

Zlecniodawca:

**Usługi Projektowe i Nadzór w Budownictwie**  
**Grzegorz Rudzki**  
**97-330 Sulejów | ul. Góra Strzelecka 18**

Wykonawca:



**GEO-PROSPECT USŁUGI GEOLOGICZNE**  
**mgr inż. Tomasz Maczugowski**  
**ul. Kwiatowa 5 | 97-360 Kamieńsk**  
**tel. 603 709 025**  
**e-mail: [biuro.geoprospect@gmail.com](mailto:biuro.geoprospect@gmail.com)**  
**[www.geoprospect.pl](http://www.geoprospect.pl)**

## **OPINIA GEOTECHNICZNA**

dla potrzeb projektu rozbudowy drogi powiatowej nr 1913E w m. Kłudzice

### **Lokalizacja:**

gm. Sulejów | pow. piotrkowski | woj. łódzkie

**Autor:**

mgr inż. Zuzanna Frączek-Truchan  
nr upr. VII - 1684

**Właściciel: Geo-Prospect**

mgr inż. Tomasz Maczugowski

Kamieńsk | lipiec 2022 r.

## Spis treści

|  |   |
|--|---|
| 1. Wstęp .....   | 2 |
| 2. Wykonane badania i prace.....                         | 2 |
| 2.1. Pomiary geodezyjne .....                            | 2 |
| 2.2. Badania geologiczne.....                            | 2 |
| 2.3. Kameralne prace dokumentacyjne .....                | 2 |
| 3. Lokalizacja i ukształtowanie powierzchni terenu ..... | 3 |
| 4. Budowa geologiczna i warunki hydrogeologiczne .....   | 3 |
| 5. Charakterystyka geotechniczna gruntów.....            | 4 |
| 5.1. Podział na warstwy geotechniczne .....              | 4 |
| 6. Podsumowanie i zalecenia.....                         | 5 |

## Spis załączników

Mapa dokumentacyjna – zał. nr 1.1-1.3  
Karta dokumentacyjna otworu nr 1 – zał. nr 2.1  
Karta dokumentacyjna otworu nr 2 – zał. nr 2.2  
Karta dokumentacyjna otworu nr 3 – zał. nr 2.3  
Przekrój geotechniczny I – I' - zał. nr 3  
Objaśnienia do kart i przekroju – zał. nr 4  
Parametry gruntów – zał. nr 5

## **1 Wstęp**

Celem prac zleconych przez **Usługi Projektowe i Nadzór w Budownictwie Grzegorz Rudzki** jest określenie parametrów gruntów w strefie przewidzianej na potrzeby projektu rozbudowy drogi powiatowej nr 1913E w m. Kłodzice, gm. Sulejów.

Ustalono z zamawiającym, iż w celu uzyskania rozpoznania warunków gruntowych należy wykonać 3 otwory geotechniczne usytuowane w obrębie planowanej inwestycji.

## **2 Wykonane badania i prace**

### **2.1 Pomiary geodezyjne**

Miejsca wykonania otworów wyznaczono w wyniku dowiązania do istniejącej sytuacji terenowej uwidocznionej na mapach dokumentacyjnych stanowiących zał. nr 1.1-1.3.

Rzędne terenu w miejscach wykonania otworów oznaczono orientacyjnie z dostarczonych przez zamawiającego map, dlatego mogą wynikać różnice po wykonaniu dokładnych pomiarów geodezyjnych.

### **2.2 Badania geologiczne**

W ustalonych miejscach wykonano systemem mechaniczno-obrotowym, wiertnicą Hydromac 3 otwory geotechniczne do głębokości 2,0 m. Podczas wierceń określono makroskopowo rodzaj i stan gruntów. Stopień zagęszczenia gruntów niespoistych określono orientacyjnie na podstawie oporu świdra na grunt.

Otwory geotechniczne zostały zlikwidowane urobkiem w takiej kolejności, aby znalazł się on na tej samej głębokości, z której go wydobyto.

### **2.3 Kameralne prace dokumentacyjne**

Na podstawie wyników przeprowadzonych prac założono karty dokumentacyjne wykonanych otworów geotechnicznych (zał. 2.1-2.3) i przekrój geotechniczny (zał. 3), na których przedstawiono rozpoznane warstwy podłoża.

Lokalizację otworów przedstawiono na mapach stanowiących zał. nr 1.1-1.3.

Opinię geotechniczną sporządzono w czterech egzemplarzach przekazanych Zamawiającemu.

### **3 Lokalizacja i ukształtowanie powierzchni terenu**

Teren badań zlokalizowany jest w miejscowości m. Kłudzice, gm. Sulejów, pow. piotrkowski, woj. łódzkie. Teren obejmuje drogę powiatową nr 1913E odcinek o długości około 900 m. W bezpośrednim otoczeniu drogi znajduje się luźna zabudowa domów oraz tereny niezabudowane – lasy i pola.

