

Problematyka gruntów antropogenicznych w kartografii geologiczno-inżynierskiej

Zbigniew Frankowski¹, Edyta Majer¹, Krzysztof Majer¹



Z. Frankowski E. Majer K. Majer

Aspects of anthropogenic soils in engineering-geological cartography.
Prz. Geol., 58: 918–925.

A b s t r a c t. The article presents some cartographic studies of urban areas where anthropogenic soils occur. Methods of presenting the anthropogenic soils on maps were described, including the forms of their occurrence and thickness. It was indicated that an engineering geological map providing information on soil usefulness (illustrating the recommended ways of economic planning) and a risk map of investment showing a good preparation of a land development plan should be created.

Keywords: anthropogenic soils, engineering geology cartography, risk map of investment, land development plan

W kartografii geologiczno-inżynierskiej na potrzeby planowania przestrzennego ważne jest określenie zasięgu i formy występowania gruntów antropogenicznych, ich miąższości oraz ogólnej charakterystyki litologii i genezy (Drażkowski, 1999). Ważne jest także wskazanie możliwości negatywnego wpływu na życie ludzi i środowiska przyrodniczego. Przedstawienie procesów antropogenicznych w formie kartograficznej umożliwi użytkownikowi map przygotowanie różnych rozwiązań zagospodarowania terenu.

W artykule omówiono sposoby przedstawiania problematyki gruntów antropogenicznych w różnych opracowaniach kartograficznych w zależności od potrzeb, jakości dostępnych danych i możliwości edycyjnych.

Grunty antropogeniczne w pracach kartograficznych

Pierwszym kartograficznym opracowaniem poruszającym problematykę gruntów antropogenicznych była publikacja Sujkowskiego i Różyckiego (1937) pt. *Geologia Warszawy* w skali 1 : 20 000. W pracy krótko scharakteryzowano utwory budujące podłoże Warszawy, do których zaliczono nasypy ściśle związane z historycznym rozwojem miasta. Autorzy stwierdzili, że pokrywają one znaczny procent powierzchni Warszawy. Najstarsze wysypisko wyraźnie zaznaczające się w morfologii to Gnojna Góra na Starym Mieście, dokąd od wieków wywożono śmieci. Ich miąższość przekracza 20 m. Na mapy naniesiono także zasypane glinianki i stare fortyfikacje oraz plantowane i nadbudowane tereny w bezpośrednim otoczeniu Wisły.

Na pięciu mapach opracowania jako odrębne wydzielenie przedstawiono nasypy podzielone ze względu na miąższość oraz dawne glinianki i stawy podzielone ze względu na czas powstania (ryc. 1).

Kolejnym dużym opracowaniem kartografii geologiczno-inżynierskiej był *Atlas Geologiczny Warszawy* pod redakcją Malinowskiego i Stamatello z 1964 r., którego część II stanowiły mapy geologiczno-inżynierskie.

Atlas zawiera zestaw map geologiczno-inżynierskich w skali 1 : 20 000. Na mapach gruntów budowlanych (ryc. 2) wydzielono nasypy zgodnie z normą PN-54/B-02480 oraz zasypane glinianki i wyrobiska, stare forty oraz najmłodsze punktowe nadsypiska sprzed 1945 r. Do nasypów autorzy

zaliczyli gruz ceglany, nasypy ziemne, hałdy glinianek i obwałowania, wszystkie określono jako nienośne.

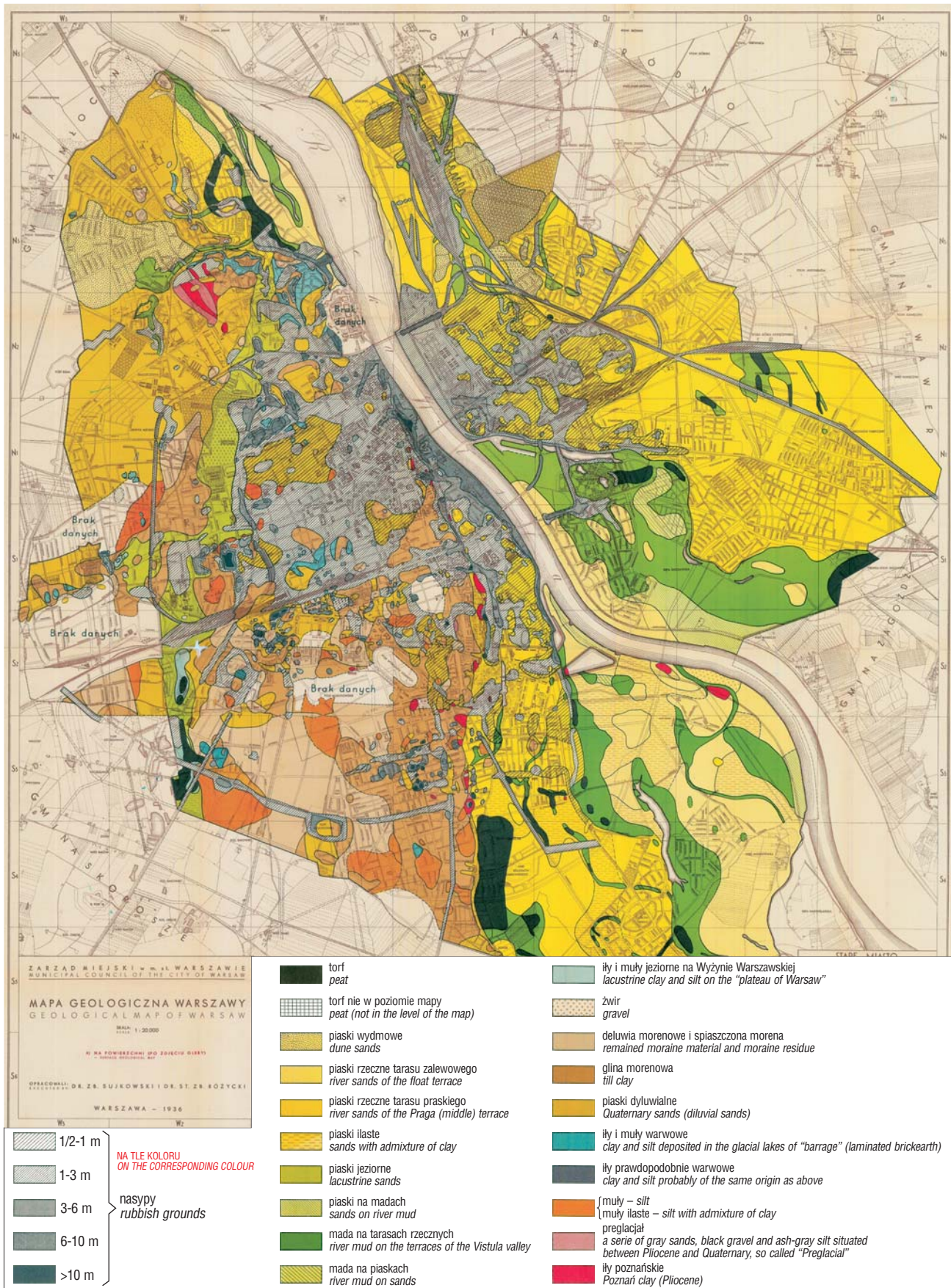
W opracowaniu metodycznym *Atlas inżyniersko-geologiczny miasta Słucka* (Glazer i in., 1974) na poszczególnych mapach pokazano grunty antropogeniczne. Na mapie geologicznej wprowadzono wydzielenie *osady antropogeniczne*, na mapie warunków inżyniersko-geologicznych na głębokości poniżej 1 m od powierzchni terenu – *nasypy* oraz *wyrobiska eksploatacyjne* (żwirownie, piaskownie, glinianki, doły torfowe), a na mapie gruntów budowlanych i dopuszczalnych obciążeń jednostkowych na głębokości 2 m – *grunty nasypowe*.

