



Dr inż. Jerzy SOBKOWIAK, *jerzy.sobkowiak@put.poznan.pl*
Mgr inż. Barbara FILIPOWICZ, *barbara.filipowicz@wp.pl*
Politechnika Poznańska

WYSADZINY – NA JAKIM ETAPIE REALIZACJI ORAZ EKSPLOATACJI OBIEKTU BUDOWLANEGO MOŻEMY SIĘ ICH SPODZIEWAĆ

FROST HEAVE - ON WHAT STAGE OF THE REALIZATION AND THE EXPLOITATION OF THE BUILDER'S OBJECT WE CAN EXPECT THEM.

Streszczenie Procesy wysadzinowe powodują wyraźne pogorszenie parametrów wytrzymałościowych podłoża gruntowego. Skutkuje to powstaniem spękań i uszkodzeń obiektu budowlanego, a niekiedy nawet wystąpieniem stanu awaryjnego. W niniejszym artykule opisane zostały przykłady wystąpienia zjawiska wysadzinowości, powstałego w wyniku błędów na każdym z etapów realizacji i eksploatacji obiektu budowlanego. W większości przypadków odpowiednie rozpoznanie podłoża gruntowego, oraz znajomość procesu tworzenia się wysadzin jest wystarczające, aby całkowicie zapobiec wystąpieniu tego zjawiska.

Abstract Frost heave processes cause the distinct worsening of endurance parameters of the ground basis. In consequence, there is the rising of crackings and damages in the builder's object, and sometimes even the appearance of the damage state. In that article there were described examples of appearing of the frost heave occurrence as a result of errors on every stage of realization and exploitation of the builder's object. In the most cases the suitable diagnosis of the ground basis, and the acquaintance of the process of the creation of frost heave is sufficient, to avoid appearing of this occurrence.

1. Wstęp

Bardzo często możemy spotkać się z błędnym stwierdzeniem, iż wysadziny dotyczą wyłącznie obiektów posadowionych powyżej granicy przemarzania. Twierdzenie to jest tylko częściowo prawdziwe, ponieważ głębokość posadowienia jest warunkiem koniecznym, który należy uwzględnić na etapie projektowania. Obiekt budowlany realizuje się na etapie projektowania, wykonawstwa oraz eksploatacji i na każdym z tych etapów mogą zaistnieć warunki skutkujące możliwością powstania procesów wysadzinowych. Poniżej przedstawione zostaną przykłady wystąpienia procesów wysadzinowych powstałych w wyniku błędów na każdym z etapów powstawania i eksploatacji obiektu budowlanego. W niniejszym artykule ograniczyliśmy się do opisu wystąpienia procesów wysadzinowych wyłącznie w obrębie obiektów kubaturowych, ponieważ dla tego rodzaju budownictwa zagadnienia wysadzin są niezauważane.

2. Wysadziny i warunki ich powstawania

Wysadziny należą do geodynamicznych procesów egzogenicznych, czyli takich, których powstanie zależy od czynników zewnętrznych. Powstają one wskutek tworzenia się w zamrażającym gruncie soczewek lodu, które zwiększają swoją objętość w wyniku podsiąkania kapilarnego wody ze strefy bardziej zawilgoconej lub warstwy wodonośnej podłoża. Wysadziny powstają tylko wtedy, gdy w podłożu występuje grunt wysadzinowy, ma miejsce stałe zawilgocenie podłoża, oraz przez długi czas utrzymują się ujemne temperatury. W podłożu gruntowym, które uległo procesowi wysadzinowości następuje znaczny wzrost porowatości zarówno intergranularnej jak i szczelinowej. Na skutek wzrostu porowatości ośrodek gruntowy ulega znacznemu zawilgoceniu, a ponieważ dotyczy to gruntów spoistych to również uplastycznieniu. Skutkuje to wyraźnym pogorszeniem parametrów wytrzymałościowych podłoża gruntowego, takich jak spójność „ c ” oraz kąt tarcia wewnętrznego „ ϕ ”, a przede wszystkim parametrów odkształceniowych jak moduł liniowego odkształcenia „ E ”, czy edometryczny moduł ściśliwości „ M ”. Obiekt dostosowując się do nowych (gorszych) warunków geotechnicznych podłoża, wywołuje wzrost naprężeń wewnętrznych w swojej konstrukcji. Wywołany nowy stan naprężeń wewnętrznych w konstrukcji musi spowodować spękania i uszkodzenia, które prowadzą nawet do osiągnięcia stanu awaryjnego.

