



**MAPA I REJESTR OSUWISK I TERENÓW ZAGROŻONYCH  
RUCHAMI MASOWYMI ZIEMI W SKALI 1:10000 i 1:1000  
DLA TERENU MIASTA GDYNI  
(uzupełnienie mapy wykonanej w roku 2012)**

Wykonano na zamówienie  
Gminy Miasta Gdynia

Gdańsk, 2015



**TOMASZ SZARAFIN, ANNA MAŁKA, LESZEK JURYS,  
JERZY FRYDEL**

**OBJAŚNIENIA  
DO MAPY OSUWISK I TERENÓW ZAGROŻONYCH  
RUCHAMI MASOWYMI  
Skala 1:10000**

**MIASTO GDYNIA  
Powiat Miasto Gdynia  
Województwo pomorskie**



**PAŃSTWOWY INSTYTUT GEOLOGICZNY  
PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY**

**Gdańsk, 2015**

Autorzy objaśnień: **Tomasz Szarafin\***, **Anna Małka\***, **Leszek Jurys\***, **Jerzy Frydel\***

Autorzy mapy: **Tomasz Szarafin\***, **Anna Małka\***, **Leszek Jurys\***, **Jerzy Frydel\***

Główny koordynator SOPO: **Dariusz Grabowski\*\***

\* Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy w Warszawie  
Oddział Geologii Morza w Gdańsku, ul. Kościarska 5, 80-328 Gdańsk

\*\* Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy w Warszawie,  
ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa

**MAPA OSUWISK I TERENÓW ZAGROŻONYCH  
RUCHAMI MASOWYMI  
Skala 1:10000**

Gmina **M. GDYNIA**  
Powiat **M. Gdynia**  
Województwo **pomorskie**

**Wykonawcy:**

.....  
mgr inż. Leszek Jurys  
nr upr. VIII-0085

.....  
mgr inż. Anna Małka  
nr upr. VIII-0172

.....  
mgr Tomasz Szarafin

.....  
mgr Jerzy Frydel



## SPIS TREŚCI:

|   |    |
|---|----|
| 1. WSTĘP.....   | 8  |
| 1.1. Cel opracowania.....   | 8  |
| 1.2. Położenie obszaru badań.....   | 9  |
| 2. BUDOWA GEOLOGICZNA.....  | 13 |
| 3. CHARAKTERYSTYKA OSUWISK I TERENÓW ZAGROŻONYCH RUCHAMI<br>MASOWYMI..... | 17 |
| 3.1. Przegląd dotychczasowych badań.....                                  | 17 |
| 3.2. Wyniki prac.....   | 19 |
| 4. MONITORING.....  | 26 |
| 5. OCENA POTENCJALNEGO ROZWOJU RUCHÓW MASOWYCH.....                       | 30 |
| 7. SPIS LITERATURY.....   | 37 |

## SPIS RYSUNKÓW I TABEL

|   |    |
|---|----|
| Rys. 1. Położenie miasta Gdyni na tle arkuszy map topograficznych oraz zakres terenowych prac kartograficznych wykonanych w 2012 r. (niebieskie pola) i 2015 r. (pozostały obszar)..... | 10 |
| Rys. 2. Główne jednostki geomorfologiczne na terenie miasta Gdynia.....   | 11 |
| Rys. 3. Nachylenie stoków i zboczy na terenie miasta Gdynia.....  | 12 |
| Rys. 4. Powierzchnia osuwisk w Gdyni [ha].....  | 20 |
| Rys. 5. Udział procentowy osuwisk o różnym stopniu aktywności w Gdyni.....  | 21 |
| Rys. 6. Występowanie osuwisk w Gdyni na tle ekspozycji stoków.....  | 22 |
| Rys. 7. Osuwisko przy ul. Ornej 10, widok perspektywiczny, 2011 r.....  | 28 |
| Rys. 8. RMT obrazujący sumaryczną wartość zmian, którym podlegało wybrzeże pomiędzy 81,3-81.6 km UM (kilometraż brzegu) w latach 2010-2015.....   | 29 |
| Rys. 9. Tempo cofania się Cypla Redłowskiego w latach 1964-1971 i 2001-2006 (A) na podstawie pomiarów fotogrametrycznych, odniesione do pomiarów LiDAR z lat 2010-2015 (B).....         | 30 |
| Tab.1. Zestawienie osuwisk na terenie miasta Gdynia.....  | 40 |
| Tab.2. Zestawienie terenów zagrożonych ruchami masowymi na terenie miasta Gdynia.....   | 44 |

## **1. WSTĘP**

Niniejsze opracowanie zostało wykonane w ramach umowy nr KB/763/RO/115-W/2014 z dnia 15.12.2014 r. zawartej pomiędzy Gminą Miasta Gdynia z siedzibą w Gdyni przy Al. Marszałka Piłsudskiego 52/54, a Państwowym Instytutem Geologicznym – Państwowym Instytutem Badawczym z siedzibą w Warszawie przy ul. Rakowieckiej 4. Rejestrację osuwisk i terenów zagrożonych wykonano zgodnie z „Instrukcją opracowania Mapy osuwisk i terenów zagrożonych ruchami masowymi (MOTZ) w skali 1:10 000” (Grabowski i in. 2008). Opracowanie zostało wykonane przez zespół specjalistów Programu Geozagrozenia i Programu Geologia Morza PIG-PIB pod nadzorem Głównego Koordynatora SOPO w Państwowym Instytucie Geologicznym - Państwowym Instytucie Badawczym.

### **1.1. Cel opracowania**

Głównym celem opracowania było rozpoznanie i udokumentowanie osuwisk oraz terenów zagrożonych ruchami masowymi ziemi na obszarze miasta Gdynia (powiatu M. Gdynia), wraz z charakterystyką geomorfologiczną i geologiczną osuwisk, ustaleniem przyczyn ich powstania, oceną stopnia aktywności oraz możliwości ich dalszego rozwoju.

Konieczność rozpoznania i wskazania obszarów zagrożonych osuwaniem się mas ziemnych wynika z Ustawy z dnia 27 marca 2003 r. o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym (Dz. U. 2003, Nr 80, poz. 717) oraz Ustawy z dnia 3 lutego 1995 r. o ochronie gruntów rolnych i leśnych (tekst jednolity Dz. U. 2004, Nr 121, poz. 1266). W Ustawie z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo Ochrony Środowiska (Dz. U. 2001, Nr 62, poz. 627, z późniejszymi zmianami) wskazano starostów jako odpowiedzialnych za prowadzenie tzw. rejestru terenów zagrożonych ruchami masowymi ziemi oraz terenów, na których występują te ruchy (art. 101a). Sposób ustalania terenów zagrożonych oraz metody, zakres i częstotliwość prowadzenia obserwacji na tych terenach, a także, sposób prowadzenia, formę i układ rejestru określa stosowne Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 20 czerwca 2007 r. w sprawie informacji dotyczących ruchów masowych ziemi.

Opracowanie MOTZ ma być pomocne w skutecznym zarządzaniu ryzykiem związanym z zagrożeniami osuwiskowymi i przeciwdziałaniu negatywnym skutkom tych procesów. Będzie także podstawą do uwzględnienia geozagrożeń w planach zagospodarowania przestrzennego poprzez rezygnację z zabudowy lub jej znaczne ograniczenie w obszarze czynnych osuwisk.



Zgodnie z warunkami zamówienia w roku 2015 wykonano szczegółowe kartowanie osuwisk i terenów zagrożonych ruchami masowymi ziemi znajdujących się w obrębie miasta Gdynia z wyłączeniem terenów, które były objęte pracami wykonanymi w roku 2012 w ramach umowy nr KB/115/RO/10-W/2012 z dnia 23 lutego 2012 r. (ryc.1). Kartowanie prowadzono z użyciem map w skali 1:1000 i 1:10 000.

Na opracowanie składają się:

- Mapa osuwisk i terenów zagrożonych ruchami masowymi ziemi (w skrócie MOTZ) w skali 1:10 000 na podkładach topograficznych w układzie „PL-1992” wraz z niniejszymi objaśnieniami.
- MOTZ w skali 1:1000 na podkładzie geodezyjnym w układzie „PL-2000” w wersji elektronicznej w formacie .dgn.
- wypełnione karty rejestracyjne osuwisk (KRO) i terenów zagrożonych ruchami masowymi ziemi (KRTZ).
- dane wprowadzone do bazy danych Systemu Osłony Przeciwsuwiskowej SOPO.

## **1.2. Położenie obszaru badań**

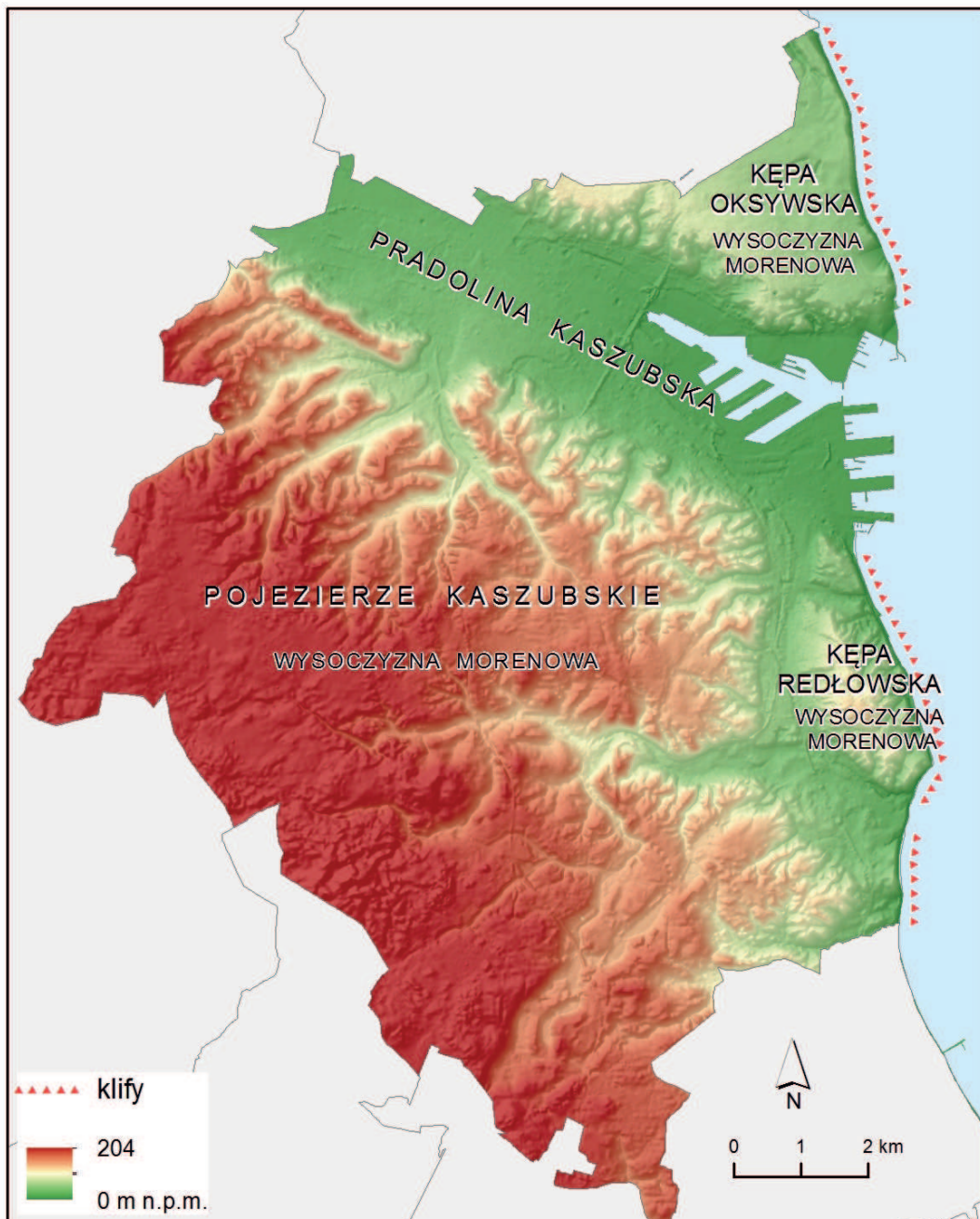
Miasto Gdynia razem z miastami: Gdańsk i Sopot tworzy tzw. Aglomerację Trójmiejską (Trójmiasto). Gdynia położona jest po zachodniej stronie Zatoki Gdańskiej, przez miasto płyną małe rzeki: Kacza oraz Chylonka. Liczba ludności gminy wynosi 247 820 mieszkańców, przy czym na 1 km<sup>2</sup> przypada 1834 osób (źródło: Główny Urząd Statystyczny, stan na 2014 r.). Gdynia zajmuje powierzchnię 135,14 km<sup>2</sup>. Administracyjnie teren miasta jest podzielony na 22 dzielnice.

