

LECH WYSOKIŃSKI

Katedra Geologii Inżynierskiej UW

STOPIEŃ ZNISZCZENIA BUDYNKÓW JAKO FUNKCJA WPLYWU SKARPY NA PRZYKŁADZIE PŁOCKA

OBSERWUJĄC budynki na terenie Starego Miasta w Płocku można stwierdzić, iż większość z nich wykazuje poważne uszkodzenia — są to zarysowania i pęknięcia wyraźnie widoczne na elewacjach budynków. Pierwsze oznaki tych uszkodzeń pojawiają się w miejscach koncentracji naprężeń, a więc przy nadprożach okien, drzwi, gzymsach i narożnikach budynków. W dalszych stadiach zniszczenia rysy rozszerzają się, łączą i mogą obejmować cały budynek.

Szczegółową analizę zniszczeń budowli ograniczono do obszaru ok. 10 ha zawartego między skarpią wiślaną a ulicami: Bielską, Kwiatka i Teatralną. Na wybór takiego obszaru obserwacji wpłynęło bliskie sąsiedztwo skarpy, istnienie na nim wielu budynków o charakterze zabytkowym, jednakowa i zwarta zabudowa całego terenu oraz duże znaczenie badanego terenu dla rozwoju miasta. W celu zebrania materiałów porównawczych obserwowano również uszkodze-

nia budynków w innych częściach miasta. W sumie zinventaryzowano uszkodzenia ok. 220 budynków, w tym 168 znajdujących się na terenie objętym badaniami szczegółowymi.

Obserwacje terenowe prowadzone były w okresie od kwietnia 1961 r. do kwietnia 1962 r. i objęły budynki murowane, najczęściej podpiwniczone, o stropach drewnianych lub na dźwigarach stalowych. Są wśród nich obiekty, które zbudowane były kilkadziesiąt lat temu i od chwili wzniesienia były niejednokrotnie przebudowywane i odnawiane. Znaczna jednak większość obserwowanych budynków została wzniesiona w XIX i XX w., liczy więc 50 — 100 lat. Część tych budynków w ostatnich latach odremontowano. W wyniku czego otrzymały one nowe tynki, które zakryły stare rysy. W czerwcu 1962 r. roboty elewacyjne wykonano na dalszej znacznej ilości budynków. Na wielu z nich rysy potworzyły się ponownie bądź utworzyły się nowe.

Podjętą próbę wyjaśnienia rodzaju, charakteru oraz przyczyn tych uszkodzeń, należy zacząć od charakterystyki środowiska geologicznego i warunków inżyniersko-geologicznych badanego terenu.

Płock leży na prawym wysokim brzegu Wisły, na pograniczu dwóch jednostek morfologicznych mających odrębny charakter — wysoczyzny płockiej i kotliny warszawskiej. Omawiany teren badań leży na wysoczyźnie i wznosi się 100 — 105 m n.p.m. i ok. 50 m nad poziom Wisły. Przylegający do skarpy wysoczyzny niski taras rzeki znajduje się na wysokości ok. 55 m n.p.m. Obecnie rzeka na interesującym nas odcinku jest częściowo uregulowana, wykonane ostrogi odsuwają nurt rzeki (przy stanach średnich) na ok. 80 m od zbrocza, jednakże przy wysokich stanach wód rzeka podchodzi pod samą skarpe i podmywa ją. Zostały podjęte również i inne środki w celu stabilizacji skarpy: wykonano odprowadzenie wód deszczowych do rzeki bądź do kanalizacji, a samo zbrocze zostało umocnione roślinnością.

Omawiane zabezpieczenia są w pełni uzasadnione, ponieważ na terenie Płocka obserwowano od dawna i nadal są widoczne przejawy ruchów mas ziemnych, związanych z istnieniem skarpy. Jako ciekawostkę można tu podać, że w 1523 r. do Wisły stoczyła się część zamku wraz z murem obronnym od strony Wisły, jak również, że dawniej istniała ulica Nadwiślańska, której oś w tej chwili znajdowałaby się na skarpie.