3. Etap projektowania obiektu budowlanego

Na etapie projektowania musimy mieć dostateczną wiedzę o możliwości zaistnienia warunków powodujących powstanie wysadzin. Ocenę podłoża gruntowego pod względem wysadzinowości, stwierdzenie poziomu wody gruntowej i jej wahań, oraz zasięg działania mrozu potrafimy bez trudu ustalić. Niestety dość powszechna jest praktyka (w ramach oszczędności) rezygnowania przez Inwestora z badań geotechnicznych. W sytuacji, kiedy mogą zaistnieć jednocześnie powyższe warunki, to już na etapie projektowania można całkowicie zabezpieczyć obiekt budowlany przed negatywnymi skutkami wysadzin. Błąd na tym etapie realizacji obiektu całkowicie obciąża projektanta, dowodząc brak jego kompetencji zawodowych.

4. Etap wykonywania obiektu budowlanego

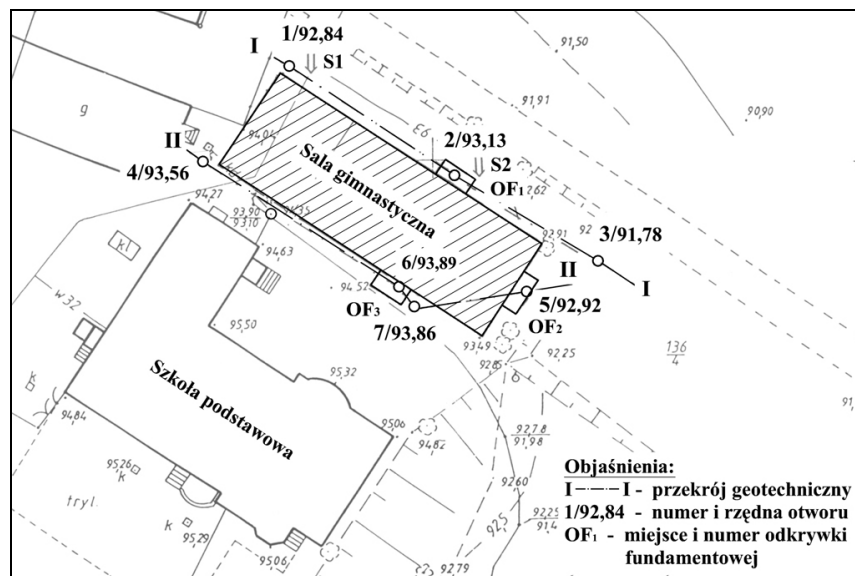
W procesie inwestycyjnym, na etapie wykonawstwa istnieje wiele możliwości zaistnienia procesów wysadzinowych, które przez Inwestora lub Wykonawcę są bardzo często ignorowane. Taki stan wynika zwykle z braku rozpoznania geotechnicznego podłoża gruntowego.

Kardynalnym błędem jest wykonanie wykopu fundamentowego w gruntach wysadzinowych w okresie jesiennym i pozostawienie go przez okres zimowy. Innym zaś jest wykonanie fundamentów i zostawienie ich na okres zimowy bez zabezpieczenia. Poniżej przykład ilustrujący powyższą tezę.

