

Zamawiający: **Powiat Kielecki – Starostwo Powiatowe w Kielcach**

Wykonawca: **GEOCONSULT Sp. z o.o. w Kielcach**

**Rejestr terenów zagrożonych ruchami masowymi ziemi oraz  
terenów, na których te ruchy występują dla gminy Morawica  
- objaśnienia tekstowe**

**Opracowali**



mgr Dariusz Wieczorek  
upr. geolog. nr VIII-0134

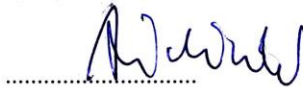
przy współpracy:



mgr inż. Andrzej Stoiński  
upr. geolog. nr VIII-0138



mgr inż. Rafał Dąbrowski  
upr. geolog. nr VII-1316



dr Artur Zieliński  
Instyt. Geogr., UJK w Kielcach

**Dyrektor**

  
**GEOCONSULT Sp. z o.o.**

Andrzej Stoiński  
Prezes Zarządu

**GEOCONSULT Sp. z o.o.**  
25-640 Kielce, ul. Jurajska 6/40  
NIP 959 166 72 83, REG. 260002003  
tel. 41 345 33 94  
biuro@geoconsult.kie.pl

**Kielce, 2016 r.**

**GEOCONSULT Sp. z o.o., 25-640 KIELCE, ul. Jurajska 6/40, tel. 41 345-33-94**  
NIP 9591667283 REGON 260002003, biuro@geoconsult.kie.pl; www.geoconsult.kie.pl

**GEOLOGIA & ŚRODOWISKO**

Spółka istnieje od 2004 r. KRS 0000224446 Sąd Rejonowy w Kielcach Kapitał zakładowy: 50.000,00 PLN

## **SPIS TREŚCI:**

<b>1. WSTĘP.....</b>	<b>4</b>
<b>2. WSTĘPNA CHARAKTERYSTYKA OBSZARU BADAŃ .....</b>	<b>7</b>
<b>3. BUDOWA GEOLOGICZNA .....</b>	<b>10</b>
3.1. UTWORY GEOLOGICZNE – LITOLOGIA I STRATYGRAFIA ORAZ UWARUNKOWANIA TEKTONICZNE I STRUKTURALNE...	14
3.2. GEOTECHNICZNE CECHY SKAŁ I GRUNTÓW.....	19
<b>4. UKSZTAŁTOWANIE POWIERZCHNI TERENU, GEOMORFOLOGIA ORAZ HYDROGRAFIA .....</b>	<b>22</b>
4.1. UKSZTAŁTOWANIE POWIERZCHNI TERENU OBSZARU BADAŃ, GEOMORFOLOGIA .....	23
4.2. HYDROGRAFIA .....	29
<b>5. DOTYCHCZASOWE DANE O OSUWISKACH I TZRM Z OBSZARU BADAŃ.....</b>	<b>30</b>
<b>6. WYNIKI PRAC NA OBSZARZE GMINY MORAWICA .....</b>	<b>33</b>
<b>7. OCENA POTENCJALNEGO ROZWOJU RUCHÓW MASOWYCH NA OBSZARZE GMINY MORAWICA..</b>	<b>36</b>
7.1. ZALECENIA DLA ADMINISTRACJI PUBLICZNEJ DOTYCZĄCE PLANOWANIA PRZESTRZENNEGO.....	37
<b>8. WNIOSKI .....</b>	<b>38</b>
<b>9. LITERATURA .....</b>	<b>39</b>

