



MINISTERSTWO
ŚRODOWISKA

TOMASZ WOJCIECHOWSKI, JÓZEF LEWANDOWSKI

**OBJAŚNIENIA
DO MAPY OSUWISK I TERENÓW ZAGROŻONYCH
RUCHAMI MASOWYMI
Skala 1:10 000**

**Gmina BRENNA
Powiat cieszyński
Województwo śląskie**



**PAŃSTWOWY INSTYTUT GEOLOGICZNY
PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY**

Warszawa 2011

WYKONANO NA ZAMÓWIENIE MINISTRA ŚRODOWISKA

Autorzy objaśnień: **Tomasz Wojciechowski***, **Józef Lewandowski***

Autorzy mapy: **Józef Lewandowski***, **Tomasz Salamon***, **Tomasz Wojciechowski***

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

Główny koordynator MOTZ: **Antoni Wójcik*****

Koordynator regionalny: **Antoni Wójcik*****

Redaktor tekstu: **Teresa Mrozek*****

*Wydział Nauk o Ziemi Uniwersytetu Śląskiego, ul. Będzińska 60, 41-200 Sosnowiec

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

***Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy,
Oddział Karpacki, ul. Skrzatów 1, 31-560 Kraków

**MAPA OSUWISK I TERENÓW ZAGROŻONYCH
RUCHAMI MASOWYMI**

Skala 1:10 000

Gmina **BRENNA**

Powiat **cieszyński**

Województwo **śląskie**

Wykonawcy:

.....

dr Józef Lewandowski

upr. VIII-0093

.....

dr Tomasz Salamon

.....

dr Tomasz Wojciechowski

.....

Koordynator regionalny

dr hab. Antoni Wójcik
prof. nadzw. PIB-PIB

SPIS TREŚCI:

1. WSTĘP.....	4
1.1. Cel opracowania.....	4
1.2. Położenie obszaru badań.....	7
2. BUDOWA GEOLOGICZNA.....	8
3. CHARAKTERYSTYKA OSUWISK I TERENÓW ZAGROŻONYCH RUCHAMI MASOWYMI.....	10
3.1. Przegląd dotychczasowych badań.....	10
3.2. Wyniki prac w ramach Projektu SOPO.....	11
4. MONITORING.....	17
5. OCENA POTENCJALNEGO ROZWOJU RUCHÓW MASOWYCH.....	18
6. WNIOSKI.....	18
7. SPIS LITERATURY.....	20

SPIS RYSUNKÓW I TABEL

Rys. 1. Położenie gminy Brenna na tle arkuszy map topograficznych w skali 1:10 000.....	5
Rys. 2. Ukształtowanie powierzchni terenu gminy Brenna – relief cieniowany (na podstawie NMT, oryginalna skala danych wyjściowych – 1:10 000).....	6
Rys. 3. Główne jednostki strukturalne na obszarze gminy Brenna (wg Nescieruka i Wójcika 2000b).....	10
Tab. 1. Litostratygrafia osadów podczwartorzędowych dla obszaru gminy Brenna (wg Nescieruk i Wójcika 2000; Nescieruka 2001.....	9
Tab. 2. Zestawienie osuwisk na terenie gminy Brenna	23
Tab. 3. Zestawienie terenów zagrożonych ruchami masowymi na terenie gminy Brenna	26

1. WSTĘP

1.1. Cel opracowania

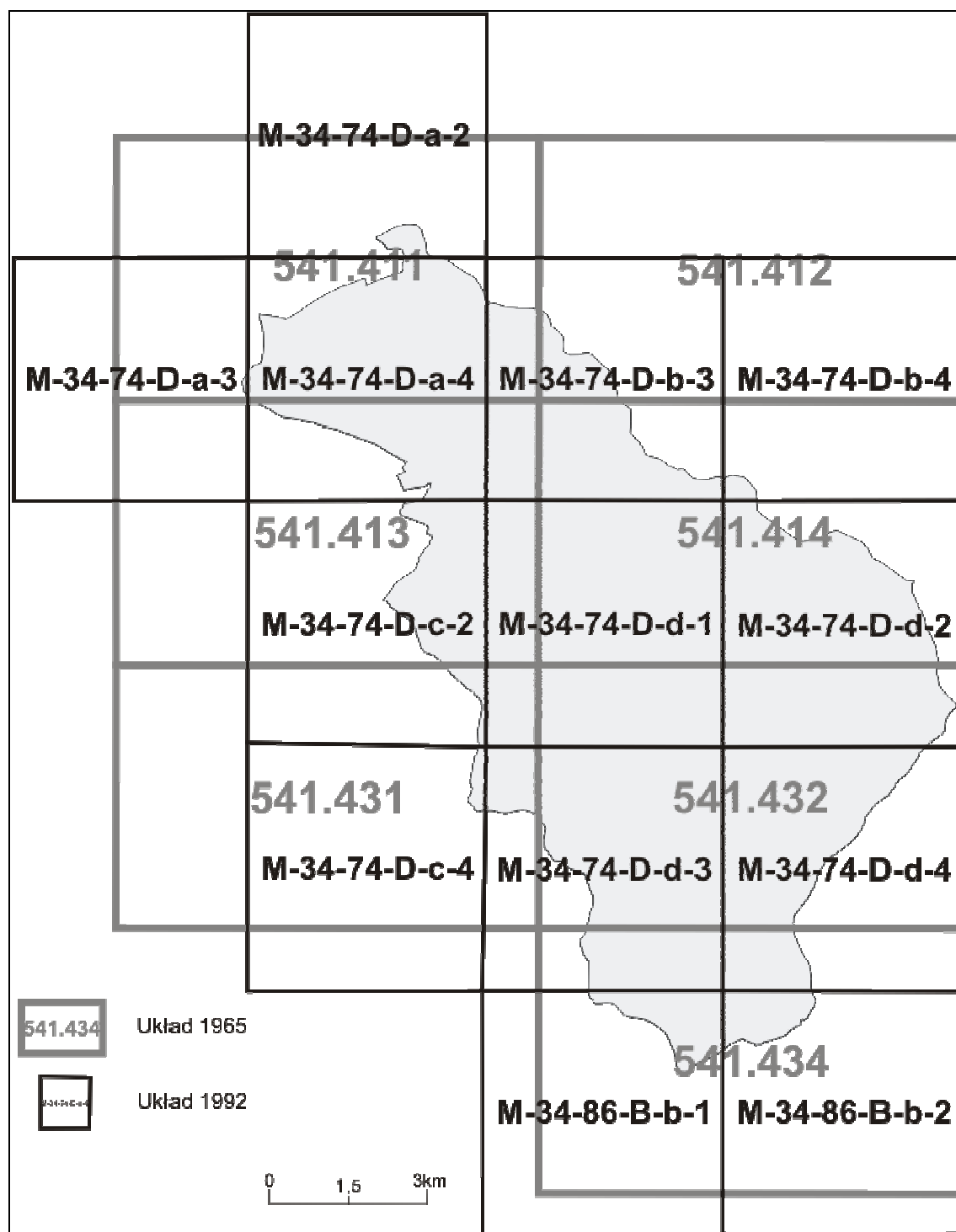
Niniejsze opracowanie jest wynikiem realizacji „Programu prac geologicznych ...” (Lewandowski i Wojciechowski 2010). Przewidywał on wykonanie Mapy osuwisk i terenów zagrożonych ruchami masowymi (MOTZ) dla gminy Brenna – o powierzchni 95,54 km² oraz sporządzenie kart rejestracyjnych, wprowadzonych do bazy SOPO. Temat był realizowany w ramach szerszego programu p.t. „System Osłony Przeciwosuwiskowej (SOPO)”. Rejestrację wykonano zgodnie z „Instrukcją opracowania Mapy osuwisk i terenów zagrożonych ruchami masowymi w skali 1:10 000” (Grabowski i in. 2008). Większość prac kartograficznych wykonano pomiędzy sierpniem a listopadem 2010 r. Prace uzupełniające przeprowadzono w kwietniu i maju 2011 r. Na podstawie dostępnych danych z literatury i opracowań tematycznych w „Programie” przyjęto piątą kategorię osuwiskowości dla obszaru znajdującego się w granicach gminy Brenna. Ostatecznie zarejestrowano 176 osuwiska, co daje w przybliżeniu 1,84 osuwiska na 1 km² powierzchni terenu. Wskaźnik osuwiskowości powierzchniowej dla obszaru gminy Brenna wynosi 21,13%. Ponadto wytypowano 9 terenów zagrożonych ruchami masowymi.

