

**URSZULA KOŁODZIEJCZYK<sup>1\*</sup>, WIKTOR KOŁODZIEJCZYK<sup>\*\*</sup>,  
LECH KUROCZYCKI\*, EWA OGIOLDA\***

## **WPLYW WARUNKÓW GEOTECHNICZNYCH NA AWARYJNOŚĆ SYSTEMÓW ODWODNIENIA**

### *Streszczenie*

*Budowa systemów odwodnień w rejonach o mało stabilnych warunkach geotechnicznych może skutkować poważnymi awariami zarówno sieci odwadniającej, jak i sąsiednich obiektów budowlanych. Przykładem jest nowoprojektowana sieć kanalizacji deszczowej w Świebodzinie (woj. lubuskie), w rejonie ulicy Łąki Zamkowe. Występujące tutaj grunty słabonośne powodowały bowiem trudności wykonawcze już w latach ubiegłych, podczas budowy sąsiednich obiektów mieszkalnych. Realizacja kolejnej sieci kanalizacyjnej w obszarze o skomplikowanych warunkach geotechnicznych może prowadzić do dalszych awarii budowlanych.*

Słowa kluczowe: warunki geotechniczne, awarie budowlane, klimat

### **WSTĘP**

Budowa systemów odwodnień w rejonach o mało stabilnych warunkach geotechnicznych i hydrologicznych może skutkować poważnymi awariami sąsiednich obiektów budowlanych [Kołodziejczyk i in. 2013]. Stąd przy projektowaniu odwodnień niezwykle istotne jest rozpoznanie warunków gruntowo-wodnych. Ważnym czynnikiem jest również uwzględnienie zmian klimatu [Kotowski i in. 2010; Kotowski 2013].

Przykładem wymienionych uwarunkowań jest projektowana budowa kanalizacji deszczowej w Świebodzinie (woj. lubuskie), w rejonie ulicy Łąki Zamkowe. Celem inwestycji jest przyjęcie wód opadowych z ul. Wałowej, ul. Okrężnej,

---

\* Uniwersytet Zielonogórski, Wydział Budownictwa, Architektury i Inżynierii Środowiska, Instytut Inżynierii Środowiska

\*\* Pracownia Badawczo-Projektowa „Geolog” w Zielonej Górze

ul. Garbarskiej i placówki NFZ oraz ich odprowadzenie do jeziora Zamecko (Zamkowego).

Występujące tutaj grunty słabonośne spowodowały bowiem trudności wykonawcze w ubiegłych latach (2000-2012), podczas budowy sąsiednich obiektów mieszkalnych. W związku z projektowaną budową nowego kolektora wykonano dalsze badania geotechniczne w tym rejonie. Ich celem było wykazanie, że wskutek skomplikowanych warunków gruntowo-wodnych mogą reaktywować się procesy osuwiskowe, skutkujące awariami budowlanymi.

### CHARAKTERYSTYKA OBSZARU BADAŃ

Świebodzin położony jest w środkowo-wschodniej części woj. lubuskiego, przy skrzyżowaniu dróg krajowych nr 2 i nr 3. Pod względem geomorfologicznym obejmuje Wysoczyznę Lubuską i Pagórki Świebodzińsko-Sulęcińskie.