Pod względem geomorfologicznym jest to fragment dna doliny rzecznej rzeki Luciąży. Pod względem administracyjnym teren należy do Niziny Piotrkowskiej (wg Kondrackiego).

Pod względem hipsometrycznym teren jest nachylony lekko w kierunku północno-wschodnim, w stronę rzeki Luciąży, płynącej niemal równolegle do przedmiotowej drogi około 180-350 m od terenu badań. Przy początkowym odcinku omawianego terenu znajduje się starorzecze tworzące niewielki staw. Rzędne kształtują się na poziomie 174,10-176,26 m n.p.m.

### **4 Budowa geologiczna i warunki hydrogeologiczne**

W omawianym rejonie, wg Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski ark. Sulejów podłoże gruntowe budują utwory rzeczne. Lokalnie, w miejscach, gdzie rzeka Luciąża przybliży się do drogi występują osady holoceny pod postacią piasków rzecznych. Dalej podłoże budują plejstoceny piaski rzeczne tarasów nadzalewowych.

W odwierconych otworach stwierdzono występowanie gruntów o genezie rzecznej występujących pod postacią piasków drobnych i piasków drobnych z humusem. W otworach nr 1 i 3 zanotowano utwory holocenu pod postacią piasków drobnych z humusem zalegające do głębokości 1,0 m p.p.t. Poniżej oraz w otworze nr 2 stwierdzono plejstoceny piaski drobne do granicy rozpoznania 2,0 m p.p.t. Wierzchnią warstwę stanowi nasyp, składający się z mieszaniny kruszywa i piasków humusowych zalegający do 0,2 m p.p.t.

Podczas prac terenowych prowadzonych w lipcu 2022r. nie stwierdzono występowania wód gruntowych do granicy rozpoznania podłoża gruntowego wynoszącego 2,0 m p.p.t.

## 5 Charakterystyka geotechniczna gruntów

### 5.1 Podział na warstwy geotechniczne

**Warstwa geotechniczna Ia, Ib** - wykształcona jest w postaci piasków drobnych i drobnych z humusem o genezie rzecznej. Grunty te występują w stanie:

- *średniozagęszczonym:*
  - Ia – Pd(+H) -  $ID^{[n]} = 0,45$ ;
  - Ib – Pd -  $ID^{[n]} = 0,50$ ;

*Piaski drobne i drobne z humusem charakteryzują się zmienną nośnością i ściśliwością uzależnioną od wartości stopnia zagęszczenia. Wartości obliczeniowe parametrów geotechnicznych można określić przy pomocy następujących wartości współczynników materiałowych: Ia, Ib -  $\gamma_m = 0,90$ . Grunty w-w Ia, Ib zaliczają się do nośnych. Pod względem wysadzinowości grunty w-wy Ia należą do gruntów wątpliwych gr. G2, grunty w-wy Ib zaliczono do niewysadzinowych gr. G1.*

*Zgodnie z PN-81/B-03020 oznaczono metodą "A" w terenie parametr identyfikacyjny, którym w przypadku gruntów niespoistych był stopień zagęszczenia  $ID^{[n]}$ .*

*W celu określenia wartości obliczeniowej parametrów geotechnicznych  $x^{[r]}$  należy wartości średnie parametrów geotechnicznych  $x^{[n]}$  przedstawione w załączniku nr 5 pomnożyć przez współczynnik materiałowy  $\gamma_m$  właściwy dla danej warstwy, zgodnie ze wzorem:  $x^{[r]} = \gamma_m x^{[n]}$ .*

## **6 Podsumowanie i zalecenia**

6.1. Przeprowadzone prace pozwoliły ustalić, iż w podłożu terenu objętego rozpoznaniem znajdują się grunty jednorodne genetycznie, o zbliżonej litologii i parametrach geotechnicznych. W ogólności badany teren charakteryzuje się prostą budową geologiczną. Pod względem hipsometrycznym teren jest lekko nachylony na północny wschód. Rzędne wynoszą około 174,1-176,26 m n.p.m.

6.2. Podczas badań gruntu przeprowadzonych w lipcu 2022r. nie stwierdzono występowania wód gruntowych do granicy rozpoznania podłoża gruntowego wynoszącego 2,0 m p.p.t.

6.3. Grunty w-wy Ia i Ib zaliczono do nośnych. Warunki gruntowo-wodne zaliczono w ogólności do prostych. Obiekt można wstępnie zaliczyć do I kategorii geotechnicznej.