Atlas map warunków budowlanych dla terenów słabych i zdegradowanych na obszarach osadniczych w Polsce (Wysokiński, 1990) zawiera informacje geologiczne i hydrogeologiczne, a szczególnie dotyczące degradacji antropogenicznej, utrudniającej warunki posadowienia różnych obiektów budowlanych. Mapy tego atlasu zostały sporządzone w układzie wojewódzkim, na podkładach sytuacyjno-wysokościowych w skali 1 : 10 000, głównie na podstawie materiałów archiwalnych i kontrolnych wizji terenu. Poszczególne arkusze atlasu zawierały:

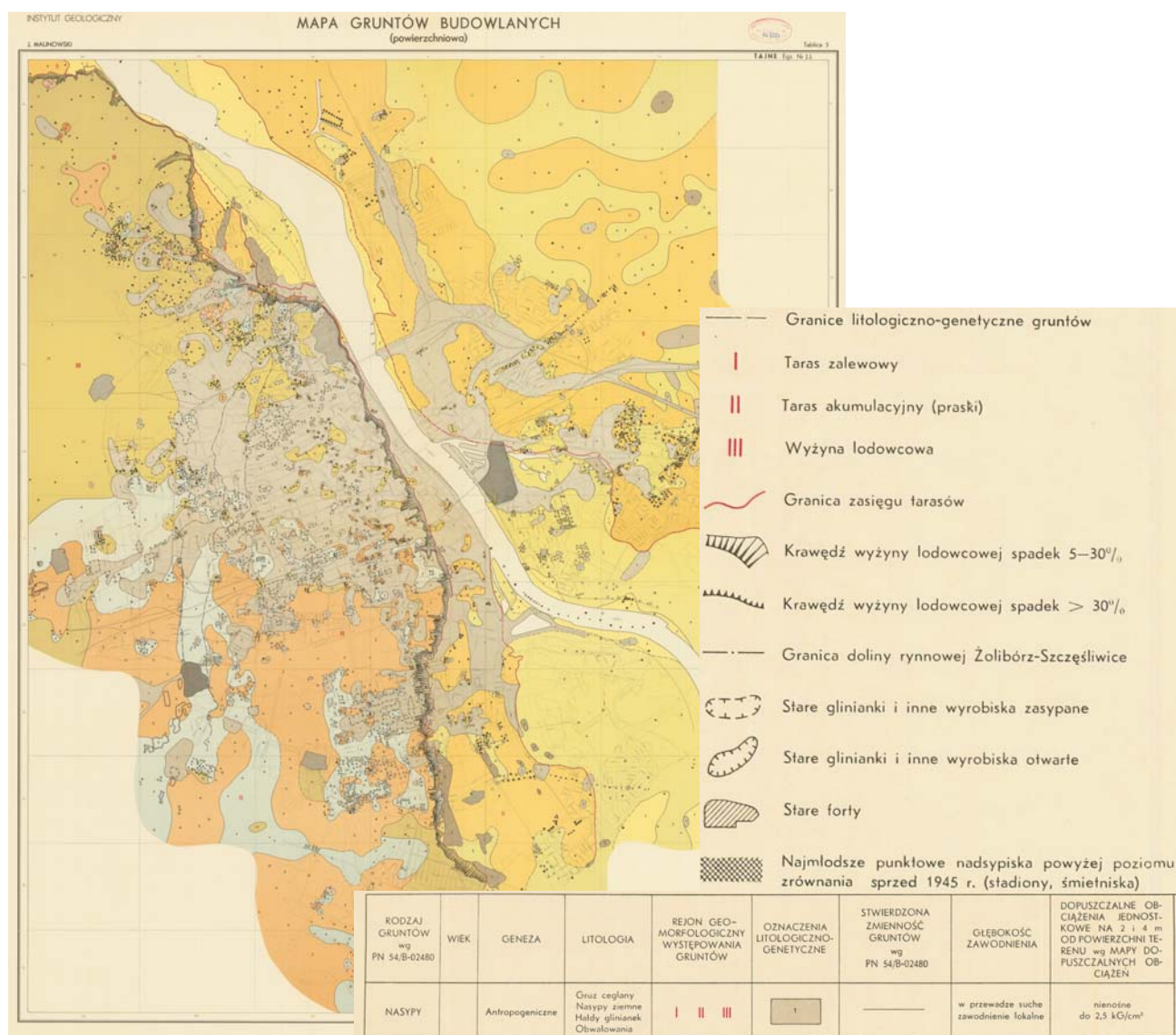
- okonturowane i ponumerowane wydzielenia gruntów słabych i zdegradowanych, w tym gruntów antropogenicznych – nasypy niekontrolowane od ok. 1 m miąższości, wysypiska odpadów bytowych, wyrobiska poeksploatacyjne: glinianki, żwirownie, kamieniołomy i inne oraz tereny zdewastowane przez przemysł (np. hałdy);
- okonturowane lub zaznaczone symbolami antropogeniczne tereny obszarów górniczych z podaniem kategorii zagrożenia górniczego i budowlanego;
- wydzielone specjalne tereny w miastach.

