



**EKSPERTYZA GEOLOGICZNA  
ORAZ KONCEPCJA ZABEZPIECZENIA  
SKARPY NASYPU DROGOWEGO  
DLA PROJEKTU PRZEBUDOWY  
ODCINKA DK 17 ŁABUNIE REFORMA – POLANÓWKA  
OD KM 192+640 DO KM 192+830**

***CZĘŚĆ II – KONCEPCJA ZABEZPIECZENIA SKARPY***

**Zlecniodawca:** *Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad oddział w Lublinie  
ul. Ogrodowa 21, 20-075 Lublin*

**Temat nr:** *26/3901/15*

***Opracowanie:***

dr inż. Józef Mirecki

*upr. geol. nr VI – 0351*

*upr. Bud. Nr MAZ/0522/PWOH/14*

mgr Katarzyna Klukowska

*upr. geol. nr VII-1508*

***Vice-Prezes GEOTEKO***

dr inż. Tadeusz Barański

Warszawa, maj 2015

## **SPIS TREŚCI**

<b>1. PODSTAWA OPRACOWANIA .....</b>	<b>2</b>
<b>2. PRZEDMIOT I ZAKRES OPRACOWANIA .....</b>	<b>2</b>
<b>3. CHARAKTERYSTYKA STAREGO NASYPU DROGOWEGO (STRONA PRAWA) .....</b>	<b>2</b>
<b>4. SPOSÓB ZABEZPIECZENIA NASYPU DROGOWEGO.....</b>	<b>4</b>

## **ZAŁĄCZNIKI**

<b>Załącznik 1 -</b>	<b>Mapa dokumentacyjna</b>
<b>Załącznik 2</b>	<b>Schematy zabezpieczenia skarpy (dwa warianty)</b>
<b>Załącznik 3</b>	<b>Obliczenia stateczności</b>

## 1. Podstawa opracowania

Niniejsze opracowanie zostało wykonane przez GEOTEKO Projekty i Konsultacje Geotechniczne Sp. z o.o. (ul. Wałbrzyska 14/16, 02-739 Warszawa) na zlecenie Generalnej Dyrekcji Dróg Krajowych i Autostrad, Oddział w Lublinie (ul. Ogrodowa 21, 20-075 Lublin), w ramach umowy nr GDDKiA-O/LU-I-4/2015/U-3/02/ekspertyza\_Ł-P/2015 z dnia 12.02.2015r (nr Geoteko 26/3901/15).

Opracowanie to powstało w oparciu o analizę badań geotechnicznych wykonanych przez firmę Geoteko w kwietniku 2015 oraz materiały i informacje przekazane przez Inwestora.

## 2. Przedmiot i zakres opracowania

Z informacji Inwestora wynika, że w czerwcu 2014 roku, po rozpoczęciu rozbudowy drogi krajowej nr 17 pomiędzy miejscowościami Łabunie Reforma – Polanówka, od km 192+640 do km 192+830 zauważono podłużne pęknięcia asfaltowej nawierzchni starej jezdni, ułożonej na nasypie. Pęknięcia były zlokalizowane w odległości ok. 0.5m od krawędzi jezdni.

Po oczyszczeniu skarpy nasypu z krzewów, wycięciu drzew i odhumusowaniu stwierdzono, że proces degradacji skarpy postępuje (powiększa się rozwartość szczelin w nawierzchni). Ustalono, że zagrożenie utratą stateczności dotyczy ok. 190m odcinka starego nasypu drogowego, od km 192+640 do km 192+830, gdzie nasyp drogowy jest najwyższy, a w projekcie rozbudowy drogi przewidziano jego poszerzenie.

Wyjaśnienie przyczyn powstania tych pęknięć oraz opracowanie sposobu zabezpieczenia nasypu drogowego jest przedmiotem II części niniejszej ekspertyzy.

Ta część ekspertyzy określa przyczyny powstania uszkodzeń nawierzchni drogi oraz sposoby zabezpieczenia nasypu drogowego, starego i nowego (rozwiązania wariantowe) wraz z warunkami technicznymi wykonania tych zabezpieczeń.

## 3. Charakterystyka starego nasypu drogowego (strona prawa)

Z części I niniejszej ekspertyzy wynika, że nasyp drogowy DK-17 na odcinku km 192+640 ÷ 192+830 zbudowany jest głównie z glin pylastych z pyłem. Można w nim wydzielić, pod względem wytrzymałości dwie warstwy geotechniczne tj.:

- gliny będące w stanie plastycznym ( $I_L=0.3-0.5$ ) – warstwa Ia,

Zleceniodawca: GDDKiA oddział Lublin Wykonawca: Geoteko Sp. z o.o.	<b>Ekspertyza geologiczna oraz koncepcja zabezpieczenia skarp dla potrzeb projektu przebudowy DK 17 Łabunie Reforma – Polanówka od km 192+640 do km 192+830 Część II – Koncepcja zabezpieczenia skarpy</b>
\\Freenas\Roboczy\2015\26-3901-15 DK17\Koncepcja zabezpieczenia\Tekst\26-15- Koncepcja zabezpieczenia skarpy.doc	nr tematu: 26/3901/15 data: maj 2015 Strona: 2

- gliny w stanie twardoplastycznym ( $I_L=0.0-0.25$ ) – warstwa Ib.

Grunty naturalne, znajdujące się w podłożu nasypu drogowego, są podobne do gruntów w nasypie. Są to warstwy: IIa – gliny plastyczne i IIb gliny twardoplastyczne. Głębiej zalega rumosz gliniasty margli, który na ogół jest w stanie twardoplastycznym i półzwałym.