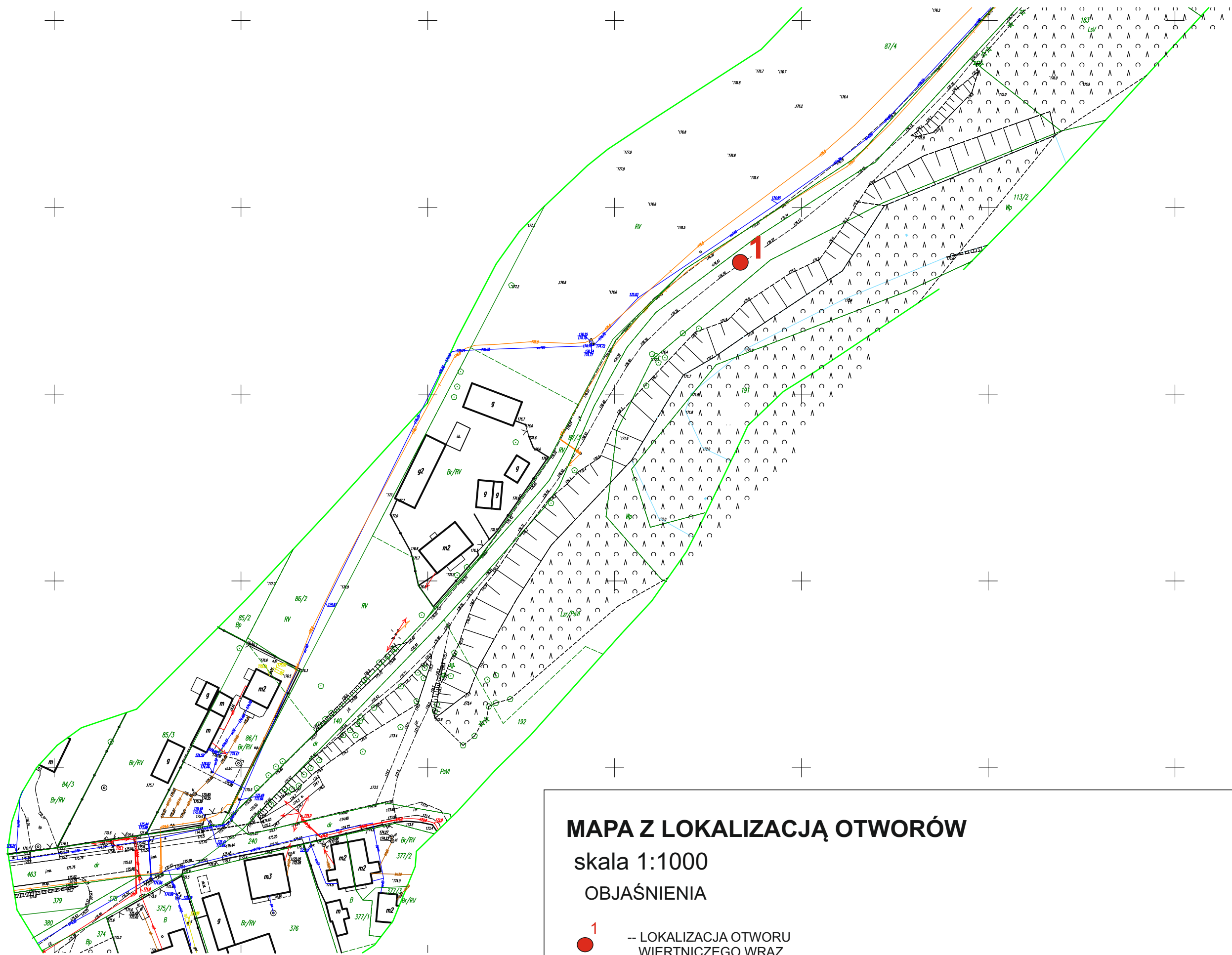
6.4. Grunty warstwy Ia zalicza się do wątpliwych gr. G2, natomiast grunty w-wy Ib zaliczono do niewysadzinowych gr. G1.

6.5. Grunty wątpliwe w-wy Ia zaleca się dostosować do jakości gruntów gr. G1.

6.6. W bezpośrednim otoczeniu projektowanej inwestycji nie zaobserwowano niekorzystnych zjawisk geodynamicznych.

6.7. Należy mieć na uwadze, iż badanie ma charakter punktowy, w podłożu mogą wystąpić również inne grunty od rozpoznanych wierceniem.

6.8. Roboty ziemne należy prowadzić zgodnie z zaleceniami przedstawionymi w normie PN-B-06050 „Geotechnika – roboty ziemne – wymagania ogólne”.