Wyniki niniejszego opracowania wskazują obszary naturalnych zagrożeń geologicznych (osuwiska i tereny zagrożone ruchami masowymi), które zostaną wykorzystane w procesie planowania przestrzennego gminy (Ustawa z dnia 27 marca 2003 r. o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym; Dz. U. Nr 80, poz. 717 z późn. zm.). Mapa osuwisk i terenów zagrożonych (MOTZ) stanowi też istotny dokument wspomagający *rejestr terenów zagrożonych ruchami masowymi ziemi*, do prowadzenia którego zostali zobowiązani starostowie Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 20 czerwca 2007 r. w sprawie informacji dotyczących ruchów masowych ziemi (Dz. U. Nr 121, poz. 840).

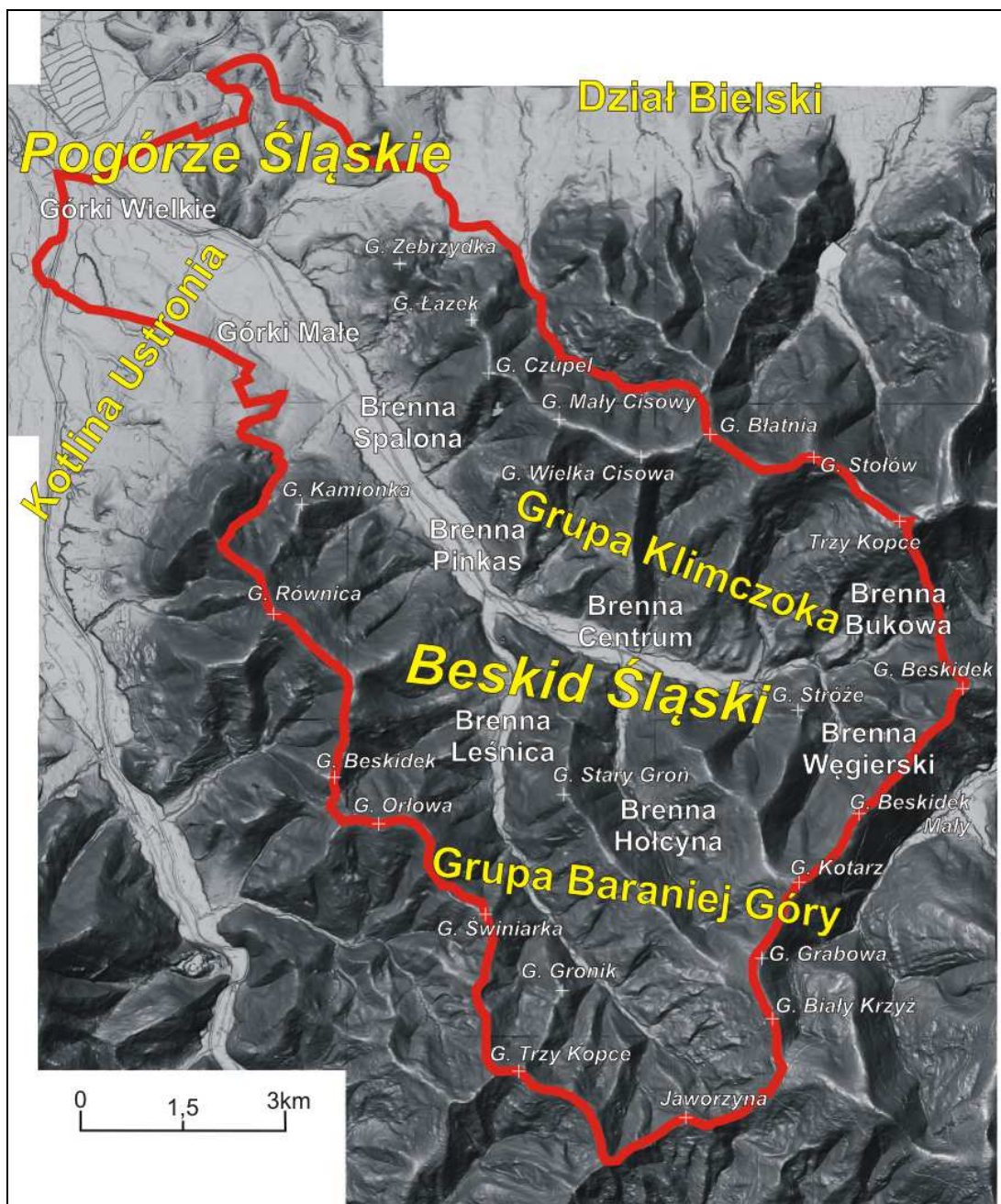
Wyniki prac w postaci mapy w skali 1:10 000 z lokalizacją, kształtem i stopniem aktywności osuwisk oraz wypełnionych kart rejestracyjnych są zgromadzone w bazie danych SOPO i ogólnodostępne dla wszystkich użytkowników za pośrednictwem strony internetowej (<http://geoportal.pgi.gov.pl/portal/page/portal/SOPO/SOPO>).

Realizacja zadania geologicznego, zgodnie z zaakceptowanym programem, obejmowała prace przygotowawcze oraz prace terenowe i kameralne. W zakres prac przygotowawczych wchodziło: zapoznanie się z dotychczasowymi wynikami badań nad ruchami masowymi na terenie gminy Brenna, przegląd literatury osuwiskowej i dotychczas wydanych opracowań geologiczno-kartograficznych oraz szczegółowa analiza map

topograficznych w skali 1:10 000 (rys. 1), dostępnych zdjęć lotniczych i analiza Numerycznego Modelu Terenu, którego skala wyjściowa wynosi 1:10 000 (rys. 2).



Rys. 1. Położenie gminy Brenna na tle arkuszy map topograficznych w skali 1:10 000.



Rys. 2. Ukształtowanie powierzchni terenu Gminy Brenna – relief cieniowany (na podstawie NMT, oryginalna skala danych wyjściowych – 1:10 000)

Prace obejmowały wykonanie zdjęcia geologicznego osuwisk na terenie całej gminy. Polegały one na identyfikacji istniejących osuwisk, szczegółowym wyznaczeniu ich granic oraz wskazaniu istotnych elementów rzeźby wewnątrzosuwiskowej, niezbędnych do oszacowania miąższości koluwiów i określenia stopnia aktywności. Wyniki rejestracji osuwisk opartych na terenowych pracach geologiczno-kartograficznych zostały przedstawione na mapach topograficznych w skali 1:10 000. Dla poszczególnych osuwisk i terenów zagrożonych sporządzono karty rejestracyjne obejmujące parametry morfometryczne i geologiczne osuwisk oraz stopień ich aktywności.

1.2. Położenie obszaru badań

Obszar prac, których dotyczy niniejszy program, obejmuje Gminę Brenna, której powierzchnia wynosi 95,54 km². Administracyjnie gmina Brenna należy do powiatu cieszyńskiego w województwie śląskim. Wg podziału ustalonego w 1972 roku Gminę tworzą trzy wsie: Brenna (SE część gminy), Górki Wielkie (NW część gminy) oraz Górki Małe zlokalizowane pomiędzy Górkami Wielkimi a Brenną.