Warunki przyrodnicze miasta są dość zróżnicowane. Położone jest ono wg podziału J. Kondrackiego (1998) w granicach dwóch jednostek fizyczno – geograficznych (mezoregionów). Południowo-zachodnia i centralna część miasta obejmująca m. in. dzielnice: Pustki Cisowskie - Demptowo, Chwarzno - Wiczlino, Dąbrowa, Wielki Kack, Mały Kack, Witomino Radiostacja i Witomino Leśniczówka znajduje się w obrębie Pojezierza Kaszubskiego (314.51). Pojezierze Kaszubskie to zróżnicowana morfologicznie wysoczyzna polodowcowa, opadająca w kierunku Pobrzeża Kaszubskiego stromym stokiem, którego wysokość miejscami dochodzi do 60 m. U schyłku plejstocenu i w starszym holocenie strefa krawędziowa wysoczyzny uległa silnemu erozyjnemu rozcięciu, czego wynikiem było powstanie dolin rzecznych (Dolina Demptowska, Dolina Kaczego Potoku).



Rys. 1. Położenie miasta Gdynia na tle arkuszy map topograficznych oraz zakres terenowych prac kartograficznych wykonanych w 2012 r. (niebieskie pola) i 2015 r. (pozostały obszar)

Północno-wschodnia część miasta, obejmująca m. in. dzielnice: Babie Doły, Oksywie, Pogórze, Obłuże, Śródmieście, Wzgórze św. Maksymiliana, Kamienna Góra i Redłowo, należy do Pobrzeża Kaszubskiego (313.51) składającego się z dwóch obszarów wysoczyznowych (Kępy Oksywskiej i Kępy Redłowskiej) oraz rozdzielających je obniżeń: Pradoliny Kaszubskiej i Obniżenia Redłowskiego. Pozostałe dzielnice Gdyni położone są w obrębie obu wyżej wymienionych mezoregionów.



**Rys. 2. Główne jednostki geomorfologiczne na terenie miasta Gdynia**

Z punktu widzenia problematyki ruchów masowych stoki wysoczyzn, w tym klify, są najbardziej predysponowane do rozwoju osuwisk.

Poza brzegiem morza, jednostki te ukształtowane zostały przez lądolody zlodowacenia Wisły i związane z ich deglacją wody roztopowe oraz postglacjalne procesy erozyjne



Rys. 3. Nachylenie stoków i zboczy na terenie miasta Gdynia.

i akumulacyjne. Ważną rolę odegrały też zmiany o genezie antropogenicznej o skali typowej dla obszarów miejskich.

Lokalizację miasta Gdyni na tle podstawowych jednostek geomorfologicznych i ukształtowania powierzchni terenu przedstawiono na rys. 2.

Powierzchnia terenu w granicach miasta Gdynia wykazuje duże zróżnicowanie wysokościowe. Najwyższe wzniesienie to Góra Donas (Dzielnica Dąbrowa) o wysokości 205,7 m n.p.m. Deniwelacje w obrębie jednego stoku (lokalne) są znacznie mniejsze, ale i one w kilku miejscach przekraczają 60 m. Deniwelacje lokalne rzędu 30 – 50 m występują powszechnie. Wiąże się z tym występowanie stoków o dużym nachyleniu, maksymalnie powyżej 30°, z tego względu predysponowanych do występowania masowych ruchów ziemi. Mapę nachyleń stoków i zboczy przedstawia rys. 3.

Największe nachylenia stoków występują w krawędziach Kępy Oksywskiej i Redłowskiej oraz wysoczyzny morenowej Pojezierza Kaszubskiego. Szczególnie duże, powyżej 30° mają miejsce na klifach, zwłaszcza aktywnych.

Nieco mniejsze nachylenia, jedynie nieznacznie przekraczające 20°, związane są z deniwelacjami powierzchni terenu na wysoczyźnie morenowej Pojezierza Kaszubskiego. Deniwelacje są tu wyraźnie mniejsze.

W granicach miasta Gdynia znajduje się fragment Trójmiejskiego Parku Krajobrazowego oraz cztery rezerваты przyrody: Kępa Redłowska, Cisowa, Kacze Łęgi i Łęg nad Sweliną. Trójmiejski Park Krajobrazowy obejmuje część zalesionej (lasy bukowo-dębowe, bukowe, grądowe oraz łąkowe) wysoczyzny morenowej Pojezierza Kaszubskiego wraz z jej strefą krawędziową.

Największym rezerwatem przyrody jest Kępa Redłowska, który obejmuje 118,16 ha i jest jednym z najstarszych rezerwatów w Polsce. Ochroną jest tu objęty fragment nadmorskiego krajobrazu: lasy bukowe rosnące przy klifowym odcinku brzegu i porastające strome zbocza wąwozów i rozcięć erozyjnych.

## **2. BUDOWA GEOLOGICZNA**

Budowa geologiczna miasta Gdyni została opisana i przedstawiona na czterech arkuszach Szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1: 50 000 (SmgP): Gdańsk (Mojski 1979a, Pikies i Zaleszkiewicz 2013), Gdynia (Mojski 1979b), Rumia (Pikies i Zaleszkiewicz 2004) oraz Żukowo (Pikies 2003). Arkusze SmgP sporządzone w poprzednim

stuleciu (arkusz Gdańsk i Gdynia) były w 2013 r. reambulowane z uwzględnieniem najnowszych danych.

Gdynia położona jest w obrębie syneklizy perybałtyckiej (Znosko 1998). W jej obrębie wyróżnia się młodoproterozoiczno-staropaleozoiczny osadowy kompleks strukturalny spoczywający na fundamencie krystalicznym, który u zachodnich wybrzeży Zatoki Gdańskiej występuje na głębokości około 3,5 km. Wyżej zalega pokrywa permsko-mezozoiczna złożona z osadów cechsztynu, triasu, jury i kredy. oraz kompleks osadowy kenozoiku. Mając na uwadze występowanie ruchów masowych najistotniejsze są dane dotyczące osadów przypowierzchniowych, dlatego w dalszej części szerzej zostaną omówione osady czwartorzędu oraz osady jego bezpośredniego podłoża zbudowanego z osadów paleogenu i neogenu. Ich występowanie kształtuje obraz geomorfologiczny terenu w granicach miasta Gdyni.

Na stropie osadów wieku kredowego znajdującego się na głębokości około 80 m p.p.m. leżą morskie osady paleogenu. Są to eoceńskie mułowce z konglomeratami fosforytowymi przechodzące ku górze w mułki piaszczyste glaukonitowe z łyszczykami, oraz oligoceńskie piaski kwarcowo-glaukonitowe, w górnym poziomie miejscami ze żwirem, przewarstwione ilami i mułkami piaszczystymi z łyszczykami (Peryt, Piwocki, red. 2004). Nad nimi występują osady neogeńskie reprezentowane przez mioceńskie ropy, mułki, piaski kwarcowe z przewarstwieniami węgla brunatnego i żwirów. Osady te są powszechne w obszarze Trójmiasta. W obrębie Kępy Redłowskiej i w krawędzi wysoczyzny Pojezierza Kaszubskiego, w południowo-zachodniej części Gdyni ich strop sięga maksymalnie nieco ponad 60 m n.p.m., zalegając miejscami na głębokości zaledwie kilku m p.p.t. Podobnie płytko występują osady miocenu na Kępie Oksywskiej, tworząc wychodnie w ścianach klifu. Na większej głębokości, zwykle poniżej poziomu morza, zalega strop miocenu pod dnem Pradoliny Kaszubskiej oraz na wysoczyźnie morenowej Pojezierza Kaszubskiego w północno-zachodniej części Gdyni (Pikies 2003).

Niewykluczone, że obserwowane miejscami wysokie położenia stropu neogenu jest spowodowane glacitektonicznym spiętrzeniem, szczególnie w krawędzi wysoczyzny Pojezierza Kaszubskiego.

Utwory czwartorzędowe występują na całym obszarze Gdyni. Cechuje je zróżnicowanie litologiczne i genetyczne. Pokrywa tych osadów ma różną miąższość wynoszącą od kilku do kilkudziesięciu metrów (zazwyczaj od 20 do 40 m). Największa miąższość, około 70 m, została rozpoznana w północnej części miasta (Mojski 1979b).

Osady plejstocenijskie cechuje duże zróżnicowanie litologiczne. Dominują jednak piaski i żwiry wodnolodowcowe oraz gliny zwałowe, w wielu miejscach zaburzone glacytektonicznie. Lokalnie występują piaski, mułki i ropy zastoiskowe oraz porwaki osadów neogenu i starszego plejstocenu. W krawędziach wysoczyzn wszystkie te osady cechuje nieciągłość warstw spowodowana erozją i zaburzeniami glacytektonicznymi. Przy tak skomplikowanej budowie geologicznej trudno o ścisłą ocenę wieku osadów plejstocenijskich. Te leżące najpłycej i występujące na prawie całej powierzchni obszaru miasta Gdynia pochodzą ze zlodowacenia Wisły. Wiek osadów zalegających na większych głębokościach jest ciągle przedmiotem badań. Wiadomo jednak, że reprezentują one wszystkie zlodowacenia, występując jednak lokalnie, zwykle w zagłębieniach powierzchni podłoża plejstocenu (Pikies i Zaleszkiewicz 2013).

Osady holocenijskie na obszarze miasta Gdynia występują w różnych facjach. Wypełniają one obniżenia terenu, w tym największe jakim jest Pradolina Kaszubska. Są to torfy, osady rzeczne, jeziorne, morskie, eoliczne i deluwialne. Piaski i żwiry rzeczne, miejscami humusowe występują w dnach większych dolin rozcinających wysoczyznę. Piaski i żwiry stożków napływowych występują u podnóża krawędzi wysoczyznowych, a ich miąższość wynosi zwykle około 5 m. Piaski i gliny deluwialne są nagromadzone w górnych częściach dolin rozcinających krawędź wysoczyzny (Mojski 1979b, Pikies i Zaleszkiewicz 2013).

W strefie brzegu, w wąskim pasie wzdłuż klifu występują piaski morskie i eoliczne. Miąższość piasków morskich jest niewielka i nie przekracza na ogół 1 m (Zachowicz i Dobracki 2003).

Istotnym czynnikiem wpływającym na możliwość powstawania osuwisk jest występowanie i dynamika wód gruntowych. Generalnie wszystkie krawędzie wysoczyzn są miejscem drenażu tych wód, wypływających na powierzchnię terenu na różnych wysokościach i z różną intensywnością.

Spośród badanych rejonów najlepiej poznana jest budowa geologiczna klifowej krawędzi Kępy Oksywskiej i Redłowskiej. Można ją obserwować w odsłonięciach powstających na aktywnych odcinkach klifu. Trzon wysoczyzny obydwu kęp, w wielu miejscach także ściany klifu budują miocenijskie piaski z przewarstwieniami mułków. Osady te są nieco zdiagenezowane co sprawia, że są mało podatne na wystąpienie w nich ruchów masowych. Osuwiska obserwowane w klifach powstają w największej ilości w słabo zdiagenezowanych piaszczysto-pyłastych osadach plejstocenijskich wypełniających lokalne

obniżenia w stropie miocenu. Miejscami osady plejstocenyjskie są zaburzone glaciektonicznie. Dotyczy to szczególnie zachodniego brzegu Kępy Oksywskiej i południowego Kępy Redłowskiej – od strony doliny rzeki Kaczej.

Wysoką krawędź wysoczyzny Pojezierza Kaszubskiego budują głównie osady plejstocenyjskie o bardzo zróżnicowanej litologii, w tym także porwaki pylastych i ilastych osadów neogenu. Przeprowadzone kartowanie osuwisk przyniosło informację o dużym udziale osadów spoistych i pylastych zatrzymujących wodę. Należy się także liczyć z występowaniem zaburzeń glaciektonicznych. Dodatkową geologiczną informacją, którą uzyskano w wyniku kartowania osuwisk jest to, że osady spoiste i pylaste miejscami zaburzone glaciektonicznie, występują zwykle lokalnie, na niewielkich obszarach, dlatego na ogół nie zostały uwzględnione na standardowych mapach geologicznych. Dla prognozowania geologicznych uwarunkowań występowania osuwisk mapy te przedstawiają budowę geologiczną krawędzi wysoczyzny Pojezierza Kaszubskiego na ogół w sposób zbyt zgeneralizowany. Przykładem jest krawędź wysoczyzny pomiędzy Orłowem a Sopotem, gdzie występowanie osuwisk związane jest zapewne z osadami spoistymi typu mułkowo-ilastego, z których w przeszłości produkowano cegłę (cegielnia w Kolibkach).

Krawędź Wysoczyzny Pojezierza Kaszubskiego jest strefą drenażu wód podziemnych i związanym z tym miejscem występowania licznych źródeł i podmokłości, co ma zasadnicze znaczenie dla występowania osuwisk.

Na wysoczyźnie Pojezierza Kaszubskiego występują głównie gliny zwałowe, pokrywające jej powierzchnię i zbocza występujących tu dolin rynnowych. Na zboczach rynien miejscami występują źródła. Zbocza dolin rynnowych są zasadniczym miejscem predysponowanym dla występowania osuwisk.

Miejscami na gliniastej powierzchni wysoczyzny leżą osady pylasto-piaszczyste kemów i moren martwego lodu, tworzące niewielkie wzgórza. Osady te, występujące na obrzeżu dolin rynnowych stwarzają zagrożenie występowaniem ruchów masowych ziemi.

