



Zagrożenia osuwiskowe na terenach zurbanizowanych

Osuwiska kojarzone są jedynie z obszarami górzystymi jako procesy zachodzące w naturalnych warunkach środowiskowych. Nie dostrzega się jednak zagrożeń powstania osuwisk na zurbanizowanych obszarach o sztucznie przekształconej rzeźbie terenu.

Proces planowania przestrzennego zabudowy i zagospodarowania terenów obejmuje między innymi uwzględnienie uwarunkowań środowiskowych związanych z występowaniem naturalnych zagrożeń geologicznych, w tym określenie obszarów narażonych na obniżanie się mas ziemnych. Projekt planu miejscowego lub decyzja o ustaleniu lokalizacji inwestycji podlega odpowiednio uzgodnieniu z właściwym organem administracji geologicznej – w odniesieniu do terenów zagrożonych osuwaniem się mas ziemnych. Wskazanie kompetentnego organu geologicznego na tle uwarunkowań „naturalnych zagrożeń geologicznych” przesądza o rozpatrywaniu zagrożeń osuwiskowych w odniesieniu do terenów, które podlegają procesom osuwania się mas ziemnych w związku ze specyficzną, naturalnie ukształtowaną budową geologiczną terenów wzgórzowych lub górskich. Pomijane są zagrożenia osuwania się mas ziemnych na terenach przekształconych przemysłowo lub urbanistycznie, w szczególności jeżeli strome skarpy lub zbocza zostały złagodzone przez wieloletnie, a nawet kilkudziesięcioletnie nasypywanie. Zagrożenie osuwania się mas ziemnych dotyczy w różnym stopniu takich właśnie terenów, jak obszary przylegające. Przyjmuje się, że złagodzenie nachylenia terenów jest wynikiem polepszającym stateczność podłoża. Powszechnie stosuje się nasypywanie skarp i stoków dla

uzyskania terenów pod zabudowę. Nasypy wykonywane są bez uprzednich badań warunków stateczności skarp lub stoków, a nasypywanie następuje w sposób chaotyczny bez zagęszczania z różnych materiałów. Poważne problemy pojawiają się wtedy, gdy tereny nasypane zostały zabudowane, a wówczas ujawniają się zjawiska osuwania się ziemi. Niejednokrotnie przekształcenie terenu nasypami ma złożony charakter, podobnie jak przyczyny i zakres osuwania się mas ziemnych. Reprezentatywnym przykładem może być rozpoznane osuwisko w śródmiejskiej części Tarnowa, obejmującej pogranicze

terenu zabudowanego budynkami wielomieszkaniowymi z terenami działkowymi i obszarem małego jeziora w pocegielnianej glinie. Osuwisko zaistniało wiosną 2006 roku, obejmując obszar skarpy o wysokości ~ 11 m ponad poziomem wody w jeziorze na długości 70 m, w tym ~ 50 m wzdłuż ogródków działkowych i około 20 m wzdłuż ściany szczytowej budynku w odległości 8 m. Teren ten znajduje się w obrębie Wysoczyzny Tarnowskiej stanowiącej fragment makroregionalnej Kotliny Sandomierskiej i hydrograficznie przynależy do zlewni rzeki Biała. Pozbawiony jest naturalnych



cieków wodnych, co jest efektem jego antropogenicznego ukształtowania. Jako efekt przeobrażenia powstało tu rozległe wyrobisko eksploatacyjne ilów ceramicznych byłej cegielni „Kantoria”, które od dziesięcioleci jest basenem wodnym o powierzchni lustra wody około 2 ha. Staw ten jest zlewiskiem wód opadowych spływających powierzchniowo z otaczających terenów. Wody ze stawu są odprowadzane rowem zwanym „Spod strzelnicy” i ciekami składowym potoku Klikowskiego, będącego dopływem rzeki Białej.