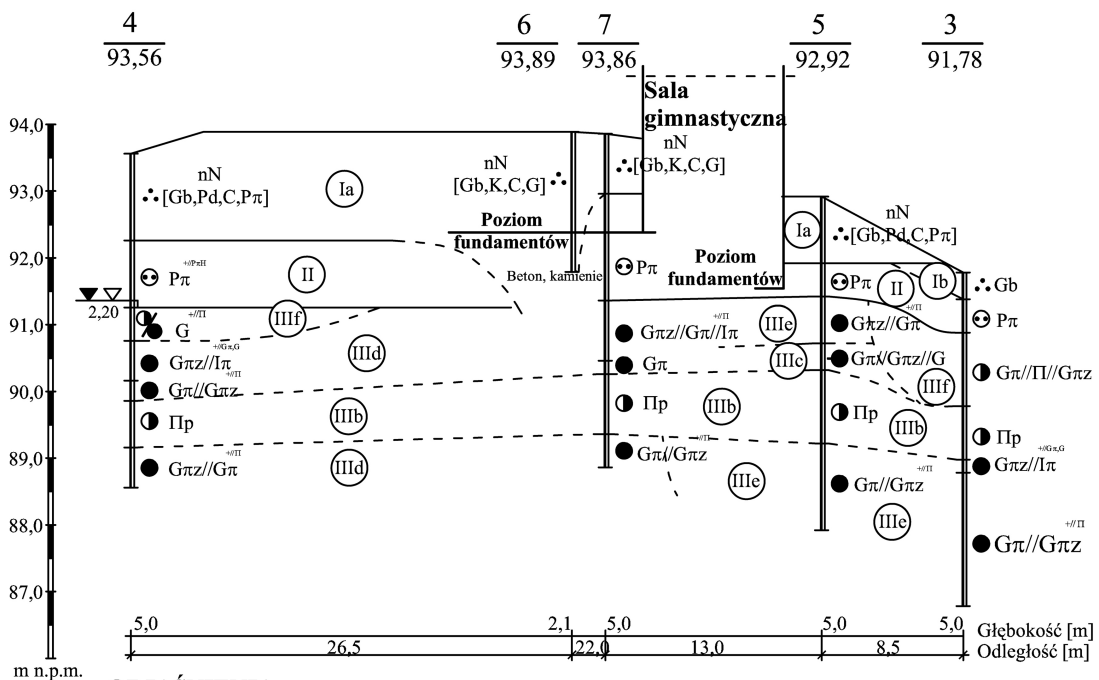
4.1. Przykład: Sala gimnastyczna [2]

Sala gimnastyczna zlokalizowana jest na działce, której powierzchnia terenu wyraźnie opada w kierunku NE (rys. 1).

Sala gimnastyczna wybudowana została w 2000 r. bez podpiwniczenia i posadowiona na ławach żelbetowych. Konstrukcja ścian jest tradycyjna, natomiast konstrukcję dachu stanowią więzary stalowe o rozpiętości 12,0 m.



Rys. 1. Mapa sytuacyjno – wysokościowa rozmieszczenia wykonanych otworów badawczych i odkrywek fundamentowych zlokalizowanych w pobliżu sali gimnastycznej.



OBJAŚNIENIA:

- | | | | | | |
|-------|----------------------------------------------|-----|-----------------------|---|---------------------------------|
| 1 | numer otworu wiertniczego | Pπ | piasek pylasty | ⊙ | stan gruntu luźny |
| 92,84 | rzędna otworu wiertniczego | Pd | piasek drobny | ⊙ | stan gruntu średnio zagęszczony |
| Ia | numer warstwy i pakietu | Πp | pył piaszczysty | ● | stan gruntu twardoplastyczny |
| 2,20 | poziom swobodnego zwierciadła wody gruntowej | Π | pył | ● | stan gruntu plastyczny |
| nN | nasyt niebudowlany | G | głina | ● | stan gruntu miękkoplastyczny |
| K | kamienie | Gπ | głina pylasta | ⊙ | domieszkany |
| C | gruz ceglany | Gπz | głina pylasta zwięzła | ⊙ | przewarsztwienia |
| | | Iπ | ił pylasty | / | pogranicze innego gruntu |
| | | Gb | gleba | | |

Rys. 2. Przekrój geotechniczny II – II.

Budowę geologiczną terenu w rejonie sali gimnastycznej scharakteryzowano następująco. Pod warstwą nasypów niebudowlanych o miąższości ok. 1,0 m i gleby występują średnio zagęszczone piaski pylaste. Zalegają one na stropie osadów warwowych i warwopodobnych wykształconych jako przewarstwione gliny, gliny pylaste, gliny pylaste zwięzłe, ily pylaste, pyły oraz pyły piaszczyste w stanie plastycznym i twardoplastycznym. Poziom zwierciadła wody gruntowej w czasie prowadzonych badań terenowych stwierdzono na głębokości 2,20m w otworach numer 1 i 4, wykonanych przy północno - zachodniej ścianie budynku, czyli na stropie gruntów spoistych (rys. 2).



Rys. 3. Spękania ściany zewnętrznej sali gimnastycznej.



Rys. 4. Uszkodzeniu uległy również fundamenty. Widok odkrywki fundamentowej. Wyraźne pęknięcie sięgające spodu fundamentów.

Obiekt posadowiony został na różnych poziomach, na średnio zagęszczonych piaskach pylastych, zdeponowanych na stropie osadów warwowych.