Tereny, na których w chwili obecnej można obserwować czynne procesy osuwiskowe, znajdują się na SE od toru kolejowego. Ruchy tam obserwowane, to przede wszystkim osuwiska strukturalne, których płaszczyzną poślizgu jest strop ilów płoceńskich.

Skarpa na badanym odcinku ma dość jednolitą budowę. Profil jej przedstawia się następująco:

1. Warstwa nasypów o miąższości od 0,5 — 4,5 m. Wierzchnia warstwa tych nasypów, to nasypy piaszczysto-gruzowe ze znaczną zawartością humusu. Pod nimi w wielu miejscach spotyka się grunty w postaci skompresowanych namulów gliniastych o zawartości części organicznych do 15%.

2. Gleba, piaski gliniaste powstałe ze zwiędzłej gliny zwałowej o miąższości do 1 m.

3. Gлина zwałowa w postaci glin piaszczystych, barwy brązowej z cienkimi wtrąceniami piasku lub ilu. Gliny tego poziomu występują w stanie plastycznym i twaroplastycznym. Miąższość 4 — 7,5 m.

4. Kompleks pyłów i ilów pylastych przechodzących niżej w piaski, a nawet pospółki z gładzami. Miąższość kompleksu 0,4 — 1,3 m.

5. Gлина zwałowa, piaszczysta z dużymi gładzami. Występuje ona w stanie plastycznym i twaroplastycznym. Miąższość tego poziomu wynosi od 8,5 — 15 m.

6. Piaski i żwirry podmorenowe ze zwiędzłą moreną denną w spągu o miąższości do 7 m.

7. Gлина zwałowa, piaszczysta, barwy ciemnoszarej z soczewkami wyługowanych piasków. Miąższość tego poziomu 4 — 6 m.

8. Piaski drobnoziarniste podmorenowe o miąższości ok. 13 m. Pod piaskami zalegają pstrye iły płoceńskie.

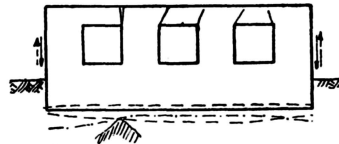
Osady plejstoceńskie osiągają średnią miąższość ok. 50 — 55 m i spoczywają na ilach płoceńskich. Pliocen na terenie Płocka jest silnie zaburzony glaci-tektonicznie, co szczególnie jasnoważnie da się zaobserwować idąc w górę rzeki od mostu kolejowego, gdzie znajdują się wschodnie iłów płoceńskich.

Woda w okolicy skarpy nie ma jednolitego ustabilizowanego zwierciadła. W wierceniach stwierdzano ją na różnych głębokościach, przeważnie w piaszczystych przewarstwieniach glin morenowych. Można jednakże spodziewać się niewielkiej ilości wody na kontakcie ilów wstęgowych z glinami zwałowymi. Należy podkreślić, że nie obserwowano na całym badanym odcinku skarpy wysięków wody. Nie obserwowano ich również w wykonanych szurfach, które przecinały skarpe.

Po scharakteryzowaniu obiektów i warunków geologicznych można przystąpić do analizy przyczyn deformacji widocznych na budynkach.

Należy zauważyć, że czynnikiem niszczącym budowlę jest niejednakowa szybkość przemieszczeń poszczególnych części budowli podczas deformacji podłoża, jeżeli deformacja podłoża i budynku zachodzi równomiernie nie wywołuje to uszkodzeń budynku. Uszkodzenia budynków mogą być spowodowane następującymi przyczynami:

1. Nierównomiernymi przesunięciami pionowymi (w dół, w górę) budynku wskutek:



Ryc. 1.

Fig. 1

1.1. Osiedzenia wywołanego niejednorodnością gruntów podłoża, albo niejednakowymi naprężeniami przekazywanymi przez różne części budowli na grunt;

1.2. Osiedzenia związanego ze zmiennością trwałych odkształceń gruntów podłoża, np. przy ich nierównomiernym nawilgoceniu „dosiadania” w rejonach lesowych, osłabienie gruntów w wyniku suffozji, rozluźnienie gruntu i osiadanie przy zmianie wilgotności.

