

Krystyna Dzikowska, Olgierd Puła

Ocena warunków geologiczno-inżynierskich i jakości gruntów dla zagospodarowania terenów przemysłowych we Wrocławiu

Assessment of geological-engineering conditions and soil quality for rezoned industrial land management

Streszczenie: W pracy przedstawiono ocenę warunków geologiczno-inżynierskich i standardy jakości gruntów na terenie przemysłowym, przeznaczonym do zabudowy mieszkalnej. Stwierdzono, że korzystnym czynnikiem geologiczno-inżynierskim jest stan twardoplastyczny gruntów spoistych i stan średnio zagęszczony lub zagęszczony gruntów sypkich i nasypów niekontrolowanych. Korzystna jest też głębokość występowania pierwszego poziomu wodonośnego. Ponadto teren nie jest zalewany wodą podczas powodzi. Niekorzystne jest natomiast występowanie zanieczyszczonych gruntów antropogenicznych i lokalnie naturalnych gruntów in situ. Grunty są zanieczyszczone sumą benzyny, sumą oleju mineralnego, miedzią i ołowiem, a lokalnie również niklem i rtęcią. Zanieczyszczenie gruntów powoduje to, że nie spełniają one standardów jakości gruntów dla terenu zabudowy mieszkalnej i lokalnie dla terenu przemysłowego, nawet do głębokości 4 m. Istniejące warunki geosrodowiskowe wskazują na konieczność rekultywacji gruntów.

Słowa kluczowe: teren przemysłowy, warunki geosrodowiskowe, zagospodarowanie

Abstract: The paper presents an assessment of the geological-engineering conditions and the soil quality standards in a rezoned industrial land destined for housing development. The rigid-flexible condition of the cohesive soil and the medium-compacted or compacted condition of the non-cohesive soil and of the uncompacted embankments has been found to be an advantageous geological-engineering factor. Also the depth at which the uppermost aquifer occurs is advantageous. In addition, the area is not flooded with water during floods. Disadvantageous, however, is the occurrence of contaminated man-made fills and locally contaminated natural soil in situ. The soils are contaminated with petrol total, mineral oil total, copper and lead

and locally also with nickel and mercury. Due to the contamination of the soils the latter fail to meet the housing development land and locally industrial land soil quality standards, down to a depth of as much as 4 m. The existing geoenvironmental conditions indicate the necessity for reclamation of the land.