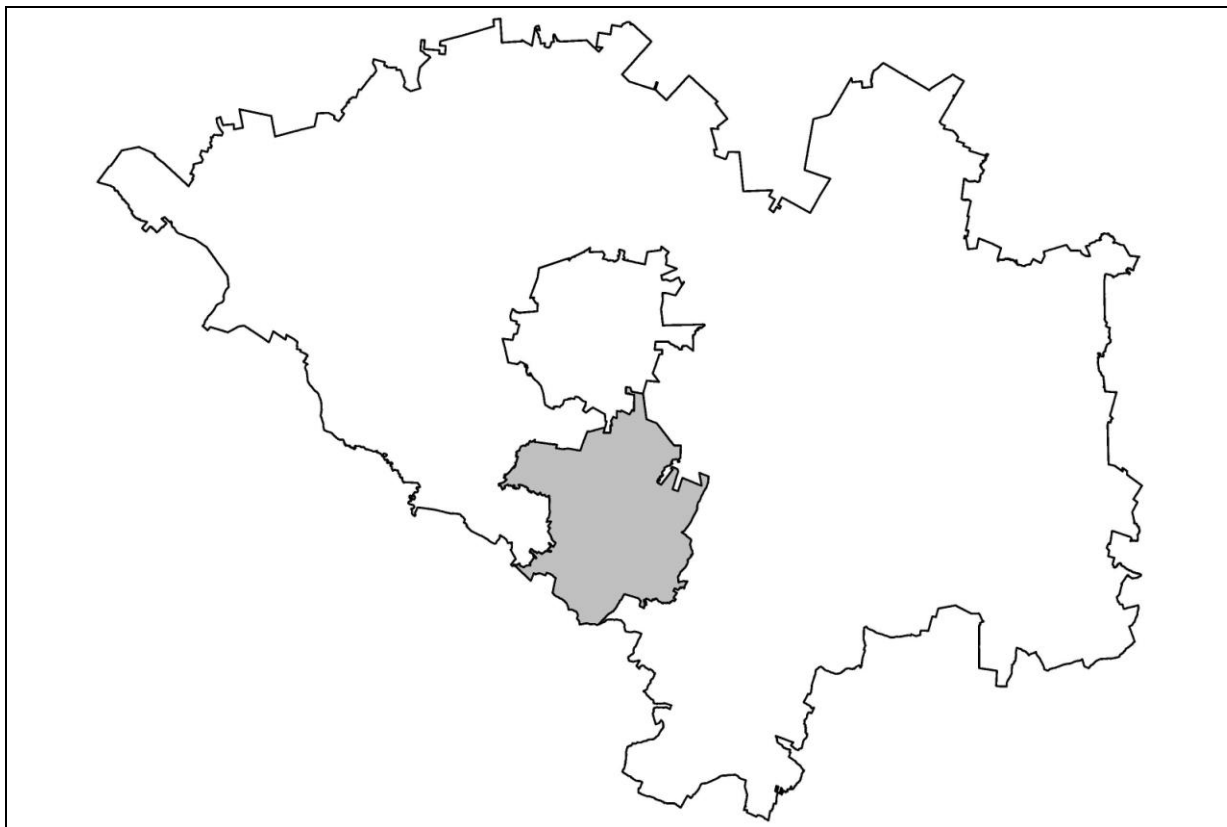
## Spis figur

Fig. 1. Gmina Morawica w granicach powiatu kieleckiego	str. 4
Fig. 2. Mapa obszaru gminy Morawica	str. 8
Fig. 3. Położenie rezerwatu przyrody Radomice na tle obszaru badań	str. 10
Fig. 4. Ukształtowanie powierzchni terenu na obszarze gminy Morawica	str. 24
Fig. 5. Nachylenie stoków i zboczy na obszarze gminy Morawica	str. 27
Fig. 6. Lokalizacja obszarów górniczych na obszarze gminy Morawica ( <a href="http://www.pgi.gov.pl">www.pgi.gov.pl</a> )	str. 28
Fig. 7. Mapa osuwisk i obszarów predysponowanych do występowania ruchów masowych na terenie powiatu kieleckiego ( <a href="http://geoportal.pgi.gov.pl/portal/page/portal/SOPO/">http://geoportal.pgi.gov.pl/portal/ page/portal/SOPO/</a> )	str. 31
Fig. 8. Osuwisko i obszary predysponowane do występowania ruchów masowych na terenie gminy Morawica ( <a href="http://geoportal.pgi.gov.pl/portal/page/portal/SOPO/">http://geoportal.pgi.gov.pl/ /portal/page/portal/SOPO/</a> )	str. 32

## 1. WSTĘP

Opracowanie „**Rejestr terenów zagrożonych ruchami masowymi ziemi oraz terenów, na których te ruchy występują dla gminy Morawica**”, powstało na podstawie umowy z dnia 15 kwietnia 2016 r. z Powiatem Kieleckim – Starostwem Powiatowym w Kielcach.

Celem prac było wykartowanie geologiczno-geomorfologiczne osuwisk i terenów zagrożonych ruchami masowymi ziemi na obszarze gminy Morawica (por. Fig. 1). Przeanalizowano budowę geologiczną obszaru opracowania, ukształtowanie powierzchni terenu, geomorfologię i hydrografię, dokonano analizy danych archiwalnych. Wykonano też kartowanie geologiczno-geomorfologiczne.



**Fig. 1.** Gmina Morawica w granicach powiatu kieleckiego

Opracowanie wykonano z godnie z Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 20 czerwca 2007 r. w sprawie informacji dotyczących ruchów masowych ziemi oraz Instrukcją opracowania Mapy osuwisk i terenów zagrożonych ruchami masowymi w skali 1:10 000 (Grabowski i in. 2008).

Za Grabowskim (2006) oraz Jaroszewskim i in. (1985) można przyjąć, iż **osuwisko** jest miejscem (i formą) gdzie w wyniku osuwania (grawitacyjnego ześlizgiwania się), dochodzi

do dość nagłego przemieszczenie mas ziemnych i/lub skalnych podłoża, po jednej, lub kilku powierzchniach poślizgu. Osuwanie może być wywołane siłami przyrody (procesy naturalne, np. wzrostem wilgotności skał, erozyjnym podcięciem zbocza, drganiami wywołanymi trzęsieniem ziemi) lub spowodowane działalnością człowieka (modelowanie zboczy i stoków, obciążenie). W wyniku osuwania, na stoku najczęściej występują: nisza osuwiskowa – czyli miejsce skąd materiał ziemny lub skalny oderwał się; rynna osuwiskowa – czyli miejsce jego transportu oraz jezior osuwiskowy – czyli miejsce gdzie został on odłożony. Przemieszczone masy ziemne i skalne noszą nazwę koluwium.

Z kolei **terenem predysponowanym** do rozwoju ruchów masowych jest taki obszar, gdzie ze względu na uwarunkowania podłoża oraz ukształtowanie jego powierzchni, nie można wykluczyć ich powstania. W obrębie terenu zagrożonego mogą zachodzić zjawiska spęływania. W przeszłości mogły pojawiać się procesy soliflukcji (w okresach zlodowaceń), czy tworzenia pokryw peryglacjalnych, deluwialnych, itp. Mogły też zachodzić procesy osuwania, po których nie zachowały się formy osuwiskowe, zniszczone w wyniku denudacji.

Osuwiska mogą być związane z lejami źródłowymi, stokiem (górnym, środkowym, dolnym, całym), skarpą przykorytową, zboczem naturalnego lub sztucznego zbiornika wodnego, skarpą wykopu (drogowego, kolejowego, budowlanego), skarpą nasypu (drogowego, kolejowego, budowlanego), skarpą wyrobiska odkrywkowego, w sytuacjach pośrednich lub innych (por. Grabowski i in. 2008). Stok może być wypukły, wklęsły, wypukło-wklęsły, prosty, lub inny (np. przekształcony antropogenicznie).

W aspekcie układu geologicznego (Grabowski i in. 2008) występują:

- osuwiska **asekwentne** (powstałe w wyniku ścięcia w jednorodnych i niezaburzonych utworach, np. iłach, lessach, piaskach);

- osuwiska **konsekwentne** (powstałe w wyniku przemieszczenia mas skalnych po powierzchni strukturalnej zorientowanej równolegle lub w przybliżeniu równolegle do powierzchni stoku; może to być płaszczyzna rozdzielająca skały podłoża od pokrywy skał luźnych, np. zwietrzliny, deluwiów, itp., lub powierzchnia warstwowania; os. k.-strukturalne, os. k.-szczelinowe, os. k.-zwietrzelinowe);

- osuwiska **insekwentne** (powstałe w wyniku przemieszczenia gruntów, gdy kierunek ruchu jest zorientowany skośnie do istniejących powierzchni strukturalnych);

- osuwiska **obsekwentne** (powstałe w wyniku przemieszczenia mas skalnych, które zachodzi poprzecznie do biegu warstw);

- osuwiska **subsekwentne** (powstałe poprzez zsuw mas skalnych wzdłuż czołowych powierzchni ławic w kierunku zgodnym z ich biegiem);

- osuwiska **złożone** (przemieszczanie mas skalnych zachodzi na podłożu o różnej konfiguracji układu warstw, np. zaburzonych tektonicznie, glacitektonicznie).

Według rodzaju materiału, z którego rozwinęło się osuwisko (Grabowski i in. 2008) mamy: os. **gruntowe** (ziemne), os. **zwietrzliny na skalnym podłożu** (zwietrzelinowe), os. **skalne**, os. **skalno-zwietrzelinowe**, os. **mieszane**. Osuwisko gruntowe rozwinęte jest w skałach nieskonsolidowanych, gdzie dominują utwory typu piasek, pył, il. Osuwisko zwietrzelinowe rozwinęte jest w utworach nieskonsolidowanych, pochodzących głównie z wietrzenia skał lub wzdłuż ich kontaktu z litą skałą. Osuwisko skalne rozwinęte jest w obrębie skał zwięzłych (udział zwietrzliny jest niewielki). Osuwisko skalno-zwietrzelinowe obejmuje skały zwięzłe z pokrywą zwietrzelinową. Osuwisko mieszane rozwinęło się na różnych rodzajach podłoża, obejmuje skały, nasypy antropogeniczne.