Spękanom uległy zarówno ściany jak i posadzka sali gimnastycznej. Pęknięcia występują na całej wysokości ściany, od dachu po fundamenty włącznie (rys. 3,4).

Przyczyny uszkodzenia sali gimnastycznej:

Pęknięcia budynku nastąpiły w wyniku nierównomiernego osiadania jego fundamentów. Przyczyn stanu awaryjnego określono kilka. Za jedną z istotnych uznano wystąpienie zjawisk wysadzinowych w trakcie wykonywania obiektu budowlanego. Fundamenty sali gimnastycznej zostały wykonane w lipcu. Przez okres jesienno-zimowy, do kwietnia następnego roku pozostały odkryte i nie zasypane. Podłoże gruntowe w tym czasie ulegało stałemu zawilgoceniu i odprężaniu stref przy fundamentowych.

Odprężenie, stałe zawilgocenie, okres jesienno-zimowy oraz rodzaj podłoża gruntowego przy stałych ujemnych temperaturach okresu jesienno-zimowego sprawiły, że w strefie fundamentów zaistniały procesy wysadzinowe. Spowodowały one rozluźnienie kilkudziesięcio - centymetrowej warstwy gruntów podłoża. Po obciążeniu fundamentów konstrukcją podłoże musiało się dodatkowo skonsolidować, a konstrukcja dostosować do dodatkowych naprężeń wewnętrznych powodując spękania obiektu. Wbrew logice jest to powszechnie powtarzający się błąd wykonawczy, podobnie jak otwarcie wykopu fundamentowego i pozostawienie go otwartym na okres jesienno-zimowy.

5. Etap użytkowania obiektu budowlanego

Skoro na etapie projektu i wykonawstwa zabezpieczyliśmy obiekt budowlany przed szkodliwym działaniem procesów wysadzinowych, to można by uznać, że ten typ procesów geologicznych nie może zaszkodzić budowli na etapie jej eksploatacji. Niemniej jednak istnieją przykłady awarii obiektów budowlanych spowodowanych wysadzinami, które zaistniały na etapie eksploatacji.

5.1. Przykład: Budynek mieszkalny z zespołem sklepowym [3]

Budynek mieszkalny z zespołem sklepowym jest obiektem wykonanym w konstrukcji tradycyjnej o trzech kondygnacjach nadziemnych, posadowionych na stopach i ławach żelbetowych. Ściana szczytowa budynku znajdująca się na granicy działek uległa spękanom.

Budowa geologiczna podłoża:

Pod warstwą nasypów niebudowlanych o miąższościach dochodzących do 2,50 m od powierzchni terenu występują pylasto - ilaste osady warwowe, wykształcone w postaci twardoplastycznych i plastycznych: glin pylastych, glin pylastych na pograniczu glin pylastych zwięzłych przewarstwionych iłem pylastym i pyłem, oraz glin pylastych na pograniczu pyłu. Zwierciadło wody gruntowej występuje na głębokościach między 2,0 – 3,0m (rys. 5).

W wyniku przygotowań inwestycyjnych na działce przylegającej do badanego budynku wykonano wykop, który pozostał otwarty przez kilka lat. Położenie wykopu przedstawia rysunek 6 i 7.

Przyczyny uszkodzenia ściany szczytowej:

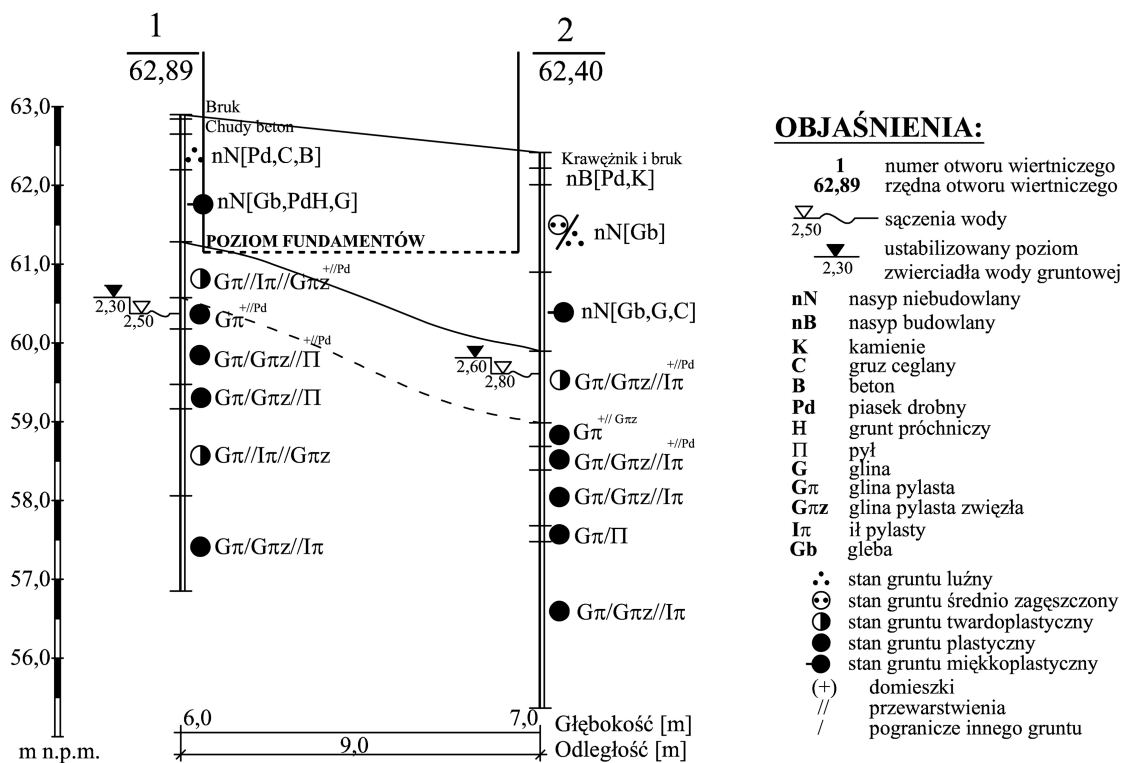
O przyczynach powstania uszkodzeń ściany szczytowej zdecydował zespół niekorzystnych czynników działających na obiekt.

Pierwszym jest sposób posadowienia ściany.

Z wykonanej odkrywki fundamentowej w miejscu ściany szczytowej wynika, że fundament tej ściany spoczywa częściowo na gruncie mineralnym, a częściowo na miękkoplastycznym nasypie niebudowlanym (rys. 5,6). Ściana szczytowa posadowiona została na gruntach o wyraźnie różnych modułach odkształceń.

Drugim jest rozwój procesów wysadzinowych, który był możliwy, ponieważ:

- w obrębie ściany stwierdzono złe ujęcie wody opadowej (powodującej nadmierne zawilgocenie podłoża),
- w bezpośrednim sąsiedztwie ściany został otwarty wykop umożliwiający przemarzanie podłoża pod fundamentem (rys. 7,8),
- grunty podłoża mają wyraźnie charakter gruntów wysadzinowych.

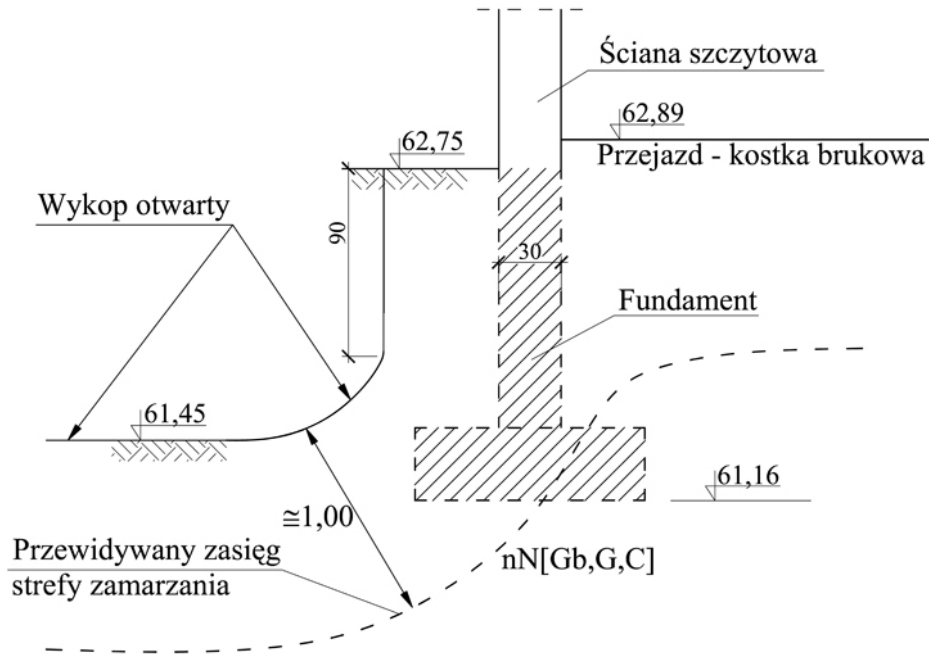


Rys. 5. Przekrój geotechniczny.