1.3. Osiedzenia w wyniku upłynnienia piasków występujących w podłożu;

1.4. Podnoszenia budowli w wyniku objętościowych deformacji gruntów (pęcznienia ilów wskutek zmiany wilgotności, pęcznienia gruntów przy zamrażaniu);

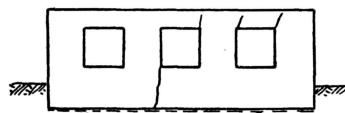
1.5. Osiedzenia związanych z istnieniem krasu na danym terenie;

1.6. Osiedzenia powierzchni podłoża nad robotami górniczymi, miejscowego osłabienia budowli przy prowadzeniu podziemnych robót itp.;

1.7. Deformacji wywołanych pośrednio pracami budowlanymi, wykonaniem wykopów, wyplukiwaniem cząstek pylastych i ilastych z gruntu przy odprowadzeniu wody itp.;

1.8. Zniszczenia spowodowanego przekroczeniem granicznych naprężeń w samej konstrukcji bez deformacji podłoża, powstałe w wyniku wad wykonawczych, niewłaściwej jakości materiałów, temperatury, nieprawidłowej eksploatacji (przeciążenie pewnych partii budowli, uszkodzeń mechanicznych itd.).

2. Niejednakowe szybkości ruchu różnych części budynku w kierunku poziomym:



Ryc. 2.

Fig. 2

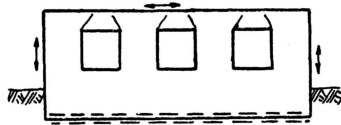
2.1. Wywołane przyczynami osuwiskowymi;

2.2. Wywołane uszkodzeniami górniczymi.

3. Nierównomierne przesunięcie części budowli w przypadku nagłego krótkotrwałego, obciążenia i prze-

ciężenia budowli wywołanego drganiami gruntu. Przyczyną ich mogą być:

Ryc. 3.
Fig. 3



- 3.1. Drgania wywołane przyczynami sejsmicznymi;
 - 3.2. Działania wojenne, wstrząsy przy kanonadzie artyleryjskiej, bombardowaniu itp.;
 - 3.3. Drgania występujące przy przejeździe ciężkich pojazdów, pracy dźwigów i maszyn wewnątrz budynku.
- Sprawą oczywistą jest, że w warunkach płockich nie działają przyczyny wymienione w punktach 1.2, 1.3, 1.5, 1.6 oraz 2.2. Pozostałe z wymienionych przyczyn mogą w Płocku występować i wywierać niszczące działanie na budynki.

Bardzo często z charakteru uszkodzenia i układu rys na budowli można odczytać jaką przyczyną spowodowane zostało uszkodzenie. Ryc. 4 pokazuje budynek zniszczony poziomymi ruchami podłoża, związanymi niewątpliwie z istnieniem skarpy.

Aby uzyskać wyniki porównywalne, wszystkie obserwowane obiekty opisywano w jednakowy sposób wypełniając formularz, którego wzór przedstawia tabela I.

Ponieważ zabudowa na badanym terenie ma charakter uporządkowany, większość budynków ma ściany równoległe i prostopadłe do skarpy. W kolumnach od 7 do 10 notowane były zniszczenia na poszczególnych ścianach, przy czym kierunki podane w tabeli oznaczają ekspozycję ściany.

Ogólny stopień zniszczeń ustalony był w taki sposób, jakby wszystkie ściany budynku tworzyły w rozwinięciu jedną płaszczyznę, której stopień zniszczeń podaje kolumna 11. Dlatego najczęściej ogólny stopień zniszczeń nie odpowiada średniej arytmetycznej zniszczeń wszystkich ścian budynku.

Stopnie skali zniszczeń ustalone zostały następująco:

- 0 — brak widocznych rys i uszkodzeń;
- 1 — rysy włoskowate o długości do 25 cm, znajdujące się przy otworach okiennych i drzwiowych na gzymsach. Ilość tego typu rys na ścianie budynku od 1 do ok. 5;
- 2 — rysy o nieznacznej szerokości i o długości 0,5 — 0,6 m występujące w ilości nie większej niż 5 — 6 rys na jednej ścianie lub duża ilość — ponad 10 rys w stopniu 1;

Tabela I

WZÓR FORMULARZA DO REJESTRACJI ZNISZCZEŃ

Nr kolejny	Adres	Rozmiary budynku	Przeznaczenie budynku	Konstrukcja budynku	Podpiwniczenie	Zniszczenie wg skali na ścianach				Ogólny stopień zniszczenia	Uwagi
						NE	SE	NW	SW		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
											Rok budowy; czas powstania zniszczeń uwagi o remontach itp., przypuszczalna przyczyna powstawania uszkodzenia, nr klatki filmowej, gdy wykonywana była fotografia obiektu.

