



**REJESTR OSUWISK I TERENÓW ZAGROŻONYCH
RUCHAMI MASOWYMI ZIEMI
DLA TERENU MIASTA GDAŃSKA**

Wykonano na zamówienie
Gminy Miasta Gdańsk

Gdańsk, 2011

Zespół autorski:

Kierownik zespołu

mgr inż. Leszek Jurys*
upr. geol. VIII-0085

mgr Jerzy Frydel*

mgr Dorota Kaulbarsz*

mgr inż. Anna Małka*

mgr Urszula Pączek*

mgr Tomasz Szarafin*

mgr Tomasz Woźniak*
upr. geol. VIII-0157

mgr Leszek Zaleszkiewicz*
upr. geol. VIII-0124

Współpraca:

dr Piotr Przedziecki*

mgr Marta Neuman*

Analizy laboratoryjne:

Władysława Rudeńska*

Włodzimierz Wolski**

Główny koordynator SOPO: Dariusz Grabowski**

Główny koordynator MOTZ: Dariusz Grabowski**

Koordynator regionalny: Jacek Rubinkiewicz**

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

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

SPIS TREŚCI

1. WSTĘP.....	3
1.1. Cel opracowania.....	3
1.2. Położenie obszaru badań	4
2. BUDOWA GEOLOGICZNA	5
3. CHARAKTERYSTYKA OSUWISK I TERENÓW ZAGROŻONYCH RUCHAMI MASOWYMI.....	10
3.1. Przegląd dotychczasowych badań.....	10
3.2. Wyniki prac w ramach Projektu SOPO.....	12
4. MONITORING	16
5. OCENA POTENCJALNEGO ROZWOJU RUCHÓW MASOWYCH.....	17
6. WNIOSKI.....	19
7. SPIS LITERATURY.....	23

SPIS RYSUNKÓW I TABEL

Fig. 1. Główne jednostki geomorfologiczne na terenie miasta Gdańsk.....	7
Fig. 2. Powierzchnia osuwisk w Gdańsku [ha].	13
Fig. 3. Występowanie osuwisk w Gdańsku na tle ekspozycji stoków.	13
Fig. 4. Udział % osuwisk o różnym stopniu aktywności w Gdańsku	15
Fig. 5. Położenie miasta Gdańsk na tle arkuszy mapy topograficznej w skali 1:10 000 w układzie 92	25
Tab.1. Zestawienie osuwisk na terenie miasta Gdańsk.....	27
Tab.2. Zestawienie terenów zagrożonych ruchami masowymi na terenie miasta Gdańsk.....	31

1. WSTĘP

Niniejsze opracowanie zostało wykonane w ramach umowy z dnia 14.01.2011r. zawartej pomiędzy Gminą Miasta Gdańsk z siedzibą w Gdańsku przy ul. Nowe Ogrody 8/12, a Państwowym Instytutem Geologicznym – Państwowym Instytutem Badawczym, Oddziałem Geologii Morza z siedzibą w Gdańsku przy ul. Kościerskiej 5.

Wykonano rejestr osuwisk i terenów zagrożonych ruchami masowymi ziemi dla wskazanej części miasta Gdańska (powiatu Miasto Gdańsk), na który składają się: Mapa osuwisk i terenów zagrożonych ruchami masowymi ziemi (w skrócie MOTZ) w skali 1:10 000 na podkładach topograficznych w układzie „1992” wraz z objaśnieniami, MOTZ w skali 1:1000 na podkładzie geodezyjnym w układzie lokalnym „Gdańsk 70” (w wersji elektronicznej) oraz wypełnione karty rejestracyjne osuwisk (KRO) i terenów zagrożonych ruchami masowymi ziemi (KRTZ). Dane wprowadzone zostały do bazy danych Systemu Osłony Przeciwsuwiskowej SOPO, a dodatkowo dla zleceniodawcy zasób danych pozyskano w formacie .dbf dla MS Access 2007.

Pracę wykonano zgodnie z warunkami zamówienia, m.in. z instrukcją opracowania MOTZ (Grabowski i in., 2008) oraz programem do opracowania MOTZ (Pikies i in., 2009), zaakceptowanym przez Zespół Koordynacyjny w Państwowym Instytucie Geologicznym. Prace terenowe przeprowadzono na obszarze około 125 km², wytypowanym podczas prac projektowych (Pikies i in., 2009) i uzgodnionym w umowie. W ramach kartowania geologicznego wykonano m.in. 80 sond ręcznych (sondą Eijkelkamp) oraz pobrano próby do badań laboratoryjnych. Wyniki sondowań i badań laboratoryjnych zostały uwzględnione w kartach osuwisk i terenów zagrożonych. Miejsca wykonania sond oraz lokalizacje osuwisk i terenów zagrożonych ruchami masowymi zostały namierzone aparaturą GPS.

1.1. Cel opracowania

Głównym celem opracowania było rozpoznanie i udokumentowanie osuwisk oraz terenów zagrożonych ruchami masowymi ziemi na obszarze miasta Gdańsk (powiatu Miasto Gdańsk), 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 pozwoli lokalnym władzom w sposób bardziej świadomy podejmować skuteczne decyzje związane z zagrożeniami osuwiskowymi oraz przeciwdziałać ich negatywnym skutkom. Dostarczy także administracji lokalnej danych, niezbędnych do skutecznego zarządzania ryzykiem oraz sporządzenia planu zagospodarowania przestrzennego poprzez rezygnację z zabudowy lub jej znaczne ograniczenie w obszarze czynnych osuwisk.

1.2. Położenie obszaru badań

Miasto Gdańsk jest stolicą województwa pomorskiego, razem z miastami: Sopot i Gdynia tworzy tzw. Aglomerację Trójmiejską (Trójmiasto). Położone jest w zachodniej części Zatoki Gdańskiej, przy ujściu Martwej Wisły i Wisły Śmiałej do Morza Bałtyckiego. Powierzchnia Gdańska wynosi około 262 km², a liczba ludności to 456 967 mieszkańców (źródło: *Wojewódzki Urząd Statystyczny w Gdańsku*, wg stanu na 31.12.2010). Teren miasta podzielony jest na 34 dzielnice (wg stanu na 12.01.2011).

Warunki przyrodnicze miasta są bardzo zróżnicowane. Położone jest ono w granicach czterech jednostek fizyczno – geograficznych wg podziału J. Kondrackiego (2002). Wschodnia część miasta (m.in. zdecydowana część dzielnicy Orunia – Św. Wojciech – Lipce oraz Śródmieście, Rudniki, Olszynka) znajduje się w obrębie *Żuław Wiślanych* (313.54), które są nisko położoną równiną akumulacyjną delty Wisły. Północna i północno-wschodnia część miasta (dzielnice: Nowy Port, Letnica, Stogi z Przeróbką, Krakowiec – Górki Zachodnie i Wyspa Sobieszewska) należą do *Mierzei Wiślanej* (313.53). Jest to końcowa część długiej mierzei, nadbudowanej wydhami różnej generacji. W części zachodniej mierzeja łączy się z deltą Wisły. Stosunkowo mniejsza część Gdańska w rejonie północno-zachodnim położona jest w obrębie *Pobrzeża Kaszubskiego* (315.51), w granicach tzw. Tarasu Sopocko – Wrzeszczańskiego, obejmującego m.in. dzielnice: Żabianka – Wejhera –

Jelitkowo – Tysiąclecia, Przymorze, Zaspa oraz niżej położone (wschodnie) części dzielnic: Oliwa i Wrzeszcz.

Natomiast cała zachodnia część Gdańska jest położona w granicach najbardziej zróżnicowanej morfogenetycznie jednostki – w peryferyjnej części *Pojezierza Kaszubskiego* (315.51). To właśnie ten obszar został poddany badaniom w ramach niniejszego opracowania. Pojezierze Kaszubskie to zróżnicowana morfologicznie wysoczyzna polodowcowa, opadającą w kierunku Żuław stromym stokiem, którego wysokość miejscami dochodzi do 100 m. U schyłku plejstocenu i w starszym holocenie strefa krawędziowa wysoczyzny uległa silnemu erozyjnemu rozcięciu, czego wynikiem było powstanie szeregu dolin rzecznych, o przebiegu zbliżonym do równoleżnikowego. Dolinki te występują m.in. w zachodnich częściach dzielnic: Oliwa i VII Dwór (Dolina Radości, którą płynie Potok Oliwski, Dolina Ewy, Źródlana Dolina, Dolina Samborowo) w dzielnicach: Brętowo, Wrzeszcz Górny, Suchanino, Siedlce, Śródmieście (dolina ul. Słowackiego i ul. Potokowej – dolina rzeczki Strzyży, Jaśkowa Dolina, dolina ul. Jana Sobieskiego i ul. Franciszka Schuberta – dolina Potoku Królewskiego, dolina ul. Kartuskiej) oraz w dzielnicach Ujeścisko – Łostowice, Chełm, Orunia – Św. Wojciech – Lipce (doliny rozcinające wysoczyznę lodowcową od strony wschodniej). Wszystkie wymienione doliny posiadają szereg dolin bocznych (drugorzędnych), tworzących złożony system dolinny w ich górnych, przykrawędziowych częściach.