Rzeźba terenu obejmuje formy sztuczne, będące przekształceniami pierwotnego wzniesienia przez wcięcie się nieckowatym wyrobiskiem cegielnianym w jego zbocze, zaś przy likwidacji cegielni teren wyrobiska został pokryty nasypami gliniasto-gruzowymi o różnej miąższości i zasięgu powierzchniowym. W późniejszych okresach teren pocegielniany pokrywany był różnoczasowymi nasypami (użytkowany jak wysypisko) i uległ ponownemu przeobrażeniu, zachowując jednak do roku 1988 w większości wcześniejszą morfologię. Przejawiała się ona istnieniem skarpy wzdłuż wschodniej granicy terenów byłej cegielni. Dół tej skarpy zalegał z łagodnym spadkiem na długości ~ 60 m przy różnicy wysokości ~ 15 m, zaś z jej podnóżem łączyła się niecka o łagodnych, wyrównanych spadkach. Na omawianym odcinku nie występowały objawy osuwiskowe, natomiast na początku lat 80-tych odnotowano obsuwanie się stromej skarpy w odległości rzędu 40 m na północ od budynku.

Od roku 1993 nastąpiły znaczne zmiany ukształtowania niecki przez nadbudowę terenu nasypami pochodzącymi z wyburzeń budynków na sąsiadującym terenie. Przemieszczenie gruzu i ziemi spowodowało zasypanie południowej części skarpy pocegielnianej i podwyższenie terenu niemal do szczytu wzniesienia. Natomiast północna część niecki pocegielnianej pozostawała nienadsypana do roku 2003, kiedy to wykonano szerokoprzestrzenne wykopy pod zespół podziemnych garaży. Ziemię z wykopów ułokowano na terenie sąsiadującym, wzdłuż granicy ogródków działkowych, tworząc stromą skarpe schodzącą w odległości ok. 10-15 m od

zasięgu wody w jeziorze. Skarpa ta posiadała powierzchnię z licznymi zagłębieniami. Przy nierównej powierzchni nasypów ilastych w okresie szczególnie mokrej wiosny 2006 roku wytworzyły się zastoiska powierzchniowe silnie nasycające wodą grunty ilaste. Nie mogły one jednak utrzymać stromego nachylenia skarpy. Dodatkowo wytworzyła się podziemna „struga” wód gruntowych infiltrujących w podłożu od północno-zachodniego narożnika budynku. Przebieg tej linii wyznacza centrum obrywu na skarpie zachodniej i obecnie wyraźnie widoczna jest rynna. Po jej obu stronach spłynęły dwa duże jezory osuwiska. Uaktywniło się ono gwałtownie w 2006 roku z uwagi na szczególnie wysokie nasycenie podłoża wodami gruntowymi. Jak wynika z wieloletnich danych, stan wód podziemnych w Tarnowie i okolicach w pierwszym kwartale 2006 roku był najwyższy od ponad 25 lat. Zbieg czynników spowodował uruchomienie się osuwiska w ośrodku wysoce plastycznych nasypów ilowych na podłożu silnie przewodzących wody podziemne utworów śmietniskowych.

W związku z powstaniem osuwiska w pobliżu budynku mieszkalnego rozpoznano warunki terenu. Występują tu trzy ośrodki geotechniczne: płaski teren wysoki, obszar skarpy i obszar wodny basenu pocegielnianego. Ośrodek terenu wysokiego posiada dogodne warunki sadowienia – w zasięgu fundowania znajdują się twardeplastyczne i półtwarde grunty rodzime, a w podłożu nie występują wody gruntowe. Ośrodek skarpy jest terenem występowania starych nasypów gruzowo-śmietniowoziemnych oraz młodych nasypów nieskonsolidowanych, miękkoplastycznych gruntów ilastych. Występowanie tych właśnie nasypów ilastych oraz ich układ przestrzenny ma zasadnicze znaczenie dla stateczności skarpy nad basenem wodnym. Sam basen posiada ustabilizowane warunki gruntowo-wodne nieulegające znaczącym zmianom.

Podłoże geotechniczne terenu wysokiego jest ośrodkiem dość regularnie warstwowym. Pakiet powierzchniowy tworzą utwory antropogeniczne występujące w postaci nasypów niebudowlanych. Do pakietu tego należą także gliny pylaste związane z domieszką części organicznych, zalegające poniżej nasypów, względnie występujące na powierzchni terenu. Pod gruntami nasypowymi zalega pakiet ilastych gruntów rodzimych o niskiej plastyczności. Na terenie skarpy osuwiskowej w profilu podłoża można wydzielić cztery rodzaje nasypów:

- najgłębsze, historyczne nasypy pocegielniane złożone z glin i gruzu ceglanego,
- nasypy śmietniskowe z okresu do rozpoczęcia inwestycji miejskich (przed 1988 r.),
- nasypy ziemno-gruzowe z wyburzeń i porządkowania terenu z lat 1999-2001,
- nasypy ilaste pochodzące z wykopów podziemnych garaży budynku z lat 2003-2004.