Ryc. 4.



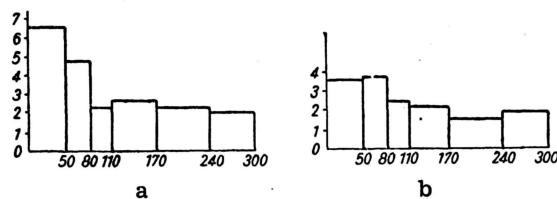
Fig. 4

- 3 — Nieznacznie rozwarłe rysy łączące między sobą 2 otwory w ilości do ok. 5 występujące z nieznaczną ilością zniszczeń w stopniu 1 i 2;
- 4 — duża ilość rys łączących z sobą 2 otwory, rysy w stopniu 1 i 2 w znacznej ilości;
- 5 — rysy łączące otwory tworzą sieć spękań obejmującą więcej niż 2 otwory. Rysa na ścianie bez otworów o rozwarciu do 3 — 5 mm;
- 6 — większe stopnie niż 5 uzależnione są od rozwarcia rysy. Przyjęto zasadę, że każdy milimetr rozwarcia rysy odpowiada jednemu stopniowi w skali i tak np.: spękania łączące 3 otwory i rozwarłe maksymalnie na 7 mm odpowiadają stopniowi 7 itd.

W rozważaniach uwzględniono również:

- a) charakter podłoża, jego własności fizyczno-mechaniczne, sprawdzane naprężenia pod budynkami przy istniejących obciążeniach, sprawdzane obliczeniowe osiadanie;
- b) istnienie szczelin dylatacyjnych w budynku, ich położenie, sztywność poszczególnych części budynku,
- c) związek między charakterem rys, a materiałem i konstrukcją (czy rysy idą spoinami cegieł, czy też przecinają cegły, czy rysy przechodzą również przez fundament itp.).

Po wykonaniu inwentaryzacji zniszczeń, badany teren podzielono na strefy o przebiegu równoległym do skarpy. Strefy te odpowiadały podziałowi, który na planie miasta dokonany jest przez biegnące równoległe do kierunku skarpy ulice. Z tego względu szerokość stref jest różna i zależy od odległości między osiami ulic. Wynosi ona od 30 do 70 m.



Ryc. 5.

a — średnie stopnie zniszczeń na ścianach prostopadłych do skarpy, b — średnie stopnie zniszczeń na ścianach równoległych do skarpy.

Fig. 5

a — averages of destruction degrees on the walls perpendicular to the scarp, b — averages of destruction degrees on the walls parallel to the scarp.

Na obszarze każdej strefy zsumowano stopnie w skali zniszczeń dla ścian równoległych i prostopadłych do skarpy, jak również ogólne stopnie zniszczenia budynków. Wyliczone średnie podaje tabela II.

Bardziej przejrzysty obraz tych wyników podaje ryc. 5. Na osi poziomej odkładano odległości w metrach od skarpy, na osi pionowej średnie stopni zniszczeń.

Z porównania tych wykresów wynika wyraźnie dominująca wielkość zniszczeń na ścianach prostopadłych do skarpy w strefach: pierwszej i drugiej. Wyraźnie też widać obszar największych zniszczeń o szerokości ok. 80 m licząc od górnej krawędzi skarpy. Poza tym obszarem, we wszystkich dalszych strefach średnie zniszczeń na ścianach równoległych i prostopadłych są jednakowe.

