

**Grzegorz STRAŻ**  
**Politechnika Rzeszowska**  
**Zakład Geotechniki i Hydrotechniki**

## **O AWARII BUDYNKU MIESZKALNEGO POSADOWIONEGO NA PODŁOŻU Z GRUNTÓW ORGANICZNYCH W RZESZOWIE**

W artykule przedstawiono przypadek nadmiernego i nierównomiernego osiadania małego domu jednorodzinnego posadowionego na podłożu z gruntów organicznych: torfów i namulów. Zaprezentowano skutki awarii oraz rezultaty wybranych badań terenowych gruntów przeprowadzonych za pomocą skrzydełkowej sondy obrotowej FVT oraz lekkiej sondy dynamicznej DPL. Przeanalizowano również możliwe przyczyny powstania awarii budynku.

### **Wprowadzenie**

Nierównomierne osiadania fundamentów są jedną z najczęstszych przyczyn awarii i uszkodzeń obiektów budowlanych. Osiadania te niejednokrotnie są konsekwencją niedostatecznego rozpoznania podłoża gruntowego, błędnej oceny jego parametrów geotechnicznych, błędów na etapie projektowania lub wykonawstwa oraz zmian warunków gruntowo-wodnych w czasie eksploatacji [1]. Geometria obiektu również może mieć niekorzystny wpływ na osiadania. W pracy przedstawiono, na wybranym przykładzie, skutki awarii budynku mieszkalnego posadowionego na gruntach słabych, mającej miejsce na terenie osiedla domów jednorodzinnych w Rzeszowie.

### **Charakterystyka obiektu**

Budynek zaprezentowany w niniejszej pracy jest domem jednorodzinnym, wielokondygnacyjnym, zlokalizowanym we wschodniej części Rzeszowa. Autorowi nie udało się dotrzeć do oryginalnej dokumentacji obiektu, a uzyskane na jego temat informacje pochodzą przede wszystkim z wywiadów przeprowadzonych z właścicielem oraz okolicznymi mieszkańcami. Budynek jest konstrukcją murowaną, przykrytą stromym dachem. Stropy wykonano jako płyty żelbetowe monolityczne, wylewane na miejscu budowy. Ściany zewnętrzne i wewnętrzne o zróżnicowanej grubości wykonano z różnego rodzaju ceramiki budowlanej. Budynek jest posadowiony na żelbetowych ławach fundamentowych. Na znacz-

nej części budynku znajdują się żelbetowe płyty balkonowe. Budynek tworzą cztery kondygnacje: piwnica, parter, użytkowe oraz niezagospodarowane poddasze (rys. 1.). Rodzaj użytych materiałów i geometria budynku powodują, że jego oddziaływanie na podłoże jest znacznie większe niż w przypadku np. parterowego domu o podobnej powierzchni użytkowej, wykonanego wspólnie z materiałów lekkich, z którego obciążenie dodatkowo można rozproszyć na większej powierzchni działki poprzez odpowiednie rozwiązanie posadowienia. Budynek do dnia dzisiejszego znajduje się w stanie surowym i nie jest oddany do eksploatacji.



