

# O przyczynach zarysowań i osuwania się pewnego budynku w Szczecinie

Dr inż. Teresa Paczkowska, dr Cyprian Seul, Zachodniopomorski Uniwersytet Technologiczny, Szczecin

## 1. Wprowadzenie

Możliwość pozyskiwania przez samorządy lokalne znacznych środków finansowych z budżetu UE poprzez programy Phare, Ispa, czy Spójności były szansą do nadrobienia zaniedbań z przeszłości w wielu dziedzinach społeczno-gospodarczych. Pozyskane w konkursach środki zintensyfikowały inwestycje drogowe tak dalece, że trudno było znaleźć do ich realizacji odpowiednich wykonawców. Niekiedy kontrakty przydzielano firmom z niesprawdzoną obsadą kadrową, tj. bez właściwego doświadczenia zawodowego. Często w takich sytuacjach, roboty budowlane prowadzono z naruszeniem zasad i praw sztuki budowlanej.

O skutkach naruszeń przepisów prowadzenia robót w głębokich wykopach na trudnym geologicznie obszarze traktuje niniejszy artykuł. Niewłaściwa technologia prowadzenia robót w głębokim szerokoprzestrzennym wykopie, bez zabezpieczeń, przy towarzyszących intensywnych opadach deszczu zainicjowały proces osuwania się budynku wciętego w skarpe. Nadto nieusunięte w porę uszkodzenia istniejącej i przewidzianej do dalszego użytkowania kanalizacji deszczowej, spotęgowały proces niekontrolowanego sączenia wód, rozmiękania gruntu, spadku parametrów wytrzymałościowych podłoża, jego stabilności, w efekcie grożąc zawaleniem się obiektu.

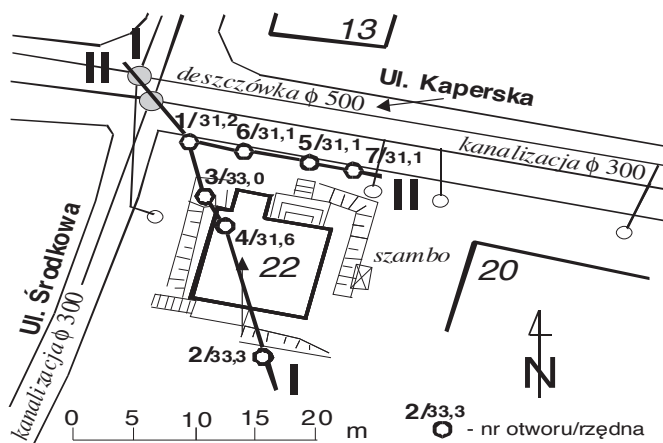
## 2. Lokalizacja budynku i jego historia

Latem 2000 r. w północno-zachodniej części miasta w willowej dzielnicy Bezrzecze, gmina miasto Szczecin realizowała inwestycję polegającą na budowie infrastruktury technicznej i nawierzchni w ulicy Kaperskiej, która stanowi półkę zbrocza jednego ze wzgórz Wału Bezleśnego.

Dom jednorodzinny przy ul. Kaperskiej 22 stanowi część zabudowy poniemieckiej z lat 20. XX w. Budynek zlokalizowany jest po stronie południowej ulicy, na działce narożnej w obszarze skrzyżowania z ul. Śródkową. Ulica ta – w części opisanej na rysunku 1 jest drogą nieutwardzoną z nowym uzbrojeniem podziemnym w zakresie sieci kanalizacji sanitarnej z rurociągiem  $\varnothing$  300 mm i dwoma liniami energetycznymi NN obsługującymi oświetlenie ulicy. Ulica Kaperska ma pełne nowe uzbrojenie i nawierzchnię asfaltową.

Przedmiotowy budynek stanowi obiekt dwukondygnacyjny w całości podpiwniczony, wcięty głęboko od północy w naturalnie ukształtowaną skarpe o różnicy poziomów terenu  $\sim$ 1,8 m. Główne wejście do budynku znajduje się w poziomie parteru, do którego prowadzą żelbetowe schody wsparte na skarpie (rys. 2). Wjazd z ul. Kaperskiej do garażu w poziomie piwnic jest wyniesiony ok. 15 cm ponad poziom przyległego chodnika. Od strony południowej wejście do budynku z ogrodu jest poprzez taras wyniesionego  $\sim$ 0,80 m n.p.p.t.