## MAPA Z LOKALIZACJĄ OTWORÓW

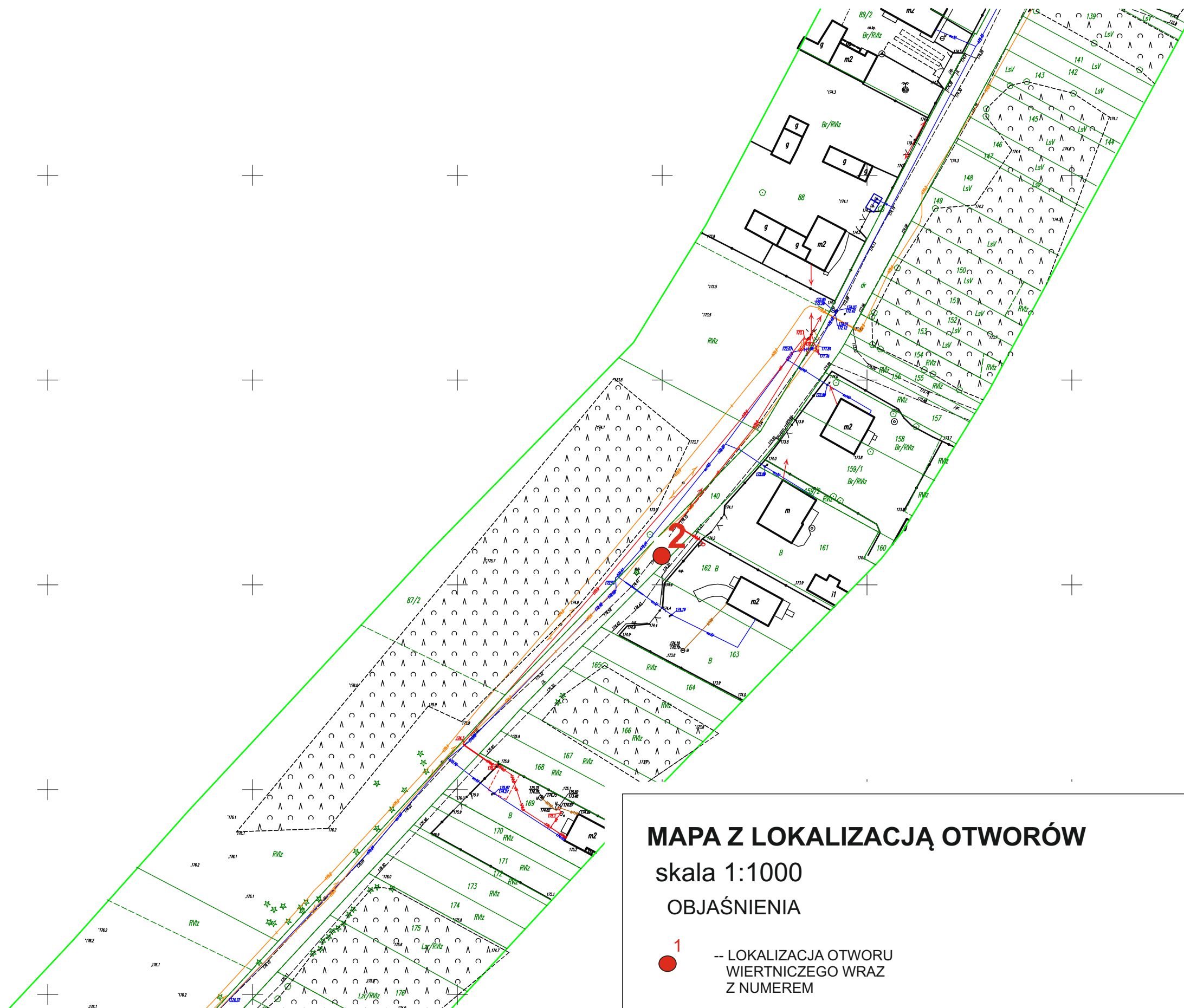
skala 1:1000

OBJAŚNIENIA

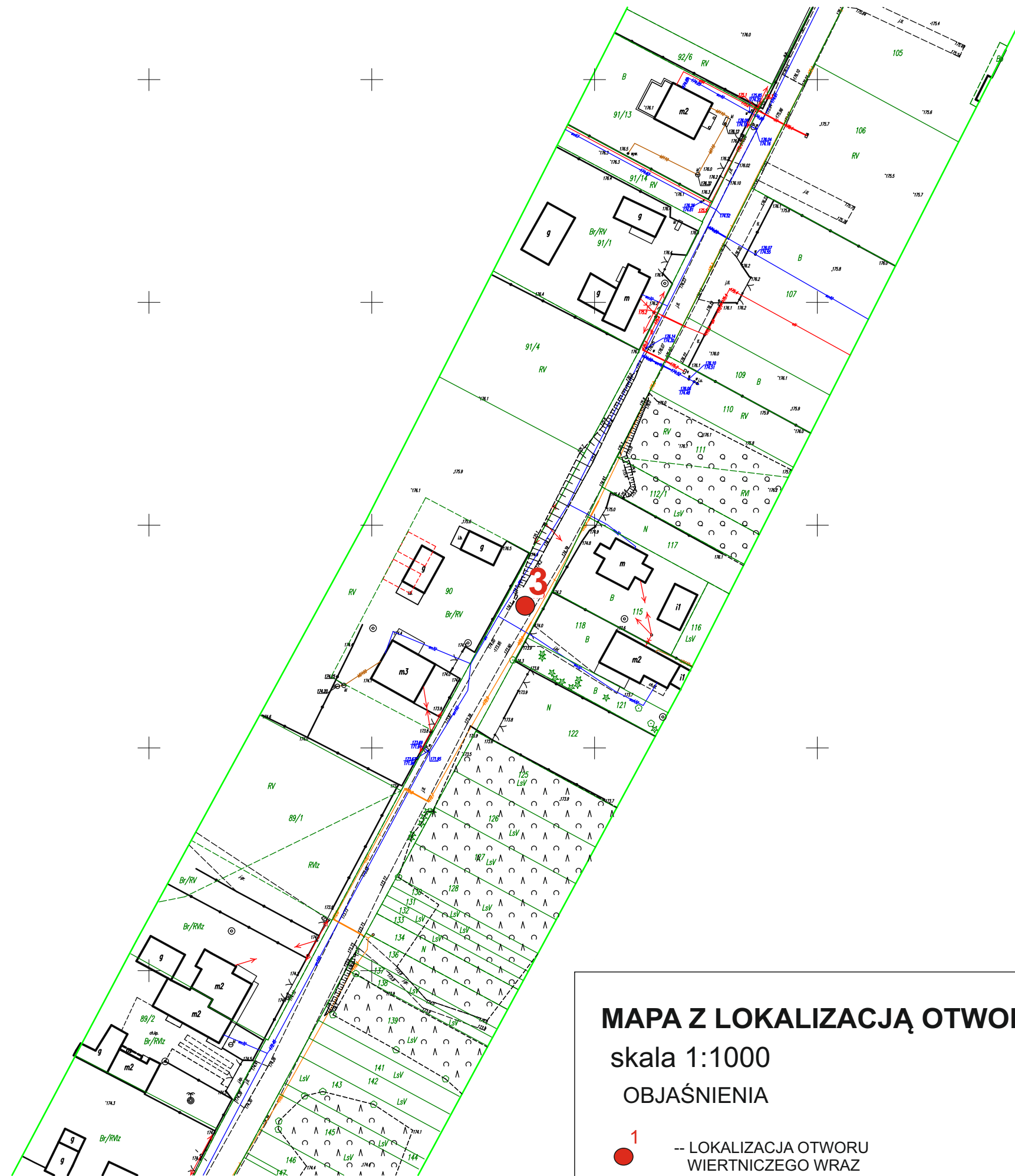


-- LOKALIZACJA OTworu  
WIERTNICZEGO WRAZ  
Z NUMEREM












## MAPA Z LOKALIZACJĄ OTWORÓW


skala 1:1000

OBJAŚNIENIA



-- LOKALIZACJA OTworu  
WIERTNICZEGO WRAZ  
Z NUMEREM

|  |                                  |                 |                        |   |         |  |               |            |             |      |    |  |                |                          |                         |   |    |
|--|----------------------------------|-----------------|------------------------|---|---------|--|---------------|------------|-------------|------|----|--|----------------|--------------------------|-------------------------|---|----|
| Geo-Prospect Usługi Geologiczne<br>97-360 Kamieński, ul. Kwiatowa 5                    |                                  |                 |                        |   |         | KARTA OTWORU GEOTECHNICZNEGO<br>Profil numer 1   |               |            |             |      |    | Zał.nr: 2.1                            |                |                          |                         |   |    |
|  |                                  |                 |                        |   |         |  |               |            |             |      |    | Wiertnica: Hydromac                    |                |                          |                         |   |    |
| Miejscowość: Kłudzice<br>Gmina: Sulejów<br>Powiat: piotrkowski<br>Województwo: łódzkie |                                  |                 |                        |   |         | Obiekt: Rozbudowa dr pow. nr 1913E<br>Zlecniodawca: Usługi Proj. i Nadzór w Bud. Grzegorz Rudzki<br>Wiercenie: Geo-Prospect<br>Dozór geol.: mgr inż.Z.F.-Truchan |               |            |             |      |    | System wiercenia: mechaniczno-obrotowy |                |                          |                         |   |    |
|  |                                  |                 |                        |   |         |  |               |            |             |      |    | Rzędna: 176.26 m n.p.m.                |                |                          |                         |   |    |
|  |                                  |                 |                        |   |         |  |               |            |             |      |    | Skala 1 : 15                           |                |                          | Data wiercenia: 2022-07 |   |    |
| Wiercenie  | Głębokość<br>zwierciadła<br>wody | Stratygrafia    | Profil<br>litologiczny |   | Przelot | Opis litologiczny  | Symbol gruntu | Wilgotność | Stan gruntu | ID   | IL | Wysadzinowość                          | Grupa nośności | Warstwa<br>geotechniczna |                         |   |    |