Rys. 1. Widok budynku mieszkalnego, który uległ awarii

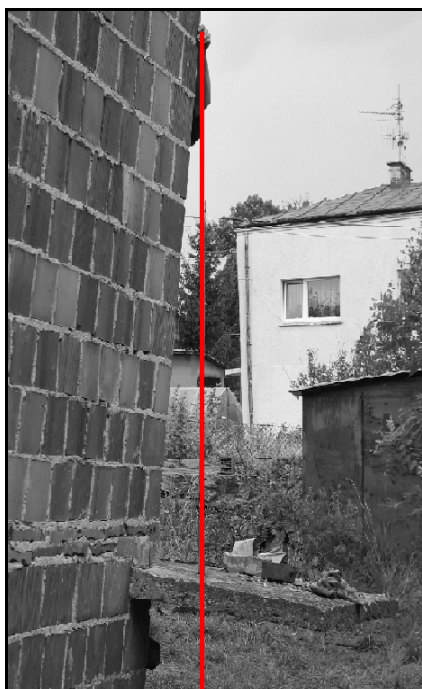
## Warunki gruntowo-wodne

Z analizy archiwalnych dokumentacji geologiczno-inżynierskich [2, 3] dotyczących bezpośredniego sąsiedztwa budynku można stwierdzić, że działka, na której jest posadowiony omawiany budynek, jest położona w dolinie potoku Młynówka na wysokości ok. 202,5 m n.p.m., gdzie spadki terenu nie przekraczają 1%. Teren jest położony w obrębie Zapadliska Przedkarpackiego. Podłoże budują mioceńskie iły, których strop występuje na głębokości ok. 11 m. Na nich zalegają plioceńskie osady rzeczne w spągu w postaci piasków i żwirów, a w stropie w postaci mad rzecznych, które są przykryte holocenijskimi osadami zastoiskowymi w postaci torfów i glin próchnicznych. Warstwę przypowierzchniową stanowi nasyp niekontrolowany. Na badanym terenie znajdują się dwa poziomy wodonośne: pierwszy nawiercony w torfach na głębokości ok. 1 m

p.p.t., który stabilizuje się dość szybko ok. 0,4 m p.p.t., oraz drugi występujący w serii piaszczysto-żwirowej, znajdujący się pod bardzo silnym napięciem, stabilizujący się na głębokości równej z powierzchnią terenu.

## Skutki awarii

Na podstawie przeprowadzonych oględzin i pomiarów stwierdzono, że rozpatrywany budynek przechylił się głównie w kierunku północno-wschodnim. Maksymalne wychylenie od pionu w dniu prowadzenia badań wynosiło ok. 4,5 stopnia, co w konsekwencji oznacza różnicę wysokości ok. 1,06 m w poziomie stropu nad parterem, pomiędzy przeciwległymi narożami budynku (rys. 2.). Zaobserwowano również przechylenie innego budynku, zlokalizowanego w pobliżu rozpatrywanego (rys. 3.). Z przeprowadzonych pomiarów wynika, że największe osiadanie wystąpiło pod jednym z naroży budynku od strony północnej. Ponadto zaobserwowano niewielkie spękania stropu nad pierwszym piętrem.



Rys. 2. Maksymalne odchylenie od pionu naroża północnego budynku

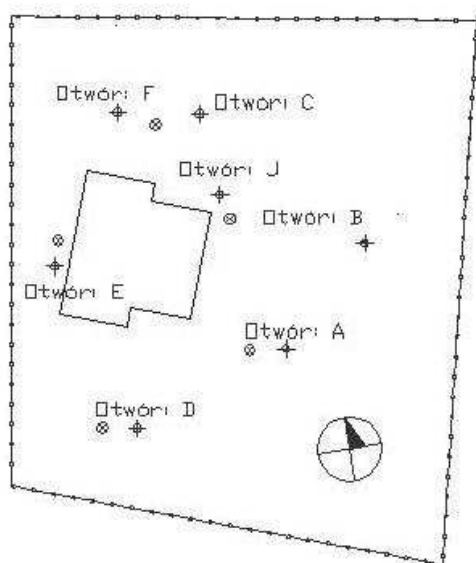


Fot. 3. Pochylenie budynku sąsiedniego na tle omawianego

Nie zaobserwowano żadnych spękań na ścianach wewnątrz i zewnątrz budynku. Natomiast w piwnicach zostały zalane wszystkie pomieszczenia ok. 30 cm warstwą wody, przesiąkającą przez warstwy gruntu pod obiektem (rys. 5.).

## Badania własne

W celu ustalenia przyczyny zaistniałej sytuacji w postaci nierównomiernego i nadmiernego osiadania budynku, przeprowadzono badania własne podłoża gruntowego. Wykonano siedem otworów kontrolnych oraz pięć sondowań sondą FVT i DPL w bezpośrednim sąsiedztwie budynku (rys. 4.), sięgających stropu warstwy gruntów niespoistych w postaci piasków i żwirów, zalegających na głębokości ok. 9 m p.p.t. Wiercenia i sondowania wykonano możliwie blisko budynku, lecz ich lokalizację ograniczało uzbrojenie posesji, duża ilość składowanych materiałów budowlanych, stali i gruzu oraz drzewa i krzewy.