Przekroje geotechniczne obrazujące budowę nasypu drogowego oraz jego podłoża przedstawiono w I części ekspertyzy geologicznej.

W trakcie wierceń stwierdzono, że gliny w nasypie są często bardzo wilgotne, a lokalnie (w jednym otworze) występowało sączenie wody.

Z powyższego wynika, że w miarę stabilnym gruntem w nasypie jest warstwa Ib (grunty w stanie twardoplastycznym). Podobnie jest z gruntem podłoża nasypu, gdzie warstwa IIb jest gruntem stabilnym. Grunty słabonośne to grunty warstw I a i II a (grunty w stanie plastycznym).

Wykonane obliczenia współczynników stateczności w przekrojach badawczych, które przedstawiono w I części niniejszej ekspertyzy, wykazały, że:

- Najniższe wartości współczynników stateczności oscylują wokół wartości  $F=1$ , niewiele ją przekraczając, a w jednym przypadku  $F=0.96$  (przekrój P62). Dowodzi to, że skarpa nasypu jest w stanie granicznym, co potwierdzają obserwacje jej stanu.
- Krzywe poślizgu dla najniższych wartości współczynników stateczności w zasadzie znajdują się tylko w nasypie i obejmują najsłabszą warstwę gruntu. Wyjątek stanowią przekroje P59 i P62, w których krzywe poślizgu wchodzi także w słabą warstwę gruntu podłoża. Można z tego wnioskować, że podłoże jest stateczne, z wyjątkiem przypadków kiedy w wierzchniej warstwie znajdują się grunty słabe. Zagrożeniem dla nasypu jest utrata stateczności samej skarpy.
- Dolne podcięcia skarpy wpływają niekorzystnie na wartość współczynników stateczności, np. przekroje: P59, P60, P61, P62 i P65. Podcięcia te były wykonane dla utworzenia drogi technologicznej.

Z powyższego wynika, że przyczyną obserwowanych pęknięć nawierzchni jezdni na starym nasypie i potencjalnego zagrożenia utraty stateczności skarpy nasypu drogowego jest plastyczny stan gruntu w tym nasypie. Zagrożenie to wzrasta podczas opadów atmosferycznych ze względu na bardzo małą przepuszczalność gruntów nasypu i trudności z odprowadzeniem wody opadowej. Woda ta okresowo pogarsza jeszcze stan gruntu i dlatego lokalnie mogą występować

Zleceniodawca: GDDKIA oddział Lublin Wykonawca: Geoteko Sp. z o.o.	<b>Ekspertyza geologiczna oraz koncepcja zabezpieczenia skarp dla potrzeb projektu przebudowy DK 17 Łabunie Reforma – Polanówka od km 192+640 do km 192+830 Część II – Koncepcja zabezpieczenia skarpy</b>
\\Freenas\Roboczy\2015\26-3901-15 DK17\Koncepcja zabezpieczenia\Tekst\26-15-Koncepcja zabezpieczenia skarpy.doc	nr tematu: 26/3901/15 data: maj 2015
	Strona: 3

nawet gliny w stanie miękkoplastycznym. Taka sytuacja będzie szczególnie niebezpieczna w czasie realizacji robót ziemnych związanych z modernizacją drogi.

#### 4. Sposób zabezpieczenia nasypu drogowego

W ramach modernizacji drogi DK-17 na odcinku km 192+640 ÷ 192+830 stary nasyp drogowy powinien być poszerzony, szczególnie dotyczy to przekrojów P63, P64, P65 i P66.

W projekcie przewidziano, że poszerzenie istniejącego nasypu zostanie wykonane z gruntów niespoistych (piasków).

Jak wykazano w I części niniejszej ekspertyzy stary nasyp drogowy zbudowany jest częściowo z gruntów słabonośnych (gliny pylaste w stanie plastycznym) i wymaga wzmocnienia tej warstwy. Lokalnie wzmocnienia wymaga także warstwa IIb gruntów podłoża.

Wzmocnienie gruntu w korpusie istniejącego nasypu drogowego konieczne jest dla zapewnienia;

- dobrej współpracy zewnętrznej dobudowanej części nasypu z częścią starą,
- zachowania stateczności skarp tej części nasypu, która nie wymaga poszerzenia.

Praktycznie na całym analizowanym odcinku w nasypie drogowym występują grunty słabonośne (warstwa Ia – gliny pylaste w stanie plastycznym), które nie stanowią dobrego podłoża konstrukcji podbudowy i nawierzchni projektowanej drogi. Dlatego też przed poszerzeniem nasypu powinny być wykonane zabiegi poprawiające stan gruntu starego nasypu, a w szczególności warstwy Ia.

Dla bezpiecznej modernizacji istniejącego nasypu drogowego można wykonać następujące zabiegi techniczne poprawiające stan słabej warstwy Ia lub zabezpieczając tę warstwę;

1. Wzmocnienie gruntu metodą głębokiego mieszania, tzw. DSM (Deep Soil Mixing) (Załącznik 2.1), wykonywaną na sucho. Metoda ta jest bardzo skuteczna w podobnych gruntach i w podobnych warunkach. Była już wielokrotnie stosowana w podobnych okolicznościach. Polega ona na wprowadzeniu w grunt za pomocą mieszadła suchej mieszaniny wapna i cementu i wytworzeniu w ten sposób w podłożu gruntowym kolumn o średnicy 30÷60cm (w zależności od średnicy mieszadła). Kolumny, w których naturalny grunt jest wymieszany z suchą mieszaniną wapna i cementu osiągają znaczną wytrzymałość na ścinanie i mogą przenosić znaczące obciążenia pionowe