Key words: rezoned industrial land, geoenvironmental conditions, management

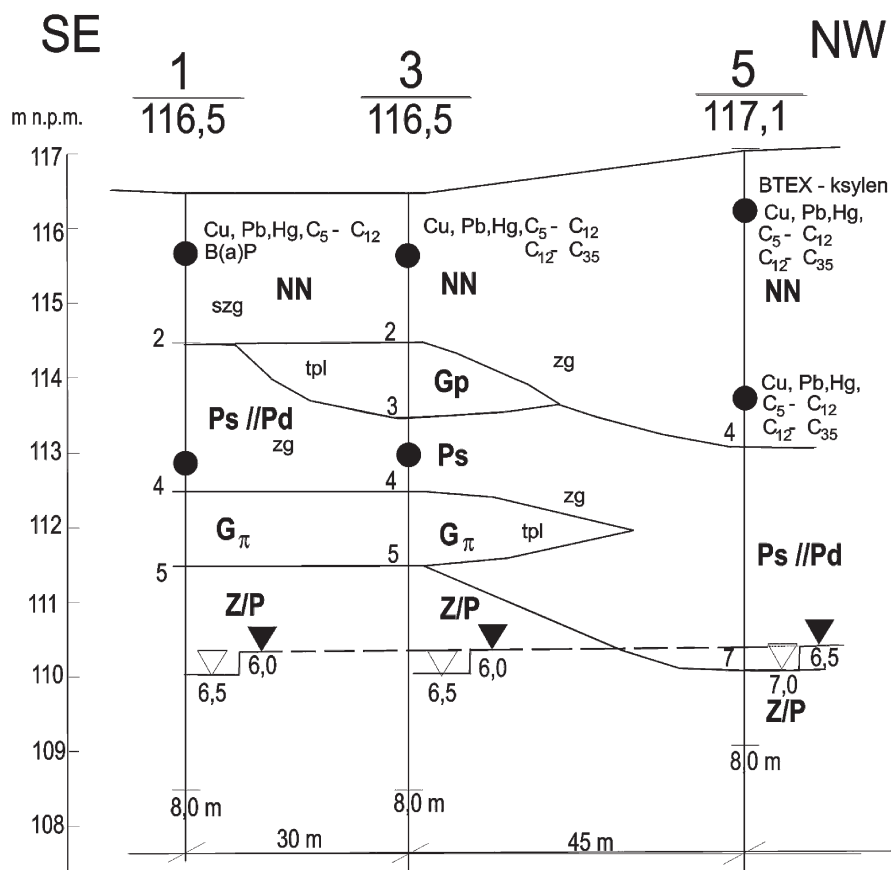
Wprowadzenie

We Wrocławiu istnieją tereny poprzemysłowe o powierzchni od 3 ha do 20 ha i infrastrukturze budowlano-technicznej do ponownego wykorzystania. Aktualnie pełnią one funkcje społeczne i gospodarcze w sposób nieefektywny. Głównie są użytkowane jako tereny lokalizacji firm usługowych, zwłaszcza z zakresu naprawy i mycia samochodów, parkingów samochodowych i hurtowni. Przywrócenie nowych funkcji społecznych i gospodarczych tym terenom jest jednym z istotniejszych problemów przy zintegrowanym planowaniu rozwoju miasta. Istniejący miejscowy plan zagospodarowania przeznacza je pod zabudowę mieszkalną, mieszkalno-usługową, usługową i jako tereny zieleni oraz działalności gospodarczej. W miejscowym planie zagospodarowania uwarunkowania geologiczno-inżynierskie i standardy jakości środowiska gruntowo-wodnego są uwzględniane w sposób bardzo ogólny. W miejscowym planie zagospodarowania terenów poprzemysłowych warunki geologiczno-inżynierskie i standardy jakości środowiska gruntowo-wodnego powinny być uwzględniane szerzej, ponieważ stanowią one istotną przesłankę do ich zabudowy i rekultywacji środowiska gruntowo-wodnego (Drażkowski, 1999; Program... 2004; Dobak, 2005). Celem niniejszego referatu jest ocena istniejących warunków geologiczno-inżynierskich i stopnia zanieczyszczenia gruntów na terenie poprzemysłowym, przeznaczonym w miejscowym planie przestrzennego zagospodarowania do zabudowy mieszkalnej, po ośmioletnim ustaniu pierwotnej funkcji terenu. Analizowany obszar położony jest w centrum miasta. Jego powierzchnia wynosi około 3 ha. Działalność przemysłowa była związana z produkcją baterii i akumulatorów. Po ustaniu pierwotnej funkcji terenu wyburzono część zabudowy przemysłowej oraz zlikwidowano podziemną infrastrukturę kanalizacji ściekowej, w tym kanalizacji ścieków technologicznych. Obecnie teren jest użytkowany przez hurtownie, parking samochodowy i zakłady usługowe, głównie z zakresu napraw mechanicznych i elektrycznych.

Ocena warunków geologiczno-inżynierskich

Teren poprzemysłowy jest położony w dolinie Odry. Sąsiaduje on bezpośrednio z korytem południowej odnogi rzeki Odry. Koryto rzeki jest położone poniżej 5 m w stosunku do rzędnych terenu poprzemysłowego. Jest to koryto uregulowane z umocnionymi brzegami. Obszar ten nie był zalany podczas wielkiej powodzi we Wrocławiu w 1997 roku. Generalnie podłoże geologiczne budują osady plejstocenu i holocenu do głębokości około 50 m (Buksiński i in., 1974). Utwory holoceniskie

są wykształcone jako rzeczne piaski i żwiry, w których obrębie występują przewarstwienia i soczewki namulów. Osady plejstoceny reprezentowane są przez wodnolodowcowe utwory piaszczysto-żwirowe i gliny zwałowe. Gliny zwałowe występują na głębokości 12–14 m. Na terenie przemysłowym warunki geologiczno-inżynierskie rozpoznano na podstawie 8 wierceń, do głębokości 8–15 m (Puła, Dzikowska, 2006). Istotne dla celów geologiczno-inżynierskich (Drażowski, 1999) jest to, że podłoże terenu budują naturalne grunty rodzime in situ i grunty antropogeniczne (ryc. 1).