Rys. 4. Rozmieszczenie otworów badawczych i miejsc sondowań sondą skrzydełkową FVT oraz lekką sondą dynamiczną DPL na wybranym poligonie badawczym

Odwieroty wykonano za pomocą świdra-łyżki, pozyskując w ten sposób próbki gruntu o naturalnej wilgotności do analizy makroskopowej oraz wybranych badań laboratoryjnych. Podczas prowadzenia wierceń zaobserwowano istnienie dwóch poziomów wodonośnych w podłożu. Sytuacja gruntowo-wodna jest jednak bardziej skomplikowana z uwagi na fakt, że podczas badań właściciel posesji prowadził przez dłuższy okres w sposób ciągły prace odwadniające, mające na celu obniżenie poziomu wody gruntowej w obrębie budynku do poziomu poniżej jego posadowienia. Wodę wypompowywano za pomocą dwóch pomp, zarówno ze studni, specjalnie w tym celu wywierconej obok budynku, jak i z piwnic samego budynku.

Następstwem tych prac było osuszenie piwnic, co umożliwiło prowadzenie dalszych prac zabezpieczających. Wypompowywana woda była odprowadzana do pobliskiego rowu melioracyjnego. Niestety, rów ten nie był do końca drożny, przez co często dochodziło do przelewania wypompowywanej wody w najniższej

położonej części działki, tworząc z czasem niewielkie rozlewisko. W ten sposób odprowadzana woda, przynajmniej częściowo, wracała z powrotem na teren działki, gdzie poprzez nasyp migrowała do niżej położonych warstw podłoża. Niebagatelną rolę w tej sytuacji odegrały również czynniki atmosferyczne w postaci długotrwałych i ulewnych deszczy, mających miejsce w czasie prowadzenia badań. Woda pochodząca z opadów w znacznej części była odprowadzana z okolicznych posesji również do omówionego wcześniej rowu melioracyjnego, a tym samym trafiała na teren analizowanej działki, ze względu na lokalnie najniższe położenie w terenie.



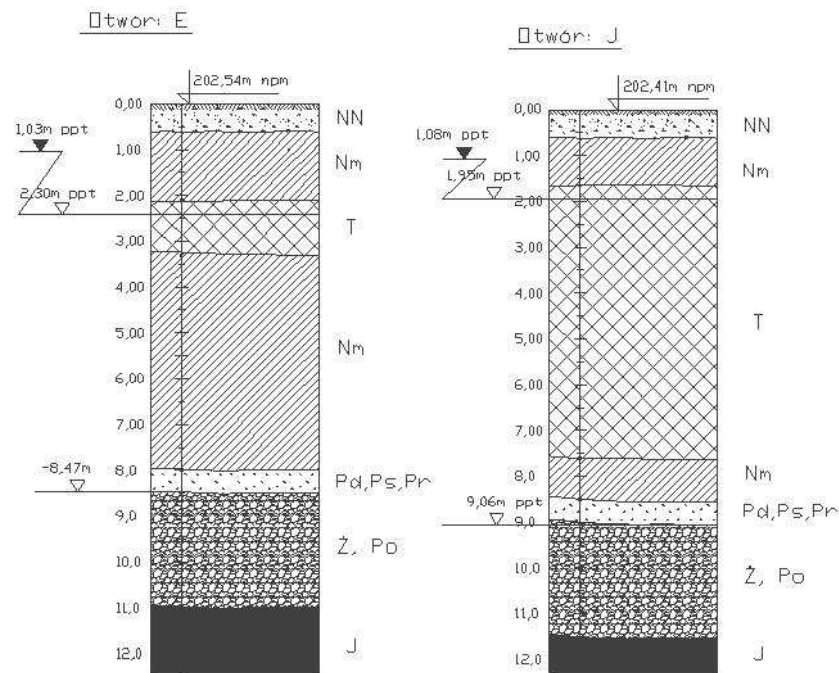
Rys. 5. Widok zalanej piwnicy przez przesiakającą od dołu wodę gruntową

Na podstawie przeprowadzonych odwiertów i badań stwierdzono, że lokalne podłoże jest zbudowane głównie z gruntów organicznych, sięgających aż do stropu gruntów niespoistych (rys. 6.).

Grunty organiczne są reprezentowane głównie przez namuły i torfy o różnej zawartości części organicznych. Na północnych obrzeżach posesji stwierdzono również zaleganie gruntów próchnicznych (pyłów i glin), jednak znajdują się one poza zasięgiem bezpośredniego oddziaływania budynku.