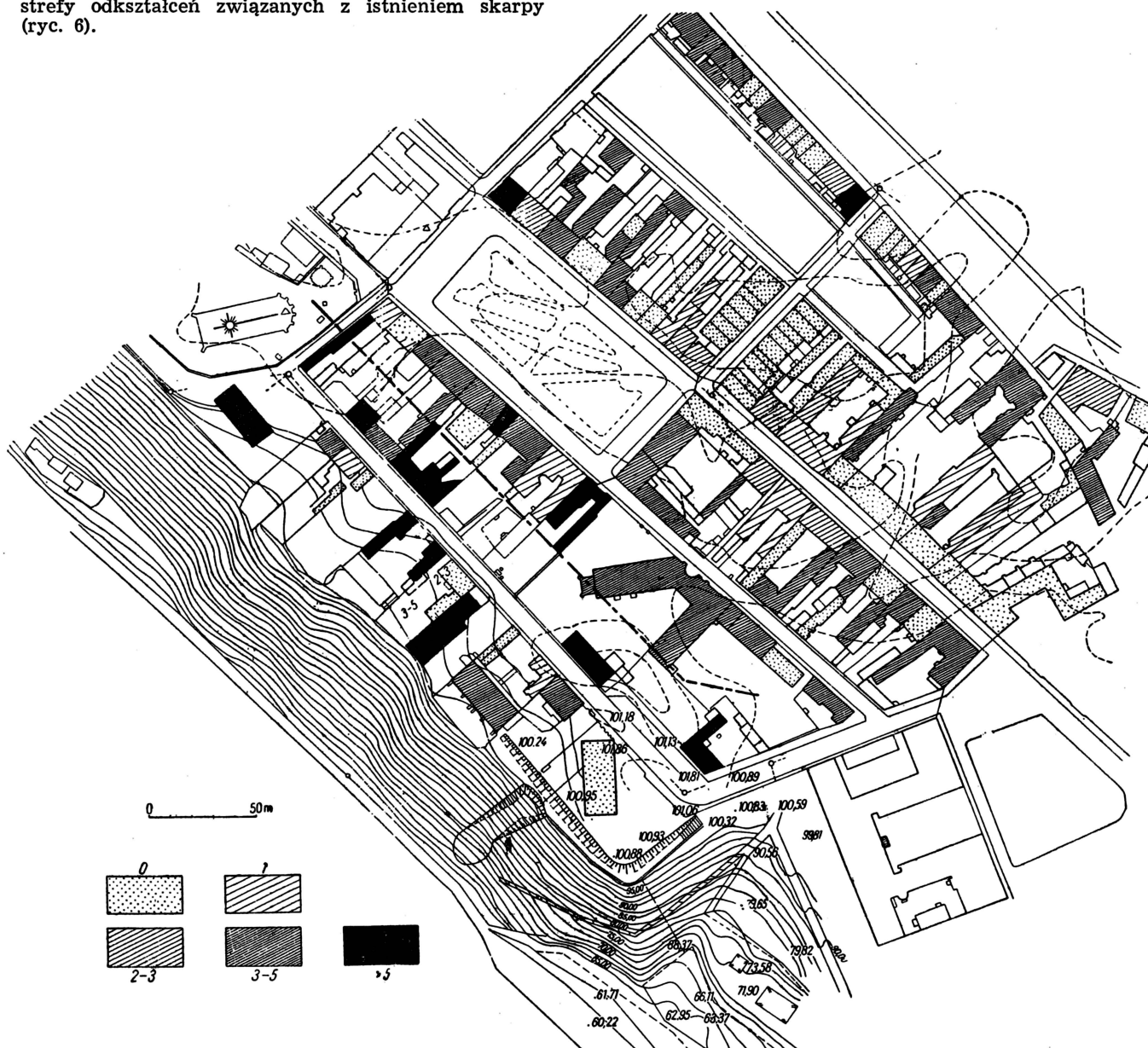
Wynika z tego, że graniczna linia strefy odkształceń związanych z istnieniem skarpy przebiega w granicach strefy drugiej, a więc w odległości 50—80 m od skarpy. Analiza rozmieszczenia zniszczonych budynków oraz uwzględnienie morfologii terenu doprowadziło do wyznaczenia przypuszczalnej granicy strefy odkształceń związanych z istnieniem skarpy (ryc. 6).