Klasyfikacja osuwisk ze względu na dominujący typ ruchu przedstawia się następująco (por. Grabowski i in. 2008): **obryw, zsuw, zsuw translacyjny, zsuw rotacyjny, spływanie, spelzywanie, złożony** (zmienny). Obryw (obrywanie) to oderwanie utworów i przemieszczanie w wyniku spadku swobodnego. Zsuw (osuwanie) to proces grawitacyjnego przemieszczania się utworów geologicznych w dół stoku wzdłuż jednej lub kilku powierzchni, przy zerwaniu ciągłości z podłożem. Ruch (zsuw) translacyjny powstaje przez ścięcie wzdłuż w przybliżeniu płaskich powierzchni, które nawiązywać mogą do granicy zwietrzelina – skała niezwietrzała, powierzchni litologicznej lub tektonicznej w skałach litych, powierzchni litologicznych w skałach o naprzemianległym ułożeniu gruntów spoistych i niespoistych (por. Zabuski i in. 1999). W ośrodku jednorodnym występuje ruch (zsuw) rotacyjny i ma najczęściej kształt łyżki lub wycinka walca (Zabuski i in. 1999). Ruch ten występuje rzadko gdyż rzadko spotyka się masywy jednorodne. Ruchy rotacyjne zachodzą głównie na zboczach zbudowanych ze względnie jednorodnych ilów, niekiedy także w zboczach utworzonych z materiału ziarnistego, lub bardzo gęsto spękanego, zwietrzałego i jednorodnego masywu skalnego przy udziale wysokiego ciśnienia wód porowych. Spływ może powstać w materiale nieskonsolidowanym i niekoniecznie musi wynikać z zawodnienia ośrodka (Zabuski i in. 1999). Ruch ten jest płytki. W trakcie spływania następuje całkowita zmiana pierwotnej struktury przemieszczających się utworów (Grabowski i in. 2008). W zależności od frakcji spływającego materiału można wyróżnić: spływy gruzowe (materiał grubookruchowy), spływy gruzowo-błotne (mat. grubookruchowy w drobnookruchowym matriks), spływy błotne, ziemne (materiał drobnoziarnisty). Spelzywanie czyli powolne

przemieszczanie się utworów w dół stoku polegające na deformacji plastycznej (Grabowski i in. 2008). Ruch złożony (zmienny) będący połączeniem różnych ruchów w sensie jakościowym (np. spływ, ruch rotacyjny, ruch translacyjny) i w sensie czasowym (por. Zabuski i in. 1999). Procesy takie jak spelzywanie, mogą dawać w pewnych warunkach formy podobne do osuwisk, jednak nimi nie będące.

Klasyfikacja osuwisk ze względu na stopień aktywności (Grabowski i in. 2008):

- **aktywne ciągle** (tj. pozostające w ciągłym ruchu lub którego objawy aktywności występowały w trakcie prowadzenia rejestracji albo w ciągu ostatnich 5 lat);

- **aktywne okresowo** (tj. takie w obrębie którego objawy aktywności występowały w nieregularnych odstępach czasu w ciągu ostatnich 50 lat);

- **nieaktywne** (tj. w obrębie którego nie obserwowano i nie udokumentowano objawów aktywności w ciągu ostatnich 50 lat).

## 2. WSTĘPNA CHARAKTERYSTYKA OBSZARU BADAŃ

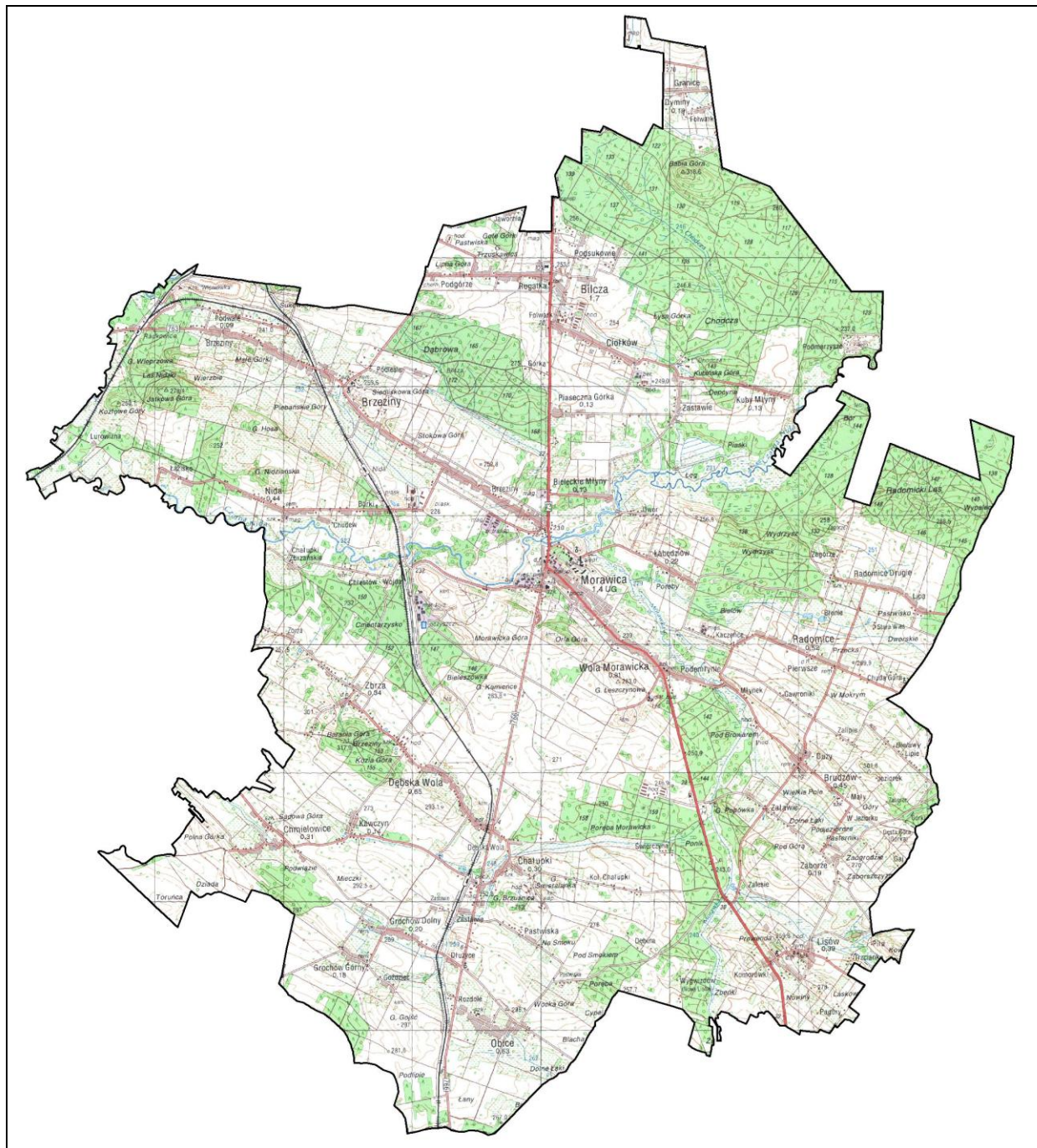
Opisem objęto obszar gminy Morawica o powierzchni 140,22 km<sup>2</sup>. Granice gminy przyjęto za Państwowym Rejestrem Granic (<http://www.codgik.gov.pl/>). Gminę zamieszkuje około 14,6 tys. osób, a stanowią ją 24 wsie: Bieleckie Młyny, Bilcza, Brudzów, Brzeziny, Chałupki, Chmielowice, Dębska Wola, Drochów Dolny, Drochów Górny, Dyminy-Granice, Kawczyn, Kuby Młyny, Lisów, Łabędziów, Morawica, Nida, Obice, Piaseczna Górka, Podwale, Radomice Pierwsze, Radomice Drugie, Wola Morawicka, Zaborze, Zbrza (<http://www.morawica.pl/>).