Na podstawie dokonanego przeglądu gruntów w analizowanych przekrojach geologicznych można stwierdzić występowanie bogatego spektrum nieskalistych gruntów organicznych. W zależności od rodzaju cechują się właściwymi sobie, lecz stosunkowo niskimi w porównaniu z gruntami mineralnymi parametrami wytrzymałościowymi. Ponadto, ze względu na swoją specyficzną budowę i podwyższoną zawartość części organicznych, charakteryzuje je wyjątkowo

wysoka ściśliwość. Właściwości te powodują, że grunty organiczne są zaliczane do gruntów nazywanych słabymi lub słabonośnymi [4, 5, 6, 7].



Rys. 6. Wybrane profile geologiczne rozpatrywanego podłoża

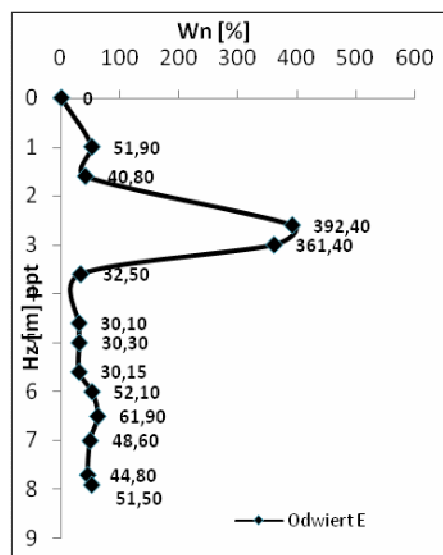
Tabela 1. Wybrane cechy fizyczne rozpoznanych gruntów

Oznaczenie warstwy	Rodzaj gruntu	Mięższność h [m]	$I_{om}$ [%]	$W_n$ [%]	$\rho$ [g/cm <sup>3</sup> ]	$I_L$ lub $I_D$ [-]
I	nasyp niekontrolowany	0,4-0,6	-	-	-	0,28-0,44 (wg. DPL)
II	namuły organiczne	1,0-4,7	5,0-28,4	27,9-202,8	1,5-1,8	0,25-0,50 (wg. FVT)
III	torfy R = 20-80%	1,2-6,2	32,5-95,8	129,8-590,5	1,0-1,3	> 0,25 (wg. FVT)
IV*	piaski różnoziarniste	0,8-1,2	-	nawodnione	1,85	0,4
V*	żwir, pospółka	2,0-3,3	-	nawodnione	2,00	0,5
VI*	ił	-	-	28,0	2,02	0,05

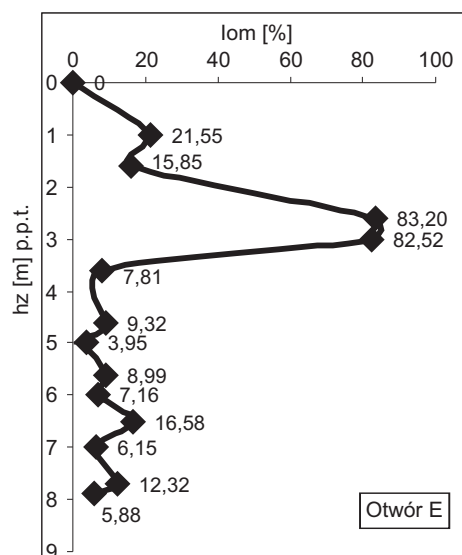
Wybrane cechy fizyczne gruntów organicznych wyznaczono w oparciu o badania własne, natomiast ze względu na znaczną głębokość zalegania i trudności z pobraniem próbek gruntów mineralnych budujących warstwy: IV, V oraz

VI (oznaczone w tab. 1. gwiazdką), wartości parametrów przyjęto w oparciu o materiały archiwalne [2, 3]. Wybrane zależności parametrów geotechnicznych od głębokości przedstawiono na rysunkach 7. i 8.

W celu określenia wytrzymałości na ścinanie, wykonano w warunkach *in situ* serię badań za pomocą skrzydełkowej sondy obrotowej FVT (dawniej oznaczanej jako: PSO lub PSO-1), sięgających głębokości 7 m p.p.t. (rys. 9.).