W latach 50. i 60. XX w. w Instytucie Geologicznym opracowano kilkanaście arkuszy *Szczegółowej mapy geologiczno-inżynierskiej Polski* w skali 1 : 50 000, a także *Mapę geologiczno-inżynierską w skali 1 : 300 000* dla całego kraju. Na przeglądowej mapie problem gruntów i procesów antropogenicznych został pominięty, wskazano jedynie tereny występowania szkód górniczych. Z kolei na arkuszach szczegółowej mapy geologiczno-inżynierskiej

¹Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa; zbigniew.frankowski@pgi.gov.pl, edyta.majer@pgi.gov.pl, krzysztof.majer@pgi.gov.pl



Ryc. 1. Mapa geologiczna Warszawy na powierzchni (po zdjęciu gleby) wg Sujkowskiego & Różyckiego (1937, zmienione)
Fig. 1. Geological Map of Warsaw on surface (after the removal of the topsoil) according to Sujkowski & Różycki (1937, modified)



Ryc. 2. Mapa gruntów budowlanych (powierzchniowa) – Warszawa (Malinowski & Stamatello, 1964)
Fig. 2. (Surface) Map of man-made soils – Warsaw (Malinowski & Stamatello, 1964)

zasygnalizowano go poprzez wydzielenie nasypów górniczych wraz z wysokością względną, terenów objętych czynnymi uszkodzeniami górnictwami z jeziorami i zapadliskami, obszarów wyrobisk wykonanych systemem odkrywkowym, kamieniołomów i wyrobisk oraz obszarów zagrożonych pogarszaniem się warunków budowlanych ze względu na przewidzianą eksploatację podziemnych kopalń i związane z tym osiadanie powierzchni terenu po zakończeniu całkowitej odbudowy.

Atlasy geologiczno-inżynierskie w skali 1 : 25 000 opracowywano od końca lat 60. do początku lat 90. XX wieku. Poszczególne mapy zawierały informacje o formach antropogenicznych, takich jak m.in. wały przeciwpowodziowe, nasypy, zwały kopalniane, wyrobiska eksploatacyjne (kamieniołomy, żwirownie, piaskownie i glinianki), wysypiska, składowiska odpadów paleniskowych, osadniki oczyszczalni ścieków i inne. Na mapie warunków geologiczno-inżynierskich jednym z wydzieleni były grunty nasypowe – nasypy niekontrolowane.

Zagadnienia z zakresu geologii inżynierskiej (warunki budowlane) przedstawia Mapa geologiczno-gospodarcza Polski w skali 1 : 50 000 (MGGP), opracowana w cięciu

arkuszowym dla całego kraju (1069 arkuszy) w latach 1997–2007. Problemy związane z procesami i zjawiskami antropogenicznymi zostały uwzględnione w warstwie tematycznej pn. *Obszary o warunkach utrudniających rozwój budownictwa*. Zaliczono do nich obszary zmienione w wyniku działalności człowieka (grunty antropogeniczne, składowiska, wysypiska itp.) oraz obszary zagrożone występowaniem uszkodzeń górnictw. W *Instrukcji opracowania Mapy geologiczno-gospodarczej Polski w skali 1 : 50 000* (2002) zwrócono uwagę, że w przypadku obszarów o zmienionych antropogenicznie cechach podłoża należy przedstawić charakter tych zmian, np. nasypy budowlane, zwały, hałdy, składowiska, obszary uszkodzeń górnictw, grunty zdegradowane i zdewastowane zanieczyszczeniami przemysłowymi, obszary osiadań zapadkowych nad podziemnymi wyrobiskami górnictwami, obszary osiadań spowodowanych odwodnieniem, eksploatacją otworową itp.

Mapa geologiczno-gospodarcza Polski w skali 1 : 50 000 (MGGP) stanowi aktualizację i rozszerzenie MGGP o planszą B dotyczącą zagrożeń powierzchni ziemi, którą tworzą trzy warstwy tematyczne: geochemia środowiska, składowanie odpadów i antropopresja.

Atlasy geologiczno-inżynierskie aglomeracji miejskich w skali 1:10 000

W latach 1998–2000 został wykonany pierwszy cyfrowy *Atlas geologiczno-inżynierski Warszawy* w skali 1:10 000 (Frankowski & Wysokiński, 2000). Do komputerowego opracowania map i przekrojów geologiczno-inżynierskich przygotowano bazę danych GIS, która zawiera wszystkie zebrane informacje. Występujące na terenie miasta grunty zostały zaklasyfikowane do poszczególnych serii geologiczno-inżynierskich. Jedną z serii stanowiły nasypy budowlane i niebudowlane. Nasypy niebudowlane w Warszawie są bardzo zróżnicowane pod względem składu granulometrycznego i pochodzenia materiału. Występują w różnych obszarach miasta i mają bardzo zmienną miąższość. Na terenie Warszawy występują również nasypy budowlane, głównie dróg kołowych i tras kolejowych. Liczne nasypy budowlane stanowią podłoże fundamentów różnych obiektów. Atlas zawiera m.in. mapę gruntów antropogenicznych (ryc. 3), na której przedstawiono: obszary występowania gruntów antropogenicznych w odległości do 100 m od otworu badawczego, w którym je stwierdzono, oraz obszary występowania gruntów antropogenicznych o miąższości do 2 m, od 2 do 4 m, od 4 do 10 m oraz powyżej 10 m.

