



Państwowy Instytut Geologiczny  
Państwowy Instytut Badawczy

Państwowa służba geologiczna  
Państwowa służba hydrogeologiczna

# ATLAS GEOLOGICZNO - INŻYNIERSKI

## WYBRANYCH OBSZARÓW POLSKIEJ STREFY BRZEGOWEJ - REJON KLIFÓW GDYŃSKICH (OKSYWIE-BABIE DOŁY, ORŁOWO)

### (PROJEKT PILOTAŻOWY)

#### Finansujący:

Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej  
02-673 Warszawa, ul. Konstruktorska 3A



#### Wykonawca:

Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy  
00-975 Warszawa, ul. Rakowiecka 4  
Program Geozagrożenia i Geologia Inżynierska  
03-301 Warszawa, ul. Jagiellońska 76



ZASTĘPCA DYREKTORA  
ds. badań i rozwoju  
Państwowego Instytutu Geologicznego  
Państwowego Instytutu Badawczego  
PROKURENT

*prof. dr hab. inż. Przemysław Borkowski*

ZASTĘPCA DYREKTORA  
ds. Służby Geologicznej  
Państwowego Instytutu Geologicznego  
Państwowego Instytutu Badawczego  
PROKURENT

*dr Agnieszka Wójcik*

#### Opracował zespół pod kierunkiem:

dr Marty Sokołowskiej upr. geol. VII-1485



Warszawa, grudzień 2017 r.

Z-CA KIEROWNIKA PROGRAMU  
Geozagrożenia i Geologia Inżynierska

*dr Edyta Majer*



**Skład zespołu autorskiego:**

Imię i nazwisko	Uprawnienia
dr Marek Barański	
dr Zbigniew Frankowski	upr. geol. 06 0295, certyfikat PKG nr 0105
dr Edyta Majer	upr. geol. VI-0412
dr Szymon Ostrowski	upr. geol. X-0228
dr Marta Sokołowska	upr. geol. VII-1485
mgr Tomasz Bąk	upr. geol. X-0193
mgr Oktawia Błachnio	
mgr Marta Chada	upr. geol. V-1887, upr. geol. VII-1760, upr. geol. XI-066/MAZ
mgr Paweł Czarniak	upr. geol. X-0229
mgr Michał Jaros	upr. geol. VII-1499, XI-065/MAZ
mgr Malwina Judkowiak	
mgr Marcin Lasocki	upr. geol. X-0231
mgr Alicja Lewandowska	upr. geol. VII-1806
mgr Aleksandra Łukawska	
mgr Krzysztof Majer	upr. geol. VI-0418
mgr inż. Grzegorz Pacanowski	upr. geol. X-0218
mgr inż. Arkadiusz Piechota	upr. geod. 22032, upr. geol. VII-1623, X-0238, XIII-016/MAZ
mgr Adam Roguski	upr. geol. VII-1510, XI-070/MAZ
mgr inż. Grzegorz Ryżyński	upr. geol. VII-1493
mgr Izabela Samel	upr. geol. VII-1503
mgr Przemysław Sobótka	
mgr Monika Szabłowska	upr. geol. VII-1569
mgr Marta Szlasa	upr. geol. VII-1807
mgr Krzysztof Truchan	
mgr Mateusz Żeruń	
mgr Eliza Dziekan-Kamińska	
mgr Anna Stawicka	
techn. Włodzimierz Wolski	
techn. Jarosław Zawłocki	
mgr inż. Sylwia Kacprzycka	
mgr Katarzyna Frątczak	



## Spis treści

1	WSTĘP.....	7
1.1	WPROWADZENIE.....	7
1.2	CEL OPRACOWANIA.....	7
1.3	METODYKA PRAC.....	8
2	BAZA DANYCH GEOLOGICZNO - INŻYNIERSKICH (BDGI) .....	8
2.1	OTWOROWA BAZA DANYCH GEOLOGICZNO – INŻYNIERSKICH (p-BDGI) .....	9
2.2	PRZESTRZENNA BAZA DANYCH GEOLOGICZNO – INŻYNIERSKICH (m-BDGI) .....	12
2.3	UDOSTĘPNIANIE I ARCHIWIZACJA DANYCH .....	12
3	GROMADZENIE I PRZETWARZANIE DANYCH.....	14
4	WYKONANE PRACE I ROBOTY GEOLOGICZNE. USZCZEGÓLOWIENIE DANYCH ARCHIWALNYCH. 16	
4.1	KARTOWANIE GEOLOGICZNO - INŻYNIERSKIE .....	16
4.2	BADANIA GEOFIZYCZNE.....	17
4.3	POMIARY GEODEZYJNE .....	19
4.4	WIERCENIA I POBÓR PRÓBEK GRUNTÓW I SKAŁ .....	20
4.5	SONDOWANIA .....	21
4.6	BADANIA LABORATORYJNE .....	21
5	ATLAS GEOLOGICZNO - INŻYNIERSKI.....	25
5.1	LOKALIZACJA.....	25
5.2	ZAGOSPODAROWANIE PRZESTRZENNE .....	25
5.3	FORMY OCHRONY PRZYRODY .....	26
5.4	REGIONALNY MODEL GEOLOGICZNY .....	26
5.4.1	WARUNKI GEOMORFOLOGICZNE I HYDROGRAFICZNE.....	27
5.4.2	WARUNKI GEOLOGICZNE. SERIE GEOLOGICZNO – INŻYNIERSKIE.....	28
5.4.3	WARUNKI HYDROGEOLOGICZNE.....	36
5.4.4	NATURALNE ZAGROŻENIA GEOLOGICZNE .....	38
5.4.5	ANTROPOGENICZNE ZAGROŻENIA GEOLOGICZNE.....	39
5.4.6	WARUNKI BUDOWLANE .....	39
5.5	MAPY TEMATYCZNE .....	40
5.6	PRZEKROJE GEOLOGICZNO – INŻYNIERSKIE .....	44
5.7	OBSZARY DO DALSZEGO UDOKUMENTOWANIA .....	44
6	LITERATURA I AKTY PRAWNE .....	45

#### **CZĘŚĆ GRAFICZNA (na załączonej płycie):**

- Sprawozdanie z badań geofizycznych wykonanych na potrzeby Atlasu geologiczno-inżynierskiego klifów gdyńskich (Oksywie –Babie Doły, Orłowo)
- Mapa lokalizacyjna w skali 1: 50 000
- Mapa dokumentacyjna w skali 1:5 000
- Mapa serii geologiczno-inżynierskich na głębokości 1 m p.p.t. w skali 1:5 000
- Mapa serii geologiczno-inżynierskich na głębokości 2 m p.p.t. w skali 1:5 000
- Mapa serii geologiczno-inżynierskich na głębokości 4 m p.p.t. w skali 1:5 000
- Mapa serii geologiczno-inżynierskich na głębokości 5 m p.p.t. w skali 1:5 000
- Mapa gruntów antropogenicznych w skali 1: 5 000
- Mapa głębokości do pierwszego zwierciadła wody podziemnej w skali 1:5 000
- Mapa warunków budowlanych na głębokości 2 m p.p.t w skali 1: 5 000
- Mapa zagospodarowania powierzchni w skali 1: 5 000
- Mapa zagrożeń geologicznych w skali 1: 5 000
- Mapa terenów zagrożonych i chronionych w skali 1: 5 000
- Mapa geomorfologiczna w skali 1:50 000
- Mapa zakresu udokumentowania w skali 1: 50 000
- Przekroje geologiczno-inżynierskie I/ II/ III/ IV/V
- Karty punktów dokumentacyjnych

# 1 WSTĘP

## 1.1 WPROWADZENIE

Atlas geologiczno-inżynierski wybranych obszarów polskiej strefy brzegowej - rejon klifów gdyńskich (Oksywie-Babie Doły, Orłowo) (projekt pilotażowy) opracowano w ramach zadania państwowej służby geologicznej „Prowadzenie i aktualizacja Bazy Danych Geologiczno-Inżynierskich (BDGI) wraz ze sporządzeniem Atlasu geologiczno-inżynierskiego wybranych obszarów kraju w skali 1:10 000” w ramach zatwierdzonego przez Ministra Środowiska Planu zadań Państwowej Służby Geologicznej, przewidzianych do realizacji w 2013 roku i latach następnych [47].

Atlas został wykonany na podstawie umowy nr 879/2013/Wn-07/FG-GO-DN/D z dnia 06.12.2013 r. pomiędzy Narodowym Funduszem Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej z siedzibą w Warszawie, ul. Konstruktorska 3a, 02-673 Warszawa, jako Dotującym z jednej strony a Państwowym Instytutem Geologicznym – Państwowym Instytutem Badawczym, z siedzibą w Warszawie, ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa, jako Dotowanym.

Wykonawcą atlasu jest Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy z siedzibą w Warszawie (00-975), ul. Rakowiecka 4 w ramach Programu Geozagrożenia i Geologia Inżynierska z siedzibą w Warszawie (03-301) ul. Jagiellońska 76.

Opracowanie atlasu nie wymagało korzystania za wynagrodzeniem z informacji geologicznej, do której prawo przysługuje Skarbowi Państwa (Dz. U. 2011, Nr 292, poz. 1724) [6]. Zgodnie z art. 100.1 ust. 3b ustawy z dnia 9 czerwca 2011 r. – Prawo geologiczne i górnicze „Państwowa służba geologiczna w celu realizacji zadań, o których mowa w art. 162, ma prawo do nieodpłatnego korzystania z informacji geologicznej w postaci danych geologicznych”.

Atlas ma charakter projektu pilotażowego opracowanego ze szczególnym uwzględnieniem ochrony obszarów strefy brzegowej i z uwagi na niewielki obszar został opracowany w skali 1:5 000.

Baza danych i atlas geologiczno-inżynierski będą wykorzystane przez administrację państwową, rządową i samorządową oraz przez sektory gospodarki związane z przemysłem, budownictwem i usługami, przez inwestorów, mieszkańców i geologów. Władze samorządowe powiatu puckiego uzyskają źródło danych, które stanowi podstawę planowania przestrzennego i podejmowania decyzji w sferze inwestycji infrastrukturalnych i budowlanych z uwzględnieniem ochrony brzegu morskiego, zgodnie z Konsepcją Przestrzennego Zagospodarowania Kraju 2030 [31], a także planami zagospodarowania przestrzennego niższych rządów.

Baza danych i atlas geologiczno-inżynierski wybranych obszarów polskiej strefy brzegowej – rejon klifów gdyńskich (Oksywie – Babie Doły, Orłowo) są wykorzystane przez administrację państwową i samorządową, inwestorów, mieszkańców aglomeracji, geologów, projektantów, urbanistów, architektów, sektory gospodarki związane z przemysłem i budownictwem. Władze samorządowe terytorialnych uzyskają źródło danych, które stanowiły będą podstawę planowania przestrzennego i podejmowania decyzji w sferze inwestycji infrastrukturalnych i budowlanych.

## 1.2 CEL OPRACOWANIA

Celem zadania wykonywanego w ramach zadań państwowej służby geologicznej było utworzenie i prowadzenie ujednoczonej Bazy Danych Geologiczno-Inżynierskich oraz sporządzenie Atlasów geologiczno-inżynierskich w skali 1: 10 000 wybranych obszarów kraju, w tym atlasu o charakterze pilotażowym w skali 1:5 000 dla obszaru polskiej strefy brzegowej – rejon klifów gdyńskich (Oksywie – Babie Doły, Orłowo).

Celem wykonania Atlasu geologiczno-inżynierskiego jest rozpoznanie regionalnej budowy geologiczno-inżynierskiej, która jest niezbędna do prawidłowego i racjonalnego planowania

przestrzennego, rozbudowy miast oraz posadowienia obiektów budowlanych ze szczególnym uwzględnieniem ochrony obszarów polskiej strefy brzegowej.

Dla osiągnięcia powyższych celów zebrano, uporządkowano i przeanalizowano (przetworzono) dostępne dane archiwalne, a następnie wprowadzono je do cyfrowej bazy danych geologiczno-inżynierskich, która stanowi podstawę opracowania atlasu. W atlasie geologiczno-inżynierskim obszaru polskiej strefy brzegowej rejon klifów gdyńskich (Oksywie – Babie Doły, Orłowo) przedstawiono kompleksową ocenę warunków geologiczno-inżynierskich na tle regionalnej budowy geologicznej w oparciu o zebrane materiały archiwalne.

Dysponowanie oraz przetwarzanie znacznej ilości różnych informacji, w tym dotyczących warunków geologiczno-inżynierskich jest konieczne w pracach studyjnych i projektowych, zwłaszcza w obszarach miejskich. Odpowiednie przygotowanie tych informacji umożliwia podejmowanie decyzji związanych z projektowaniem szczegółowych badań podłoża, minimalizacją szkód w środowisku, przygotowaniem prognoz oraz ekonomicznych aspektów inwestycji. Analiza warstw informacyjnych o zagrożeniach geologicznych umożliwia określenie ryzyka geologicznego.

Wyniki prac przedstawiono w formie graficznej i opisowej. W części tekstowej zostały omówione istotne elementy składające się na warunki geologiczno-inżynierskie klifów gdyńskich z uwzględnieniem specyfiki regionu. Część graficzna zawiera mapy tematyczne oraz przekroje geologiczno-inżynierskie.

### **1.3 METODYKA PRAC**

Atlas geologiczno-inżynierski obszaru polskiej strefy brzegowej – rejon klifów gdyńskich (Oksywie – Babie Doły, Orłowo) (projekt pilotażowy) wykonany został w oparciu o instrukcje: „Atlasy geologiczno-inżynierskie w skali 1:10 000 lub mniejszej. Instrukcja wykonywania” [24], „Baza Danych Geologiczno-Inżynierskich. Instrukcja prowadzenia otworowej bazy danych” [25] oraz na podstawie zatwierdzonych projektów robót geologicznych:

- „Projekt robót geologicznych w celu opracowania dokumentacji geologiczno-inżynierskiej dla potrzeb ochrony wybranych obszarów polskiej strefy brzegowej od kilometra 80 do kilometra 84 brzegu morskiego, klif gdyński na odcinku Orłowo (klif Orłowski),
- „Projekt robót geologicznych w celu opracowania dokumentacji geologiczno-inżynierskiej dla potrzeb ochrony wybranych obszarów polskiej strefy brzegowej od kilometra 89 do kilometra 94 brzegu morskiego, klif gdyński na odcinku Oksywie-Babie Doły (klif Oksywski).

## **2 BAZA DANYCH GEOLOGICZNO - INŻYNIERSKICH (BDGI)**

Baza Danych Geologiczno-Inżynierskich (BDGI) to największy w kraju zbiór cyfrowych danych o warunkach budowlanych na terenie Polski. Skład się z:

- Otworowej Bazy Danych Geologiczno-Inżynierskich (p-BDGI) - dane z otworów wiertniczych,
- Przestrzennej Bazy Danych Geologiczno-Inżynierskich (m-BDGI) - warstwy informacyjne GIS BDGI,
- Bazy Danych Właściwości Fizyczno-Mechanicznych gruntów i skał (BDGI-WFM) - wyniki badań gruntów i skał.

BDGI służy do cyfrowego gromadzenia danych z otworów wiertniczych (p-BDGI), wyników badań właściwości fizyczno-mechanicznych próbek gruntów i skał (BDGI-WFM) oraz warstw informacyjnych GIS BDGI (m-BDGI).

W BDGI zostały zgromadzone wszystkie dane, które wykorzystano do opracowania Atlasu geologiczno-inżynierskiego wybranych obszarów polskiej strefy brzegowej – rejon klifów gdyńskich (Oksywie – Babie Doły, Orłowo).



Źródło danych zasilania BDGI stanowią przede wszystkim dokumentacje geologiczno-inżynierskie, hydrogeologiczne, geologiczne złoża kopaliny, inne np.: sporządzone w przypadku wykonywania prac geologicznych w celu wykorzystania ciepła Ziemi, geotechniczne warunki posadowienia obiektów budowlanych oraz Centralna Baza Danych Geologicznych (CBDG), Informatyczny System Osłony Kraju (ISOK).

Informacje zawarte w BDGI i atlasach geologiczno-inżynierskich wykorzystuje się do:

- oceny przydatności badanego terenu do realizacji zamierzonych przedsięwzięć,
- wyboru optymalnej lokalizacji inwestycji,
- ustalania sposobu zagospodarowania terenu na potrzeby planowania przestrzennego (plany zagospodarowania przestrzennego: krajowe, wojewódzkie i inne),
- sporządzenia opracowań ekofizjograficznych.

Dane zgromadzone w BDGI, w tym dane z Atlasu geologiczno-inżynierskiego aglomeracji są przetwarzane w Systemie Przetwarzania Danych Geologiczno-Inżynierskich (SPDGI).

## **2.1 OTWOROWA BAZA DANYCH GEOLOGICZNO – INŻYNIERSKICH (p-BDGI)**

Gromadzenie danych z otworów wiertniczych odbywało się za pomocą interfejsu wprowadzania danych otworowych GeoStar 7 BDGI oraz bazy danych otworowych GEOSTARBDGI na serwerze CBDG5 (jest to baza otworowa p-BDGI).

Otworowa baza danych dla atlasu geologiczno-inżynierskiego rejonu klifów gdyńskich została utworzona w programie GeoStar 7 BDGI zgodnie z dokumentem pn. „*Baza Danych Geologiczno – Inżynierskich (BDGI). Instrukcja prowadzenia otworowej bazy danych*” i zawiera łącznie 174 otwory wiertnicze o łącznym metrażu 3 686,47 mb i zróżnicowanym celu wiercenia, w tym:

- 69 otworów na obszarze klifu Oksywskiego o głębokości od 1,2 do 167 m i o łącznym metrażu 1743,2 mb,
- 105 otworów na obszarze klifu Orłowskiego o głębokości od 1,8 do 247 m i o łącznym metrażu 1943,27.

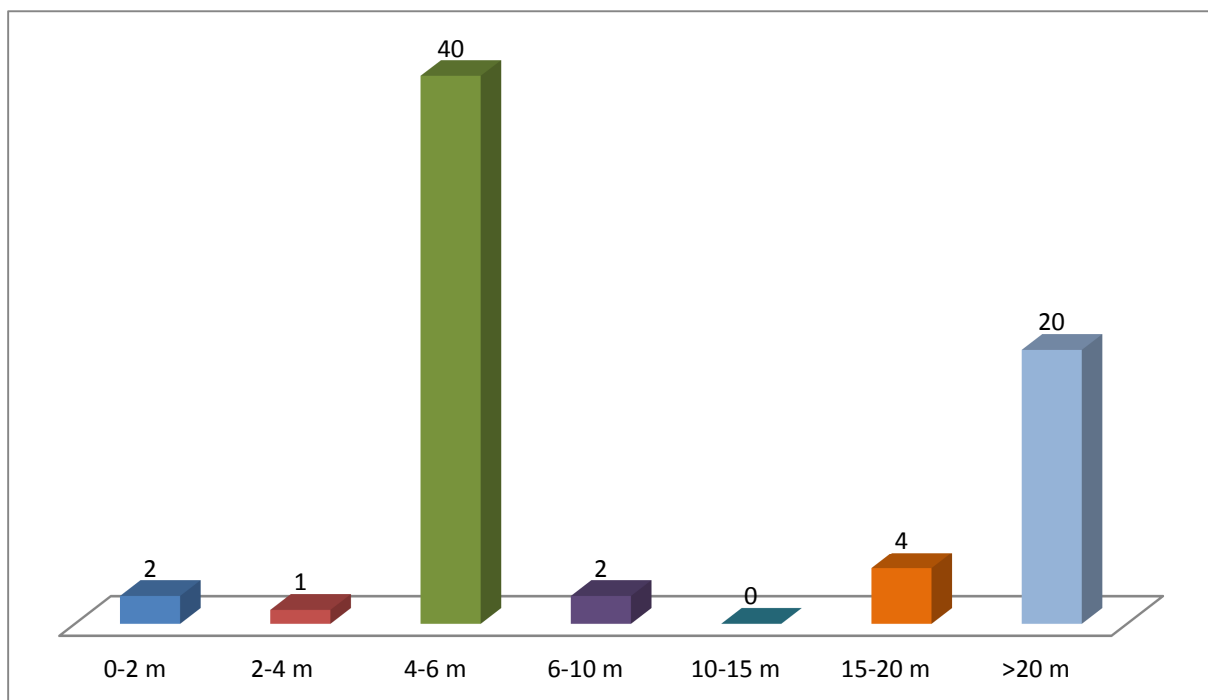
Na obszarze klifu Oksywskiego zebrano:

- 55 otworów geologiczno-inżynierskich,
- 13 otworów hydrogeologicznych,
- 1 otwór badawczy.