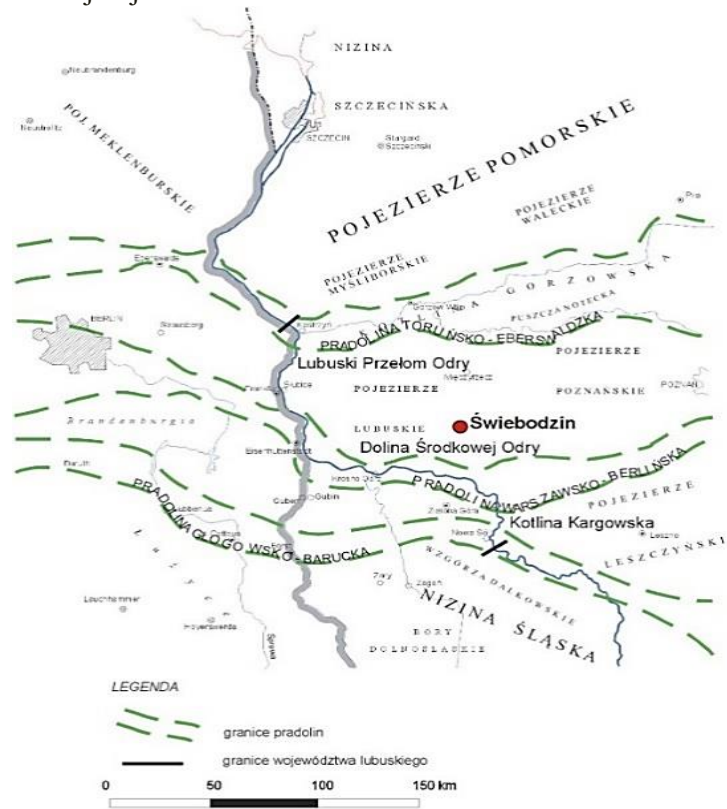
Zgodnie z podziałem Polski na regiony fizyczno-geograficzne [Kondracki 1967] miasto leży w granicach Pojezierza Łagowskiego, wydzielanego w obrębie makroregionu Pojezierze Lubuskie i podprowincji Pojezierze Południowobałtyckie (rys. 1).

W rejonie Świebodzina charakterystyczny jest klimat przejściowy, z dominacją cech oceanicznego, co powoduje, że zimy są łagodne, a lata cieplejsze i bogatsze w opady atmosferyczne. Istotną cechą jest duża zmienność temperatur; średnia roczna temperatura wynosi  $+8,0^{\circ}\text{C}$ , przy czym w sezonie grzewczym  $-1,6^{\circ}\text{C}$ , a w sezonie letnim  $+18,0^{\circ}\text{C}$ . Usłonecznienie przekracza 1500 godzin w roku.

Miesiącem o najwyższych wartościach usłonecznienia jest maj (225 godzin). Na opisywanym obszarze zima jest łagodna i krótka (69 dni), z mało trwałą pokrywą śnieżną. Charakterystyczna jest wczesna wiosna i długie lato (97 dni). Liczba dni pogodnych wynosi 63, pochmurnych 107, a gorących 36. Z analizy opadów odnotowanych w posterunku obserwacyjnym IMiGW w Lubinicku wynika, że średni opad roczny (obliczony z wielolecia) jest niższy od średniego opadu dla Polski i wynosi 537 mm. Na półrocze letnie (V-X) przypada 58% sumy średniorocznych opadów, z maksymalnymi opadami w lipcu (64 mm) i minimalnymi w lutym (32 mm). Dla roku wilgotnego i suchego suma opadów półrocza letniego wynosi odpowiednio 58% i 49%. Średnia wilgotność względna wynosi 86-88% zimą i 71-78% latem. W analizowanym rejonie dominują wiatry zachodnie (52 %).

Miasto i gmina Świebodzin położone są w całości w dorzeczu Odry [Graf i Puk 2006]. Głównym elementem sieci hydrograficznej (rys. 2) jest Gniła Obra wraz z dopływem Lubinicą (Kanałem Lubinica). W centrum miasta znajduje się jezioro Zamecko.

Świebodzin leży na granicy dwóch jednostek geologicznych: niecki szczecińskiej i monokliny przedsudeckiej (rys. 3). Ich granicę wyznacza linia intersekcyjna spągu skał kredowych (kreda górna), które zalegają na zróżnicowanych wiekowo utworach jurajskich.