Obok opisanej sieci rozcięć erozyjnych, na wysoczyźnie polodowcowej występują również głębokie doliny o założeniach rynnowych. Jedna taka dolina występuje w dzielnicy Osowa. W osi doliny położone jest Jezioro Wysockie, którego wschodni brzeg leży w administracyjnych granicach Gdańska.

Generalnie deniwelacje terenu w obrębie miasta Gdańska dochodzą do około 180 m n.p.m. Deniwelacje w obrębie jednego stoku (lokalne) są znacznie mniejsze, ale i one w kilku miejscach przekraczają 50 m. Deniwelacje lokalne rzędu 30 – 40 m występują powszechnie. Wiąże się to z występowaniem stoków o dużym nachyleniu, maksymalnie powyżej 30 stopni (Grabowski /red./ i in., 2007).

2. BUDOWA GEOLOGICZNA

Gdańsk położony jest w obrębie syneklizy perybałtyckiej (Znosko, 1998). Najstarszymi osadami, jakie udało się nawiercić w rejonie Trójmiasta są występujące na głębokości około 160 m utwory permu facji cechsztyńskiej, reprezentowane przez anhydryt

drobnokrystaliczny (Płochniewski, 1973). Wyżej zalegają osady mezozoiku (triasu, jury i kredy) oraz kenozoiku. Pełniejszy, syntetyczny obraz głębszej budowy geologicznej został przedstawiony w wielu wcześniejszych opracowaniach (m.in. Frankowski i Zachowicz, 2007). Mając na uwadze występowania ruchów masowych najistotniejsze są dane dotyczące osadów przypowierzchniowych, dlatego w dalszej części szerzej zostaną omówione osady czwartorzędu oraz osady jego bezpośredniego podłoża.

Budowa geologiczna miasta Gdańsk została przedstawiona na pięciu arkuszach Szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1: 50 000 (SmgP): Gdańsk (Mojski, 1979), Pruszcz Gdański (Mojski, 1981), Sobieszewo i Drewnica (Mojski, 1987), Dzierżarżno (Petelski i Staszek, 2001) oraz Żukowo (Pikies, 2001). Dla arkusza SmgP Gdańsk i Pruszcz Gdański nie wykonywano wierceń kartograficznych, tak więc przedstawione w nich rozpozniomowanie litostratygraficzne osadów czwartorzędowych należy uznać za hipotetyczne. Obecnie trwają uzupełniające prace geologiczne mające na celu uszczegółowienie budowy geologicznej w oparciu o najnowsze dane.

W granicach miasta wyróżnić można cztery główne jednostki geomorfologiczne o charakterystycznej budowie geologicznej, odpowiadające opisanym w poprzednim rozdziale regionom fizycznogeograficznym (Fig. 1). Dla celów opracowania najważniejszy jest obszar wysoczyzny Pojezierza Kaszubskiego z uwzględnieniem jej strefy krawędziowej.

Na terenie Gdańska w bezpośrednim podłożu osadów czwartorzędowych występują osady oligocenu i miocenu o łącznej miąższości do kilkudziesięciu metrów. Dobrze zachowane są morskie osady oligoceńskie, reprezentowane przez dwa poziomy piasków kwarcowo-glaukonitowych, w górnym poziomie czasami ze żwirem, przewarstwionych iłami i mułkami piaszczystymi z łyszczykami i glaukonitem oraz konkrecjami fosforytowymi. Osady miocene to jeziorne osady słodkowodne – ily, mułki, piaski kwarcowe, węgiel brunatny, miejscami żwiry. Osady te są powszechne w obszarze Trójmiasta. Brak ich jedynie w części wschodniej miasta Gdańska, w obszarze Żuław, gdzie zostały zniszczone przez wczesnoplejstocenne procesy erozji i egzaracji. W rejonie Trójmiasta charakterystyczne są silne deniwelacje stropu osadów przedplejstocennych, który szczególnie w południowej części Gdańska zdecydowanie obniża się ku południowi, natomiast od Jasienia ku północy wykazuje stałą tendencję wznoszącą. Szczególnie w rejonie Renuszewa osady przedplejstocenne występują blisko powierzchni terenu.

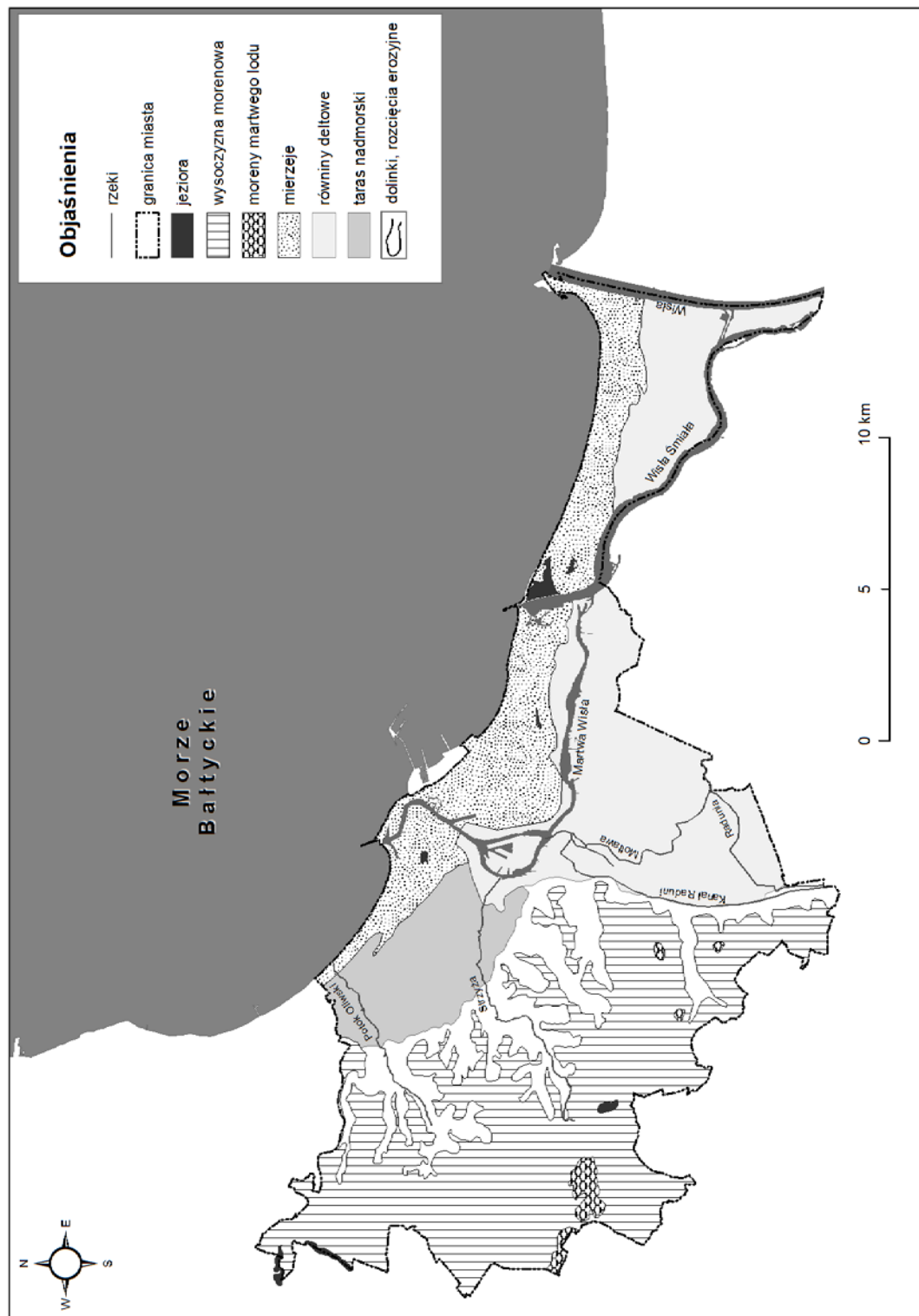


Fig. 1. Główne jednostki geomorfologiczne na terenie miasta Gdańsk

Utwory czwartorzędowe pokrywają cały obszar Trójmiasta. Cechuje je zróżnicowanie litologiczne i genetyczne. Pokrywa tych osadów ma różną miąższość. W obszarze wysoczyznowym przekracza ona 100 m., a pomiędzy Kokoszkami i Owczarnią dochodzi nawet do 130 m (Pikies, 1997). Na pozostałym obszarze takie miąższości występują tylko w miejscach bardzo głębokiego zalegania powierzchni podczwartorzędowej to jest w obszarze Żuław i w okolicy Westerplatte.

W obszarze wysoczyzny polodowcowej bezpośrednio na osadach podłoża zalegają plejstoceny osady morenowe i wodnolodowcowe. Są to piaski i żwiry wodnolodowcowe oraz gliny zwałowe, bardzo często zaburzone glacitektonicznie. Lokalnie występują osady zastoiskowe. Wychodnie takich osadów znane są m.in. z okolic Matarni, Gdańska-Bysewa, Rębiechowa i Osowej, gdzie ich miąższość dochodzi do 10 m.