Obszar badań (za wyjątkiem niewielkiego, płaskiego fragmentu w NW części gminy) położony jest w Zachodnich Karpatach Zewnętrznych w obrębie Beskidów (Starkel 1972) i w całości należy do Beskidu Morawsko-Śląskiego. Beskid Śląski ma widlasty układ grzbietów (Klimaszewski 1946). Najwyższymi szczytami są tu: Trzy Kopce (1081,7 m n.p.m.), G. Stołów (1035,2 m n.p.m.), G. Błatnia (917,1 m n.p.m.), G. Wielka Cisowa (878,3 m n.p.m.), G. Mały Cisowy (829,0 m n.p.m.), G. Czupel (740,5 m n.p.m.), G. Łazek (713,4 m n.p.m.), G. Zebrzydka (577,9 m n.p.m.), G. Bucze (416,3 m n.p.m.), które zlokalizowane są na północ od rzeki Brennicy oraz położone na południe od Brennicy szczyty: G. Kotarz (963,7 m n.p.m.), G. Biały Krzyż (940,5 m n.p.m.), G. Beskid Mały (929,3 m n.p.m.), G. Grabowa (907,0 m n.p.m.), Równica (884,6 m n.p.m.), G. Beskidek (856,0 m n.p.m.), G. Orłowa (813,0 m n.p.m.), G. Trzy Kopce (810,2 m n.p.m.), Jaworzyna (801,7 m n.p.m.), G. Stary Groń (797,8 m n.p.m.), G. Beskidek (700,4 m n.p.m.), G. Świniarka (698,5 m n.p.m.), G. Gronik (662,8 m n.p.m.), G. Stróże (656,0 m n.p.m.), G. Kamionka (626,1 m n.p.m.), G. Malina (579,0 m n.p.m.). W obrębie najwyższych grzbietów zaznaczają się skałki ostańcowe twardych skał (Nescieruk i Wójcik 2000a). Grzbiety te nawiązują do beskidzkiego poziomu zrównań (Sawicki 1909). Wzdłuż dolin i niższych grzbietów występują fragmenty zrównania w poziomie śródgórskim (750–800 m n.p.m.). Deniwelacja obszaru Gminy wynosi 782 m.

Obszar badań rozcina rzeka Brennica, będąca dopływem Wisły. Na północ od niej grzbiety wchodzi w skład Grupy Klimczoka Beskidu Śląskiego, natomiast na południe od niej do Grupy Baraniej Góry (Starkel 1972). Obszar rozcinają doliny wciosowe, przechodzące w doliny płaskodenne (Nescieruk i Wójcik 2000b). Najważniejszymi potokami są: Wschodnica, Barujec, Głębiec, Potok Jamy, Potok Chrobaczy, Potok Bukowy, Przegon Szalaśny, Potok Pościenny i Potok Polczany, które odwadniają stoki Grupy Klimczoka oraz Potok Niedźwiedzi, Potok Węgierski, Hołcyna oraz Leśnica wraz z dopływami Potokiem Małym Suchym, Potokiem Wielkim Suchym, Potokiem Stara Gajka, Potokiem Kępkowym, Potokiem Goleszowskim, Wilczym Potokiem odwadniające południową część obszaru badań.

Północne stoki górskiego pasma Grupy Klimczoka odwadniane są przez Jasionkę. Dolne części stoków nachylone są średnio pod kątem 9–12° i są najczęściej zbudowane z pokryw soliflukcyjno-deluwialnych, w części przykrytych osadami plejstocenijskich tarasów rzecznych (Nescieruk i Wójcik 2000a). W obrębie stoków zaznaczają się załomy strukturalne, co związane jest ze zmienną odpornością skał podłoża. Licznie występują również duże osuwiska skalne.

Niewielka północno-zachodnia część gminy Brenna należy do Kotliny Ustronia stanowiącej część Pogórza Śląskiego (Starkel 1972). Kotlina ta wypełniona jest osadami rzecznyymi stożków napływowych. W gminie Brenna lokalizują się formy antropogeniczne w formie kamieniołomów. Są to czynne kamieniołomy Jatny i Tokarzówka oraz nieczynny już kamieniołom Głębiec.

2. BUDOWA GEOLOGICZNA

Pod względem geologicznym omawiany obszar położony jest w obrębie Karpat Zewnętrznych (Żytko i in. 1989). Teren ten znajduje się na 2 arkuszach Szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1:50 000: Skoczów – 1011 (Nescieruk i Wójcik 2000a) oraz Wisła – 1028 (Burtan 1973; Nescieruk 2001).

Obszar objęty granicą gminy Brenna zbudowany jest przede wszystkim z osadów fliszowych należących do płaszczowiny śląskiej (Żytko i in., 1989; Nescieruk i Wójcik 2000a), a w części północno-zachodniej ze sfałdowanych utworówolistostromowych miocenu jednostki andrychowskiej pojawiających się w oknie tektonicznym Ustronia (Nescieruk i Wójcik 2000b). W obrębie płaszczowiny śląskiej wyróżniono na omawianym obszarze dwie jednostki strukturalno-tektoniczne: jednostkę śląską-cieszyńską oraz śląską-godulską (Nescieruk i Wójcik 2000a).

Płaszczowina śląska – cieszyńska lokalizuje się w północnej części obszaru gminy, gdzie warstwy cieszyńskie w obrębie łuski Godziszowa tworzą antykliny: Pogórza i Górek. Są one pocięte licznymi uskokami poprzecznymi w stosunku do ich głównych osi i mają przebieg NNW – SSE. Zdecydowanie większy obszar znajduje się w strefie płaszczowiny śląskiej-godulskiej. W jej obrębie dominują warstwy godulskie, głównie o charakterze piaskowcowym. W bloku Beskidu Śląskiego, poprzez pojawianie się na powierzchni coraz młodszych wydzieliń, nieznacznie zauważalny jest monoklinalny charakter tektoniczny (Nescieruk i Wójcik 2000a). Osady są sfałdowane i złuskowane. W północno-wschodniej części obszaru badań uwidacznia się antyklina Błatnej. Ograniczona jest ona od zachodu uskokiem Jasienicy, a od wschodu uskokiem Wapiennicy. W jej osiowej części pojawiają się najmłodsze warstwy godulskie. W południowej części gminy, wśród warstw godulskich środkowych, znajduje się antyklina

Leśnicy – Bukowej. Jest ona obcięta od wschodu uskokiem Żylicy, w strefie którego na zachodnich stokach G. Beskidek ukazują się warstwy lgockie. Antyklina Leśnicy – Bukowej na zachodzie zanika na szeregu równoległych uskoków tworzących rów tektoniczny doliny Wisły (Nescieruk i Wójcik 2000b). W centralnej części Gminy, w osi doliny Brennicy, występuje strefa dyslokacyjna Brennej, tworząca rów tektoniczny o kierunku NE-SW. W strefie tej występują warstwy godulskie oraz lgockie. Litostratygrafia utworów podczwartorzędowych została przedstawiona w tabeli 1.

Skały fliszowe często występują pod pokrywą osadów czwartorzędowych. W dolnych częściach stoków przeważają gliny powstałe przy udziale spełzywania, spłukiwania i akumulacji eolicznej. Występują gliny deluwialno-soliflukcyjne z gruzem skalnym o miąższości do 5 m. Ich budowa ma ścisły związek ze skałami podłoża. Na stokach duże znaczenie mają koluwia osuwiskowe, które osiągają znaczne rozmiary i przeważają we wschodniej części gminy Brenna.

Utwory rzeczne obejmują dna dolin. W dolinie Brennicy w Górkach Wielkich zachowały się kopalne tarasy zlodowacenia warty, które występują 5-12 m nad współczesne koryta (Nescieruk, Wójcik, 2000b). U wylotów bocznych potoków występują stożki napływowe o wysokości 10-11 m zlodowacenia północnopolskiego. W dnach dolin wyróżnione zostały holocenijskie osady rzeczne. Są to żwiry i głazy, piaski i gliny tarasów nadzalewowych skalno-akumulacyjnych i akumulacyjnych (3 - 6 m n.p.rz.) oraz piaski, gliny i łyły tarasów zalewowych i żwiry rzeczne (Nescieruk, Wójcik, 2000a).