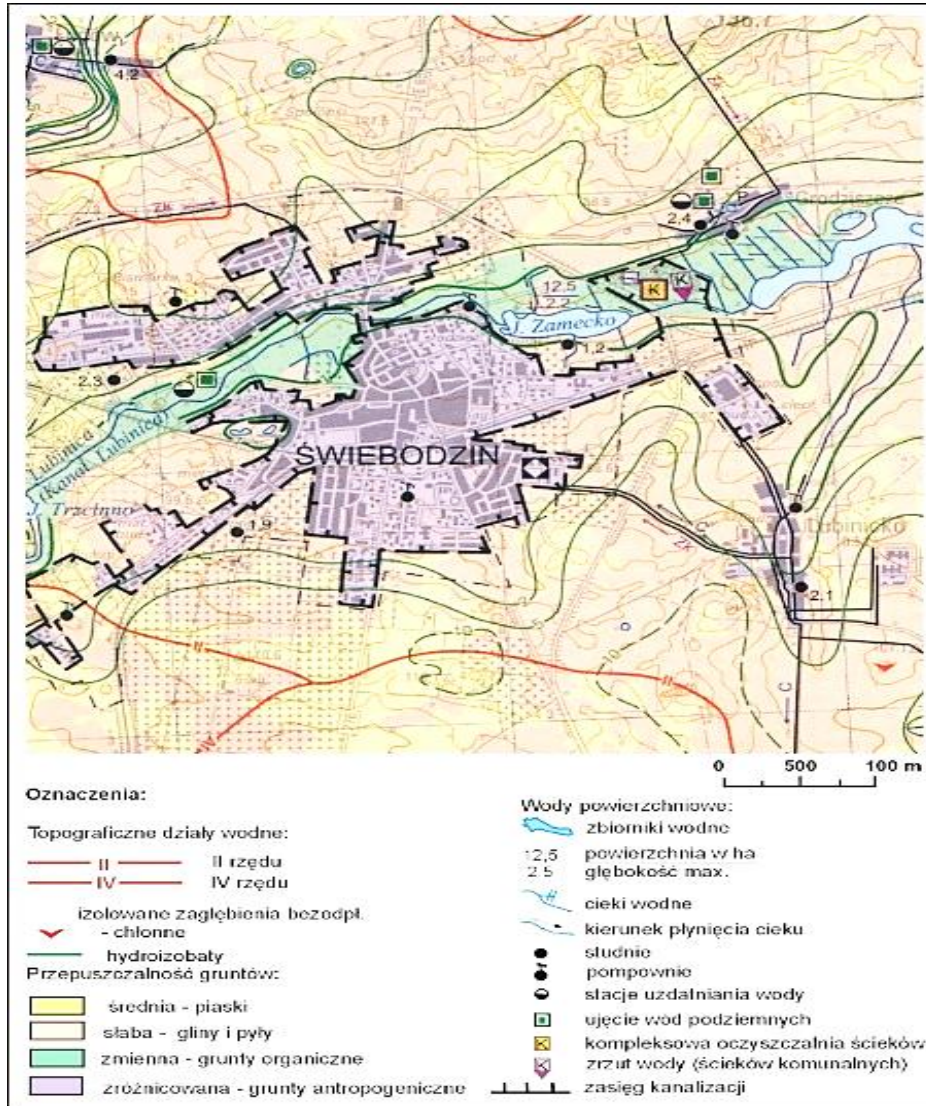


Rys. 1. Położenie Świebodzina względem regionów fizyczno-geograficznych zachodniej Polski