Szczególne geologiczne predyspozycje do występowania ruchów masowych ziemi występują w czterech badanych rejonach: krawędzi (klifach) Kępy Oksywskiej, krawędzi (klifach) Kępy Redłowskiej, Leszczynkach i w Kolibkach. W pierwszych dwóch rejonach wynikają one głównie z abrazji brzegu morza, w pozostałych rejonach z obecności osadów pylasto-ilastych, którym towarzyszą wysięki i wypływy wód.



### **3. CHARAKTERYSTYKA OSUWISK I TERENÓW ZAGROŻONYCH RUCHAMI MASOWYMI**

#### **3.1. Przegląd dotychczasowych badań**

Prace geologiczne o różnym charakterze były prowadzone na terenie Gdyni już od drugiej połowy XIX wieku. Początkowo były to prace kartograficzne związane z opracowaniem mapy geologicznej w skali 1:100 000, a następnie z mapami geologiczno-glebowymi w skali 1:25 000, wykonywanymi przez Pruską Służbę Geologiczną, a także prace hydrogeologiczne, związane z wykonywaniem studni głębinowych. Następnie powstało szereg kartograficznych opracowań seryjnych, związanych z realizacją Szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1:50 000 (Mojski 1979a, 1979b; Pikies 2001; Pikies i Zaleszkiewicz 2004).

Z badań dotyczących bezpośrednio problematyki ruchów masowych ziemi należy wymienić rejestrację osuwisk na obszarze całego kraju, w tym również w rejonie Gdańska, którą w latach 1968-1970 kierował Instytut Geologiczny (Kühn i Miłoszewska 1971). Rejestracja osuwisk w województwie gdańskim przeprowadzona została przez pracowników byłego Zakładu Nauk o Ziemi Politechniki Gdańskiej: L. Bohdziewicza, W. Subotowicza i F.B. Pieczkę. Opracowany wówczas katalog zawierał w skrótowej formie cały materiał rejestracyjny dla województwa (w ówczesnych granicach), przedstawiony w postaci tabelarycznej, mapy występowania osuwisk w skali 1:100 000 oraz krótkiego komentarza tekstowego. Na terenie ówczesnego powiatu miejskiego Gdynia wyznaczone zostały dwa osuwiska związane z abrazją morską brzegów klifowych, w Redłowie i Orłowie oraz pięć stref predysponowanych do powstawania ruchów masowych. Wszystkie wyznaczone wówczas obszary predysponowane znajdują się na klifowych odcinkach wybrzeża morskiego, obejmując Kolibki, Orłowo, Redłowo i Oksywie. Sporządzenie katalogu stanowiło bazę wyjściową dla dalszych obserwacji, aktualizowanych w miarę napływu nowych informacji, gdyż większość wyznaczonych rejonów osuwiskowych wykazywała tendencje rozwojowe. Autorzy zwracali także uwagę na szacunkowy charakter niektórych danych, takich jak zasięg głębokościowy osuwiska i kubatura koluwiów (Kühn i Miłoszewska 1971).

Prace mające na celu określenie zmian brzegu klifowego Kępy Oksywskiej, ze szczególnym uwzględnieniem odcinka położonego w okolicy przystani rybackiej w Oksywiu były prowadzone przez Instytut Morski. Kompleksowe badania aktywności geodynamicznej

brzegów klifowych Kępy Redłowskiej i Oksywskiej prowadził przez szereg lat Subotowicz (1967, 1972, 1976, 1982).

Tematyka budowy geologicznej i geodynamiki brzegu klifowego kępy Redłowskiej, a w szczególności klifu Orłowskiego była podejmowana w licznych pracach m.in. przez Bohdziewiczą, Pazdrę, Szopowskiego na początku lat sześćdziesiątych ubiegłego wieku, Mojskiego i Subotowicza w roku 1995, a w ostatnich latach przez Zaleszkiewiczą, Masłowską, Bogacką i Rudowskiego oraz Kaulbarsz.

W 2004 r. pracownicy wydziału Geologii, Geofizyki i Ochrony Środowiska AGH, w ramach projektu „Rejestracja i inwentaryzacji naturalnych zagrożeń geologicznych na terenie całego kraju (ze szczególnym uwzględnieniem osuwisk oraz innych zjawisk geodynamicznych)”, rozpoznali na terenie Gdyni osuwisko związane z abrazją morską brzegu klifowego w Orłowie. Karta osuwiska jest umieszczona na portalu internetowym <http://www.geozagrozenia.agh.edu.pl>.

W 2007 r. w Oddziale Geologii Morza Państwowego Instytutu Geologicznego opracowany został Atlas geologiczno-inżynierski aglomeracji Trójmiejskiej: Gdańsk – Sopot – Gdynia w skali 1:10 000 (Frankowski i Zachowicz 2007), gdzie obok szeregu map tematycznych wykonano m.in. mapę terenów podatnych na wystąpienia ruchów masowych oraz powodzi. Tereny zagrożone ruchami masowymi zostały wyznaczone m.in. na podstawie kryterium nachylenia terenu.

W tym samym czasie powstały Mapy geodynamiczne strefy brzegowej Bałtyku w skali 1:10 000, z określeniem aktywności brzegów klifowych i warunków geologicznych ich ochrony (Zachowicz i Dobracki (red.) 2003).

W ostatnim czasie powstała Mapa obszarów predysponowanych do występowania ruchów masowych ziemi w województwie pomorskim w skali 1:50 000 (Grabowski i in. 2007) wraz ze zwięzłym tekstem omawiającym warunki i skalę występowania osuwisk i innych ruchów masowych ziemi, w tym na terenie miasta Gdyni oraz propozycjami działań ochronnych. W Gdyni wyznaczono wówczas 8 obszarów predysponowanych do występowania ruchów masowych ziemi o łącznej powierzchni – 66,323 km<sup>2</sup> oraz dwa osuwiska związane z abrazją morską brzegów klifowych w Redłowie i Orłowie.

W 2005 r. w celu projektowanego zabezpieczenia stateczności odcinka klifowego Kępy Oksywskiej stanowiącego zagrożenie dla osiedla bloków mieszkalnych (zlokalizowanych przy ulicach Dedala i Ikara) na zlecenie Urzędu Morskiego w Gdyni sporządzono dokumentację geologiczno-inżynierską.

W 2011 r. po powstaniu osuwiska przy ul. Ornej w Wielkim Kacku opracowano dla niego kartę dokumentacyjną oraz wykonano cyfrowy model wysokościowy osuwiska przy pomocy naziemnego skaningu laserowego (Jurys i Frydel 2011).

Badania klifów i występujących w nich osuwisk prowadzone przez Oddział Geologii Morza PIG-PIB pozwoliły na sformułowanie ogólnych wniosków dotyczących zagrożeń osuwiskowych w klifach, które przedstawione zostały w pracy „Zasady dokumentowania warunków geologiczno-inżynierskich dla potrzeb rekultywacji terenów zdegradowanych” (Frankowski i inni 2012).

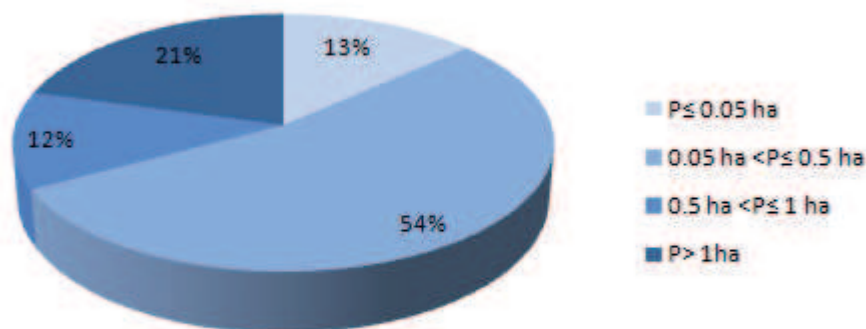
### 3.2. Wyniki prac

Terenowe prace kartograficzno-zdjęciowe objęły cały obszar miasta Gdyni o powierzchni 135,14 km<sup>2</sup>, położony przede wszystkim na wysoczyźnie polodowcowej. Badany obszar obejmuje zarówno tereny zamieszkałe jak i kompleksy leśne Trójmiejskiego Parku Krajobrazowego i rezerwatu przyrody Kępa Redłowska.

Szczegółowe kartowanie i zwiad terenowy były prowadzone w dwóch etapach, w 2012 i 2015 roku. Jest to bardzo istotna informacja, ponieważ aktualność części danych będzie wcześniejsza (2012 r), a części późniejsza (2015 r). Przed wykonaniem tych badań znano w Gdyni jedynie 3–4 osuwiska, które związane były z abrazją morską klifu oraz 8 obszarów predysponowanych do występowania ruchów masowych ziemi o łącznej powierzchni 66,3 km<sup>2</sup>. W trakcie prowadzenia pierwszego rejestru osuwisk i terenów zagrożonych ruchami masowymi ziemi w 2012 r. na wytypowanym i wskazanym wówczas w umowie obszarze o łącznej powierzchni około 24 km<sup>2</sup>, stanowiącym niecałe 18 % powierzchni miasta, zlokalizowano ogółem **48** osuwisk i **37** terenów zagrożonych ruchami masowymi, z czego dla **35** osuwisk sporządzono karty rejestracyjne osuwisk (KRO) a dla **28** terenów zagrożonych ruchami masowymi ziemi sporządzono karty rejestracyjne terenów zagrożonych (KRTZ). W bieżącym roku prace kartograficzno-zdjęciowe polegały na uzupełnieniu MOTZ wykonanej w 2012 r. Ogółem, w trakcie tych dwóch etapów rejestracji osuwisk na terenie miasta Gdynia zlokalizowano **82** osuwiska i **78** terenów zagrożonych ruchami masowymi. Listę wszystkich osuwisk wraz z numerami ID bazy SOPO, numerami roboczymi oraz lokalizacją przedstawiono w tabeli nr 1. Biorąc pod uwagę powierzchnię badanego obszaru w przeliczeniu daje to wskaźnik gęstości osuwisk 0,6 osuwiska na 1 km<sup>2</sup>, przy czym łączna powierzchnia osuwisk skartowanych w Gdyni wynosi 0,7 km<sup>2</sup> (70,3 ha). Dla sąsiedniego miasta Gdańska o całkowitej powierzchni około 262 km<sup>2</sup> wskaźnik gęstości

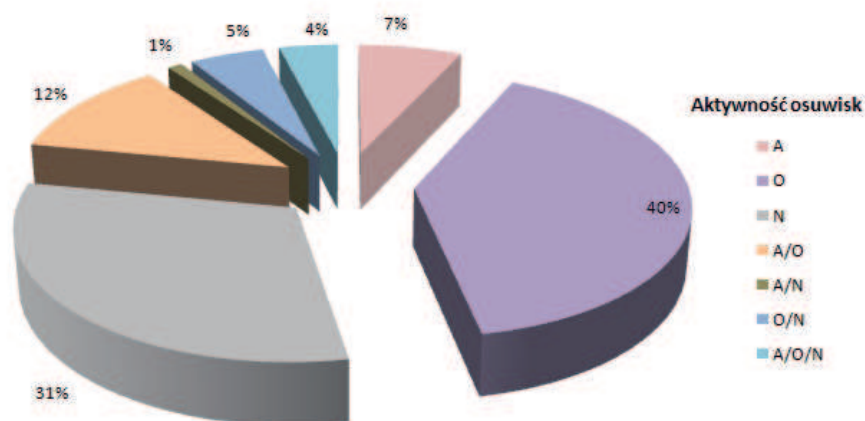
osuwiskowej obliczono na 0,3 osuwiska na 1 km<sup>2</sup>, a łączna powierzchnia osuwisk wyniosła 0,32 km<sup>2</sup> (32,4 ha). Natomiast wskaźnik osuwiskowości powierzchniowej w Gdańsku wyniósł 0,12 % (Jurys i in. 2014), a w Gdyni wartość tego wskaźnika oszacowano na 0,52%. Wskaźnik osuwiskowości powierzchniowej pokazuje rzeczywiste zagrożenie osuwiskami w obu miastach z dużo lepszą dokładnością niż wskaźnik gęstości osuwiskowej.

W przypadku osuwisk zarejestrowanych podczas prac terenowych w Gdyni długości i szerokości osuwisk są bardzo zróżnicowane i wynoszą od kilku do kilkuset metrów. Powierzchnie osuwisk mieszczą się w przedziale od kilkuset m<sup>2</sup> do kilku ha, przy czym największy udział stanowią osuwiska małe, 54% z nich ma powierzchnię między 0,05 – 0,5 ha (Rys. 4). Aż 17 osuwisk (21% wszystkich osuwisk) ma powierzchnię powyżej 1 ha (1 do 8 ha) zajmując łącznie 52,3 ha co stanowi około 74,4 % powierzchni wszystkich udokumentowanych osuwisk. Są to formy zlokalizowane przede wszystkim na brzegach klifowych Kępy Oksywskiej i Redłowskiej. Osuwiska o powierzchni mniejszej niż 0,05 ha zaznaczano na MOTZ wówczas, gdy miały lub realnie mogły mieć negatywny wpływ na infrastrukturę, ogółem wyznaczono 11 takich osuwisk.



