



mgr Grzegorz BARTNIK  
Politechnika Warszawska  
dr inż. Mirosław BUKOWSKI  
Politechnika Warszawska

## **ANALIZA PRZYCZYŃ SPEKAŃ KOŚCIOŁA PARAFIALNEGO ŚW. ROCHA W JAZGARZEWIE**

### **THE REASONS OF CRACKING OF ST. ROCH PARISH CHURCH IN JAZGARZEW**

**Streszczenie** Niniejszy artykuł omawia przyczyny powstania spękań Kościoła parafialnego p. w. Św. Rocha w Jazgarzewie. Wskazuje na drgania wywołane ruchem drogowym jako główną przyczynę dogęszczanie się piasków zalegających w poziomie posadowienia.

**Abstract** The reasons of cracking of St. Roch parish church are discussed in this paper. It exerts, that influence of road traffic vibration on compaction of sands in foundation level is the main reason of additional settlements.

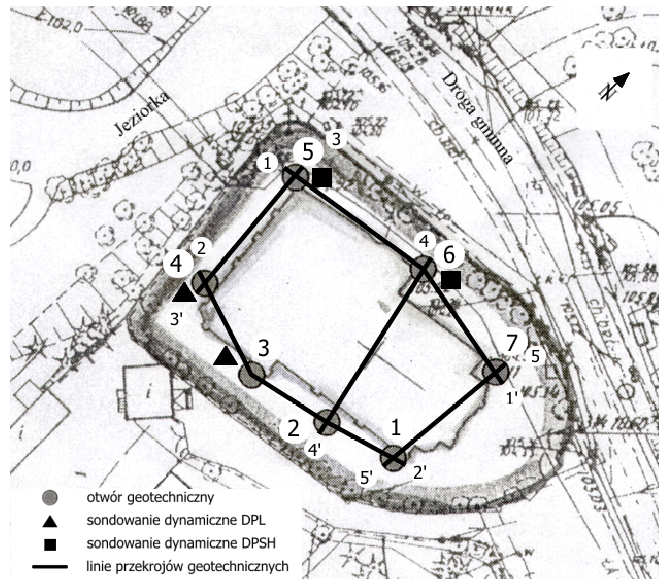
### **1. Wstęp**

Niniejszy artykuł omawia przyczyny powstania spękań Kościoła parafialnego p. w. Św. Rocha w Jazgarzewie. Przedstawia wpływ drgań wywołanych ruchem drogowym na dogęszczanie się warstwy piasków zalegających w poziomie posadowienia.

### **2. Warunki gruntowo-wodne obiektu**

Pod względem geomorfologicznym badany teren położony jest na krawędzi wysoczyzny polodowcowej. Omawiany teren jest płaski, pochylony na północny - zachód. Rzędne terenu wynoszą od 105,07 do 105,28 m npm (rys. 1). Od strony północno - zachodniej Kościół graniczy ze skarpą wysoczyzny polodowcowej. W dolinie przepływa rzeka Jeziorka. Od strony południowo - zachodniej Kościół graniczy z zabudową jednorodzinną, zaś od strony północno - wschodniej i południowo - wschodniej Kościół graniczy z drogą powiatową nr 722.

Badania geotechniczne podłoża gruntowego Kościoła obejmowały wiercenia do głębokości 20 m, sondowania dynamiczne sondami DPL i DPH oraz badania laboratoryjne.