Układ tych warstw jest następujący:

- historyczne nasypy pokrywały rodzime podłoże twardych ilów na całej skarpie warstwą 0,5-1,5 m;
- nasypy śmietniskowe rozsypane były prawie na całym terenie skarpy, przy czym większe ilości popiołów i żużla gromadziły się na stromej skarpie przylegającej do terenu zabudowy komunalnych baraków. Miąższość tych nasypów



była stosunkowo niewielka wobec ich zmywania wodami opadowymi. Przez namywanie popiołów nasypy te podlegały stałej, dobrej konsolidacji:

- nasypy gruzowo-ziemne z wyburzeń i porządkowania terenu w okresie 1988-2003 gromadzone były głównie w sąsiedztwie zachodniej granicy działki, tworząc rodzaj trójkątnego tarasu, a nadto część nasypów przemieszczono po zachodniej granicy ogródków działkowych dla zasypiania dawnego obsunięcia w odległości ok. 50 m od budynku. Nasypy te mają miąższość rzędu 2 m w pobliżu działki zabudowanej oraz wzdłuż ogródków działkowych. W dół skarpy ulegają wyklinieniu w zasięgu zsypanych i rozmywania;
- nasypy silnie plastycznych gruntów ilastych pochodzących z wykopów pod ostatni budynek były tworzone nieregularnie w postaci licznych „kopek”, głównie przy narożu ogrodzenia oraz wzdłuż zachodniej granicy ogródków działkowych. Miąższość tych nasypów była niejednorodna, lokalnie przekraczająca 2 m.

Rozprzestrzenienie i układ wydzielonych warstw nasypów zinterpretowano przestrzennie, określając wielkości nachyleń poszczególnych poziomów. Analiza tych nachyleń wskazuje, że ilaste podłoże rodzime jest stateczne przy kątach nachylenia poniżej 16° w sąsiedztwie jeziora oraz rzędu 24-30° w części dawnego wyjazdu z wyrobiska. Rodzime ility przykryte najstarszymi, skonsolidowanymi nasypami zachowują przestrzenny kształt dawnego wyrobiska, tworząc dość wyrzistą, stabilną formę niecki.

Zdecydowanie niestabilne są nasypy powierzchniowych iłó, które utrzymywały stan czasowej równowagi przy niskiej wilgotności gruntów. Natomiast w sytuacji silnego nasycenia podłoża wodami roztopowymi nasyp iltu upłynął się i doszło do jego osunięcia wraz z częścią podłoża wcześniejszych nasypów śmietniskowych.

Osuwisko powstało na skutek działania człowieka. Przekształcenie terenu przebiegało w trzech głównych etapach. W etapie pierwszym wytworzono na zboczu wzgórza wyrobisko eksploatacji iłó do produkcji wyrobów ceramicznych. W etapie drugim teren ten służył jako małointensywne wysypisko, głównie śmietniskowych treści. Trzeci etap polegał na intensyfikacji nadbudowy skarpy wyrobiska różnorodnym materiałem. Początkowo był to gruz pochodzący z wyburzeń oraz zniszczone płyty betonowe. Materiałem tym nadsypano najbliższe sąsiedztwo działki. Następnie poszerzono obszar nadsypania w kierunku zachodnim materiałem pochodzącym z plantowania terenu pod nowy budynek w sąsiedztwie ogródków działkowych. Kolejnym działaniem było wysypanie na skarpe wzdłuż ogródków działkowych ziemi wydobytej z wykopów podziemnych garaży. Ziemia ta obejmowała prawie wyłącznie grunty ilowe postrzegane jako materiał suchy, przydatny do zasypiania nasypów gruzowych i śmieciowych na skarpie. Wytworzona została nowa, dość stro-

ma powierzchnia skarpy o dużych nierównościach powierzchni z licznymi zagłębieniami. Skarpa zbudowana z tych nasypów osunęła się wiosną 2006 roku, zasypując przybrzeżną część stawu na szerokości 5-12 m, sięgając górną krawędzią niszy poza ogrodzenie ogródków działkowych.