Rys. 7. Zależność wilgotności naturalnej od głębokości dla przykładowego odwiertu E

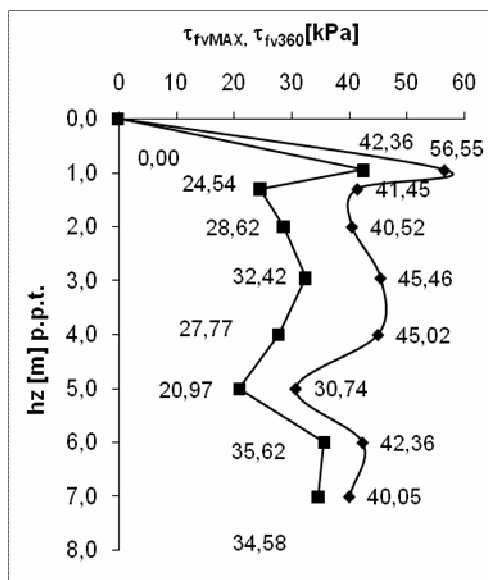


Rys. 8. Zawartości części organicznych od głębokości dla przykładowego odwiertu E

Wyniki badań wytrzymałości na ścinanie w warunkach bez odpływu potwierdziły występowanie pod budynkiem gruntów bardzo słabych, ponieważ jej wartość maksymalna dla gruntów organicznych z reguły nie przekraczała 50 kPa. W rzeczywistości wytrzymałość tego podłoża może być jeszcze mniejsza, ponieważ zgodnie z interpretacją obecnie obowiązującej normy [8] wartość wytrzymałości na ścinanie w otrzymanej w wyniku sondowań sondą skrzydełkową z badań *in situ* do celów projektowych należy korygować odpowiednim współczynnikiem zmniejszającym. Stan torfów określony na podstawie niekorygowanej wytrzymałości na ścinanie w warunkach bez odpływu, zawiera się w przedziale gruntów miękkoplastycznych oraz plastycznych, natomiast namuły znajdowały się głównie w stanie plastycznym. W celu określenia wrażliwości strukturalnej gruntu, dokonano pomiaru wytrzymałości rezydualnej (resztkowej) gruntu po obrocie krzyżaka sondy o 360°. Na podstawie podanych badań stwierdzono, że wskaźnik wrażliwości strukturalnej  $I_R < 2$ , stąd badane grunty organiczne można sklasyfikować jako grunty niewrażliwe.

## Próba ustalenia przyczyn awarii

Na podstawie wykonanych profili geologicznych oraz wyników badań parametrów geotechnicznych stwierdzono, że podłoże gruntowe pod rozpatrywanym obiektem jest zbudowane głównie z gruntów organicznych: torfów oraz namulów, czyli gruntów słabych, zalegających na warstwach nośnych, występujących poniżej 7 m p.p.t.



Rys. 9. Przykładowy wynik sondowania podłoża organicznego sondą FVT

Warstwę przypowierzchniową stanowią niekontrolowane nasypy zbudowane z różnych gruntów niespoistych, dla których stopień zagęszczenia określony za pomocą lekkiej sondy dynamicznej DPL wynosi od 0,28 do 0,44. Stopień zagęszczenia klasyfikuje nasyp jako grunt w stanie: luźnym lub średnio zagęszczonym, a więc o zróżnicowanych i stosunkowo niskich parametrach. Lokalna soczewka torfu, występująca w zasadzie na obszarze całej działki, jest warstwą gruntu o zmiennej miąższości zalegającą na różnych głębokościach. Badania gruntów organicznych pod kątem określenia zawartości części organicznych również wykazały znaczne zróżnicowanie. Zawartość części organicznych w torfach, jak i namulach, określona metodą wyprażania zawierała się w zasadzie w całym przedziale charakterystycznym dla danego rodzaju gruntu. Zmienność ta przekłada się na parametry wytrzymałościowe gruntu. Również analiza torfu pod kątem określenia stopnia rozkładu części organicznych potwierdziła bardzo duże jego zróżnicowanie. Stopień rozkładu torfu określony metodą makroskopową oszacowano na 20 do 80%, co odpowiada grupie  $H_3 - H_8$  w skali ogólnie stosowanej skali van Posta [4].