Tabela 1. Litostratygrafia osadów podczwartorzędowych dla obszaru gminy Brenna (wg Nescieruk i Wójcika 2000; Nescieruka 2001)

Okres	Epoka	Litologia	
KREDA GRN	senon	zlepieńce	<i>zlepieńce Malinowskie – warstwy godulskie górne</i>
		łupki i piaskowce	<i>warstwy godulskie górne z Wisły</i>
		piaskowce i łupki	<i>warstwy godulskie środkowe (ze Skrzycznego)</i>
		piaskowce średnio i grubo ławicowe oraz łupki	<i>piaskowce z Wielkiej Puszczy – warstwy godulskie dolne</i>
KREDA GRN – KREDA DLN	alb - cenoman	rogowce, piaskowce, gezy i łupki	<i>rogowce mikluszowickie – warstwy lgockie górne</i>
KREDA DLN	alb	piaskowce i łupki	<i>warstwy lgockie dolne i środkowe</i>
	hoteryw - alb	łupki ciemne	<i>łupki wierzowskie</i>
	walanżyn - hoteryw	łupki z wkładkami piaskowców cienko ławicowych i syderytów	<i>łupki cieszyńskie górne</i>
KREDA DLN – JURA	tyton - walanżyn	wapienie pelityczne i detrytyczne z wkładkami łupków	<i>wapienie cieszyńskie</i>
JURA	tyton	łupki z wkładkami wapieni i margli	<i>łupki cieszyńskie dolne</i>

Obszar gminy Brenna był w latach 70-tych XX wieku inwentaryzowany pod kątem występowania osuwisk województwa katowickiego (Chowaniec i in. 1975). Na terenie Gminy Brenna rozpoznano 24 osuwiska, zlokalizowane na mapie topograficznej w skali 1:100 000. Są to osuwiska zaznaczone w dolnych częściach stoków i w skarpach przykorytowych. Inny obraz rozmieszczenia osuwisk został przedstawiony na Szczegółowej Mapie Geologicznej Polski. Na arkuszu Skoczów (Nescieruk i Wójcik, 2000a) znajduje się 51 osuwisk na stokach należących do gminy Brenna, a na arkuszu Wisła (Nescieruk 2001) zaznaczono 4 osuwiska, przy czym 2 z nich są wspólne dla obu arkuszy. Prace w ramach SOPO wykazały, że osuwisk jest 176.

Obszar badań był poddawany licznym opracowaniom naukowo-badawczym o charakterze geologicznym, a ich zestawienie zawarto w pracy Nescieruka i Wójcika (2000b).

Dla obszaru Karpat zewnętrznych obliczony został tzw. wskaźnik osuwiskowości powierzchniowej, liczony jako stosunek powierzchni osuwisk do powierzchni obszaru na którym są rejestrowane (Bober 1984). Niestety obszar badanej gminy nie był szczegółowo analizowany, tak jak tereny przyległe, które w niewielkim stopniu nachodzą na rejon Brennej. Dla obszaru „Okolice miejscowości Wisła” wskaźnik osuwiskowości powierzchniowej wynosi 0,93% a dla obszaru „Magura – Skrzyczne” 8,93%. Bardziej ogólnie wskaźnik osuwiskowości powierzchniowej przedstawiono dla niektórych wydziałów litostratygraficznych poszczególnych płaszczowin. Obliczone przez Bobera (1984) wskaźniki osuwiskowości powierzchniowej wynoszą: dla warstw godulskich górnych – 13,16%, warstw godulskich środkowych – 1,31%, warstw godulskich dolnych – 7,89% a łupków cieszyńskich górnych – 2,63%. Należy się spodziewać, że wskaźniki te w rzeczywistości mogą okazać się dużo wyższe, co potwierdzają prace dotyczące charakterystyki obszarów osuwiskowych z innych części Karpat (Wójcik i Zimnal 1996; Wójcik 1997; Mrozek 2009, Wojciechowski; 2010).

Na obszarze gminy Brenna wykonana została dokumentacja geologiczna (Krzempek i Krzempek 2010) dla działki nr 461/7 w Brennej w obszarze oddziaływania osuwiska. Dotyczy ona osuwiska o nr roboczym 20 zlokalizowanym w Brennej Spalonej na osiedlu Wydzirów. Osuwisko to utworzyło się w skarpie przykorytowej w wyniku intensywnych opadów atmosferycznych, które miały miejsce 16 i 17 maja 2010 r.

3.2. Wyniki prac w ramach projektu SOPO

Osuwiska występujące w obrębie gminy Brenna są formami dużymi, skalnymi, strukturalnymi obejmującymi znaczne powierzchnie stoków (Nescieruk i Wójcik 2000b).

Najczęściej posiadają wyraźną skarpę główną, a niekiedy rozpoczynają się rowami rozpadlinowymi. Są formami o wielu etapach rozwoju o czym świadczą liczne skarpy wtórne. Powierzchnie jęzorów są urozmaicone z licznymi progami, garbami, pagórami i rumowiskami. Osuwiska schodzą najczęściej do den dolinnych. Część dużych osuwisk, których miąższość może osiągać 30 m powstała w strefach dyslokacji tektonicznych, przez co ich geneza może być związana z młodymi ruchami tektonicznymi (Nescieruk i Wójcik 2000b; Pagaczewski 1972).

Charakterystyka osuwisk i terenów zagrożonych Na terenie gminy Brenna stwierdzono 176 osuwiska o różnym stopniu aktywności. Wiele z nich to osuwiska złożone o kilku etapach rozwoju. Często koluwia różnych osuwisk łączą się ze sobą tworząc zespoły osuwiskowe obejmujące znaczne powierzchnie.

Wielkość osuwisk jest zróżnicowana – od kilkunastu metrów kwadratowych do nawet kilkuset ha, najliczniejsze z nich mają powierzchnie po kilka ha. Największe i najbardziej złożone osuwiska występują na południowych stokach gór: Stołów i Trzech Kopców oraz Góry Błatniej należącej do Grupy Klimczoka Beskidu Śląskiego, a także na zachodnich stokach w dolinach Leśnicy i Hołcyny, zwłaszcza na stokach gór: Grabowej i Białego Krzyża oraz Kotarza. W strefach tych osuwiska skalne tworzą duże zespoły osuwiskowe obejmujące całe stoki. Najczęściej rozpoczynają się one rowami rozpadlinowymi o różnych wielkościach. W obrębie koluwiów charakterystyczne są liczne skarpy wtórne, często przekraczające 10 m wysokości, duże pakietowe pagóry wewnątrzsuwiskowe, progi akumulacyjne oraz obniżenia bezodpływowe. W wyniku ruchów masowych utworzone zostały również jaskinie, które należą do najdłuższych form pseudokrasowych w Beskidach. Jęzory dochodzą najczęściej do den dolinnych. Osuwiska te są formami starymi, które najprawdopodobniej były indukowane wstrząsami sejsmicznymi. Aktywnością charakteryzują się tylko niewielkie obszary, zlokalizowane w dolnych częściach stoków, a odmłodzenia związane były najprawdopodobniej z erozją boczną. Osuwiska duże są formami o wielu etapach rozwoju, a wyznaczenie granic pomiędzy stykającymi się jęzorami jest bardzo trudne.

W obrębie gminy Brenna, największe powierzchnie zajmują osuwiska zlokalizowane w dolinach potoków: Chrobaczego, Skałki, Bukowego i Niemczatej w północnej części gminy oraz w zlewni dolin Leśnicy i Hołcyny w południowej części gminy. Największe osuwisko w gminie Brenna zlokalizowane jest w dolinie Leśnicy na zachodnich stokach gór

Grabowej i Białego Krzyża. Osuwisko to zostało oznaczone numerem 155*, a jego powierzchnia wynosi 226 ha. Należy ono do form skalnych, złożonych o wielu etapach rozwoju. Mnogość nakładających się na siebie form osuwiskowych utrudnia identyfikację pojedynczych osunięć. W rzeczywistości jest to zespół osuwiskowy, złożony z kilku połączonych osuwisk. Rozpoczynają się one rowami rozpadlinowymi, poniżej których często tworzyły się skarpy wtórne. W obrębie jezora znajdują się liczne obniżenia bezodpływowe, duże pagóry osuwiskowe, a w wyższych częściach stoku lokalizują się wyloty jaskiń. Aktywność osuwiska stwierdzono tylko w dolnych jego częściach. Osuwisko nr 142 styka się z innymi osuwiskami, przez co można powiedzieć, że niemal cały stok Góry Grabowej i Białego Krzyża poddawany jest ruchom masowym.