| 1  | [m.p.p.t.]                       |                 | [m]                    |   | [m]     |  | 7             |            |             |      |    |  |                |                          | 8                       | 9 | 10 |
|  |                                  | Nasypy<br>Nasyp |                        |    |         | nasyp z kruszywa i piasków<br>humusowych, szaro-czarny   | nN            | mw         |             |      |    |  |                |                          |                         |   |    |
|  |                                  |                 |                        |   | 0.20    | piasek drobny z humusem,<br>szaro-czarny   |               |            |             |      |    |  | W              | G2                       | Ia                      |   |    |
|  |                                  | Holocen         |                        |   |         |  | Pd(+H)        |            |             | 0.45 |    |  |                |                          |                         |   |    |
|  |                                  | Czwartorzęd     | 1.0                    |   | 1.00    | piasek drobny, ciemnożółty   |               | szg        |             |      |    |  |                |                          |                         |   |    |
|  |                                  | Plejstocen      |                        |  |         |  | Pd            |            | w           | 0.50 |    | NW                                     | G1             | Ib                       |                         |   |    |
|  |                                  |                 | 2.0                    |   | 2.00    |  |               |            |             |      |    |  |                |                          |                         |   |    |

|  |                            |                        |  |   |         |   |               |  |             |    |                     |                         |                |                       |     |  |  |  |
|--|----------------------------|------------------------|--|---|---------|---|---------------|--|-------------|----|---------------------|-------------------------|----------------|-----------------------|-----|--|--|--|
| Geo-Prospect Usługi Geologiczne<br>97-360 Kamieńsk, ul. Kwiatowa 5                     |                            |                        | <b>KARTA OTWORU GEOTECHNICZNEGO</b><br><b>Profil numer 2</b>   |   |         |   |               |  |             |    | Zał.nr: 2.2         |                         |                |                       |     |  |  |  |
|  |                            |                        |  |   |         |   |               |  |             |    | Wiertnica: Hydromac |                         |                |                       |     |  |  |  |