Tabela II

SREDNIE STOPNIE ZNISZCZEŃ DLA OBRANYCH STREF

Strefa	Odległość od skarpy	Średnia ogólnych zniszczeń w strefie	Średnia zniszczeń na ścianach prostopadłych do skarpy	Średnia zniszczeń na ścianach równoległych skarpy	Ilość budynków w strefie
I	0—50 m	6,10	6,50	3,65	17
II	50—80 m	6,50	4,90	3,80	18
III	80—110 m	4,40	2,22	2,35	18
IV	110—170 m	3,40	2,55	2,17	33
V	170—240 m	1,65	2,20	1,40	57
VI	240—300 m	1,73	2,00	1,75	25

Przyczyny zniszczeń w pozostałych strefach należy szukać przede wszystkim w dużym i nierównomiernym osiadaniu budynków, do którego przejścia nie była zdolna mało sztywna konstrukcja budynków na badanym terenie.



Ryc. 6. Plan obszaru badań.

Skala stopnia zniszczenia budynków:

0, 1, 2-3, 3-5, > 5. ----- przypuszczalna granica zasięgu wpływu skarpy.

Fig. 6. Plan of the area under study. Scale of degree of building destructions:

0, 1, 2-3, 3-5, > 5 ----- presumable boundary of extent of scarp influence.

Duże zniszczenie budynków poza strefę związaną z zasięgiem wpływu skarpy (widocznych na ryc. 6) da się wytłumaczyć wadami konstrukcyjnymi tych budynków.

Jest oczywiste, że budynki znajdujące się w strefie pierwszej i drugiej również są zniszczone wskutek osiadania i innych przyczyn działających równomiernie na całym terenie, jak: wady konstrukcyjne, czy starzenie się budynków, działania wojenne oraz przejazdy ciężkich pojazdów ulicami. Być może wpływ wstrząsów na budynki w rejonie skarpy jest większy niż w rejonach dalszych, ale dokładniejsza analiza tego zjawiska jest bardzo trudna wskutek niemożności ustalenia siły i ilości wstrząsów, jak również zbyt słabego teoretycznego opracowania tego zagadnienia.

Z całą pewnością można powiedzieć, że różnice zniszczeń w rejonie skarpy i w pozostałej części terenu spowodowane zostały różną szybkością ruchu skarpy w kierunku doliny Wisły. Takie pełzące ruchy, które przygotowują powstanie osuwisk niewątpliwie tu istnieją. Ich wielkość, ze względu na charakter, jest bardzo trudna do mierzenia i badania. Ustalenie ich zależności od czynników atmosferycznych, wahań wody w rzece i innych czynników jest ze względu na projektowaną budowę stopni wodnych na Wiśle sprawą bardzo istotną dla prognozy inżyniersko-geologicznej tego terenu.

WNIOSKI

Statystyczna analiza zniszczeń obiektów budowlanych pozwala na wydzielenie stref o różnej wielkości odkształceń podłoża. Odkształcenia te mogą być spowodowane różnymi przyczynami natury geologicznej

i inżyniersko-geologicznej (np. zjawiskami zboczowymi, sufozją, pęcznieniem, osiadaniami itd.).

W każdym konkretnym przypadku wyniki analizy zależą od właściwego uwzględnienia współdziałania konstrukcji budowlanej z podłożem, przedstawionego tu na przykładzie Starego Miasta w Płocku.

SUMMARY

Statistical analysis of building destructions allows to detach zones having various deformations of substratum. These deformations may be brought about by various causes of geological and engineering-geological nature, for example by slope phenomena, suffosion, swelling, settling a. o.

In each case, the results of analysis depend on the right estimation of relations existing between building construction and substratum, what is exemplified by the case of the Old City in Płock.

РЕЗЮМЕ

Статистический анализ разрушений строительных объектов позволяет определить зоны с различными деформациями основания. Эти деформации могут быть вызваны различными причинами геологического и инженерно-геологического характера (напр., деформации откосов, суффозия, набухание, просадка и т.д.).

В каждом конкретном случае результаты анализа зависят от правильного учета взаимодействия сооружения с основанием, что представлено в статье на примере квартала Старе-Място в г.Плоцк.