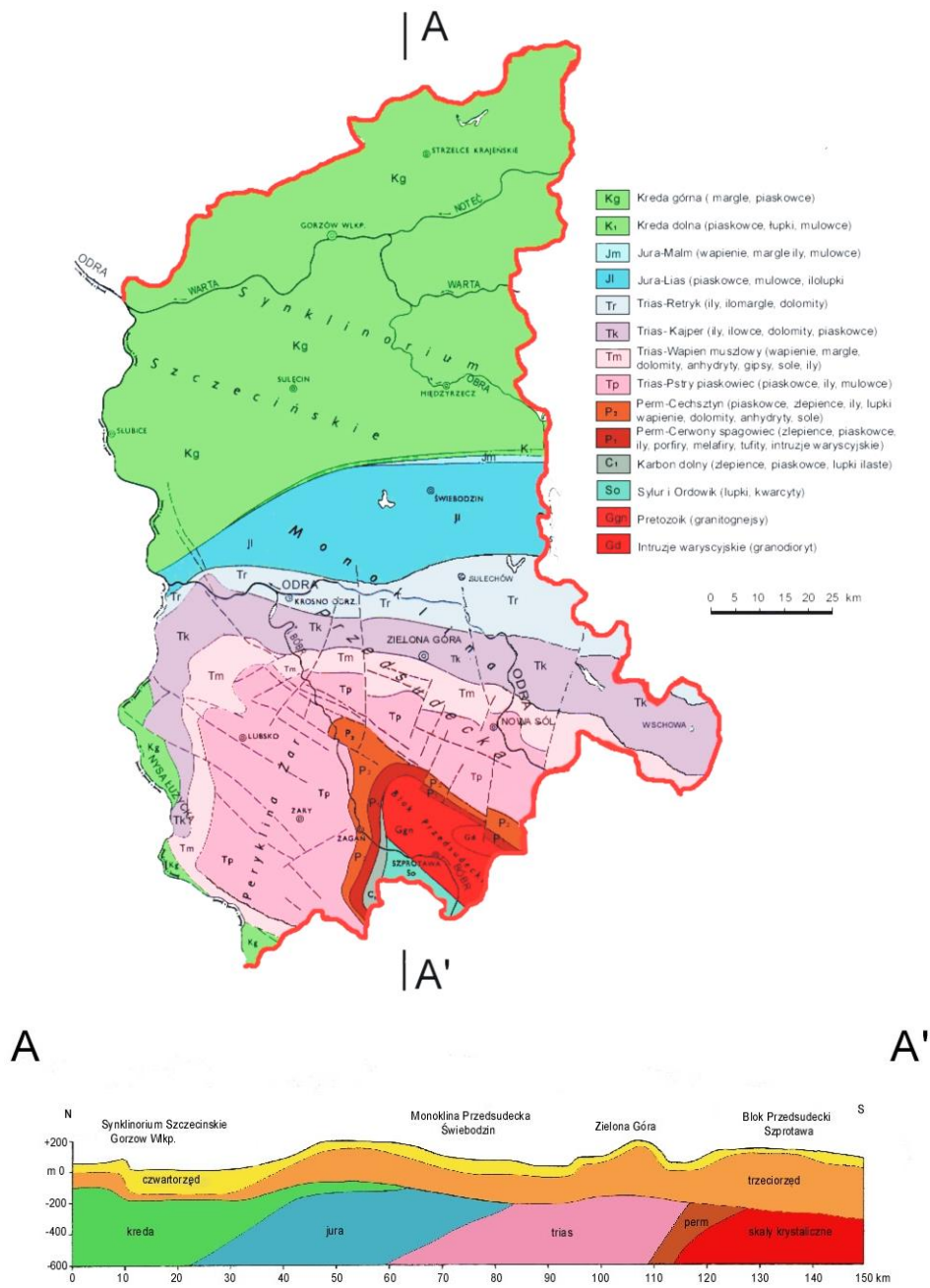
Fig. 1. Location of Świebodzin against physico-geographical regions of western Poland

Monoklinę przedsudecką wypełniają głównie utwory jury dolnej (piaskowce). Strop powierzchni mezozoicznej występuje na rzędnej -150 m n.p.m. Na serii utworów mezozoicznych zalegają utwory trzeciorzędowe, głównie miocenu środkowego i górnego. Strop utworów trzeciorzędowych osiąga zróżnicowane rzędne: od -120 m n.p.m. (w pasie jezioro Paklicko Wielkie-Rusinów-Smardzewo), poprzez rzędną -60 m n.p.m. (w strefie między Lubinickiem, Smardzewem i Chociulami), do około 0 m n.p.m. w rejonie Świebodzina. Miąższość utworów trzeciorzędowych waha się od 50 do ponad 200 metrów. Czwartorzęd reprezentowany jest przez utwory fazy leszczyńskiej zlodowacenia bałtyckiego, związane z działalnością lądolodu i wód lodowcowych w okresach glacialnych