**Rys. 4. Powierzchnia osuwisk w Gdyni [ha]**

Osuwiska nieaktywne (N), w obrębie których nie obserwowano i nie udokumentowano objawów aktywności w ciągu co najmniej ostatnich 50 lat stanowią 31% osuwisk wyznaczonych na terenie Gdyni (Rys.5). Najliczniejszą grupę (40% wszystkich osuwisk) stanowią osuwiska okresowo aktywne (O), w obrębie których objawy aktywności występowały w nieregularnych odstępach czasu, w ciągu ostatnich 50 lat. Osuwiska aktywne (A) będące w ciągłym ruchu oraz te, których objawy aktywności występowały w trakcie prowadzenia rejestracji albo w ciągu co najmniej ostatnich 5 lat stanowią 7% wszystkich osuwisk.



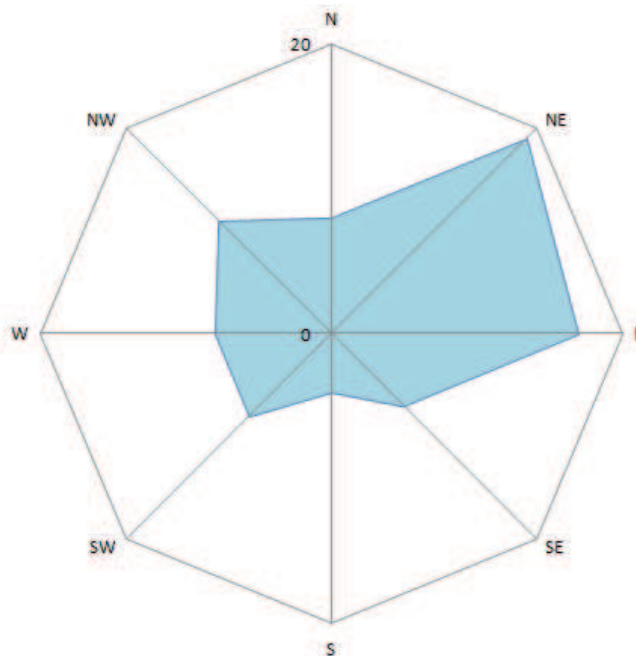
**Rys. 5. Udział procentowy osuwisk o różnym stopniu aktywności w Gdyni**

Osuwiska w obrębie których występują różne strefy aktywności (A/O, A/N, O/N, A/O/N) stanowią 10% wszystkich osuwisk.

Osuwiska występujące w Gdyni są osuwiskami gruntowymi (rozwinętymi w skałach nieskonsolidowanych, gdzie dominują utwory drobnoziarniste). Pojedyncze osuwiska zostały opisane jako „mieszane”, gdyż rozwinęły się na różnych rodzajach podłoża, obejmujących m.in. nasypy budowlane (np. osuwisko o nr ID 77091 w dzielnicy Wzgórze Św. Maksymiliana, osuwisko o nr ID 77094 w dzielnicy Redłowo, osuwisko o nr ID 77105 w dzielnicy Kamienna Góra, osuwisko o nr ID 37714 w dzielnicy Leszczynki). Według klasyfikacji ze względu na kierunek przemieszczania materiału skalnego w stosunku do położenia warstw w podłożu osuwiska są to formy asekwentne (powstałe ze ścięcia w jednorodnych i niezaburzonych utworach) lub złożone. Dominującym typem ruchu w osuwiskach jest zsuw, niekiedy opisano ruch złożony – zmienny, splezywanie lub spływanie. Szacowane średnie miąższości koluwium mieszczą się w przedziale 2–10 m. Ocena miąższości koluwiów jest jednak w wielu przypadkach utrudniona, gdyż na stokach objętych osuwiskami zalegają dodatkowo utwory pochodzące z pojedynczych obrywów i spływów z korony zboczy i stoków oraz deluwia. Cechą charakterystyczną osuwisk występujących w Gdyni, w porównaniu z osuwiskami w Karpatach, jest dosyć płytko występująca powierzchnia poślizgu. W wielu przypadkach umożliwia to ich skuteczne zabezpieczenie i stabilizację. Przykładem takiego osuwiska jest osuwisko przy ul. Ornej 10, które powstało w lutym 2011 r. po raptownym i trwającym kilka dni ociepleniu. Uaktywnienie osuwiska nastąpiło wskutek nieodpowiedniego odprowadzenia wód opadowych wprost do gruntu (nawodnienia gruntu) oraz nadmiernego obciążenie stoku dwoma obiektami budowlanymi.

Miąższość koluwium oszacowano na 2 m (Jurys i Frydel 2011). Obecnie osuwisko zostało zrehabilitowane i znajduje się w obrębie terenu zagrożonego (nr ID 9183).

Osuwiska występują najczęściej na stokach o ekspozycji północno-wschodniej i wschodniej (Rys. 6), co należy wiązać m.in. ze wschodnią ekspozycją brzegów klifowych.



**Rys. 6. Występowanie osuwisk w Gdyni na tle ekspozycji stoków**

Występowanie osuwisk jest bardzo zróżnicowane, część znajduje się na obszarach niezabudowanych, najczęściej w lasach, lub nieużytkach. Natomiast aż **26** osuwisk stwarza potencjalne zagrożenie dla zabudowy i infrastruktury komunikacyjnej; niektóre powodują zniszczenia obiektów budowlanych. W jednym przypadku (osuwisko o ID 37700), poważne zniszczenia spowodowane przez ruchy osuwiskowe spowodowały ewakuację mieszkańców domu przy ul. przy ul. Dembińskiego 150. Szczegółową charakterystykę osuwisk i terenów zagrożonych przedstawiono w kartach rejestracyjnych, które znajdują się w bazie danych SOPO.

Główne przyczyny powstania osuwisk na terenie miasta Gdyni to przyczyny naturalne, najczęściej związane z abrazją morską (klif), infiltracją wód opadowych i roztopowych lub erozyjnym podcięciem zbocza. W wielu przypadkach czynnikiem aktywizującym jest nieprzemysłana działalność ludzka.

Z punktu widzenia problematyki ruchów masowych najbardziej predysponowane do rozwoju osuwisk w Gdyni są klifowe brzegi morza. Czynnikiem inicjującym powstanie osuwisk jest abrazja, która systematycznie zabiera zsunięte na plażę koluwium aktywizując

tym samym osuwiska. Największa aktywizacja osuwisk następuje w trakcie trwania spiętrzeń sztormowych (siła wiatru przekraczająca  $8^\circ$  w skali Beauforta). W strefie krawędziowej wysoczyzny morenowej na Kępie Oksywskiej i Redłowskiej wyznaczono największe powierzchniowo osuwiska. Jedenaście zarejestrowanych na tym obszarze osuwisk ma powierzchnię powyżej 1 ha. Osuwiska klifowe, ze względu na ciągłą działalność abrazji morskiej charakteryzują się największą dynamiką. Stanowią one zespoły osuwisk, o różnych stopniach aktywności, których szerokość waha się od kilku do kilkudziesięciu metrów. Do głównych typów przemieszczeń grawitacyjnych rozwijających się w strefie krawędziowej wysoczyzny morenowych należą oprócz zsuwów, współwystępujące z ruchami osuwiskowymi i nakładające się na nie, inne ruchy masowe, takie jak splezywanie, obrywanie i osypywanie.

Największe osuwisko o powierzchni 8,4 ha (nr ID 36597) znajduje się w północnej części klifu oksywskiego w rejonie Babich Dołów. Jest to w rzeczywistości zespół wielu małych osuwisk o zatartych granicach i koluwiach o trzech stopniach aktywności. W kilku miejscach doszło do uaktywnienia osuwiska wskutek działania abrazji morskiej i uplastycznienia gruntu przepojonego wodą. W 2006 r. wykonano opaskę brzegową klifu w celu stabilizacji aktywnej części osuwiska stanowiącej zagrożenie dla osiedla bloków mieszkalnych (zlokalizowanych przy ulicach Dedala i Ikara). Środkowa, aktywna część opisywanego osuwiska podlega obecnie monitoringowi przy zastosowaniu naziemnego skaningu laserowego, który obejmuje odcinek o długości ok. 900 metrów strefy krawędziowej Kępy Oksywskiej (klifu i plaży) w rejonie Babich Dołów, począwszy od początku ochronnej opaski brzegowej w kierunku południowym. Monitoring ten nie ma charakteru formalnego, jest prowadzony w ramach prac badawczych Oddziału Geologii Morza PIG-PIB.

Kluczowe znaczenie w powstawaniu ruchów masowych w Gdyni ma ukształtowanie terenu oraz erozja i denudacja, które rozluźniają i degradują stoki. Na obszarach górskich, w szczególności na obszarach fliszowych Karpat głównym czynnikiem biernym determinującym i różnicującym przestrzenne występowanie osuwisk jest sprzyjająca budowa geologiczna: wykształcenie litologiczno-facjalne płaszczowin fliszowych oraz obecność nieciągłości typu nasunięć, uskoków i spękań (Bober 1984, Zabuski i in. 2009). Wybitnie dużą rolę budowy geologicznej można skorelować z przeważającym występowaniem osuwisk w Karpatach na stokach o małych nachyleniach, w przedziale  $9-14^\circ$  (Bober 1984). Natomiast w przypadku obszarów nizinnych geologia ma znaczenie drugorzędne, a układ i charakter warstw geologicznych jest dużo bardziej sprzyjający utrzymaniu stabilności stoku. Stanowi to główną przyczynę powstawania osuwisk w Trójmieście na stokach o większych niż w

Karpatach nachyleniach. Przykładowo w Gdańsku większość powierzchni osuwiskowych powstaje przy nachyleniach w przedziale 10–29° (Małka 2015). Podobne tendencje kształtują się w Gdyni, gdzie 80% wszystkich udokumentowanych powierzchni osuwisk powstało przy spadkach w przedziale 13–64°, z czego prawie 30% osuwisk powstaje przy nachyleniach w przedziale 34–64°. Wyższe niż w przypadku Gdańska nachylenia osuwisk w Gdyni należy wiązać z kluczową rolą abrazji morskiej.

Budowa geologiczna jest ważnym, ale nie zawsze decydującym czynnikiem warunkującym występowanie osuwisk w Gdyni. Charakterystyczne dla młodoglacjalnej rzeźby wysokie i strome stoki wysoczyzny polodowcowej, porozcinane siecią dolin erozyjnych, zbudowane są głównie z osadów lodowcowych i wodnolodowcowych. W osadach tych powszechnie występują zaburzenia glacitektoniczne, obejmujące miejscami leżące głębiej utwory miocenu. Częste jest występowanie glin i mułków przewarstwionych piaskami, a więc współwystępowanie osadów sypkich i spoistych, stanowiących w sprzyjających warunkach płaszczyny poślizgu. Ponadto strefa krawędziowa wysoczyzny jest strefą drenażu dla pierwszego poziomu wód gruntowych. Te naturalne cechy terenu czynią go jedynie predysponowanym do wystąpienia ruchów masowych. Większość stoków jest ustabilizowana i dopiero naruszenie tej równowagi przez człowieka lub przez czynniki naturalne może uaktywnić osuwiska oraz inne procesy stokowe. Pod względem mechanicznym do powstania osuwisk prowadzi zachwianie równowagi pomiędzy siłami tarcia i ciężkości. W przypadku obszarów zurbanizowanych naruszenie równowagi stoków następuje przede wszystkim na skutek podcinania, zestromienia lub rozcięcia stoków.

Obecnie najbardziej groźną wydaje się być niewłaściwa gospodarka wodami opadowymi (Jurys i in. 2014). Jest to jedna z głównych przyczyn powstawania osuwisk antropogenicznych w Gdyni, czego przykładem jest m.in. osuwisko przy ul. Tetmajera (nr ID 77091). Osuwisko uaktywniło się w nocy z 6 na 7 stycznia 2004 r. W miejscu wystąpienia tego osuwiska w latach 60 i 70 ubiegłego wieku istniało głębokie rozcięcie erozyjne, będące miejscem spływu wód powierzchniowych w stronę Zatoki Gdańskiej. Zostało ono jednak zasypane w latach 90-tych w czasie wznoszenia nasypów niekontrolowanych o dużej miąższości. Stałe pochylenie ulicy w kierunku północnym powodowało, że w okresie nawalnych deszczy następował intensywny spływ powierzchniowy wód opadowych na tym obszarze. Dodatkowymi przyczynami powstania osuwiska był brak kanalizacji deszczowej zapobiegającej nawadnianiu skarpy i jej duże nachylenie. W wyniku obsunięcia skarpy została zniszczona droga asfaltowa, ogrodzenie i słupki ogrodzeniowe oraz rura kanalizacyjna



(Bohdziewicz i in. 2004). Obecnie osuwisko jest w dużym stopniu zrehabilitowane, jednak obecność ruchów masowych w postaci spływaniania i spływania w jego pobliżu wskazuje na konieczność jego obserwacji, zwłaszcza po nawalnych opadach deszczu. Podobny charakter ma osuwisko o nr ID 77098, gdzie pochylenie ulicy w kierunku południowym powoduje w okresach deszczowych spływy powierzchniowe wód opadowych, rozluźnienie i zmianę struktury gruntu i aktywizację ruchów osuwiskowych.