Ogólną cechą profilu osadów plejstocenu budujących wysoczyznę polodowcową jest jego rozbudowa w kierunku południowym. Wzrasta ilość poziomów morenowych, natomiast miąższość serii wodnolodowcowych - międzymorenowych wyraźnie maleje. W części północnej profil plejstocenu jest wyraźnie zubożony, dużą miąższość i rozprzestrzenienie uzyskują piaski wodnolodowcowe, które tylko lokalnie przykrywają gliny stadiału górnego zlodowacenia Wisły.

Stropowa część wysoczyzny Pojezierza Kaszubskiego jest zbudowana z tzw. górnego, najmłodszego poziomu glin zwałowych. W części południowej Gdańska gliny tego poziomu odsłaniają się również na stokach wysoczyzny (rejon Oruni i Chelma). W części środkowej i północnej miasta (Wrzeszcz i Oliwa) coraz większy udział w budowie strefy krawędziowej i stoku wysoczyzny mają piaski starszego poziomu wodnolodowcowego, podścielającego górne gliny zwałowe. W tych rejonach, gliny zwałowe występują często w małych, izolowanych płatach, w częściach szczytowych pagórków. Miąższość najmłodszego poziomu glin dochodzi do 10 m (Mojski, 1979), na ogół jest ona mniejsza i średnio wynosi około 3,5m. W obrębie tego górnego poziomu morenowego widoczne są liczne porwaki osadów trzeciorzędowych, np. na południe od Suchanina i Piecków-Migowa. Są to na ogół białe piaski i żwiry kwarcowe oraz ily i mułki brunatne, nieco węgliste. Utwory te wymieszane są z grubym żwirem, brukiem i z głazami skandynawskimi. Porwaki te mają kształt płaskich soczewek o długości do 35 m. W innych miejscach materiał podłoża stanowi tylko domieszkę w obrębie poziomu morenowego. Gliny tego poziomu morenowego zostały zaliczone do stadiału górnego zlodowacenia Wisły (por. Pikies i in., 2009).

Dla występowania ruchów masowych ziemi w rejonie Gdańska istotną jest geneza krawędzi wysoczyzny morenowej górującej nad miastem. Krawędź ta powstawała podczas

glacjacji i deglacjacji kilku lądolodów, prawdopodobnie już w zlodowaceniach środkowopolskich. Dominującym procesem była niewątpliwie erozja wodna i lodowcowa, ale także akumulacja i glacitektoniczne spiętrzanie osadów. Największe doliny przecinające krawędź wysoczyzny były początkowo rynnami subglacialnymi, później silnie przemodelowanymi erozyjnie. Efektem takiej genezy jest bardzo skomplikowana budowa geologiczna, a w tym obecność glacitektoniki sprzyjającej powstawaniu osuwisk. Ma to miejsce szczególnie w południowej części kartowanego obszaru, gdzie w krawędzi występują osady zastoiskowe o dużej miąższości, prawdopodobnie glacitektonicznie spiętrzone (Mojski, 1979).

Strefa krawędziowa wysoczyzny Pojezierza Kaszubskiego jest strefą drenażu pierwszego poziomu wód gruntowych. Dodatkowo na znacznym obszarze wysoczyzny poziom ten charakteryzują zróżnicowane warunki występowania i właściwości warstw wodonośnych (Szelewicka i in, 2006; Kordalski, 2006). Cechy te dodatkowo predysponują dany obszar do występowania ruchów masowych.

Osady holocenne na obszarze miasta Gdańsk występują w różnych facjach. W części północnej są to osady morskie, deltowo-morskie, rzeczne, jeziorne, eoliczne i deluwialne. Piaski i żwiry rzeczne, humusowe pokrywają dna większych dolin rozcinających wysoczyznę. Obszar równiny deltowej Wisły budują piaski rzeczne facji korytowej i powodziowej oraz mułki, miejscami łyły, mady łyły torfiaste i torfy. W strefie brzegu występują piaski morskie i eoliczne budujące mierzeję od Sopotu do wschodnich granic Gdańska.

3. CHARAKTERYSTYKA OSUWISK I TERENÓW ZAGROŻONYCH RUCHAMI MASOWYMI

3.1. Przegląd dotychczasowych badań

Prace geologiczne o różnym charakterze były prowadzone na terenie Gdańska już od początku XX wieku. Początkowo były to prace kartograficzne związane z mapami geologiczno-glebowymi, 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 (Mojski, 1979, 1981, 1987), Mapy hydrogeologicznej Polski (Uścińowicz, 1998) oraz Mapy geośrodowiskowej Polski (Gawlikowska i in., 2007a, b).

Z badań dotyczących bezpośrednio problematyki ruchów masowych 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 skrótovej 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 gdańskiego wyznaczonych zostało pięć osuwisk. Sporządzenie katalogu miało w zamiarze stanowić bazę wyjściową dla dalszych obserwacji, aktualizowanych w miarę napływu nowych informacji, gdyż większość wyznaczonych rejonów osuwiskowych wykazywała tendencje rozwojowe. Autorzy zwracali uwagę także na szacunkowy charakter niektórych danych, takich jak zasięg głębokościowy osuwiska i kubatura koluwiów (Kühn, Miłoszewska, 1971).

W lipcu 2001 roku, po ulewnych opadach deszczu, na zlecenie władz miasta przeprowadzona została ocena stopnia zagrożenia skarp na terenie Gdańska (Bolt, 2011), następstwem czego było m.in. przeprowadzenie prac umacniających w wybranych obszarach.

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 Gdańska 13 osuwisk, z czego większość opisano jako „mało aktywne”, tj. wykazujące zmiany w cyklu wieloletnim. Karty osuwisk umieszczono na portalu internetowym <http://www.geozagrozenia.agh.edu.pl>.

W 2007 r. opracowany został Atlas geologiczno – inżynierski aglomeracji Trójmiejskiej: Gdańsk – Sopot – Gdynia w skali 1:10 000 (Frankowski, 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. w oparciu o kryterium nachylenia terenu.

W ostatnim czasie powstała Mapa obszarów predysponowanych do występowania ruchów masowych ziemi w Gdańsku w skali 1:50 000 (Grabowski /red./ i in., 2007) wraz ze zwięzłym tekstem omawiającym warunki i skalę występowania osuwisk i innych ruchów masowych ziemi na terenie miasta Gdańska oraz propozycjami działań ochronnych. Obszary określone jako predysponowane do powstawania osuwisk to obszary usytuowane w

peryferyjnej części wysoczyzny Pojezierza Kaszubskiego oraz niewielki obszar znajdujący się w dzielnicy Osowa, tuż przy zachodniej granicy miasta, nad jeziorem Osowskim.

3.2. Wyniki prac w ramach Projektu SOPO

Terenowe prace kartograficzne przeprowadzono w granicach miasta Gdańska, na wcześniej wytypowanym obszarze o powierzchni około 125 km², położonym na wysoczyźnie polodowcowej. Badany obszar obejmował zarówno tereny zamieszkałe jak i kompleksy leśne Trójmiejskiego Parku Krajobrazowego i Otomińskiego Obszaru Chronionego Krajobrazu. W strefie krawędziowej wysoczyzny wysokość względna stoków przekracza miejscami 50 m, a deniwelacje lokalne rzędu 30 – 40 m występują powszechnie. Stoki wysoczyzny mają nachylenie od kilku do ponad 30°.

Na terenie miasta Gdańsk zlokalizowano **96** osuwisk i **169** terenów zagrożonych ruchami masowymi. Biorąc pod uwagę powierzchnię badanego obszaru daje to wskaźnik około 0,7 osuwiska i 1,3 terenu zagrożonego ruchami masowymi na 1 km².

Najwięcej, bo niemal 1/3 wszystkich osuwisk, występuje w strefie krawędziowej wysoczyzny polodowcowej w południowej części Gdańska, w dzielnicach: Orunia – Św. Wojciech – Lipce i Chełm. Podobna ilościowo grupa osuwisk występuje na obszarze kompleksu leśnego Lasów Oliwskich na terenach dzielnic: Oliwa, VII Dwór, Brętowo, Jasień, Osowa. Poza tym stwierdzono obecność skupisk osuwisk i pojedynczych form w dzielnicach: Siedlce (w rejonie Emaus, na N stokach Wzgórza Mickiewicza; na SW od skrzyżowania ulic Kartuskiej i Łostowickiej; w rejonie ul. Goszczyńskiego i Zakopiańskiej oraz ul. Malczewskiego i Bystrzyckiej), Śródmieście (rejon Biskupiej Górki od strony wschodniej), Wrzeszcz Górny (rejon stoków między ul. Ogrodową i ul. Srebrniki; rejon ul. Na Wzgórzu), Piecki – Migowo (rejon ul. Kruczkowskiego; rejon ul. Jaśkowa Dolina), Ujeścisko-Łostowice (m.in. rejon Zaborni; rejon Kowali), Chełm (m.in. rejon ul. Zakonicyńskiej; rejon ul. Brygady Szczerbca), Jasień (rejon Szadółek na E od ul. Jabłoniowej), Kokoszki (między osiedlem Kalina i linią kolejową) oraz Osowa (nad J. Wysockim). Są to obszary należące do zlewni Kanału Raduni, Potoku Strzyża, Potoków: Oliwskiego, Prochowego i Rymarzewskiego, Potoku Siedlickiego oraz do zlewni Jeziora Wysockiego. Listę osuwisk wraz z numerami ID bazy SOPO, numerami roboczymi oraz lokalizacją przedstawiono w tabeli nr 1.