Zleceniodawca: GDDKIA oddział Lublin Wykonawca: Geoteko Sp. z o.o.	<b>Ekspertyza geologiczna oraz koncepcja zabezpieczenia skarp dla potrzeb projektu przebudowy DK 17 Łabunie Reforma – Polanówka od km 192+640 do km 192+830 Część II – Koncepcja zabezpieczenia skarpy</b>
\\Freenas\Roboczy\2015\26-3901-15 DK17\Koncepcja zabezpieczenia\Tekst\26-15- Koncepcja zabezpieczenia skarpy.doc	nr tematu: 26/3901/15 data: maj 2015 Strona: 4

oraz naprężenia ścinające. Grunt spoisty w kolumnie i w jej otoczeniu zmniejsza swoją wilgotność (na skutek absorpcyjnych właściwości wapna) i poprawia swój stan, np. z plastycznego na twardoplastyczny. Kolumny wykonywane są np. w siatce trójkątów lub kwadratów o boku od 1.5 do 3.0m. Tego typu wzmocnienie podłoża realizują na ogół (projektowanie i wykonawstwo) specjalistyczne przedsiębiorstwa i firmy budowlane. Należy dodać, że w analizowanym przypadku można będzie wykonać wzmocnienie pod koroną nasypu. Trudniej będzie wykonać to pod skarpą.

2. Wykonanie nasypów przewidzianych w ramach modernizacji bez wglębnego wzmocnienia podłoża ale z następującymi uwarunkowaniami (Załącznik 2.2):

- nasyp z piasku, stanowiący poszerzenie istniejącego nasypu drogowego powinien być posadowiony na stabilnym podłożu, np. warstwy Ib,
- połączenie nowego nasypu z piasku ze starym nasypem z gliny (tzw. szew roboczy) powinno odbyć się metodą schodkowania starego nasypu,
- w schodkach wykonywanych w starym nasypie nie może być stopni o ścianach pionowych, powinny one mieć nachylenie ok. 1:2, szczególnie w warstwie Ia. W warstwie Ib mogą być bardziej strome,
- na styku starego i nowego nasypu wskazane jest ułożenie geowłókniny o właściwościach separacyjnych i filtracyjnych,
- należy zdrenować podbudowę nowej jezdni w miejscach gdzie wbudowany jest piasek i potencjalnie tworzy on bezodpływowe zbiorniki wody opadowej. Można to wykonać poprzez wymianę gruntu pod starą jezdnią na piasek i połączenie tej warstwy z dobudowaną warstwą drenażową,
- zmianą nachylenia skarp nasypu drogowego z 1:1.5 do 1:2

Należy dodać, że wykonane kontrolne obliczenia statyczne wykazały, że:

- podłoże nasypu jest stateczne,
- wymiana gruntu pod skarpą i poszerzenie nasypu o warstwę piasku powoduje wzrost współczynnika stateczności do wartości  $F > 1.2$ , przy czym dotyczy to krzywej poślizgu przechodzącej pod skarpą w warstwie piasku wymienionego lub dodanego do starego nasypu.

Zleceniodawca: GDDKiA oddział Lublin Wykonawca: Geoteko Sp. z o.o.	<b>Ekspertyza geologiczna oraz koncepcja zabezpieczenia skarp dla potrzeb projektu przebudowy DK 17 Łabunie Reforma – Polanówka od km 192+640 do km 192+830 Część II – Koncepcja zabezpieczenia skarpy</b>
\\Freenas\Roboczy\2015\26-3901-15 DK17\Koncepcja zabezpieczenia\Tekst\26-15- Koncepcja zabezpieczenia skarpy.doc	nr tematu: 26/3901/15 data: maj 2015 Strona: 5

Z przedstawionych wyżej dwóch sposobów zabezpieczenia starego nasypu drogowego do realizacji zaleca się sposób drugi. Metoda pierwsza (kolumny DSM) nie zapewnią wzmocnienia całego korpusu starego nasypu drogowego (jedynie pod koroną) i ze względu na mały zakres robót nie jest ekonomicznie uzasadniony.