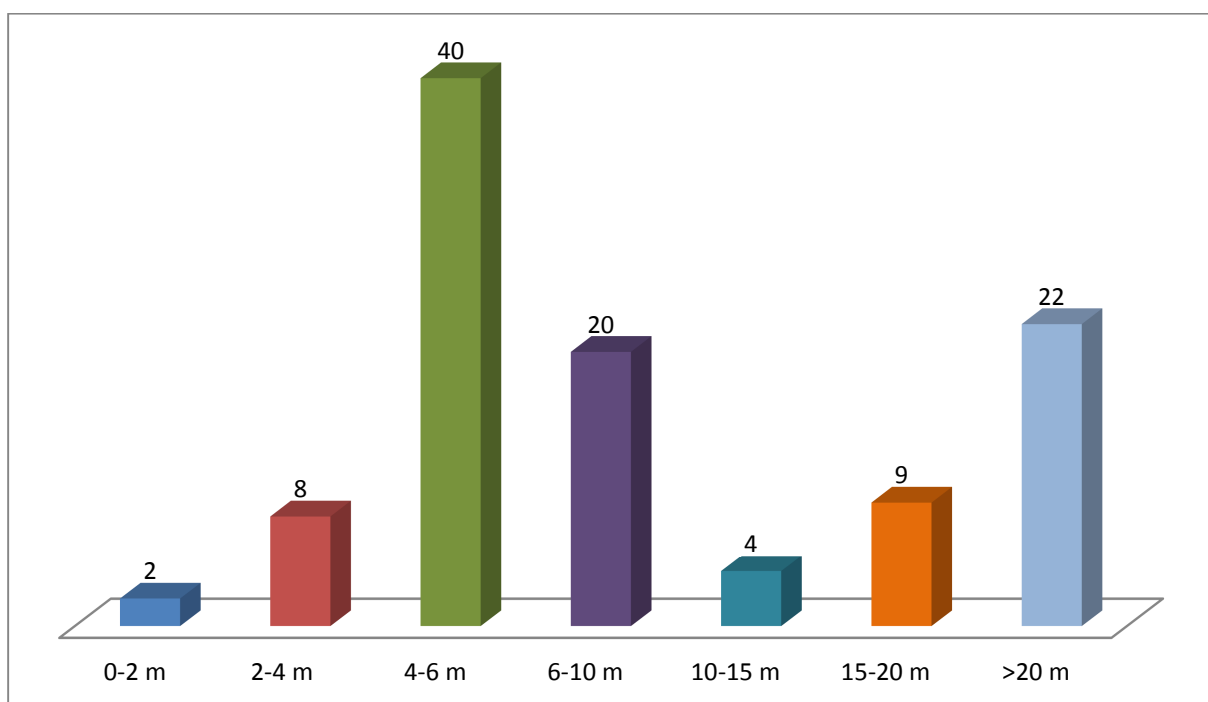
Na obszarze klifu Orłowskiego zebrano:

- 73 otwory geologiczno-inżynierskie,
- 21 otworów hydrogeologicznych,
- 10 otworów geotechnicznych,
- 1 otwór badawczo-poszukiwawczy.

Głębokość otworów w bazie danych jest bardzo zróżnicowana. Liczbę otworów w poszczególnych przedziałach głębokości przedstawiono na Rysunek 1 i 2

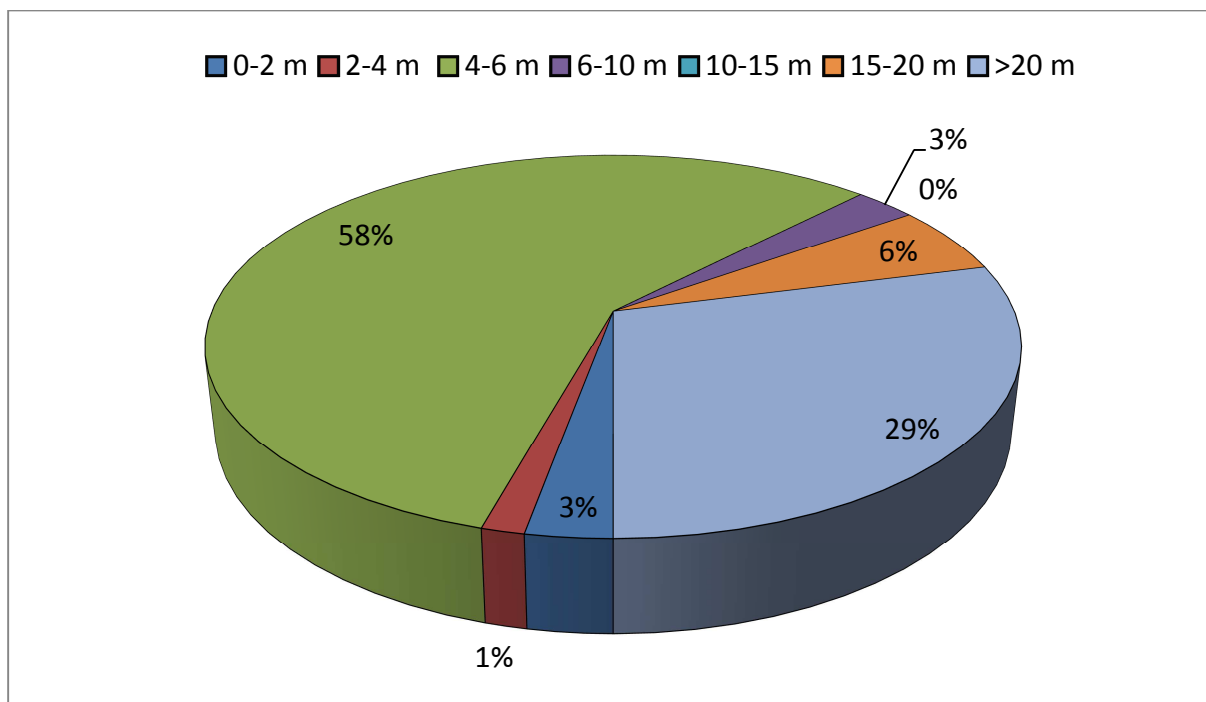


**Rysunek 1 Liczba otworów w poszczególnych przedziałach głębokości na obszarze klifu Oksyńskiego**



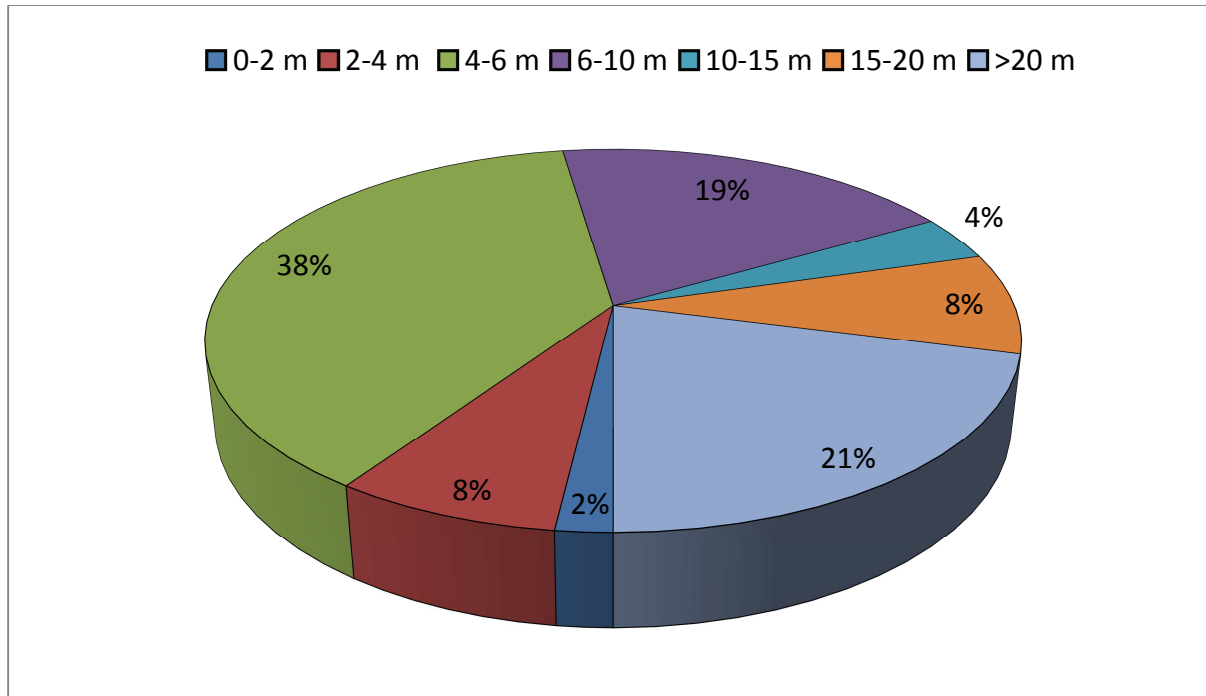
**Rysunek 2 Liczba otworów w poszczególnych przedziałach głębokości na obszarze klifu Orłowskiego**

Na obszarze klifu Oksyńskiego największa liczba otworów występuje w przedziale 4-6 m, co stanowi 58% całkowitej liczby otworów (Rysunek 3). Mniejsze liczby otworów stwierdzono w przedziałach >20 (29%), 15-20m (6%) i 0-2 m (3%). Najmniej otworów jest w przedziałach 2-4 i 6-10 m (odpowiednio 1% i 3%).



**Rysunek 3** Procentowy udział otworów w poszczególnych przedziałach głębokości na obszarze klifu Oksyńskiego

Na obszarze klifu Orłowskiego największa liczba otworów występuje w przedziale 4-6 m, co stanowi 38% całkowitej liczby otworów (Rysunek 4). Mniejsze liczby otworów stwierdzono w przedziałach >20 i 6-10 m (odpowiednio 21 i 19%) oraz 2-4 i 15-20 m (po 8%). Najmniej otworów jest w przedziałach 0-2 i 15-20 m (odpowiednio 4 i 2%).



**Rysunek 4** Procentowy udział otworów w poszczególnych przedziałach głębokości

Otworowa baza danych geologiczno-inżynierskich zawiera informacje o genezie, stratygrafii, litologii, opisie makroskopowym oraz podstawowych właściwościach fizyczno-mechanicznych warstw gruntów i skał, a także o wydzielonych seriach geologiczno-inżynierskich. Ponadto, każdy otwór, w miarę dostępności danych, zawiera informacje o rzędnej terenu, lokalizacji (3-stopniowy podział administracyjny kraju oraz współrzędne X i Y, rzędną H), inwestorze, Zleceniodawcy, rodzaju i celu

wiercenia, datach wykonania wiercenia, dozorze geologicznym oraz inne informacje dotyczące otworu wiertniczego.

## **2.2 PRZESTRZENNA BAZA DANYCH GEOLOGICZNO – INŻYNIERSKICH (m-BDGI)**

Dane przestrzenne zgromadzono w geobazie danych przestrzennych m-BDGI umieszczonej na serwerze CBDG5 w PIG-PIB. Obejmuje ona wszystkie geologiczno-inżynierskie warstwy tematyczne powstałe w wyniku przeprowadzonych analiz geostatystycznych. Analizy przestrzenne oparto o technologię ArcGIS (Desktop, ArcGIS Server Basic (SDE) oraz EPM – Esri Production Mapping). Wykonane warstwy są jednolite i quasi-ciągłe dla obszaru całego kraju.

Baza m-BDGI jest oparta o środowisko ESRI ArcSDE 10.3.1. Symbolizacja danych przestrzennych zgromadzonych w bazie m-BDGI oraz kompozycje mapowe są zarządzane przez bazę Product Library (odrębna instancja bazodanowa) z użyciem narzędzi ESRI Production Mapping umożliwiających seryjne generowanie produktów kartograficznych. Szczegółowe informacje dotyczące geobazy danych przestrzennych zawiera Dokumentacja techniczna Systemu Przetwarzania Danych Geologiczno Inżynierskich oraz dokument pn.: „Atlasy geologiczno-inżynierskie w skali 1:10 000 lub mniejszej. Instrukcja wykonywania” dostępny na stronie atlasów geologiczno-inżynierskich [53].

Za gromadzenie, przetwarzanie i udostępnianie danych przestrzennych z Bazy Danych Geologiczno-Inżynierskich oraz generowanie map geologiczno-inżynierskich odpowiada System Przetwarzania Danych Geologiczno-Inżynierskich (SPDGI).

## **2.3 UDOSTĘPNIANIE I ARCHIWIZACJA DANYCH**

Udostępnianie danych geologiczno-inżynierskich, zgromadzonych na potrzeby opracowania Atlasu geologiczno-inżynierskiego klifów gdyńskich, polega na umożliwieniu dostępu do danych zgromadzonych w zasobach BDGI, m.in. do danych z otworów wiertniczych (p-BDGI, CBDG), map z atlasu geologiczno-inżynierskiego (m-BDGI, CBDG).

Dostęp do danych zgromadzonych w BDGI i Atlasie geologiczno-inżynierskim jest realizowany przez wgląd lub udostępnianie poprzez:

- Narodowe Archiwum Geologiczne [50];
- portal internetowy Atlasów Geologiczno-Inżynierskich [53];
- portal internetowy Centralnej Bazy Danych Geologicznych [54];
- portal internetowy GeoLOG [52];
- aplikację GeoLOG, która jest dostępna nieodpłatnie na urządzenia mobilne z Google Play i App Store [52];
- geoportal CBDG PIG-PIB [51];
- usługi WMS [55].

W archiwum, aplikacjach i portalach internetowych można przeglądać:

- profile otworów wiertniczych w formacie danych rastrowych [51][52];
- karty właściwości fizyczno-mechanicznych próbek gruntów i skał w formacie danych rastrowych [51][52];
- Atlasy geologiczno-inżynierskie w formacie danych rastrowych i wektorowych [51][52][53];
- warstwy informacyjne GIS BDGI w formacie WMS [55].

Wymienione adresy internetowe pozwalają szybko i bezpłatnie uzyskać dostęp do otworów wiertniczych oraz map.

Z uwagi na regulacje prawne dotyczące udostępniania informacji geologicznej, także regulacje historyczne, część danych otworowych nie może zostać udostępniona do informacji publicznej. Poniżej przedstawiono podział czasowy wraz z komentarzem o prawie do informacji geologicznej oraz możliwościach jej udostępniania:

- informacja geologiczna pochodząca z dokumentacji wykonanych **przed 31.01.1989**: brak regulacji prawnych w ustawie z dnia 16 listopada 1960 r. Prawo geologiczne. Przyjmuje się, że prawo do informacji geologicznej przysługuje podmiotowi, który doprowadził do jej powstania, chyba że rozporządził swoim prawem. Najczęściej prawo przysługuje Skarbowi Państwa – możliwość udostępnienia;
- informacja geologiczna pochodząca z dokumentacji wykonanych **w okresie 1.02.1989-01.09.1994**: prawo przysługuje podmiotom finansującym prace geologiczne, w tym przedsiębiorstwom państwowym lub ich następcą prawnym. Podmiot, który sfinansował prowadzone prace geologiczne, ma prawo do informacji geologicznej, jeżeli nie doszło do przejścia tego prawa na Skarb Państwa zgodnie z art. 26c ust. 6 ustawy o zmianie ustawy o prawie geologicznym z dnia 9 marca 1991 r. - brak możliwości udostępnienia;
- informacja geologiczna pochodząca z dokumentacji wykonanych w okresie **02.09.1994 - 31.12.2001**: zgodnie z prawem geologicznym i górniczym z 4 lutego 1994 r. art. 47 ust. 1 prawo do informacji geologicznej przysługuje podmiotowi, który sfinansował prace geologiczne, bez względu na to, czy jest to podmiot publiczny czy prywatny – brak możliwości udostępnienia;
- informacja geologiczna pochodząca z dokumentacji wykonanych **w okresie 01.01.2002-31.12.2011**: zgodnie z ustawą z dnia 27 lipca 2001 r. o zmianie ustawy - Prawo geologiczne i górnicze art. 1 pkt. 32 prawo do informacji geologicznej przysługuje Skarbowi Państwa, natomiast podmiot, który sfinansował prace geologiczne ma prawo do nieodpłatnego i wyłącznego wykorzystywania uzyskanych w ich wyniku informacji geologicznych w celach badawczych, naukowych, w celu wykonywania działalności regulowanej ustawą. Prawo to wygasa z upływem 5 lat od utraty mocy odpowiedniej decyzji – możliwość udostępnienia;
- informacja geologiczna pochodząca z dokumentacji wykonanych **w okresie 01.01.2012-31.12.2014**: zgodnie z prawem geologicznym i górniczym z 9 czerwca 2011 r. art. 99 ust. 1-4 prawo do informacji geologicznej przysługuje Skarbowi Państwa, natomiast podmiot, który sfinansował prace geologiczne ma wyłączne prawo do informacji geologicznej przez okres 5 lat od dnia utraty mocy decyzji, na podstawie której wykonano prace będące źródłem informacji, w celu ubiegania się o wykonywanie działalności, o której mowa w art. 100 ust. 2 PGiG, a w przypadku uzyskania odpowiedniej koncesji w okresie wyłączności, prawo to ulega przedłużeniu o czas trwania koncesji oraz dodatkowo przez 2 lata – możliwość udostępnienia;
- informacja geologiczna pochodząca z dokumentacji wykonanych **w okresie 01.01.2015-obecnie**: zgodnie z ustawą o zmianie ustawy prawo geologiczne i górnicze z 11 lipca 2014 r. art. 1 pkt. 39 litera a) prawo do informacji geologicznej nadal przysługuje Skarbu Państwa, natomiast podmiotowi finansującemu przysługuje wyłączne prawo do korzystania z informacji geologicznej przez 3 lata od dnia doręczenia decyzji zatwierdzającej dokumentację geologiczną lub od dnia przekazania dokumentacji sporządzonej w przypadkach, o których mowa w art. 92 pkt. 3 i 5, w celu ubiegania się o wykonywanie działalności, o której mowa w art. 100 ust. 2 PGiG, a w przypadku uzyskania odpowiedniej koncesji w okresie wyłączności, prawo to ulega przedłużeniu o czas trwania koncesji oraz dodatkowo przez 2 lata – możliwość udostępnienia.

Zgodnie z regulacjami prawnymi wszystkie otwory w obrębie atlasu klifów gdyńskich mogą zostać udostępnione przez PIG-PIB.

Od roku 2012 korzystanie z informacji geologicznej przysługującej Skarbu Państwa jest nieodpłatne z wyjątkiem informacji zawartych w art. 100 ustawy Prawo geologiczne i górnicze [1].

Z danych BDGI korzysta przede wszystkim administracja państwowa i samorządowa, inwestorzy, mieszkańcy aglomeracji, geolodzy, projektanci, urbaniści, architekci, sektory gospodarki związane z przemysłem i budownictwem posiadają bezpłatny dostęp do danych, które stanowią podstawę planowania przestrzennego i podejmowania decyzji inwestycyjnych.

Archiwizowanie danych geologiczno-inżynierskich zgromadzonych w BDGI i atlasie geologiczno-inżynierskim polega na ich zabezpieczeniu w celu długotrwałego przechowywania.

Zgodnie z ogólnymi zasadami i zaleceniami archiwizowania wyników badań oraz danych i informacji [34] atlas geologiczno-inżynierskich klifu gdyńskiego oraz Baza Danych Geologiczno-Inżynierskich (BDGI) zostały zarchiwizowane w następujących formach:

- w formie elektronicznej przekazanej do Narodowego Archiwum Geologicznego,
- w postaci cyfrowych baz danych umieszczonych na serwerach PIG-PIB.

### **3 GROMADZENIE I PRZETWARZANIE DANYCH**

Gromadzenie danych i informacji oraz wyników badań polegało na ciągłym i systematycznym pozyskiwaniu danych na temat warunków geologiczno-inżynierskich, przechowywaniu jej na serwerach oraz ich aktualizacji. Gromadzenie wyników badań oraz danych i informacji obejmowało:

- pozyskiwanie danych i informacji geologicznych ze źródeł zewnętrznych i wewnętrznych,
- przechowywanie zebranych danych i informacji na serwerach w formie cyfrowej bazy danych oraz w formie papierowej w archiwum i na nośnikach informatycznych,
- aktualizowanie danych i ich kompletowanie.

Bieżące gromadzenie danych zapewniło wszystkim wykonawcom atlasu geologiczno-inżynierskiego dostęp do cyfrowanych danych w czasie jego opracowywania.

Przetwarzanie zgromadzonych danych polegało na przekształceniu materiałów archiwalnych do postaci umożliwiającej ich edycję w otworowej i przestrzennej bazie BDGI. Dzięki temu możliwe było bieżące zarządzanie zbiorami danych, dostęp do nich, migracja do CBDG oraz udostępnianie i archiwizacja.

Przetwarzanie danych archiwalnych jest najbardziej czasochłonnym i pracochłonnym etapem podczas opracowania atlasu geologiczno-inżynierskiego. Przetwarzanie danych odbywało się manualnie oraz z zastosowaniem metod numerycznych lub automatycznie. Przetwarzanie obejmowało następujące czynności:

- skanowanie opracowań, otworów wiertniczych, map,
- przepisywanie danych z kart otworów wiertniczych do p-BDGI,
- geokodowanie rastrów,
- wektoryzację obiektów na mapie,
- kodowanie atrybutów,
- weryfikację poprawności topologicznej,
- opracowanie symboliki obiektów,
- zmianę formatu zapisu danych,
- zmianę odniesień przestrzennych,
- weryfikację i uzupełnienie informacji opisowej (atrybuty),
- scalanie i reklasyfikację wydzieleni,
- przygotowanie metadanych w sposób zgodny z dyrektywą INSPIRE oraz dokumentacją zasobu.

Głównym elementem w procesie gromadzenia i przetwarzania danych było zebranie, uporządkowanie, a następnie weryfikacja i krytyczna analiza dostępnych materiałów archiwalnych dotyczących dokumentacji geologiczno-inżynierskich, hydrogeologicznych, geologicznych złoża kopaliny i innych. Zgromadzone dane pochodziły z Narodowego Archiwum Geologicznego, PIG-PIB, w Warszawie.