Wystąpienie ruchów masowych i ich aktywizacja jest w dużej mierze skorelowana z warunkami meteorologiczno-hydrologicznymi, związanymi z gwałtownymi, często katastrofalnymi opadami deszczu. W wyniku podniesienia poziomu wód gruntowych na których parametry wytrzymałościowe gruntów zostają znacznie obniżone, dodatkowo zaczynają działać siły parcia hydraulicznego przemieszczającej się w poziomie wody. W Gdyni ekstremalne opady deszczu wystąpiły między innymi w 2001 i 2011 roku i w tym też czasie zanotowano nasilenie ruchów masowych, co potwierdził wywiad środowiskowy.

Tereny zagrożone ruchami masowymi ziemi zostały wyznaczone w oparciu o kryteria geomorfologiczne, geologiczne, hydrogeologiczne i hydrograficzne oraz antropogeniczne. Wśród kryteriów geomorfologicznych najczęściej występuje wysokość i nachylenie stoku (powyżej 10°), oraz ukształtowanie powierzchni zboczy. Wśród kryteriów geologicznych wymieniana jest obecność osadów spoistych w obrębie zboczy (na ogół glin i mułków), a także obecność utworów deluwialnych, wskazujących na transport po stoku. Jako kryteria hydrogeologiczne występuje erozyjna działalność cieków, wysięki i podmokłości oraz obecność roślinności hydrofilnej wskazująca na płytkie występowanie wód gruntowych. Przy wyznaczeniu wielu terenów zagrożonych wskazane zostały kryteria antropogeniczne. Najczęściej jest to podcięcie zbocza, zwłaszcza w dolnej części, zestromienie stoku i obciążenie zabudową oraz nieodpowiednia gospodarka wodno-ściekowa. W przypadku niektórych terenów zagrożonych (np. nr ID 9322, 9301, 9319) lokalne, nieprzemysłane upusty wód opadowych z wylotami przewodów w pobliżu górnych krawędzi skarp powodują gwałtowną erozję i zwiększone ryzyko powstania ruchów masowych. Występowanie terenów zagrożonych ruchami masowymi w wielu miejscach jest także powiązane z rejonami występowania osuwisk. Do miejsc takich należy m.in. strefa krawędziowa wysoczyzny morenowej na Kępie Oksywskiej i Redłowskiej. Poza tym liczne tereny zagrożone zostały wyznaczone w Leszczynkach, Obłuzu i Pogórzu oraz Karwinach. Niekiedy istotnym kryterium wyznaczenia terenu zagrożonego była obecność starych, zatartych w terenie osuwisk lub obecnie zrehabilitowanych osuwisk (np. nr ID 9183),

zlokalizowanych na wklęsłych fragmentach stoków. Tereny te są bardziej aktywne pod względem geomorfologicznym, koncentruje się tu bowiem spływ wód powierzchniowych i gruntowych, co może prowadzić do przesylenia gruntu wodą i wystąpienia ruchów osuwiskowych. Tereny takie w Kartach Rejestracyjnych Terenów Zagrożonych wskazano do obserwacji w przypadku istnienia zagrożenia ruchami masowymi istniejącej infrastruktury technicznej i komunikacyjnej.

#### **4. MONITORING**

Obecność szeregu osuwisk zlokalizowanych w obrębie miasta Gdyni, rozpoznanych i udokumentowanych w roku bieżącym i w przeszłości (Jurys i in. 2012), stwarza znaczne prawdopodobieństwo wystąpienia dalszych procesów stokowych w ich granicach oraz ich bliskim sąsiedztwie. Osuwiska aktywne lub okresowo aktywne, w całości lub częściowo – stanowią 69% wszystkich osuwisk występujących na terenie miasta, z czego 26 z nich może wpływać negatywnie na zabudowę, infrastrukturę komunikacyjną i/lub przesyłową.

Zgodnie z „Rozporządzeniem Ministra Środowiska w sprawie informacji dotyczących ruchów masowych ziemi” z dnia 20 czerwca 2007 r. (Dz.U 2007 nr 121 poz.840) monitoring zagrożonych obszarów stanowi kolejny etap realizacji zadań starostów oraz prezydentów miast na prawach powiatów w zakresie prowadzenia rejestrów i monitorowania terenów zagrożonych ruchami masowymi ziemi (osuwisk) zwłaszcza na terenach silnie zurbanizowanych.

Monitoring wybranych osuwisk i terenów zagrożonych ruchami masowymi zlokalizowanych w obrębie brzegu morskiego, stanowi zaczątek bazy wiedzy będącej realizacją strategii na rzecz łagodzenia skutków zmian klimatycznych w regionach przybrzeżnych, sformułowanych w Komunikacie Komisji Wspólnot Europejskich „Zintegrowana polityka morska Unii Europejskiej (KOM(2007) 575), jak również w Ustawie z 28 marca 2003, o ustanowieniu wieloletniego „Programu ochrony brzegów morskich” (Dz.U. 2003 nr 67 poz. 621).

W ramach realizacji postanowień zawartych w powyższych aktach prawnych w pierwszej kolejności sugeruje się wykonanie „Projekt monitoringu osuwisk dla terenu miasta Gdyni”. Wstępne zalecenia dotyczące zakresu monitoringu (obserwacyjny/instrumentalny) przedstawiono w Tab. 1. „Projekt monitoringu [...]” powinien w sposób jednoznaczny definiować sposób prowadzenia monitoringu właściwy dla danego osuwiska, wskazać zalecaną ilość osuwisk objętych monitoringiem szczegółowym (instrumentalnym), oraz

określać liczbę i częstotliwość pomiarów i sposób prezentacji wyników. na podstawie którego wyznaczone zostaną osuwiska, w obrębie których prowadzony będzie szczegółowy monitoring powierzchniowy lub/i wglębny, lub monitoring ogólny – obserwacyjny. Wybór osuwisk podlegających systematycznym obserwacjom instrumentalnym, np. za pomocą naziemnego skaningu laserowego, powinien być podyktowany m. in. wysokim stopniem aktywności osuwiska, wystąpieniem istotnych szkód materialnych oraz stopniem ogólnego zagrożenia dla infrastruktury i sieci uzbrojenia terenu.

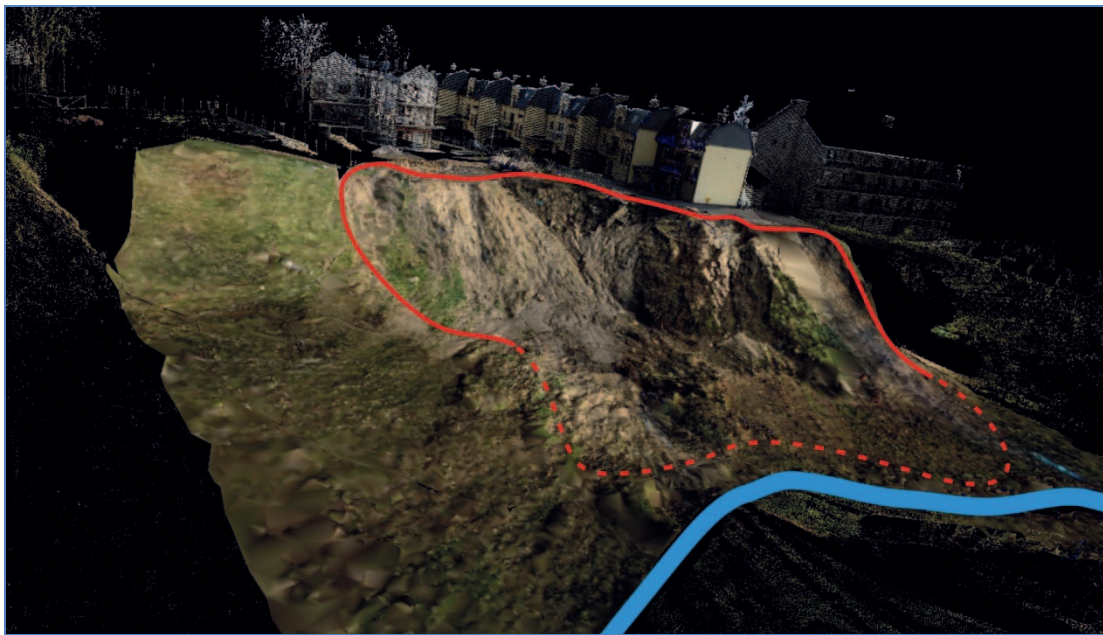
Odpowiednio zaplanowany „Projekt monitoringu [...]” jest kluczowy w kwestii doboru właściwych metod badawczych, które pozwolą na wiarygodną ocenę stanu, określenie zagrożenia i ekstrapolacje tendencji rozwoju poszczególnych osuwisk, w zależności od uwarunkowań lokalnych (budowa geologiczna, warunki hydrometeorologiczne, antropopresja). Tym niemniej, okres prowadzonych instrumentalnych prac badawczych powinien być nie krótszy niż 3 lata, a w przypadku udokumentowania w trakcie prac pomiarowych zwiększonej aktywności osuwisk/nowo powstałych szkód spowodowanych wzmożonymi ruchami stokowymi – przedłużany na lata kolejne.

Począwszy od 2014 r. prace obserwacyjne ruchu mas koluwalnych, a zwłaszcza wpływu ich ruchu na infrastrukturę położoną wewnątrz osuwisk, są prowadzone z wykorzystaniem naziemnego skaningu laserowego dla wybranych trzech osuwisk zlokalizowanych na terenie miasta Gdańska. Zastosowana technologia – LiDAR (Light Detection and Ranging) – stanowi podstawę wysokorozdzielczego skaningu laserowego, którego wykorzystanie pozwala na doprecyzowanie przebiegu granic osuwisk, jak również umożliwia wykrywanie ewentualnych przemieszczeń i deformacji wybranych obiektów architektonicznych na podstawie kolejnych, następujących po sobie serii pomiarowych.

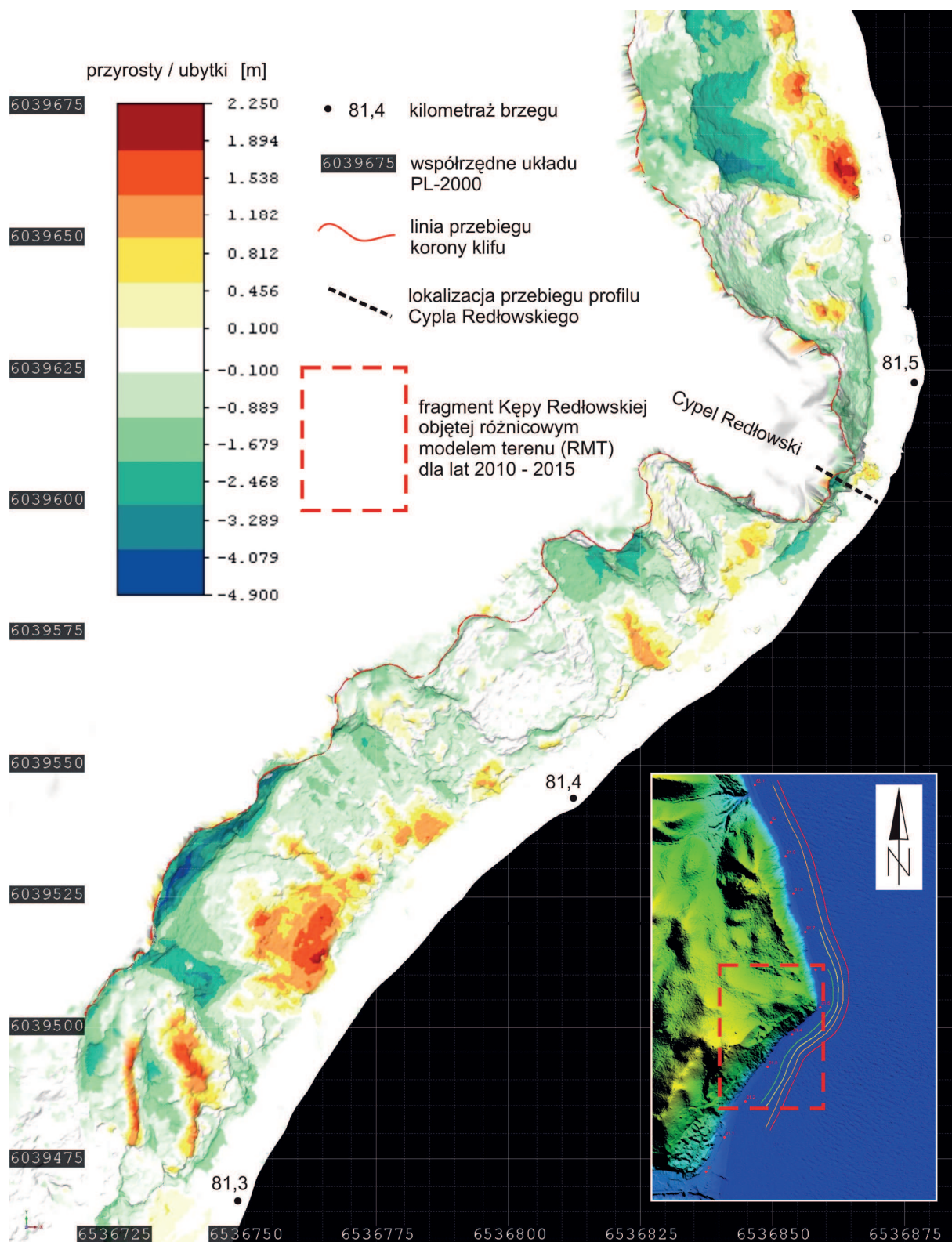
W 2011 r. po powstaniu osuwiska przy ul. Ornej w Wielkim Kacku sporządzono dla niego kartę dokumentacyjną oraz wykonano cyfrowy model osuwiska (Rys.7) przy pomocy naziemnego skaningu laserowego (Jurys i Frydel 2011). Wśród pozostałych terenów objętych obserwacjami instrumentalnymi LiDAR, położonych w granicach miasta Gdyni, znajduje się obszar krawędziowy wysoczyzny morenowej w strefie kontaktu z wodami Zatoki Gdańskiej. Podlegał on wielokrotnym pomiarom w rejonie Klifu Orłowskiego, umożliwiając tym samym, zobrazowanie i analizę rozwoju wybrzeża w okresie 2010 – 2015 (Rys.8; Frydel 2015), jak również w szerszych ramach czasowych (Rys.9; Zaleszkiewicz i Pikies 2007, Frydel 2015). Powstałe na podstawie porównania kilku serii pomiarowych Różnicowe Modele Terenu (RMT) pozwoliły na określenie obszarów w największym stopniu

podlegających erozji, która w przedziale 81,3 – 81,6 kilometrażu brzegu wyniosła blisko 6000 m<sup>3</sup> (w latach 2010 – 2015).

