

**TNGEOTECHNIKA, Tadeusz Nitecki**

75-077 Koszalin, ul. Barlickiego 13/5

tel. 602 744 363

## **OPINIA GEOTECHNICZNA**

**dotycząca stateczności fundamentów budynku Kościoła Parafialnego  
w Malechowie**

Opracowali:

dr inż. Krzysztof Gajewski .....  
*certyfikat Polskiego Komitetu Geotechniki nr 0062/98*

mgr inż. Tadeusz Nitecki .....  
*certyfikat Polskiego Komitetu Geotechniki nr 0066/98*

Koszalin, maj-czerwiec 2015 r.

Opinię opracowano na podstawie materiałów archiwalnych oraz wyników obliczeń komputerowych stateczności ogólnej (na poślizg), wykonanych metodą Bishopa za pomocą programu Ustawalc. Dotyczy ona przyczyn geotechnicznych obserwowanych uszkodzeń murów kościoła, w opinii nie podano sposobu wykonania prac naprawczych, gdyż wymaga to dodatkowej analizy konstrukcyjnej obiektu.

#### A) Założenia do obliczeń:

- 1) Profil podłużny podłoża gruntowego oraz ścian poprzecznych budynków kościoła i skarpy (w skali nieskażonej 1:100) wykonano na podstawie przekroju geotechnicznego I-I' z dokumentacji archiwalnej (patrz Załącznik nr 1),
- 2) Parametry fizykomechaniczne warstw podłoża przyjęto do obliczeń w dwóch wariantach; „GP” – według dokumentacji archiwalnej oraz „PN” – według metodyki normy PN-81/B-03020. Zastosowano obliczeniowe (zredukowane) wartości parametrów.
- 3) Przebieg zwierciadła wody gruntowej założono jak na przekroju I-I' (linia niebieska przerywana). W gruntach poniżej Z.W.G. założono pełne nasycenie oraz wypór hydrostatyczny.
- 4) Obciążenia podłoża od ścian poprzecznych przyjęto w sposób uproszczony, jako uśredniony równomierny nacisk przekazywany na podłoże przez fundamenty ścian w poziomie ich posadowienia. Wartości obciążeń przyjęte do obliczeń były następujące: pod wschodnią ścianą szczytową kościoła – 252 kPa (z uwzględnieniem przypór od zakrystii), pod wschodnią ścianą zakrystii – 144 kPa, od przypór ścian podłużnych – 79 kPa.
- 5) Przekroje obliczeniowe podłoża opracowano w trzech wariantach; 1 – dla stanu istniejącego (patrz Załącznik nr 2), 2 – dla stanu bezpośrednio po wzniesieniu kościoła (bez warstwy nasypu budującego obecnie skarpe wschodnią – patrz Załącznik nr 3) i 3 – dla stanu bezpośrednio po wykonaniu w nasypie wykopu pod budynek zakrystii – patrz Załącznik nr 4.
- 6) Powyższe warianty symulują potencjalnie najbardziej niekorzystne sytuacje obliczeniowe dla stateczności fundamentu ściany szczytowej wschodniej.
- 7) Obliczenia komputerowe zostały wykonane według wariantu poszukiwania przez program Ustawalc położenia i parametrów tzw. krytycznych, cylindrycznych powierzchni poślizgu, czyli takich, dla których zapas stateczności, wyrażony wartością współczynnika stateczności  $F$  ma wartość najmniejszą.
- 8) Należy zaznaczyć, iż przyjęte założenia, co do wytrzymałości gruntów, obciążeń podłoża oraz wariantów przebiegu powierzchni terenu są skrajnie niekorzystne (lecz bardzo prawdopodobne) z punktu widzenia wyznaczanego w obliczeniach zapasu stateczności ogólnej podłoża.