Długości i szerokości osuwisk są bardzo zróżnicowane, od kilku do ponad 300 metrów. Powierzchniowo są to osuwiska niewielkie, nie przekraczające 2 ha, najczęściej

mieszczące się w przedziale 0,05 – 0,5 ha (około 70% wyznaczonych osuwisk; por. Fig.2). Osuwiska o powierzchni mniejszej niż 0,05 ha zaznaczano na MOTZ wówczas, gdy miały lub realnie mogły mieć negatywny wpływ na infrastrukturę.

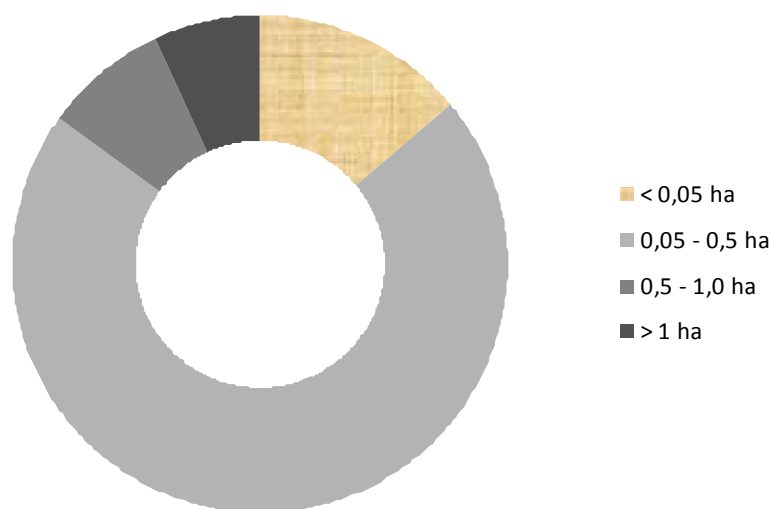


Fig. 2. Powierzchnia osuwisk w Gdańsku [ha]

Osuwiska występują najczęściej na stokach o ekspozycji północnej, w mniejszym stopniu wschodniej i południowej (fig. 3). Średnie nachylenie tych stoków mieści się z reguły w przedziale 6 – 20°.

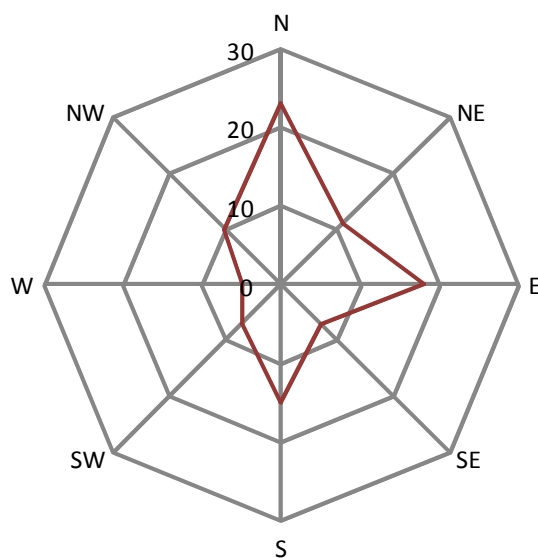


Fig. 3. Występowanie osuwisk w Gdańsku na tle ekspozycji stoków

Większość osuwisk znajduje się na terenach niezabudowanych, porośniętych lasami, zaroślami lub na nieużytkach. Jednocześnie około 1/3 wyznaczonych osuwisk stwarza zagrożenie dla zabudowy i infrastruktury komunikacyjnej lub przesyłowej. Szczegółową

charakterystykę osuwisk i terenów zagrożonych przedstawiono w kartach rejestracyjnych, które znajdują się w bazie danych SOPO.

Budowa geologiczna jest ważnym, ale nie decydującym czynnikiem warunkującym występowanie osuwisk na obszarze miasta. 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 płaszczyzny 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. Obecnie najbardziej groźną wydaje się być niewłaściwa gospodarka wodami opadowymi.

Osuwiska występujące w Gdańsku 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. osuwiska o nr ID 28047 i 28049 w dzielnicy Chełm). 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, w kilkunastu przypadkach opisano ruch złożony – zmienny, spłyzywanie lub spływanie. Szacowane średnie miąższości koluwium wynoszą od 1 do 30 m, najczęściej jednak mieszczą się w przedziale 3 – 10 m (największe miąższości koluwium stwierdzono w pojedynczych osuwiskach na terenach leśnych w rejonie ul. Polanki – Dwór II – Oliwa, w rejonie Niedźwiednika – Brętowo oraz Źródlanej Doliny – VII Dwór). Osuwiska płytkie, których miąższość koluwium nie przekracza 5 m stanowią około 30% wszystkich osuwisk.

Osuwiska aktywne lub częściowo aktywne stanowią aż 70% wszystkich osuwisk wyznaczonych na terenie Gdańska (Fig. 4). Najliczniejszą grupę (50% wszystkich osuwisk) stanowią osuwiska, w obrębie których objawy aktywności występowały w nieregularnych odstępach czasu w ciągu ostatnich 50 lat (O, O/A). Osuwiska będące w ciągłym ruchu oraz te których objawy aktywności występowały w trakcie prowadzenia

rejestracji albo w ciągu co najmniej ostatnich 5 lat (A) stanowią zaledwie 5% wszystkich osuwisk. Osuwiska nieaktywne, w obrębie których nie obserwowano i nie udokumentowano objawów aktywności w ciągu co najmniej ostatnich 50 lat (N) stanowią około 30 % wszystkich osuwisk. Osuwiska mieszane, na których występują zarówno strefy nieaktywne jak i aktywne (A/N, A/O/N), O/N) stanowią 16 % wszystkich osuwisk w granicach Gdańska.

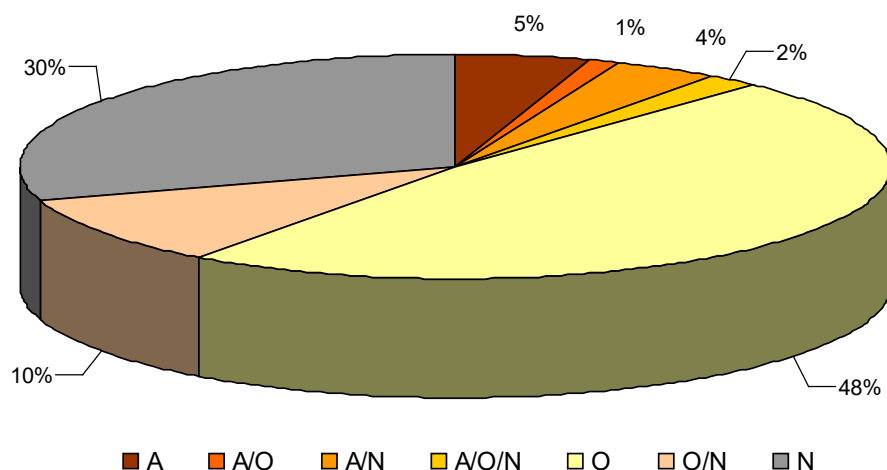


Fig. 4. Udział % osuwisk o różnym stopniu aktywności w Gdańsku

Główne przyczyny powstania osuwisk na terenie miasta Gdańska to przyczyny naturalne, najczęściej związane z infiltracją wód opadowych i roztopowych lub erozyjnym podcięciem zbocza. Budowa geologiczna jest elementem, który predysponuje pewne rejony do występowania ruchów masowych, ale na badanym obszarze nie jest to czynnik decydujący. W około 20 przypadkach stwierdzono iż bezpośrednią przyczyną powstania lub jedną z przyczyn rozwoju osuwiska była działalność człowieka, najczęściej podcięcie i/lub zestromienie skarpy, a także obciążenie budynkiem czy nieodpowiednia gospodarka wodno-ściekowa.

Wystąpienie ruchów masowych i ich aktywizacja jest w dużej mierze korelowana z warunkami meteorologiczno-hydrologicznymi, związanymi z gwałtownymi, często katastrofalnymi opadami deszczu. W Gdańsku takie opady wystąpiły między innymi w 2001 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, i zestromienie stoku, ale też obciążenie zabudową, przekształcenie stoku przez gospodarkę ogródkową, naruszenie stabilności poprzez wybieranie kopaliny, czy zmienione antropogenicznie, nieodpowiednio zrekultywowane stare wyrobiska.

Występowanie terenów zagrożonych ruchami masowymi w wielu miejscach jest powiązane z rejonami występowania osuwisk. Do miejsc takich należy m.in. stok wysoczyzny w południowej części Gdańska w dzielnicy Orunia – Św. Wojciech – Lipce. Poza tym liczne tereny zagrożone zostały wyznaczone w Lasach Oliwskich oraz w dzielnicach: Wrzeszcz Górny i Siedlce, Brętowo (w rejonie Niedźwiednika), Ujeścisko-Łostowice (szczególnie w południowej części), Śródmieście (w rejonie Biskupiej Górki), Aniolki.