oraz wód rzecznych w interglacjalach. Są to dwa pokłady gliny morenowej, rozdzielone warstwą utworów interglacjalnych (żwiry, pyły, mułki, piaski). Miąższość osadów czwartorzędowych wynosi około 50 metrów. We wzgórzach morenowych zalegają zaburzone glacitektonicznie utwory gliniaste i wodnolodowcowe starszego plejstocenu, a miejscami miocenu.

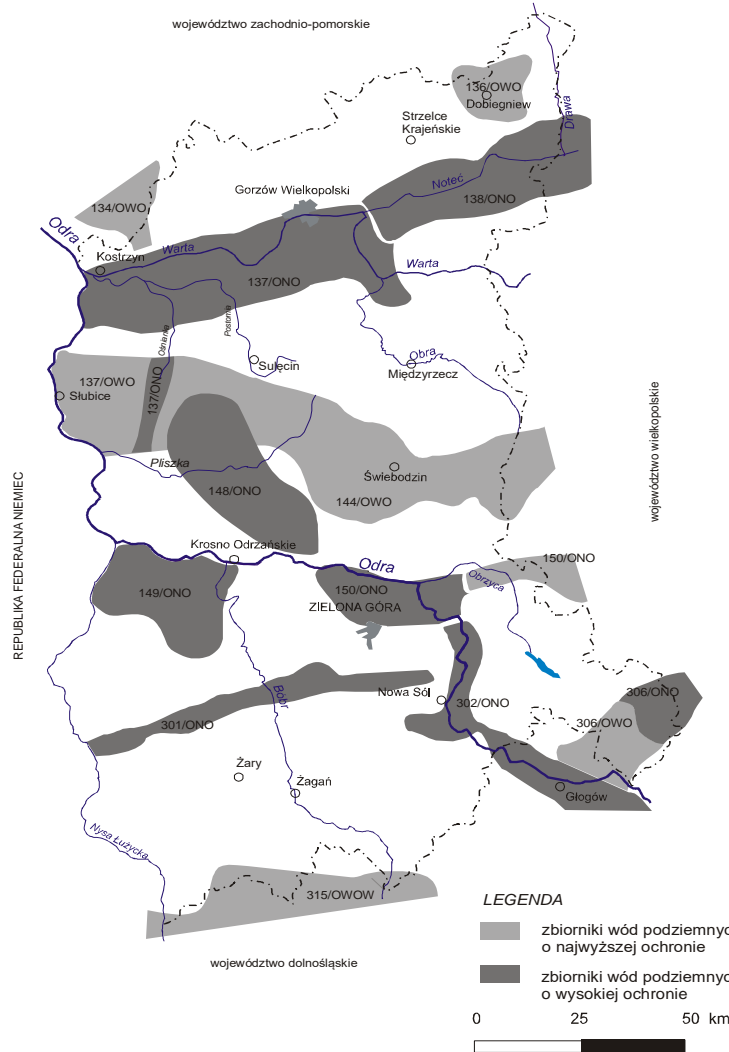


Rys. 2. Hydrografia okolic Świebodzina  
Fig. 2. Hydrography of Świebodzin area



Rys. 3. Budowa geologiczna Środkowego Nadodrza  
 Fig. 3. Geological structure of the Middle Odra Region

Zgodnie z podziałem hydrogeologicznym Polski Świebodzin znajduje się w regionie wielkopolskim (XIII), charakteryzującym się występowaniem głównego poziomu użytkowego w utworach czwartorzędowych [Wróbel 1989]. Jest to zbiornik wód podziemnych wysokiej ochrony, o numerze 144 (rys. 4). Strop warstwy wodonośnej występuje tutaj na głębokości 60 m p.p.t., a jej szacunkowe zasoby dyspozycyjne wynoszą 480 tys. m<sup>3</sup>/d.