#### B) Komentarz do uzyskanych wyników.

Na rysunkach w Załącznikach nr 2 do 4 pokazano odpowiednio wyniki obliczeń uzyskane dla poszczególnych wariantów przebiegu powierzchni terenu w skarpie wschodniej oraz dla dwóch wariantów parametrów wytrzymałościowych gruntów podłoża. Zasadnicza różnica w tym względzie dotyczy parametrów warstw pyłów i glin pylistych (warstwy 5 i 6). W wariancie „GP” przypisano tym warstwom wytrzymałość na ścinanie uzyskaną bezpośrednio z badań połowych sondą typu FVT.

Bardzo charakterystycznym efektem przeprowadzonych obliczeń jest uzyskany przebieg krytycznych, kołowych powierzchni poślizgu. We wszystkich wariantach przebiegają one przez krawędź wewnętrzną (zachodnią) skrajnej ściany szczytowej od strony skarpy. Oznacza to, że **stateczność ogólna (na poślizg) samej skarpy oraz jej podłoża nie jest w żaden sposób zagrożona** (mimo przyjętych wyżej, niekorzystnych założeń).

Oznacza to jednocześnie, że uzyskane, krytyczne powierzchnie poślizgu wyznaczają de facto zapas stateczności podłoża fundamentów ze względu na wypieranie, a więc weryfikują nośność pionową podłoża pod fundamentami. Uzyskane w obliczeniach wartości współczynnika stateczności  $F$  zbliżone do 1,0 (w zakresie 1,097 do 1,200 – patrz Zał. 3 i 4) oznaczają, że podłoże gruntowe pod fundamentem ściany szczytowej wschodniej, w szczególnych warunkach lub okresach budowy kościoła, mogło (lub też może nadal) pracować na granicy swojej nośności. Mogło temu towarzyszyć nadmierne osiadanie

podłoża, a co za tym idzie także ściany. Co przekłada się na obserwowane obecnie uszkodzenia (spękania) ścian w strefie pomiędzy głównym budynkiem kościoła a budynkiem zakrystii.

Dodatkowe, niekorzystne czynniki jakie wpływały i wpływają na zmiany właściwości gruntów budujących podłoże fundamentów kościoła zostały trafnie zdiagnozowane w geotechnicznej dokumentacji archiwalnej. Są to;

- sezonowe oraz historyczne zmiany poziomu zwierciadła wody gruntowej w podłożu,
- odprowadzanie wód opadowych z dachu kościoła bezpośrednio na teren (przez założeniem kanalizacji deszczowej),
- wykopy pod kanalizację deszczową,
- wpływ drgań od ruchu pojazdów, przenoszonych na bardzo wrażliwe warstwy gruntów pylastych i piasków drobnoziarnistych.

Czynniki te, w połączeniu z wnioskami uzyskanymi z obliczeń stateczności, pozwalają na stwierdzenie, iż **głównym problemem z posadowieniem budynku kościoła jest współpraca jego fundamentów** (które także konstrukcyjnie nie są w najlepszym stanie – narzut kamienny niespojony zaprawą) **z wrażliwym, gruntowym podłożem rodzimym.**

### C) Wnioski geotechniczne

Na podstawie analizy dokumentacji archiwalnej oraz wykonanych obliczeń, a także doświadczenia Autorów niniejszej opinii roboczej można sformułować następujące wnioski geotechniczne;

- 1) Stateczność ogólna skarpy od wschodniej części budynku kościoła nie jest zagrożona.
- 2) Jedną z przyczyn powstałych uszkodzeń konstrukcji ceglanej ścian kościoła były niewątpliwie deformacje (osiadania) podłoża gruntowego fundamentów ścian.
- 3) Deformacje te spowodowane zostały pracą podłoża gruntowego na granicy stanu nośności ze względu na wypieranie.
- 4) Sposób wykonania, konstrukcja fundamentów ścian kościoła, a także warunki gruntowo-wodne podłoża oraz dobudowa zakrystii sprzyjały w przeszłości osiągnięciu stanu granicznego nośności podłoża pod fundamentami obu ścian szczytowych budynku.
- 5) Poprawę nośności podłoża gruntowego pod fundamentami można uzyskać poprzez zastosowanie nieinwazyjnej technologii wzmocnienia podłoża, jak na przykład niskociśnieniowe zastrzyki iniekcyjne (wypełniające).
- 6) Zastosowanie takiej technologii wymagać jednak będzie przeprowadzenia dodatkowych badań geotechnicznych gruntów podłoża oraz fundamentów (odkrywki wewnątrz kościoła) pod kątem osiągnięcia skutecznego efektu wzmocnienia.