Obszar gminy Morawica znajduje się na południe od Kielc. Położony jest on w obrębie: Gór Świętokrzyskich (342.34-5) i Pogórza Szydłowskiego (342.37), na Wyżynie Kieleckiej (342.3). Jednostki te wchodzą w obręb Wyżyny Małopolskiej i Wyżyn Polskich (Kondracki 2001).

W rejonie Kielc roczna wielkość opadów wynosi *ca* 630 mm (Mityk 1981; Koślacz i in. 2006). Z obserwacji wieloletnich (1971-2000) wynika, iż wiosną wielkość opadów wynosi tutaj około 120-130 mm (dane IMGW). W okresie letnim jest to około 220-250 mm, jesienią 125-150 mm, a zimą około 100-125 mm (dane IMGW). W rozważaniach dotyczących osuwisk w zakresie opadów w rachubę wchodzi dwa okresy: wiosenny – niekiedy połączony z gwałtownymi roztopami pokrywy śnieżnej oraz letni, związany często z opadami burzowymi, deszczami nawalnymi czy rozlewnymi (por. Mrozek i in. 2000; Gorczyca 2002; Starkel 2011). Woda przemieszczająca się w obrębie skał, w pokrywie zwietrzelinowej lub w utworach nieskonsolidowanych, powoduje w naturalny sposób osłabienie ich spójności



(kohezji). Z kolei wody płynące w ciekach, podcinając zbocza, powodują osłabienie ich stateczności.



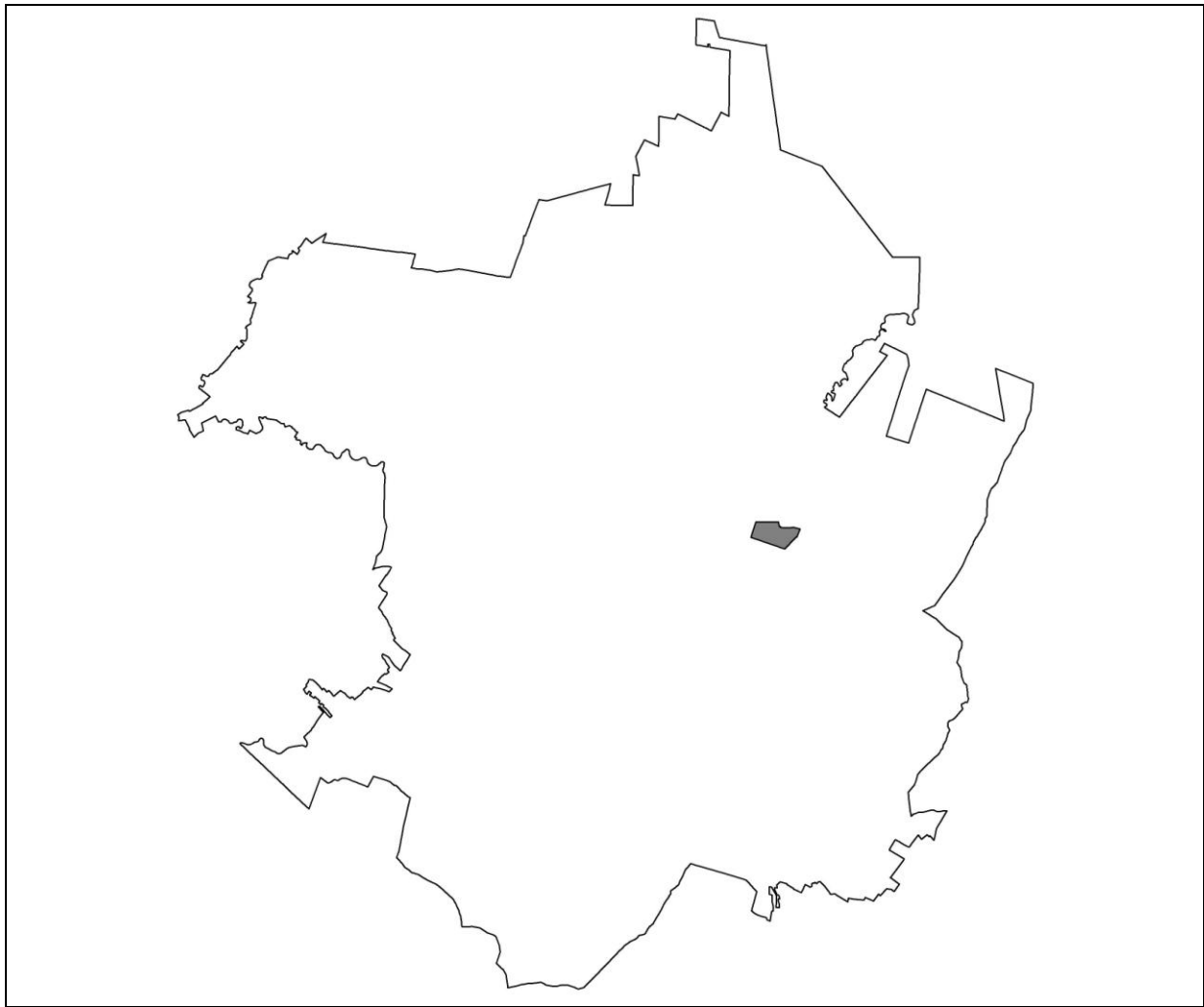
**Fig. 2.** Mapa obszaru gminy Morawica



Znany jest fakt podtopienia i zalania części Morawicy w lipcu 2001 roku, po burzy, kiedy to powstała fala powodziowa na Czarnej Nidzie w związku z przerwaniem grobli na zalewach w Cedzynie i Borkowie. Wydarzenia te były następstwem zjawiska zwanego oberwaniem chmury, kiedy w ciągu dwóch dni wystąpił opad w wysokości 200 mm, w zachodniej i środkowej części Gór Świętokrzyskich (Biernat i Ciupa 2001). Na stacji Kielce-Suków wielkość opadu wyniosła wtedy 155,2 mm (Suligowski 2013). Dane teoretyczne wskazują, że prawdopodobny opad maksymalny dla rejonu Morawicy (bazując na danych ze stacji Kielce-Suków) może wynieść 228,4 mm dla deszczu jedno dniowego; 224,4 dla deszczu dwu dniowego; 241,0 mm dla deszczu trzy dniowego; 246,0 mm dla deszczu cztero dniowego (Suligowski 2013). Wielkości te są o 1,4÷1,5 raza większe, niż stwierdzone w dotychczasowych pomiarach na stacji IMGW Kielce-Suków.