Do opracowania atlasu wykorzystano materiały archiwalne pochodzące z długiego przedziału czasowego, obejmujące okres od 1962 do 2013 roku. W trakcie analizy materiałów natrafiono na szereg trudności związanych z brakiem możliwości jednoznacznej lokalizacji otworów archiwalnych oraz ich rzędnych wysokościowych. Istotnym problemem były także ograniczone możliwości w pozyskiwaniu archiwalnych opracowań geotechnicznych, wynikające z obowiązujących oraz archiwalnych regulacji prawnych (brak obowiązku archiwizacji), lub też braku dobrej woli w ich udostępnianiu ze strony firm wykonawczych. Istotnym problemem były także trudności w pozyskaniu archiwalnych opracowań geotechnicznych, wynikające z obowiązujących regulacji prawnych (brak obowiązku archiwizacji). Jednakże na potrzeby niniejszego opracowania udało się pozyskać dane z archiwów opracowań geotechnicznych należących do prywatnych firm, świadczących usługi geologiczne i wiertnicze. Wszystkie udostępnione otwory przez firmy prywatne posłużyły do opracowania atlasu, jednak ze względu na regulacje prawne nie będą udostępnione publicznie.

Jednocześnie bardzo dużo materiałów dokumentacyjnych uległa zaginięciu bądź zniszczeniu, m.in. z powodu upadku przedsiębiorstw i kombinatów budowlanych oraz geologicznych. Dokumentacje geotechniczne, niepodlegające zatwierdzaniu przechowywali inwestorzy lub wykonawcy, którzy często nie istnieją od wielu lat.

W trakcie zbierania materiałów archiwalnych przeanalizowano 29 opracowań geologiczno-inżynierskich, geotechnicznych, hydrogeologicznych, złożowych i innych. Do bazy danych wyselekcjonowano 66 otworów o łącznym metrażu 2744,17 mb. Analizowany obszar klifów Gdyńskich zawiera się w obszarze Atlasu geologiczno-inżynierskiego Aglomeracji Trójmiejskiej Gdańsk-Sopot-Gdynia wykonanym przez Państwowy Instytut Geologiczny oraz Przedsiębiorstwo Geologiczno-Geodezyjne GEOPROJEKT–Gdańsk w 2007 roku [27]. Na potrzeby niniejszego atlasu z opracowania z 2007 roku wykorzystano 232 otwory o łącznej głębokości 1 538,8 m.

Ponadto, ze względu na niewystarczające rozpoznanie geologiczne omawianego obszaru, zaprojektowano i odwiercono 108 otworów o sumarycznym metrażu 942,3 m. Nowo wywiercone otwory miały na celu rozpoznanie budowy klifów, która nie była szczegółowo udokumentowana w opracowaniu z 2007 roku. Należy dodać, że część otworów wybranych do bazy leży poza obszarem opracowania, co jest istotne dla warunków brzegowych i przeprowadzanych na ich podstawie geoanaliz przestrzennych. Wśród nich znajdują się także 23 inne otwory pochodzące z Bazy Danych Geologiczno-Inżynierskich (BDGI) o łącznym metrażu 399 mb. Ostatecznie wykorzystano 429 otworów o łącznym metrażu 5 624,47 mb.

Najlepiej udokumentowanym obszarem atlasu są tereny zabudowane, natomiast najgorzej – obszar rezerwatu przyrody „Kępa Redłowska” oraz tereny jednostek wojskowych. Liczba archiwalnych otworów badawczych udokumentowanych w obrębie klifów przedstawia się następująco:

- Klif Oksywski – 90 otw. na obszarze 2,2 km<sup>2</sup>;
- Klif Orłowski – 73 otw. na obszarze 1,9 km<sup>2</sup>;
- poza obszarem atlasu, w buforze do 300 m – 158 otw.

Po wykonaniu otworów badawczych na potrzeby atlasu liczba otworów w obrębie klifów przedstawia się następująco:

- Klif Oksywski – 146 otw. na obszarze 2,2 km<sup>2</sup>;
- Klif Orłowski – 125 otw. na obszarze 1,9 km<sup>2</sup>;
- poza obszarem atlasu, w buforze do 300 m – 158 otw.

W sumie daje to 271 otworów na obszarze klifów Gdyńskich oraz 158 otworów poza obszarem atlasu, w buforze 300 m. Średnia gęstość rozpoznania wynosi ponad 75 otworów/km<sup>2</sup> powierzchni wyznaczonego obszaru atlasu. Taka gęstość rozpoznania spełnia wymagania dokumentu pn. „*Atlasy geologiczno-inżynierskie w skali 1:10 000 lub mniejszej. Instrukcja wykonywania*” w skali 1:10 000 dla złożonej budowy geologicznej. Gęstość rozpoznania przedstawiono graficznie na Mapie zakresu udokumentowania terenu w skali 1:50 000.

Lokalizację otworów archiwalnych i odwierconych na potrzeby atlasu przedstawiono na 5 arkuszach Mapy dokumentacyjnej (na podkładzie topograficznym) w skali 1:5 000.

Atlas klifów Gdyńskich uszczegóławia rozpoznanie geologiczne Atlasu Aglomeracji Trójmiejskiej, 2007 na odcinkach wybrzeża klifowego, które jest zagrożone występowaniem niekorzystnych zjawisk geodynamicznych.

## **4 WYKONANE PRACE I ROBOTY GEOLOGICZNE. USZCZEGÓLOWIENIE DANYCH ARCHIWALNYCH.**

Podczas tworzenia bazy danych dla potrzeb sporządzenia atlasu klifów gdyńskich dokonano analizy stanu rozpoznania terenu w granicach wyznaczonego obszaru. W jej wyniku wytypowano obszary słabo rozpoznane i zaprojektowano wykonanie dodatkowych badań geologicznych. Celem wykonanych prac i robót geologicznych było w szczególności:

- uszczegółowienie rozpoznania budowy geologicznej terenu badań, w tym określenie układu i miąższości warstw, genezy, stratygrafii i litologii gruntów występujących w podłożu gruntowym,
- ustalenie głębokości występowania zwierciadła/zwierciadeł wód podziemnych,
- ustalenie lokalizacji, rozprzestrzenienia, rodzaju procesów i zjawisk geodynamicznych oraz antropogenicznych (zjawiska osuwiskowe, glacitektoniczne, sufozyjne, podtopienia i in.),
- wskazanie występowania gruntów organicznych, podmokłości i wysięków,
- charakterystyka wydzielonych na podstawie stratygrafii, litologii i genezy serii geologiczno-inżynierskich budujących podłoże gruntowe,
- ocena właściwości fizyczno-mechanicznych gruntów tworzących wydzielone serie,
- określenie warunków geologiczno-inżynierskich,
- wskazanie obszarów przydatnych do budownictwa.

Roboty i prace geologiczne zostały wykonane na podstawie następujących projektów robót:

- „Projekt robót geologicznych w celu opracowania dokumentacji geologiczno-inżynierskiej dla potrzeb ochrony wybranych obszarów polskiej strefy brzegowej od kilometra 80 do kilometra 84 brzegu morskiego, klif gdyński na odcinku Orłowo (klif Orłowski), zatwierdzony decyzją nr DROŚ-G.7440.1.12.2016 z dn. 22.02.2017.
- „Projekt robót geologicznych w celu opracowania dokumentacji geologiczno-inżynierskiej dla potrzeb ochrony wybranych obszarów polskiej strefy brzegowej od kilometra 89 do kilometra 94 brzegu morskiego, klif gdyński na odcinku Oksywie-Babie Doły (klif Oksywski), zatwierdzony decyzją nr ROD.6540.21.2016.AN z dn. 19.01.2017.

### **4.1 KARTOWANIE GEOLOGICZNO - INŻYNIERSKIE**

Kartowanie geologiczno-inżynierskie przeprowadzono w dwóch etapach. W pierwszym etapie, w fazie projektowania punktów dokumentacyjnych przeprowadzono wizję terenową polegającą na weryfikacji zgodności posiadanych materiałów z aktualną sytuacją w terenie oraz ustaleniu lokalizacji punktów badawczych z uwzględnieniem warunków terenowych. W drugim etapie, w fazie wykonywania badań przeprowadzono obserwację wszelkich niekorzystnych zjawisk geologicznych istotnych z punktu widzenia zagospodarowania terenu ze szczególnym uwzględnieniem strefy klifu. Wizja lokalna została przeprowadzona w sierpniu 2013 roku, a kartowanie geologiczno-inżynierskie w 2016 i w 2017 roku.

Cały obszar klifu Oksywskiego charakteryzuje się klifowym typem wybrzeża z wąską, kamienistą lub piaszczystą plażą u jego podnóża. Znaczną część obszaru zajmują tereny jednostek wojskowych.



Z uwagi na zachodzące wzdłuż klifu procesy osuwiskowe, na niektórych odcinkach podstawa klifu zabezpieczona jest przed abrazją morską za pomocą opasek betonowych i narzutów kamiennych (Rysunek 5a-b). Dotyczy to w szczególności odcinka południowego od Osady Rybackiej do Portu Wojennego. W wielu miejscach obserwowane są jednak czynne procesy zboczowe w górnych partiach klifu postaci uszkodzeń budynków zlokalizowanych blisko krawędzi klifu (Rysunek 5c), powalonych drzew (Rysunek 5d) oraz ruchów powierzchniowych (Rysunek 5f). Ruchy te są wzmożone na obszarach zabudowań jednorodzinnych z uwagi zaśmiecanie krawędzi klifu i odprowadzanie wody. Wzdłuż klifu, w miejscach aktywnych ruchów masowych rozstawione są tablice ostrzegawcze (Rysunek 5e).

Poza strefą krawędziową klifu nie stwierdzono występowania czynnych procesów geodynamicznych za wyjątkiem niewielkich ruchów zboczowych na obszarze Wąwozu Ostrowickiego zajętego przez jednostkę wojskową.

Niemal cały klifu Orłowskiemu zajmuje rezerwat przyrody Kępa Redłowska. Obszar ten charakteryzuje się klifowym typem wybrzeża z wąską, piaszczystą plażą u jego podnóża. Z uwagi na lokalizację klifu na obszarze rezerwatu, ingerencja w postaci trwałych zabezpieczeń całego odcinka klifu jest ograniczona do niezbędnego minimum. Wzdłuż całego klifu obserwowane są przejawy procesów zboczowych (Rysunek 6a-f) w postaci osuwisk, obrywów, przemieszczonych elementów infrastruktury, połamanych drzew itp.

Najbardziej aktywnym obszarem osuwiskowym klifu jest rejon Cypla Redłowskiego – najbardziej wysuniętego na zachód i narażonego na abrazję morską fragmentu klifu. Tempo cofania się tego odcinka klifu wynosi średnio 1,3 m/rok (Łabuz, 2013). W roku 2006 wykonano na tym odcinku (od mola do cypla) system zabezpieczeń w postaci trzech kamiennych progów podwodnych, dwóch ostróg kamiennych, fragmentu opaski betonowej i obszaru sztucznego zasilania. Według danych literaturowych (Łabuz, 2013) skuteczność systemu progów podwodnych jest niewielka.

Drugim obszarem charakteryzującym się intensywnymi procesami zboczowymi są okolice stanowisk ogniowych na wysokości jednostki wojskowej o długości kilkuset metrów, gdzie wybudowano betonową opaskę i 4 drewniane ostrogi.

W części północnej obszaru badań, w okolicy polanki redłowskiej wybrzeże ma charakter umocniony znajduje się tam Bulwar Nadmorski im. Feliksa Nowowiejskiego oraz deptak i mini molo.

Na pozostałym obszarze obserwowane są przejawy procesów erozyjnych w głęboko wciętych wąwozach zlokalizowanych w obrębie rezerwatu.

## **4.2 BADANIA GEOFIZYCZNE**

Celem badań geofizycznych, wykonanych metodą tomografii elektrooporowej było wstępne rozpoznanie budowy geologicznej klifu i strefy brzegowej, na obszarze objętym badaniami, który został ustalony w projekcie robót geologicznych. Dodatkowo po wykonaniu zaplanowanych wierceń i sondowań badania te mają zostać zreinterpretowane pod kątem uszczegółowienia budowy geologicznej.

W ramach prac geofizycznych na obszarze klifu Oksywie-Babie Doły wykonano 7 profili elektrooporowych o łącznej długości 4545 mb. Na obszarze klifu Orłowo wykonano 6 profili elektrooporowych o łącznej długości 4300 mb. Badania wykonano metodą tomografii elektrooporowej z krokiem pomiarowym (odległość między kolejnymi elektrodami) równym 5 m.

Przebieg każdego z profili w terenie wyznaczono za pomocą różnicowych pomiarów satelitarnych metodą GNSS-RTN. Pomiar wykonano zestawem GPS, firmy STONEX w oparciu o państwową sieć stacji referencyjnych ASG-EUPOS. Pomiar dotyczył współrzędnych płaskich w Państwowym Układzie Współrzędnych Geodezyjnych 1992.

Szczegółowy raport z badań geofizycznych wraz z załącznikami graficznymi zawarto w załączonym Sprawozdaniu z badań geofizycznych wykonanych na potrzeby Atlasu geologiczno-inżynierskiego dla klifów gdyńskich.



**Rysunek 5** Obszar klifu Oksywie (fot. A. Starzycka)

**a – opaska betonowa w rejonie Osady Rybackiej, b - narzuty kamienne w rejonie Babich Dołów, c – zniszczenia obiektów budowlanych wywołane ruchami masowymi w strefie krawędziowej klifu w rejonie Osady Rybackiej, d – procesy zboczowe na wysokości kościoła pod wezwaniem Matki Boskiej Licheńskiej i Świętego Jerzego przy ul. Rybaków, e – ostrzeżenia urzędu morskiego w Gdyni dotyczące obszaru osuwiskowego, f – procesy zboczowe na północ od Osady Rybackiej**



**Rysunek 6** Obszar klifu Orłowo (fot. A. Starzycka)

**a** – klif Orłowski w rejonie cypla Orłowskiego, **b** - przemieszczone elementy infrastruktury wojskowej, **c** – osuwisko w rejonie cypla Orłowskiego, **d** – górna krawędź cypla Orłowskiego, **e** –procesy zboczowe na północ od cypla Orłowskiego, **f** – oberwane fragmenty klifu na plaży w na północ od cypla Orłowskiego

### 4.3 POMIARY GEODEZYJNE

W ramach prac geodezyjnych wykonano pomiary geodezyjne miejsca wykonania wiercenia dla potrzeb Atlasu geologiczno-inżynierskiego obejmujące współrzędne geodezyjne X i Y w układzie PL1992, oraz rzędna H [m npm] w aktualnie obowiązującym układzie odniesień (Kronsztad86) zgodnie z Rozporządzeniem Rady Ministrów z dnia 15 października 2012 roku w sprawie państwowego systemu odniesień przestrzennych (Dz. U. 2012 poz. 1247) [11].

Rzędne wysokościowe archiwalnych punktów dokumentacyjnych zostały określone na podstawie informacji zawartych w dokumentacji i zweryfikowane na podstawie numerycznego modelu terenu (NMT) złożonego z chmury punktów rozmieszczonych w siatce o oczku 1 m. W miejscach wątpliwych rzędne zostały zweryfikowane w terenie metodą niwelacji klasycznej.

## 4.4 WIERCENIA I POBÓR PRÓBEK GRUNTÓW I SKAŁ

W ramach robót geologicznych wykonano łącznie 108 otworów badawczych o głębokości od 1,1 do 65 m o sumarycznym metrażu 941,9 mb.

Na obszarze klifu Oksywskiego wykonano łącznie 56 otworów badawczych o głębokości od 1,1 do 44 m o sumarycznym metrażu 600 mb, w tym:

- 2 otwory o głębokości 0-2 m,
- 1 otwór o głębokości 2-4 m,
- 40 otworów o głębokości 4-6 m,
- 2 otwory o głębokości 6-10 m,
- 1 otwór o głębokości 15-20 m,
- 10 otworów o głębokości > 20 m.

Na obszarze klifu Orłowskiego wykonano łącznie 52 otwory badawcze o głębokości od 1,8 do 65 m o sumarycznym metrażu 343,0 mb, w tym:

- 2 otwory o głębokości 0-2 m,
- 8 otworów o głębokości 2-4 m,
- 32 otworów o głębokości 4-6 m,
- 9 otworów o głębokości 6-10 m,
- 1 otwory o głębokości > 20 m.

Wiercenia były prowadzone różnymi metodami w zależności od dostępności terenu, głębokości wiercenia i celu lokalizacji w danym miejscu tj.:

- wiercenia w systemie rdzeniowania na mokro techniką wrzutową z podwójną rdzeniówką, przy ciągłym zabezpieczaniu otworu rurami osłonowymi z możliwością ciągłego uzysku rdzenia oraz pobierania próbek gruntów metodą A o klasie jakości 1 z rdzenia wiertniczego o średnicy nie mniejszej niż 100 mm i długości nie mniejszej niż 80 cm,
- wiercenia w systemie mechanicznym okrętym z/bez zabezpieczania otworu rurami osłonowymi z możliwością poboru próbek gruntów:
  - metodą A o klasie jakości 1 za pomocą cienkościennych próbników Shelby;
  - metodą B o klasie jakości 3 o masie nie mniejszej niż 1 kg dla gruntów spoistych i nie mniejszej niż 2 kg dla gruntów niespoistych do podwójnych worków plastikowych.
  - wiercenia w systemie ręcznym, okrętym i/lub udarowym z/bez zabezpieczania otworu rurami osłonowymi z możliwością poboru próbek gruntów:

Prace wiertnicze prowadzone były pod dozorem uprawnionych geologów. Do ich obowiązków należało:

- przestrzeganie zgodności prowadzonych robót z projektem robót geologicznych;
- dobór techniki wiercenia i sondowania w zależności od zastanych warunków gruntowo-wodnych;
- wykonanie opisu makroskopowego i klasyfikacji przewiercanych warstw gruntów zgodnie z Polskimi Normami PN-B-04481:1988 i PN-B-02480:1986;
- typowanie głębokości, pobieranie, zabezpieczanie i przechowywanie w odpowiednich warunkach rdzeni i próbek gruntów pobranych metodą A i B, klasy jakości 1-3;
- wykonywanie dokumentacji fotograficznej przewiercanych warstw gruntów oraz rdzeni wiertniczych;
- prowadzenie w otworach wiertniczych pomiarów hydrogeologicznych polegających na pomiarze nawierconego i ustabilizowanego poziomu zwierciadła wody podziemnej;

- sporządzenie kart otworów oraz załączania do kart otworów wykonanej dokumentacji fotograficznej przewierczanych warstw gruntów oraz rdzeni wiertniczych,
- korygowanie na bieżąco lokalizacji i głębokości otworów, jeżeli wymagać tego będą warunki geologiczne;
- kontrola likwidacji wykonanych otworów wiertniczych.

Do badań laboratoryjnych z wywierconych otworów badawczych pobrano:

- rdzenie wiertnicze oraz próbki kategorii A klasy jakości 1;
- próbki kategorii B klasy jakości 3.

Wszystkie pobrane próbki zostały opisane i odpowiednio zabezpieczone zgodnie z wymogami jak dla próbek kategorii A klasy jakości 1 (A/1) oraz B klasy jakości 3 (B/3).

Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 30 października 2017 r. w sprawie gromadzenia i udostępniania informacji geologicznej (Dz. U. 2017, poz. 2075) [5]; wszystkie pobrane próbki kwalifikują się jako próbki czasowego przechowywania i nie podlegają przekazaniu organowi administracji geologicznej. Próbki będą przechowywane w laboratorium do czasu zatwierdzenia dokumentacji przez właściwy organ administracji geologicznej.

Po wykonaniu odwiertów, pobraniu próbek i wykonaniu pomiarów hydrogeologicznych, otwory zostały zlikwidowane urobkiem uzyskanym z wiercenia zgodnie z pierwotnym profilem gruntowym lub wypełnione bentonitem. Teren, na którym było wykonywane wiercenie pozostawiono uporządkowany.

Wyniki prac wiertniczych zawierają karty otworów oraz baza danych geologiczno-inżynierskich BDGI.

## 4.5 SONDOWANIA

W ramach badań geologicznych na obszarze klifów gdyńskich, w celu określenia parametrów fizycznych i mechanicznych gruntów, wykonano węzły badawcze, na które składają się otwory wiertnicze opisane w rozdziale 4.4 oraz sondowania:

- Sondowania statyczne CPTU/ sCPTU;
- Sondowania dynamiczne DP

W ramach prac na obszarze klifu Oksywskiego wykonano:

- 7 sondowań CPTU o łącznym metrażu 25,649 mb,
- 4 sondowania DP o łącznym metrażu 42,8 mb.

Na obszarze klifu Orłowskiego nie wykonano żadnych sondowań z uwagi na występowanie zwartych i zagęszczonych gruntów od powierzchni.

Wyniki sondowań zostały wykorzystane do opisu serii geologiczno-inżynierskich a ich karty zasiliły Bazę Danych Właściwości Fizycznych i Mechanicznych gruntów i skał (BDGI-WFM).