Budynek w poziomie stropów nie posiada wieńcy zabezpieczających jego sztywność i geometryczną niezmienność. Należy jednak podkreślić, że w trakcie jego użytkowania przez okres prawie 80 lat (do 2000 r.) nie występowały żadne trudności techniczne w jego eksploatacji. W 1978 r. właściciele – po zakupie nieruchomości – wewnątrz przeprowadzili remont, w trakcie którego ułożono w kuch-



**Rys. 1.** Szkic sytuacyjny z lokalizacją przekrojów geotechnicznych i wykonanych odwiertów – Kaperska 22



**Rys. 2.** Północna elewacja frontowa ze schodami, wejściem głównym, dachem nad garażem oraz oknem kuchennym na parterze



**Rys. 3.** Zbliżenie na pęknięcia w obszarze lewego narożnika parapetu okna kuchennego na parterze w elewacji frontowej

ni, łazience i WC kafle na ścianach, w 1980 r. odnowiono elewację, a w 1995 r. dokonano wymiany stolarki okiennej i pokrycia dachu z jego dociepleniem.

Po wybudowaniu w 2000 r. nowego uzbrojenia wzdłuż ul. Kaperskiej, teoretycznie podłączono wszystkie budynki do nowej sieci deszczowej i sanitarnej wyłączając z użytkownika przydomowe szamba.

### 3. Wykonany zakres robót i skutki tych robót dla budynku

Zrealizowany zakres robót budowlanych w 2000 r. w ul. Kaperskiej obejmował:

- budowę kanalizacji sanitarnej  $\varnothing$  300 mm z niezbędnymi studniami,
- budowę po stronie północnej ulicy kanalizacji deszczowej  $\varnothing$  500 mm,
- budowę sieci wodociągowej PE 110 mm ułożonej pod nawierzchnią jezdni po stronie południowej,
- ułożenie w chodniku południowym ul. Kaperskiej sieci NN dla zasilania oświetlenia ulicznego, którą poprowadzono bezpośrednio nad starą niemiecką kanalizacją deszczową,
- ustawienie słupów ulicznego oświetlenia po stronie południowej.

Roboty prowadzono w wykopie szerokoprzestrzennym, bez jakichkolwiek zabezpieczeń ścian wykopów. W trakcie prowadzenia robót wystąpiły problemy z odwodnieniem wykopów, co oznacza, że były one w tym czasie mocno zawilgocone. To potwierdza wpis inspektora nadzoru w dzienniku budowy: „wstrzymuję roboty do czasu zamontowania igłofiltrów i odwodnienia wykopów”. Kolejny potwierdza fakt dokonania w 100% wymiany gruntu, co sugeruje, że faktyczny wykop był znacznie głębszy niż ten wynikający z różnicy poziomów pokrywy i dna studni kanalizacji sanitarnej, wykazujący różnicę 4,11 m.

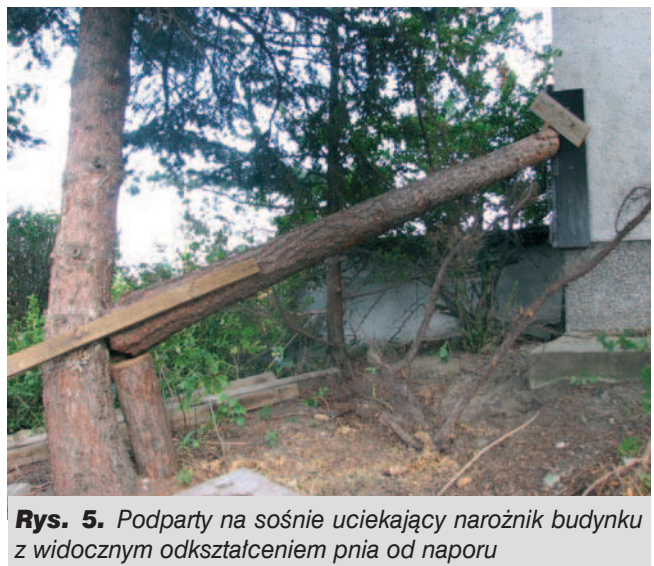
Powyższe okoliczności związane z wymianą znacznych mas gruntu i jego zagęszczaniem wskazują na wykorzystanie ciężkiego sprzętu do wywozu, przywozu i zagęszczania gruntu, co potwierdzili okoliczni mieszkańcy.

Odbioru końcowego robót instalacyjnych dokonano w połowie grudnia 2000 roku, a nakładkę asfaltową odebrano wiosną 2001 r.