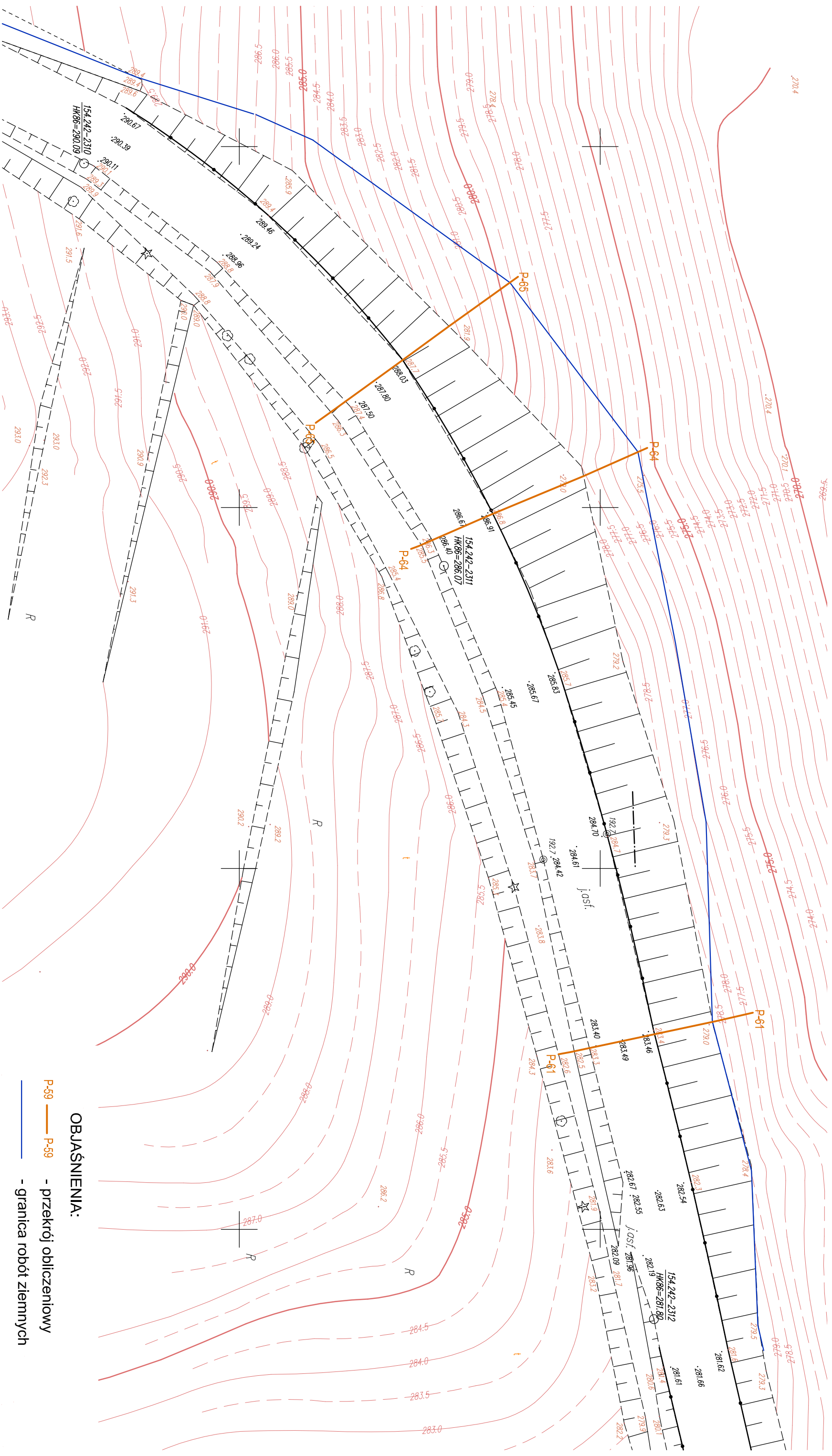
Zleceniodawca GDDKIA oddział Lublin Wykonawca: Geoteko Sp. z o.o.	<b>Ekspertyza geologiczna oraz koncepcja zabezpieczenia skarp dla potrzeb projektu przebudowy DK 17 Łabunie Reforma – Polanówka od km 192+640 do km 192+830 Część II – Koncepcja zabezpieczenia skarpy</b>
\\Freenas\Roboczy\2015\26-3901-15 DK17\Koncepcja zabezpieczenia\Tekst\26-15- Koncepcja zabezpieczenia skarpy.doc	nr tematu:26/3901/15 data: maj 2015 Strona: 6