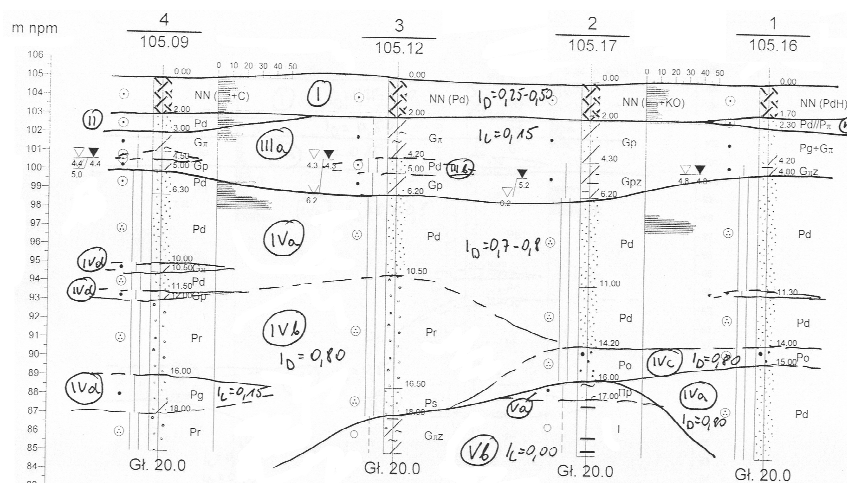


Rys.1 Plan sytuacyjny

W podłożu Kościoła występują utwory (por. rys.2 i rys.7):

- antropogeniczne (I) (nasypy),
- wodnolodowcowe górne (II) i dolne (IVa i IVb),
- lodowcowe (III),
- zastoiskowe (V).

Osady antropogeniczne to nasypy budowlane o jednorodnym składzie litologicznym – piaski drobne z kamieniami, gruzem ceglany i częściami organicznymi. Grunty nasypowe prawdopodobnie wypełniają wszelkie nierówności terenu związane z posadowieniem Kościoła na krawędzi wysoczyzny polodowcowej. Stwierdzone nasypy osiągają miąższość do 2 metrów. Grunty te występuje w stanie luźnym i średniozagęszczonym. Poniżej zalega nieciągła górna warstwa w postaci piasków drobnych wodnolodowcowych o miąższości do 1 m. Są to grunty średniozagęszczone. Podścielone są osadami zwałowymi o miąższości od 1,7 do 4,2 metra. Dużą część profilu stanowią dolne osady wodnolodowcowe (piaski, pospółki) zalegające pod osadami lodowcowymi. Maksymalna miąższość tych osadów wyniosła 15,2 metra, zaś minimalna 9,8 metra. Stopień zagęszczenia tych osadów wynosi  $I_D = 0,7-0,8$ . Grunty te są podścielone osadami zastoiskowymi bądź lodowcowymi o nieprzewierconej miąższości. Przykładowy przekrój geologiczno-inżynierski podano na rys. 2.

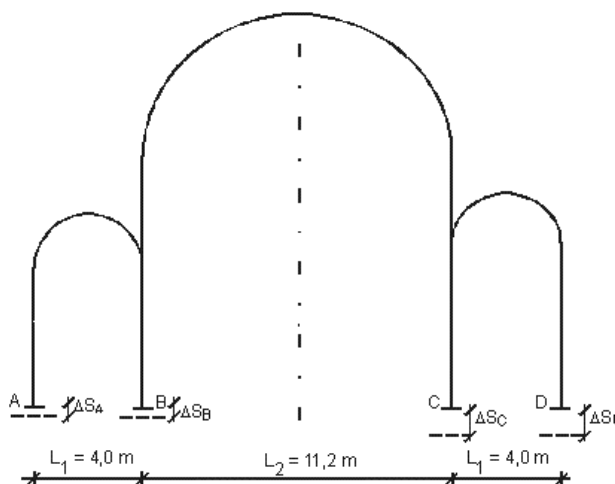


Rys.2 Przekrój geologiczno-inżynierski wzdłuż ściany południowej

Zwierciadło wody gruntowej stwierdzono na głębokości od 4,3 do 6,5 m poniżej powierzchni terenu. Zwierciadło wody układa się na rzędnej 100,0-100,8 m npm i pokrywa się z wysokością zwierciadła wody w pobliskiej rzece Jeziorce. Zwierciadło wód podziemnych (rys. 2; rys. 7) występuje w postaci swobodnej lub lekko napiętej.