Znaczne rozmiary osiągają również osuwiska nr 135 (dolina Hołcyny) o powierzchni 137 ha oraz osuwisko nr 40 (południowy stok Góry Stołów) obejmujące obszar 121 ha. Podobnie jak w przypadku osuwiska nr 155 są to formy skalne, stanowiące zespoły osuwiskowe. Łączą się one z osuwiskami sąsiadującymi tworząc bardzo duże strefy poddawane ruchom masowym. Osuwiska tego typu są bardzo bogate w formy wewnątrzosuwiskowe. Skarpy i progi akumulacyjne mogą tu być bardzo często mylone z formami strukturalnymi związanymi z odpornością skał podłoża oraz tektoniką obszaru.

W trakcie prac terenowych prowadzono obserwacje geologiczne, geomorfologiczne oraz przejawów występowania wód powierzchniowych i podziemnych (cieków, źródeł, wysięków, podmokłości). Celem prac było wyznaczenie: zasięgu osuwiska, skarpy głównej, położenia ewentualnych skarp wtórnych, jezora i czoła osuwiska, progów wewnątrzosuwiskowych, zagłębień bezodpływowych oraz szczelin tensyjnych. Czytelność form osuwiskowych uzależniona jest od wieku osuwiska, jego wielkości, od pokrycia terenu, a przede wszystkim od geologii podłoża. Osuwiska duże, skalne, insekwentne i obsekwentne często posiadają wysokie skarpy główne, skarpy wtórne, a w obrębie jezora osuwiskowego wyraźne formy akumulacji osadu. Przy osuwiskach konsekwentnych, zwłaszcza zwietrzelinowych skarpy są niewielkie albo słabo zaznaczające się w rzeźbie terenu. Negatywny wpływ na czytelność form osuwiskowych ma duże zalesienie, działalność rolnicza i zabudowa stoków.

W terenie rejestrowano również fragmenty obszarów noszące cechy rzeźby osuwiskowej (np. obecność pagórów, zagłębień bezodpływowych i podmokłości na stokach), ale nie dające możliwości precyzyjnego wyznaczenia granic osuwiska. W takim przypadku

* Poczynając od tego miejsca podawane numery osuwisk oznaczają numerację na mapie autorskiej i są zamieszczone w kolumnie 1 tabeli 2.

granice osuwiskaznaczono jako przypuszczalne. W przypadku obszarów podejrzewanych o występowanie ruchów masowych, ale bez wyraźnych i jednoznacznych cech tego ruchu, zaznaczono jako tereny zagrożone ruchami masowymi. Strefy te jednak wyznaczano tylko w miejscach, gdzie ewentualne ruchy masowe mogą wpływać na infrastrukturę i zabudowę obszaru. W wyniku prac terenowych na obszarze gminy Brenna wyznaczono 9 terenów zagrożonych ruchami masowymi.

Niektóre granice pomiędzy osuwiskami wyznaczono w sposób umowny, wynikający z potrzeby opisu charakterystycznych cech każdego z tych obiektów w karcie rejestracyjnej. Inaczej byłoby to utrudnione, zwłaszcza w przypadku inwentaryzacji rozległych osuwisk o złożonym wykształceniu.

Dla każdego osuwiska sporządzono kartę rejestracyjną, gdzie podano podstawowe informacje o obiekcie. Karty te wprowadzono do internetowej bazy SOPO.

Związek osuwisk z budową geologiczną Występowanie osuwisk jest związane z uwarunkowaniami geologicznymi stoków, które określane są mianem czynników biernych. O predyspozycjach do zsuwu decydują przede wszystkim: litologia, tektonika, nachylenie, ekspozycja i kształt stoków, warunki hydrologiczne, hydrogeologiczne oraz w pewnym stopniu pokrycie terenu. Odpowiednia konfiguracja tych czynników przyczynia się do powstania sprzyjających warunków dla ruchów masowych, które mogą zostać wywołane poprzez czynnik aktywny (podcięcie erozyjne, trzęsienia ziemi itp.). Wg licznych publikacji m.in. Bobera (1984), Wójcika (1997), Zabuskiego i in. (1999) najistotniejsze dla lokalizacji osuwisk jest wykształcenie litologiczne podłoża oraz stopień zaangażowania tektonicznego. Zasadniczy układ powierzchni oddzielności wewnątrz- i międzyławicowej utworów fliszowych (warstwowanie, uławicenie, złupkowacenie) powstał podczas sedimentacji i diagenety osadów, a system spękań wytworzył się wskutek nacisków tektonicznych, działających podczas fałdowań i wypiętrzania Karpat (cios, dyslokacje poprzeczne i podłużne) oraz podczas procesów odprężania i wietrzenia (Zabuski i in. 1999). Bardzo istotne dla procesów osuwiskowych są warunki wodne (Zabuski i in. 1999), w tym oddziaływanie wód płynących. Wzrost wilgotności wpływa na obniżenie właściwości wytrzymałościowych gruntu. Osuwiska lokalizują się w strefach wysięków, na kontakcie kompleksów piaskowcowych i iłowcowych. Wahania wody, zwłaszcza w strefie poślizgu (istniejącego lub potencjalnego) powodują na przemian nawadnianie i wysuszanie skał, co obniża ich wytrzymałość na ścinanie.

Częstość występowania osuwisk oraz ich rozmiary mają bezpośredni związek z litologią skał oraz ich strukturą. Na obszarze gminy Brenna, osuwiska grupują się głównie

w strefach wychodni piaskowców grubo ławicowych i łupków warstw godulskich środkowych przy konsekwentnym i insekwentnym układzie warstw, powyżej strefy nasunięcia warstw godulskich dolnych na południowych stokach Grupy Klimczoka; przy subsekwentnym i insekwentnym, rzadziej obsekwentnym układzie warstw w dolinach Leśnicy i Hołcyny i przy obsekwentnym układzie warstw na północno-wschodnich stokach Góry Równica. Osuwiska często znajdują się również w obrębie łupków i piaskowców cienkoławicowych warstw godulskich górnych przy głównie insekwentnym układzie warstw. Najbardziej sprzyjające ruchom masowym na badanym obszarze są zatem sfałdowane warstwy godulskie, w obrębie których znajduje się najwięcej osuwisk. W osadach tych warstw utworzyły się również wszystkie największe osuwiska w gminie.

Wpływ na lokalizację osuwisk na obszarze gminy Brenna ma tektonika. Osuwiska grupują się wyraźnie w strefach dyslokacji tektonicznych. Największy zespół osuwiskowy znajdujący się na S stokach Góry Błatniej, Stołów i Trzech Kopców zlokalizowany jest w strefie oddziaływania nasunięcia warstw godulskich dolnych na warstwy godulskie środkowe. Osady są tam sfałdowane i dodatkowo przecięte uskokami poprzecznymi. Również duże osuwiska znajdujące się w dolinach Hołcyny i Leśnicy znajdują się w strefach przyuskokowych.

Dużą rolę w powstawaniu osuwisk odgrywa nachylenie i kształt stoków oraz ich ekspozycja. Parametry morfometryczne stoków mają bezpośredni związek ze strukturą budujących je skał. Strome stoki erozyjno-denudacyjne, towarzyszące dolinom wciosowym, są rozwinięte zazwyczaj na kontakcie serii piaskowcowej i łupkowo-mułowcowej. Stoki takie mają na ogół profil wypukło-wklęsły, sprzyjający powstawaniu osuwisk. Sytuacja taka ma miejsce m.in. na stokach Grupy Klimczoka, zachodnich stokach w dolinach Leśnicy i Hołcyny oraz na północno-wschodnich stokach Góry Równica.

Duże osuwiska często posiadają skarpy wtórne, niektóre nawet po kilkadziesiąt, co wskazywać może na wieloetapowość rozwoju osuwiska oraz na rotacyjny charakter zsuwu. Zsuw dużych struktur ma najczęściej złożony, zmienny charakter. Odkłuty materiał skalny wzdłuż cylindrycznej powierzchni ulega rotacji, która wraz z odległością zsuwu może przejść w ruch translacyjny. Ruch translacyjny charakterystyczny jest przede wszystkim dla osuwisk małych. Duża ilość małych osuwisk grupuje się w strefach bardzo stromych, erozyjnych zboczy towarzyszących parowom. Zbocza te na ogół zbudowane są z plejstocęńskich (gliniasto-gruzowych) deluwiów. Na stokach większości dolin utworzyły się osuwiska podcięte przez przepływające, często z dużą energią potoki.