Grabowski (2006) podaje, iż przyczyny ruchów masowych w Polsce Pozakarpackiej są związane głównie z 3 powszechnymi procesami naturalnymi: infiltracją wód opadowych i wypływami (stałymi lub okresowymi) wód na zboczach/stokach (60-70% osuwisk); erozją rzeczną (15-20% osuwisk); erozją wód opadowych lub roztopowych (5-10% osuwisk).

Zgodnie z dotychczasową praktyką przy realizacji MOTZ w skali 1:10 000 w obrębie gmin karpackich oraz w uzgodnieniu z Geologiem Powiatowym przyjęto, iż wyłączeniu z analizy i późniejszych prac kartograficznych podlega teren rezerwatu przyrody Radomice (leśny; pow. 27,15 ha; źródło RDOŚ Kielce) - por. Fig. 2. Jest to obiekt zamknięty, wyłączony z zagospodarowania przestrzennego w kierunku gospodarczym.



**Fig. 3.** Położenie rezerwatu przyrody Radomice na tle obszaru badań

### **3. BUDOWA GEOLOGICZNA**

Charakterystyczną cechą budowy geologicznej obszaru opracowania i jego otoczenia, jest jej piętrowość tektoniczno-strukturalna (por. m.in. Kowalczewski i Kowalski 2000). Struktury kaledońskie (Cm-S) mają orientację równoleżnikową, struktury waryscyjskie (D-C) WNW-ESE, a alpejskie (obejmujące głównie utwory mezozoiku) NW-SE (Klatka 1965).

Obszar badań położony jest we wschodniej części platformy zachodnioeuropejskiej (Żelaźniewicz i in. 2011). W podłożu zalega tutaj:

- pasmo fałdowe Gór Świętokrzyskich z kielecką strefą fałdów; w pasmie tym skały paleozoiku występują głównie w piętrze (tektonicznym) kaledońskim (Cm-S) i waryscyjskim (D-C); kielecka strefa fałdów jest odpowiednikiem jednostki kieleckiej (por. Stupnicka 1989);
- blok małopolski, składający się z anchimetamorficznego neoproterozoiku z osadową pokrywą skał paleozoiku w piętrze (tektonicznym) kaledońskim i waryscyjskim; od w/w pasma oddziela go zespół (strefa) uskoków Chmielnika i Ryszkowej Woli.

W obrębie obszaru badań w kieleckiej strefie fałdów (wraz z nadbudową piętra alpejskiego) wyróżnić można: antyklinę dymińską, synklinę gałęzicko-bolechowską (bolechowską), antyklinę chęcińską (ku wschodowi rozdzielająca się na ant. komórkowską, synk. łabędziowską, ant. łabędziowską, oraz synk. skrzelczycką i ant. radomicką), synklinę ostrowską, antyklinę lisowską i antyklinę Zbrzy (zbrzańską), która wyznacza zasięg wychodni paleozoicznych (Filonowicz 1968; Stupnicka 1989).

Strefa kielecka w erze paleozoicznej poddawana była ruchom fałdowym i wznoszącym (fazy: preordowicka=sandomierska – na przełomie kambru środkowego i górnego; takońska – na przełomie ordowiku i syluru; ardeńska w dewonie dolnym; bretońska – na przełomie dewonu górnego i karbonu dolnego; sudecka – na przełomie karbonu dolnego i górnego), przez co profil stratygraficzny tego regionu ma liczne luki.

Na powierzchni podkenozoicznej, w tektonicznym piętrze wczesnoalpejskim (mezozoik) z jednostek tektonicznych wyróżnić tutaj możemy (Żelaźniewicz i in. 2011):

- segment szydlowiecki (z którego częściowo wynurza się pasmo fałdowe Gór Świętokrzyskich – element starszy) stanowiący część antyklinorium śródpolskiego; oraz
- segment miechowski, stanowiący część synklinorium szczecińsko – miechowskiego.

W południowej części obszaru gminy, pojawiają się neogeńskie utwory morskie (późnoalpejskiego piętra tektonicznego) związane z zatokami basenu Tetydy i para-Tetydy. Ich istnienie wynikało z kształtowania się orogenu karpackiego, na przedpolu którego rozwinęło się tzw. zapadlisko przedkarpackie, stanowiące rów przedgórski.

Oprócz tektoniki fałdowej, w wielu miejscach silne są też przejawy tektoniki dysjunktywnej (Stupnicka 1989; Konon 2008).

W regionie Gór Świętokrzyskich tradycyjnie wyróżnia się obszar tzw. trzonu paleozoicznego (tj. obszar gdzie na powierzchni terenu, z pominięciem przykrycia utworami eratemu kenozoicznego), występują skały eratemu paleozoicznego, oraz obszar tzw. osłony mezozoicznej, miejscami z utworami permu (por. Klatka 1965; Stupnicka i Stempień-Sałek 2001).

Paleogeografia rejonu badań przedstawia się następująco (Klatka 1965; Stupnicka i Stempień-Sałek 2001). W strefie kieleckiej, w dolnym kambrze początkowo osadziły się ropy, a później mułowce i piaskowce. W kambrze środkowym z kolei skały piaskowcowe. Wskazuje to na zmianę środowiska z głębokomorskiego (położonego z dala od źródła materiału detrytycznego) na płytkomorskie (położone bliżej tego źródła). Po kambrze środkowym w strefie kieleckiej wystąpiły ruchy górotwórcze, podczas których sfałdowaniu uległy utwory dolno- i środkowo kambryjskie. Powstały tzw. góry sandomierskie. W kambrze