4. MONITORING

Rozpoznane i udokumentowane osuwiska oraz tereny zagrożone ruchami masowymi są obszarami, w których istnieje duże prawdopodobieństwo występowania dalszych procesów stokowych. Osuwiska aktywne lub częściowo aktywne stanowią 70% wszystkich osuwisk wyznaczonych na terenie miasta. Ponadto na obszarze badań wytypowano 169 terenów zagrożonych ruchami masowymi, na których przy sprzyjających czynnikach może dojść do powstania nowych osuwisk. Wpływ procesów stokowych może być negatywny na budynki i infrastrukturę znajdującą się w pobliżu osuwisk. W Gdańsku zostały zlokalizowane 34 osuwiska, które zagrażają budynkom albo infrastrukturze komunikacyjnej lub przesyłowej. Obszary te możemy zaliczyć do grupy wysokiego ryzyka. Dalszy rozwój osuwisk w tych miejscach może spowodować zniszczenia albo uszkodzenia obiektów znajdujących się w ich obrębie lub w bezpośrednim sąsiedztwie. W związku z taką sytuacją istnieje konieczność prowadzenia systematycznego monitoringu osuwisk. Generalnie nie przewiduje się takiego monitoringu dla terenów zagrożonych. Wyjątkiem są tereny w sąsiedztwie zabudowań, gdzie

stwierdzono występowanie osuwisk aktywnych lub okresowo aktywnych, zagrażających zabudowaniom lub infrastrukturze komunikacyjnej i/lub przesyłowej. Informacja taka znajduje się w kartach terenów zagrożonych w bazie SOPO. Przykładem jest teren o nr ID 3743 w rejonie Oruni i Chełma.

Monitoring można podzielić na ogólny – obserwacyjny i szczegółowy – instrumentalny. Na podstawie dotychczasowych prac na terenie miasta Gdańsk nie wytypowano osuwisk do szczegółowego monitoringu, polegającego na kompleksowych pracach wiertniczo-geodezyjno-geofizycznych, zakończonych instalacją systemu pomiarowego na osuwisku.

Monitoring ogólny powinien polegać na obserwacji i kontroli osuwisk i terenów zagrożonych ruchami masowymi, szczególnie tych, które stwarzają zagrożenie dla zabudowy i infrastruktury komunikacyjnej. W Gdańsku do tych miejsc należą m.in.: wschodni stok wysoczyzny lodowcowej po zachodniej stronie ul. Trakt Św. Wojciecha w rejonie Oruni Górnej i Góry Św. Wojciecha, rejon Biskupiej Górki w dzielnicy Śródmieście, północne stoki Wzgórza Mickiewicza oraz stoki wzdłuż ulicy Kartuskiej od Zaborni do Śródmieścia.

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 lokalnej, po uzyskaniu informacji o powstaniu nowego bądź rozwoju istniejącego osuwiska. Zebrane informacje powinny być gromadzone i przedstawione na 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 Gdańsk wykazały, że występowanie ruchów masowych jest częstsze niż wykazywały wcześniejsze obserwacje. Możliwości porównywania i prognozowania rozwoju osuwisk oraz terenów zagrożonych ogranicza jednak nieznaczna ilość przeprowadzonych wcześniej badań oraz sporządzonych map osuwisk.

Ilościowa przewaga osuwisk aktywnych i okresowo aktywnych na terenie Gdańska może świadczyć o możliwości powstawania nowych osuwisk. Osuwiska są w większości małe i powstają w nieskonsolidowanych osadach, przez co bardzo szybko ulegają zatarciu w terenie i mogą być problemy z ich rozpoznaniem, zwłaszcza na terenach zagospodarowanych.

W wielu przypadkach głównymi czynnikami inicjującymi powstanie osuwisk były: infiltracja wód opadowych i roztopowych, erozyjne podcięcie zbocza w warunkach budowy geologicznej sprzyjającej powstawaniu osuwisk oraz nieprzemyślana działalność człowieka. Innym czynnikiem wywołującym osuwiska było m.in. nachylenie stoku.

Rozwój ruchów masowych w Gdańsku, szczególnie w przypadku wystąpienia obfitych opadów atmosferycznych, może narastać nie tylko na obszarze osuwisk, ale również na terenach zagrożonych. Szczególnie narażone są obszary, na których zaobserwowano rozwój procesów osuwiskowych, np. po ulewnych deszczach w 2001 r. Osuwiska nieaktywne stanowią ponad 30% wszystkich osuwisk w Gdańsku, ale nie powinny być całkowicie wyłączone z grupy ryzyka. Impulsem do dalszego rozwoju osuwisk może być również działalność człowieka w zakresie m.in. naruszenia stabilności zboczy poprzez podcinanie stoków, nieodpowiednią zabudowę stoków, zmianę warunków wodnych czy wycinanie lasów.

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

- wschodnie stoki wysoczyzny lodowcowej po zachodniej stronie ul. Trakt Św. Wojciecha, szczególnie w rejonie Oruni Górnej i Góry Św. Wojciecha
- rejon Biskupiej Górki w dzielnicy Śródmieście
- stoki wzdłuż ulicy Kartuskiej od Zaborni, przez północne stoki Wzgórza Mickiewicza do Śródmieścia
- rejon na wschód od ulicy Jabłoniowej w dzielnicy Jasień
- lasy oliwskie w rejonie Oliwy, VII Dworu, Brętowa (Niedźwiednik) i Doliny Strzyży (Jasień)
- stok na wschodnim brzegu J. Wysockiego (Osowa)

6. WNIOSKI

Na obszarze miasta Gdańsk w ramach prac geologiczno – kartograficznych prowadzonych w 2011 roku, zlokalizowano 96 osuwisk i 169 obszarów zagrożonych ruchami masowymi. Wszystkie osuwiska występują na Pojezierzu Kaszubskim w obrębie wysoczyzny polodowcowej, a zwłaszcza w jej strefie krawędziowej. Wskaźnik gęstości występowania osuwisk obliczony w odniesieniu do obszaru poddanego badaniom wynosi **0,7** osuwiska na 1km^2 , wskaźnik gęstości występowania terenów zagrożonych ruchami masowymi wynosi **1,3** terenu na 1 km^2 .

Osuwiska występują najczęściej na stokach o ekspozycji północnej, wschodniej i południowej. Większość osuwisk znajduje się na terenach niezabudowanych, porośniętych lasami, zaroślami lub na nieużytkach. Jednocześnie około 1/3 wyznaczonych osuwisk stwarza zagrożenie dla zabudowy i infrastruktury komunikacyjnej lub przesyłowej.

Powierzchnie wyznaczonych osuwisk nie przekraczają 2 ha, najczęściej mieszczą się w przedziale 0,05 – 0,5 ha.

Większość stoków jest ustabilizowana i dopiero naruszenie tej równowagi przez człowieka lub przez czynniki naturalne może uaktywnić osuwiska oraz inne procesy stokowe.

Osuwiska w całości lub w części okresowo aktywne i aktywne stanowią 70% wszystkich osuwisk wyznaczonych na terenie Gdańska. Osuwiska nieaktywne, w obrębie których nie obserwowano i nie udokumentowano objawów aktywności w ciągu co najmniej ostatnich 50 lat (N) stanowią około 30 % wszystkich osuwisk.

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. Strefa krawędziowa wysoczyzny jest ponadto strefą drenażu dla pierwszego poziomu wód gruntowych. Większość stoków jest ustabilizowana i dopiero naruszenie tej równowagi przez człowieka lub przez czynniki naturalne może uaktywnić osuwiska oraz inne procesy stokowe.

Główne przyczyny powstawania ruchów masowych w Gdańsku to przyczyny naturalne, najczęściej związane z infiltracją wód opadowych i roztopowych lub erozyjnym podcięciem zbocza w warunkach sprzyjającej budowy geologicznej. W około 20 przypadkach stwierdzono iż przyczyną powstania lub jedną z przyczyn rozwoju osuwiska była działalność

człowieka, najczęściej podcięcie i/lub zestromienie skarpy, a także obciążenie budynkiem czy nieodpowiednia gospodarka wodno-ściekowa.

Rozpoznane i udokumentowane osuwiska oraz tereny zagrożone ruchami masowymi są obszarami, w których istnieje prawdopodobieństwo występowania dalszych procesów stokowych. Rozwój ruchów masowych może nastąpić szczególnie w przypadku wystąpienia obfitych opadów atmosferycznych. Jak wskazują obserwacje, impulsem do dalszego rozwoju osuwisk może być również działalność człowieka w zakresie m.in. naruszenia stabilności zboczy poprzez podcinanie stoków, nieodpowiednią zabudowę stoków, zmianę warunków wodnych czy wycinanie lasów.

Systematyczny monitoring powinien być prowadzony w przypadku osuwisk stwarzających zagrożenie dla zabudowy i infrastruktury komunikacyjnej i przesyłowej. Generalnie nie przewiduje się takiego monitoringu dla terenów zagrożonych. Wyjątkiem są tereny w sąsiedztwie zabudowań, gdzie stwierdzono występowanie osuwisk aktywnych lub okresowo aktywnych, zagrażających zabudowaniom lub infrastrukturze komunikacyjnej i/lub przesyłowej.