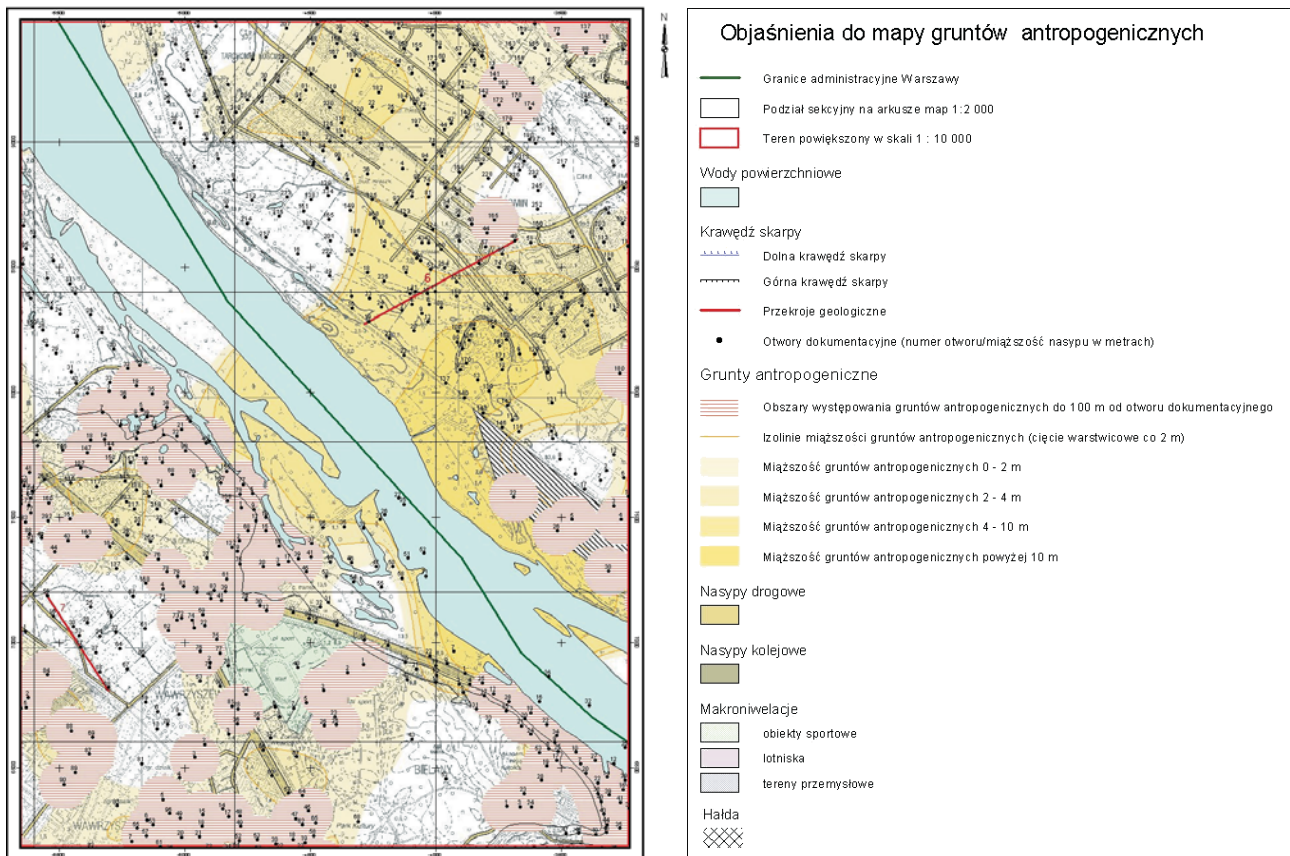
Kolejnym cyfrowym zbiorem map jest *Atlas geologiczno-inżynierski aglomeracji katowickiej* (Dubaj-Nawrot, 2005), w którym wydzielono serię 1 – grunty antropogeniczne, obejmującą nasypy przemysłowe: górnicze, przerobcze i wtórne (hutnicze, z elektrowni itp.), oraz serię 2 –

nasypy budowlane i inne. Opracowano *Mapę gruntów antropogenicznych w skali 1:10 000* (ryc. 4) oraz *Mapę warunków górniczych w skali 1:10 000*. Na pierwszej mapie przedstawiono zasięgi występowania nasypów przemysłowych zaliczonych do serii 1 oraz obszary, na których występują nasypy budowlane i inne reprezentujące serię 2. Na niektórych terenach współwystępują nasypy obydwu serii. Na tej mapie naniesiono 7 istniejących czynnych składowisk odpadów niebezpiecznych oraz hałdy. Na *Mapie warunków górniczych* przedstawiono zasięgi obszarów górniczych kopalń czynnych, zlikwidowanych i w trakcie likwidacji oraz obszary złóż niezagospodarowanych. Ponadto przedstawiono tereny, na których była prowadzona płytka eksploatacja pokładów węgla (do 100 m), oraz wielkość prognozowanych osiadań powierzchni terenu do końca trwania koncesji poszczególnych kopalń.

W atlasach geologiczno-inżynierskich Poznania, aglomeracji trójmiejskiej Gdańsk-Sopot-Gdynia i aglomeracji krakowskiej na podstawie danych zebranych w serii 1 (nasypy budowlane i nasypy niebudowlane) opracowano mapy gruntów antropogenicznych w skali 1:10 000. Przedstawiono na nich zasięgi występowania nasypów antropogenicznych zarówno niekontrolowanych, jak i przygotowanych pod budownictwo. Naniesiono także istniejące składowiska odpadów, a także miejsca po wylewiskach odpadów. Fragment mapy z *Atlasu geologiczno-inżynierskiego aglomeracji trójmiejskiej* przedstawia ryc. 5.

W *Atlasie geologiczno-inżynierskim aglomeracji wrocławskiej* wydzielono 7 serii gruntów antropogenicznych: seria 1 – nasypy niebudowlane, seria 2 – nasypy budowa-