| Miejscowość: Kłudzice<br>Gmina: Sulejów<br>Powiat: piotrkowski<br>Województwo: łódzkie |                            |                        | Obiekt: Rozbudowa dr pow. nr 1913E<br>Zleceńodawca: Usługi Proj. i Nadzór w Bud. Grzegorz Rudzki<br>Wiercenie: Geo-Prospect<br>Dozór geol.: mgr inż.Z.F.-Truchan |   |         |   |               | System wiercenia: mechaniczno-obrotowy |             |    |                     |                         |                |                       |     |  |  |  |
|  |                            |                        |  |   |         |   |               | Rzędna: 174.26 m n.p.m.                |             |    |                     |                         |                |                       |     |  |  |  |
|  |                            |                        |  |   |         |   |               | Skala 1 : 15                           |             |    |                     | Data wiercenia: 2022-07 |                |                       |     |  |  |  |
| Wiercenie  | Głębokość zwierciadła wody | Stratygrafia           | Profil litologiczny  |   | Przelot | Opis litologiczny                                   | Symbol gruntu | Wilgotność                             | Stan gruntu | ID | IL                  | Wysadzinowość           | Grupa nośności | Warstwa geotechniczna |     |  |  |  |
|  |                            |                        | [m]  |   |         |   |               |  |             |    |                     |                         |                |                       | [m] |  |  |  |
| 1  | 2                          | 3                      | 4  | 5 | 6       | 7   | 8             | 9                                      | 10          | 11 | 12                  | 13                      | 14             | 15                    |     |  |  |  |
|  |                            | Nasypany               |   |   |         | nasyp z kruszywa i piasków humusowych, szaro-czarny | nN            |  |             |    |                     |                         |                |                       |     |  |  |  |
|  |                            | Nasypany               |  |   |         |   |               |  |             |    |                     |                         |                |                       |     |  |  |  |
|  |                            |                        |  |   |         |   |               |  |             |    |                     |                         |                |                       |     |  |  |  |
|  |                            | Czwartorzęd Plejstocen | 1.0  |   | 0.30    | piasek drobny, ciemnożółty                          |               | mw                                     |             |    |                     |                         |                |                       |     |  |  |  |
|  |                            |                        | 2.0  |   | 2.00    |   | Pd            | szg                                    | 0.50        |    | NW                  | G1                      | Ib             |                       |     |  |  |  |