Ryc. 1. Przekrój geośrodowiskowy na terenie przemysłowym we Wrocławiu
Fig. 1. Geoenvironmental profile of rezoned industrial land in Wrocław

Objaśnienia: 1 – nr otworu, 116,5 – rzędna otworu, ● – próbka gruntu do analiz chemicznych, ▽ – zwierciadło wody nawiercone, ▼ – zwierciadło wody ustabilizowane, szg – stan średnio zagęszczony, zg – stan zagęszczony, tpl – stan twardoplastyczny, NN – nasyp niekontrolowany, Ż – żwir, Pr – piasek grubo, Ps piasek średni, Pd – piasek drobny, G_{π} – glina piaszczysta, Gp – glina pyłasta, Cu – wskaźnik zanieczyszczenia przekraczający dopuszczalną zawartość w gruncie dla zabudowy mieszkalnej

Grunty rodzime in situ

Grunty rodzime in situ zalegają pod gruntami antropogenicznymi. Strop gruntów rodzimych kształtuje się na głębokości 2–4 m. Reprezentowane są one przez żwiry, piaski grube, średnie i drobne oraz lokalnie namuły rzeczne, o uziarnieniu gliny piaszczystej lub gliny pylastej. Namuły występują jako soczewki i wyklinowywania w obrębie gruntów żwirowo-piaszczystych. Miąższość soczewek i przewarstwienia wynosi maksymalnie 2 m. Twardoplastyczną glinę zwałową nawiercono na głębokości około 14 m. Stan gruntów żwirowo-piaszczystych jest średnio zagęszczony i zagęszczony, $I_D = 0,63-0,80$. Namuły są w stanie twardoplastycznym, $I_L = 0,42$. Po intensywnych opadach atmosferycznych stan twardoplastyczny namułów może ulegać zmianie na plastyczny lub miękoplastyczny, $I_L = 0,42-0,63$. Pierwszy poziom wodonośny występuje w gruntach żwirowo-piaszczystych. We Wrocławiu jest to poziom nieużytkowy. Wody tego poziomu wykazują słabą agresywność w stosunku do betonu i stali. Zwierciadło wody pierwszego poziomu wodonośnego zalega na głębokości około 6,0 m. Wahania zwierciadła wody wynoszą około 1,0 m. Wody podziemne tego poziomu są drenowane przez rzekę Odrę.

Grunty antropogeniczne

Grunty antropogeniczne stanowią przypowierzchniową warstwę podłoża, do głębokości 2–4 m. Są one pochodną pięćdziesięcioletniej działalności przemysłowej i dotychczasowych prac budowlanych, po ustaniu pierwotnej funkcji terenu.

Podczas wykonywania robót geologicznych stwierdzono, że masy ziemne powstałe w trakcie prac budowlanych były wykorzystane ponownie do niwelacji terenu.

Istniejące grunty antropogeniczne są reprezentowane przez zanieczyszczone naturalne grunty in situ, grunty naturalne urobione, przemieszczone i ponownie zdeponowane w środowisku geologicznym (nasypy budowlane) oraz grunty powstałe z gruntów rodzimych, odpadów budowlanych i odpadów technologicznych (nasypy niekontrolowane). Nasypy niekontrolowane tworzą naturalne grunty rodzime, odpady betonu i cegły oraz stałe odpady technologiczne, przede wszystkim stałe odpady ze ścieków. Generalnie stan nasypów niekontrolowanych w przedziale głębokości 1–4 jest średnio zagęszczony, $I_D = 0,40-0,46$.