## 4.6 BADANIA LABORATORYJNE

W trakcie wierceń uzupełniających pobrano 200 prób gruntów w tym 18 prób klasy A1 (5 na klifie Orłowskim i 13 na klifie Oksywskim) i 181 kategorii B3 (55 na klifie Orłowskim i 127 na klifie Oksywskim). Próby A1 pobrano w postaci zabezpieczonych fragmentów rdzenia lub za pomocą próbników Shelby. Próby B3 pobrano do woreczków foliowych, odpowiednio zabezpieczonych i opisanych.

Spośród tej liczby do dalszych badań laboratoryjnych wytypowano 43 próbki (14 dla klifu Orłowskiego i 29 dla klifu Oksywskiego), w tym 28 próbek gruntów spoistych (13 dla klifu

Orłowskiego i 15 dla klifu Oksywskiego), 15 próbek gruntów organicznych (wszystkie dla klifu Orłowskiego) i 3 próbki gruntów niespoistych (2 dla klifu Orłowskiego i 1 dla klifu Oksywskiego).

Wyniki oznaczeń parametrów fizycznych wykonano zgodnie z polskimi normami (PN-B-04481:1988, PKN-CEN ISO/TS 17892-8:2009P oraz PKN-CEN ISO /TS 17892-5:2009) i zestawiono w Tabeli 2. Wyniki te zasilą Bazę Danych Właściwości Fizycznych i Mechanicznych głównych typów litogenetycznych gruntów i skał Polski w ujęciu regionalnym. Powyższe wyniki umożliwiły również charakteryzowanie serii geologiczno-inżynierskich atlasu klifów Orłowskiego i Oksywskiego.

Badania laboratoryjne pobranych próbek gruntów wykonano w 3 etapach.

- Etap 1 – w trakcie wykonywania prac geologicznych uprawniony geolog dozoru na bieżąco wykonywał opis makroskopowy przewierczanych warstw gruntów zgodnie z polską normą PN-B-04481:1988. Wszystkie opisy makroskopowe wykonane w trakcie wiercenia zamieszczono w kartach otworów wiertniczych w cyfrowej bazie danych geologiczno-inżynierskich (BDGI);
- Etap 2 – w trakcie wykonywania wierceń z każdej nawierczonej warstwy o odmiennej litologii została pobrana próbka gruntu kategorii B klasy jakości 3 lub próbka kategorii A klasy jakości 1;
- Etap 3 – w laboratorium dla wytypowanych próbek (137) przeprowadzono weryfikację analizy makroskopowej przeprowadzonej w terenie oraz wykonano oznaczenie cech fizycznych i mechanicznych.

W tabeli (Tabela 1) podano liczbę wykonanych badań, natomiast wyniki oznaczeń zestawiono w tabelach (Tabela 2, Tabela 3).

**Tabela 1 Zestawienie statystyczne wykonanych badań laboratoryjnych**

Rodzaj badania	Liczba próbek – Klif Orłowski	Liczba próbek – Klif Oksywski
Badania makroskopowe	14	29
Zawartość węglanów	1	0
Badanie wilgotności	12	21
Badanie granic konsystencji	12	12
Analiza areometryczna	9	13
Analiza sitowa	1	7
Laserowa dyfrakcja optyczna	0	0
Straty prażenia	0	8
Gęstość właściwa (metoda piknometru)	1	0
Gęstość objętościowa	0	0
Oznaczenie parametrów ściśliwości	0	0
Oznaczenie parametrów wytrzymałościowych	0	0

Tabela 2 Zestawienie wyników badań laboratoryjnych – klif Orłowski

Dane z otworu		Badania makroskopowe PN-B-04481:1988 p.3*					Wilgotność naturalna PN-B-04481:1988 p.5.1*	Granice konsystencji PN-B-04481:1988 p.5.5 i p.5.6 (bez p.5.6.2 i p.5.6.3)						Analiza sitowa PN-B-04481:1988 p.4.1*			Współczynnik filtracji wg wzoru amerykańskiego PB-101/CBGS edycja 2 z dnia 21 listopada 2017 r.	Wodoprzepuszczalność gruntów niespoistych	Analiza areometryczna PN-B-04481:1988 p.4.2*				Metoda laserowej dyfrakcji optycznej zgodnie z instrukcją producenta			Gęstość właściwa szkieletu gruntowego, metoda piknometru gazowego (helowego) - accu pyc ASTM D 5550-00	Zawartość węgla wapnia - metoda Scheiblera na podstawie literatury	Seria
														Zawartość frakcji [%]					Zawartość frakcji [%]				zawartość frakcji [%]					
nr otworu badawczego	głębokość pobrania [m]	Nazwa gruntu	Barwa	Zawartość CaCO <sub>3</sub> [%]	Liczba waleczkowań	Stan gruntu	w <sub>n</sub> [%]	w <sub>l</sub> [%]	w <sub>p</sub> [%]	IL [-]	stan gruntu	lp [-]	lc [-]	>2,0	>0,5	>0,25	k [m/s]	wg wzoru amerykańskiego	f <sub>z</sub>	f <sub>p</sub>	f <sub>m</sub>	f <sub>i</sub>	f <sub>p</sub>	f <sub>m</sub>	f <sub>i</sub>			
2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
I11-004-0003	2,0	Pg	szara	>5	0x0	zw	4,07	20,40	12,38	-1,04	pzw/zw	7,98	2,04	-	-	-	-	-	1,50	62,99	24,48	11,03	-	-	-	-	-	QpGsp
I11-004-0009	2,3-2,6	Pg/Gp	brązowa	<1	0x0	pzw/tpl	13,54	27,60	14,06	-0,04	pzw/zw	13,52	1,04	-	-	-	-	-	3,32	69,05	14,31	13,31	-	-	-	-	-	QpGNsp
I11-004-0010	5,2-5,6	Pd	ciemnoszara	<1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,00	0,46	18,14	2,3*10 <sup>-5</sup>	średnia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	QpGfNsp
I11-004-0016	1,9-2,1	Gp/Pg	brązowa	1-3	2x3	pl	17,17	27,30	14,38	0,22	tpl	12,96	0,78	-	-	-	-	-	0,38	67,78	19,03	12,81	-	-	-	-	-	QpGsp
I11-004-0021	2,7-3,0	Pg/Gp	brązowa	1-3	rozsypuje się	-	10,31	24,60	14,13	-0,36	pzw/zw	10,45	1,36	-	-	-	-	-	1,09	75,01	16,32	7,58	-	-	-	-	-	QpGsp
I11-004-0022	2,6-2,8	Pg/Gp	brązowa	<1	rozsypuje się	-	15,84	24,80	16,72	-0,11	pzw/zw	8,07	1,11	-	-	-	-	-	0,30	80,58	13,13	5,98	-	-	-	-	-	QpGfNsp
I11-004-0023	1,2-1,4	Pg	ciemnoszara	<1	0x0	pzw	12,24	28,50	15,73	-0,27	pzw/zw	12,76	1,27	-	-	-	-	-	1,07	58,67	21,98	18,27	-	-	-	-	-	QpGsp
I11-004-0026	1,2-1,4	G	ciemnobrązowa	<1	0x0	pzw	19,93	37,90	25,16	-0,41	pzw/zw	12,78	1,41	-	-	-	-	-	0,34	45,82	38,18	15,66	-	-	-	-	-	QpGsp
I11-004-0027	1,2-1,4	Pg+Ż	brązowa	3-5	-	zw	8,33	25,10	14,40	-0,57	pzw/zw	10,66	1,57	-	-	-	-	-	2,66	67,40	18,66	11,28	-	-	-	-	-	QpGfNsp
I11-004-0028	0,8-1,0	πp	żółta	<1	-	zw	7,98	29,80	18,39	-0,91	pzw/zw	11,43	1,91	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15,60	77,50	6,90	-	-	QpGsp
I11-004-0031	1,7-1,9	π/Gπ	szara	<1	0x0	pzw	18,87	31,40	17,18	0,12	tpl	14,21	0,88	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,40	81,20	16,40	-	-	QpGzSp
I11-004-0032	0,9-1,1	πp	brązowa	<1	0x0	pzw/zw	8,52	27,60	14,55	-0,46	pzw/zw	13,01	1,46	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20,20	70,70	9,10	-	-	QpGfNsp
I11-004-0032	4,9-5,1	Gp/Pg	brązowa	<1	4x4	pl	16,97	31,70	11,76	0,26	pl	19,96	0,74	-	-	-	-	-	0,66	57,10	23,36	18,88	-	-	-	-	-	QpGsp
I11-004-0041	3,7-4,1	Gp	brązowa	3-5	1x1	tpl	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,8406	0,00	QpGsp

\* Badanie akredytowane

Tabela 3 Zestawienie wyników badań laboratoryjnych – kłif Oksywski

Dane z otworu			Badania makroskopowe PN-B-04481:1988 p.3*					Wilgotność naturalna PN-B-04481:1988 p.5.1 *	Straty masy przy prażeniu PN-B-04481:1988 p.4.4.4	Granice konsystencji PN-B-04481:1988 p.5.5 i p.5.6 (bez p.5.6.2 i p.5.6.3)						Analiza sitowa PN-B-04481:1988 p.4.1 * Zawartość frakcji [%]			Współczynnik filtracji wg wzoru amerykańskiego PB-101/CBGS edycja 2 z dnia 21 listopada 2017 r.	Wodoprzepuszczalność gruntów niespoistych	Analiza areometryczna PN-B-04481:1988 p.4.2 *				Seria
nr otworu badawczego	głębokość pobrania [m]	Nazwa gruntu	Barwa	Zawartość CaCO <sub>3</sub> [%]	Liczba waleczkowań	Stan gruntu	w <sub>n</sub> [%]	I <sub>z</sub> [%]	w <sub>l</sub> [%]	w <sub>p</sub> [%]	IL [-]	stan gruntu	I <sub>p</sub> [-]	I <sub>c</sub> [-]	>2,0 >0,5 >0,25			k [m/s]	wg wzoru amerykańskiego	Zawartość frakcji [%]					
															Wymiary cząstek [mm]	20	40			60	75	f <sub>z</sub>	f <sub>p</sub>	f <sub>m</sub>	
2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	
I12-003-0001	3,5	Gp//Pg	szarobrazowa	>5	0x0	pzw	9,11	-	22,30	12,32	-0,32	pzw/zw	9,94	1,32	-	-	-	-	-	-	5,10	68,10	16,60	10,2	QpGfNsp
I12-003-0001	33,7	π	szarobrazowa	<1	0x1x0	pzw	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,00	13,39	77,33	9,28	MJ
I12-003-0001	34,3	Nmg+Π	ciemnoszara i szara	<1	0	pzw	33,32	3,53	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	MJSm
I12-003-0001	35,3	Nmg//T	czarna, ciemnoszara i szara	<1	0	pzw	41,38	15,23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	MJSm
I12-003-0001	37,6	Nmg//Π	ciemnobrazowa	3-5	0x0	pzw	37,89	9,28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	MJSm
I12-003-0001	38,4	Pd//Pπ+org	szara i czarna	<1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,17	0,41	3,55	1,7*10 <sup>-5</sup>	średnia	-	-	-	-	-	MJ
I12-003-0001	40,5	Nmg	czarna	<1	1x1	tpl	37,63	8,72	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	MJSm
I12-003-0001	42,6	Pd//Pπ//org	szara i czarna	<1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,29	0,64	0,87	2,0*10 <sup>-5</sup>	średnia	-	-	-	-	-	MJ
I12-003-0002	1,9	Gπ//Πp	szarobrazowa	<1	1x1	tpl	21,46	-	38,30	18,56	0,04	tpl	19,73	0,96	-	-	-	-	-	-	0,00	45,72	37,83	16,45	QpGfNsp
I12-003-0002	26,0	Gp+Z+KO	ciemnoszara	3-5	0	pzw	10,96	-	29,00	12,60	-0,10	pzw/zw	16,44	1,10	-	-	-	-	-	-	1,74	59,50	26,44	12,33	QpGsp
I12-003-0002	39,5	Pg	brązowa	1-3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,24	1,45	10,59	9,3*10 <sup>-6</sup>	niska	-	-	-	-	-	QpGfNsp
I12-003-0003	8,3	Π	szara	>5	0	pzw	18,45	-	33,80	16,96	-0,04	pzw/zw	16,81	1,04	-	-	-	-	-	-	0,00	28,96	57,97	13,07	QpGzSp
I12-003-0003	13,0	Π//Πp	szara	>5	0x1	pzw	12,50	-	25,50	14,13	-0,22	pzw/zw	11,42	1,22	-	-	-	-	-	-	0,00	61,33	32,30	6,36	QpGzSp
I12-003-0003	15,9	Pg/Πp	jasnobrazowa	3-5	0x0	pzw	12,61	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,00	64,20	26,48	9,32	QpGfNsp
I12-003-0003	19,8	Gπ//Gπz	brązowo-szara	>5	0	pzw	18,34	-	37,10	19,18	-0,05	pzw/zw	17,94	1,05	-	-	-	-	-	-	0,00	26,12	63,40	10,48	QpGzSp
I12-003-0003	34,4	Pd/Pπ+Gp	brązowa	3-5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,00	5,25	29,72	1,2*10 <sup>-6</sup>	niska	-	-	-	-	-	QpGfNsp
I12-003-0003	36,7	Pg	ciemnoszara	>5	0	pzw	10,44	-	20,90	12,36	-0,22	pzw/zw	8,52	1,22	-	-	-	-	-	-	0,00	67,80	25,45	6,75	QpGsp
I12-003-0004	8,7	G + Z	ciemnoszara	3-5	2x2	pl	16,14	-	27,00	14,76	0,11	tpl	12,20	0,89	-	-	-	-	-	-	1,54	63,73	23,03	11,7	QpGsp
I12-003-0004	11,3	Nmg//Π	szara, ciemnoszara i czarna	<1	0	pzw	38,47	18,89	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	MJSm
I12-003-0004	15,8	Nmg//Pπ	ciemnobrazowo-szara	<1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,76	2,37	3,78	6,6*10 <sup>-7</sup>	grunt półprzepuszczalny	-	-	-	-	-	MJ
I12-003-0004	20,5	Ππ	ciemnoszara, szara i brązowa	<1	0	pzw	30,50	-	54,60	25,05	0,18	tpl	29,51	0,82	-	-	-	-	-	-	0,00	7,74	61,65	30,61	MJSp
I12-003-0004	24,8	Nmg	ciemnoszara i czarna	<1	1x1	pzw	26,53	3,23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	MJSm
I12-003-0004	33,3	Pπ+org	ciemnoszara	<1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,00	0,11	0,20	1,2*10 <sup>-5</sup>	średnia	-	-	-	-	-	MJ
I12-003-0004	35,7	Nmg//Π	ciemnoszara, czarna i szara	<1	1	tpl	28,18	5,23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	MJSm
I12-003-0005	3,1	Gp+KO	szarobrazowa	<1	0	pzw	9,78	-	41,90	14,42	-0,21	pzw/zw	27,44	1,21	-	-	-	-	-	-	1,34	62,82	24,34	11,50	QpGsp
I12-003-0005	7,2	Πp+G	szarobrazowa	<1	1x0	pzw	21,45	-	28,60	19,81	0,19	tpl	8,79	0,81	-	-	-	-	-	-	0,00	76,55	15,98	7,47	QpGfNsp
I12-003-0005	14,1	Gπz//Π	ciemnobrazowa	<1	0x0	pzw	26,71	-	53,70	25,48	0,04	tpl	28,18	0,96	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	QpGzSp
I12-003-0005	22,8	Pπ//Nmg	brązowo-czarna	<1	-	-	29,62	2,19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	MJSm
I12-003-0005	30,5	Pd+org	szaro-czarna	<1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,00	1,00	1,74	1,3*10 <sup>-5</sup>	średnia	-	-	-	-	-	MJ

\* Badanie akredytowane



## 5 ATLAS GEOLOGICZNO - INŻYNIERSKI

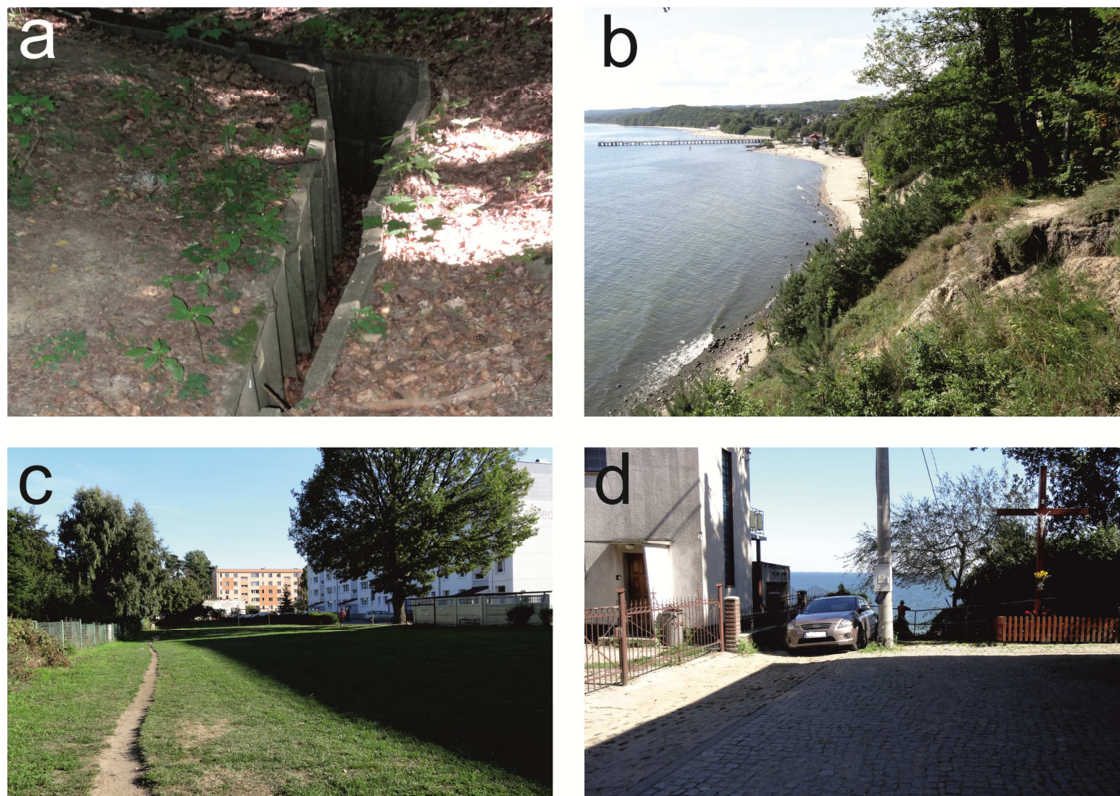
### 5.1 LOKALIZACJA

Teren badań położony jest w całości w województwie pomorskim, prawie w całości w obręb miasta na prawach powiatu Gdynia. Jedynie północna część odcinka Oksywie-Babie Doły znajduje się w powiecie puckim, w gminie Kosakowo. Omawiany obszar ma powierzchnię około 4,1 km<sup>2</sup>, w tym około 2,2 km<sup>2</sup> to obszar klifu Oksywskiego, a 1,9 km<sup>2</sup> to obszar klifu Orłowskiego. Lokalizację terenu badań zaznaczono na Mapie lokalizacyjnej w skali 1:100 000.

Granice Atlasu geologiczno-inżynierskiego klifów Gdyńskich zostały uzgodnione z przedstawicielami samorządów terytorialnych oraz Urzędu Morskiego w Gdyni. Swoim obszarem obejmują obszar klifu Orłowskiego od 80 do 84 km brzegu morskiego oraz klifu Oksywskiego od 89 do 94 km brzegu morskiego.

### 5.2 ZAGOSPODAROWANIE PRZESTRZENNE

Cały analizowany obszar klifów Gdyńskich w rejonie Oksywia i Orłowa charakteryzuje się klifowym typem wybrzeża z wąską, kamienistą lub piaszczystą plażą u jego podnóża, pełniącą funkcję reakcyjno-sportową.



**Rysunek 7 Zagospodarowanie przestrzenne klifów Gdyńskich (fot. A. Starzycka)**

**a – pozostałość po infrastrukturze wojennej w północnej części klifu Orłowskiego, b - widok na molo w Orłowie z Cypla Redłowskiego (Orłowskiego), c – osiedle przy ulicy Dedala, północna część klifu Oksywskiego d – zabudowa jednorodzinna na skraju klifu, Kolonia Rybacka klif Oksywski**

Niemal cały obszar klifu Orłowskiego zajmuje rezerwat przyrody Kępa Redłowska. Za wyjątkiem niewielkiego obszaru zabudowanego, zajętego przez zamkniętą jednostkę wojskową oraz południowego krańca obszaru w rejonie mola Orłowo (Rysunek 7b), obszar badań pokrywa las. W

lesie występują liczne pozostałości infrastruktury wojskowej (np. okopy - Rysunek 7a) oraz budowle wojskowe (np. stanowiska dawnych stanowisk ogniowych)

Na obszarze klifu Oksyńskiego można wyróżnić 3 rejony o podobnym sposobie zagospodarowania terenu:

- rejon Babich Dołów, zlokalizowany w północnej części terenu badań – obszar charakteryzujący się zabudową osiedlową (Rysunek 7c). Na skraju obszaru zlokalizowana jest jednostka wojskowa Gdyńskiej Brygady Marynarki Wojennej,
- rejon od Babich Dołów do Kolonii Rybackiej zlokalizowany w środkowej części terenu badań – obszar charakteryzujący się zabudową rozproszoną z dominującymi obszarami pól uprawnych i nieużytków oraz łąk. W środkowej części obszaru na terenie Wąwozu Ostrowickiego znajduje się jednostka wojskowa.
- rejon od Kolonii Rybackiej do Portu Wojennego w Gdyni, którego znaczną część zajmują jednostki wojskowe oraz zabudowa jednorodzinna (Rysunek 7d).