|  |                                   |                 |   |   |         |   |               |  |             |                         |    |               |                |                          |
|--|-----------------------------------|-----------------|---|---|---------|---|---------------|--|-------------|-------------------------|----|---------------|----------------|--------------------------|
| Geo-Prospect Usługi Geologiczne<br>97-360 Kamieńsk, ul. Kwiatowa 5                     |                                   |                 | KARTA OTWORU GEOTECHNICZNEGO<br>Profil numer 3  |   |         |   |               |  |             | Zał.nr: 2.3             |    |               |                |                          |
| Miejscowość: Kłudzice<br>Gmina: Sulejów<br>Powiat: piotrkowski<br>Województwo: łódzkie |                                   |                 | Obiekt: Rozbudowa dr pow. nr 1913E<br>Zlecienniodawca: Usługi Proj. i Nadzór w Bud. Grzegorz Rudzki<br>Wiercenie: Geo-Prospect<br>Dozór geol.: mgr inż.Z.F.-Truchan |   |         |   |               | System wiercenia: mechaniczno-obrotowy |             |                         |    |               |                |                          |
|  |                                   |                 |   |   |         |   |               | Rzędna: 174.10 m n.p.m.                |             |                         |    |               |                |                          |
|  |                                   |                 |   |   |         |   |               | Skala 1 : 15                           |             | Data wiercenia: 2022-07 |    |               |                |                          |
| Wiercenie  | Głębokość<br>z wierciadła<br>wody | Stratygrafia    | Profil<br>litologiczny  |   | Przelot | Opis litologiczny                                     | Symbol gruntu | Wilgotność                             | Stan gruntu | ID                      | IL | Wysadzinowość | Grupa nośności | Warstwa<br>geotechniczna |
| 1  | 2                                 | 3               | 4   | 5 | 6       | 7   | 8             | 9                                      | 10          | 11                      | 12 | 13            | 14             | 15                       |
|  |                                   | Nasypy<br>Nasyp |   |   |         | nasyp z kruszywa i piasków<br>humusowych, szaro-czary | nN            |  |             |                         |    |               |                |                          |
|  |                                   |                 |   |   | 0.20    | piasek drobny z humusem,<br>brązowo-czarny            |               |  |             |                         |    |               |                |                          |
|  |                                   | Holocen         |   |   |         |   | Pd(+H)        |  |             | 0.45                    |    | W             | G2             | Ia                       |
|  |                                   | Czwartorzęd     |   |   | 1.00    | piasek drobny, jasnożółty                             |               | w                                      | szg         |                         |    |               |                |                          |
|  |                                   | Plejstocen      |   |   |         |   | Pd            |  |             | 0.50                    |    | NW            | G1             | Ib                       |
|  |                                   |                 |   |   | 2.00    |   |               |  |             |                         |    |               |                |                          |





SYMBOLE GEOTECHNICZNE – GEOTECHNICAL SYMBOLS  
PN-86/B02480, PN-EN ISO 14688-1/2

Oznaczenia na przekrojach i kartach dokumentacyjnych  
signs visible on a borehole and cross section views

**STAN GRUNTÓW - consistency**

|   |  |                                     |
|---|--|-------------------------------------|
| SPOISTE<br>$I_L$ – stopień plastyczności<br>liquidity index |  | ZWARTY - solid                      |
|   |  | PÓŁZWARTY – semi solid              |
|   |  | TWARDOPLASTYCZNY – hard plastic     |
|   |  | PLASTYCZNY - plastic                |
|   |  | MIĘKKOPLASTYCZNY – soft plastic     |
| NIESPOISTE<br>$I_D$ – stopień zagęszczenia<br>density index |  | PŁYNNY - liquid                     |
|   |  | LUŻNY - loose                       |
|   |  | ŚREDNIOZAGĘSZCZONY – moderate dense |
|   |  | ZAGĘSZCZONY - dense                 |

**WILGOTNOŚĆ – natural moisture content**

|  |                             |
|--|-----------------------------|
|  | MAŁOWILGOTNY – slightly wet |
|  | WILGOTNY - wet              |
|  | MOKRY - very wet            |