Aktywność osuwisk Stopień aktywności osuwiska jest parametrem trudnym do jednoznacznej oceny w terenie. Według „Instrukcji ...” (Grabowski i in. 2008) „, przy braku danych pochodzących z systematycznych, wieloletnich obserwacji (np. monitoringu), aktywność ocenia się najczęściej przez porównanie z innymi osuwiskami”. W ramach prac wyróżniono stopnie aktywności osuwisk, które „Instrukcja ...” (Grabowski i in. 2008) określała następująco: osuwisko aktywne (osuwisko będące w ciągłym ruchu lub którego objawy aktywności występowały w trakcie prowadzenia rejestracji lub w ciągu co najmniej ostatnich 5 lat); osuwisko aktywne okresowo (osuwisko, w obrębie którego objawy aktywności występowały w nieregularnych odstępach czasu, w ciągu ostatnich 5–50 lat); osuwisko nieaktywne (osuwisko, w obrębie którego nie obserwowano i nie udokumentowano objawów aktywności w ciągu co najmniej ostatnich 50 lat).

W ocenie stopnia aktywności osuwisk pomocne są obserwacje obecności spękań na ścianach budynków, uszkodzeń powierzchni asfaltu na drogach, wykrzywionych pni drzew, pochylonych słupów, obecności spękań i szczelin w gruntach, wywiady z ludnością. Jednak najbardziej istotne objawy, świadczące o aktywności osuwiska, zaznaczają się w pofałdowanej powierzchni jeziorów osuwiskowych i towarzyszących im młak i podmokłości oraz bezodpływowych obniżen. Obszary takie mają zazwyczaj charakter nieużytków i są porośnięte krzewami.

Należy nadmienić, iż do osuwisk okresowo aktywnych zakwalifikowano także obiekty, w których nie stwierdzono objawów niedawnej aktywności, ale dla których nie można wykluczyć możliwości uaktywnienia w przyszłości, ponieważ nie ustał czynnik warunkujący powstanie osuwiska, np. podcinanie stoku przez wody powierzchniowe, cyrkulacja wód gruntowych w obrębie koluwiów, itp.

W obrębie gminy Brenna stwierdzono aktywność lub okresową aktywność 67 osuwisk, przy czym najczęściej są to niewielkie fragmenty odmłodzonych osuwisk starych. Aktywność osuwisk ma szczególne znaczenie w obszarach zabudowanych, gdzie ruchy masowe mogą skutkować szkodami materialnymi. W gminie rozpoznano 7 osuwisk aktywnych, bądź okresowo aktywnych, które mogą zagrażać zabudowie i infrastrukturze drogowej. Należy zaznaczyć, że w czasie prac terenowych tylko w jednym przypadku stwierdzono uszkodzenia budynków i nawierzchni drogowej związanych z ruchami masowymi. Uszkodzenia te przejawiały się poprzez spękania elewacji budynków mieszkalnych (w większości letniskowych), pęknięcia w murach oporowych oraz deformacjami nawierzchni asfaltowych w obrębie osuwiska nr 78 w Brennej – Bukowa na osiedlu Klimorówka. Poprzez gęstą zabudowę powierzchnia stoku została silnie

przeobrażona, przez co formy osuwiskowe są bardzo słabo czytelne. Wyraźnie zaznacza się tylko fragment skarpy głównej, skarpy wtórne oraz w dolnej części niezabudowanej – pagóry w obrębie jęzora. Zasięg tego osuwiska też nie jest jednoznaczny. Dalsze ruchy osuwiskowe mogą zagrażać zabudowie i infrastrukturze. Na przeciwstoku rozpoznano osuwisko aktywne nr 76. W jego obrębie zlokalizowane jest gospodarstwo, które może być poważnie uszkodzone dalszymi ruchami masowymi. Obecnie aktywny jęzor nie powoduje uszkodzeń tych obiektów budowlanych.

Osuwisko nr 20 należy do małych, przypotokowych osuwisk w Brennej Spalanej, które powstało po intensywnych opadach atmosferycznych w maju 2010 r. Jest ono związane z erozją boczną potoku. Dalsze pogłębianie się tego potoku i silne opady atmosferyczne mogą w przyszłości prowadzić do dalszej erozji bocznej, retrogresji skarpy głównej, a co za tym idzie do zagrożenia zabudowy mieszkalnej znajdującej się w bliskim sąsiedztwie tego osuwiska.

Podobna sytuacja obserwowana jest w przypadku sąsiadujących ze sobą osuwisk nr 27 i 28 w Brennej Spalanej. Są to również osuwiska małe, wykształcone w skarpach przykorytowych. Odmłodzone one zostały w 2010 r, a cofanie się skarp wtórnych zagraża drodze asfaltowej. Dalsza retrogresja tych skarp, może powodować zniszczenie drogi.

Osuwisko nr 89 w Brennej Leśnicy (Na Koryścionkę) należy do większych w gminie Brenna. Jest to osuwisko skalne, złożone, o wielu etapach rozwoju. Okresową aktywność tego osuwiska stwierdzono w górnej jego części. W strefie tej widoczne są pagóry w obrębie jęzora osuwiskowego oraz szczeliny. Znajdujące się tam gospodarstwo nie wykazuje żadnych uszkodzeń. Dalsza jednak aktywność osuwiska może spowodować uszkodzenia obiektów budowlanych. Aktywnością w dolnej części charakteryzuje się osuwisko nr 91. Jest to osuwisko złożone z wieloma formami wewnątrzosuwiskowymi. W części aktywnej znajduje się gospodarstwo domowe. Nie stwierdzono jednak żadnych uszkodzeń.

4. MONITORING

Na obszarze gminy Brenna, nie są prowadzone prace monitorujące aktywność występujących tam osuwisk. Obserwacje doraźne prowadzone są tylko w przypadku osuwisk powstałych w 2010 r. Są nimi osuwiska nr: 20, 74, 92. Sugeruje się prowadzenie stałych obserwacji aktywności w odniesieniu do osuwisk aktywnych i okresowo aktywnych, które mogą zagrażać budynkom i infrastrukturze drogowej. Stały monitoring najbardziej byłby przydatny dla osuwiska nr 78, gdzie w jego obrębie jak i wokół znajduje się kilkadziesiąt budynków.

Wszystkie osuwiska nieaktywne, na których zlokalizowana jest zabudowa i obszary zagrożone wymagają stałych obserwacji terenowych prowadzonych przez geologa. Pozostałe osuwiska aktywne i okresowo aktywne z racji, że nie zagrażają bezpośrednio budynkom i infrastrukturze drogowej, na dzień dzisiejszy nie wymagają monitorowania.

5. OCENA POTENCJALNEGO ROZWOJU RUCHÓW MASOWYCH

Na uruchomienie nowych osuwisk, uaktywnienie osuwisk nieaktywnych lub okresowo aktywnych, czy też ciągłe spełzanie w osuwiskach aktywnych, mają wpływ głównie czynniki klimatyczne. Są to zarówno deszcze długotrwałe (rozlewne) jak i opady nawalne oraz gwałtowne topnienie śniegów na wiosnę. Zwiększona ilość wód opadowych na danym terenie zwiększa przepływ w ciekach, które z kolei mogą przez erozję boczną podcinać zbocza. Przyczyną uaktywnienia ruchów masowych mogą być również źle wykonane prace inżynierskie takie jak: odwodnienia, podcinanie zboczy, profilowanie skarp, niewłaściwie prowadzone prace budowlane, a także – pozbawianie dużych powierzchni terenu trwałej szaty roślinnej, zazwyczaj podczas wycinki lasu. Mniejszym zagrożeniem dla obiektów inżynierskich są osuwiska rozwijające się na bardzo stromych stokach erozyjnych i skarpach przykorytowych, które zazwyczaj nie są zagospodarowywane. Należy jednak pamiętać, iż jakiegokolwiek prace budowlane należy planować i wykonywać w pewnej odległości od granic osuwisk.