górnym panowały tutaj warunki lądowe, a wypiętrzone utwory skalne poddawane były erozji i denudacji. W dolnym ordowiku (w tremadoku) na obszar zdenudowanych gór sandomierskich wkroczyło morze, które przetrwało aż do górnego syluru. Profil skał zaczyna się zlepieńcem, dalej następują piaskowce glaukonitowe, wapienie i dolomity, łupki (graptolitowe), szarogłazy, a kończą łupki ilaste. Zbiornik morski początkowo płytki, stopniowo ulegał pogłębieniu, nie osiągając jednak dużych głębokości. Sedymentacja była powolna. Na przełomie ordowiku i syluru zaznaczyły się ruchy wznoszące dna morskiego. W skałach ordowickich i sylurskich w regionie kieleckim występuje materiał pochodzenia wulkanicznego. Wulkanizm podmorski rozwijał się od wczesnego ordowiku, a nasilenie procesów wulkanicznych wystąpiło w górnym sylurze. Pod koniec ordowiku i na początku dewonu, w strefie kieleckiej doszło do ruchów tektonicznych, które wywołały wycofanie się morza, wydzwigniecie obszaru oraz erozję. Powstały wtedy uskoki o kierunkach WNW-ESE. Wzdłuż nich jedne bloki ulegały podniesieniu, a inne obniżeniu. Po ustaniu ruchów erozja spowodowała, iż skały ordowiku i syluru zachowały się jedynie na blokach obniżonych. W regionie kieleckim w dolnym dewonie, po ustaniu ruchów tektonicznych następuje miejscami zalew morski. Zbiornik będzie trwał do dolnego karbonu. Początkowo osadzały się piaskowce (bardzo twarde) zawierające skamieniałości ryb. Na początku dewonu środkowego nastąpiła duża transgresja morska. Powstały wtedy dolomity, wapienie skaliste, wapienie uławiczone. W dewonie górnym osadziły się z kolei wapienie i łupki margliste. W podokresie karbonu dolnego osadziły się łupki krzemionkowe, łupki z materiałem wulkanicznym i syderyty. Po dolnym karbonie nastąpiły ruchy orogenezy hercyńskiej (waryscyjskiej), które objęły też obszar kielecki. Skały paleozoiczne zostały sfałdowane w długie, wąskie antykliny i synkliny o przebiegu osi WNW-ESE. Skały paleozoiczne, na południu od ordowiku, a na północy od kambru, zostały wychylone od poziomu. Są one nachylone stromo na północ lub południe. W czasie ruchów hercyńskich w strefie kieleckiej powstało antyklinorium chęcińsko-klimontowskie i synklinorium kielecko-łagowskie. W tym czasie powstała również dyslokacja świętokrzyska, wzdłuż której strefa kielecka łączy się ze strefą łysogórską.

Po okresie fałdowań oba regiony były wydzwignięte, rozcinane oraz denudowane. Warunki lądowe panowały w centralnej i wschodniej ich części, a na zachodzie i północy dodatkowo pojawiały się zatoki morskie. Pozostałością silnej erozji są zlepieńce cechsztyńskie. Rozdzielające je utwory wskazują na okresowe zalewy morskie (por. Morawska 1992). W permie zachodziły jeszcze ruchy tektoniczne orogenezy hercyńskiej, które spowodowały powstanie licznych uskoków podłużnych i poprzecznych. Najważniejsze były wtedy jednak procesy hydrotermalne. O znacznym stopniu denudacji można

wnioskować też pośrednio z niemal horyzontalnego ułożenia pokrywy triasowej. W dolnym triasie miała miejsce sedimentacja lądowa (piaskowce, iłowce, mułowce). Pod koniec tego podokresu na obszar Gór Świętokrzyskich od południowego zachodu wkroczyło morze, które trwało do końca triasu środkowego (wapienie, margle). W triasie górnym powstały głównie utwory lądowe (piaskowce, mułowce, iłowce, zlepieńce, lignity), a jedynie miejscami morskie (wapienie, dolomity), świadczące o okresowych zalewach. Na przełomie okresu triasowego i jurajskiego, utwory systemu triasowego zostały wielkopromiennie zaburzone (f. starokimeryjska). Podokres jury dolnej to również warunki lądowe. Powstałe wtedy piaskowce kwarcowe są odporne na wietrzenie i budują czytelne wzniesienia, lub pasma. W jurze środkowej na teren Gór Świętokrzyskich wkroczyło morze. Miało to miejsce raczej w formie zatok niż jednolitego zalewu morskiego (por. Złonkiewicz 2006). Utwory z tego podokresu mają charakter przejściowy, lądowo-morski. Typowe warunki morskie miały miejsce w górnej jurze (wapienie) – jednak nie dotyczyło one raczej całości trzonu paleozoicznego Gór Świętokrzyskich, a prawdopodobnie jedynie jego części brzeżnych. Trzon ten miał postać skonsolidowanego zrębu, bez silnych ruchów tektonicznych (por. Złonkiewicz 2006). Pod koniec jury górnej morze wycofało się, zapanowały warunki lądowe trwające do początku górnej kredy. Z tego czasu zachowane są jedynie piaski, piaskowce i zlepieńce albu. W górnej kredzie nastąpiła ponowna transgresja morska, która jak się wydaje objęła jedynie brzeżne partie bruzdy śródpolskiej (por. Złonkiewicz 2006, 2009). Z obszaru badań brak jest utworów systemu kredowego. Z końcem kredy z związku z fazą laramijską powstał zrąb świętokrzyski. W paleogenie obszar opracowania był lądem. Starsze prace wskazywały, iż wytworzyła się tutaj powierzchnia zrównania, która obecnie osiąga wysokość *ca* 200-240 m n.p.m. na obszarze mezozoicznego obrzeżenia. W neogenie, dokładnie w miocenie, w południowej części rozwinęły się zatoki morza Tetydy i para-Tetydy, związane z rozwojem zapadliska przedkarpackiego, stanowiącego rów przedgórski na przedpolu orogenu karpackiego. W ich obrębie powstały utwory detrytyczne, organogeniczne i chemiczne. Z okresu czwartorzędu wybijają się na pierwszy plan utwory serii plejstocenijskiej świadczące o pokryciu tego obszaru przez lądolód skandynawski (por. Lindner 1984; Kowalczewski i Kowalski 2000). W holocenie większość procesów geologicznych zachodziła w dolinach rzecznych.

Dalszą analizę budowy geologicznej (litologia, stratygrafia) oparto o dane z arkusza Morawica (Filonowicz 1967, 1968) Szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1:50 000. Warto wiedzieć, iż obecnie część kompleksów skalnych, litologicznych, jest pod względem stratygraficznym ujmowana inaczej (por. m.in. Ptaszyński i Niedźwiedzki 2006; Złonkiewicz

2009) niż w/w mapie. Wynika to z coraz dokładniejszego biostratygraficznego (głównie na świecie) podziału eratemów, systemów, serii i pięter. Podobnie nowsze prace doprecyzowują litologię skał (np. por. Salwa 2006).

### **3.1. Twory geologiczne – litologia i stratygrafia oraz uwarunkowania tektoniczne i strukturalne**

Oprócz ogólnego opisu budowy geologicznej obszaru badań, przedstawiono też krótką charakterystykę gruntów i skał pod względem budowlanym, jak również w kontekście ruchów masowych. Skoncentrowano się na utworach występujących powierzchniowo.