Niemalże natychmiast po zakończeniu inwestycji, zauważono licznie pojawiające się spękania i zarysowania różnych elementów konstrukcyjnych budynku w północno-zachodnim narożniku. Zaczęła odpadać glazura ze ścian w kuchni, pojawiły się liczne zarysowania ścian i elewacji północnej i zachodniej (rys. 2-4), a także groźne pęk-



**Rys. 4.** W zbliżeniu zachodni narożnik elewacji frontowej z rysunku 2 z pęknięciami o rozwarciu ~4 mm



**Rys. 5.** Podparty na sośnie uciekający narożnik budynku z widocznym odkształceniem pnia od naporu





**Rys. 6.** Spękana w obszarze trzech okien kuchennych; zachodnia ściana zabezpieczona pianką przed przedmuchiwaniem



**Rys. 7.** Spękany strop odcinkowy w piwnicy, podparty stemplami zabezpieczającymi przed jego zawaleniem

nięcia stropu nad piwnicą w części zachodniej. Układ rys sugeruje, że następowało powolne osiadanie naroża wraz ze „spływaniem” tej części obiektu w kierunku północno-zachodnim. Proces pękania postępował w czasie i szerokość rys i pęknięć wzrastała osiągając rozwarcie do 10 mm. Koniecznym okazało się w trybie pilnym wykonanie szeregu zabiegów zabezpieczających budynek przed zniszczeniem. Podparto zastrzałem narożnik budynku oraz zabezpieczono w piwnicy stemplami drewnianymi północną część odcinkowego stropu stalowo-ceramicznego.

Prowizoryczne zabezpieczenie „uciekającego” północno-zachodniego narożnika budynku zastrzałem pokazano na rysunku 5, a charakter spękań ściany zachodniej na rysunku 6. Także część stropu nad piwnicą – od strony zewnętrznej ściany do pierwszej belki stalowej została rozerwana w środku. Wskutek postępującego rozwarcia groziła jego zawaleniem, co wymusiło jego podstemplowanie tej części stropu (rys. 7).

#### 4. Ustalenia z wizji lokalnych

Z analizy topografii, rzędnych wysokościowych zamontowanych studni na nowej sieci sanitarnej i deszczowej wynika, że wykopy w rejonie skrzyżowania ul. Kaperskiej i Środkowej miały głębokość przynajmniej 4,5 m. Założone w 2002 r. plomby szklane

i gipsowe na pęknięciach elewacji potwierdziły postępującą destrukcję. Ponadto odnotowano wiele nowych zarysowań. Świadczy to o braku stabilizacji procesu osuwania się budynku, które w konsekwencji nieuchronnie zmierzało do jego częściowego zawalenia się.

Wokół omawianego budynku istnieje stary poniemiecki drenaż opaskowy, którego wody były i są ciągle odprowadzane do starej sieci deszczowej pod chodnikiem ciągnącej się wzdłuż ul. Kaperskiej ze spadkiem w kierunku wschodnim. Odprowadzenie deszczówki z połaci dachu nachylonej w kierunku wschodnim oraz drenażu zbierającego wodę gruntową od strony ogrodu (infiltracyjną) jest podłączone do starej sieci deszczowej. Z zachodniej połaci dachu woda deszczowa powinna być odprowadzona do nowej studni Wavin  $\varnothing$  315 mm posadowionej obok starej studni betonowej na działce przynależnej do budynku.

Przeprowadzone próby i badania skuteczności odpływu wód deszczowych z zachodniej połaci dachu potwierdziły, że nie wykonano przełożeń podłączenia wód opadowych do nowej sieci kanalizacji deszczowej, choć wskazuje na to powykonawczy operat geodezyjny.

Piwnice w przedmiotowym budynku są pomieszczeniami suchymi, niewykazującymi śladów żadnych sączeń czy zawilgoceń (obecnych

ani tych z przeszłości) pochodzących od wód gruntowych, opadowych czy użytkowych z instalacji wod-kan. Potwierdza to skuteczność drenażu wokół budynku i szczelność instalacji obsługującej obiekt.