Zagospodarowanie terenu przedstawiono na Mapie zagospodarowania powierzchni terenu w skali 1:5 000

### 5.3 FORMY OCHRONY PRZYRODY

Na obszarze Atlasu wybranych obszarów polskiej strefy brzegowej – rejon klifów gdyńskich (Oksywie – Babie Doły, Orłowo) zlokalizowane są następujące formy ochrony przyrody:

- Obszar Natura 2000 (SOO): PLH220105 - Klify i Rify Kamienne Orłowa,
- Rezerwat przyrody Kępa Redłowska.

Z terenem badań od strony morza graniczą:

- Obszar Natura 2000 (OSO): PLB220005 – Zatoka Pucka,
- Obszar Natura 2000 (SOO): PLH220032 - Zatoka Pucka i Półwysep Helski.

Na obszarze Natura 2000 i w rezerwacie przyrody prowadzono roboty geologiczne, jednak ich wykonanie nie wywarło trwałego i negatywnego wpływu na środowisko. Przed wykonaniem robót prowadzonych na obszarze rezerwatu przyrody Kępa Redłowska uzyskano pozwolenie Regionalnego Dyrektora Ochrony Środowiska w Gdańsku.

Prace prowadzono zgodnie z ustawą z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska (Dz.U. 2017 poz. 519) [12], ustawą z dnia 16 kwietnia 2004 r. o ochronie przyrody (Dz.U. z 2018 r. poz. 142, 10) [13] oraz innymi ustawami, jak również z zachowaniem wytycznych zawartych w planach ochrony.

Lokalizację obszarów chronionych przedstawiono na Mapie terenów zagrożonych i chronionych w skali 1:5 000.

### 5.4 REGIONALNY MODEL GEOLOGICZNY

Pod pojęciem modelu geologiczno-inżynierskiego należy rozumieć przybliżony obraz warunków geologicznych stworzony na potrzeby rozwiązania konkretnego problemu. W zależności od dokładności prezentowanego obrazu wyróżnia się 3 typy modeli geologiczno-inżynierskich: model konceptualny, model obserwacyjny i model analityczny. Modele różnią się ilością danych wejściowych, dokładnością interpretacji i stopniem niepewności.

Do opracowania atlasu geologiczno-inżynierskiego wykorzystuje się model konceptualny, który przedstawia ogólny zarys warunków geologiczno-inżynierskich. Opracowuje się go na podstawie danych archiwalnych. Model może być uzupełniony wynikami badań terenowych i laboratoryjnych w miejscach, gdzie nie występuje wystarczająca liczba danych archiwalnych. Cechuje go stosunkowo

wysoki stopień niepewności. Model taki dostarcza podstawowych informacji na temat serii geologiczno-inżynierskich (ich stratygrafii, genezy i litologii), ich wzajemnego położenia oraz możliwości wystąpienia zagrożeń naturalnych i antropogenicznych w podłożu.

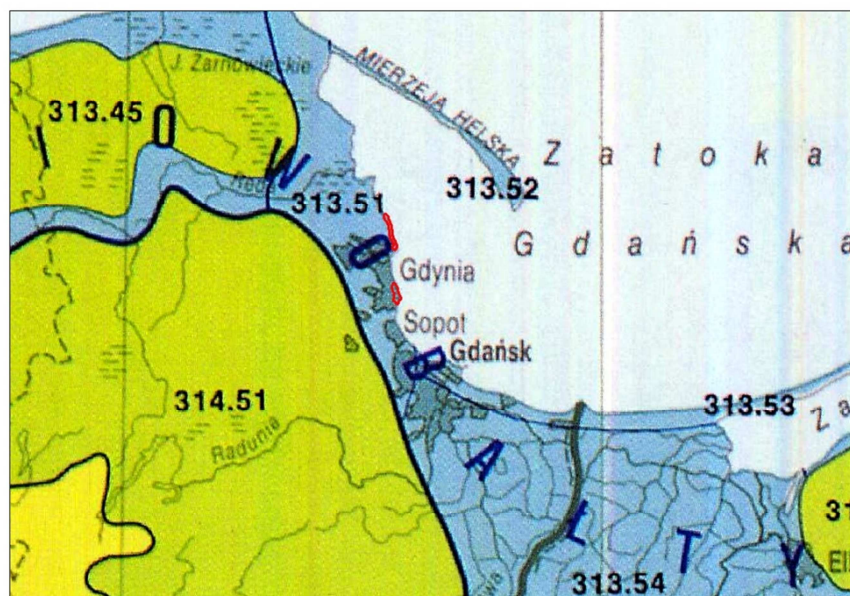
#### 5.4.1 WARUNKI GEOMORFOLOGICZNE I HYDROGRAFICZNE

Omawiany obszar atlasu klifów Gdynskich według podziału regionalnego Polski J. Kondrackiego [32] położony jest w obrębie prowincji Niżu Środkowoeuropejskiego, podprowincji Pobrzeża Południowobałtyckiego, makroregionu Pobrzeża Gdańskiego oraz mezoregionu Pobrzeża Kaszubskiego (Rysunek 8)

Na obszar Pobrzeża Kaszubskiego składają się dwa typy krajobrazu: wysoczyznowe kępy i rozdzielające je pradoliny. Wysoczyzny ograniczone są stromymi stokami o wysokości dochodzącej do kilkudziesięciu metrów. Omawiany teren znajduje się w znacznej części na obszarze mikroregionu Kępy Redłowskiej (Orłowskiej) oraz Kępy Oksywskiej.

Kępa Redłowska jest to wysoczyzna morenowa o wysokości od 20 do 60 m n.p.m., porożciniana suchymi dolinami oraz dolinkami denudacyjnymi, nachylona w kierunku Zatoki Gdańskiej. Od strony wschodniej Kępa opada urwiskiem w stronę morza. Z pozostałych stron otoczona jest terenami miejskimi Gdyni, dzielnicami Orłowo i Redłowo, położonymi w obniżeniu Redłowskim.

Najważniejszą jednostką geomorfologiczną omawianego obszaru jest klif. Klif orłowski zlokalizowany jest w obrębie rezerwatu przyrody „Kępa Redłowska”, na Cyplu Redłowskim, na północ od plaży w Gdyni Orłowie. Jego długość wynosi ok. 650 m, a wysokość zmienia się od 20 do 40 m. Jest to naturalne odślonięcie geologiczne. Maksymalna rzędna na omawianym terenie to około 65 m n.p.m. U podnóża klifu rzędne wynoszą 0 m n.p.m.



*Rysunek 8 Obszar Atlasu wybranych obszarów Polskiej strefy brzegowej – rejon klifów Gdynskich na tle podziału regionalnego Polski (Kondracki, 2010)*

Kępa Oksywska jest to wysoczyzna morenowa płaska o wysokości około 40 m n.p.m., nachylona w kierunku Zatoki Gdańskiej. Porożciniana jest suchymi dolinami. Od strony wschodniej kępa opada urwiskiem w stronę morza. Z pozostałych stron otoczona jest Meandrem Kaszubskim. Południowa część klifu Oksywskiego (w rejonie portu) to kemy i plateau kemowe. Maksymalna rzędna na omawianym terenie to około 40 m n.p.m. U podnóża klifu rzędne wynoszą 0 m n.p.m.

Warunki geomorfologiczne zostały przedstawione na Mapie geomorfologicznej. Szkic geomorfologiczny w rejonie klifu Oksywskiego przedstawiono na Rysunek 9.

Klif Orłowski od strony wschodniej graniczy z Morzem Bałtyckim (Zatoką Gdańską). Jest to dział wodny I rzędu typu brzeg morza lub zalewu. W południowej części omawianego terenu, przez dzielnicę Orłowo przepływa rzeka Kacza. Łądowa część obszaru badań na klifie Orłowskim należy do dwóch zlewni wg [48]:

- zlewni Przymorze od Chylonki do Kaczaj (~85% terenu badań),
- zlewni Kacza od dopływu z Wielkiego Kocka do ujścia (~15%).

Klif Oksywski należy do zlewni Wisły. Od strony wschodniej graniczy z Morzem Bałtyckim (Zatoką Pucką). Jest to dział wodny I rzędu typu – brzeg morza lub zalewu. Część zachodnia obszaru badań należy do zlewni – Przymorze od Kan. Ściekowego do Chyloni.

W granicach opracowania, jedynie rejon portu w Gdyni (obszar przymorski), w południowej części klifu Oksywskiego znajduje się w obszarze zagrożonym podtopieniami. Teren ten stanowi mniej niż 0,2% omawianego obszaru badań. Pozostała część terenu nie znajduje się w obrębie terenów zagrożonych podtopieniami według mapy obszarów zagrożonych podtopieniami w Polsce w skali 1:50 000 (Nowicki Z. i in., 2007). Jednakże, należy mieć na uwadze fakt, że bezpośredni kontakt omawianego terenu z morzem może skutkować podtopianiem plaży.



**Rysunek 9 Szkic geomorfologiczny, SMGP arkusz Gdynia – 016 (Mojski J.E., 1979)**

## 5.4.2 WARUNKI GEOLOGICZNE. SERIE GEOLOGICZNO – INŻYNIERSKIE

Charakterystykę warunków geologicznych i serii geologiczno-inżynierskich oparto na analizie bazy danych geologiczno-inżynierskich (BDGI), map serii geologiczno-inżynierskich z różnych głębokości oraz przekrojów geologiczno-inżynierskich.

Obszar Gdyni należy do obniżenia perybałtyckiego. Najstarsze nawiercone utwory na głębokości poniżej 1000 m, to stropowe warstwy cechsztynu (perm) reprezentowane przez anhydryt

drobnokrystaliczny. Powyżej zalegają osady triasu. Trias dolny reprezentowany jest przez iłowce i mułowce, miejscami wapniste z wkładkami do 1 m wapieni oolitowych z anhydrytem, a w części stropowej z pakietów mało zwięzłego piaskowca drobnoziarnistego oraz z mułowców i iłowców szarych zwięzłych. Trias środkowy to piaskowce drobnoziarniste o spoiwie marglistym oraz mułowce i iłowce piaszczyste z wkładką wapieni. W trasie górnym powstawały iłowce i mułowce z wkładkami piaskowców.

Na terenie Gdyni brak jest osadów jury dolnej. Jura środkowa na omawianym obszarze reprezentowana jest przez mułowce piaszczyste i piaskowce mułowcowe batonu oraz mułowce i iłowce keloweju (Stupnicka, 1997). Osady węglanowe – mułowce margliste i piaszczyste z liczną fauną, przykryte piaskowcem drobnoziarnistym, marglistym oksfordu i margle wapienne z fauną oraz utwory ilasto-mułkowe, margliste i wapienno-piaszczyste oolitowe – powstawały w środowisku morskim. Przypuszczalnie górna jura (od końca kimerydu) i dolna kreda były na tym obszarze okresem lądowym (Stupnicka, 1997), a rozległa transgresja morska z początkiem kredy górnej spowodowała erozję tych osadów – brak tych utworów na omawianym terenie. W środowisku morskim osadzały się utwory ilasto-mułkowe z glaukonitem cenomanu i turonu. Już w koniakum na obszarze północno-wschodniej Polski zaczęły pojawiać się płycizny i wyspy, których powierzchnia stopniowo się powiększała. Na obszarze miasta Gdynia, w środowisku morskim sedymentowały piaski kwarcowe z glaukonitem koniakum, piaski kwarcowe santonu, gezy z czertami oraz piaski kwarcowe ze żwirem i glaukonitem kampanu.

Regresja morska pod koniec kredy spowodowała znaczne zmiany w architekturze basenu sedymentacyjnego północno-zachodniej Europy. Powyżej kampanu, aż po eocen włącznie, występuje luka stratygraficzna, świadcząca o tym, że w tym czasie przeważały procesy erozji i denudacji. Dobrze zachowane są osady oligoceńskie powstałe w środowisku morskim. Zalegają one ciągłą pokrywą, a brak tych osadów stwierdzono tylko w miejscach głębokich rynien egzaracyjnych lub erozyjnych oraz lokalnie na obszarze Pradoliny Kaszubskiej (Gdynia). Profil osadów oligocenu można zgeneralizować do trzech poziomów. W poziomie dolnym przeważają piaski kwarcowo-glaukonitowe, środkowy poziom tworzą ility miejscami piaszczyste, niekiedy mułki piaszczyste z łuszczykami i glaukonitem oraz konglomeratami fosforytowymi. Na tych osadach zalegają ponownie piaski kwarcowo-glaukonitowe niekiedy ze żwirami, miejscami przechodzące w piaski pylaste. Miąższość osadów oligocenu wynosi około 20 m.

W miocenie powstawały jeziorne osady słodkowodne – ility, mułki, piaski kwarcowe, węgiel brunatny, miejscami żwiry. Osady te są powszechne na obszarze Gdyni i występują na różnych głębokościach, lokalnie jako kry (Kaulbarsz, 2005).

Kolejna luka stratygraficzna obejmuje młodszą część miocenu, pliocen i preplejstocen. Luka ta wynika nie tylko z braku warunków do powstawania osadów, ale w znacznej mierze spowodowały ją procesy erozji i egzaracji jakie zachodziły w mezoplejstocenie.

Utwory czwartorzędowe pokrywają cały obszar Gdyni. Cechuje je zróżnicowanie litologiczne i genetyczne. Pokrywa tych osadów ma różną miąższość. W obszarze wysoczyzn miąższość ich przekracza 100 m. Osady zlodowacenia południowopolskiego, znane są tylko z profili wiertniczych, leżą bezpośrednio na osadach neogenu, a miejscami paleogenu. Profil tych osadów składa się z trzech poziomów gliny zwałowej, piasków, mułków i iłków zastoiskowych oraz piasków i żwirów wodnolodowcowych. W glinie zwałowej często są obecne porwaki skał podłoża, od kredy po miocen, a także drobne okruchy tych skał. Niewątpliwie świadczy to o zróżnicowanej hipsometrycznie powierzchni, na którą nasuwał się lądolód, ale również o dużej energii niszczącej lądolodu. Osady zlodowacenia środkowopolskiego są w pełni rozwinięte głównie na obszarze wysoczyzny. Osady te leżą przeważnie na miocenie. Ich miąższość wynosi od 30 do 60 m. W strefie niziny nadmorskiej, pomiędzy Gdańskiem a Orłowem, miąższość ta wyraźnie spada i wynosi od 4 do 10 m. Pełny profil osadów zlodowacenia środkowopolskiego składa się z dwukrotnego następstwa osadów zastoiskowych, wodnolodowcowych i gliny zwałowej. Jednakże w obrębie miasta Gdynia najczęściej wykształcone są jako jeden pokład glin zwałowych o miąższości od 10 do 15 m. Tylko miejscami jest on dwudzielny, przedzielony różnoziarnistymi piaskami wodnolodowcowymi. Powyżej leżą mułki, ility

i piaski zastoiskowe górne i dolne. Te ostatnie stanowią najniższy poziom profilu osadów tego zlodowacenia.

Osady interglacjału eemskiego nie występują na omawianym terenie. Osady zlodowacenia północnopolskiego to piaski i żwiry wodnolodowcowe dolne, podścielające osady lodowcowe i górne je przykrywające, stadiału dolnego zlodowacenia Warty. Poziom dolny tworzą piaski różnoziarniste ze żwirami o miąższości około 15 m. Osady te występują głównie w obszarze wysoczyzny morenowej. Poziom górny widoczny jest w licznych odślonięciach, również na obszarze wysoczyzny, dość wyraźny poziom tworzą w południowej części Kępy Oksywskiej. Gliny tego stadiału znane są głównie z wierceń, ale także z odślonień w klifie orłowskim, pomiędzy Zamkową Górą i Kolibkami na południe od Orłowa. Są to gliny piaszczyste o charakterystycznym jasnym zabarwieniu (jasnoszare, zielonoszare, szarobrązowe). Piaski, ility i mułki zastoiskowe tego wieku występują sporadycznie m.in. w południowej części Gdyni. Przewodnią serią plejstoceniową są mułki, piaski i żwiry wodnolodowcowe (kemowe). Występują one na powierzchni w całej strefie krawędziowej wysoczyzny morenowej i tylko niekiedy przykryte są cienką warstwą glin stadiału środkowego zlodowacenia Wisły. Ich miąższość dochodzi do 25 m (średnio około 9 m). W całym profilu osady te są wapniste.

Profil stratygraficzny stadiału środkowego w obszarze Gdyni rozpoczyna się piaskami i żwirami wodnolodowcowymi. Między Oksywem, a Obłuzem miąższość tych piasków dochodzi do 10 m i występują one pod gliną zwałową, która tworzy jeden poziom, niewielkiej miąższości (około 8 m, częściej mniej), pospolity na powierzchni tego obszaru. Piaski i żwiry wodnolodowcowe występują w dolinie pomiędzy Kępą Redłowską a wysoczyzną, w pradolinie Chylonki, tworzą również pokrywy sandrowe.

Osady najmłodszego stadiału zlodowacenia północnopolskiego występują na powierzchni i są to piaski i żwiry ozów, piaski i mułki kemów, piaski i żwiry wodnolodowcowe, piaski, mułki i ility zastoiskowe. Gлина zwałowa tego stadiału znana jest z południowych dzielnic Gdyni. Jest to glina brązowa lub brązowo-brunatna, bezstrukturalna, o miąższości 2,0 do 2,5 m. W tych też obszarach występują piaski ze żwirami lodowcowe, leżące bezpośrednio na glinach. Piaski, mułki i ility zastoiskowe towarzyszą w pradolinie osadom wodnolodowcowym, przykrywając je ciągłą pokrywą i znane są z profili wiertniczych z obszaru miasta Gdyni i portu. Miąższość tych osadów wynosi około 15 m, maksymalnie 21 m.

W obrębie Kępy Oksywskiej występują osady neogenu. Są to piaski i mułki mioceńskie, lokalnie z przewarstwieniami węgla brunatnego. Poza tym występują też gliny zwałowe, tworząc dwie warstwy rozdzielone piaskami drobnoziarnistymi. Gлина zalega na różnorodnych osadach od piasków do mułków mioceńskich, poprzez osady zastoiskowe, do piasków plejstoceniowych.

W obrębie Kępy Redłowskiej występują osady od miocenu do holocenu. Najniższy stratygraficznie poziom tworzą osady środkowego miocenu, zbudowanego z piasków z wkładkami węgla brunatnego. Strop osadów mioceńskich położony jest w północnej części klifu na około 17 m n.p.m. i zapada gwałtownie, na krótkim odcinku, pod poziom morza w jego części południowej. Osady czwartorzędowe odsłaniają się w ścianie klifu w postaci trzech poziomów glin zwałowych oraz osadów międzymorenowych – głównie piaszczystych z domieszką żwirów. U podnóża klifu zalegają holoceniowe piaski morskie oraz osady deluwialne.

Cypel Orłowski zbudowany jest z gliny zwałowej wypiętrzonych glaciektonicznie, o czym świadczy ukierunkowanie spękań i niezgodne położenie względem pozostałych osadów (Kaulbarsz, 2005). Wysokość wypiętrzenia dochodzi do 18 m n.p.m. Między tą gliną, a położoną na północy wychodnią trzeciorzędu, występują ility, piaski, mułki oraz porwaki glin zwałowych, razem tworząc strefę zaburzeń glaciektonicznych.

Osady holoceniowe na obszarze miasta Gdynia występują w różnych facjach. Są to osady morskie, deltowo-morskie, rzeczne, jeziorne, eoliczne i deluwialne. Piaski i żwiry rzeczne, humusowe, pokrywają dna większych dolin rozcinających wysoczyznę. W strefie brzegu występują piaski morskie i eoliczne.

### 5.4.2.1 SERIE GEOLOGICZNO - INŻYNIERSKIE

Na podstawie zgromadzonych materiałów archiwalnych, w tym dokumentacji geologiczno-inżynierskich, hydrogeologicznych, geologicznych złoża kopaliny, geotechnicznych, opracowań fizjograficznych geologicznych, opracowany został regionalny model geologiczno-inżynierski. Posłużył on do scharakteryzowania serii geologiczno-inżynierskich występujących na obszarze klifów gdyńskich. Jako główne kryterium podziału na serie przyjęto w pierwszej kolejności stratygrafię, czyli wydzielono warstwy gruntów i skał tego samego wieku. Kolejnym kryterium podziału była geneza – w obrębie warstw stratygraficznych wydzielono warstwy gruntów o podobnych warunkach i sposobie powstawania. Trzecim kryterium był rodzaj gruntu w podziale na grunty spoiste, niespoiste i organiczne. Niektóre serie z uwagi na brak możliwości podziału na litologię lub stratygrafię zostały połączone, tworząc tzw. serie nierozdzielone litologicznie lub genetycznie. Wyodrębniono także 4 serie specjalne – wodę, brak możliwości wiercenia, pustki w górotworze oraz inne (np. brak uzysku rdzenia).