Obszar **gminy Morawica** położony jest na styku trzonu paleozoicznego Gór Świętokrzyskich z jego mezozoicznym obrzeżeniem. Centralna i północna część gminy położona jest w kieleckiej strefie fałdów tego trzonu, natomiast część południowa obszaru gminy w obrębie obrzeżenia mezozoicznego (głównie w segmencie miechowskim). Jest to strefa przejściowa między tymi jednostkami, gdzie struktury tektoniczne alpejskie są ponakładane na hercyńskie, a twory paleozoiczne i mezozoiczne często sąsiadują ze sobą wzdłuż linii uskokowych bądź nawet nasunięć. W rejonie Zbrzy i Dębskiej Woli spod utworów mezozoiku wyłaniają się twory paleozoiczne, w antyklinie Zbrzy, tworząc swego rodzaju wyspę. W rejonie Obic w okresie neogeńskim, istniały zatoki morza Tetydy, związanego z zapadliskiem przedkarpackim.

W obrębie kieleckiej strefy fałdów wyróżniono mniejsze jednostki tektoniczne, od północy: antyklinę dymińską, synklinę bolechowicką, antyklinę chęcińską (we wschodniej części rozgałęzioną na dwie mniejsze antykliny - komórkowską i łabędziowską), oraz antyklinę Zbrzy. Osady osłony mezozoicznej położone bezpośrednio na południe od jednostki kieleckiej, aż do antykliny Zbrzy, zaangażowane są w dużą synklinę ostrowską z lokalnymi zafałdowaniami drugiego rzędu: synklinę skrzelczycką, antyklinę radomicką i lisowską. Na południe od antykliny zbrzańskiej skały mezozoiczne zalegają generalnie monoklinalnie z upadem ku południowemu-zachodowi.

Na obszarze objętym granicami gminy występuje wiele skalnych kompleksów litologiczno-stratygraficznych (Filonowicz 1967, 1968).

Profil geologiczny rozpoczyna się od szaro-oliwkowych **iłowców i mułowców z wkładkami piaskowców, kwarcytów, szarogłazów i zlepieńców**, warstw holmiowych, kambru dolnego, które następnie przechodzą w kompleks górny skał tej serii, wykształcony jako **piaskowce i mułowce** (warstw protolenusowych). Osady dolnego kambru znaleźć można w osiach struktur antyklinalnych: w rejonie Dymina (antyklina dymińska), licznie

występują w rejonie Brzezin, budując osiową część antykliny chęcińskiej, w Radomicach Drugich i Radomickim Lesie, gdzie ukazują się w jądrach antyklin komórkowskiej i łabędziowskiej, oraz na Koziej i Baraniej Górze między Dębską Wolą i Zbrzą, gdzie odsłaniają się w antyklinie Zbrzy. Wykształcenie litologiczne osadów tej serii, w szczególności możliwość tworzenia zwietrzelin ilastych i gliniastych o dużej miąższości, może predysponować obszary z nich zbudowane do ruchów masowych, jednakże w obrębie gminy utwory te nie tworzą wyraźnych form morfologicznych - wzniesień o stromych stokach.

Na obszarze gminy nie występują utwory kambru środkowego i górnego.

Osady ordowiku dolnego wykształcone są, jako **piaskowce i mulowce** (piętra tremadoku), oraz **iłowce i mulowce** (pietra arenigu) - warstwy brzezińskie. Występują one w niewielkich odsłonięciach w Zbrzy (Góra Barania) i Brzezinach (Góra Wieprzowa) w osiowych partiach antyklin Zbrzy i chęcińskiej. Ordowik środkowy i górny wykształcony jest jako **iłowce z wkładkami wapieni** (pietra: landeilu, karadoku i aszgilu) – warstw morawickich, a jego wychodnie położone są w sąsiedztwie utworów ordowiku dolnego.

Sylur dolny, (pietra landoweru i wenloku), wykształcony jako **łupki krzemionkowe oraz iłowce graptolitowe** (warstw zbrzańskich) współwystępuje z osadami ordowickimi w wychodniach w Brzezinach i w Zbrzy. Łącznie skały ordowiku i syluru tworzą kompleks skał w przeważającej mierze ilastych, łatwo wietrzejących, które przy odpowiedniej konfiguracji terenu mogą uruchamiać się w postaci ruchów masowych, także osuwisk. Ponieważ skały te w obrębie gminy Morawica występują w formach pozytywnych, (co prawda tworzonych głównie przez osady dewońskie), należy uznać rejon ich występowania za perspektywiczne dla analizy występowania zjawisk osuwiskowych.

Utwory dewonu dolnego (pietra emsu) wykształcone są tutaj, jako **piaskowce i łupki, z wkładkami zlepieńców i konkrecjami żelazistymi** (warstwy barczańskie). Piaskowce są kwarcytowe. Występują one w północnej części obszaru gminy w rejonie Bilczy (Piaseczna Górka), Łabędziowa i Radomickiego Lasu (wzgórze Wypalenisko), oraz w jej południowo-zachodniej części w rejonie Dębskiej Woli. Tworzą one połogie wzgórza ze stokami o niewielkich nachyleniach. Wykształcenie litologiczne nie predysponuje skał tego wieku do rozwoju ruchów masowych w ich obrębie.

Kolejne ogniwo występujące powierzchniowo na obszarze gminy to **margle i wapienie** warstw dąbrowskich (pietra eiflu). Utwory te w ciągłości sedymentacyjnej przechodzą w **dolomity z wkładkami wapieni, margli i łupków marglistych** (pięter eiflu-żywetu), a następnie w **wapienie stromatoporooidowe-koralowcowe** (piętra żywetu). Skały węglanowe



dewonu środkowego występują często na obszarze gminy Morawica, tworząc niewielkie pasma wzgórz, jak również odosobnione pagóry. Idąc od północy wymienić można: rejon Sukowa (Babia Góra), Bilczy (Góra Trzuskawica, Lipna Góra), Kuby Młyny (Kubińska Góra), Brzezin (Stokowa Góra), Łabędziowa, Radomic (Chuda Góra), Dębskiej Woli i Kawczyna. Niektóre z tych wzgórz, zwłaszcza sąsiadujące z dolinami rzecznyymi, mają strome stoki, więc mogą one mieć potencjał występowania ruchów masowych, w szczególności występowania niewielkich zsuwów zwietrzliny bądź utworów krasowych.

Lokalnie wespół z osadami środkowodewońskimi, występują **wapienie i margle płytowe** dewonu górnego (pietra franu). Osady te mają jednak niewielkie rozprzestrzenienie i powinny być poddane analizie podatności na ruchy masowe łącznie z utworami dewonu środkowego.

Utwory permskie zachowały się jedynie fragmentarycznie. Są to cechsztyńskie **zlepieńce dolne** oraz **mułowce, margle i wapienie**. Występują one w Brzezinach i Radomicach wzdłuż prawdopodobnego nasunięcia tektonicznego. Ze względu na małe rozprzestrzenienie nie tworzą osobnych form morfologicznych i powinny być poddane analizie możliwości występowania ruchów masowych z uwzględnieniem towarzyszących utworów geologicznych.