Przeprowadzone próby skuteczności odpływu wód opadowych z dachu wykluczają także jako przyczynę osuwania się budynku nieszczelność rynien i rur spustowych. Dla potwierdzenia tego, wykonano szereg prób polegających na wylewaniu wody na dach z wiader ( $10 \times \sim 10$  l) z obu okien mansardowych na I p. Jednocześnie sprawdzano czy pojawia się ona w studniach kanalizacji deszczowej. Zbadano także próbą wodną skuteczność starej sieci kanalizacji deszczowej na odcinku od ściany zachodniej do starej studni postawionej na wschodniej granicy nieruchomości. Z przeprowadzonych prób przepływu wody wlewanej do starej sieci wynika, że jest ona uszkodzona na odcinku od starej studni betonowej, znajdującej się na posesji, do studni w chodniku ul. Kaperskiej stojącej na granicy posesji 22 i 20. Woda wlewana do starej studni nie pojawiała się ani w studni nowej sieci, ani też w studni starej sieci, co oznacza, że przenikała ona do gruntu w sposób niekontrolowany. Nieszczelność starej sieci kanalizacji deszczowej potwierdza rozległe zapadlisko chodnika o głębokości ponad 13 cm przed wej-

ściem na sąsiednią posesję nr 20. Ta sprawa w trakcie prowadzenia inwestycji była zgłaszana zarówno wykonawcy, jak i inwestorowi przez mieszkańców posesji nr 20 i 22.

### 5. Budowa geologiczna rejonu postępującego osuwiska

Omawiany teren wchodzi w skład północnej części Wału Stobniańskiego [3, 4] i stanowi obszar wysoczyzny morenowej falistej zaburzonej glacitektonicznie. Teren ten ukształtował się podczas rozwoju i zaniku lądolodu ze zlodowacenia środkowopolskiego, który uległ dalszym przeobrażeniom w okresie fazy pomorskiej zlodowacenia północnopolskiego [5, 6]. Na badanym obszarze pod holoceniową pokrywą glebową występują utwory zwałowe o niewielkiej miąższości występujące w formie piasków gliniastych i glin piaszczystych. Zalegają one na porwakach oligoceniowych iłów septariowych zaburzonych glacitektonicznie. Poniżej zalegają piaski i gliny ze starszych zlodowaceń. Utwory trzeciorzędowe są przemieszane z osadami czwartorzędowymi (porwaki) w strefie morenowej zaburzonej glacitektonicznie [6, 7]. Występujące ropy septariowe są złuskowane i często zawierają kryształki gipsu.

W łąkach tych stwierdzono niewielkie soczewki oraz przewarstwienia piaszczyste, w których okresowo może pojawiać się woda. Użytkowy poziom wodonośny znajdują się na głębokości poniżej 20 m pod warstwą iłów septariowymi i glin morenowych i nie ma wpływu na własności mechaniczne omawianych gruntów. W omawianym terenie gruntami nasypowymi są piaski humusowe luźne oraz piaski średnioziarniste zalegające jako podsypki i zasypki przy wszelkiego rodzaju podziemnej infrastrukturze technicznej.

### 6. Charakterystyka geologiczno-inżynierska podłoża

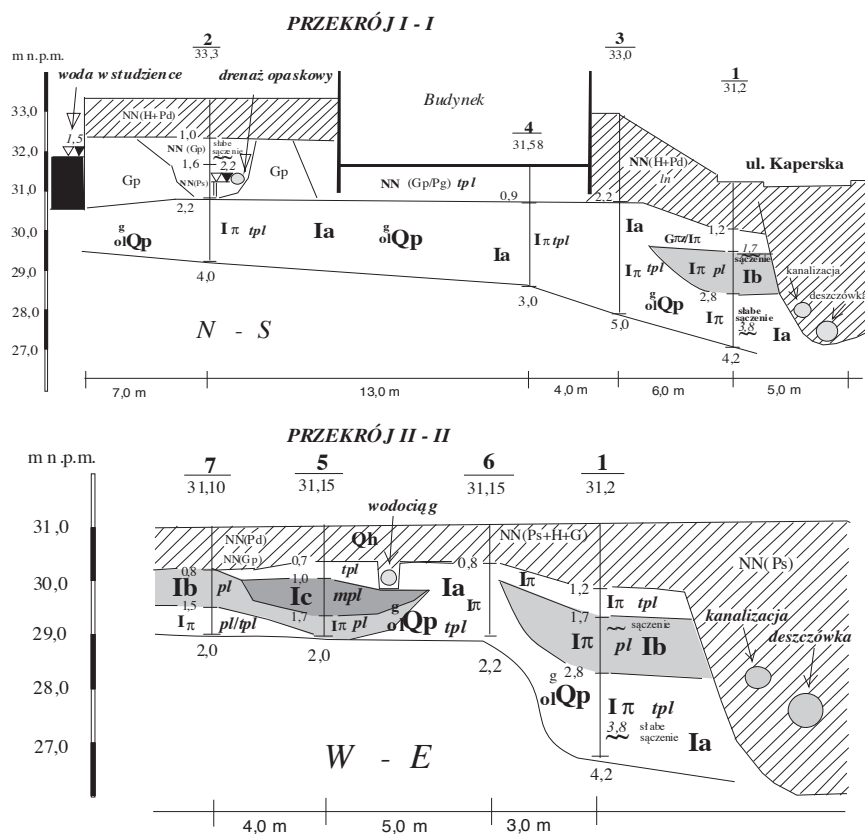
Dla rozpoznania parametrów podłoża gruntowego wykonano 7



