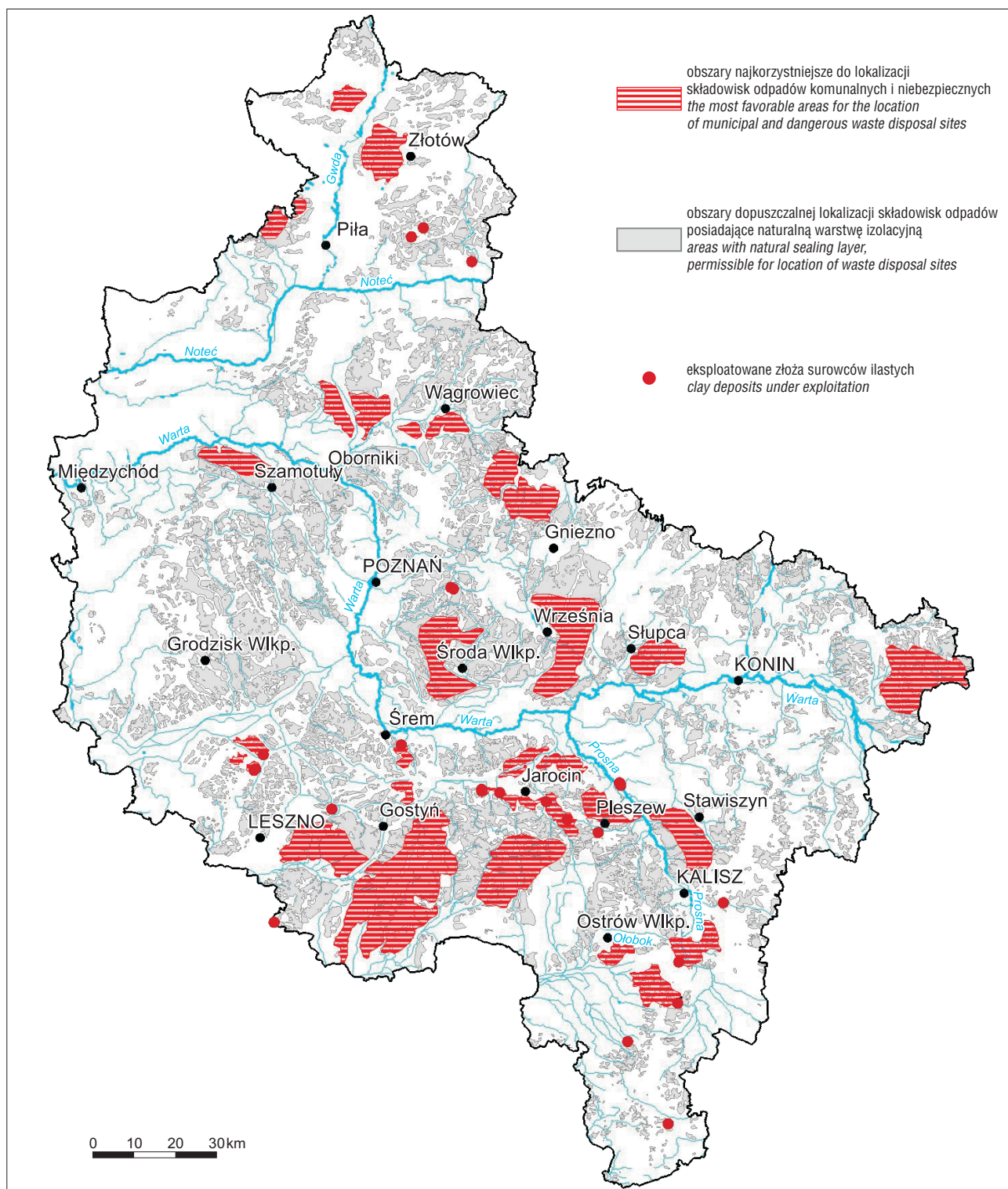
Obszary najkorzystniejsze do lokalizacji składowisk odpadów

Podczas wyznaczania obszarów najkorzystniejszych do lokalizacji składowisk odpadów (ryc. 5) wzięto pod uwagę:

- 1) rodzaj naturalnej bariery geologicznej;
- 2) miąższość naturalnej bariery geologicznej;
- 3) stopień zagrożenia użytkowych poziomów wodonośnych;
- 4) ukształtowanie powierzchni terenu;
- 5) występowanie ograniczeń warunkowych lokalizacji składowisk;
- 6) sąsiedztwo udokumentowanych złóż surowców łałowych i wyrobisk poeksploatacyjnych łałowych;
- 7) bliskość dużych miast wytwarzających znaczne ilości odpadów, zwłaszcza komunalnych.