Rys. 4. Rozmieszczenie głównych zbiorników wód podziemnych w rejonie Środkowego Nadodrza [Kleczkowski 1990]

Fig. 4. Distribution of major groundwater basins in the Middle Odra Region [Kleczkowski 1990]

### BADANIA GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKIE

W rejonie ulicy Łąki Zamkowe w Świebodzinie były wykonywane wielokrotnie badania geologiczno-inżynierskie dla określenia nośności podłoża gruntowego oraz optymalnych warunków posadowienia projektowanych obiektów.

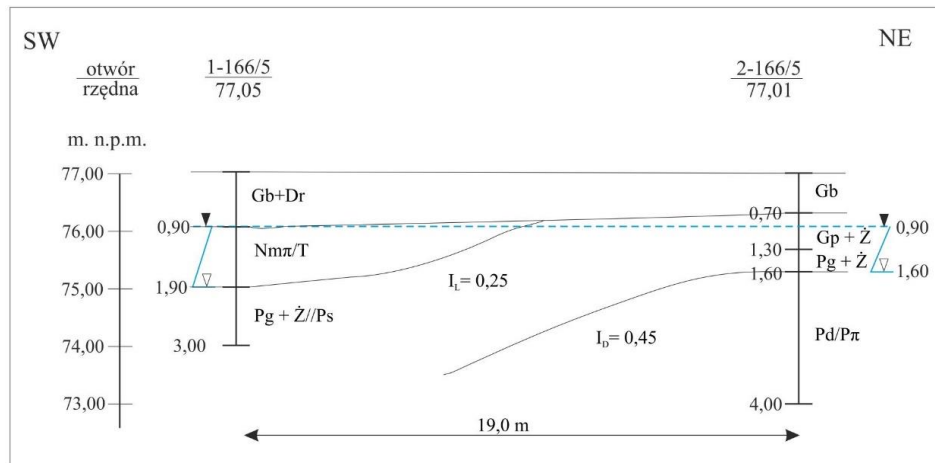
Przykładem są prace geologiczne wykonane w 1999r. na działce nr 166/5 oraz w 2012 r. na działce nr 316/4 (rys. 5).



Rys. 5. Lokalizacja badań geologicznych oraz projektowanego kolektora - Świebodzin, ul. Łąki Zamkowe (skala 1:1000)

Fig. 5. Location of geological research and designed collector - Świebodzin, ul. Łąki Zamkowe (scale 1:1000)

Badania wykonane na działce nr 166/5 wykazały obecność gruntów nienośnych oraz płytkie występowanie wód gruntowych. Warstwę nienośną stanowią namuły i torfy w stanie miękkoplastycznym. Warstwa ta wyklinowuje się w kierunku północnym (rys. 6). Poniżej, do głębokości ponad 4,0 m p.p.t. (73,0 m n.p.m.) w części południowo-zachodniej oraz 1,6 m (75,4 m n.p.m.) w części północnej zbadanego obszaru zalegają grunty nośne: piaski gliniaste ze żwirem, w stanie twaroplastycznym (stopień plastyczności  $I_L=0,25$ ) oraz piaski drobne i pylaste, w stanie średnio-zagęszczonym (stopień zagęszczenia  $I_D=0,45$ ). Wody podziemne mają charakter lekko napięty: poziom nawiercony zalega na głębokości 1,6-1,9 m p.p.t. (75,1-75,4 m n.p.m.), poziom ustabilizowany 0,9 m p.p.t. (76,1 m n.p.m.).



Rys. 6. Przekrój geologiczno-inżynierski - Świebodzin, dz. nr 166/5

Fig. 6. Geological and engineering cross-section - Świebodzin, land plot no. 166/5

Podczas wykonywania robót fundamentowych (2002 r.) wystąpiły w tutaj dodatkowe trudności wykonawcze, związane z obecnością piasków pylistych i kurzawek wody. Konieczne było wówczas zastosowanie dodatkowych umocnień stabilizujących grunt (fot. 1).