Ocena zanieczyszczenia gruntów

Standard jakości gruntu określa zawartość niektórych substancji w gruncie, poniżej których żadna z funkcji pełnionych przez powierzchnię ziemi nie jest naruszona. Standardy jakości gruntów określono w rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 9.09.2002 r. w sprawie standardów jakości gleby oraz standardów jakości ziemi (Dz.U. nr 165, poz. 1359). Rozporządzenie umożliwia identyfikację zanieczyszczonych gruntów przez porównanie stężenia w gruncie ze stężeniami dopuszczal-

nymi, określonymi w załączniku tego rozporządzenia. Dopuszczalne stężenie substancji w gruntach określono uwzględniając różne głębokości i różne wartości wodoprzepuszczalności gruntów oraz aktualną i planowaną funkcję. Ze względu na przewidywane zagospodarowanie analizowanego terenu zawartość substancji w gruntach porównywano do stężeń dopuszczalnych w gruntach grupy B – tereny zabudowane i zurbanizowane oraz zadrzewione i zakrzewione, z wyłączeniem terenów przemysłowych i komunikacyjnych.

Na analizowanym terenie standardy jakości gruntów określono na podstawie dziesięciu uśrednionych próbek. Próbki gruntów do oznaczeń zanieczyszczeń pobrano z przedziału głębokościowego 0,0–1,5 m, jako strefy gruntów przypo-

Tabela 1. Zawartość zanieczyszczeń chemicznych w gruntach

Table 1. Chemical pollutant content in soil

		Grunty przy powierzchniowe (głębokość 0,0–1,5 m)		
Rodzaj gruntu	Zanieczyszczenie	Zawartość zanieczyszczenia w mg/kg s.m.		Wartości dopuszczalne dla zabudowy mieszkalnej wg Rozporządzenia MŚ z 2002 r.
		minimalna	maksymalna	
Nasyp niekontrolowany	Suma benzyny	n.w.	235,81*	5
	Suma oleju	258,32*	412,30*	200
	Suma BTEX	n.w.	13,89*	1
	Benzo(a)piren	n.w.	1,21	5
	Kadm	< 1,0	2,1	5
	Miedź	54,1	147,0*	100
	Nikiel	14,3	88,7*	50
	Ołów	131,2*	527,6*	100
	Rtęć	0,77	2,09	3
	Cynk	87,4	268,9	350
		Grunty podłoża budowlanego (głębokość 3–4 m)		
Nasyp niekontrolowany, piasek średni, piasek drobny	Suma benzyny	31,2*	342,8*	5
	Suma oleju	149,5	372,5*	200
	Suma BTEX	n.w.	n.w.	1
	Benzo(a)piren	n.w.	1,83	5
	Kadm	0,9	1,6	5
	Miedź	8,2	343,7*	100
	Nikiel	6,3	42,3	50
	Ołów	33,6	9834,0*	100
	Rtęć	0,27	4,04*	3
	Cynk	27,4	137,3	350

wierzchniowych, i 3,0–4,0 m, jako strefy potencjalnego podłoża budowlanego. Gleba (0,0–0,3 m p.p.t.) na tym terenie jest sztuczna i przerobiona w wyniku prowadzonych dotychczasowych prac budowlanych. Zakres oznaczanych substancji chemicznych w gruntach ustalono na podstawie wyżej wymienionego rozporządzenia Ministra Środowiska, studiów literaturowych (Alloway i in., 1999) i badań własnych (Dzidowska, 2005; Puła, Dzidowska, 2006). Standardy jakości gruntów określono na podstawie zawartości w nich kadmu, miedzi, rtęci, ołowiu, niklu, cynku, sumy benzyny C_{6-12} , sumy oleju mineralnego C_{12-35} , sumy węglowodorów aromatycznych (BTEX) i benzo(a)pirenu (B(a)P). Metale ciężkie oznaczano metodą ASA, zawartość benzo(a)pirenu metodą HPLC w ekstraktach diochlorometanowych, sumę benzyny i oleju mineralnego metodą spektrometrii w podczernieni (widmo UV-VIS). Wyniki analiz chemicznych próbek gruntów przedstawiono w tabeli 1.