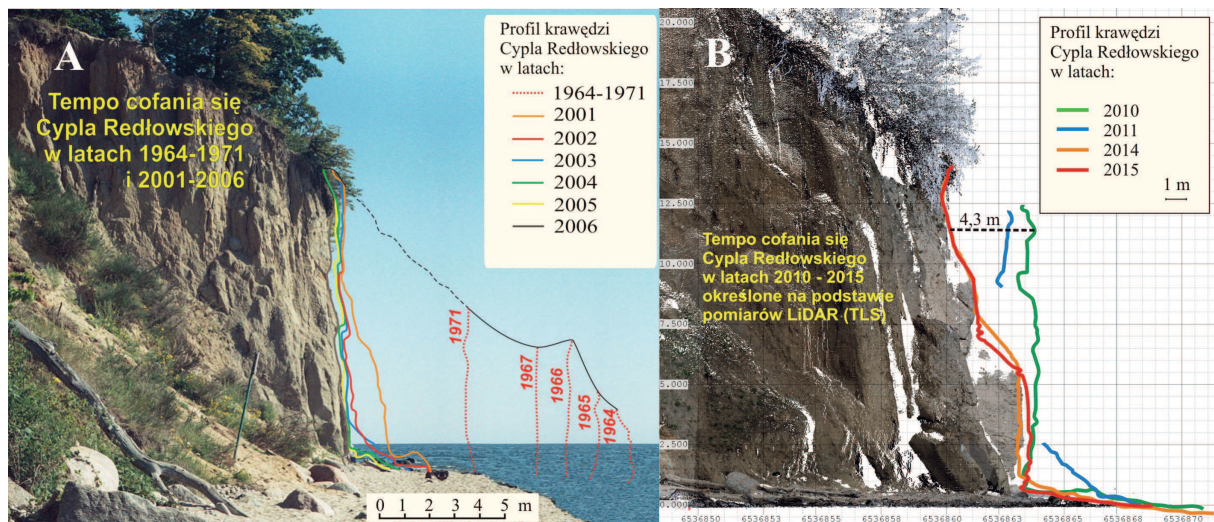
Zastosowanie hybrydowego Numerycznego Modelu Terenu, powstałego z połączenia danych LiDAR z naziemnego skaningu laserowego i lotniczego skaningu laserowego będącego wynikiem projektu ISOK (Informatyczny System Osłony Kraju), pozwoliło na wykrycie plejstocenijskiego osuwiska blisko 500 metrowej szerokości, podlegającego odmładzaniu wskutek erozji czoła. Precyzyjne zobrazowanie morfologii brzegu i nadbrzeża (metodą naziemnego skaningu laserowego) wykonano również dla kilometrowej długości odcinka wybrzeża (o powierzchni przeszło 13,5 ha) w Gdyni – Babie Doły w 2012 roku. Pomiar prowadzono poniżej osiedla bloków zlokalizowanego w północnej części dzielnicy. Wszystkie wspomniane dane teledetekcyjne mogą stanowić bazę odniesienia dla kolejnych pomiarów LiDAR, dającą możliwość prowadzenia m. in. ilościowych i jakościowych analiz zmienności ukształtowania terenu.



Rys. 7. Osuwisko przy ul. Ornej 10, widok perspektywiczny, 2011 r.



Rys. 8. RMT obrazujący sumaryczną wartość zmian, którym podlegało wybrzeże pomiędzy 81,3-81,6 km UM (kilometraż brzegu) w latach 2010-2015 (wg Frydel 2015)



**Rys. 9. Tempo cofania się Cypla Redłowskiego w latach 1964-1971 i 2001-2006 (A) na podstawie pomiarów fotogrametrycznych, odniesione do pomiarów LiDAR z lat 2010-2015 (B) (A - na podstawie Zaleszkiewicz, Pikies 2007; B - wg Frydel 2015)**

Na podstawie dotychczasowych prac w Gdyni wytypowano 22 osuwiska do monitoringu obserwacyjnego, który powinien podlegać na obserwacji i kontroli, szczególnie tych osuwisk, które stwarzają zagrożenie dla zabudowy i infrastruktury komunikacyjnej. W Gdyni do tych miejsc należą m.in. Obłuże, Leszczyńki, Babie Doły, Oksywie i Wzgórze Św. Maksymiliana. Kontrola powinna być przeprowadzona co najmniej raz w roku, latem (po letnich deszczach), a dodatkowo po wystąpieniu opadów ekstremalnych lub bardzo szybkim topnieniu pokrywy śnieżnej na wiosnę. Konieczne jest również przeprowadzenie wizji lokalnych, po uzyskaniu informacji o powstaniu nowego bądź rozwoju istniejącego osuwiska. Zebrane informacje powinny być gromadzone i przedstawione na specjalnych mapach w skali 1:10 000. W razie konieczności mogą być one podstawą do wskazania nowych osuwisk, które należy monitorować w sposób szczegółowy.

## 5. OCENA POTENCJALNEGO ROZWOJU RUCHÓW MASOWYCH

Szczegółowe prace kartograficzne przeprowadzone na terenie miasta Gdyni wykazały, że osuwiska występują częściej niż przypuszczano w oparciu o wcześniejsze, nieliczne obserwacje i badania. Rozmiary osuwisk są bardzo zróżnicowane, od kilku do kilkuset metrów długości i szerokości oraz o powierzchni od kilkuset m<sup>2</sup> do kilku hektarów. We wszystkich przypadkach głównymi, potencjalnymi czynnikami inicjującymi powstanie osuwisk są budowa geologiczna, zwłaszcza obecność osadów spoistych i pylasto-

piaszczystych oraz glaciekttoniki wraz z warunkami hydrogeologicznymi. Innymi potencjalnymi czynnikami wywołującym osuwiska były m.in. nachylenie i deniwelacje stoku. W klifach dominuje czynnik aktywny jakim jest abrazja. W rejonach zagospodarowanych występuje dodatkowy czynnik – nieprzemyślana działalność człowieka. We wszystkich rejonach istnieje możliwość wystąpienia innego, naturalnego czynnika wpływającego na powstawanie osuwisk infiltracji wód opadowych, zwłaszcza obfitych.

Rozwój ruchów masowych może mieć miejsce nie tylko na obszarze osuwisk, ale również na terenach zagrożonych. Szczególnie narażone są obszary, na których już występują procesy osuwiskowe.

W całościowej ocenie zagrożenia osuwiskami należy brać pod uwagę wszystkie osuwiska, bez względu na stopień aktywności. Osuwiska nieaktywne stanowiące ponad 31% wszystkich osuwisk w Gdyni nie powinny być wyłączone z grupy ryzyka. Zawsze istnieje możliwość naturalnej aktywacji osuwiska, częściej jednak pod wpływem działalności człowieka prowadzącej do naruszenia stabilności zboczy poprzez podcinanie stoków, nieodpowiednią zabudowę stoków, zmianę warunków wodnych czy wycinanie lasów.

Osuwiska gdyńskie powstają w nieskonsolidowanych osadach, przez co w warunkach naturalnych bardzo szybko ulegają zatarciu w terenie. W klifach niszczy je abrazja a na terenach zagospodarowanych są likwidowane. Można zatem przypuszczać, że wiele z istniejących niegdyś osuwisk jest obecnie niewidoczna. Przykładem jest osuwisko przy ul. Ornej.

Na obszarze miasta Gdynia można wyodrębnić kilka obszarów szczególnie narażonych na dalszy rozwój ruchów masowych. Są to:

- strefa krawędziowa (klifowa) wysoczyzny morenowej na Kępie Oksywskiej i Kępie Redłowskiej,
- strefa krawędziowa wysoczyzny morenowej na Kępie Oksywskiej od strony Pradoliny Kaszubskiej – rejony Pogórza i Obłuża,
- krawędź Wysoczyzny Pojezierza Kaszubskiego – rejon Leszczynek, Grabówka, Działek Leśnych, Małego Kacka i Kolibek.

## 6. WNIOSKI

Na obszarze miasta Gdynia w ramach prac geologiczno – kartograficznych prowadzonych w 2012 i 2015 roku, stwierdzono występowanie ogółem **82** osuwisk i **78** terenów zagrożonych ruchami masowymi. Część osuwisk (**26** obiektów) stwarza zagrożenie dla zabudowy i infrastruktury komunikacyjnej lub przesyłowej.

Długość i szerokość osuwisk w Gdyni jest bardzo zróżnicowana, od kilku do kilkuset metrów. Powierzchnia osuwisk mieści się w przedziale od kilkuset m<sup>2</sup> do kilku hektarów. Około 74 % powierzchni osuwisk udokumentowanych w Gdyni przypada na osuwiska o wielkości powyżej 1 ha. Są to osuwiska na brzegach klifowych Kępy Oksywskiej i Redłowskiej, Obłuzu i Leszczynkach.

Osuwiska w całości lub w części okresowo aktywne i aktywne stanowią 69% wszystkich osuwisk wyznaczonych na terenie Gdyni. Osuwiska nieaktywne, w obrębie których nie obserwowano i nie udokumentowano objawów aktywności w ciągu co najmniej ostatnich 50 lat (N) stanowią około 31 % wszystkich osuwisk.

Główne przyczyny powstawania ruchów masowych w Gdyni to przyczyny naturalne, najczęściej związane z abrazją morską, wpływem wód podziemnych na powierzchnię terenu, infiltracją wód opadowych i roztopowych lub erozyjnym podcięciem zbocza w warunkach budowy geologicznej, sprzyjającej powstaniu osuwiska. Jak wskazują obserwacje, impulsem do rozwoju osuwisk jest również działalność człowieka w zakresie m.in. naruszenia stabilności zboczy poprzez podcinanie stoków, nieodpowiednią zabudowę stoków, zmianę warunków wodnych czy wycinanie lasów.

Budowa geologiczna jest ważnym, ale nie decydującym czynnikiem warunkującym występowanie osuwisk na obszarze miasta. Wysokie i strome stoki wysoczyzny polodowcowej, porozcinane siecią dolin erozyjnych, zbudowane są głównie z osadów lodowcowych i wodnolodowcowych, w których powszechnie występują zaburzenia glacictektoniczne. Większość stoków jest ustabilizowana i dopiero naruszenie tej równowagi przez człowieka lub przez czynniki naturalne może uaktywnić osuwiska oraz inne procesy stokowe.

Rozpoznane i udokumentowane osuwiska oraz tereny zagrożone ruchami masowymi są obszarami, w których istnieje prawdopodobieństwo wystąpienia dalszych ruchów masowych ziemi. Rozwój ruchów masowych może nastąpić szczególnie w przypadku wystąpienia obfitych opadów atmosferycznych.



Systematyczny monitoring powinien być prowadzony w przypadku osuwisk stwarzających zagrożenie dla zabudowy oraz infrastruktury komunikacyjnej i przesyłowej. Osuwiska, które należałoby monitorować wskazano w tabeli nr 1. Generalnie nie przewiduje się monitoringu dla terenów zagrożonych. Wyjątkiem są tereny w sąsiedztwie monitorowanych osuwisk i tereny obejmujące zrehabilitowane osuwiska.