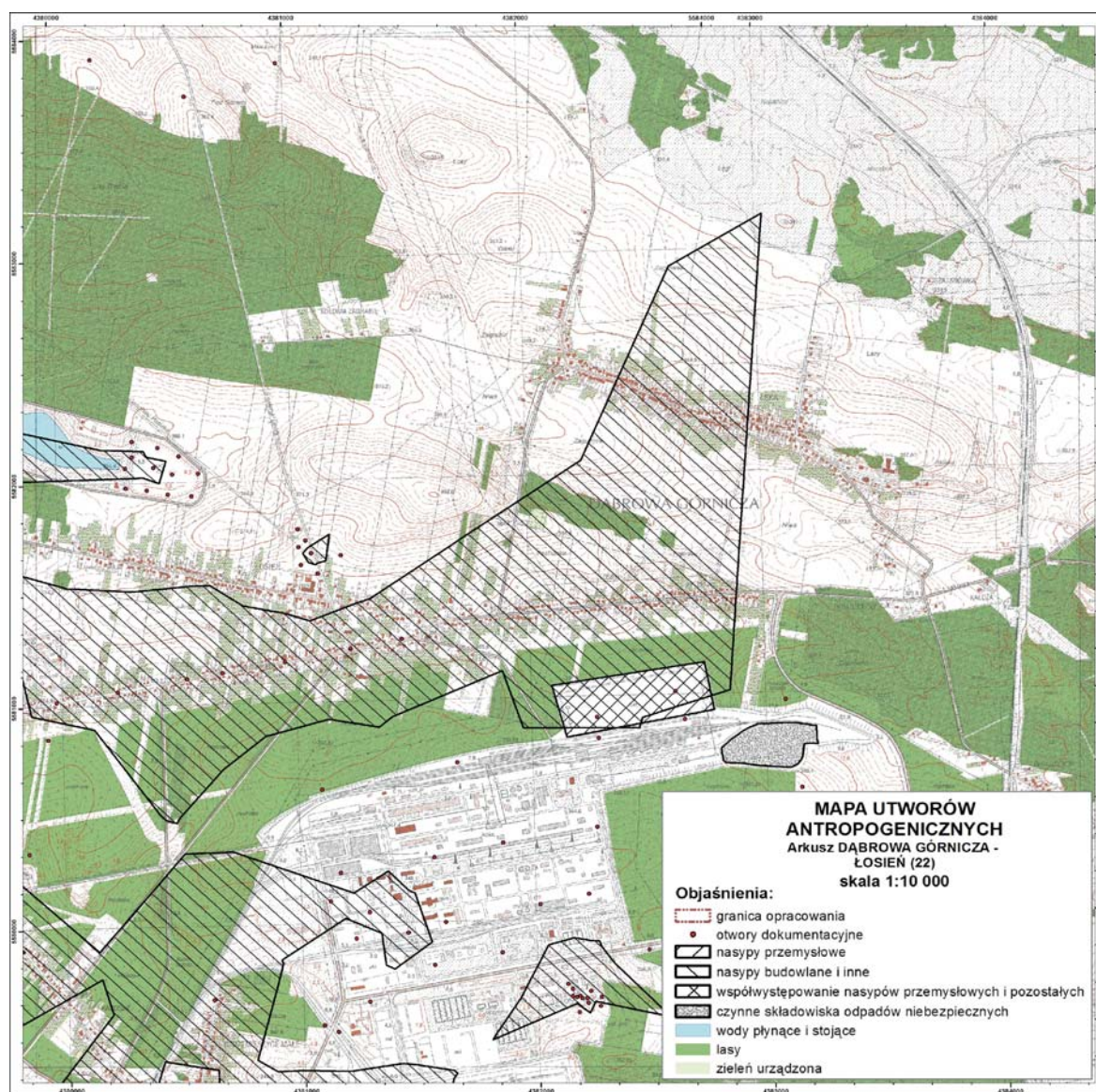
MAPA GRUNTÓW ANтропоГЕНИCZNYCH
skala 1 : 10 000



Zespół autorski PI&G i ITB

Ryc. 3. Arkusz Mapy gruntów antropogenicznych w skali 1 : 10 000 – Warszawa (Frankowski & Wysokiński, 2000)

Fig. 3. Sheet of a map presenting anthropogenic soils in the scale 1 : 10 000 – Warsaw (Frankowski & Wysokiński, 2000)



Ryc. 4. Arkusz *Mapy utworów antropogenicznych* w skali 1 : 10 000 – aglomeracja katowicka (Dubaj-Nawrot, 2005)
Fig. 4. Sheet of a map presenting anthropogenic soils in the scale 1 : 10 000 – Katowice and its suburbs (Dubaj-Nawrot, 2005)

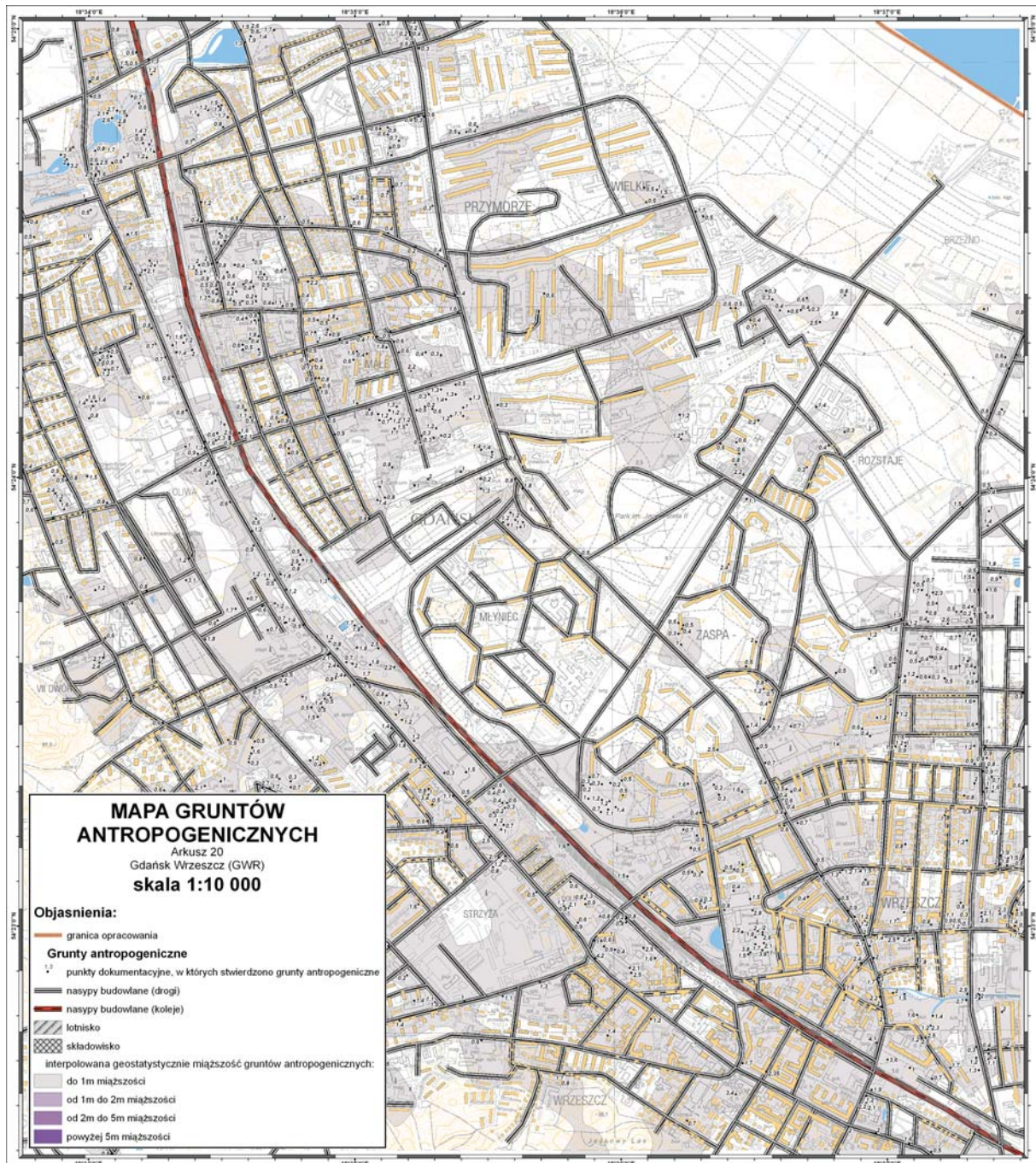
ne, seria 3 – mineralno-organiczne wypełnienia fos, seria 4 – budowle forteczne i stare fundamenty, seria 5 – nasypy komunalne, seria 6 – hałdy (pohutnicze i odpadów paleniskowych), seria 7 – grunty na obszarach dawnych cmentarzy. Występowanie i miąższość gruntów antropogenicznych przedstawiono na mapie gruntów antropogenicznych – ryc. 6. Przyjęto pięć przedziałów miąższości – poniżej 1 m, od 1 do 2 m, od 2 do 3 m, od 3 do 5 m i powyżej 5 m. Na mapie zaznaczono także istniejące składowiska i hałdy. Pokazano też położenie ważniejszych nasypów kolejowych oraz drogowych dla dróg o szerokości większej niż 6 m.