Potencjalny rozwój ruchów masowych dotyczy zarówno osuwisk jak i obszarów zagrożonych. Osuwiska nawet nieaktywne, mogą w przyszłości zostać odnowione w czasie intensywnych opadów atmosferycznych lub poprzez obciążenie stoku zabudową. Wszelkie plany inwestycyjne na tych obszarach muszą być zatem poprzedzone szczegółowym badaniem geologiczno-inżynierskim. Z tych samych przyczyn mogą powstać osuwiska w obszarach zagrożonych ruchami masowymi.

6. WNIOSKI

Na terenie gminy Brenna zarejestrowano 176 osuwisk, co oznacza że średnio na 1 km² przypada 1,84 osuwiska. Ze względu na bardzo duże powierzchnie, jakie zajmują osuwiska w badanej Gminie, bardziej miarodajny jest wskaźnik osuwiskowości powierzchniowej, który dla obszaru gminy Brenna wynosi 21,13%. Najwięcej osuwisk występuje na południowych stokach Gór Błatniej, Stołów i Trzy Kopce oraz na W stokach zlokalizowanych w dolinach Leśnicy i Hołcyny.

Osuwiska w gminie Brenna obejmują zarówno obszary zabudowane jak i rolne oraz leśne. Szczególnie zabudowane osuwisko lokalizuje na osiedlu Chrobacze (osuwisko nr 78). Jest to osuwisko aktywne, w wyniku czego uszkodzane są obiekty budowlane. Zabudowania mieszkalne i infrastruktura drogowa znajdują się jeszcze w obrębie kilkudziesięciu osuwisk. 7 z nich jest aktywnych, pozostałe zaś sklasyfikowano jako nieaktywne. Pozostałe osuwiska, z wyjątkiem pojedynczych przypadków, lokalizują się poza obszarami zabudowanymi, najczęściej w lasach i strefach przypotokowych.

Ze względu na stopień aktywności osuwiska podzielono na trzy grupy: aktywne (A), okresowo aktywne (O) i nieaktywne (N). Powierzchnie osuwisk aktywnych i okresowo aktywnych powinny być z zasady wyłączone z planowanej zabudowy. W przypadkach koniecznych, np. budowy lub remontu dróg w tych obszarach, należy przewidzieć specjalne badania geologiczno-inżynierskie poprzedzające etap projektowania prac budowlanych. Badania te powinny określać warunki geologiczne podłoża w kontekście ewentualnych ruchów masowych.

Uwagi dla administracji publicznej dotyczące planowania przestrzennego *Osuwiska aktywne* wyróżniają się wyraźną i czytelną rzeźbą z charakterystycznym zespołem form: skarpy, szczeliny, nabrzmienia powierzchni terenu, zerwania darni, występowanie zagłębień bezodpływowych i naturalnych zbiorników wodnych oraz wysięki wód gruntowych (młaki). Są to obszary nie nadające się pod budownictwo, gdyż zachodzące w nich procesy grawitacyjnego przemieszczania koluwiów, występują ciągle (o różnym stopniu natężenia) lub skokowo. Procesy te powodują i będą powodować stałe zniszczenia istniejących obiektów budowlanych. Ponadto stabilizacja w całości dużego czynnego osuwiska może być bardzo kosztowna, a stabilizacja tylko jego części może nie dać oczekiwanych efektów.

Osuwiska okresowo aktywne obejmują formy, w których nie stwierdzono śladów współczesnych lub niedawnych (w czasie ostatnich 5 lat) przemieszczeń osuwiskowych gruntu, jednak procesy takie miały miejsce prawdopodobnie w okresie ostatnich 50 lat. W takich obszarach prawdopodobieństwo uaktywnienia całego osuwiska lub jego części jest duże. Tego typu osuwiska także należą do terenów zagrożonych. Również i tu nie należy przewidywać nowych inwestycji w planach zagospodarowania przestrzennego. Jednakże na podstawie badań geologiczno-inżynierskich całego obszaru danego osuwiska można zweryfikować dane pochodzące z obserwacji terenowych i wskazać tereny dla budownictwa lekkiego (z wyłączeniem budownictwa wielokondygnacyjnego, ciężkiego, wielkokubaturowego).

Osuwiska nieaktywne obejmują formy w obrębie których, w czasie co najmniej ostatnich 50 lat, nie stwierdzono wyraźnych śladów przemieszczeń. Nie oznacza to jednak, że nie podlegają one procesom osuwiskowym. Sugeruje się, aby w tych obszarach ograniczać budownictwo (zwłaszcza wielkokubaturowe, ciężkie), a do każdego planowanego obiektu przygotować wcześniej dokumentację geologiczno-inżynierską określającą warunki podłoża w odniesieniu do ewentualnych ruchów grawitacyjnych.

Na terenie gminy Brenna wyznaczono 9 terenów zagrożonych ruchami masowymi. Budownictwo na tych terenach może być dopuszczone, ale po wykonaniu wcześniejszej dokumentacji geologiczno-inżynierskiej określającej warunki podłoża w kontekście ewentualnego powstania osuwisk i spełnieniu zawartych w nich zaleceń.

7. SPIS LITERATURY

- Bober L., 1984 — Rejony osuwiskowe w polskich Karpatach fliszowych i ich związek z budową geologiczną regionu. *Biul. Inst. Geol.*, 340: 115–162..
- Burtan J., 1973 — Szczegółowa mapa geologiczna Polski 1:50 000, arkusz Wisła. Instytut Geologiczny, Warszawa
- Grabowski D., Marciniec P., Mrozek T., Nescieruk P., Rączkowski W., Wójcik A., Zimna Z., 2008 — Instrukcja opracowania Mapy osuwisk i terenów zagrożonych ruchami masowymi w skali 1: 10 000. Państw. Inst. Geol. Warszawa.
- Chowaniec J., Kolasa K., Nawrocka D., Witek K., Wykowski A., 1975 — Katalog osuwisk. *Centr. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol.*, Oddz. Karpacki, Kraków (nr inw. 3111; nr kat. R/184).
- Klimaszewski M., 1946 — Podział morfologiczny południowej Polski. *Czas. geogr.*, 17 (3/4): 133-180.
- Krzempek U, Krzempek J., 2010 — Ekspertyza geologiczna działka nr 461/7 Brennej w obszarze oddziaływania osuwiska. Dokumentacja Geologiczna. Powiatowy Inspektorat nadzoru budowlanego w Cieszynie.
- Lewandowski J., Wojciechowski T., 2010 — Program prac geologicznych dla opracowania obszaru Gminy Brenna. Mapy osuwisk i terenów zagrożonych ruchami masowymi, w skali 1:10 000.
- Mrozek T., 2009 — Ocena zagrożenia osuwiskowego i związanego z nim ryzyka przy wykorzystaniu metod GIS na przykładzie okolic Szymbarku, Beskid Niski. Praca doktorska. Archiwum PIG Kraków – niepublikowana, 186 s.
- Nescieruk P., 2001 — Szczegółowa mapa geologiczna Polski 1 : 50 000, arkusz Wisła. Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
- Nescieruk P., Wójcik A., 2000a — Szczegółowa mapa geologiczna Polski 1 : 50 000, arkusz Skoczów. Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
- Nescieruk P., Wójcik A., 2000b — Objaśnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski 1 : 50 000, arkusz Skoczów. Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
- Pagaczewski S., 1972 — Catalogue of Eartquakes in Poland in 1000–1970 Years. *Mat. i Prace Inst. Geofiz. PAN*, 51: 3-36.
- Sawicki L., 1909 – Z fizjografii Karpat Zachodnich. *Archiwum Naukowe*, Lwów. Dział II, t.I, z. 5.