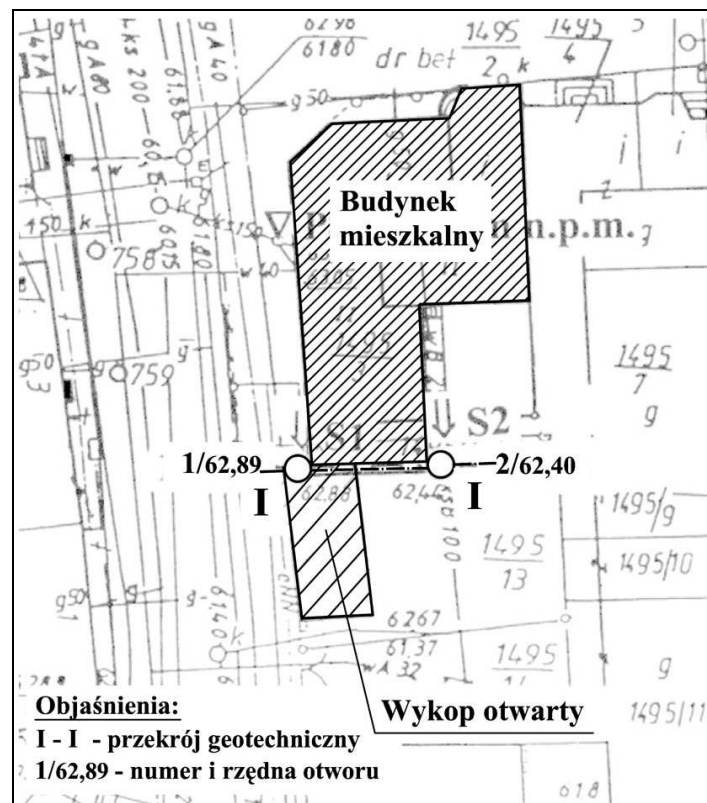
6. Podsumowanie

Wysadziny, charakteryzujące się podniesieniem przypowierzchniowej zamarzającej warstwy gruntu w okresach odmarzania podłoża gruntowego prowadzą do nierównomiernych osiadań budynków. Uszkodzenia budynków w skutek przemarzania podłoża najczęściej występują w wyniku podniesienia fundamentów posadowionych zbyt płytko, tj. powyżej granicy przemarzania (według PN-81/B-03020). Zachodzące w tym czasie w podłożu procesy prowadzą do wzrostu wilgotności, a w okresie odmarzania do uplastycznienia podłoża gruntowego, zwiększenia porowatości i zmniejszenia wytrzymałości.

Najprostszym rozwiązaniem powszechnie przyjętym jest posadowienie budynków poniżej granicy przemarzania. Jednak jak widać z przypadków omówionych powyżej sytuacja jest bardziej złożona i takie rozwiązanie nie eliminuje możliwości wystąpienia wysadzin.



Rys. 6. Szkic odkrywki fundamentowej.



Rys. 7. Plan sytuacyjno - wysokościowy rozmieszczenia wykonanych otworów badawczych.

Bezpieczne posadowienie obiektu będzie wtedy, kiedy na każdym z trzech etapów (projektowania, budowy i eksploatacji) zabezpieczymy obiekt przed możliwością powstawania procesów wysadzinowych.

Literatura

1. PN-81/B-03020, Posadowienie bezpośrednio budowli. Obliczenia statyczne i projektowanie.
2. Sobkowiak J.: Badania geotechniczne podłoża gruntowego w obrębie sali gimnastycznej szkoły podstawowej w m. Kosztowo, Poznań 2006.
3. Filipowicz B., Sobkowiak J.: O przypadkach wysadzinowości gruntów w obrębie budownictwa, XVII Ogólnopolska Interdyscyplinarna Konferencja Naukowo-Techniczna „Ekologia a Budownictwo”, Bielsko-Biała 2005.
4. Wiłun Z.: Zarys geotechniki, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa 1987.