W *Atlasie geologiczno-inżynierskim aglomeracji Rybnik-Jastrzębie Zdrój-Żory* wydzielono dwie serie gruntów antropogenicznych: seria 1 – nasypy przemysłowe: górnicze, przerobcze i wtórne, seria 2 – nasypy budowlane i niebudowlane. Dla aglomeracji przygotowano m.in. *Mapę gruntów antropogenicznych w skali 1 : 10 000* (ryc. 7) oraz *Mapę warunków górniczych w skala 1 : 10 000*. Na pierwszej mapie przedstawiono otwory, w których stwierdzono grunty antropogeniczne (z podaniem ich miąższości), nasypy niebudowlane (składowiska odpadów komunalnych,

niebezpiecznych i pogórnich) oraz nasypy budowlane (drogowe, kolejowe i wały przeciwpowodziowe). Na *Mapie warunków górniczych*, podobnie jak w przypadku aglomeracji katowickiej, zaznaczono zasięgi obszarów górniczych kopalń czynnych, zlikwidowanych i w trakcie likwidacji oraz obszary złóż niezagospodarowanych. Przedstawiono także tereny, na których była prowadzona płytko (do 100 m) eksploatacja pokładów węgla oraz wielkość przewidywanych osiadań powierzchni terenu do końca trwania koncesji poszczególnych kopalń. Naniesiono również te otwory, w których stwierdzono pustki i wyrobiska zaciśnięte po eksploatacji pokładów węgla.

Mapa geologiczno-inżynierskiej przydatności terenu, mapa ryzyka inwestycji

Z analizy przedstawionych map i atlasów wynika, że potrzeba wydzielenia gruntów antropogenicznych jako odrębnej grupy była spowodowana ich zróżnicowaniem, znacznym rozprzestrzenieniem oraz występowaniem często na terenach o znacznej wartości rynkowej. Wydzielenie



Ryc. 5. Arkusz Mapy gruntów antropogenicznych w skali 1 : 10 000 – aglomeracja Gdańsk-Sopot-Gdynia (Frankowski & Zachowicz, 2007)

Fig. 5. Sheet of a map presenting anthropogenic soils in the scale 1 : 10 000 – Gdańsk-Sopot-Gdynia and their suburbs (Frankowski & Zachowicz, 2007)

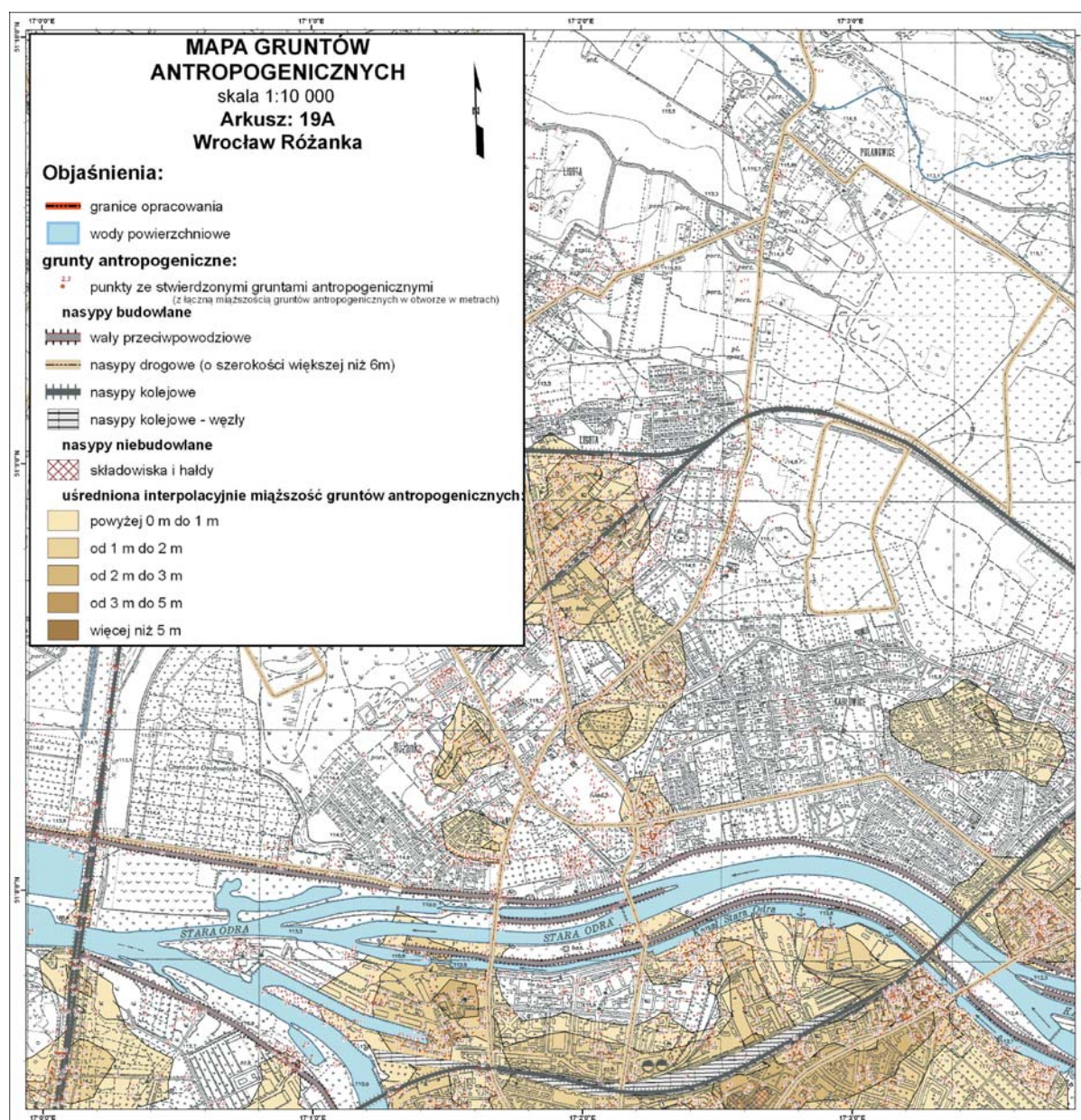
gruntów antropogenicznych ze względu na genezę związane jest głównie z obszarami miejskimi i przemysłowymi, obiektami liniowymi (drogi i linie kolejowe) oraz obszarami składowania odpadów.