- Starkel L. 1960 — Rozwój rzeźby Karpat fliszowych w holocenie. *Prace geograficzne* 22: 63–85.
- Starkel L., 1972 – Charakterystyka rzeźby polskich Karpat (i jej znaczenie dla gospodarki ludzkiej). *Problemy Zagospodarowania Ziemi Górskich*, 10: 75–150.
- Wojciechowski T., 2010 – Geologiczna analiza osuwisk z wykorzystaniem satelitarnej interferometrii radarowej na przykładzie rejonu Nowego Sącza. Praca doktorska. Biblioteka WNoZ Uniwersytet Śląski, Sosnowiec – niepublikowana, 133 s.
- Wójcik A., 1997 – Osuwiska w dorzeczu Koszarawy – strukturalne i geomorfologiczne ich uwarunkowania (Karpaty Zachodnie, Beskid Żywiecki). *Biul. Państw. Inst. Geol.*, 376: 5-42.
- Wójcik A., Mrozek T., 2002 – Landslides in the Carpathian Flysh. [w:] Ciesielczuk J., Ostaficzuk S. (eds), *Proceedings of the Tenth International Conference and Fieldtrip on Landslides*, 151-167.
- Wójcik A., Zimnal Z., 1996 – Osuwiska wzdłuż doliny Sanu między Bachórczem a Rzeczpołem (Karpaty, Pogórze Karpackie). *Biul. Inst. Geol.*, 374: 77–91.
- Zabuski L., Thiel K., Bober L., 1999 – Osuwiska we fliszu Karpat polskich. *Geologia – modelowanie - obliczenia stateczności*. Wyd. IBW PAN, Gdańsk.
- Żytko K., Zając R., Gucik S., Ryłko W., Oszczytko N., Garlicka I., Nemčok J., Eliáš M., Menčík E., Stráňík Z., 1989 – Map of Tectonic Elements of the Western Outer Carpathians and their Foreland. [w:] Poprawa D., Nemčok J. (eds.), *Geological Atlas of the Western Carpathians and their Foreland*. Warszawa.

Tabela 1. Zestawienie osuwisk na terenie gminy Brenna

Nr roboczy osuwiska na mapie autorskiej	Nr osuwiska w bazie SOPO	Miejscowość	Stopień aktywności A – aktywne O – okresowo aktywne N – nieaktywne	Uwagi dotyczące monitoringu
1	29319	Górki Wielkie	N	
2	29320	Górki Wielkie	N	
3	29800	Górki Wielkie	N	
4	29801	Górki Wielkie	N	
5	29802	Górki Wielkie	N	
6	29803	Górki Wielkie	N	
7	28961	Górki Wielkie	N	
8	29084	Górki Wielkie	O	
9	29805	Brenna	N	
10	29806	Brenna	O	
11	29807	Brenna	O	
12	29321	Brenna	N	
13	29322	Brenna	N	
14	29323	Brenna	N	
15	29324	Brenna	N	
16	29761	Brenna	N, O	
17	29325	Brenna	N	
18	29326	Brenna	N	
19	29327	Brenna	O	
20	29762	Brenna	A	
21	29808	Brenna	N	
22	29809	Brenna	O	
23	29810	Brenna	N	
24	28960	Brenna	N	
25	28957	Brenna	N	
26	28958	Brenna	O	
27	29328	Brenna	A	
28	29329	Brenna	A	
29	29811	Brenna	N	
30	28970	Brenna	N	
31	28991	Brenna	N	
32	28971	Brenna	N	
33	28972	Brenna	N	
34	29330	Brenna	N	
35	29331	Brenna	N	
36	29332	Brenna	N	
37	29333	Brenna	N	
38	29757	Brenna	N	
39	29758	Brenna	N, O	
40	29755	Brenna	N	
41	28983	Brenna	N, O	
42	28984	Brenna	N	
43	28985	Brenna	N	
44	28975	Brenna	N	
45	28976	Brenna	N, A	
46	28977	Brenna	N	

47	28978	Brenna	N	
48	29812	Brenna	N	
49	28968	Brenna	A	
50	28969	Brenna	N, O	
51	28973	Brenna	O	
52	29334	Brenna	N	
53	29335	Brenna	N	
54	29336	Brenna	N	
55	29337	Brenna	N	
56	29338	Brenna	N	
57	29299	Brenna	N	
58	29300	Brenna	O	
59	29301	Brenna	N	
60	28989	Brenna	N, O, A	
61	29754	Brenna	N, O, A	
62	29756	Brenna	N, O	
63	29759	Brenna	N	
64	28959	Brenna	N	
65	28980	Brenna	N	
66	29760	Brenna	N, O, A	
67	28997	Brenna	N	
68	28996	Brenna	A	
69	28982	Brenna	N	
70	28979	Brenna	N, O	
71	29309	Brenna	A	
72	29310	Brenna	N, A	
73	29311	Brenna	A	
74	29312	Brenna	A	
75	28974	Brenna	N, O	
76	29302	Brenna	N, A	
77	29303	Brenna	N	
78	29304	Brenna	A	monitoring
79	29305	Brenna	N	
80	29306	Brenna	O	
81	29307	Brenna	N	
82	28987	Brenna	N	
83	28988	Brenna	N, O, A	
84	28995	Brenna	A	
85	28994	Brenna	N	
86	28993	Brenna	N	
87	28992	Brenna	N	
88	28990	Brenna	N	
89	29313	Brenna	N, O	
90	29763	Brenna	N	
91	29764	Brenna	N, O, A	
92	29813	Brenna	A	
93	29814	Brenna	N	
94	29765	Brenna	N	
95	29766	Brenna	N	
96	29308	Brenna	N	
97	29767	Brenna	N	
98	29768	Brenna	N	
99	29769	Brenna	N	

100	29770	Brenna	N	
101	29771	Brenna	N	
102	29314	Brenna	N, A	
103	28949	Brenna	A	
104	28948	Brenna	N	
105	28947	Brenna	N	
106	28952	Brenna	O, A	
107	28986	Brenna	N	
108	29772	Brenna	N	
109	29773	Brenna	N	
110	29774	Brenna	N, A	
111	29775	Brenna	A	
112	29776	Brenna	N	
113	29815	Brenna	N	
114	29777	Brenna	N	
115	29778	Brenna	N	
116	29816	Brenna	N, O	
117	29779	Brenna	O	
118	29780	Brenna	N	
119	29781	Brenna	N	
120	29782	Brenna	O	
121	29783	Brenna	N	
122	29784	Brenna	N	
123	29785	Brenna	N	
124	29786	Brenna	N	
125	29787	Brenna	N	
126	29788	Brenna	O	
127	29789	Brenna	N	
128	28951	Brenna	N	
129	28950	Brenna	O	
130	28953	Brenna	N, O	
131	28954	Brenna	N, O	
132	29790	Brenna	N, O, A	
133	29791	Brenna	N, O, A	
134	29817	Brenna	N	
135	29818	Brenna	N	
136	29792	Brenna	N	
137	29793	Brenna	N, O	
138	28955	Brenna	N, O	
139	28956	Brenna	O, A	
140	29315	Brenna	N, O	
141	29819	Brenna	N	
142	29820	Brenna	N	
143	29821	Brenna	N	
144	29822	Brenna	N	
145	28962	Brenna	N	
146	29316	Brenna	N, O	
147	29317	Brenna	N	
148	29823	Brenna	N	
149	29293	Brenna	N	
150	29294	Brenna	N, A	
151	29295	Brenna	N, A	
152	29296	Brenna	N	

153	29297	Brenna	O	
154	29298	Brenna	A	
155	29794	Brenna	N, O	
156	28964	Brenna	N	
157	28963	Brenna	N, O	
158	29318	Brenna	N	
159	29287	Brenna	N	
160	29288	Brenna	N	
161	29289	Brenna	N	
162	29290	Brenna	N	
163	29291	Brenna	N, O	
164	29292	Brenna	N, A	
165	29824	Brenna	N	
166	29825	Brenna	N	
167	29826	Brenna	N	
168	28966	Brenna	N	
169	29827	Brenna	N	
170	28965	Brenna	N, O	
171	28967	Brenna	N, O	
172	29795	Brenna	N	
173	29796	Brenna	N, A	
174	29797	Brenna	N	
175	29798	Brenna	N, A	
176	29799	Brenna	N	

**Tabela 2. Zestawienie terenów zagrożonych ruchami masowymi
na terenie gminy Brenna**

Nr roboczy terenu zagrożonego na mapie autorskiej	Nr terenu zagrożonego w bazie SOPO	Miejscowość
1	4196	Brenna
2	4198	Brenna
3	4197	Brenna
4	4199	Brenna
5	4200	Brenna
6	4201	Brenna
7	4202	Brenna
8	4203	Brenna
9	4204	Brenna