Każda z serii została zaklasyfikowana do jednej z kategorii przydatności do budownictwa w zależności od ogólnych właściwości fizycznych i mechanicznych. Wydzielono 3 kategorie właściwości:

- małokorzystne – zaliczono do nich grunty bardzo zmienne i/lub bardzo ściśliwe, w tym: wszystkie grunty antropogeniczne, wszystkie grunty organiczne młodsze niż miocen (neogen), grunty deluwialne spoiste i niespoiste, grunty koluwalne spoiste, pustki w górotworze;
- średniokorzystne – zaliczono do nich grunty zmienne, średnio ściśliwe, w tym: wszystkie grunty spoiste (pyły, gliny, ropy) młodsze niż miocen (neogen), wszystkie nierozdzielone litologicznie grunty holoceni, grunty rzeczne i deluwialno-rzeczne nierozdzielone litologicznie holocen-plejstocen, grunty koluwalne niespoiste oraz zwietrzliny i rumosze gliniaste i rezydualne, lessy i grunty lessopodobne, porwaki starszego podłoża, grunty nierozdzielone litologicznie i spoiste pliocenu i mio-pliocenu;
- korzystne – zaliczono do nich grunty i skały mało zmienne, mało ściśliwe i starsze niż pliocen (neogen), w tym: wszystkie grunty niespoiste niezależnie od genezy i stratygrafii, wszystkie grunty morskie w tym lokalnie pyły i ropy (muły ilaste) o niewielkiej miąższości, wszystkie skały miękkie i twarde, wszystkie grunty starsze niż pliocen (neogen), brak możliwości wiercenia (głazowiska, bruki, podłoża skalne).

Na obszarze klifu oskiwskiego spośród ogólnej liczby 168 serii, stwierdzono występowanie 20 serii geologiczno-inżynierskich a na obszarze klifu orłowskiego - 27 serii, które opisują i systematyzują budowę geologiczną i warunki geologiczno-inżynierskie na terenie omawianego atlasu (Tabela 4 oraz Tabela 5).

Układ serii geologiczno-inżynierskich na obszarze Atlasu klifów gdyńskich przedstawiono na przekrojach geologiczno-inżynierskich.

**Tabela 4 Serie geologiczno – inżynierskie stwierdzone na obszarze klifu oskiwskiego**

Nr serii	Symbol serii	Nazwa serii	Właściwości fizyczne i mechaniczne
2	QhANb	grunty antropogeniczne, nasypy budowlane	małokorzystne
3	QhANn	grunty antropogeniczne, nasypy niebudowlane	małokorzystne
5	QhLHO	holoceni gleby ogólnie	małokorzystne
24	QhMNsp	holoceni morskie grunty niespoiste	korzystne
38	QDSp	czwartorzędowe deluwialne grunty spoiste	małokorzystne
39	QDNsp	czwartorzędowe deluwialne grunty niespoiste	korzystne

Nr serii	Symbol serii	Nazwa serii	Właściwości fizyczne i mechaniczne
56	QpJO	plejstocenijskie jeziorne grunty organiczne, nierozdzielone litologicznie	małokorzystne
57	QpJ	plejstocenijskie grunty jeziorne, nierozdzielone litologicznie	średniokorzystne
70	QpGSp	plejstocenijskie lodowcowe grunty spoiste	średniokorzystne
71	QpGNsp	plejstocenijskie lodowcowe grunty niespoiste	korzystne
72	QpGfNsp	plejstocenijskie wodnolodowcowe grunty niespoiste	korzystne
74	QpGzSp	plejstocenijskie zastoiskowe grunty spoiste	średniokorzystne
91	MJ	miocenijskie grunty jeziorne, nierozdzielone litologicznie	korzystne
92	MJSp	miocenijskie jeziorne grunty spoiste	korzystne
93	MJSm	miocenijskie jeziorne skały miękkie	korzystne
99	PgNg	paleogeński-neogeński grunty i skały nierozdzielone	średniokorzystne
101	OIMSp	oligocenijskie morskie grunty spoiste	korzystne
102	OIMNsp	oligocenijskie morskie grunty niespoiste	korzystne
121	CrMSt	kredowe morskie skały twarde	korzystne
122	CrMSm	kredowe morskie skały miękkie	korzystne

**Tabela 5 Serie geologiczne – inżynierskie stwierdzone na obszarze klifu orłowskiego**

Nr serii	Symbol serii	Nazwa serii	Właściwości fizyczne i mechaniczne
2	QhANb	grunty antropogeniczne, nasypy budowlane	małokorzystne
3	QhANn	grunty antropogeniczne, nasypy niebudowlane	małokorzystne
5	QhLHO	holocenijskie gleby ogólnie	małokorzystne
15	QhJTfO	holocenijskie jeziorne grunty organiczne, torfy	małokorzystne
21	QhRNsp	holocenijskie rzeczne grunty niespoiste	korzystne
24	QhMNsp	holocenijskie morskie grunty niespoiste	korzystne
38	QDSp	czwartorzędowe deluwialne grunty spoiste	małokorzystne
39	QDNsp	czwartorzędowe deluwialne grunty niespoiste	korzystne
41	QCSp	czwartorzędowe koluwalne grunty spoiste	małokorzystne
42	QCNsp	czwartorzędowe koluwalne grunty niespoiste	średniokorzystne



Nr serii	Symbol serii	Nazwa serii	Właściwości fizyczne i mechaniczne
51	QWreNsp	czwartorzędowe zwietrzeliny rezydualne (eluwia) niespoiste	korzystne
56	QpJO	plejstocenijskie jeziorne grunty organiczne, nierozdzielone litologicznie	małokorzystne
57	QpJ	plejstocenijskie grunty jeziorne, nierozdzielone litologicznie	średniokorzystne
69	QpG	plejstocenijskie grunty lodowcowe, nierozdzielone litologicznie	korzystne
70	QpGSp	plejstocenijskie lodowcowe grunty spoiste	średniokorzystne
71	QpGNsp	plejstocenijskie lodowcowe grunty niespoiste	korzystne
72	QpGfNsp	plejstocenijskie wodnolodowcowe grunty niespoiste	korzystne
74	QpGzSp	plejstocenijskie zastoiskowe grunty spoiste	średniokorzystne
76	QpGPrw	plejstocenijskie porwaki starszego podłoża, nierozdzielone litologicznie	średniokorzystne
91	MJ	miocenijskie grunty jeziorne, nierozdzielone litologicznie	korzystne
92	MJSp	miocenijskie jeziorne grunty spoiste	korzystne
93	MJSm	miocenijskie jeziorne skały miękkie	korzystne
99	PgNg	paleogeński-neogeński grunty i skały nierozdzielone	średniokorzystne
101	OIMSp	oligocenijskie morskie grunty spoiste	korzystne
102	OIMNsp	oligocenijskie morskie grunty niespoiste	korzystne
121	CrMSt	kredowe morskie skały twarde	korzystne
122	CrMSm	kredowe morskie skały miękkie	korzystne

Poniżej podano krótką charakterystykę wydzielonych serii na obszarze klifów gdyńskich.

### **Czwartorzęd - Holocen**

#### **Seria QhANb (nr 2) – grunty antropogeniczne, nasypy budowlane**

Nasypy budowlane występują powszechnie na całym terenie badań, głównie na terenach zurbanizowanych, na stropie gruntów rodzimych. Są to wyłącznie piaski o różnej granulacji, formowane w sposób kontrolowany w celu zniwelowania nierówności terenu lub w trakcie realizacji różnych inwestycji budowlanych lub elementy nawierzchni (beton, asfalt itp.). Miąższość nasypów budowlanych jest zmienna i może sięgać kilku metrów.

#### **Seria QhANn (nr 3) – grunty antropogeniczne, nasypy niebudowlane**

Seria ta występuje powszechnie na całym obszarze badań, na stropie gruntów rodzimych. Najczęściej są to osady piaszczyste wymieszane z żużlem, gruzem, kamieniami i częściami organicznymi, oraz rzadziej grunty spoiste takie jak gliny, pyły lub piaski gliniaste. Często nasypy te zawierają odpady komunalne. Nasypy niebudowlane nie są przydatne do bezpośredniego posadowienia obiektów głównie z powodu nieznanego ich pochodzenia oraz ze względu na zmienny stan zagęszczenia i zróżnicowaną litologię. Miąższość tej serii jest zmienna, może sięgać od kilkudziesięciu centymetrów do kilku metrów.

### **Seria QhLHO (nr 5)– holocenijskie gleby ogólnie**

Gleby występują prawie na całym obszarze opracowania. Rodzaj gleby zależy od gruntu lub skały występującej w podłożu. Miąższość wynosi od 0,1 do około 1,3 metra (przeciętnie 0,3 metra). W opracowaniu nie rozróżniano rodzaju gleby. Rodzaj i niewielka miąższość gleb nie mają znaczenia dla zagadnień geologiczno-inżynierskich, tym bardziej, że warstwa gleby jest usuwana przed posadowieniem obiektów budowlanych.

### **Seria QhJTfO (nr 15) – Torfy holocenijskie**

Grunty serii QhJTfO stwierdzono tylko na obszarze klifu Orłowskiego w jednym otworze badawczym zlokalizowanym u podnóża klifu na plaży poniżej piasków morskich. Torf w tym miejscu ma miąższość 1,5 m.

### **Seria QhRNsp (nr 21) – holocenijskie jeziorne grunty organiczne, torfy**

Grunty serii QhRNsp stwierdzono wierceniami tylko na obszarze klifu Orłowskiego w kilku otworach badawczych w dolinie rzeki Kaczej w południowej części obszaru. Są to piaski drobne z domieszką otoczków i piaski grube.

### **Seria QhMNsp (nr 24)– holocenijskie morskie grunty niespoiste**

Piaski morskie są rozprzestrzenione na całej długości analizowanego obszaru u podnóża klifu na plaży. Wykształcone są w postaci piasków drobnych, średnich i grubych, z domieszką żwirów i kamieni i mają miąższość od kilkudziesięciu centymetrów do kilku metrów. Sporadycznie przewarstwione są pyłami, piaskami próchnicznymi lub żwirami. W ich obrębie występują często otoczaki, kamienie, kawałki drewna oraz elementy antropogeniczne pozostawione przez plażowiczów, w tym zanieczyszczenia.

### **Czwartorzęd nierozdzielony**

#### **Seria QDSp (nr 38) – czwartorzędowe deluwialne grunty spoiste**

Deluwialne grunty spoiste występują głównie na stokach denudacyjno-erozyjnych klifu. Wykształcone są w postaci piasków gliniastych, glin piaszczystych i glin w stanie plastycznymi, o miąższości od kilkudziesięciu centymetrów do kilku metrów.

#### **Seria QDNsp (nr 39) – czwartorzędowe deluwialne grunty niespoiste**

Deluwialne grunty spoiste występują głównie na stokach denudacyjno-erozyjnych klifu lub w licznych dolinach erozyjnych zorientowanych prostopadle do brzegu morskiego. Wykształcone są w postaci piasków drobnych, lokalnie średnich i grubych ze żwirem. Sporadycznie w utworach tych występują domieszki części organicznych i glin. Miąższość tych utworów nie przekracza kilku m.

#### **Seria QCSp (nr 41) – czwartorzędowe koluwalne grunty spoiste, Seria QCNsp (nr 42) – czwartorzędowe koluwalne grunty niespoiste**

Grunty serii QCSp i QCNsp stwierdzono wierceniami tylko na obszarze klifu orłowskiego jednak występują one na obu klifach w obrębie czynnych lub nieczynnych osuwisk zlokalizowanych. Wykształcone są w postaci piasków pylastych i średnich oraz glin piaszczystych, piasków gliniastych i glin piaszczystych, często przemieszanych ze sobą. Koluwia spoiste są najczęściej w stanie plastycznym lub miękkoplastycznym, natomiast koluwia niespoiste są w stanie luźnym.

#### **Seria QWreNsp (nr 51) – czwartorzędowe zwietrzliny rezydualne (eluwia) niespoiste**

Eluwia piaszczyste związane są z występowaniem na powierzchni gruntów spoistych i są przede wszystkim efektem wietrzenia glin zwałowych. W wierceniach stwierdzono ich występowanie jedynie w jednym otworze badawczym na. Wykształcone są głównie w postaci piasków pylastych.

## **Czwartorzęd - plejstocen**

### **Seria QpJO (nr 56) – plejstocieńskie jeziorne grunty organiczne, nierozdzielone litologicznie**

Grunty te reprezentowane są przede wszystkim przez namuły gliniaste i torfy oraz sporadycznie piaski próchniczne. Występowanie tych gruntów stwierdzono w szczególności w podłożu piasków plażowych u podnóża klifu. Grunty te występują w stanie plastycznym i miękkoplastycznym i mają miąższości od 0,2 do 2,7 m.

### **Seria QpJ (nr 57) – plejstocieńskie grunty jeziorne, nierozdzielone litologicznie**

Plejstocieńskie grunty jeziorne charakteryzuje znaczne zróżnicowanie litologiczne. Dominują piaski drobne z domieszką części organicznych. Sporadycznie występują w nich iły, pyły i gliny pylaste. Lokalnie występują wkładki żwirów, piasków grubych i otoczków.

### **Seria QpG (nr 69) – plejstocieńskie grunty lodowcowe, nierozdzielone litologicznie**

Serię QpG nawiercono w dwóch otworach w postaci warstw bruku morenowego (otoczków) o miąższości od 10 cm do 1,9 m.

### **Seria QpGSp (nr 70) – plejstocieńskie lodowcowe grunty spoiste**

Grunty serii QpGSp są na analizowanym obszarze dość powszechne. Występują w postaci kilku (2-3) równoległych poziomów pomiędzy którymi występują niespoiste grunty lodowcowe. Charakteryzuje je znaczna zmienność pod względem wykształcenia litologicznego – od piasków gliniastych i pyłów, przez gliny piaszczyste i gliny aż po gliny zwięzłe. Często w ich obrębie występują domieszki żwirów i otoczków oraz dużych kamieni. Miąższość tych utworów może wynosić nawet kilkadziesiąt metrów. Są one głównie w stanie twaroplastycznym, półzwartymi i zwartymi, lokalnie w rejonach sączeń – w plastycznym. Budują one w szczególności cały cypel orłowski. Występują w nich liczne otoczki, są zwarte i silnie spękane (Kaulbarsz, 2005).

### **Seria QpGNsp (nr 71) – plejstocieńskie lodowcowe grunty niespoiste**

Grunty serii QpGNsp są dość powszechne na analizowanym obszarze. Występują jako izolowane przewarstwienia w obrębie glin lodowcowych (serii QpGSp). Wykształcone są w postaci piasków głównie drobnych lub pylastych lokalnie z domieszką gliny lub przewarstwieniami żwiru i otoczków. Najczęściej są pozbawione wody (suche).

### **Seria QpGfNsp (nr 72) – plejstocieńskie wodnolodowcowe grunty niespoiste**

Jest to najbardziej rozpowszechniona seria, występująca na analizowanym obszarze. Osiąga ona znaczne, kilkudziesięciometrowe miąższości. Udział gruntów wodnolodowcowych jest największy w centralnej części klifu oksywskiego i w południowej części klifu orłowskiego (na południe od cypla orłowskiego). Grunty te wykształcone są w postaci piasków o różnej granulacji od piasków drobnych po żwiry i pospółki. Lokalnie przewarstwione są glinami piaszczystymi i pyłami o miąższości nie przekraczającej kilkudziesięciu centymetrów. W większości piaski te są bardzo zagęszczone.

### **Seria QpGzSp (nr 74) – plejstocieńskie zastoiskowe grunty spoiste**

Grunty tej serii wykształcone są głównie w postaci glin pylastych, lokalnie pyłów, pyłów piaszczystych z przewarstwieniami piasków pylastych. Występują one w postaci cienkich przewarstwień w obrębie utworów wodnolodowcowych w szczególności na obszarze klifu oksywskiego. Miąższości tych przewarstwień najczęściej nie przekraczają kilkudziesięciu centymetrów. Lokalnie występują soczewy o kilkumetrowej miąższości.

### **Seria QpGPrw (nr 76) – plejstocieńskie porwaki starszego podłoża, nierozdzielone litologicznie**

Porwak starszego podłoża (iłu mioceńskiego) stwierdzono w jednym otworze w rejonie doliny rzeki Kaczej na głębokości 55 m o miąższości 7,5 metra. W dokumentacji archiwalnej opisany jest jako ił z domieszką otoczków z blokiem wapienia.

## **Neogen – Miocen**

### **Seria MJ (nr 91) – mioceńskie grunty jeziorne, nierozdzielone litologicznie**

Grunty serii MJ są reprezentowane niemal wyłącznie przez piaski różnej granulacji (pylaste, drobne i średnie) z domieszkami węgla brunatnego, namułu gliniastego, pyłów i piasków gliniastych. Lokalnie przewarstwione są otoczkami. Występują one na od kilku do kilkudziesięciu metrów. W północnej części klifu orłowskiego wyłaniają się niemal na powierzchni terenu i lokalnie odstaniają się na klifach (prawdopodobnie jako kry – Rudowski, 1965).

### **Seria MJSp (nr 92) – mioceńskie jeziorne grunty spoiste**

Grunty serii MJSp występują na różnych głębokościach (nawet przy powierzchni w rejonie wcięć erozyjnych na klifie orłowskim). Reprezentowane są głównie przez pyły piaszczyste i pyły, ły oraz sporadycznie gliny w których występują domieszki węgla brunatnego, glin pylastych i piasków pylastych.

### **Seria MJSm (nr 93) – mioceńskie jeziorne skały miękkie**

Seria ta występuje w postaci cienkich przewarstwień węgla brunatnego, które po przewierceniu w niektórych otworach opisano jako namuł gliniasty lub torf. Przewarstwienia te mają miąższość od kilkudziesięciu centymetrów do maksymalnie 1,8 m. W jednym otworze stwierdzono występowanie warstwy łożysk o miąższości 7,3 m.

## **Paleogen – Neogen nierozdzielony**

### **Seria PgNg (nr 99) – paleogeńsko-neogeńskie grunty i skały nierozdzielone**

Grunty serii PgNg stwierdzono udokumentowano wierceniami na klifie oksywskim. Są one zróżnicowane litologicznie, głównie wykształcone jako ły, pyły i mułowce z wkładkami węgla brunatnego. Sporadycznie występują w nich przewarstwienia piasków drobnych i średnich.

## **Paleogen – Oligocen**

### **Seria OIMSp (nr 101) – oligoceńskie morskie grunty spoiste**

Morskie grunty spoiste oligocenu występują na głębokości od 91 do 97 metrów. Wykształcone są w postaci łożysk lokalnie z otoczkami. Domieszki glaukonitu powodują, że mają one lekko zieloną barwę. Mają one niewielki znaczenie dla budownictwa z uwagi na dużą głębokość zalegania i niewielkie rozpowszechnienie.

### **Seria OIMNsp (nr 102) – oligoceńskie morskie grunty niespoiste**

Morskie grunty niespoiste oligocenu występują na głębokości od 86 do 106 m. Wykształcone są głównie jako piaski pylaste i średnie. Domieszki glaukonitu powodują, że mają one lekko zieloną barwę.

## **Kreda**

### **Seria CrMSt (nr 121) – kredowe morskie skały twarde**

Kredowe morskie skały twarde reprezentowane są przez margle i wapienie. Zostały nawiercone zarówno na klifie orłowskim jak i oksywskim na głębokości od 107 do 150 m

### **Seria CrMSm (nr 122) – kredowe morskie skały miękkie**

Morskie skały miękkie reprezentowane są głównie przez scementowane piaski i pyły. Utwory te są położone głęboko, na głębokości poniżej 100 m i nie mają wpływu na warunki budowlane badanego obszaru.

## **5.4.3 WARUNKI HYDROGEOLOGICZNE**

Charakterystyczną cechą regionu gdyńskiego jest występowanie wód podziemnych w wielopiętrowym systemie wodonośnym. Na obszarze miasta Gdynia wody podziemne występują

w obrębie czwartorzędowych, paleogeńsko-neogeńskich (trzeciorzędowych) i kredowych struktur hydrogeologicznych, stanowiące podstawę zaopatrzenia miasta. Znaczenie użytkowe mają głównie wody piętra czwartorzędowego, lokalnie paleogeńsko-neogeńskiego (trzeciorzędowego) i kredowego.

Na obszarze arkusza 16 – Gdynia, Mapy Hydrogeologicznej Polski, wydzielono 5 jednostek hydrogeologicznych. Głównym kryterium ich wydzielenia są:

- występowanie i parametry poziomów wodonośnych,
- wielkości modułu zasobów dyspozycyjnych,
- wiek i stopień izolacji głównego poziomu wodonośnego.

Na obszarze miasta Gdynia występują trzy poziomy wodonośne:

- kredowy,
- trzeciorzędowy (paleogeńsko-neogeński),
- czwartorzędowy.

Znaczenie użytkowe mają głównie wody piętra czwartorzędowego, lokalnie paleogeńsko-neogeńskiego (trzeciorzędowego) i kredowego.