**ZAŁĄCZNIKI**



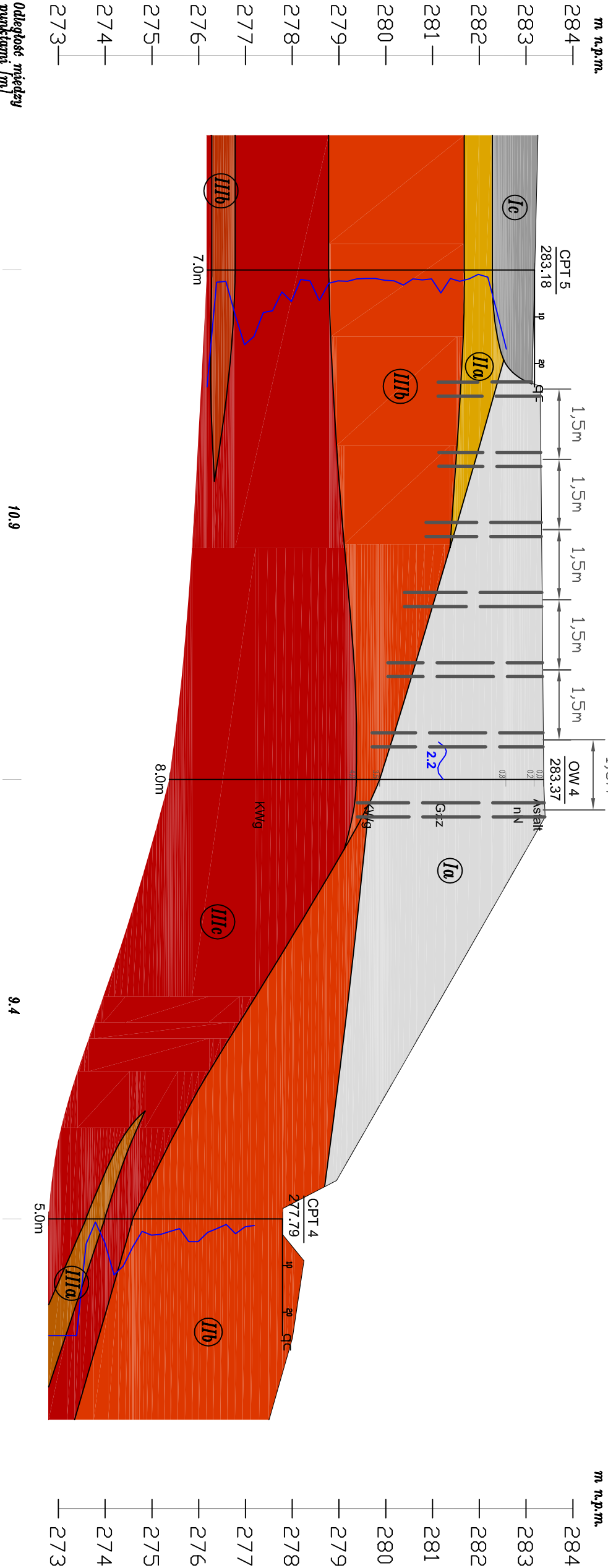
# skala 1:500

# Zat.1



PRZESZKROJ P-61

Skala 1: 100/100



Nr warstwy	Rodzaj gruntu	I <sub>D</sub>	I <sub>L</sub>
Ia	nB(Gπ,Π)	-	0,3-0,5
Ib	nB(Gπ,Π)	-	0,0-0,25
Ic	n <sup>B</sup> (P <sub>S</sub> //P <sub>G</sub> )	>0,7	-
IIa	Gπ,Π	-	0,3-0,5
IIb	Gπ,Π	-	0,0-0,25
IIIa	KWg	-	0,3-0,5
IIIb	KWg	-	0,0-0,25
IIIc	KWg (SM)	-	<0,0

**Geotekno**  
Sp. z o.o.  
Projekt i konsultacje Geotechniczne  
02-759 Warszawa, ul. Włodzyńska 14/16

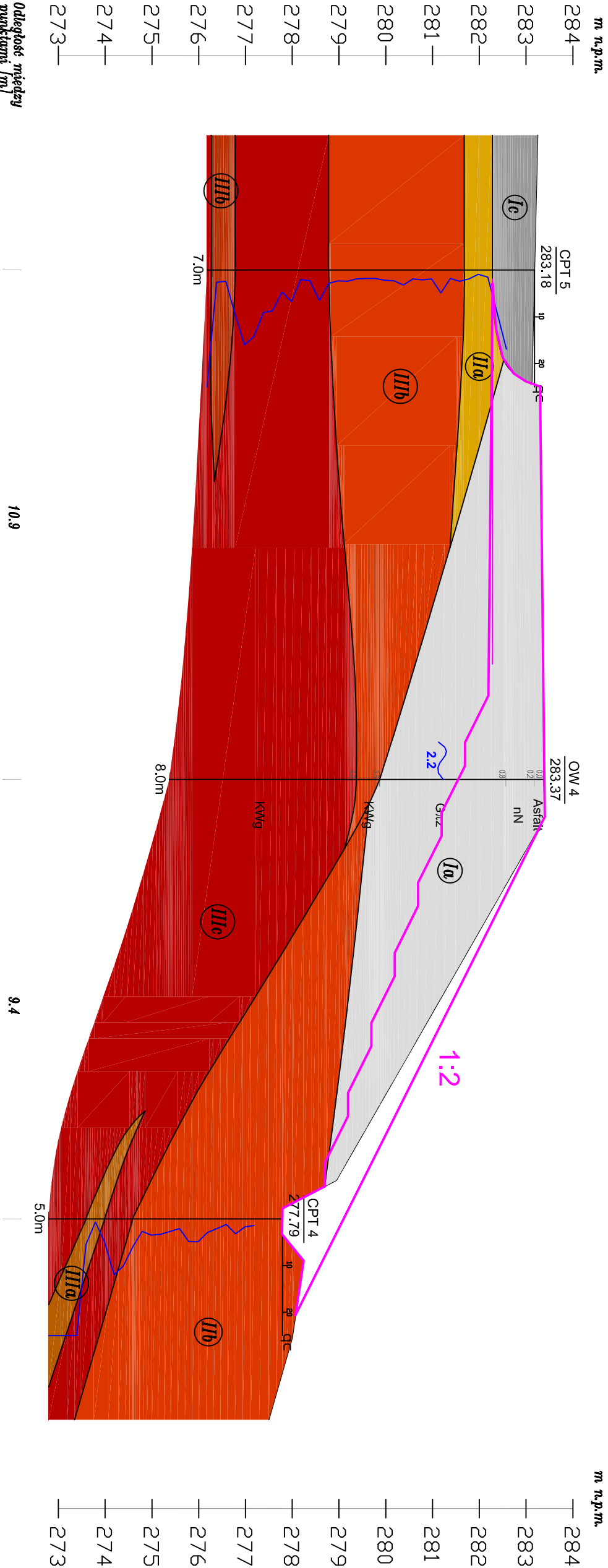
**TEMAT:** koncepcja zabezpieczenia skarp  
DK-17 Łącznie Reforma – Polanówka

**TYTUŁ:** Schemat wykonania kolumn cementowo-wapiennych w przekroju P-61

Skala 1: 100/100      **Załącznik 2.1**

PRZESKROJ GEOTECHNICZNY P-61

Skala 1: 100/100



Nr warstwy	Rodzaj gruntu	I <sub>D</sub>	I <sub>L</sub>
Ia	nB(G $\pi$ , II)	-	0,3-0,5
Ib	nB(G $\pi$ , II)	-	0,0-0,25
Ic	n <sup>B</sup> (P <sub>s</sub> //P <sub>g</sub> )	>0,7	-
IIa	G $\pi$ , II	-	0,3-0,5
IIb	G $\pi$ , II	-	0,0-0,25
IIIa	KWg	-	0,3-0,5
IIIb	KWg	-	0,0-0,25
IIIc	KWg (SM)	-	<0,0

— - granice obszaru wymiany gruntu

Wbudowany grunt:  
P<sub>s</sub>  
I<sub>D</sub>=0,7  
 $\phi$ =34,5°  
C<sub>u</sub>=0kPa  
 $\rho$ =1900kg/m<sup>3</sup>