Na obszarze miasta Gdańsk obszarami szczególnie narażonymi na dalszy rozwój ruchów masowych są:

- wschodnie stoki wysoczyzny lodowcowej po zachodniej stronie ul. Trakt Św. Wojciecha, szczególnie w rejonie Oruni Górnej i Góry Św. Wojciecha
- rejon Biskupiej Górki w dzielnicy Śródmieście
- stoki wzdłuż ulicy Kartuskiej od Zaborni, przez północne stoki Wzgórza Mickiewicza do Śródmieścia
- rejon na wschód od ulicy Jabłoniowej w dzielnicy Jasień
- lasy oliwskie w rejonie Oliwy, VII Dworu, Brętowa (Niedźwiednik) i Doliny Strzyży (Jasień)
- stok na wschodnim brzegu J. Wysockiego (Osowa)

Zalecenia dla administracji publicznej dotyczące planowania przestrzennego. Mapa osuwisk i terenów zagrożonych ruchami masowymi, wraz z bazą danych systemu SOPO, powinna być narzędziem pozwalającym władzom lokalnym w sposób bardziej świadomy podejmować skuteczne decyzje związane z zagrożeniami osuwiskowymi oraz przeciwdziałać ich negatywnym skutkom. Wyznaczone obszary powinny być uwzględnione w miejscowym planie zagospodarowania przestrzennego. Zaleca się by tereny osuwisk aktywnych i okresowo aktywnych wraz ze strefą buforową zostały wyłączone z dalszej zabudowy w planach zagospodarowania przestrzennego, a działalność człowieka uległa znacznym ograniczeniom. W przypadku planowania zabezpieczenia osuwisk oraz w uzasadnionych przypadkach przed przystąpieniem do zabudowy zaleca się wykonanie badań geologiczno – inżynierskich. Nie wyklucza się możliwości zabudowy na terenach zagrożonych powstawaniem ruchów masowych, zaleca się jednak wówczas wykonanie badań geologiczno – inżynierskie oraz ogólną ocenę ryzyka.

Na obszarach wszystkich osuwisk oraz terenów zagrożonych, w obrębie których stwierdzono obecność osuwisk, występują skomplikowane warunki gruntowe (zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 24.09.1998 r. w sprawie ustalenia geotechnicznych warunków posadowienia 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, czy nie następuje aktywizacja 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.

Pomimo tak dużej liczby osuwisk i terenów zagrożonych ruchami masowymi ziemi, w większości przypadków nie stwarzają one inżynierskich problemów nie do pokonania. Osuwiska są na ogół niewielkie i płytkie, zatem możliwa jest ich stabilizacja połączona niestety z naprawą szkód. Części z nich można uniknąć zagospodarowując tereny miejskie w sposób przewidujący możliwość wystąpienia ruchów masowych ziemi.

7. SPIS LITERATURY

- Bolt A., 2001 – Ocena stopnia zagrożenia skarp na terenie Gdańska 11-18 lipca 2001. Politechnika Gdańska, Katedra Geotechniki
- 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.
- Gawlikowska M., Seifert K., Pasieczna A., Kwecko P., Król J., 2007 – Mapa geośrodowiskowa Polski w skali 1:50 000, arkusz Gdańsk 27. Centr. Arch. Geol. PIG – PIB. Warszawa.
- Gawlikowska M., Seifert K., Bojakowska I., Pasieczna A., Kwecko P., Król J., 2007 - Mapa geośrodowiskowa Polski w skali 1:50 000, arkusz Pruszcz Gdański 55. Centr. Arch. Geol. PIG – PIB. Warszawa.
- 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., Marciniec 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.
- Kondracki J., 1998 – Geografia regionalna Polski. Państwowe Wydawnictwa Naukowe, Warszawa.
- Kordalski Z., 2006 – Baza danych GIS Mapy Hydrogeologicznej Polski, pierwszy poziom wodonośny. Występowanie i hydrodynamika. Objąsnienia i Mapa. Ark. Pruszcz Gdański (0055). Ministerstwo Środowiska – Państwowy Instytut Geologiczny, Gdańsk – 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>)
- Mojski J.E., 1979 – Szczegółowa mapa geologiczna Polski w skali 1:50 000, ark. Gdańsk(27) wraz z objaśnieniami. Centr. Arch. Geol. PIG – PIB. Warszawa.
- Mojski J.E., 1981 – Szczegółowa mapa geologiczna Polski w skali 1:50 000, ark. Pruszcz Gdański (55). Centr. Arch. Geol. PIG – PIB. Warszawa.

- Mojski J.E., 1987 – Szczegółowa mapa geologiczna Polski w skali 1:50 000, ark. Sobieszewo (28) i Drewnica (56). Centr. Arch. Geol. PIB – PIB. Warszawa.
- Petelski K., Staszek W., 2001 – Szczegółowa mapa geologiczna Polski w skali 1:50 000, ark. Dzierżarżno (54). Centr. Arch. Geol. PIB – PIB. Warszawa.
- Pikies R., 2001 – Szczegółowa mapa geologiczna Polski w skali 1:50 000, ark. Żukowo (26). Centr. Arch. Geol. PIB – PIB. Warszawa.
- Kondracki J., 2002 – Geografia regionalna Polski. Wyd. Nauk. PWN. Warszawa.
- Poprawa D., Rączkowski W., 2000 – Propozycja rejestracji zjawisk i założenia monitoringu osuwiskowego w gminach, powiatach, rejonach. W: Prognozowanie p przeciwdziałanie skutkom ruchów osuwiskowych. PIB. Warszawa.
- Szelewicka A., Lidzbarski M., - Baza danych GIS Mapy Hydrogeologicznej Polski, pierwszy poziom wodonośny. Występowanie i hydrodynamika. Objasnienia i Mapa. Ark. Gdańsk (0027). Centr. Arch. Geol. PIB – PIB. Gdańsk – Warszawa.
- Wysokiński L., 2011 – Ocena stateczności skarp i zboczy. Instrukcja 424/2011. Instytut Techniki Budowlanej. Warszawa 2011.
- ROZPORZĄDZENIE Ministra Środowiska z dnia 20 czerwca 2007r. w sprawie informacji dotyczących ruchów masowych ziemi (Dz.U.2007.121.840)
- ROZPORZĄDZENIE Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 24 września 1998r. w sprawie ustalenia geotechnicznych warunków posadowienia obiektów budowlanych (Dz.U.1998.126.839)
- USTAWA z dnia 27 marca 2003r. o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym (Dz.U.2003.80.717)
- USTAWA z dnia 3 lutego 1995r. o ochronie gruntów rolnych i leśnych (tekst jednolity Dz.U.2004.121.1266)
- USTAWA z dnia 27 kwietnia 2001r. Prawo Ochrony Środowiska (Dz.U.2001.62.627 z późniejszymi zmianami)
- Znosko J. (red.), 1998 – Atlas tektoniczny Polski. Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.