### **Kredowe piętro wodonośne**

Omawiany region znajduje się w brzeżnej strefie górnokredowego Głównego Zbiornika Wód Podziemnych nr 111 Subniecka Gdańska. Strop warstwy wodonośnej na obszarze Gdyni występuje na rzędnej około 140 m n.p.m. Warstwa wodonośna jest zbudowana z piasków drobnoziarnistych, kwarcowych z glaukonitem. Współczynnik filtracji warstwy wynosi od 2,4 do 12 m/d. Przewodnictwo wodne, które w centrum zbiornika wynosi około 600 m<sup>2</sup>/d, w rejonie Gdyni wynosi od 100 do 200 m<sup>2</sup>/d. Obszarem zasilania wód jest wysoczyzna Pojezierza Kaszubskiego. Na terenie miasta Gdyni wody piętra kredowego ujmowane są przez zakłady przemysłowe, położone głównie w rejonie basenów portowych oraz przez dwa ujęcia komunalne (Gdynia ul. Jana z Kolna i Gdynia – Obłuże).

### **Trzeciorzędowe (paleogeńsko-neogeńskie) piętro wodonośne**

W obrębie tego piętra występują dwa poziomy: górny – mioceński i dolny – oligoceński.

#### Poziom mioceński

Na przeważającej części regionu, mioceńska warstwa wodonośna nie tworzy odrębnych struktur wodonośnych. Na obszarze pradolin podściela czwartorzędową warstwę wodonośną i nie ma praktycznego znaczenia. Na wysoczyznach, mioceńska warstwa wodonośna jest w kontakcie hydraulicznym ze znacznie zredukowaną, czwartorzędową warstwą wodonośną, tworząc główny, użytkowy, czwartorzędowo-trzeciorzędowy poziom wodonośny (Q-Tr). Charakteryzuje się on niekorzystnymi parametrami hydrogeologicznymi. Miąższość wynosi od 5 do 35 m, współczynnik filtracji od 3 do 17 m/d, przewodność od 40 do 250 m<sup>2</sup>/d, sporadycznie do 500 m<sup>2</sup>/d. Wydajności studni są niewielkie i zwykle nie przekraczają 30 m<sup>3</sup>/h.

#### Poziom oligoceński

Tworzący odrębną strukturę wodonośną, zbudowany jest z różnoziarnistych piasków kwarcowych z glaukonitem. Strop występuje na rzędnych około 100 m n.p.m. Miąższość warstwy wynosi od 5 do 10 m, sporadycznie osiąga 20 m. Współczynnik filtracji wynosi około 5 m/d, a wodoprzepuszczalność od 20 do 50 m<sup>2</sup>/d. Poziom ujmowany jest w Gdyni, przy ulicy Sieradzkiej, na zachód od omawianego terenu. Dla zaopatrzenia w wodę poziom ma mniejsze znaczenie, w porównaniu z innymi.

### **Czwartorzędowe piętro wodonośne**

Na obszarze Pradoliny Kaszubskiej, główny – czwartorzędowy poziom wodonośny, tworzą piaski różnoziarniste i żwiry, o miąższości od 20 do 50 m. Wody podziemne o zwierciadle swobodnym lub lekko napiętym przez przypowierzchniowe utwory organiczne, występują na głębokości od 0,5 m w centralnych piętrach pradolin, do kilku metrów na ich zboczach.

W południowej odnodze pradoliny warunki hydrogeologiczne są bardzo dobre. Współczynnik filtracji wynosi od 20 do 100 m/d, a wodoprzepuszczalność od 1000 do 3000 m<sup>2</sup>/d. Wydajność studni przekracza zazwyczaj 120 m<sup>3</sup>/h. W północnej odnodze pradoliny parametry hydrogeologiczne warstwy są gorsze. Współczynnik filtracji wynosi od 20 do 50 m/d, a wodoprzepuszczalność od 350 do 900 m<sup>2</sup>/d. Wody podziemne piętra czwartorzędowego na obszarze pradoliny są zasilane głównie przez wody podziemne doływające wzdłuż osi pradoliny, wody podziemne doływające z Pojezierza Kaszubskiego oraz przez bezpośrednią infiltrację z powierzchni terenu. Pradolina Kaszubska spełnia rolę bazy drenażu

Omawiany teren znajduje się w jednostce hydrogeologicznej  $1 \frac{bQ - Tr}{Cr} III$

Obejmuje ona północny fragment krawędzi wysoczyzny, gdzie użytkowy poziom wodonośny tworzy kompleks utworów plejstoceńsko-miocenówskich występujący na głębokości od 40 do 60 m p.p.t. Jego miąższość wynosi średnio 25 m (lokalnie poniżej 10 m), a wodoprzewodność ok. 125 m<sup>2</sup>/d. Wydajności potencjalne studni są dość niskie i wynoszą ok. 30 m<sup>3</sup>/h. Izolacja poziomu jest słaba, często pozostaje w kontakcie hydraulicznym z górnym poziomem plejstoceńskim. Jednostka kontynuuje się w kierunku północnym na arkusz Gdynia, gdzie znajduje się jej zasadniczy obszar. Moduł zasobów odnawialnych określono w wysokości 310 m<sup>3</sup>/d/km<sup>2</sup>, a zasobów dyspozycyjnych 155 m<sup>3</sup>/d/km<sup>2</sup>.

Czwartorzędowy poziom użytkowy ma słabą izolację lub czasem jej brak, a usytuowanie ujęć w głębokich dolinach stwarza duże możliwości spływu zanieczyszczeń z wysoczyzny. Wysokim stopniem zagrożenia charakteryzuje się również fragment Kępy Redłowskiej, gdzie poziom wodonośny w obszarze zurbanizowanym nie ma izolacji.

#### **Główne Zbiorniki Wód Podziemnych**

Dokumentowany teren w całości zlokalizowany jest na terenie GZWP nr 111 – Subniecka Gdańska. Kredowy Subzbiornik nr 111, wyodrębniony w porowych osadach, jest największym na obszarze województwa pomorskiego (1800 km<sup>2</sup>). Zalega on na znacznych głębokościach. W efekcie odnawialność wód podziemnych jest utrudniona i zasoby dyspozycyjne, w porównaniu do dużej powierzchni zbiornika, są stosunkowo niskie (ok. 4000 m<sup>3</sup>/h). Ujmowanie wód z tego zbiornika wymaga wiercenia głębokich studni (około 150 m.), jednak głębokie jego zaleganie wpływa korzystnie na izolację od zanieczyszczeń powierzchniowych. Od południa obszar klifu Oksywskiego graniczy z GZWP nr 110 – Pradolina Kaszubska.

#### **5.4.4 NATURALNE ZAGROŻENIA GEOLOGICZNE**

Na obszarze klifów gdyńskich występują następujące naturalne zagrożenia geologiczne:

- osuwiska aktywne i aktywne okresowo,
- tereny zagrożone ruchami masowymi,
- obszary występowania gruntów słabych,
- spadki terenu od 5 do 12%,
- spadki terenu powyżej 12%.

Na obszarze klifów gdyńskich najistotniejszym problemem z punktu widzenia warunków geologiczno-inżynierskich jest występowanie osuwisk niemal na całej długości klifu. Nawet jeśli obecnie osuwiska na niektórych odcinkach nie występują, ich wystąpienie w przyszłości jest bardzo prawdopodobne.

Występowanie osuwisk wzdłuż brzegu wynika zarówno z niszczącej działalności morza (podcinanie podstawy klifu) jak również ze specyficznej budowy geologicznej (kilka poziomów gliny zwałowej z przewarstwieniami piaszczysto-żwirowymi, w których gromadzi się woda). Część z nich zagraża istniejącej infrastrukturze (rejon Osady Rybackiej, Osiedle Babie Doły), część może zagrażać ludziom spacerującym u podstawy lub na krawędzi klifu (cypel Orłowski). Zjawiska te są szczególnie

intensywnie na obszarach na których w wyniku przepisów związanych z ochroną środowiska musi być zachowana naturalna dynamika procesów brzegowych (rezerwat przyrody Kępa Redłowska).

Oprócz osuwisk, na stokach dolin prostopadłych do linii wybrzeża (w rezerwacie Kępa Redłowska) rozwijają się procesy erozyjne nie mają one jednak znaczenia dla budownictwa, ponieważ tereny są przeznaczone wyłącznie na cele rekreacyjne i ochronne

Poza osuwiskami z punktu widzenia budownictwa należy nadmienić grunty słabonośne występujące przy powierzchni na terenie Babich Dołów, doliny rzeki Kaczaj i lokalnie na wysoczyźnie w obniżeniach terenu.

#### **5.4.5 ANTROPOGENICZNE ZAGROŻENIA GEOLOGICZNE**

Na terenie klifów kaszubskich zjawiska antropogeniczne związane są z:

- występowaniem gruntów nasypanych (niebudowlanych i budowlanych) o niewielkiej miąższości, występują powszechnie na całym terenie badań, głównie na terenach zurbanizowanych i wzdłuż ciągów komunikacyjnych, na stropie gruntów rodzimych. Ich miąższość jest zmienna, może sięgać od kilkudziesięciu centymetrów do kilku metrów,
- przekształceniami terenu związanymi z budową, deptaków i bulwarów spacerowych wzdłuż plaży oraz konstrukcji typu molo,
- przekształceniami terenu i obecnością obiektów podziemnych na terenach jednostek wojskowych w Wąwozie Ostrowickim i Porcie Wojennym na Oksywiu oraz na terenie jednostki wojskowej na Redłowie. Są to głównie wkopy, obwałowania, rowy, okopy, zabudowy stanowisk ogniowych, bunkry betonowe, torpedownie, nadbrzeża portowe itp,
- konstrukcjami zabezpieczającymi ściany i podstawę klifu (opaski betonowe, gabiony itp.),
- pracami związanymi z ochroną brzegu morskiego (piaski refulowane, falochrony, umocnienia, ostrogi).

Na obszarze brak jest terenów górniczych, lokalnie obserwowane są niewielkie zagłębienia terenu związane z nielegalną eksploatacją piasku.

Spośród obiektów uciążliwych można wymienić lotnisko wojskowe w Babich Dołach i Port Wojenny na Oksywiu. Na terenie nie występują obszary przemysłowe, składowiska odpadów itp.

#### **5.4.6 WARUNKI BUDOWLANE**

Mapa warunków budowlanych jest efektem kompilacji warunków geomorfologicznych, geologicznych, hydrogeologicznych i zagrożeń geologicznych, opisywanych w podrozdziałach 5.4.1-5.4.6. Zakres opracowania obejmuje obszary o zróżnicowanej złożoności warunków geologicznych.

Na obszarze klifu Orłowskiego dominują ograniczone warunki budowlane głównie ze względu na występowanie czynnych lub potencjalnych procesów geodynamicznych lub z uwagi na głębokości występowanie wody gruntowej powyżej 1 m p.p.t. Ograniczone warunki budowlane wyznaczono na obszarze plaży, klifu i jego bezpośredniego sąsiedztwa oraz właściwie na całym obszarze rezerwatu Kępa Redłowska z uwagi na znaczne spadki terenu oraz zjawiska erozyjne. Warunki przeciętne i dobre stwierdzono na obszarach zabudowanych osiedla Orłowo i w okolicach parkingu na Polance Redłowskiej.

Na obszarze klifu Oksywskiego udział obszarów o przeciętnych i dobrych warunkach budowlanych jest większy w porównaniu z Orłowem, choć i tak dominują ograniczone warunki budowlane głównie ze względu na występowanie czynnych lub potencjalnych procesów geodynamicznych lub z uwagi na głębokości występowanie wody gruntowej powyżej 1 m p.p.t. Ograniczone warunki budowlane wyznaczono na obszarze plaży, klifu i jego bezpośredniego sąsiedztwa oraz w dolinach erozyjnych oraz w miejscach gdzie przy powierzchni stwierdzono występowanie gruntów o małokorzystnych

właściwościach fizyczno-mechanicznych. Warunki przeciętne stwierdzono lokalnie na obszarze gminy Kosakowo w północnej części obszaru badań, na obszarze Osiedla Babie Doły, w okolicach Osady Rybackiej oraz na Oksywiu, na obszarach oddalonych od klifu. Dobre warunki budowlane stwierdzono na niewielkich obszarach w rejonie Osady Rybackiej, Nowego Obłęża i osiedla na Oksywiu.

## 5.5 MAPY TEMATYCZNE

Mapy tematyczne wykonano na podstawie reprezentatywnych archiwalnych otworów wiertniczych oraz otworów wykonanych na potrzeby niniejszego opracowania, zebranych w bazie otworowej w standardzie GeoStar p-BDGI. Przetwarzanie tych danych opierało się na dwóch głównych komponentach Systemu Przetwarzania Danych Geologiczno-Inżynierskich (SPGDI) - modelu danych bazy danych przestrzennych m-BDGI oraz modułu produkcji kartograficznej. Moduł kartograficzny został opracowany w oparciu o rozwiązania Esri Production Mapping (rozszerzenie do pakietu ArcGIS). Moduł ten pozwala na efektywne zarządzanie symbolizacją, wyglądem elementów ramek oraz procesem publikacji map geologiczno-inżynierskich. Dodatkowo moduł produkcji kartograficznej obejmuje również procedury i narzędzia zapewnienia jakości generowanych warstw przestrzennych i map.

Mapy przygotowano w skali 1:5000 oraz w skali 1:50 000, w zależności od typu i przekazywanej przez mapę informacji. Przy tworzeniu map wykorzystano Bazę Danych Obiektów Topograficznych (BDOT), która odpowiada szczegółowości mapy topograficznej w skali 1:10 000 w układzie PL-1992. Baza Danych Obiektów Topograficznych (BDOT) została pozyskana z Centralnego Ośrodka Dokumentacji Geodezyjnej i Kartograficznej za pozwoleniem.

W ramach atlasu geologiczno-inżynierskiego wybranych obszarów polskiej strefy brzegowej - rejon klifów gdyńskich wykonano następujące mapy:

### **Mapa lokalizacyjna - skala 1:50 000**

Na mapie przedstawiono zasięg opracowania z podziałem na arkusze w skali 1:5 000 wraz z przebiegiem linii przekrojów geologiczno-inżynierskich na tle podziału administracyjnego.

Obszar opracowania został podzielony na 5 arkuszy w skali 1:5 000. Na schemacie podziału arkuszowego oprócz numeru arkusza umieszczono godła podkładów topograficznych i ich nazwy stosowane w bazie danych do opisu otworów archiwalnych. Arkusze zostały podzielone od 1 do 5. Kolejność ta została zachowana dla wszystkich map tematycznych skali 1:5 000.

### **Mapa dokumentacyjna - skala 1:5 000**

Mapa dokumentacyjna została opracowana na podkładzie stworzonym z Bazy Danych Obiektów Topograficznych (BDOT) w skali 1:10 000. Zaznaczono na niej zasięg opracowania, przebieg linii przekrojów geologiczno-inżynierskich oraz umieszczono położenie otworów wiertniczych uwzględnionych w bazie danych geologiczno-inżynierskich wybranych obszarów polskiej strefy brzegowej - rejon klifów gdyńskich. Na mapie zróżnicowano otwory na archiwalne i wykonane na potrzeby opracowania oraz określono stopień dostępu do informacji geologicznej z danego otworu.

### **Mapa serii geologiczno-inżynierskich na głębokości 1/ 2/ 4/ 5 m p.p.t. - skala 1:5 000**

Mapę geologiczno-inżynierską na głębokości 1, 2, 4 i 5 m p.p.t. opracowano na podkładzie topograficznym stworzonym z Bazy Danych Obiektów Topograficznych (BDOT) w skali 1:10 000. Mapa przedstawia (na podstawie informacji z bazy danych p-BDGI) wyznaczony geostatystycznie (za pomocą alokacji euklidesowej) zasięg występowania serii, czyli wydzieleni o jednakowych cechach genetyczno-litologicznych na zadanej głębokości, w tym przypadku na 3 głębokościach: 1, 2 i 5 m p.p.t.

Analizowany obszar zlokalizowany jest na granicy dwóch zupełnie odmiennych jednostek geomorfologicznych (wysoczyzna i obszar morski) i charakteryzuje je zmienny stopień udokumentowania otworami wiertniczymi w zakresie rozmieszczenia i głębokości. Z tego powodu



wyżej opisany sposób generowania map (analiza geostatystyczna metodą alokacji euklidesowej) może skutkować niewłaściwą interpretacją na granicy tych jednostek zwłaszcza w miejscach, w których dla jednej z jednostek brakuje danych (np. rozpoznanie jest płytsze niż poziom analizy). Wynik analizy należy zatem traktować orientacyjnie.

Dodatkowo, mapa serii geologiczno-inżynierskich na głębokości 2 m p.p.t. jest elementem składowym wykorzystanym do utworzenia mapy warunków budowlanych.

Na każdej z map geologiczno-inżynierskiej wyznaczony jest zasięg występowania serii, czyli wydzieleni o jednakowych cechach genetyczno-litologicznych na danej głębokości. Mapy gruntów przedstawione jako „cięcie” na zadanej głębokości ilustrują stopień złożoności budowy geologicznej, odzwierciedlają występowanie wydzielonych serii w poszczególnych punktach dokumentacyjnych na danej głębokości, a także obrazują stopień udokumentowania terenu. Obszary wydzielonych serii na mapach posiadają kolory zgodne z wydzieleniami na przekrojach geologiczno-inżynierskich.

Dodatkowo wykonano analizy geostatystyczne serii geologiczno-inżynierskich na głębokościach 6, 8 i 10 m.

### **Mapa gruntów antropogenicznych - skala 1:5 000**

Na mapie gruntów antropogenicznych opracowanej na podkładach topograficznych stworzonych z Bazy Danych Obiektów Topograficznych (BDOT) w skali 1:10 000 przedstawiono otwory badawcze, w których stwierdzono grunty antropogeniczne (grunty serii 1-4) symbolizując je ze względu na miąższość nawierconych gruntów antropogenicznych. Dodatkowo przedstawiono obszary możliwego występowania nasypów, który wyznaczono z pomocą buforu przyjmującego wartości zależne od miąższości gruntów antropogenicznych.

Ponadto, umiejscowiono na mapie składowiska odpadów komunalnych, odpadów przemysłowych, tereny oczyszczalni. Na mapie przedstawiono także obszary zabudowy mieszkaniowej i przemysłowo-technicznej.

Przyjęto, że nasypy stanowią niekorzystne podłoże budowlane, wymagające często dodatkowych zabiegów geotechnicznych – wzmocnienia, bądź wymiany. Wyjątkiem są głównie obiekty liniowe zbudowane z nasypów budowlanych.

### **Mapa głębokości do pierwszego zwierciadła wody podziemnej - skala 1:5 000**

Mapa przedstawia głębokość pierwszego nawierconego zwierciadła wód podziemnych udokumentowanego w otworach archiwalnych oraz otworach z wierceń geologiczno-inżynierskich, wykonanych na potrzeby niniejszego opracowania. Informacje o położeniu pierwszego zwierciadła wód podziemnych pochodzą z długiego okresu czasu (lata 1956 – 2017), zatem mapę należy uznać niejako za syntetyczną.

Do zobrazowania położenia zwierciadła wody wykorzystano narzędzie geostatystyczne - alokację euklidesową. Głębokość położenia pierwszego nawierconego zwierciadła wód podziemnych w punkcie dokumentacyjnym przedstawiono niezależnie od charakteru zwierciadła (swobodne lub napięte) oraz oznaczono wartością głębokości nawierconego zwierciadła.

Obszary, na których liczba punktów dokumentacyjnych jest niewielka mogą nie odzwierciedlać faktycznego położenia zwierciadła wód podziemnych. Podkreślenia wymaga także fakt, że analizie poddano zakres danych z okresu ponad 50 lat. Przez ten okres położenie zwierciadła wód podziemnych podlegało zmianom, zarówno z przyczyn naturalnych jak i antropogenicznych. W związku z tym przedstawiony na mapie obraz położenia zwierciadła wód podziemnych może się różnić od obecnego stanu i należy go traktować jako orientacyjny.

### **Mapa warunków budowlanych na głębokości 2 m p.p.t - skala 1:5 000**

Mapa warunków budowlanych na głębokości 2 m p.p.t. jest mapą syntetyczną uwzględniającą istotne czynniki kształtujące warunki budowlane w podłożu, na które składają się: warunki gruntowe, hydrogeologiczne oraz szereg procesów geologicznych i geodynamicznych występujących w podłożu budowlanym.

Przy kwalifikowaniu terenów pod względem ich przydatności dla celów budowlanych należy wykorzystać informacje zebrane podczas wydzielenia serii geologiczno-inżynierskich. Serie geologiczno-inżynierskie występujące na 2m p.p.t. grupuje się w oparciu o zbliżone właściwości fizyczno-mechaniczne. Określając ich kategorię pod względem przydatności gruntów dla posadawiania obiektów budowlanych, bierze się pod uwagę stopień skonsolidowania gruntów i dopuszczalne obciążenia.

Na terenie opracowania, serie geologiczno-inżynierskie zaliczono do jednej z trzech poniżej wymienionych grup kategorii przydatności gruntów dla budownictwa:

- małokorzystne: grunty antropogeniczne, organiczne, spoiste deluwialne i koluwalne. Do tej grupy zaliczono serie QhANb, QhANn, QhLHO, QhJTfO, QDSp, QCSp, QpJO.
- średniokorzystne: grunty nieorganiczne jeziorne, mady rzeczne, grunty nierozdzielone rzeczno-wodnolodowcowe, koluwalne niespoiste, spoiste grunty lodowcowe i zastoiskowe, grunty pliocenu i miocenu spoistego oraz grunty zwietrzelinowe i porwaki. Do tej grupy zaliczono serie: QCNsp, QpJ, QpGSp, QpGzSp, QpGPrw, PgNg.
- korzystne: niespoiste grunty rzeczne, lodowcowe, zastoiskowe i rzeczno-wodnolodowcowe, wodnolodowcowe, niespoiste deluwialne, eluwia, grunty eoliczne, niespoiste pliocenu i miocenu, grunty starsze od oligoceny i skały. Do tej grupy zaliczono serie: QhRNsp, QhMNsp, QDNsp, QWreNsp, QpG, QpGNsp, QpGfNsp, MJ, MJSp, MJSm, OIMSp, OIMNsp, CrMSt, CrMSm.