Stan aktualności wykonanej Mapy osuwisk i terenów zagrożonych ruchami masowymi ziemi to 2012 i 2015 rok. Tereny zagrożone ruchami masowymi ziemi przedstawiono na podstawie kryteriów geomorfologicznych, geologicznych, hydrologicznych, antropogenicznych dla aktualnego stanu zagospodarowania przestrzennego. Stopień zagrożenia ruchami masowymi ziemi może zmienić się w korzystnych dla ruchów warunkach meteorologicznych np. po nawalnych opadach deszczu i wskutek działalności człowieka np. antropogenicznej infiltracji wód opadowych – upusty wód w pobliżu górnych krawędzi skarp. Właściwe na każdym stoku o nachyleniu większym niż 3°, przy spełnieniu odpowiednich warunków środowiskowych może dojść do uaktywnienia ruchów masowych. Istotny jest przy tym stopień prawdopodobieństwa zajścia tego typu zdarzenia. W celu uzyskania pełniejszych danych wskazane jest sporządzenie map podatności osuwiskowej w technologii GIS, przy pomocy narzędzi geoprzetwarzania, klasyfikujących obszar Gdyni od obszarów mało do bardzo podatnych na osuwanie. W celu zwiększenia dokładności analiza podatności osuwiskowej powinna być wykonana metodami statystycznymi na podstawie wszystkich udokumentowanych w 2012 i 2015 r. w Gdyni osuwisk.

Zalecenia dla administracji publicznej dotyczące zagospodarowania przestrzennego miasta.

Mapa osuwisk i terenów zagrożonych ruchami masowymi, wraz z bazą danych systemu SOPO, może służyć do oceny realnych zagrożeń ruchami masowymi ziemi oraz przeciwdziałać ich negatywnym skutkom.

Na obszarach wszystkich osuwisk oraz terenów zagrożonych, w obrębie których stwierdzono obecność osuwisk, występują skomplikowane warunki gruntowe (zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawienia obiektów budowlanych) odpowiadające III kategorii geotechnicznej (wg: Wysokiński 2011). Na pozostałych terenach zagrożonych występują złożone warunki gruntowe odpowiadające II kategorii geotechnicznej zboczy.

Wszystkie osuwiska zagrażające budynkom lub infrastrukturze komunikacyjnej i/lub przesyłowej oraz tereny zagrożone powstaniem ruchów masowych, w obrębie których występują ww. osuwiska, powinny być monitorowane, pod kątem aktywizacji ruchów masowych. Monitoring taki powinien być prowadzony co najmniej raz w roku po letnich deszczach, a także każdorazowo po uzyskaniu informacji o powstaniu nowego bądź rozwoju istniejącego osuwiska.

Ilość i lokalizacja osuwisk rozpoznanych na terenie Gdyni oraz analiza przyczyn ich powstania pozwalają na stwierdzenie, iż osuwiska były, są i będą w mieście występowały. Opracowana mapa osuwisk i terenów zagrożonych przedstawia stan chwilowy, ale pozwalający na przedstawienie następujących wskazań szczegółowych:

1. Częściami miasta, w których należy się szczególnie liczyć z możliwością występowania osuwisk są:
  - strefa krawędziowa (klifowa) wysoczyzny morenowej na Kępie Oksywskiej i Kępie Redłowskiej,
  - strefa krawędziowa wysoczyzny morenowej na Kępy Oksywskiej od strony Pradoliny Kaszubskiej – rejon Pogórza i Obłuża,
  - krawędź wysoczyzny Pojezierza Kaszubskiego – rejon Leszczynek, Grabówka, Działek Leśnych, Małego Kacka i Kolibek.
2. W rejonach osuwisk oraz wskazanych terenów zagrożonych ruchami masowymi ziemi należy przed jakimkolwiek zagospodarowaniem dokładniej rozpoznać warunki geologiczne oraz hydrogeologiczne i na ich podstawie ocenić bezpieczeństwo planowanych działań, zwłaszcza w zakresie zmian stateczności stoku poprzez obciążenie, podkopanie i nawodnienie gruntu. Należy pamiętać, że na istniejących mapach geologicznych budowa geologiczna przedstawiona jest w sposób zgeneralizowany, właściwy dla skali mapy, zwykle 1 : 50 000.
3. Dokonanie wyboru osuwisk zagrażających budynkom lub infrastrukturze komunikacyjnej i/lub przesyłowej do monitoringu spośród wskazanych w tabeli nr 1.
4. Tereny zagrożone ruchami masowymi wyznaczano na podstawie prac terenowych zgodnie z „Instrukcją ...” zgodnie z regułą, że teren zagrożony musi odpowiadać co najmniej dwóm głównym kryteriom wyznaczania terenu. Zwykle były to nachylenie wraz z wysokością stoku, budowa geologiczna, obecność ruchów masowych, obecność wód powierzchniowych oraz oddziaływanie antropogeniczne. W świetle tej metodyki wszystkie strome stoki, obecnie nie

uznane za tereny zagrożone, mogą się w nie przekształcić na skutek oddziaływań antropogenicznych w przyszłości.

5. Za tereny zagrożone należy również uznać pas terenu przylegający do osuwisk – tzw. strefa buforowa. Jej szerokość winna być określana indywidualnie w zależności od cech osuwiska (wysokości skarpy głównej, aktywności, obecności czoła) i planowanego zagospodarowania, w tym sposobu i skali zabezpieczania osuwiska. Generalnie minimalna szerokość tej strefy, zwłaszcza powyżej skarpy głównej osuwiska, powinna wynosić 10 m.
6. Strefy potencjalnie zagrożone ruchami masowymi ziemi są współcześnie wyznaczane również przy pomocy technologii GIS i metod statystycznych jako mapy podatności osuwiskowej. Badania tego typu w wielu krajach są bardzo zaawansowane i powszechne. Wykonanie mapy podatności osuwiskowej Gdyni umożliwi uszczegółowienie skali zagrożeń geodynamicznych na obszarze miasta.
7. W miarę upływu czasu niniejsza Mapa osuwisk i terenów zagrożonych ruchami masowymi Miasta Gdyni będzie wymagać aktualizacji. Można się spodziewać, że część osuwisk zostanie zlikwidowana (zabezpieczona), powstaną nowe osuwiska oraz tereny zagrożone.
8. Osuwiska występujące w klifie i przylegający do nich od góry pas terenu należy wyłączyć całkowicie z nowej zabudowy innej niż mającej na celu ochronę brzegu morskiego.
9. Lokalizowanie nowej zabudowy oraz rozbudowa istniejących budynków i infrastruktury w rejonie osuwisk aktywnych i okresowo aktywnych jest możliwe pod warunkiem wcześniejszego wykonania badań geologiczno-inżynierskich bądź geotechnicznych dla oceny miąższości koluwium, warunków geologicznych i hydrogeologicznych powstania całego osuwiska. W większych osuwiskach, potencjalnie głębokich, pożądanym byłoby rozpoznanie głębokości występowania powierzchni poślizgu poprzez wykonanie wierceń rdzeniowych. Analizując uzyskane dane geologiczne oraz dokonując oceny wpływu zabudowy na osuwiska i tereny po zlikwidowanych osuwiskach należy odnieść się do wzrostu obciążenia stoku zabudową, możliwych zmian przepływu wód podziemnych, infiltracji do gruntu wód opadowych, w tym planowego ich odprowadzania do gruntu.
10. Lokalizowanie zabudowy na osuwiskach nieaktywnych i w granicach terenów zagrożonych jest możliwe pod warunkiem wcześniejszego wykonania badań

geologiczno-inżynierskich lub geotechnicznych, które pozwolą na przedstawienie oceny stabilności stoku podczas realizacji nowej, lub powiększania istniejącej zabudowy oraz późniejszego jej funkcjonowania. W szczególności należy zwrócić uwagę na wzrost obciążenia stoku zabudową, wystąpienie możliwych zmian przepływu wód podziemnych, infiltracji do gruntu wód opadowych, w tym planowego ich odprowadzania do gruntu.

## 7. SPIS LITERATURY

- Frankowski Z., Zachowicz J. (red.), 2007 – Baza danych geologiczno-inżynierskich wraz z opracowaniem atlasu geologiczno- inżynierskiego Aglomeracji Trójmiejskiej Gdańsk – Sopot – Gdynia. Centr. Arch. Geol. PIG – PIB. Warszawa – Gdańsk.
- Frankowski Z. i in., 2012 – Zasady dokumentowania warunków geologiczno-inżynierskich dla potrzeb rekultywacji terenów zdegradowanych. ITB Warszawa, PIG-PIB Warszawa.
- Frydel J., 2015 – Geologiczno-morfometryczna dokumentacja wybranych odcinków brzegu Bałtyku Południowego. Archiwum OGM PIG-PIB. Gdańsk.
- Grabowski D. (red.), Jurys L., Woźniak T., 2007 – Mapa osuwisk i obszarów predysponowanych do występowania ruchów masowych w województwie pomorskim. Centr. Arch. Geol. PIG – PIB. Warszawa.
- Grabowski D., Marciniak P., Mrozek T., Nescieruk P., Rączkowski W., Wójcik A., Zimnal Z., 2008 – Instrukcja opracowania Mapy osuwisk i terenów zagrożonych ruchami masowymi w skali 1: 10 000. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
- Jurys L., Frydel J., 2011 – Karta dokumentacyjna osuwiska, Gdynia ul. Orna. Baza danych SOPO.
- Jurys L., Małka A., Pączek U., Szarafiński T., Rejestr osuwisk i terenów zagrożonych ruchami masowymi ziemi dla terenu miasta Gdyni, 2012 r.
- Kondracki J., 1998 – Geografia regionalna Polski. Państwowe Wydawnictwa Naukowe, Warszawa.
- Kühn A., Miłoszewska W. (red.), 1971 – Katalog osuwisk województwo gdańskie. Instytut Geologiczny, Zakład Geologii Inżynierskiej. Centr. Arch. Geol. PIG – PIB. Warszawa.
- Leśniak T., Czuj – Górniak M., 2004 – Karty dokumentacyjne osuwisk.  
(<http://www.geozagrozenia.agh.edu.pl>)
- Małka A. 2015 – Modelowanie podatności osuwiskowej z zastosowaniem metody indeksowej i wysokorozdzielczych danych z lotniczego skaningu laserowego (LIDAR) na obszarze Gdańska. Przegląd Geologiczny, vol. 63, nr 5.
- Masłowska M. i in., 2005 – Budowa geologiczna klifów wybrzeża polskiego na odcinku od Orłowa do Ustki. Arch. Oddział Geologii Morza PIG\_PIB, Gdańsk.

- Mojski J.E., 1979a – Szczegółowa mapa geologiczna Polski w skali 1:50 000, ark. Gdańsk(27) wraz z objaśnieniami. Centr. Arch. Geol. PIG – PIB. Warszawa.
- Mojski J.E., 1979b – Szczegółowa mapa geologiczna Polski w skali 1:50 000, ark. Gdynia (55). Centr. Arch. Geol. PIG – PIB. Warszawa.
- Peryt T., Piwocki M. (red.), 2004 – Budowa geologiczna Polski, Tom 1, Stratygrafia, cz. 3a, Kenozoik, Paleogen, Neogen. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- Pikies R., 2000 – Podłoże czwartorzędu w rejonie Pojezierza Kaszubskiego w Stratygrafia czwartorzędu i zanik lądolodu na Pojezierzu Kaszubskim, VII Konferencja „Stratygrafia plejstocenu Polski”. Łączyło.
- Pikies R., 2001 – Szczegółowa mapa geologiczna Polski w skali 1:50 000, ark Żukowo (26). Centr. Arch. Geol. PIG – PIB. Warszawa.
- Pikies R., Zaleszkiewicz L., 2004 – Szczegółowa mapa geologiczna Polski w skali 1:50 000, ark Rumia (15). Centr. Arch. Geol. PIG – PIB. Warszawa.
- Poprawa D., Rączkowski W., 2000 – Propozycja rejestracji zjawisk i założenia monitoringu osuwiskowego w gminach, powiatach, rejonach. W: Prognozowanie i przeciwdziałanie skutkom ruchów osuwiskowych. PIG-PIB. Warszawa.
- Subotowicz W., 1967 – Metoda badań dynamiki wysokiego brzegu morskiego w Orłowie. Komunikaty KBM Sekcji Geologiczno – Geograficznej.
- Subotowicz W., 1972 – Geodynamika klifu orłowskiego [W:] Przewodnik XLIV Zjazdu PTG w Cetniewie, Warszawa.
- Subotowicz W., 1976 – Makro- i mikrofazy rozwoju brzegów klifowych wybrzeża polskiego. Przegląd Geologiczny 1.
- Subotowicz W., 1982 – Litodynamika brzegów klifowych wybrzeża Polski. Gdańskie Towarzystwo Naukowe, Wydział Nauk o Ziemi. Ossolineum, Wrocław.
- Wysokiński L., 2011 – Ocena stateczności skarp i zboczy. Instrukcja 424/2011. Instytut Techniki Budowlanej. Warszawa.
- ROZPORZĄDZENIE Ministra Środowiska z dnia 20 czerwca 2007 r. w sprawie informacji dotyczących ruchów masowych ziemi (Dz.U.2007.121.840).
- ROZPORZĄDZENIE Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie ustalenia geotechnicznych warunków posadowienia obiektów budowlanych (Dz.U.2012 poz. 463).
- USTAWA z dnia 3 lutego 1995 r. o ochronie gruntów rolnych i leśnych (tekst jednolity Dz.U.2004.121.1266).