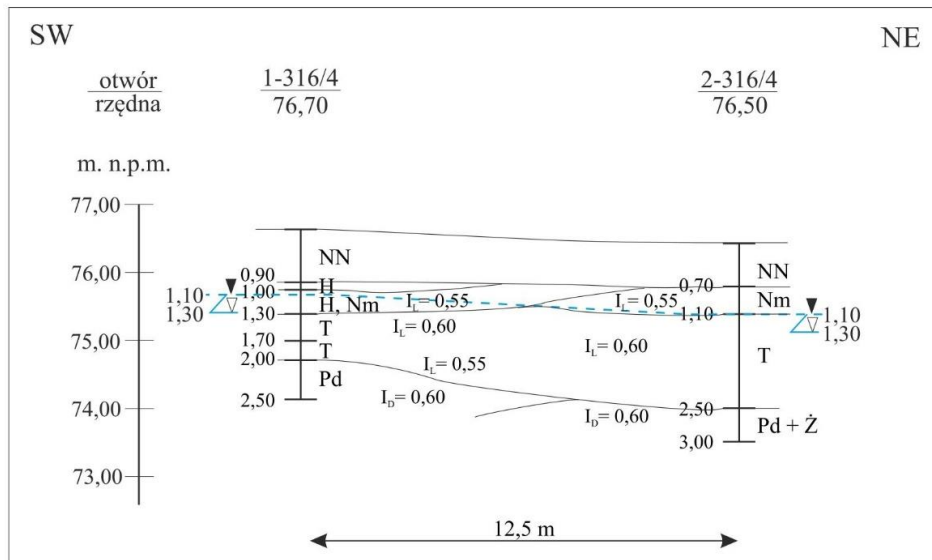
Fot. 1. Prace wzmacniające podłoże gruntowe - Świebodzin, dz. nr 166/5 (2002r.)

Photo 1. Rainforcing works on ground structure - Świebodzin, land plot no. 166/5 (2002)





Fot. 2. Awaria ogrodzenia - Świebodzin, dz. nr 166/5 (2004)  
 Photo 2. Fencing failure - Świebodzin, land plot no. 166/5 (2004)



Rys. 7. Przekrój geologiczno-inżynierski - Świebodzin, dz. nr 316/4  
 Fig. 7. Geological and engineering cross-section - Świebodzin, land plot no. 316/4

Z dalszych obserwacji wynika, że warunki gruntowo-wodne w rejonie działki nr 166/5 są nadal niestabilne. Świadczą o tym spękania w ogrodzeniu (fot. 2), a także liczne zapadliska zaobserwowane w strefie ogrodowej.

Badania wykonane na działce nr 316/4 wykazały, że w poziomie posadowienia projektowanego obiektu występują nienośne grunty organiczne, w tym torfy, a dopiero poniżej głębokości 2,0-2,5 m p.p.t. (74,7-74,2 m n.p.m.) nośne piaski drobnoziarniste (rys. 7). Wody podziemne stwierdzono w analizowanym obszarze na głębokości 1,1 m p.p.t. (75,6 m n.p.m.). W opinii geotechnicznej zalecono posadowienie projektowanego obiektu w sposób pośredni, na palach zakotwionych poniżej głębokości 2,5 m p.p.t. lub na odpowiednio zbrojonej płycie fundamentowej. Z uwagi na warunki wodne, nie zalecono budowy obiektu podpiwniczonego.

### PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Budowa geologiczna oraz warunki klimatyczne są niezbędnym argumentem przy projektowaniu wszelkich obiektów budowlanych, w tym sieci kanalizacyjnych.