Grunty przypowierzchniowe

Grunty przypowierzchniowe (0,0–1,5 m p.p.t.) reprezentowane przez nasypy niekontrolowane są zanieczyszczone chemicznie. Stężenie w gruntach sumy benzyny, sumy oleju mineralnego, sumy węglowodorów aromatycznych, miedzi, niklu i ołowiu przekracza dopuszczalne ich zawartości w gruntach dla planowanej zabudowy mieszkalnej. Maksymalne zawartości węglowodorów w gruntach występują w najbliższym otoczeniu istniejącego parkingu samochodów i drogi wjazdowej. Zanieczyszczenie gruntów sumą benzyny o stężeniu 235,81 mg/kg s.m. przekracza aż czterdzieści siedem razy dopuszczalną jej zawartość w gruncie, a sumą oleju mineralnego 412,30 mg/kg s.m. dwukrotnie oraz sumą węglowodorów aromatycznych 13,89 mg/kg s.m., głównie ksylenem, czternastokrotnie. Wysokie zanieczyszczenie gruntów węglowodorami, zwłaszcza lotnymi węglowodorami aromatycznymi i benzyną, wynika z braku pełnego uszczelnienia podłoża w otoczeniu parkingu i drogi wjazdowej. Nie są również spełnione standardy jakości gruntów dla zabudowy mieszkalnej w zakresie zawartości niklu, miedzi i ołowiu. Dopuszczalna zawartość niklu i miedzi w gruntach jest przekroczona półtora raza, a ołowiu pięć razy. Ołów występuje na całym obszarze i dopuszczalne jego stężenie dla terenu zabudowy mieszkalnej też zostało przekroczone. Źródłem zanieczyszczenia gruntów metalami ciężkimi jest ruch samochodowy i prowadzona w przeszłości produkcja baterii i akumulatorów. W przypowierzchniowych gruntach antropogenicznych nie stwierdzono przekroczenia dopuszczalnych zawartości benzo(a)pirenu, kadmu, rtęci i cynku.

Grunty podłoża budowlanego

W podłożu budowlanym, w przedziale głębokości 3–4 m, grunty są zanieczyszczone sumą benzyny, sumą oleju mineralnego, miedzią, ołowiem i lokalnie rtęcią. Z powodu tych zanieczyszczeń grunty nie spełniają standardów jakości dla plano-

wanej zabudowy mieszkalnej. Najwyższe stężenia zanieczyszczeń występują w gruntach antropogenicznych, które lokalnie sięgają do głębokości 4,0 m. Suma benzyny przekracza tutaj dopuszczalną wartość aż sześćdziesiąt osiem razy, a stężenie ołowiu dziewięćdziesiąt osiem razy. Również zawartość miedzi jest wysoka i przekracza trzydziestopięciokrotnie normy przyjęte dla gruntów. Stężenie oleju mineralnego i rtęci jest znacząco niższe. Stwierdzono dwukrotne przekroczenie dopuszczalnej zawartości oleju mineralnego i rtęci w gruntach. Natomiast w piaskach, jako gruntach rodzimych in situ, stężenie zanieczyszczeń jest niższe aniżeli w gruntach antropogenicznych. Grunty rodzime in situ są zanieczyszczone, ale tylko lokalnie. Zasadnicze ich zanieczyszczenie stanowi suma benzyny 31,2 mg/kg s.m., suma oleju 372,2 mg/kg s.m., miedź 313,9 mg/kg s.m. i ołów 115,5 mg/kg s.m. Dla gruntów zabudowy mieszkalnej suma benzyny przekracza dopuszczalną jej zawartość w gruntach pięciokrotnie, suma oleju – prawie czterokrotnie, miedź – trzykrotnie, a ołów – o 15,5 mg/kg s.m.