**Geotekno** Sp. z o.o.  
Projekt i konsultacje geotechniczne  
02-759 Warszawa, ul. Włodzyńska 14/16

**TEMAT:** koncepcja zabezpieczenia skarp  
DK-17 Łąbunie Reforma – Polanówka

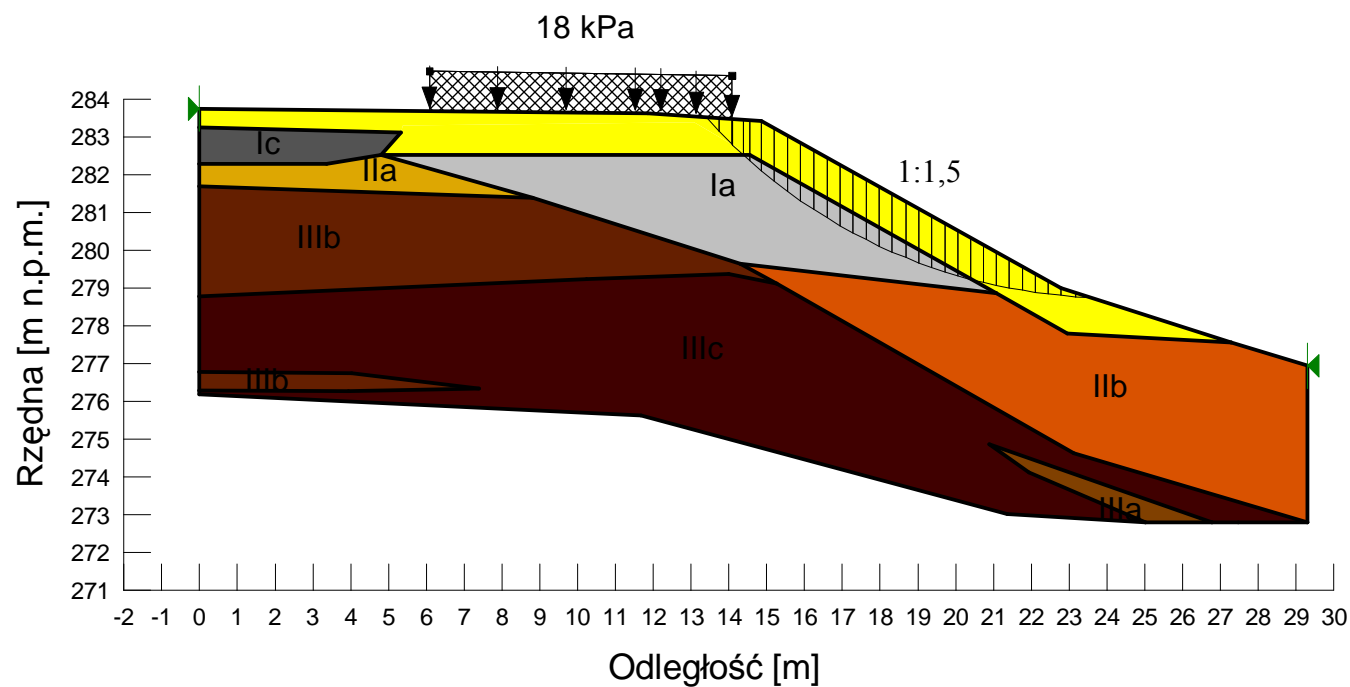
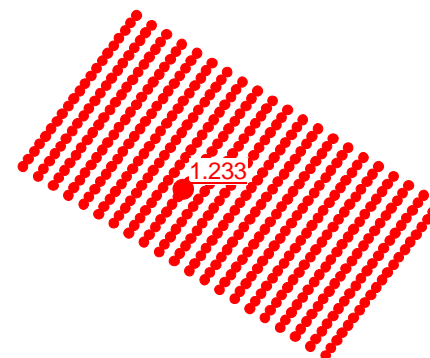
**TYTUŁ:** Schemat wykonania wymiany gruntu  
oraz nadbudowy w przekroju P-61

Skala 1: 100/100      **Załącznik 2.2**

TEMAT: BADANIA GEOTECHNICZNE DK-17 ŁABUNIE  
REFORMA - POLANÓWKA

PRZEKRÓJ P61  
WYMIANA CZĘŚCIOWA

Program obliczeniowy: SLOPE/W Analysis  
Metoda obliczeniowa: Morgenstern-Price



GRUNT  
WBUDOWANY  
Ps  
Id=0,7  
 $\phi=34,5$  stopni  
Cu=0  
 $\rho=1900\text{kg/m}^3$