Rys. 8. Pobrany materiał badanego podłoża z odwiertu nr 3

otworów badawczych. Na podstawie przeprowadzonych badań terenowych i laboratoryjnych stwierdzono, że w badanym podłożu (przekrój I-I i II-II) wydzielić można warstwę gruntów nasypowych oraz warstwę gruntów rodzimych. Materiał pobrany z odwiertu nr 3 przedstawiono na rysunku 8. Warstwę gruntów nasypowych

podzielić można na części. Pierwsza związana jest z posadowieniem budynku mieszkalnego. Są to piaski gliniaste i gliny piaszczyste o niewielkiej miąższości. Jest to warstwa nośna. Warstwa ta stanowi bezpośrednie podłoże fundamentowe a także występuje pod chodnikiem. Druga część gruntów nasypowych to piaski



Rys. 9. Przekroje geologiczno-inżynierskie badanego podłoża gruntowego

Tabela 1. Wyniki laboratoryjnych badań pobranego w terenie gruntu

Warstwa	Rodzaj gruntu	Stan I <sub>L</sub>	Wilgotność w <sub>n</sub> [%]	Gęstość ρ [g/cm <sup>3</sup> ]	Kąt tarcia φ [°]	Spójność Cu [kPa]
Ia	Iπ/Gπ, Iπ	0,1	21,7–44,1	1,85–1,95	10–12	55–60
Ib	Iπ	0,4	42,1–46,7	1,80–1,83	7–9	40–45
Ic	Iπ	0,6	50,0–55,0	1,70	3–5	25–30

drobne z domieszką humusu, z których zbudowana jest skarpa dookoła budynku. Trzecią grupę gruntów nasypowych stanowią piaski drobne i średnie, które zalegają w sąsiedztwie podziemnych instalacji w formie podsypki lub jako grunty zasypowe (przekrój II – II). Pod warstwą gruntów nasypowych znajduje się warstwa gruntów rodzimych. Pod względem geologicznym są to oligoceńskie porwaki iłów septariowych (iły szczecińskie), które są zaburzone glacitektoniczne często o pofałdowanym i złuskowaconym charakterze z licznie występującymi spękaniami i uskokami z soczewki piasków drobnych. Pod względem geotechnicznym są to iły pylaste wieku oligoceńskiego o zaburzonej strukturze [1].

Iły te charakteryzują się wysoką potencjalną ekspansywnością, a plastyczność i pęcznienie należy do wysokich i ekstremalnych [2]. W zależności od zmian wilgotności grunty te znacznie zmieniają swoją objętość – kurczą się, gdy są suche oraz pęcznią, gdy są nawilgocone. Przy wzroście wilgotności omawianych iłów oraz przy występowaniu drgań (np. od pojazdów mechanicznych) ujawnia się zjawisko tiksotropii, tj. uplastycznienia lub upłynnienia iłów. Wówczas pojawiają się zmiany w strukturze cząstek iłowych i następuje przejście żelu w zol. Występuje wtedy znaczne obniżenie wytrzymałości na ścinanie ( $\tau_c$ ). Dodatkowo grunty te pod wpływem wzrostu wilgoci tracą na wytrzymałości tzn. obniżają się podstawowe parametry wytrzymałościowe ( $\phi$  – kąt tarcia wewnętrznej i  $C_u$  – spójność).