Podsumowanie i wnioski

Korzystnym czynnikiem geologiczno-inżynierskim na analizowanym terenie jest stan twardoplastyczny gruntów spoistych (namuł, glina zwałowa) i stan średnio zagęszczony oraz zagęszczony gruntów sypkich. Również miąższość soczewek i przewarstwienia namulów, o miąższości nie przekraczającej 2 m, nie powinna być utrudnieniem w realizacji planowanej zabudowy. Korzystne jest też występowanie zwierciadła wody podziemnej pierwszego poziomu na głębokości około 6 m. Jednocześnie teren ten nie jest zalewany wodą podczas powodzi. Ponadto brzeg koryta rzeki Odry jest tu umocniony, a procesy erozyjno-akumulacyjne rzeki są znacząco ustabilizowane. Nie obserwuje się tu również zjawisk geodynamicznych. Niekorzystne warunki geologiczno-inżynierskie wynikają z występowania w podłożu zanieczyszczonych gruntów antropogenicznych i zanieczyszczonych gruntów rodzimych in situ. Jedne i drugie nie spełniają standardów jakości gruntów dla planowanej zabudowy mieszkalnej. Zasadnicze zanieczyszczenie gruntów jest związane z sumą benzyny, sumą oleju mineralnego, sumą węglowodorów aromatycznych, miedzią i ołowiem, a lokalnie również z niklem i rtęcią, nawet do głębokości 4 m. Węglowodory w gruntach mogą potencjalnie powodować redukcję wartości kąta tarcia wewnętrznego i spójności (Dobak, 2005). Występowanie różnych związków chemicznych w gruntach może znacząco wpływać na ich właściwości wytrzymałościowo-odkształceniowe, zwłaszcza w gruntach spoistych, w których zmiana kompleksu sorpcyjnego może powodować zmianę izolacyjności i odkształcalności. Zanieczyszczone nasypy niekontrolowane należy traktować jako podłoże o ograniczonej nośności, ze względu na zmienność cech fizykomechanicznych i fizykochemicznych. Aktualnie zanieczyszczone grunty stwarzają ryzyko zdrowotne i środowiskowe i powinny być poddane rekultywacji.

Literatura

- Alloway B.J., Ayres D.C., 1999. Chemiczne podstawy zanieczyszczenia środowiska. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa, s. 39–47, 98–103.
- Buksiński S., Lewadowska-Krzywda B., Siciński W. i in., 1974. Atlas geologiczny Wrocławia. Cz. I. Mapy i przekroje geologiczne. Cz. II. Mapy geologiczno-inżynierskie. Wydawnictwo Geologiczne, Warszawa.
- Dobak P., 2005. Waloryzacja geologiczno-inżynierska dla potrzeb planowania przestrzennego. Problemy ocen środowiskowych 4. Biuro Projektowo-Doradcze EKO-KONSULT, Gdańsk-Oliwa, s. 41–48.
- Drągowski A., 1999. Przeobrażenia antropogeniczne. Procesy i zjawiska antropogeniczne. W: Bażyński i in., Zasady sporządzania dokumentacji geologiczno-inżynierskich. Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa, s. 88–100.
- Dżidowska K., 2005. Ocena stanu zanieczyszczenia środowiska gruntowo-wodnego na terenach przemysłowych we Wrocławiu w aspekcie planowania przestrzennego. W: Gworek B. (red.), Obieg pierwiastków w przyrodzie. Monografia. T. III. Dział Wydawniczy Instytutu Ochrony Środowiska, Warszawa, s. 79–97.
- Puła O., Dżidowska K., 2006. Wstępne rozpoznanie warunków geologiczno-inżynierskich i stopnia zanieczyszczenia gruntów na terenie przemysłowym w dzielnicy Stare Miasto we Wrocławiu. Archiwum firmy „Alma-Bis”, Wrocław.
- Program rządowy dla terenów przemysłowych, 2004. Wyd. Ministerstwo Środowiska, Warszawa.
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 9 września 2002 r. w sprawie standardów jakości gruntów oraz standardów jakości ziemi (Dz.U. nr 165, poz. 1359).