Wskazanie obszarów najkorzystniejszych należy traktować jako ukierunkowanie przyszłych prac poszukiwawczych lokalizacji składowisk do tych rejonów, w których możemy się spodziewać najbardziej optymalnych warunków geologicznych i środowiskowych do budowy nowoczesnych, międzygminnych składowisk.

Teren województwa wielkopolskiego cechuje się korzystnymi warunkami naturalnymi do lokalizacji składowisk. Najwięcej obszarów o dobrych pod tym względem warunkach geologicznych i morfologicznych występuje w środkowej i południowej części województwa (ryc. 5), w powiatach: kościańskim, śremskim, jarocińskim, pleszewskim i stawiszyńskim, gdzie na południe od doliny Warty oraz wzdłuż jej dopływu — Proсны, wyznaczono obszary preferowane do lokalizacji składowisk typu I, II i III. W tych częściach województwa płytko pod



Ryc. 5. Obszary najkorzystniejsze do lokalizacji składowisk odpadów komunalnych i niebezpiecznych
Fig. 5. The most favorable areas for location of municipal and dangerous waste disposal sites

powierzchnią terenu znajduje się kompleks iłów neogeńskich o sporej miąższości. Obszar ten charakteryzuje się też największą liczbą wyrobisk oraz udokumentowanych złóż surowców ilastych. W pozostałych regionach województwa ropy neogeńskie występują głębiej, dlatego większość obszarów wyznaczonych pod lokalizację składowisk jest typu III i IV.

Jedynie w północnej części województwa występują mniej korzystne warunki geologiczne do posadowienia

składowisk, gdyż słabo skonsolidowane gliny zlodowacenia wistły charakteryzują się gorszymi właściwościami izolacyjnymi. W tej części województwa najlepsze warunki do składowania odpadów stwierdzono na wysoczyznach położonych po obu stronach doliny Gwdy oraz między dolinami Noteci i Warty. Jednak lokalizując w tym rejonie inwestycję zagrażającą środowisku naturalnemu, trzeba się liczyć z tym, że prawdopodobnie konieczne będzie wykonanie sztucznych warstw izolacyjnych.

Podsumowanie i wnioski

Wyniki przeprowadzanej analizy budowy geologicznej oraz uwarunkowań geosrodowiskowych województwa wielkopolskiego posłużyły do sformułowania najistotniejszych wniosków, które powinny być brane pod uwagę przez lokalne władze administracyjne w trakcie typowania obszarów pod lokalizację regionalnych składowisk odpadów i innych obiektów stwarzających zagrożenia dla środowiska naturalnego oraz bezpieczeństwa i zdrowia ludzi:

1) Obszar województwa wielkopolskiego jest regionem, w którym warunki geologiczne, morfologiczne i geosrodowiskowe umożliwiają bezpośrednią lokalizację składowisk odpadów wszystkich trzech typów (O, K i N);

2) Obszary preferowane do budowy składowisk odpadów komunalnych (K) i niebezpiecznych (N) znajdują się głównie w południowej i środkowej części województwa wielkopolskiego, nie występują natomiast w części północnej.

3) W województwie wielkopolskim tereny najbardziej korzystne do lokalizacji składowisk odpadów K i N (typ I i II) występują w:

- części środkowej (w powiatach: kościańskim, śremskim, jarocińskim i pleszewskim),
- części południowo-wschodniej (na pograniczu trzech powiatów: ostrowskiego, stawiszynskiego i ostrzeszowskiego).

4) W województwie wielkopolskim tereny najbardziej korzystne do lokalizacji składowisk odpadów O i warunkowo K (typ IV i III) występują w:

- części północnej (w powiatach: złotowskim, pilskim, wągrowieckim, obornickim i gnieźnieńskim);
- części środkowej (w powiatach: szamotulskim, poznańskim ziemskim, średzkim, wrzesińskim i śłupeckim);
- części środkowowschodniej (w powiatach stawiszynskim i kolskim);
- części południowo-zachodniej (w powiatach: gostyńskim, rawickim i zduńskim).