Podnasypowe podłoże typowo rodzime budują mało zróżnicowane ility mioceńskie w stanie twardoplastycznym, półzwar-

ty. Są to grunty nośne nadające się do bezpośrednich posadowień, pod warunkiem niedopuszczenia do ich zawilgocenia. Przeprowadzone badania wskazują, że zaistniałe osuwisko nie spowodowało naruszenia statecznej struktury rodzimego podłoża ani nie doszło do zmian własności fizyko-mechanicznych w tym ośrodku.

Na badanym terenie nie występuje typowy horyzont wód gruntowych. Wytworzył się za to sztuczny, lokalny horyzont zasilany infiltracyjnymi wodami opadowymi przesączającymi się od strony północnej ściany budynku wielomieszkaniowego oraz od strony ogródków działkowych. Przepływ wód w podłożu układa się po linii skierowanej na naroże zbiegu ogrodzeń ogródków i budynku. Po linii tego przepływu wykształca się powierzchniowa rynna rozdzielająca dwa zasadnicze jęzory osuwiskowe. Na terenie osuwiska obserwuje się duże zmienności w nasyceniu wodą nasypów oraz różne przejawy nawilgocenia w różnych partiach zmiennego nawilgocenia. Ośrodek nasypów jest w wielu miejscach rozłamany obrywami i pęknięciami, a tym samym wytwarzane są dalsze nieregularnie przebiegające „strugowe” drogi przepływów wód w podłożu. Istnieją lokalne, bezodpływowe zapadliska o utrudnionym odpływie, gdzie wody będą stagnować i silnie nasycać grunty gliniasto-ilaste do stanu upłynięcia.

Można zatem powiedzieć, że przyczyną powstania osuwiska było przeciążenie luźnego i nieregularnie zwałowanego nasypu ilastego z niedawnych wykopów budowlanych, przy ich silnym nasyceniu wodami roztopowymi w warunkach zastoisk wodnych na nierównej powierzchni nasypowej. Osunięcie nastąpiło wtedy, gdy silnie plastyczne grunty wykazywały minimalną spójność przy tarcu wewnętrznym bliskim zeru. Powstaniu niszy osuwiskowej w sąsiedztwie naroża budynku sprzyjała przypuszczalnie podziemna migracja wód od strony nowego budynku, która zaistniała w strefie rozkopu lub rozłamu bariery ilowej między ośrodkiem posadowienia fundamentów a skarpe. Zbieg czynników i warunków miejscowych spowodował obryw osuwiskowy z przemieszczeniem mas ziemnych w kierunku północno-zachodnim. Kierunek ten jest lekko ukośny względem głębokiej płaszczyzny ilowej skarpy wyrobiska, jest jednak zgodny z wypadkową zbiegu głębokich skarpy wyrobiska pocegielnianego.

Obecnie osuwisko znajduje się w stanie czasowej równowagi. Może ona jednak zostać zachwiana przy intensywniejszych wiosennych roztopach lub dłuższych opadach. Przy silnym nasyceniu jęzórów osuwiskowych poprzez wypełnienie wodą licznych szczelin w zwalach nasypów ilastych istnieje poważne zagrożenie ponownego spływu ilastego nasypu. Nie można przy tym wykluczyć, że osuwisko takie nie spowoduje naruszenia podłoża fundamentów pobliskiego budynku. Dlatego też podejmowane są działania dla zabezpieczenia terenu, który na etapie planowania przestrzennego zagospodarowania winien być typowany jako zagrożony osuwaniem się mas ziemnych. Tym samym przeznaczenie tego terenu pod duże budynki rozpatrywane byłoby z dużo większą ostrożnością. Należałoby sądzić, że nie doszłoby do zwałowania na terenie zagrożonym niestabilnych nasypów ilowych i problem by nie powstał.

Leszek Bardel
Geogrun Sp. z o.o.