Ocieplenie klimatu, jakie obserwuje się w ostatnich dziesięcioleciach, powoduje zmiany ilości opadów atmosferycznych, a to skutkuje koniecznością modernizacji istniejących systemów kanalizacyjnych. Do wymiarowania systemów kanalizacji deszczowej i ogólnospławnej stosuje się niezmiennie wzór Błaszczyka z 1954 r., oparty na wysokości opadów odnotowanych w Warszawie na przełomie XIX i XX w. Wzór ten zaniża wartości maksymalnego natężenia deszczu o około 40% w stosunku do aktualnych wartości opadów odnotowywanych we Wrocławiu. Przy obserwowanych zmianach klimatu intensywność opadów powinna być zwiększona średnio o 20% dla roku i około 50% dla 10 lat, a częstość występowania opadów zredukowana niemal dwukrotnie. Konieczne jest też opracowanie systemów działania sieci kanalizacyjnych, które zapewnią przyjęcie maksymalnych prognozowanych strumieni wód opadowych.

Projektowanie sieci kanalizacji deszczowej należy opierać o rozpoznanie warunków gruntowo-wodnych. Znajomość rodzaju gruntów występujących w podłożu oraz ich parametrów fizyczno-mechanicznych pozwala bowiem na właściwą lokalizację sieci kanalizacyjnej, a także uniknięcie ewentualnych awarii podczas realizacji oraz użytkowania obiektu.

Kanalizacja deszczowa, projektowana w Świebodzinie celem przyjęcia wód opadowych z ul. Wałowej, ul. Okrężnej, ul. Garbarskiej i placówki NFZ, zakładająca odprowadzenie wód do jeziora Zamkowego, jest dobrym przedsięwzięciem w świetle zmian klimatycznych i postępującej urbanizacji miasta. Nie powinna ona jednak przebiegać w bezpośrednim sąsiedztwie działki nr 166/5, jak

to założono w projekcie. Podłoże gruntowe jest tutaj mało stabilne, a wysoki poziom wód gruntowych, często o charakterze kurzawkowym, może powodować zagrożenie dla istniejących obiektów mieszkalnych i prawidłowego funkcjonowania kolektora.

#### LITERATURA

1. GRAF, R.; PUK K; 2006. Komentarz do mapy hydrograficznej w skali 1:50 000 - Arkusz Świebodzin. GUGiK Warszawa.
2. KLECZKOWSKI, A.; 1990. Mapa obszarów głównych zbiorników wód podziemnych (GZWP) w Polsce wymagających szczególnej ochrony. Wyd. AGH, Kraków.
3. KOŁODZIEJCZYK, U.; KOŁODZIEJCZYK, W.; KUROCZYCKI, L.; RUDNICKA, B; 2013. Koncepcja zagospodarowania wód opadowych. Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Zielonogórskiego. Inżynieria Środowiska nr 150 (30).
4. KONDRACKI, J.; 1967. Geografia fizyczna Polski. PWN. Warszawa.
5. KOTOWSKI, A.; KAŻMIERCZAK, B.; DANCEWICZ, A.; 2010. Modelowanie opadów do wymiarowania kanalizacji. Wydawnictwo Komitetu Inżynierii Lądowej i Wodnej PAN, Studia z zakresu inżynierii nr 68, Warszawa.
6. KOTOWSKI, A.; 2013. Wyzwania wywołane zmianami klimatu w projektowaniu systemu odwodnień terenów w Polsce. Inżynier Budownictwa nr 104 (13).

### THE IMPACT OF GEOTECHNICAL CONDITIONS ON FAILURE RATE IN WATER DRAINAGE SYSTEMS

#### *Summary*

*Water drainage systems construction in area of low stable geotechnical conditions could result in serious construction emergencies both - drainage systems and adjoining buildings. Designed storm water system in Świebodzin (Lubuskie Province) in area of Łąki Zamkowe street is an example. Low bearing soils, which occur there had already caused construction problems in previous years, when residential family houses were being*

*erected. Realisation of next sewage system in area where there are complicated geotechnical conditions could lead to further construction emergency.*

Key words: geotechnical conditions, construction emergencies, climate