Omówione w artykule mapy gruntów antropogenicznych stanowią ważne źródło informacji przy tworzeniu map ryzyka inwestycji, a techniki GIS umożliwiają dokładne przedstawienie zasięgu występowania gruntów antropogenicznych zarówno powierzchniowo (2D), jak i w głębinie (3D).

W ocenie wykonalności inwestycji ważnym zagadnieniem jest m.in. dokładne przedstawienie warunków grun-

towych, które są istotnym źródłem ryzyka. Zaproponowany przez *GeoDelft* usystematyzowany sposób zarządzania ryzykiem pod nazwą GeoQ związany jest z warunkami gruntowymi (Frankowski & Gałkowski, 2007). Istotnym elementem w uwzględnianych typach i źródłach ryzyka są grunty antropogeniczne.

Mapa geologiczno-inżynierskiej przydatności terenu w skali 1 : 10 000 lub 1 : 25 000 będzie stanowiła kartograficzne odwzorowanie warunków geologiczno-inżynierskich ze wskazaniem na wydzielonych obszarach dominującego czynnika geologicznego lub innego, wpływającego na koszty inwestycji i środowisko. Poszczególne czynniki



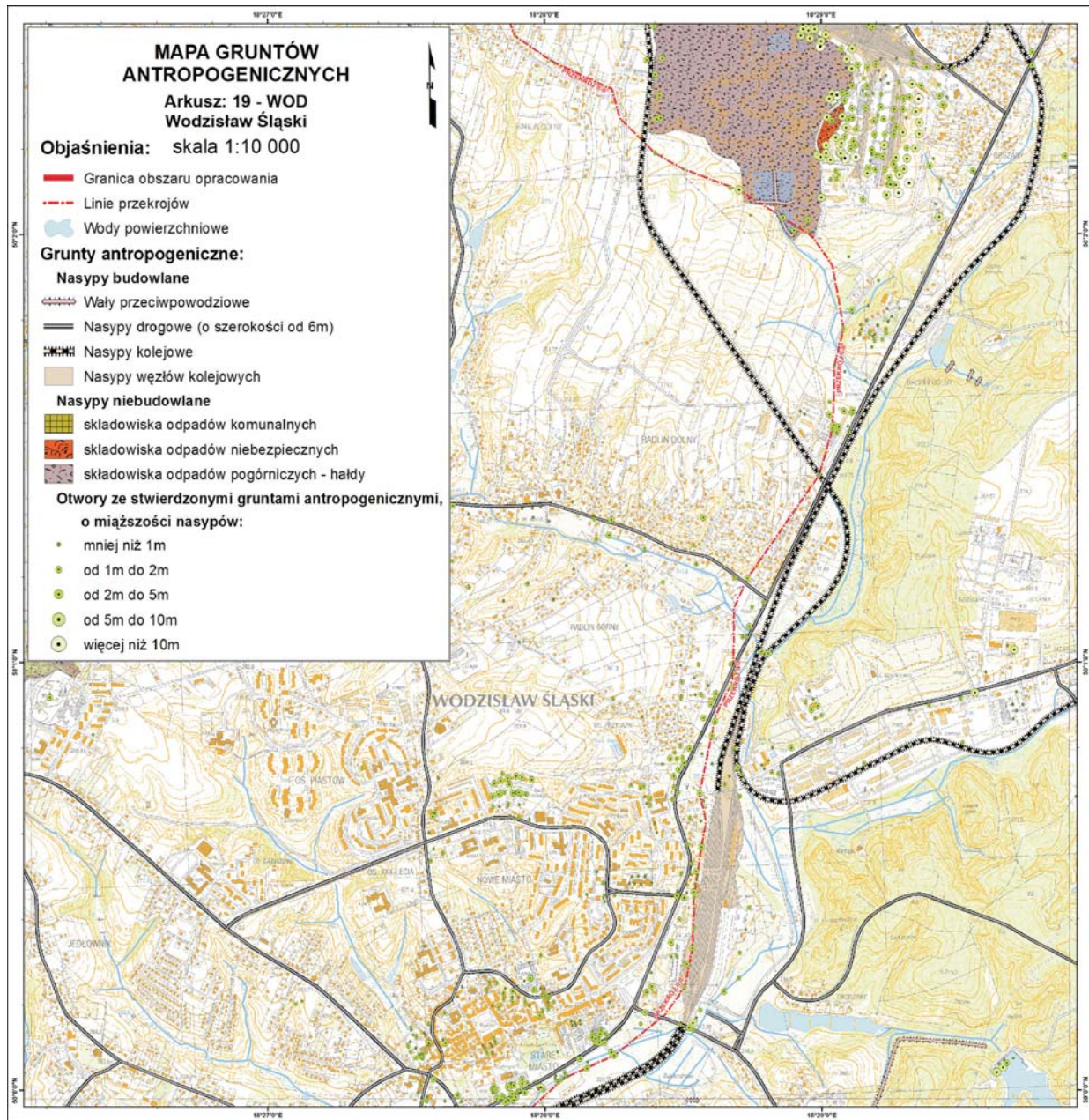
Ryc. 6. Arkusz Mapy gruntów antropogenicznych w skali 1 : 10 000 – aglomeracja Wrocławia (Goldsztein, 2008)
Fig. 6. Sheet of a map presenting anthropogenic soils in the scale 1 : 10 000 – Wrocław and its suburbs (Goldsztein, 2008)

mają różny wpływ na warunki budowlane i ochronę środowiska. Na przykład na obszarze występowania gruntów antropogenicznych w zależności od ich rodzaju istotne będą koszty posadowienia obiektu, a na obszarze występowania gruntów zanieczyszczonych chemicznie dominować będą koszty związane z ich rekultywacją.