### 3. Charakterystyka budynku Kościoła

Konstrukcja budynku Kościoła – ścianowa wykonana z muru ceglanego. W przekroju poprzecznym konstrukcję nośną stanowi trójprzęsłowa rama ze sklepieniami łukowymi (rys. 3).



Rys. 3. Schemat konstrukcyjny przekroju poprzecznego Kościoła.

Układ konstrukcyjny według rysunku 3 i 4 jest zaburzony przez ścianę dzwonnicy oraz kaplicę i zakrystię. Ściany zewnętrzne naw bocznych są wzmocnione niewielkimi przyporami kamiennymi. Poziom posadowienia ścian zewnętrznych naw bocznych ustalony w odkrywkach fundamentów znajduje się na głębokości ~ 1,70 m poniżej powierzchni terenu.

Widok nawy głównej i bocznej ze słupem środkowym ilustruje fot. 4.



Fot. 4 Nawa główna i boczna kościoła

Wodę deszczową z połaci dachowych odprowadza się do płytkiego (~ 0,50 m poniżej powierzchni terenu) drenażu rozsączającego wokół budynku Kościoła. Drenaż powyższy ukończono na jesieni 2005 r. Nadmiar wody z drenażu rozsączającego może odpływać sączkami umieszczonymi w murze oporowym od strony rzeki Jeziorki.

Na murach Kościoła widoczne są liczne spękania, szczególnie po stronie południowo – zachodniej. Najbardziej widoczna rysa na ścianie zewnętrznej nawy bocznej (od strony plebani, południowy – zachód) udokumentowana jest na fotografiach od 5 i 6. Rysa zlokalizowana jest między otworami geotechnicznymi 1 i 3 (rys. 2).

Początek rysy posiada kierunek ukośny (rys. 5), środek – poziomy (wzdłuż spoiny, rys. 6), w końcowej fazie przebiegu rysa przyjmuje kierunek ukośny.



Rys.5 Ukośna część zarysowania ściany zewnętrznej kościoła



Rys.6 Pozioma część zarysowania ściany zewnętrznej kościoła

Nad wejściem zewnętrznym do zakrystii widoczne jest również zarysowanie ukośne. Zarysowania występują również na sklepieniu w kaplicy oraz nad drzwiami wewnętrznymi do zakrystii, zarysowany jest również klucz sklepienia nawy środkowej. Z informacji księdza W. Zaręby wynika, że zarysowania na murach Kościoła pojawiły się przed wykonaniem instalacji rozsączającej (jesień 2005 r.). Intensywność wystąpienia zarysowań datuje się na ostatnie 2-3 lata, co można powiązać z przyrostem ruchu samochodów ciężarowych (transport mas ziemnych).

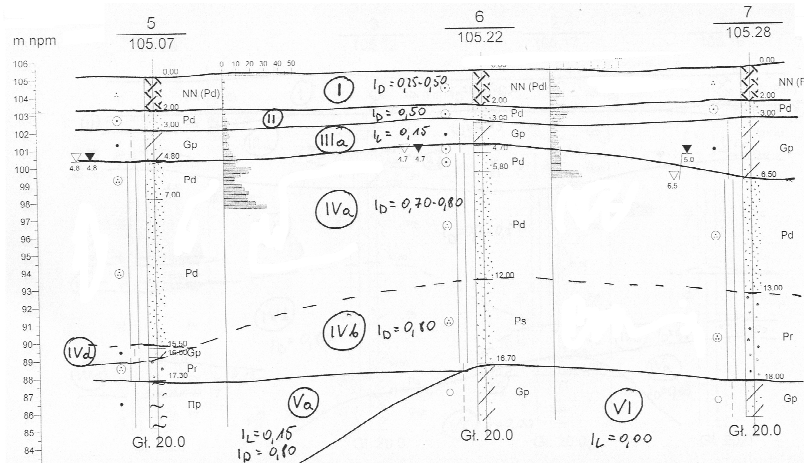
#### 4. Przyczyny spękań Kościoła

Fakt wystąpienia spękań w okresie ostatnich lat wskazuje, że przyczyn ich powstania nie należy upatrywać w ściśliwości podłoża gruntowego. Analizując przyczyny spękań murów Kościoła brano pod uwagę następujące czynniki:

- geotechniczną charakterystykę podłoża gruntowego,
- lokalizację i układ spękań konstrukcji,

- drgania od ruchu drogowego na przylegającej drodze.

Grunty występujące w poziomie posadowienia Kościoła są zróżnicowane. I tak wzdłuż ściany północnej są to piaski nasypowe i wodnolodowcowe górne (rys.7), zaś wzdłuż ściany południowej poziom posadowienia zlokalizowany jest około 0,3m powyżej stropu glin morenowych (rys.2), w obrębie piasków nasypowych.



Rys 7. Przekrój geologiczno-inżynierski wzdłuż ściany północnej

Grunty sypkie mogą zagęszczać się pod wpływem drgań (pionowych i poziomych) pochodzących od ruchu pojazdów po nawierzchni asfaltowej. Pomiary amplitudy drgań wskazują [1], że zasięg poziomy ich wpływu występuje do ~ 35,0 m licząc od krawędzi nawierzchni. Odległość najbliższej ściany zewnętrznej bocznej nawy od krawędzi nawierzchni waha się w przedziale 14 – 25 m (rys. 1). Analogiczne odległości dla przeciwległej ściany zewnętrznej zawierają się w granicach 35 – 45 m. Z powyższego wynika, że amplitudy drgań od ruchu drogowego w podłożu gruntowym pod ścianą zewnętrzną południową są małego rzędu i nie powinny powodować znaczącego dogęszczania się gruntów sypkich. W poziomie posadowienia dotyczącym tej ściany miąższość gruntów sypkich jest znikoma, z wyjątkiem ściany szczytowej od strony rzeki Jeziorki. Tak więc istnieją dwa powody ograniczające znaczenie osiadań ściany południowej:

- zbyt duża odległość od źródła drgań,
- mała miąższość w poziomie posadowienia gruntów sypkich.

Ściana zewnętrzna północna posadowiona jest na warstwie piasków drobnych o miąższości ~ 1,3 m i stopniu zagęszczenia co najwyżej  $I_D \approx 0,50$ . W fundamentowaniu przyjmuje się, że stabilne podłoże sypkie powinno charakteryzować się stopniem zagęszczenia  $I_D \geq 0,55$ . Częstotliwość drgań własnych podłużnych warstwy gruntów sypkich o tej miąższości wynosi ~ 45 Hz, dla poprzecznych ~ 25 Hz. Ruch drogowy emituje fale powierzchniowe o częstotliwości leżącej w przedziale tej drugiej częstotliwości [1]. Wynika z powyższego, że amplitudy drgań poprzecznych osiągając największe wartości jednocześnie dogęszczają piaski tej warstwy. Grunty sypkie dolne zalegające pod glinami morenowymi charakteryzują się stopniem zagęszczenia  $I_D = 0,70-0,80$  co wskazuje, że są one w tych warunkach stabilne (nie ulegają dogęszczeniu). Zgodnie z wynikami badań laboratoryjnych średnie wartości granicznych wskaźników porowatości piasków wodnolodowcowych górnych wynoszą -  $e_{max} = 0,76$ ,  $e_{min} = 0,50$ .