Opracowali:

*mgr inż. Tadeusz Nitecki*

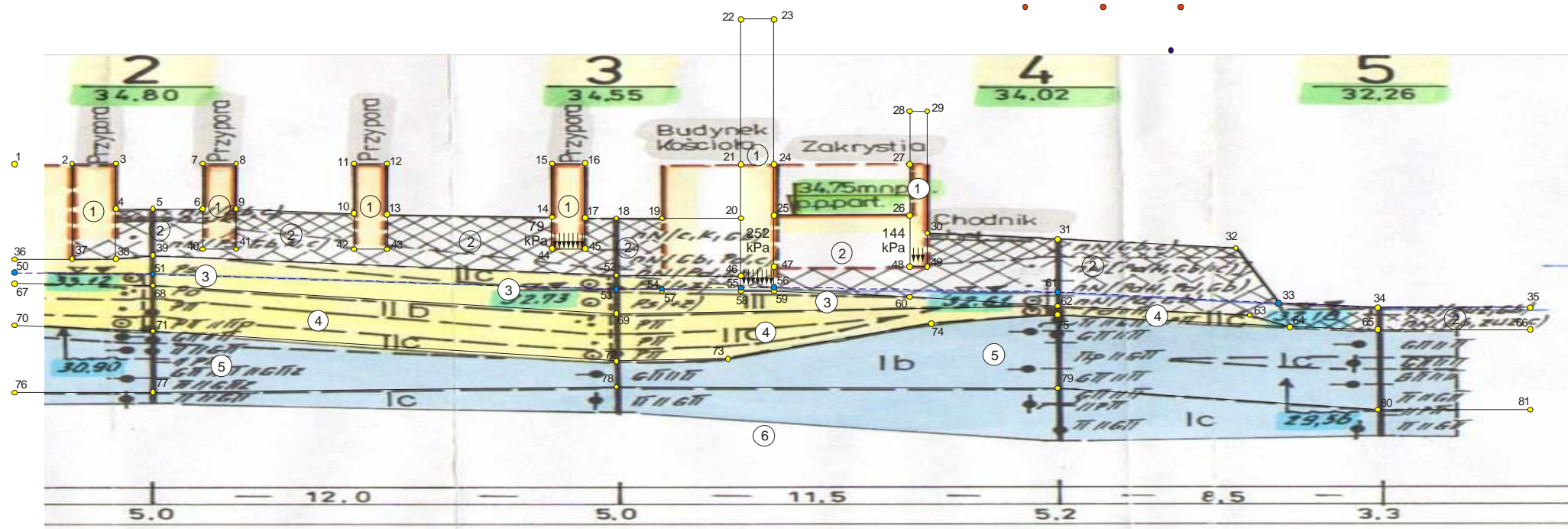
*dr inż. Krzysztof Gajewski*

*certyfiat Polskiego Komitetu Geotechniki nr 0066/98*

*certyfiat Polskiego Komitetu Geotechniki nr 0062/98*

SKALA 1:100

ZAL. 1

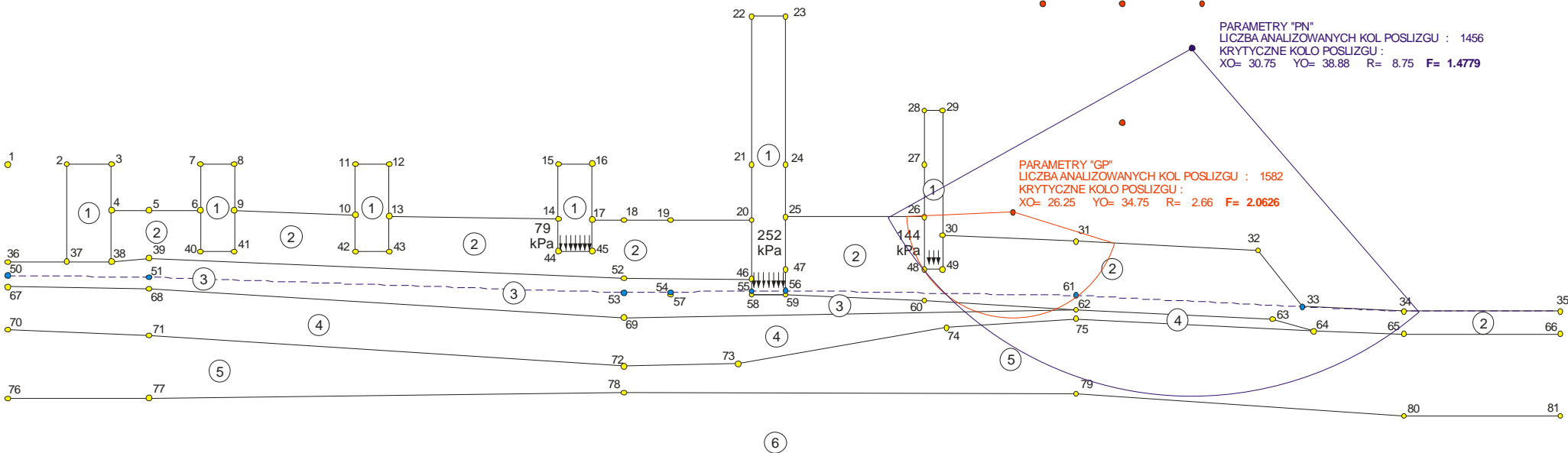


Parametry warstw, wg dokumentacji GP :

gama c fi mu  
g/cm<sup>3</sup> kPa deg --  
1 - obciążenie; 3.60 0.00 0.00 1.00  
2 - nasypy; 1.58 5.00 17.00 1.00  
3 - piaski drobne; 1.53 0.00 26.00 1.00  
4 - piaski pylaste; 1.71 0.00 27.00 1.00  
5 - pyły miłkkoplast.; 1.74 29.70 0.00 1.00  
6 - gliny pylaste, tpi; 1.80 40.40 0.00 1.00

Parametry warstw, wg normy PN-81/B-03020 :

gama c fi mu  
g/cm<sup>3</sup> kPa deg --  
1 - obciążenie; 3.60 0.00 0.00 1.00  
2 - nasypy; 1.58 5.00 17.00 1.00  
3 - piaski drobne; 1.53 0.00 26.00 1.00  
4 - piaski pylaste; 1.71 0.00 27.00 1.00  
5 - pyły miłkkoplast.; 1.74 6.20 7.60 1.00  
6 - gliny pylaste, tpi; 1.80 15.30 13.30 1.00