**ZWIERCIADŁO WODY – water table**

|  |  |
|--|--|
|  | USTABILIZOWANE<br>stabilized water table                     |
|  | NAWIERCONE<br>drilled water table                            |
|  | SWOBODNE<br>drilled and stabilized water table               |
|  | SĄCZENIA water infiltration                                  |
|  | STREFA WYSTĘPOWANIA WYSIĘGÓW WODY<br>water infiltration zone |

**GRUNTY NASYPOWE - fills**

NB - nasyp budowlany - embankment

NN - nasyp niekontrolowany (niebudowlany) – man made ground

**GRUNTY RODZIME-ORGANICZNE – organic soils**

H - grunt próchniczny – humous soil

Nm – namuł – organic mud

Gy - gytia  $\text{CaCO}_3 > 5\%$  - gyttja

T – torf - peat

WB - węgiel brunatny – brown coal, lignite

WK - węgiel kamienny – hard coal

**GRUNTY MINERALNE RODZIME  
residual mineral soils**

Ż - żwir - gravel

Żg - żwir gliniasty – clayey gravel

Po – pospółka – sand-gravel mix

Pog - pospółka gliniasta – clayey sand-gravel mix

Pr - piasek gruby – coarse sand

Ps - piasek średni – medium sand

Pd - piasek drobny – fine sand

Pπ - piasek pylasty – silty sand

Pg - piasek gliniasty – slightly clayey sand

Πp - pył piaszczysty – sandy silt

Π - pył - silt

Gp - glina piaszczysta – clayey sand

G - glina - clayey

Gπ - glina pylasta – clayey silt

Gpz - glina piaszczysta zwięzła – sandy clay with silt

Gz - glina zwięzła – sandy and silty clay

Gπz - glina pylasta zwięzła – silty clay with sand

lp - il piaszczysty- sandy clay

l - il - clay

lπ - il pylasty – silty clay

INNE OZNACZENIA – other denotations

ŻUŻ – żużel - slag

KO – otoczaki - stones

**ZNAKI DODATKOWE – other on a cross sections**

+ - domieszki – admixtures

// - przewarstwienia - interbedding

/ - na pograniczu – soils boundary

**ZNAKI DODATKOWE – other in text**

DPL – sodnowanie dynamiczne sondą lekką

dynamic penetration test – light size (10 kg)

DPM – sondowanie dynamiczne sondą średnią

dynamic penetration test – medium size (30 kg)

| ZESTAWIENIE UOGÓLNIONYCH PARAMETRÓW GEOTECHNICZNYCH |               |               |                      |             |                     |                    |                       |                                    |                    |                      |                      |                      |   | Zał.nr 5   |
|---|---------------|---------------|----------------------|-------------|---------------------|--------------------|-----------------------|------------------------------------|--------------------|----------------------|----------------------|----------------------|---|--|
| L.p   | Numer warstwy | Rodzaj gruntu | Cecha wiodąca        | Stan gruntu | Wilgotność gruntu** | W <sub>n</sub> [%] | ρ [t/m <sup>3</sup> ] | ρ <sub>s</sub> [t/m <sup>3</sup> ] | Φ <sub>u</sub> [°] | C <sub>u</sub> [kPa] | E <sub>o</sub> [MPa] | M <sub>o</sub> [MPa] | Symbol geologicznej konsolidacji gruntu | *Dopuszczalne obciążenie na grunt Q <sub>dop</sub> [kPa] |
| UTWORY RZECZNE (HOLOCEN)                            |               |               |                      |             |                     |                    |                       |                                    |                    |                      |                      |                      |   |  |
| 1   | Ia            | Pd(+H)        | I <sub>D</sub> =0,45 | szg         | mw/w                | 6<br>18            | 1,55<br>1,70          | 2,64                               | 30,2               | -                    | 42,1                 | 56,4                 | -                                       | 205  |
| UTWORY RZECZNE (PLEJSTOCEN)                         |               |               |                      |             |                     |                    |                       |                                    |                    |                      |                      |                      |   |  |
| 2   | Ib            | Pd            | I <sub>D</sub> =0,50 | szg         | w                   | 16                 | 1,75                  | 2,65                               | 30,4               | -                    | 46,2                 | 61,9                 | -                                       | 215  |

Tabelę przygotowano zgodnie z PN – 81 B-03020

Skróty cech gruntów – zgodnie z PN – 74/B-02480

### Objaśnienia:

\*Z. Wiłun – „ZARYS GEOTECHNIKI”

\*\* - makroskopowo

W<sub>n</sub>, ρ, ρ<sub>s</sub> – cechy fizyczne

Φ<sub>u</sub>, C<sub>u</sub>, E<sub>o</sub>, M<sub>o</sub> – cechy mechaniczne

I<sub>D</sub> – stopień zagęszczenia

I<sub>L</sub> – stopień plastyczności

Warstwa:

Ia, Ib – utwory niespoiste