Przy stopniu zagęszczeniu  $I_D = 0,50$  wskaźnik porowatości naturalnej wynosi  $e_n = 0,63$ . Zakładając, że warstwa piasków drobnych osiągnie średnio  $I_D = 0,55$  co odpowiada końcowemu wskaźnikowi porowatości  $e_k = 0,62$ . Względne odkształcenie pionowe warstwy w procesie dogęszczania wyniesie [3]:

$$\varepsilon = \frac{\Delta e}{e_n + 1} = \frac{0,63 - 0,62}{1 + 0,62} = 0,00613.$$

Osiadanie warstwy w wyniku dogęszczenia osiągnie wartość  $\Delta S_D = 0,00613 \times 1300 = 8\text{mm}$ . Można przyjąć, że po ścianami C i D (rys. 3) wartość osiadania  $\Delta S_D$  będzie zbliżona. Przy założeniu

dogęszczania na poziomie  $I_D=0,60$  wartość przyrostu osiadań osiąga już wartość  $\Delta S_D = 16\text{mm}$ . Osiadanie strony południowej, z tytułu dogęszczania, najwyżej osiągnie około 23% wartości osiadań strony południowej, a więc będą to odpowiednio wartości  $\Delta S_A \approx 2\text{ mm}$  i  $\Delta S_A \approx 3\text{ mm}$ , oraz można przyjąć  $\Delta S_A \approx \Delta S_B$ . Tak więc różnica osiadań z tytułu dogęszczania wyniesie po stronie północnej co najmniej  $\Delta \Delta S_D \approx 6\text{ mm}$  oraz  $\Delta \Delta S_D \approx 13\text{ mm}$ . Dla budynków starych, murowanych przyjmuje się [2], że dopuszczalne przyrosty osiadań nie powinny przekraczać 5,0mm. Przyrosty osiadań większe od 5,0mm mogą już być przyczyną spękań, co w omawianym przypadku ma miejsce. Przyrosty osiadań  $\Delta \Delta S_D$  zgodnie z rys. 3 wywołują w górnych partiach ściany A dodatkowe ciągnięcia. Spękanie występuje więc w przekrojach o największej wartości naprężeń rozciągających, co potwierdzają rys. 5 i rys. 6. Fakt wystąpienia największych spękań bliżej ściany szczytowej – wejściowej uwarunkowany jest mniejszą odległością krawędzi jezdni od Kościoła (rys. 1). Usztywnienie ścianami zewnętrznymi – szczytowymi oraz nierównomierność dogęszczania wzdłuż Kościoła nadają spękanom kierunek ukośny.

Spękania w strefie zakrystii również potwierdzają zbieżność ich wystąpienia z obecnością warstwy piasków drobnych.

Należy podkreślić, że niska wartość wskaźnika różnoziarnistości uziarnienia ( $U=2,0$ ) oraz zawilgocenie wodą z drenażu rozsączającego zwiększają podatność piasków tej warstwy na procesy dogęszczania w wyniku działania cyklicznych naprężeń ścinających.

## 5. Środki zapobiegające dalszym spękanom

Jako sposób zabezpieczenia ścian kościoła przed wpływem drgań zaproponowano wykonanie ekranu (rowu wypełnionego materiałem izolującym) wzdłuż muru istniejącego ogrodzenia od strony drogi (rys.8). Wykonano rów o głębokości 3,0 m i następnie wypełniono płytami ze styropianem osłoniętym folią. W dnie rowu ułożono dren odprowadzający przecieki wody w kierunku rzeki Jeziorki. Jako dalszy etap prac naprawczych po stabilizacji osiadań przewiduje się wzmocnienie spękanych murów konstrukcją stalową oraz wypełnienie szczelin iniekcją.



Rys 8. Budowa styropianowego ekranu izolującego

## Literatura

1. Ciesielski R., Maciąg E.: Drgania drogowe i ich wpływ na budynki, Wyd. Kom. i Łącz., Warszawa 1990.
2. Kotlicki W., Wysokiński L.: Ochrona zabudowy w sąsiedztwie głębokich wykopów, ITB, Warszawa 2002.
3. Wiłun W.: Zarys geotechniki, Wyd. Kom. i Łącz., Warszawa 2000.