- USTAWA z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo Ochrony Środowiska (Dz.U.2001.62.627 z późniejszymi zmianami).
- USTAWA z dnia 27 marca 2003 r. o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym (Dz.U.2003.80.717).
- USTAWA z 28 marca 2003 r., o ustanowieniu wieloletniego „Programu ochrony brzegów morskich” (Dz.U. 2003.67.621).
- Zachowicz J., Dobracki R. (red.) 2003 – Geologiczne warunki ochrony i kształtowania południowego brzegu Bałtyku oraz obszarów ujściowych Odry i Wisły. Etap III. Objasnienia do Mapy geodynamicznej polskiej strefy brzegowej Bałtyku 1:10 000. Gdańsk – Szczecin. Centralne Archiwum Geologiczne PIG-PIB, Oddział Geologii Morza, Gdańsk.
- Zaleszkiewicz L., Pikies R., Klif Orłowski – historia geologiczna, Gdańsk, 2007 r.
- Zintegrowana polityka morska Unii Europejskiej (KOM(2007) 575), Komisja Wspólnot Europejskich, Bruksela, 2007 r.
- Znosko J. (red.), 1998 – Atlas tektoniczny Polski. Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.

**Tab.1. Zestawienie osuwisk na terenie miasta Gdyni**

| Numer ID osuwiska w bazie SOPO | Numer roboczy osuwiska na mapie autorskiej | Aktywność | Lokalizacja                      | Uwagi dotyczące monitoringu |
|--------------------------------|--|-----------|----------------------------------|-----------------------------|
| 36597                          | 1  | A/O/N     | Babie Doły                       | monitoring instrumentalny   |
| 36598                          | 2  | O/A       | Babie Doły - Kolonia Rybacka     |                             |
| 36599                          | 6  | O         | Babie Doły                       |                             |
| 36600                          | 5  | A/O       | Babie Doły                       |                             |
| 36601                          | 7  | O/A       | Oksywie - Osada Rybacka          | monitoring obserwacyjny     |
| 36602                          | 17   | O/A       | Oksywie Górne                    |                             |
| 36603                          | 20   | N         | Oksywie Górne                    |                             |
| 37089                          | 19   | O         | Oksywie Dolne- ul. Grudzińskiego |                             |
| 37090                          | 18   | N         | Oksywie Dolne                    |                             |
| 37091                          | 16   | O/A       | Oksywie ul. Jarowa               |                             |
| 37092                          | 15   | O         | Oksywie ul. Benisławskiego       | monitoring obserwacyjny     |
| 37093                          | 35   | N/O       | Mały Kack ul. Nałkowskiej        | monitoring obserwacyjny     |
| 37094                          | 34   | O         | Mały Kack ul. Głowackiego        | monitoring obserwacyjny     |
| 37698                          | 21   | A         | Chylonia ul. Kartuska            | monitoring obserwacyjny     |
| 37699                          | 26   | O/N       | Leszczynki ul. Dembińskiego      | monitoring obserwacyjny     |
| 37700                          | 24   | A         | Leszczynki ul. Dembińskiego      | monitoring instrumentalny   |
| 37701                          | 29   | O         | Leszczynki ul. Orlicz - Dreszera |                             |
| 37702                          | 3  | O         | Pogórze ul. Czernickiego         | monitoring obserwacyjny     |
| 37703                          | 9  | O         | Obłuże ul. Podgórska             |                             |
| 37704                          | 8  | O         | Obłuże ul. Podgórska             | monitoring obserwacyjny     |
| 37705                          | 10   | O         | Obłuże ul. Perłowa               | monitoring obserwacyjny     |



|       |    |     |   |                            |
|-------|----|-----|---|----------------------------|
| 37706 | 11 | O/A | Obłuże                                    | monitoring<br>obserwacyjny |
| 37707 | 13 | A   | Obłuże                                    |                            |
| 37708 | 14 | O   | Obłuże                                    | monitoring<br>obserwacyjny |
| 37709 | 33 | O   | Działki Leśne<br>ul. Pomorska             | monitoring<br>obserwacyjny |
| 37710 | 30 | N   | Grabówek                                  |                            |
| 37711 | 32 | O   | Działki Leśne                             |                            |
| 37712 | 31 | O   | Grabówek                                  | monitoring<br>obserwacyjny |
| 37713 | 28 | A   | Leszczyнки                                | monitoring<br>obserwacyjny |
| 37714 | 22 | O   | Leszczyнки                                | monitoring<br>obserwacyjny |
| 37715 | 23 | O   | Leszczyнки                                |                            |
| 37716 | 27 | O   | Leszczyнки                                |                            |
| 37717 | 25 | O/N | Leszczyнки                                | monitoring<br>obserwacyjny |
| 37718 | 12 | O   | Obłuże                                    | monitoring<br>obserwacyjny |
| 37719 | 4  | N   | Obłuże                                    |                            |
| 76663 | 70 | N   | Mały Kack                                 |                            |
| 76665 | 71 | N   | Mały Kack                                 |                            |
| 76666 | 72 | O/N | Orłowo                                    |                            |
| 76667 | 76 | O   | Orłowo<br>ul. Spółdzielcza                |                            |
| 76668 | 75 | N   | Orłowo<br>ul. Spółdzielcza                |                            |
| 76669 | 77 | N   | Orłowo<br>ul. Bernadowska                 |                            |
| 76670 | 48 | N   | Chwarzno-Wiczlino<br>Obwodnica Trójmiasta |                            |
| 76671 | 49 | N   | Chwarzno-Wiczlino<br>Obwodnica Trójmiasta |                            |
| 76672 | 57 | N   | Mały Kack                                 |                            |
| 76673 | 59 | O   | Mały Kack                                 |                            |

|       |    |       |                               |                              |
|-------|----|-------|-------------------------------|------------------------------|
| 76674 | 61 | O     | Mały Kack                     | monitoring<br>obserwacyjny   |
| 76675 | 64 | O     | Karwiny<br>ul. Nałkowskiej    |                              |
| 76676 | 58 | N     | Mały Kack                     |                              |
| 76677 | 60 | N     | Mały Kack                     |                              |
| 76678 | 62 | A/O/N | Mały Kack                     |                              |
| 76679 | 63 | N     | Mały Kack                     |                              |
| 76680 | 67 | N     | Mały Kack                     |                              |
| 76681 | 66 | N     | Mały Kack                     |                              |
| 76682 | 65 | N     | Mały Kack                     |                              |
| 76683 | 68 | N     | Mały Kack                     |                              |
| 76684 | 73 | N     | Mały Kack                     |                              |
| 76685 | 74 | N     | Mały Kack                     |                              |
| 76686 | 69 | A     | Mały Kack<br>ul. Łowicka 21   | monitoring<br>instrumentalny |
| 76687 | 36 | O     | Cisowa<br>ul. Kcyńska         |                              |
| 76688 | 38 | N     | Pustki Cisowskie-<br>Demptowo |                              |
| 76689 | 81 | N     | Wielki Kack                   |                              |
| 76690 | 82 | O     | Wielki Kack                   |                              |
| 77091 | 41 | O     | Wzgórze św.<br>Maksymiliana   |                              |
| 77092 | 44 | O     | Redłowo<br>ul. Kopernika      |                              |
| 77093 | 45 | N     | Redłowo<br>ul. Kopernika      |                              |
| 77094 | 42 | O     | Redłowo                       |                              |
| 77095 | 46 | A/O   | Redłowo                       |                              |
| 77096 | 50 | A/O   | Redłowo                       |                              |
| 77097 | 51 | A     | Redłowo                       | monitoring<br>instrumentalny |

|       |    |       |                                   |                            |
|-------|----|-------|-----------------------------------|----------------------------|
| 77098 | 47 | O     | Witomino-Radiostacja              |                            |
| 77099 | 80 | A/O   | Orłowo                            |                            |
| 77100 | 79 | A/O   | Orłowo                            |                            |
| 77101 | 78 | O     | Orłowo<br>Promenada Królowej      | monitoring<br>obserwacyjny |
| 77102 | 37 | O     | Chylonia<br>ul. Swarzewska        |                            |
| 77103 | 43 | A/N   | Wzgórze św.<br>Maksymiliana       | monitoring<br>obserwacyjny |
| 77104 | 40 | O     | Wzgórze św.<br>Maksymiliana       | monitoring<br>obserwacyjny |
| 77105 | 39 | A/O/N | Kamienna Góra<br>Bulwar Nadmorski | monitoring<br>obserwacyjny |
| 77106 | 55 | O     | Dąbrowa<br>G. Donas               |                            |
| 77107 | 54 | O     | Dąbrowa<br>G. Donas               |                            |
| 77108 | 53 | O     | Dąbrowa<br>ul. Pokrzywowa         |                            |
| 77109 | 52 | N     | Dąbrowa<br>ul. Łanowa             |                            |
| 77110 | 56 | N     | Dąbrowa                           |                            |

**Tab.2. Zestawienie terenów zagrożonych ruchami masowymi ziemi na terenie miasta Gdynia**

| Numer ID terenu zagrożonego w bazie SOPO | Numer roboczy terenu zagrożonego na mapie autorskiej | Lokalizacja                |
|--|--|----------------------------|
| 5117                                     | 12   | Obłuże                     |
| 5118                                     | 13   | Obłuże                     |
| 5119                                     | 14   | Okseywie Dolne             |
| 5120                                     | 1  | Babie Doły, Okseywie Górne |
| 5121                                     | 26   | Mały Kack                  |
| 5122                                     | 28   | Mały Kack                  |
| 5123                                     | 27   | Mały Kack                  |
| 5134                                     | 16   | Chylonia ul. Raduńska      |
| 5135                                     | 2  | Pogórze                    |
| 5136                                     | 7  | Pogórze Dolne              |
| 5137                                     | 3  | Pogórze                    |
| 5138                                     | 5  | Pogórze                    |
| 5139                                     | 4  | Pogórze                    |
| 5140                                     | 6  | Pogórze                    |
| 5141                                     | 11   | Obłuże                     |
| 5142                                     | 8  | Obłuże                     |
| 5143                                     | 10   | Obłuże                     |
| 5144                                     | 23   | Działki Leśne              |
| 5145                                     | 9  | Obłuże                     |
| 5146                                     | 22   | Działki Leśne              |
| 5147                                     | 21   | Działki Leśne              |
| 5148                                     | 20   | Leszczynki                 |
| 5149                                     | 19   | Leszczynki                 |
| 5150                                     | 15   | Chylonia                   |
| 5151                                     | 17   | Leszczynki                 |
| 5152                                     | 18   | Leszczynki                 |
| 5153                                     | 25   | Działki Leśne              |
| 5154                                     | 24   | Działki Leśne              |
| 9178                                     | 43   | Chwarzno-Wiczlino          |
| 9179                                     | 61   | Karwiny                    |
| 9180                                     | 60   | Wielki Kack                |
| 9181                                     | 59   | Dąbrowa                    |
| 9182                                     | 62   | Wielki Kack                |
| 9183                                     | 63   | Wielki Kack                |

|      |    |                                    |
|------|----|------------------------------------|
| 9184 | 69 | Mały Kack                          |
| 9185 | 70 | Mały Kack                          |
| 9186 | 71 | Mały Kack/Orłowo                   |
| 9187 | 72 | Orłowo                             |
| 9188 | 76 | Orłowo                             |
| 9189 | 75 | Orłowo                             |
| 9190 | 73 | Mały Kack                          |
| 9191 | 66 | Mały Kack                          |
| 9192 | 68 | Mały Kack                          |
| 9193 | 67 | Karwiny                            |
| 9194 | 64 | Karwiny                            |
| 9195 | 65 | Mały Kack                          |
| 9196 | 31 | Cisowa                             |
| 9197 | 30 | Cisowa                             |
| 9198 | 29 | Cisowa                             |
| 9199 | 32 | Pustki Cisowskie - Demptowo        |
| 9200 | 34 | Pustki Cisowskie - Demptowo        |
| 9201 | 33 | Pustki Cisowskie - Demptowo        |
| 9202 | 52 | Chwarzno-Wiczlino                  |
| 9203 | 74 | Wielki Kack                        |
| 9298 | 50 | Redłowo                            |
| 9299 | 49 | Redłowo                            |
| 9300 | 48 | Redłowo                            |
| 9301 | 42 | Wzgórze św. Maksymiliana           |
| 9302 | 51 | Redłowo                            |
| 9303 | 77 | Orłowo                             |
| 9304 | 78 | Orłowo                             |
| 9305 | 54 | Mały Kack/Witomino Leśniczówka     |
| 9306 | 53 | Mały Kack/Witomino Leśniczówka     |
| 9307 | 40 | Witomino Radiostacja               |
| 9308 | 39 | Witomino Radiostacja/Działki Leśne |
| 9309 | 38 | Witomino Radiostacja               |
| 9310 | 41 | Wzgórze św. Maksymiliana           |
| 9311 | 44 | Witomino Radiostacja               |
| 9312 | 46 | Witomino Leśniczówka               |
| 9313 | 35 | Pustki Cisowskie - Demptowo        |
| 9314 | 36 | Grabówek                           |
| 9315 | 57 | Dąbrowa                            |

|      |    |                                  |
|------|----|----------------------------------|
| 9316 | 58 | Dąbrowa                          |
| 9317 | 55 | Dąbrowa                          |
| 9318 | 56 | Chwarzno-Wiezlino                |
| 9319 | 47 | Redłowo/Wzgórze św. Maksymiliana |
| 9321 | 45 | Witomino Radiostacja             |
| 9322 | 37 | Witomino Radiostacja             |