Ważne jest, aby posiadać mapy z dokładnie wyznaczonym obszarem występowania gruntów antropogenicznych, ponieważ pozwoli to na zaplanowanie szczegółowych badań i wskazanie na ich podstawie ograniczeń w zagospodarowaniu terenu. Dzięki nim będzie także możliwe określenie sposobu rekultywacji całego terenu lub jego poszczególnych części. Posadowienie różnego typu obiektów budowlanych na obszarach występowania gruntów antropogenicznych wymaga na etapie dokumentowania wyznaczenia właściwości tych gruntów. W dostosowaniu do nich ważne będzie zaproponowanie sposobu posadowienia obiektów.

Mapa geologiczno-inżynierskiej przydatności terenu powinna zostać opracowana dla obszarów przewidzianych do celów inwestycyjnych, wymagających ochrony lub zdegradowanych. Analiza mapy umożliwi właściwe ukierunkowanie działań na wybranym obszarze. Jest to ważne, gdyż źle zlokalizowany obiekt budowlany można zburzyć lub przenieść w inne miejsce, natomiast zanieczyszczenie zbiornika wód podziemnych przez niewłaściwie zlokalizowane i wykonane składowisko odpadów będzie trudno oczyścić w ciągu kilku czy nawet kilkunastu lat.

Mapa geologiczno-inżynierskiej przydatności terenu powinna być wykorzystywana w opracowaniu studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego, który jest dokumentem obligatoryjnym w procesie sporządzania miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego gminy (Dz.U. Nr 80, poz. 717 z 2003 r. z późn. zm.). Takie mapy będą miały także duże zastosowanie dla wykonywania planów rozwoju przestrzennego gmin.



Ryc. 7. Arkusz Mapy gruntów antropogenicznych w skali 1 : 10 000 dla aglomeracji Rybnik-Jastrzębie Zdrój-Żory (Dubaj-Nawrot, 2009)
Fig. 7. Sheet of a map presenting anthropogenic soils in the scale 1 : 10 000 – Rybnik-Jastrzębie Zdrój-Żory and their suburbs (Dubaj-Nawrot, 2009)

Literatura

- Atlas geologiczno-inżynierski aglomeracji katowickiej. Dubaj-Nawrot J. (red.), 2005, Arch. CAG, Warszawa.
- Atlas geologiczno-inżynierski aglomeracji krakowskiej. Chowaniec J. (red.), 2007, Arch. CAG, Warszawa.
- Atlas geologiczno-inżynierski aglomeracji Rybnik-Jastrzębie Zdrój-Żory w województwie śląskim. Dubaj-Nawrot J. (red.), 2009, Arch. CAG, Warszawa.
- Atlas geologiczno-inżynierski aglomeracji trójmiejskiej Gdańsk-Sopot-Gdynia. Frankowski Z. & Zachowicz J. (red.), 2007, Arch. CAG, Warszawa.
- Atlas geologiczno-inżynierski aglomeracji wrocławskiej. Goldsztejn J. (red.), 2008, Arch. CAG, Warszawa.
- Atlas geologiczno-inżynierski Poznania. Musiałewicz M. (red.), 2007, Arch. CAG, Warszawa.
- Atlas geologiczno-inżynierski Warszawy. Frankowski Z. & Wysokiński L. (red.), 2000, Arch. CAG, Warszawa.
- Atlas map warunków budowlanych dla terenów słabych i zdegradowanych na obszarach osadniczych w Polsce. Wysokiński L. (red.), 1990, Arch. ITB, Warszawa (materiały niepublikowane).
- DRĄGOWSKI A. 1999 – Procesy i zjawiska antropogeniczne. [W:] Zasady sporządzania dokumentacji geologiczno-inżynierskich, Ministerstwo Środowiska, Warszawa.
- FRANKOWSKI Z. & GAŁKOWSKI P. 2007 – Kartografia geologiczno-inżynierska w procesie GeoQ. III Ogólnopolskie Symp. Współczesne problemy geologii inżynierskiej w Polsce, Puszczykowo, 31.05–1.06.2007, Geologos, 11: 517–524.
- GLAZER Z., KOWALSKI W.C. & ŁOZIŃSKA-STEPIEŃ H. (red.) 1974 – Atlas geologiczno-inżynierski miasta Stucka w skali 1 : 10 000. Wyd. Geol., Warszawa.
- Instrukcja opracowania Mapy geologiczno-gospodarczej Polski w skali 1 : 50 000, 2002, Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- MALINOWSKI J. & STAMATELLO H. 1964 – Atlas Geologiczny Warszawy, cz. II – Mapy geologiczno-inżynierskie. Wyd. Geol., Warszawa.
- PN-54/B-02480 – Grunty budowlane. Określenia, symbole, podział i opis gruntów.
- SUJKOWSKI Z. & RÓŻYCKI S. 1937 – Geologia Warszawy. Wyd. Wod. i Kan. oraz Wyd. Techn. Zarządu Miejskiego M.St. Warszawy, Warszawa.
- Ustawa z dnia 27 marca 2003 r. o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym. Dz.U. Nr 80, poz. 717 z późniejszymi zmianami.
- WYSOKIŃSKI L. (red.) 1988 – Bilans terenów słabych i zdegradowanych na terenach osadniczych w Polsce. Wyniki RPBR-511, Arch. ITB, Warszawa.
- Praca wpłynęła do redakcji 1.07.2010 r.
Po recenzji akceptowano do druku 26.07.2010 r.