Mapę warunków budowlanych uzyskuje się zestawiając kategorie przydatności ze spadkami terenu i głębokością do pierwszego nawierconego zwierciadła wód podziemnych oraz elementami z możliwym negatywnym wpływem na obiekty budowlane, jak: tereny górnicze, tereny osuwiskowe wraz z obszarami zagrożonymi ruchami masowymi oraz obszary możliwych podtopień i powodzi o 0,2% prawdopodobieństwie wystąpienia (woda 500 letnia).

Zgodnie z tabelą (Tabela 6) na mapie wydzielono następujące warunki budowlane:

- ograniczone warunki budowlane – nie zalecane posadowienie bezpośrednie obiektów; konieczne szczegółowe rozpoznanie geologiczno-inżynierskie i geotechniczne;
- przeciętne warunki budowlane – możliwe posadowienie bezpośrednie obiektów budownictwa lekkiego przy konieczności szczegółowego rozpoznania geologiczno-inżynierskiego i geotechnicznego;
- dobre warunki budowlane – możliwe bezpośrednie posadowienie obiektów budowlanych wszelkiego typu bez względu na obciążenia jednostkowe;

**Tabela 6 Macierz dla mapy warunków budowlanych**

Warunki budowlane	Głębokość zwierciadła wody nawierconej	Właściwości fizyczno-mechaniczne	Spadki terenu	Tereny górnicze	Osuwiska i obszary zagrożone ruchami masowymi	Podtopienia (PIG) i powodzie (ISOK)
ograniczone	do 2 m p.p.t.	małokorzystne	12% <	jest	jest	jest
przeciętne	1-5 m p.p.t.	średniokorzystne	5%-12%	brak	brak	brak
dobre	od 5 m p.p.t.	korzystne	< 5%			

Mapę warunków budowlanych opracowano z przeznaczeniem dla potrzeb planowania przestrzennego, w tym dla projektów budowlanych obiektów budownictwa mieszkaniowego i wszelkiego rodzaju obiektów liniowych, a także oceny geologiczno-inżynierskiej obszarów przeznaczonych dla różnego rodzaju inwestycji.

Mapa ta jest opracowana na podkładach topograficznych stworzonych z Bazy Danych Obiektów Topograficznych (BDOT) w skali 1:10 000.

**Mapa zagospodarowania powierzchni - skala 1:5 000**

Mapę zagospodarowania powierzchni w skali 1:5 000 opracowano na podstawie informacji uzyskanych z urzędów administracji publicznej tj.: urzędy miejskie i gminy. Mapa ta powstała głównie w oparciu o studia uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego (SUiKZP) oraz miejscowe plany zagospodarowania przestrzennego (MPZP).

Na mapie przedstawiono zagospodarowanie powierzchni terenu w podziale na tereny zabudowy społeczno-technicznej, tereny zabudowy mieszkaniowej, tereny zielone i uprawne, składowiska i oczyszczalnie oraz inne (np. tereny transportu lotniczego, wody powierzchniowe, obszary chronione).

#### **Mapa zagrożeń geologicznych – skala 1:5 000**

Mapa zagrożeń geologicznych powstała w oparciu o materiały archiwalne, kartowanie geologiczno-inżynierskie oraz dane zawarte w następujących bazach danych:

- Rejestr Obszarów Górniczych (ROG);
- Podtopienia;
- System Osłony Przeciwosuwiskowej (SOPO);
- Informatyczny System Osłony Kraju (ISOK);
- inne.

Mapa przedstawia obszary zagrożone występowaniem elementów niekorzystnych z punktu widzenia kształtowania struktur funkcjonalno-przestrzennych dla potrzeb budownictwa. Wskazuje tereny, na których ze względu na zagrożenia geologiczne istnieją znaczne ograniczenia dotyczące projektowania obiektów budowlanych. Mapę tę powinno się analizować uwzględniając Mapę warunków budowlanych na 2 m p.p.t., szczególnie na etapie projektowania inwestycji budowlanej.

#### **Mapa terenów zagrożonych i chronionych - skala 1:5 000**

Mapa terenów zagrożonych i chronionych powstała w oparciu o materiały archiwalne oraz dane zawarte w Centralnej Bazie Danych Geologicznych (CBDG), która może być podstawowym źródłem informacji o zagrożeniach antropogenicznych oraz obszarach chronionych. Punktem wyjścia informacji z obszaru atlasu wybranych obszarów polskiej strefy brzegowej - rejon klifów gdyńskich zawartych w CBDG są dane pochodzące z:

- bazy danych Antropopresji;
- danych zawartych na Mapie geośrodowiskowej Polski (arkusz Gdańsk - 27 oraz Gdynia - 16);
- i inne.

Mapa przedstawia obszary zagrożone występowaniem elementów niekorzystnych z punktu widzenia kształtowania struktur funkcjonalno-przestrzennych dla potrzeb budownictwa. Ukazuje bowiem tereny, na których ze względu na zagrożenia antropogeniczne lub ochronę środowiska istnieją znaczne ograniczenia dotyczące projektowania obiektów budowlanych. Mapę tę powinno się analizować uwzględniając Mapę warunków budowlanych na 2 m p.p.t., szczególnie na etapie projektowania inwestycji budowlanej.

#### **Mapa geomorfologiczna - skala 1:50 000**

Mapa geomorfologiczna została opracowana w oparciu o numeryczny model terenu (NMT) pochodzący z zasobów ISOK (Informatyczny System Osłony Kraju) oraz o szkice geomorfologiczne wykonane na potrzeby Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski w skali 1:50 000: arkusz Gdańsk - 27 oraz Gdynia - 16. Do wykonania mapy wykorzystano również numeryczny model terenu (NMT) pochodzący z zasobów ISOK (Informatyczny System Osłony Kraju).

Na mapie przedstawiono informacje dotyczące ukształtowania powierzchni terenu i form geomorfologicznych.

Mapa została wykorzystana przy wydzieleniu serii geologiczno-inżynierskich w profilach otworów wprowadzonych do bazy.

## Mapa zakresu udokumentowania - skala 1:50 000

Mapę utworzono na podstawie kryterium jakim była liczba otworów wiertniczych na kilometr kwadratowy. Stworzono siatkę kilometrażową, dla której za pomocą metod geostatystycznych przypisano liczbę punktów dokumentacyjnych z bazy danych.

Przy tworzeniu mapy przyjęto, że ogólny stopień złożoności budowy geologicznej jest średni. Założono więc następujące przedziały zakresu udokumentowania:

- teren bardzo dobrze udokumentowany – powyżej 60 otworów na km<sup>2</sup>,
- teren dobrze udokumentowany – od 40 do 60 otworów na km<sup>2</sup>,
- teren wystarczająco udokumentowany – od 20 do 40 otworów na km<sup>2</sup>,
- teren przeznaczony do dalszego udokumentowania – poniżej 20 otworów na km<sup>2</sup>.

## 5.6 PRZEKROJE GEOLOGICZNO – INŻYNIERSKIE

W ramach niniejszego atlasu wykonano 5 przekrojów geologiczno-inżynierskich. 3 przekroje wykonano dla klifu Oksywskiego, natomiast 2 dla klifu Orłowskiego.

Linie przekrojów poprowadzono tak, aby uwzględnić złożoność warunków geologiczno-inżynierskich całego omawianego obszaru. Przekroje I i III (w skali pionowej 1 : 500 oraz skali poziomej 1 : 5 000) w sposób syntetyczny przedstawiają układ serii geologiczno-inżynierskich klifów gdyńskich, odpowiednio Orłowa i Oksywia. Przekroje II (Orłowo), IV oraz V (Oksywie) o przebiegu zachód-wschód w skali pionowej 1 : 500 oraz skali poziomej 1 : 2 000 obrazujące budowę klifu lokalnie w miejscach gdzie ruchu osuwiskowe są nasilone, lub ich wystąpienie jest wysoce prawdopodobne. Przebieg przekrojów przedstawiono na mapie lokalizacyjnej oraz na mapie dokumentacyjnej. Wydzielone na przekrojach serie geologiczno-inżynierskie oraz ich symbolizacja w postaci palety barw są zgodne z mapami geologiczno-inżynierskich na różnych głębokościach.

**Przekrój I** ma przebieg S-NW i przechodzi przez cały dokumentowany obszar klifu Orłowskiego od mola na jego południowym przez Cypel Redłowski, aż do niezabudowanego placu na polance Redłowskiej.

**Przekrój II** ma przebieg W-E i przebiega w okolicach ul. Orłąt lwowskich w Gdyni Orłowie oraz stanowisk ogniowych w rezerwacie przyrody „Kępa Redłowska”. Na przekroju zaznaczono strefę osuwiskową. Nie jest ona jednak udokumentowana i okonturowana i ma jedynie charakter poglądowy, mówiący o tym, iż w strefie krawędziowej klifu występują osuwiska.

**Przekrój III** ma przebieg S-NW i przechodzi przez cały dokumentowany obszar klifu Oksywskiego od portu Wojennego Gdynia na jego południowym przez osadę rybacką, aż jednostki wojskowej w Babich Dołach.

**Przekrój IV** ma przebieg W-E i przebiega na wysokości południowego krańca lotniska w Babich Dolach. Na przekroju zaznaczono strefę osuwiskową. Nie jest ona jednak udokumentowana i okonturowana i ma jedynie charakter poglądowy, mówiący o tym, iż w strefie krawędziowej klifu występują osuwiska.

**Przekrój V** ma przebieg W-E i przebiega na południe od Osady Rybackiej. Na przekroju zaznaczono strefę osuwiskową. Nie jest ona jednak udokumentowana i okonturowana i ma jedynie charakter poglądowy, mówiący o tym, iż w strefie krawędziowej klifu występują osuwiska.

## 5.7 OBSZARY DO DALSZEGO UDOKUMENTOWANIA

Na obszarach klifów gdyńskich bardzo dobrze rozpoznano obszary (powyżej 60 otworów na km<sup>2</sup>) występują w rejonach zabudowanych osiedli (patrz Mapa zakresu udokumentowania). Na obszarze klifów Orłowskiego najstabilniej rozpoznane są tereny objęte ochroną ścisłą (rezerwaty przyrody), obszar pasa technicznego oraz obszary leśne (w tym wojskowe). Na obszarze rezerwatu przyrody

rozpoznanie jest za płytkie, co miało związek z brakiem możliwości wykonania wierceń sprzętem mechanicznym z uwagi na ochronę siedlisk. Są to jednak tereny, których zadaniem są cele ochronne, obronne lub rekreacyjne (plaża, las) zatem nie będą podlegały zabudowie. W przypadku prac zabezpieczających związanych z umocnieniem wybrzeża, dotychczasowe rozpoznanie ma charakter pogładowy i pomocniczy, zatem przy projektowaniu zabezpieczeń należy każdorazowo wykonać badania w zakresie dostosowanym do realizowanego projektu zabezpieczania, zwłaszcza, iż warunki geologiczno-inżynierskie na obszarze klifu i w bezpośrednim sąsiedztwie zmieniają się dynamicznie.

Na obszarze klifu Oksywskiego najslabiej rozpoznane są: obszar pasa technicznego oraz obszary leśne (w tym wojskowe). Są to jednak tereny, których zadaniem są cele ochronne, obronne lub rekreacyjne (plaża, las) zatem nie będą podlegały zabudowie. W przypadku prac zabezpieczających związanych z umocnieniem wybrzeża, dotychczasowe rozpoznanie ma charakter pogładowy i pomocniczy, zatem przy projektowaniu zabezpieczeń należy każdorazowo wykonać badania w zakresie dostosowanym do realizowanego projektu zabezpieczania, zwłaszcza, iż warunki geologiczno-inżynierskie na obszarze klifu i w bezpośrednim sąsiedztwie zmieniają się dynamicznie.

## 6 LITERATURA I AKTY PRAWNE

Do opracowania atlasu wykorzystano i oparto się na następujących materiałach i dokumentach:

### Akty Prawne:

- [1] Ustawa z dnia 9 czerwca 2011 r. Prawo geologiczne i górnicze (Dz. U. 2017, poz. 2126)
- [2] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 20 grudnia 2011 r. w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących projektów robót geologicznych, w tym robót, których wykonywanie wymaga uzyskania koncesji (Dz. U. 2011, Nr 288, poz. 1696)
- [3] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 1 lipca 2015 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących projektów robót geologicznych, w tym robót, których wykonywanie wymaga uzyskania koncesji (Dz. U. 2015, poz. 964)
- [4] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 18 listopada 2016 r. w sprawie dokumentacji hydrogeologicznej i geologiczno-inżynierskiej (Dz. U. 2016, poz. 2033)
- [5] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 15 grudnia 2011 r. w sprawie gromadzenia i udostępniania informacji geologicznej (Dz. U. 2017, poz. 2075)
- [6] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dn. 20 grudnia 2011 r. w sprawie korzystania z informacji geologicznej za wynagrodzeniem, Dz. U. 2011, Nr 292, poz. 1724
- [7] Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej (MTBiGM) z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych (Dz. U. 2012, Nr 0, poz. 463)
- [8] Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 25 kwietnia 2014 r. w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących prowadzenia ruchu zakładów górniczych wydobywających kopaliny otworami wiertniczymi (Dz. U. 2014, poz. 812)
- [9] Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 24 maja 2007 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy, prowadzenia ruchu oraz specjalistycznego zabezpieczenia przeciwpożarowego w zakładach górniczych wydobywających kopaliny otworami wiertniczymi (Dz. U. 2007, nr 106 poz. 726)
- [10] Obwieszczenie Prezesa Rady Ministrów z dnia 21 grudnia 2015 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Rady Ministrów w sprawie przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko (Dz. U. 2016 poz. 71)
- [11] Rozporządzeniem Rady Ministrów z dnia 15 października 2012 r w sprawie państwowego systemu odniesień przestrzennych (Dz. U. 2012 poz. 1247)

- [12] Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska (Dz. U. 2017 poz. 519)
- [13] Ustawa z dnia 16 kwietnia 2004 r. o ochronie przyrody (Dz. U. 2018 poz. 142,10)
- [14] Ustawy z dnia 27 marca 2003 r. o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym (Dz.U. 2017 poz. 1073 ze zm.)

#### **Normy:**

- [15] PN-EN 1997-2:2009P Projektowanie geotechniczne. Rozpoznanie i badanie podłoża gruntowego
- [16] PN-B-02480:1986 (wycofana) Grunty budowlane. Określenia, symbole, podział i opis gruntów,
- [17] PN-B-02481:1998 (wycofana) Geotechnika. Terminologia podstawowa, symbole literowe i jednostki miar,
- [18] PN-B-04452:2002 (wycofana) Geotechnika. Badania polowe,
- [19] PN-B-04481:1988 (wycofana) Grunty budowlane. Badania próbek gruntu.
- [20] PN-EN ISO 22475-1:2006E Rozpoznanie i badania geotechniczne. Pobieranie próbek metodą wiercenia i odkrywek oraz pomiary wód gruntowych. Część 1: Techniczne zasady wykonywania
- [21] PN-G-02305-5:2002P Wiercenia małośrednicowe i hydrogeologiczne. Wiertnice. Wymagania bezpieczeństwa
- [22] PKN-CEN ISO/TS 17892-8:2009P Badania geotechniczne – Badania laboratoryjne gruntów – Część 8: Badanie gruntów nieskonsolidowanych w aparacie trójosiowego ściskania bez odpływu wody
- [23] PKN-CEN ISO /TS 17892-5:2009 Badania geotechniczne. Badania laboratoryjne gruntów. Część 5: Badanie edometryczne gruntów.

#### **Literatura:**

- [24] Atlasy geologiczno-inżynierskie w skali 1:10 000 lub mniejszej. Instrukcja wykonywania, 2017, Warszawa
- [25] Baza Danych Geologiczno-inżynierskich (BDGI). Instrukcja prowadzenia otworowej bazy danych, 2017, Warszawa
- [26] Bażyński J., Drągowski A., Frankowski Z., Kaczyński R., Rybicki St., Wysokiński L., 1999 – Zasady sporządzania dokumentacji geologiczno-inżynierskich, PIG Warszawa
- [27] Frankowski Z., Zachowicz J., Atlas geologiczno-inżynierski Aglomeracji Trójmiejskiej Gdańsk-Sopot-Gdynia, Gdańsk-Warszawa, 2007
- [28] Frączek. E., 1998, Mapa hydrogeologiczna Polski w skali 1:50 000, arkusz Puck
- [29] Instrukcja sporządzania mapy warunków geologiczno-inżynierskich w skali 1:10 000 i większej dla potrzeb planowania przestrzennego w gminach, Ministerstwo Środowiska, Państwowy Instytut Geologiczny, 1999 Warszawa
- [30] Kaulbarsz D. 2005 – Budowa geologiczne i glacitektonika klifu orłowskiego w Gdyni, Przegląd Geologiczny, vol. 53, nr 7.
- [31] Koncepcja Przestrzennego Zagospodarowania Kraju 2030 (Monitor Polski 2012, poz. 252),
- [32] Kondracki J., 2010 – Geografia regionalna Polski, PWN Warszawa
- [33] Łabuz T. 2013 – Sposoby ochrony brzegów morskich i ich wpływ na środowiska przyrodnicze polskiego wybrzeża Bałtyku. Raport.
- [34] Majer E., Sokołowska M., Frankowski Z. i in., 2018 – Zasady dokumentowania geologiczno-inżynierskiego, PIG Warszawa
- [35] Mapa geodynamiczna Polskiej Strefy Brzegowej w skali 1 : 10 000, Gdańsk 2007

- [36] Mapa geologiczno-gospodarcza Polski w skali 1:50 000 wraz z objaśnieniami, arkusze: Gdynia – 16 (G. Sieroń, E. Ptak, 1998), oraz Gdańsk – 27 (E. Ptak, M. Trejta, 1998)
- [37] Mapa hydrogeologiczna Polski w skali 1:50 000 wraz z objaśnieniami, arkusze: Gdynia – 16 (R. Orłowski, 1998) oraz Gdańsk – 27 (S. Uścińowicz, 1998)
- [38] Nowicki Z. (red.) , 2007 – Wody podziemne miast wojewódzkich Polski, PIG Warszawa
- [39] Nowicki Z.( red. ), Prażak J., Frankowski Z., Janecka-Styrcz K., Gałkowski P., Jaros M., Majer K., Hordejuk M., 2007 – Mapa obszarów zagrożonych podtopieniami w Polsce, PIG, Warszawa
- [40] Paczyński B. (red.), 1995 – Atlas Hydrogeologiczny Polski w skali 1:500 000, PIG – PIB, Warszawa
- [41] Rejestr osuwisk i terenów zagrożonych ruchami masowymi ziemi dla terenu miasta Gdyni. Gmina Miasto Gdynia. PIG-PIB. Gdynia, 2012
- [42] Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski w skali 1:50 000 wraz z objaśnieniami, arkusz Gdańsk – 27 (J.E. Mojski, 1979) oraz Gdynia – 16 (J.E. Mojski, 1979)
- [43] Skrzypczyk L. (red.), 2010 – Mapa Głównych Zbiorników Wód Podziemnych. PIG, Warszawa
- [44] Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego Gdyni, 2015
- [45] Studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego gminy Kosakowo, 2016
- [46] Stupnicka E., 1997 - Geologia regionalna Polski, Wyd. UW, Warszawa

**Strony internetowe:**

- [47] [mos.gov.pl/srodowisko/geologia/nadzor-nad-panstwowa-sluzba-geologiczna/plany-pracy-panstwowej-sluzby-geologicznej/](http://mos.gov.pl/srodowisko/geologia/nadzor-nad-panstwowa-sluzba-geologiczna/plany-pracy-panstwowej-sluzby-geologicznej/)
- [48] [geoportal.kzgw.gov.pl](http://geoportal.kzgw.gov.pl)
- [49] [geoserwis.gdos.gov.pl/mapy](http://geoserwis.gdos.gov.pl/mapy)
- [50] [pgi.gov.pl/narodowe-archiwum-geologiczne](http://pgi.gov.pl/narodowe-archiwum-geologiczne)
- [51] [cbdportal.pgi.gov.pl/geoinz](http://cbdportal.pgi.gov.pl/geoinz)
- [52] [geolog.pgi.gov.pl](http://geolog.pgi.gov.pl)
- [53] [atlasy.pgi.gov.pl](http://atlasy.pgi.gov.pl)
- [54] [baza.pgi.gov.pl](http://baza.pgi.gov.pl)
- [55] [geoportal.pgi.gov.pl/uslugi\\_gis](http://geoportal.pgi.gov.pl/uslugi_gis)

**Uwaga:** aktualność podanych aktów prawnych oraz norm należy każdorazowo sprawdzić. Zaleca się korzystanie ze strony Internetowego Systemu Aktów Prawnych: <http://isap.sejm.gov.pl> oraz strony Polskiego Komitetu Normalizacyjnego: <http://www.pkn.pl>.