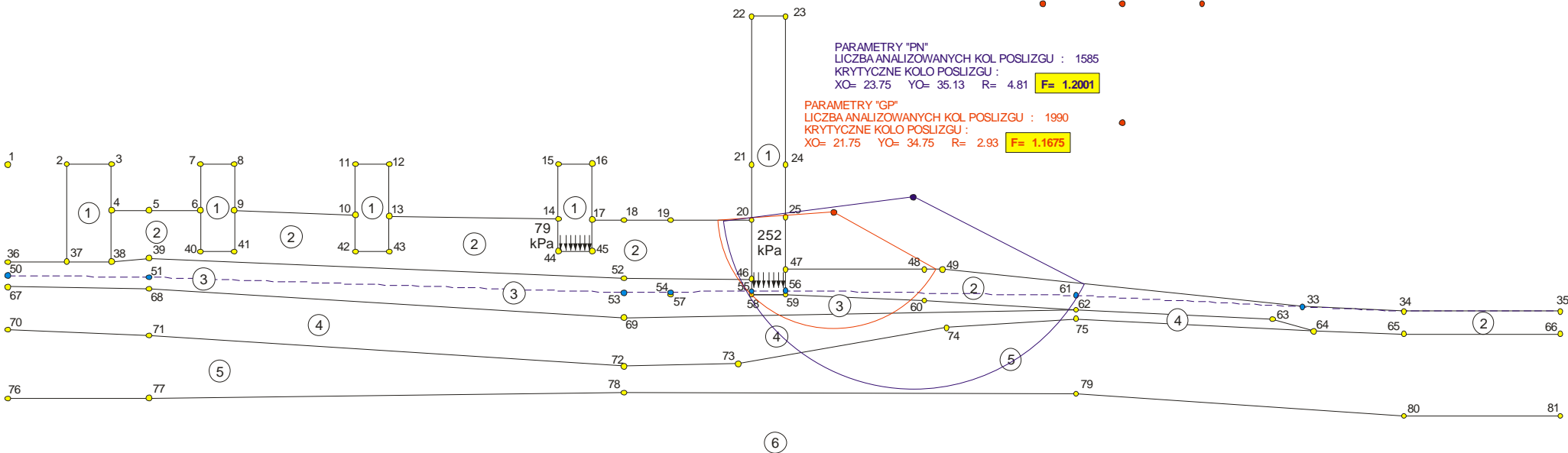


Parametry warstw, wg dokumentacji GP :

gamma c fi mu  
g/cm<sup>3</sup> kPa deg --  
1 - obciężenie; 3.60 0.00 0.00 1.00  
2 - nasypy; 1.58 5.00 17.00 1.00  
3 - piaski drobne; 1.53 0.00 26.00 1.00  
4 - piaski pylaste; 1.71 0.00 27.00 1.00  
5 - pyły miękkoplast.; 1.74 29.70 0.00 1.00  
6 - gliny pylaste, tpi; 1.80 40.40 0.00 1.00

Parametry warstw, wg normy PN-81/B-03020 :

gamma c fi mu  
g/cm<sup>3</sup> kPa deg --  
1 - obciężenie; 3.60 0.00 0.00 1.00  
2 - nasypy; 1.58 5.00 17.00 1.00  
3 - piaski drobne; 1.53 0.00 26.00 1.00  
4 - piaski pylaste; 1.71 0.00 27.00 1.00  
5 - pyły miękkoplast.; 1.74 6.20 7.60 1.00  
6 - gliny pylaste, tpi; 1.80 15.30 13.30 1.00



Parametry warstw, wg dokumentacji GP :

	gamma	c	fi	mu
g/cm <sup>3</sup> kPa deg --				
1 - obciążenie;	3.60	0.00	0.00	1.00
2 - nasypy;	1.58	5.00	17.00	1.00
3 - piaski drobne;	1.53	0.00	26.00	1.00
4 - piaski pylaste;	1.71	0.00	27.00	1.00
5 - pyły miłkkoplast.;	1.74	29.70	0.00	1.00
6 - gliny pylaste, tpi;	1.80	40.40	0.00	1.00

Parametry warstw, wg normy PN-81/B-03020 :

	gamma	c	fi	mu
g/cm <sup>3</sup> kPa deg --				
1 - obciążenie;	3.60	0.00	0.00	1.00
2 - nasypy;	1.58	5.00	17.00	1.00
3 - piaski drobne;	1.53	0.00	26.00	1.00
4 - piaski pylaste;	1.71	0.00	27.00	1.00
5 - pyły miłkkoplast.;	1.74	6.20	7.60	1.00
6 - gliny pylaste, tpi;	1.80	15.30	13.30	1.00