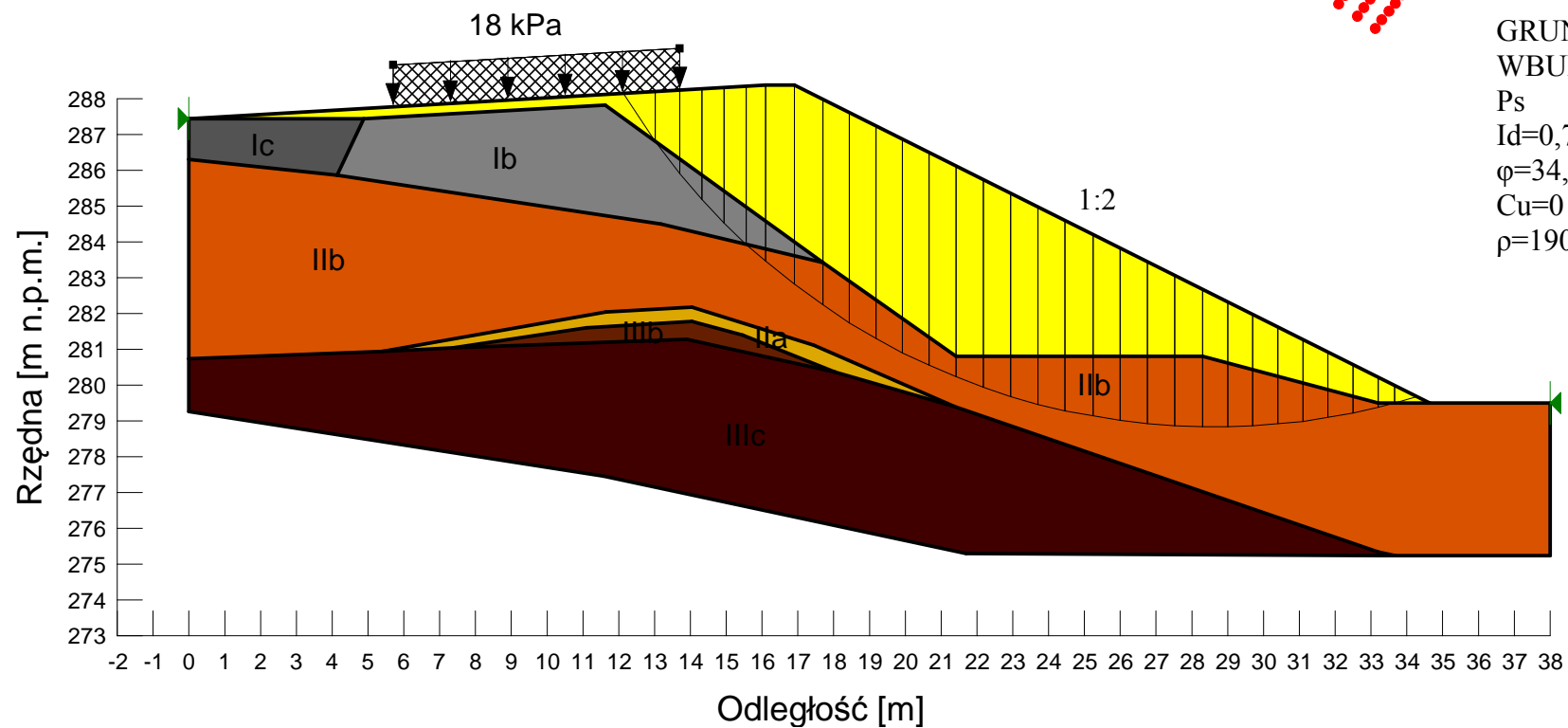
TEMAT: BADANIA GEOTECHNICZNE DK-17 ŁABUNIE  
REFORMA - POLANÓWKA

PRZEKRÓJ P65

WYMIANA CZĘŚCIOWA - ZMIANA NACHYLENIA SKARPY

Program obliczeniowy: SLOPE/W Analysis

Metoda obliczeniowa: Morgenstern-Price

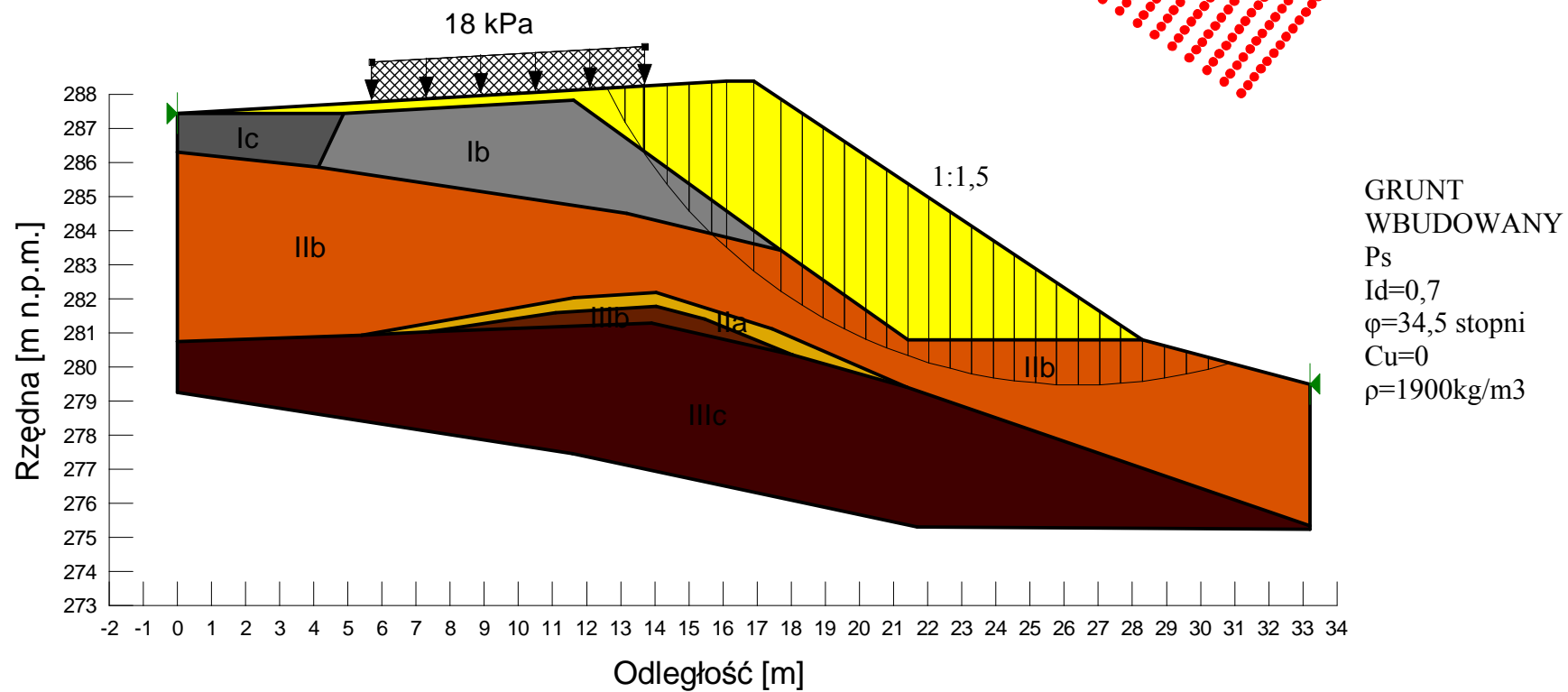


GRUNT  
WBUDOWANY  
Ps  
Id=0,7  
 $\phi=34,5$  stopni  
Cu=0  
 $\rho=1900\text{kg/m}^3$