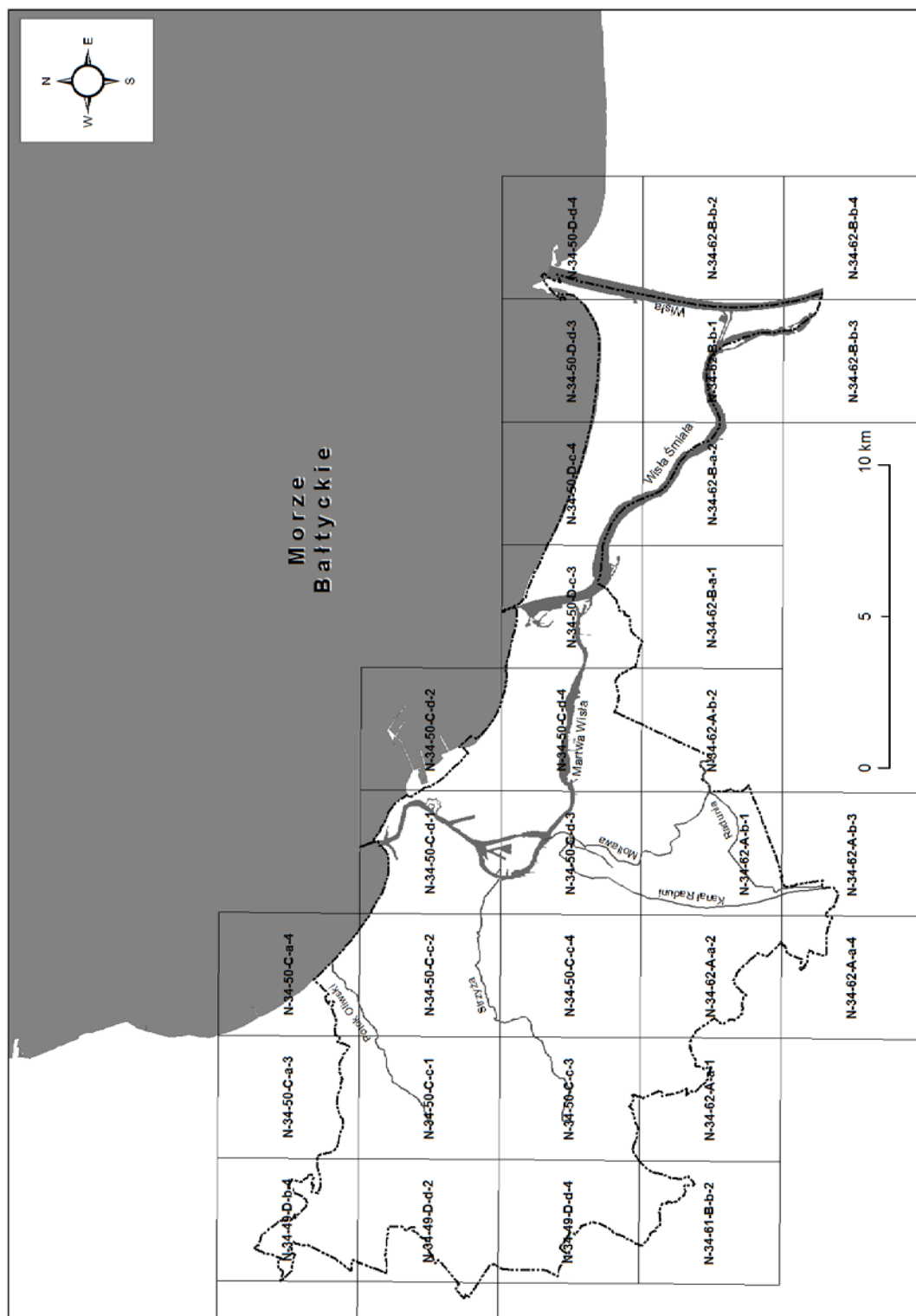


Fig. 2. Położenie miasta Gdańsk na tle arkuszy mapy topograficznej w skali 1:10 000 w układzie 92

Tab.1. Zestawienie osuwisk na terenie miasta Gdańsk

Numer ID osuwiska w bazie SOPO	Numer roboczy osuwiska na mapie autorskiej	Aktywność	Lokalizacja	Uwagi dotyczące monitoringu
28032	75	N	Chełm	
28033	76	O/N	Chełm	
28034	88	O	Orunia-św. Wojciech-Lipce; Św. Wojciech	monitoring ogólny
28035	92	O	Orunia-św. Wojciech-Lipce; Św. Wojciech	monitoring ogólny
28036	81	A/O/N	Chełm	
28037	64	O	Ujeścisko-Łostowice; Ujeścisko	
28038	83	O	Chełm	
28039	93	N	Orunia-św. Wojciech-Lipce; Św. Wojciech	
28040	94	O	Orunia-św. Wojciech-Lipce; Św. Wojciech	
28041	91	N	Orunia-św. Wojciech-Lipce; Św. Wojciech	monitoring ogólny
28042	90	O	Orunia-św. Wojciech-Lipce; Św. Wojciech	
28043	96	N	Orunia-św. Wojciech-Lipce; Św. Wojciech	monitoring ogólny
28044	95	O	Orunia-św. Wojciech-Lipce; Św. Wojciech	monitoring ogólny
28045	86	O	Orunia-św. Wojciech-Lipce; Św. Lipce	monitoring ogólny
28046	82	O	Orunia-św. Wojciech-Lipce; Lipce	
28047	77	O	Chełm; ul. Brygady Szczęrbca	
28048	78	O	Chełm; ul. Brygady Szczęrbca	
28049	79	O	Chełm; ul. Krzemowa	monitoring ogólny
28050	80	N	Orunia-Św. Wojciech-Lipce; Orunia	
28051	70	O	Orunia-Św. Wojciech-Lipce; Orunia	monitoring ogólny
28052	72	O	Orunia-Św. Wojciech-Lipce; Orunia	monitoring ogólny
28053	71	O	Orunia-Św. Wojciech-Lipce; Orunia	monitoring ogólny

Numer ID osuwiska w bazie SOPO	Numer roboczy osuwiska na mapie autorskiej	Aktywność	Lokalizacja	Uwagi dotyczące monitoringu
28054	69	O	Orunia-Św. Wojciech-Lipce; Orunia	monitoring ogólny
28055	68	O	Orunia-Św. Wojciech-Lipce; Orunia	monitoring ogólny
28056	67	N	Orunia-Św. Wojciech-Lipce; Orunia	monitoring ogólny
28126	7	O	Oliwa; Lasy Oliwskie	
28127	39	O	Wrzeszcz Górny	monitoring ogólny
28128	2	A	Osowa; J. Wysockie	
28129	3	A	Osowa; J. Wysockie	
28130	1	A	Osowa; J. Wysockie	
28131	84	O	Orunia-św. Wojciech-Lipce; Św. Wojciech	
28132	85	O	Orunia-św. Wojciech-Lipce; Św. Wojciech	
28133	87	A/O/N	Orunia-św. Wojciech-Lipce; Św. Wojciech	
28134	89	O	Orunia-św. Wojciech-Lipce; Św. Wojciech	
28135	40	O	Kokoszki	
28136	51	A/N	Siedlce; ul. Malczewskiego	monitoring ogólny
28137	5	A	Oliwa; Lasy Oliwskie	
28138	53	N	Śródmieście; Biskupia Górka	monitoring ogólny
28139	37	O	Piecki-Migowo, ul. Kruczkowskiego	monitoring ogólny
28140	38	O	Piecki-Migowo, ul. Jaśkowa Dolina	
28141	6	N	Oliwa; Lasy Oliwskie	
28142	4	O	Osowa; Lasy Oliwskie	
28143	36	O	Wrzeszcz Górny	
28144	8	O	Oliwa; Lasy Oliwskie	
28145	50	O	Siedlce; ul. Zakopiańska	monitoring ogólny
28146	54	O	Śródmieście; Biskupia Górka	monitoring ogólny
28147	58	O	Orunia-Św. Wojciech-Lipce; kolonia Anielinki	monitoring ogólny
28148	74	O	Ujeścisko-Łostowice; Kowale	
28149	62	A/O	Jasień; ul. Jabłoniowa	monitoring ogólny

Numer ID osuwiska w bazie SOPO	Numer roboczy osuwiska na mapie autorskiej	Aktywność	Lokalizacja	Uwagi dotyczące monitoringu
28150	60	N	Chełm; cmentarz żydowski	
28151	63	O	Ujeścisko-Łostowice	
28152	47	O/N	Siedlce; Emaus	monitoring ogólny
28153	48	O/N	Siedlce; Emaus	monitoring ogólny
28154	49	O	Siedlce; Emaus	monitoring ogólny
28155	65	N	Chełm; ul.Szpora	
28156	55	O	Śródmieście; Biskupia Górka	monitoring ogólny
28157	56	O	Śródmieście; Biskupia Górka	monitoring ogólny
28158	61	O/N	Śródmieście; Biskupia Górka	monitoring ogólny
28160	66	O/N	Chełm; ul.Madalińskiego	monitoring ogólny
28161	57	O	Chełm; ul. Miłskiego	
28162	59	N	Orunia-Św.Wojciech- Lipce; kolonia Anielinki	
28163	52	O	Śródmieście; ul. Na Stoku	monitoring ogólny
28164	73	O	Orunia-Św. Wojciech- Lipce;ul. Zamiejska	monitoring ogólny
28165	10	N	Oliwa; Lasy Oliwskie, ul. Świerkowa	
28166	11	A	Oliwa; Lasy Oliwskie	
28167	12	N	Oliwa; Lasy Oliwskie, ul. Polank, Dwór II	
28168	13	O/N	Oliwa; Lasy Oliwskie, Klesza Droga	monitoring ogólny
28169	14	N	Oliwa; Lasy Oliwskie	
28170	15	N	Oliwa; Lasy Oliwskie	
28171	16	O	Oliwa; Lasy Oliwskie	
28172	17	N	Oliwa; Lasy Oliwskie, Zajęcza Dolina	
28173	18	N	VII Dwór; Lasy Oliwskie, Źródlana Dolina	
28174	19	O	VII Dwór; Lasy Oliwskie	
28175	20	N	VII Dwór; Lasy Oliwskie, Dolina Węglisko	
28176	21	N	VII Dwór; Lasy Oliwskie, Dolina Węglisko	
28177	22	O/N	VII Dwór; Lasy Oliwskie, Osiedle Młodych	

Numer ID osuwiska w bazie SOPO	Numer roboczy osuwiska na mapie autorskiej	Aktywność	Lokalizacja	Uwagi dotyczące monitoringu
28178	23	O	VII Dwór; Lasy Oliwskie, Dolina Węglisko	
28179	24	O/N	VII Dwór; Lasy Oliwskie	
28180	25	N	VII Dwór; Lasy Oliwskie, Osiedle Młodych	
28181	26	N	Brętowo; Niedźwiednik	
28182	27	N	Brętowo; Niedźwiednik	
28183	28	N	Brętowo; Niedźwiednik	
28184	29	N	Brętowo; Niedźwiednik	
28186	30	N	Brętowo; Niedźwiednik	
28187	31	N	Brętowo; Niedźwiednik	
28188	32	O	Brętowo; Niedźwiednik, ul. Leśna Góra	
28189	33	N	Jasień; Lasy Oliwskie, Dolina Strzyży	
28190	34	A/N	Jasień; Lasy Oliwskie, Dolina Strzyży	
28191	35	A/N	Jasień; Lasy Oliwskie, Dolina Strzyży	
28192	41	N	Jasień; Lasy Oliwskie, Dolina Strzyży	
28193	42	A/N	Brętowo; Lasy Oliwskie	
28194	43	O	Brętowo; ul. Dolne Migowo	monitoring ogólny
28195	44	O	Ujeścisko-Łostowice; Zabornia	monitoring ogólny
28196	45	O	Ujeścisko-Łostowice; Zabornia	monitoring ogólny
28197	46	O/N	Siedlce; ul.Łostowicka/ul.Kartuska	
28198	9	N	Oliwa; Lasy Oliwskie	