5) Projektując miejsce pod nowe składowisko odpadów każdorazowo należy wykonać szczegółowe badania geologiczne, potwierdzające przede wszystkim rozciągłość w poziomie i miąższość bariery izolacyjnej, a także jej właściwości izolacyjne, zwłaszcza gdy tworzą ją gliny zwałowe (obszary typu III).

6) Składowiska odpadów komunalnych lokalizowane na obszarach typu III, na których naturalną warstwę izolacyjną stanowią gliny, trzeba będzie prawdopodobnie dodatkowo uszczelnić za pomocą materiałów syntetycznych lub wykonując przesłonę izolacyjną z występujących powszechnie i eksploatowanych w centralnej części województwa iłów neogeńskich. Takie rozwiązania będą zapewne częste zwłaszcza w tych rejonach, gdzie koszty transportu odpadów do wyznaczonych obszarów typu I lub II będą zbyt wysokie.

Literatura

BADURA J. & PRZYBYLSKI B. 1992 — Mapa geologiczna Polski (plansza A — zakryta) w skali 1: 200 000, arkusz Wrocław. CAG Państw. Inst. Geol.
 BARANOWSKI J. 1975 — Mapa geologiczna Polski (plansza A — zakryta i plansza B — odkryta) w skali 1: 200 000, arkusz Ostrów Wielkopolski. CAG Państw. Inst. Geol.