W głębszych warstwach występują oligoceńskie septariowe iły pylaste twaroplastyczne barwy brązowej, brązowo oliwkowej i brązowo-czarnej z sączenia wód gruntowych. Pomijając warstwy nasypowe w badanym podłożu wydzielono jedną warstwę geotechniczną z 3 podwarstwami różniącymi się parametrami wytrzymałościowymi. Warstwy budujące podłoże roz-

dzielono ze względu na stopień plastyczności. Warstwa iłów miękkoplastycznych (Ic) znajduje się w sąsiedztwie starej instalacji deszczowej między otworami 6 i 7. Iły plastyczne (Ib) zalegają pod chodnikiem (przekrój II – II) na głębokości od 0,8 do 2 m. Pozostałe grunty są w stanie twaroplastycznym (Ia) i znajdują się pod budynkiem oraz między budynkiem, a ul. Kaperską w sąsiedztwie bardziej plastycznych iłów.

## 7. Ocena przyczyn niewłaściwego zachowania się podłoża i wnioski końcowe

Rodzaj podłoża, głębokie wykopy (~4,5 m) prowadzone latem 2000 r. w rejonie skrzyżowania ul. Kaperskiej i Środkowej, ukształtowanie terenu, posadowienie budynku wciętego w skarpe z linią fundamentów w odległości 4,0 m od krawędzi wykopu wymagały zastosowania zabiegów chroniących budynek. Bez względu na to należało wykonać pełne oszalowanie ścian wykopu. Ponadto w trakcie budowy w wykopie zalegały znaczne ilości wód opadowych jakie odnotowały służby METO w tym regionie. Zastosowany system odpompowania tak głębokiego wykopu igłofiltrami naruszającymi istotnie spoiwość iłów należy uznać także za niewłaściwy. Wymiana gruntu w 100% z koniecznością jego zagęszczenia, bez zabezpieczeń ścian wykopu przy jednoczesnym istotnym rozmiękczeniu podłoża pogorszyły sytuację stateczności skarpy z budynkiem. To było przyczyną rozluźnienia iłów i spadku ich nośności w konsekwencji prowadząc do inicjacji niekontrolowanego poślizgu skarpy czasowo podwyższonej aż o 4,5 m głębokości wykopami.

Poprawne zachowanie się konstrukcji budynku – bez wieńcy – na przestrzeni 80 lat, tj. do 2000 r. pozwala stwierdzić, iż bezpośrednią przyczyną osuwania się jego północno-zachodniego naroża, pęknięć i zarysowań była niewła-

ściwa technologia prowadzenia robót budowlanych w jego bezpośrednim sąsiedztwie. Należy zauważyć, iż w Szczecinie do tej pory jest wiele przykładów budynków poniemieckich – bez wieńcy, które nie wykazują zagrożenia ich użytkowania do dnia dzisiejszego, o ile nie było niewłaściwej ingerencji człowieka w ich sąsiedztwie.

Jako naganne i niedopuszczalne należy wskazać zachowanie się inwestora i wykonawcy ignorującego liczne sygnały mieszkańców o postępującej destrukcji budynków i chodników w obszarze prowadzonej inwestycji. Niezasadnie dokonano odbioru końcowego robót bez sprawdzenia skuteczności wszystkich przełożeń i podłączeń. Nadto wykonawca w trakcie układania w chodniku sieci elektrycznej NN uszkodził istniejącą sieć kanalizacji deszczowej znajdującą się na głębokości 1 m p.p.t., która była przewidziana do dalszej eksploatacji nie poczuwając się jednocześnie do konieczności jej naprawy, pomimo iż były sygnały o jej niedrożności. Opisane powyżej działania potwierdzają brak profesjonalizmu wykonawcy, a także brak godności i poczucia odpowiedzialności za powierzone mu mienie.

## BIBLIOGRAFIA

- [1] Bryl B., Wielkość stref odształceń plastycznych w podłożu z iłów oligoceńskich w rejonie osuwiskowym Stołczyzna. Prace Naukowe Politechniki Szczecińskiej, nr 332. W nr 25. Szczecin, 1986, s. 27–36
- [2] Grałowska-Olszewska B. (red.), Właściwości gruntów nienasyconych. PWN Warszawa, 1998
- [3] Karczewski A., Geomorfologia Pojezierza Myśliborskiego i Niziny Szczecińskiej. 1:125000. Uniwersytet Adama Mickiewicza. Poznań, 1998
- [4] Muller G., Geologische Karte von Preussen. Blatt Kreckow, Berlin, 1898
- [5] Piotrowski A., Objasnienia do Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski skala 1:50000 ark. Dotuje (227). Wydawnictwa Geologiczne Warszawa, 1981
- [6] Piotrowski A., Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski skala 1:50000 ark. Dotuje (227). Wydawnictwa Geologiczne Warszawa, 1982
- [7] Wilun Z., Zarys Geotechniki. Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa 2000