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

Numer ID terenu zagrożonego w bazie SOPO	Numer roboczy terenu zagrożonego na mapie autorskiej	Lokalizacja
3734	169	Orunia-Św.Wojciech-Lipce; Św. Wojciech
3738	168	Orunia-Św.Wojciech-Lipce; Św. Wojciech
3739	167	Orunia-Św.Wojciech-Lipce; Św. Wojciech
3740	164	Orunia-Św.Wojciech-Lipce; Lipce
3741	162	Orunia-Św.Wojciech-Lipce; Lipce
3742	157	Orunia-Św.Wojciech-Lipce; Nowiny
3743	148	Orunia-Św.Wojciech-Lipce/Chełm
3744	152	Ujeścisko-Łostowice
3745	153	Ujeścisko-Łostowice
3746	142	Jasień
3747	158	Ujeścisko-Łostowice/Chełm
3748	154	Ujeścisko-Łostowice
3749	159	Ujeścisko-Łostowice/Chełm
3750	144	Ujeścisko-Łostowice
3751	155	Ujeścisko-Łostowice
3752	156	Ujeścisko-Łostowice
3753	160	Chełm
3754	161	Orunia-Św.Wojciech-Lipce; Nowiny
3755	166	Orunia-Św.Wojciech-Lipce; Św. Wojciech
3876	16	Oliwa; Lasy Oliwskie
3877	15	Oliwa; Lasy Oliwskie
3878	14	Oliwa; Lasy Oliwskie
3879	11	Osowa; Lasy Oliwskie
3880	10	Osowa; Lasy Oliwskie
3881	9	Osowa; Lasy Oliwskie
3882	8	Osowa; Lasy Oliwskie
3883	7	Osowa; Lasy Oliwskie
3884	27	Oliwa; Lasy Oliwskie
3885	23	Oliwa; Lasy Oliwskie
3886	21	Oliwa; Lasy Oliwskie
3887	22	Oliwa; Lasy Oliwskie
3888	18	Oliwa; Lasy Oliwskie
3889	17	Oliwa/Osowa; Lasy Oliwskie
3890	20	Oliwa; Lasy Oliwskie
3891	19	Oliwa; Lasy Oliwskie
3892	31	Oliwa; Lasy Oliwskie
3893	24	Oliwa; Lasy Oliwskie
3894	28	Osowa; Lasy Oliwskie
3895	30	Oliwa; Lasy Oliwskie

Numer ID terenu zagrożonego w bazie SOPO	Numer roboczy terenu zagrożonego na mapie autorskiej	Lokalizacja
3896	25	Oliwa; Lasy Oliwskie
3897	32	Oliwa; Lasy Oliwskie
3898	29	Oliwa; Lasy Oliwskie
3899	33	Oliwa; Lasy Oliwskie
3900	42	Oliwa; Lasy Oliwskie
3901	40	Osowa; Lasy Oliwskie
3902	41	Oliwa; Lasy Oliwskie
3903	64	Wrzeszcz Górny
3904	65	Wrzeszcz Górny
3905	67	Wrzeszcz Górny
3906	59	Wrzeszcz Górny
3907	60	Wrzeszcz Górny
3908	61	Wrzeszcz Górny
3909	63	Wrzeszcz Górny
3910	74	Wrzeszcz Górny
3911	62	Wrzeszcz Górny
3912	72	Wrzeszcz Górny/Piecki Migowo
3913	73	Wrzeszcz Górny
3914	75	Wrzeszcz Górny
3915	77	Wrzeszcz Górny
3916	78	Wrzeszcz Górny
3917	81	Wrzeszcz Górny
3918	66	Wrzeszcz Górny
3919	83	Wrzeszcz Górny
3920	76	Piecki-Migowo
3921	79	Piecki-Migowo
3922	80	Piecki-Migowo
3923	82	Wrzeszcz Górny
3924	85	Wrzeszcz Górny
3925	106	Piecki-Migowo
3926	105	Piecki-Migowo
3927	104	Piecki-Migowo
3928	107	Suchanino
3929	128	Siedlce/Suchanino
3930	130	Siedlce
3931	131	Siedlce/Suchanino
3932	132	Siedlce
3933	133	Siedlce
3934	109	Siedlce
3935	110	Siedlce
3936	112	Siedlce
3937	113	Siedlce

Numer ID terenu zagrożonego w bazie SOPO	Numer roboczy terenu zagrożonego na mapie autorskiej	Lokalizacja
3938	116	Siedlce
3939	115	Siedlce
3940	117	Siedlce
3941	114	Siedlce
3942	92	Wrzeszcz Górny
3943	94	Aniołki
3944	108	Suchanino
3945	93	Wrzeszcz Górny
3946	95	Aniołki
3947	96	Aniołki
3948	101	Aniołki
3949	100	Aniołki
3950	118	Aniołki
3951	120	Aniołki
3952	121	Aniołki
3953	119	Aniołki
3954	68	Wrzeszcz Górny
3955	84	Wrzeszcz Górny
3956	87	Wrzeszcz Górny
3957	90	Wrzeszcz Górny
3958	111	Aniołki
3959	98	Aniołki
3960	99	Aniołki
3961	97	Aniołki
3962	69	Wrzeszcz Górny
3963	86	Wrzeszcz Górny
3964	89	Wrzeszcz Górny
3965	91	Wrzeszcz Górny
3966	12	Oliwa; Lasy Oliwskie
3967	13	Oliwa; Lasy Oliwskie
3968	122	Śródmieście; Dworzec PKS
3969	4	Osowa
3970	5	Osowa
3971	3	Osowa; Kukawka
3972	1	Osowa
3973	2	Osowa
3974	6	Osowa; J. Wysockie
3975	163	Orunia-Św. Wojciech-Lipce; Św. Wojciech
3976	165	Orunia-Św. Wojciech-Lipce; Św. Wojciech
3977	88	Wrzeszcz Górny
3978	124	Jasień
3979	125	Łostowice-Ujeścisko; Zabornia

Numer ID terenu zagrożonego w bazie SOPO	Numer roboczy terenu zagrożonego na mapie autorskiej	Lokalizacja
3980	126	Siedlce
3981	127	Siedlce
3982	26	Oliwa; Lasy Oliwskie
3983	34	Oliwa; Lasy Oliwskie, Kulesza Droga
3984	36	Oliwa; Lasy Oliwskie
3985	37	Oliwa; Lasy Oliwskie
3986	38	Oliwa; Lasy Oliwskie, Dwór II
3987	39	Oliwa; Lasy Oliwskie, Polanki
3988	43	Oliwa; Lasy Oliwskie, Matarniańska Droga
3989	44	Oliwa; Lasy Oliwskie, Kulesza Droga
3990	45	Oliwa; Lasy Oliwskie, Kulesza Droga
3991	46	Oliwa; Lasy Oliwskie
3992	47	Oliwa; Lasy Oliwskie, Zajączka Dolina
3993	48	Oliwa; Lasy Oliwskie, Las Polanki
3994	49	Oliwa; Lasy Oliwskie, Las Polanki
3995	50	Oliwa; Lasy Oliwskie
3996	51	Oliwa; Lasy Oliwskie, Polanki
3997	52	VII Dwór; Lasy Oliwskie, ul. Potyrały
3998	53	Oliwa; Lasy Oliwskie, Matarniańska Droga
3999	54	Brętowo; Niedźwiednik
4000	55	Brętowo; Niedźwiednik
4001	56	Brętowo; Niedźwiednik
4002	57	Brętowo; Niedźwiednik
4003	58	Brętowo; Niedźwiednik
4004	70	Jasień; Lasy Oliwskie, Dolina Strzyży
4005	71	Brętowo
4006	103	Kokoszki
4007	102	Kokoszki
4008	123	Kokoszki/Jasień
4009	141	Jasień
4010	151	Ujeścisko-Łostowice
4011	143	Ujeścisko-Łostowice
4012	138	Chełm
4013	145	Chełm
4014	146	Chełm
4015	147	Chełm
4016	129	Siedlce/Wzgórze Mickiewicza
4017	134	Siedlce
4018	135	Siedlce
4019	136	Siedlce
4020	137	Śródmieście/Chełm; Biskupia Górka, Pohulanka, Zaroślak

Numer ID terenu zagrożonego w bazie SOPO	Numer roboczy terenu zagrożonego na mapie autorskiej	Lokalizacja
4021	140	Orunia-Św.Wojciech-Lipce/Chełm
4022	139	Orunia-Św.Wojciech-Lipce; kolonia Anielinki
4023	150	Orunia-Św.Wojciech-Lipce; Orunia
4024	149	Orunia-Św.Wojciech-Lipce; Orunia
4034	35	Oliwa; Lasy Oliwskie