BARANOWSKI J. & MAŃKOWSKA A. 1970 — Mapa geologiczna Polski (plansza A — zakryta i plansza B — odkryta) w skali 1: 200 000, arkusz Kalisz. CAG Państw. Inst. Geol.
 BRAŃSKI P. 2002 — Iły formacji poznańskiej — kopaliny służące ochronie i rekonstrukcji środowiska naturalnego. *Prz. Geol.*, 50: 266–267.
 BUTRYMOWICZ N., MURAWSKI T. & PASIERBSKI M. 1976 — Mapa geologiczna Polski (plansza A — zakryta i plansza B — odkryta) w skali 1: 200 000, arkusz Chojnice. CAG Państw. Inst. Geol.
 CIUK E. 1979 — Mapa geologiczna Polski (plansza B — odkryta) w skali 1: 200 000, arkusz Konin. CAG Państw. Inst. Geol.
 CIUK E. 1989a (uzupełnił PIWOCKI M. 1995) — Mapa geologiczna Polski (plansza B — odkryta) w skali 1: 200 000, arkusz Poznań. CAG Państw. Inst. Geol.
 CIUK E. 1989b — Mapa geologiczna Polski (plansza B — odkryta) w skali 1: 200 000, arkusz Gniezno. CAG Państw. Inst. Geol.
 DOBAK P., GABRYŚ-GODLEWSKA A., KOZŁOWSKA O. & SIKORSKA-MAYKOWSKA M. 2004 — Potencjalne obszary lokalizowania składowisk odpadów — nowa warstwa tematyczna cyfrowej *Mapy geosrodowiskowej Polski*. *Probl. Ocen Środ.*, 26: 53–57.
 DYJOR S. 1970 — Seria poznańska w zachodniej Polsce. *Kwart. Geol.*, 14: 819–833.
 DYJOR S. 1992 — Rozwój sedimentacji i przebieg przeobrażeń osadów w basenie serii poznańskiej w Polsce. [W:] *Geologiczno-inżynierskie problemy serii poznańskiej*. *Pr. Geol.-Miner.* XXVI. Wyd. UWroc.
 GABRYŚ-GODLEWSKA A., GLIWICZ T. & GRABOWSKI D. 2007 — Wyznaczenie i ocena izolacyjności naturalnej bariery geologicznej w procesie cyfrowego przetwarzania danych geologicznych. *Prz. Geol.*, 55: 416–423.
 GRABOWSKI D., KOZŁOWSKA O., SIKORSKA-MAYKOWSKA M. & STRZELECKI R. 2003 — Składowanie odpadów — propozycja nowej tematyki na *Mapie geosrodowiskowej Polski*. *Prz. Geol.*, 51: 308–310.
 HAIŚIG J., WILANOWSKI S., BIERNAT S., KAZIUK H. & KOTLIŃSKI S. 1976 — Mapa geologiczna Polski (plansza A — zakryta i plansza B — odkryta) w skali 1: 200 000, arkusz Kluczbork. CAG Państw. Inst. Geol.
Instrukcja opracowania *Mapy geosrodowiskowej Polski* w skali 1 : 50 000, 2005. Państw. Inst. Geol.
 KLECZKOWSKI A.S. (red.) 1990 — Mapa obszarów głównych zbiorników wód podziemnych (GZWP) w Polsce wymagających szczególnej ochrony w skali 1 : 500 000. AGH Kraków.
 KUCHARWICZ J. 1973 — Mapa geologiczna Polski (plansza A — zakryta i plansza B — odkryta) w skali 1: 200 000, arkusz Leszno. CAG Państw. Inst. Geol.
 KUCHARWICZ J. & MICHALSKA E. 1974 — Mapa geologiczna Polski (plansza B — odkryta) w skali 1: 200 000, arkusz Świebodzin. CAG Państw. Inst. Geol.
 LISTKOWSKA H., MAKSIK S. & NOSEK M. 1975 — Mapa geologiczna Polski (plansza A — zakryta i plansza B — odkryta) w skali 1: 200 000, arkusz Piła. CAG Państw. Inst. Geol.
 MAJER E. 2005 — Ocena właściwości przesłonowych iłów do budowy składowisk odpadów. *Bibl. Inst. Tech. Budow.*
 MAJER E. 2007 — Metodyka doboru gruntu w ramach projektowania mineralnych przesłon izolacyjnych składowisk odpadów. III Ogólnopolskie Sympozjum nt. Współczesne problemy geologii inżynierskiej w Polsce. *Geologos*, 11: 239–252.
 MAKOWSKA A. 1983 — Mapa geologiczna Polski (plansza A — zakryta) w skali 1: 200 000, arkusz Gniezno. CAG Państw. Inst. Geol.
 MAKSIK S., MRÓZ W. & NOSEK M. 1974 — Mapa geologiczna Polski (plansza A — zakryta i plansza B — odkryta) w skali 1: 200 000, arkusz Szczecinek. CAG Państw. Inst. Geol.
 MAŃKOWSKA A. 1974 — Mapa geologiczna Polski (plansza A — zakryta) w skali 1: 200 000, arkusz Konin. CAG Państw. Inst. Geol.
 MARKS L., BER A., GOGOLEK W. & PIOTROWSKA K. (red.) 2006 — Mapa geologiczna Polski w skali 1:500 000. Państw. Inst. Geol.
 MICHALSKA E., NITKA B. & WINNICKI J. 1974 — Mapa geologiczna Polski (plansza A — zakryta) w skali 1: 200 000, arkusz Świebodzin. CAG Państw. Inst. Geol.
 MOJSKI J.E. 1980 — Mapa geologiczna Polski (plansza A — zakryta) w skali 1: 200 000, arkusz Poznań. CAG Państw. Inst. Geol.
 SAWICKI L. 1992 — Mapa geologiczna Polski (plansza B — odkryta) w skali 1: 200 000, arkusz Wrocław. CAG Państw. Inst. Geol.
 UNIEJEWSKA M., NOSEK M. & WŁODEK M. 1976 — Mapa geologiczna Polski (plansza A — zakryta i plansza B — odkryta) w skali 1: 200 000, arkusz Nakło. CAG Państw. Inst. Geol.
 WIEWIÓRA A. & WYRWICKI R. 1974 — Minerale ilaste poziomu iłów płomienistych serii poznańskiej. *Kwart. Geol.*, 18: 615–635.
 WIEWIÓRA A. & WYRWICKI R. 1976 — Beidelit osadów serii poznańskiej. *Kwart. Geol.*, 20: 331–341.
 WYSOKIŃSKI L. (red.) 2007 — Zasady oceny przydatności gruntów spoistych Polski do budowy mineralnych barier izolacyjnych. *Inst. Tech. Budow.*

Praca wpłynęła do redakcji 26.06.2008 r.
 Po recenzji akceptowano do druku 08.10.2008 r.