Nie należy zapominać również o procesach będących następstwem zmian poziomu zwierciadła wody gruntowej, ponieważ wiąże się to z utratą lub zwiększeniem wilgotności zalegających gruntów organicznych. Ma to swoje konsekwencje w postaci uruchamiania procesów ich degradacji w postaci zmiany struktury gruntu, procesów mineralizacji oraz humifikacji wtórnej [9].

Dodatkowym czynnikiem, mogącym niekorzystnie wpłynąć na osiadanie omawianego budynku, mogą być drgania wywołane przez ciężkie samochody, poruszające się po niemal sąsiadującej z posesją obwodnicy miasta. Potwierdzenie tego wymaga jednak dodatkowych specjalistycznych badań.

Mimo że praca ma charakter opisowy, a szczegółowy mechanizm (kinematyka) przyczynowo-skutkowy awarii nie jest tematem niniejszego opracowania, to zasadne wydaje się stwierdzenie, że na zaistniałą sytuację miały wpływ wszystkie czynniki, które opisano wcześniej. Podstawowym jednak powodem awarii jest występowanie podłoża organicznego pod budynkiem oraz jego niejednorodność i podatność na zmiany zawilgocenia.

## Podsumowanie

W pracy przedstawiono ogólnie przyczyny i skutki awarii domu jednorodzinnego posadowionego na podłożu zbudowanym przede wszystkim z bardzo zróżnicowanych gruntów organicznych. Zaprezentowano wybrane wyniki rozpoznania podłoża w warunkach *in situ* oraz sondowań skrzydełkową sondą obrotową FVT i sondą dynamiczną lekką DPL. Podjęto również próbę wyjaśnienia przyczyn powstania zaistniałej awarii.

## Literatura

- [1] Gryczmański M.: Nierównomierne osiadania silosu na 6000 t węgla na słabym podłożu wzmocnionym kolumnami kamiennymi. XVIII Konferencja Naukowo-Techniczna pt. „Awaryje Budowlane”, Szczecin-Międzyzdroje 1997.
- [2] Gałuszka J.: Dokumentacja geologiczno-inżynierska uproszczona dla budowy Centrum Obsługi FORD w Rzeszowie, al. Armii Krajowej. Rzeszów, listopad 1997.
- [3] Gałuszka J.: Ocena geotechniczna podłoża gruntowego dla lokalizacji budynku mieszkalnego w Rzeszowie, ul. Paderewskiego. Rzeszów, październik 1997.
- [4] Myślińska E.: Grunty organiczne i laboratoryjne metody ich badania. Wydawnictwo Naukowe PWN. Warszawa 2001.
- [5] Jaremski J., Straż G.: Wykorzystanie sondy PZO-1 w badaniach laboratoryjnych gruntów słabych. Zeszyty Naukowe Politechniki Rzeszowskiej, nr 211, Budownictwo i Inżynieria Środowiska, z. 37, Rzeszów 2007.
- [6] Jaremski J., Straż G.: O możliwościach wykorzystania sondy PZO-1 w badaniach laboratoryjnych gruntów organicznych. Zeszyty Naukowe Politechniki Białostockiej, z. 28, t.1, Białystok 2006.
- [7] Jaremski J., Straż G.: Wstępne badania parametrów wytrzymałościowych torfu z rejonu Mielca z wykorzystaniem sondy PZO-1. III Ogólnopolskie Sympozjum pt.

„Współczesne Problemy Geologii Inżynierskiej w Polsce”, Geologos, nr 11, Puszczkowo 2007.

[8] Polska Norma: PN-B-04452:2002. Geotechnika. Badania polowe. PKN, 2002.

[9] Olchawa A.: Właściwości gruntowych kompozytów jako materiału do budowy obwałowań przeciwpowodziowych. Wydawnictwo IMUZ, Falenty 2003.

## **ON FAILURE OF A LIVING HOUSE FOUNDED ON ORGANIC SUBSOIL IN RZESZÓW**

### **S u m m a r y**

The contribution presents a case of excessive and irregular settlement of a small domestic building founded on organic soils – peats and warps. Effects of this failure and results of site investigations realized by means of the FVT penetrometer and the DPL dynamic cone penetrometer have been presented. Probable causes of the building structure have been also analysed.

*Złożono w redakcji w styczniu 2009 r.*