TEMAT: BADANIA GEOTECHNICZNE DK-17 ŁABUNIE  
REFORMA - POLANÓWKA

PRZEKRÓJ P65  
WYMIANA CZĘŚCIOWA

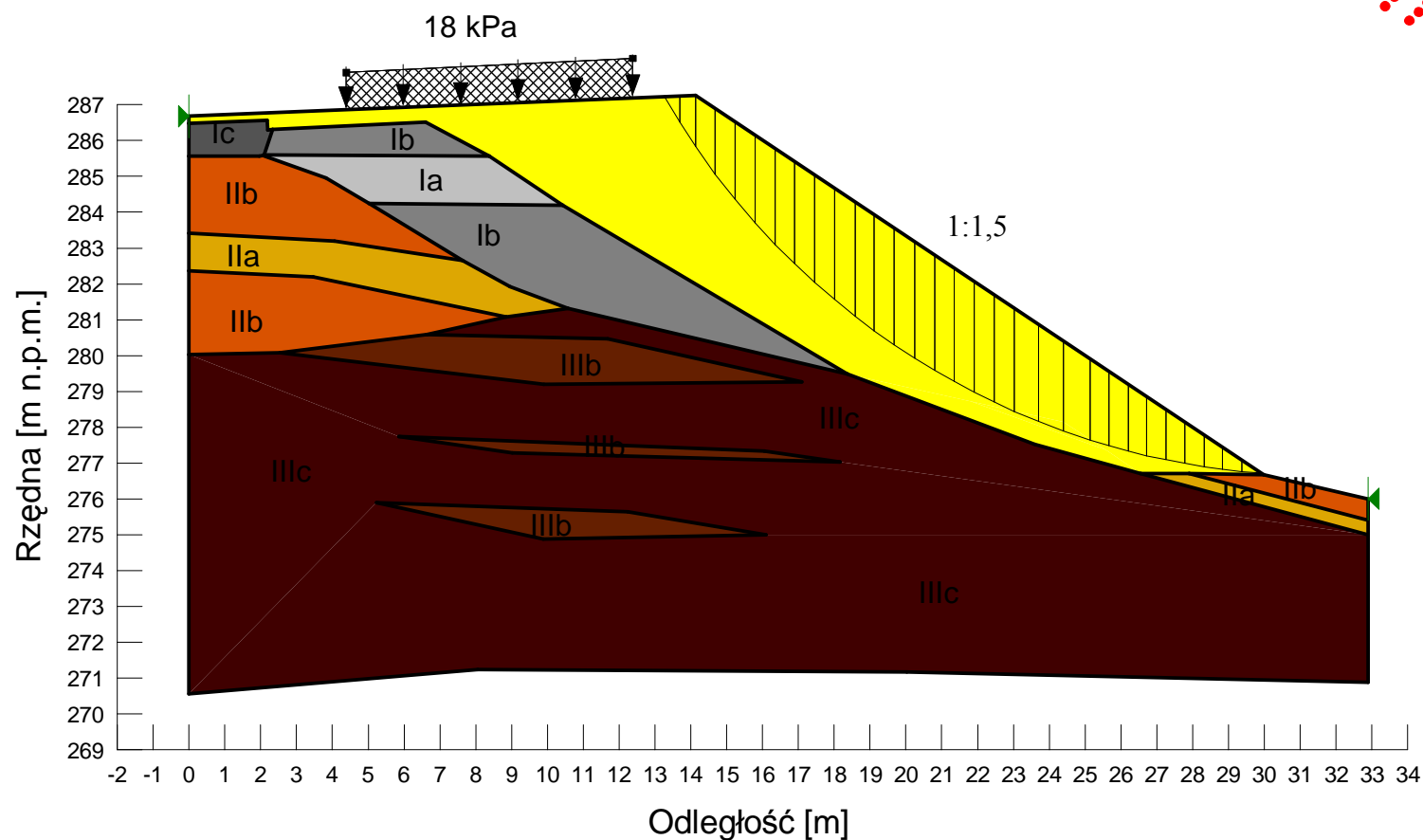
Program obliczeniowy: SLOPE/W Analysis  
Metoda obliczeniowa: Morgenstern-Price



TEMAT: BADANIA GEOTECHNICZNE DK-17 ŁABUNIE  
REFORMA - POLANÓWKA

PRZEKRÓJ P64  
WYMIANA CZĘŚCIOWA

Program obliczeniowy: SLOPE/W Analysis  
Metoda obliczeniowa: Morgenstern-Price



GRUNT WBUDOWANY

$P_s$

$I_d=0,7$

$\varphi=34,5$  stopni

$C_u=0$

$\rho=1900\text{kg/m}^3$

TEMAT: BADANIA GEOTECHNICZNE DK-17 ŁABUNIE  
REFORMA - POLANÓWKA

PRZEKRÓJ P61  
WYMIANA CAŁKOWITA

Program obliczeniowy: SLOPE/W Analysis  
Metoda obliczeniowa: Morgenstern-Price