Osady triasu dolnego na obszarze gminy reprezentowane są przez **piaskowce i zlepieńce oraz mułowce i ily** (piaskowca pstrego dolnego i środkowego). Występują one w pasie od okolic Brzezin, przez Łabędziów po Radomice, oraz w południowej części gminy od Kawczyna po Chałupki. Obszary wychodni triasu dolnego to połogie wzgórza, z lokalnie tylko zestromionymi stokami, których nachylenie może być przyczyną rozwoju ruchów masowych. Litologia utworów dolnego triasu (skały piaskowcowe z licznymi wkładkami utworów ilastych) sprawia, że ruchów tych nie można wykluczać w ich obrębie. Profil utworów dolnotriasowych kończą **wapienie i margle** (piaskowca pstrego górnego - retu). Wąskie wychodnie tych utworów występują w tych samych rejonach, co wyżej opisane skały piaskowcowe, współtworząc z nimi ciągi połogich wzgórz. Ich podatność na ruchy masowe jest podobna do wyżej opisanych, ponieważ częste są sytuacje występowania utworów retu na iłach i iłowcach wiśniowych środkowego bądź dolnego pstrego piaskowca. Aby zaistniały ruchy osuwiskowe ważne jest także zaleganie skał (odpowiedni bieg i upad warstw skalnych); w przypadku upadów zgodnych z nachyleniem stoku, uruchomienie osuwisk jest tutaj możliwe.

Następne ogniwo triasowe (seria triasu środkowego), wapień muszlowy, wykształcone jest w facji węglanowej. W dolnej części są to **wapienie grubolawicowe i faliste**,

krynoidowe, przechodzące wyżej w profilu w **margle i wapienie** oraz **wapienie i margle**, najczęściej płytowe i zrostkowe, z fauną. Występują one w pasie, który zaczyna się na południe od Brzeziny, ma swoją kontynuację w Morawicy, a następnie za doliną Morawki ciągnie się przez Brudzów aż do tzw. Gęstej Górki. Wapienie tworzą także wzgórza w Lisowie, oraz występują szeroką strefą od Chmielowic (Polna Górka) przez Grochów Dolny po Obice. Wszędzie na obszarze gminy skały te budują niewysokie wzgórza, które w połączeniu z węglanowym charakterem osadu sprawia, iż występowanie form osuwiskowych w ich obrębie jest mało prawdopodobne.

Osady triasu górnego reprezentowane są przez **mułowce i piaskowce z wkładkami wapieni oraz ilowce z lignitem** (kajpru), oraz **piaskowce, mułowce i ilowce z wkładkami wapieni i zlepieńców** (retyku). Wychodnie tych skał położone są na południe od utworów środkowotriasowych, w rejonie Brudzowa, Zaborza i Woli Morawickiej, mniejsze wystąpienia są w Chmielowicach, Grochowie Górnym, Lisowie. Skały te nie zaznaczają się w morfologii terenu w postaci form wypukłych, dlatego potencjał występowania ruchów masowych w ich obrębie jest mały.

Na obszarze gminy nie występują skały serii dolnojurańskiej.

Utwory jury środkowej wykształcone są w facji okrucowej, jako **mułowce ilaste z wkładkami wapieni i zlepieńców** (batonu), i jako **piaskowce ze spongiolitami** (keloweju). Pierwsze, starsze ogniwo, powierzchniowo występuje sporadycznie (rejony Brudzowa i Woli Morawickiej), natomiast piaskowce keloweju, mimo wąskich wychodni, tworzą wyraźny próg morfologiczny, ciągnący się od Woli Morawickiej przez tzw. Górę Popówkę po Zaborze i Kowalską Górę. Osady jury środkowej występują także w wąskich wychodniach na południe od Brzeziny, nie tworząc samodzielnych form morfologicznych (występują u podnóża progu górnójurańskiego).

Duże znaczenie morfologiczne w obrębie obszaru badań mają utwory górnójurańskie. Wykształcone są one w facji węglanowej, jako: **wapienie i margle** z fauną *Cardioceras* (oksfordu), **wapienie grubolawicowe (skaliste) i płytowe z krzemieniami** (oksfordu), oraz **wapienie oolitowe i rafowe i wapienie płytowe z wkładkami margli oraz wapienie oolitowe** (kimerydu). Skały te mają szeroki pas wychodni (1 ÷ 3,5 km s) od Nidy-Lurowizny (Jatkowa Góra, Nidziańska Góra), przez Wolę Morawicką (kamieniołom surowców skalnych, Góra Leszczynowa, Góra Kamieńce), Chałupki (Góra Śmietalanka) po Lisów-Wygwizdów. Tworzą one wyraźny próg morfologiczny, jednakże ze stokami o niewielkich spadkach. Ewentualne lokalne zestromienia, czy podcięcia tych stoków przez cieki, mogą być rozpatrywane, jako potencjalne miejsca występowania ruchów masowych.

Na obszarze gminy nie występują osady z okresu kredowego.

W południowej części gminy, w rejonie Obic występują **wapienie, margle, mulki i piaski poziomu podlitotamniowego** oraz **wapienie poziomu litotamniowego** z okresu neogen (dokładnie piętra tortonu). Niewielkie ich miąższości, rozprzestrzenienie i brak wyraźnych form terenowych, sprawiają, iż nie są one bazą dla występowania zjawisk osuwiskowych.

Osady serii plejstocenijskiej i holocenijskiej (czwartorzędowe) występują w sposób nierównomierny na obszarze gminy. Największy udział mają w północnej i centralnej jej części w rejonie obniżenia doliny Czarnej Nidy wraz z dopływami, np. Morawką. Wśród osadów plejstocenijskich występują utwory genezy lodowcowej, wodnolodowcowej, peryglacjalnej, rzecznej, eolicznej, deluwialnej, stokowej, a holocenijskich - rzeczne, deluwialne i stokowe, eoliczne, organogeniczne.

Plejstocenijskie **gliny zwałowe**, lodowcowe, w postaci większych zwartych płatów występują w północnej części obszaru gminy, w rejonie Bilczy, Poręby Morawickiej, Brudzowa. Mniejsze, izolowane płaty glin, zachowały się w rejonie Grochowa, Kolonii Chałupki i Obic-Poręby, w południowej części gminy. Są to gliny piaszczyste z dużym udziałem żwirów skał lokalnych. Tworzą one generalnie korzystne warunki dla budownictwa, mogące się miejscami pogarszać w wyniku występowania lokalnych, zawieszonych poziomów wód gruntowych. Genetycznie pokrewne glinom zwałowym są **piaski i żwiry lodowcowe** współwystępujące z nimi w północnej oraz centralnej części obszaru gminy w rejonie Bilczy, Podgórze, Kuby-Młynów, Ciołkowa. Razem z glinami zajmują także duże obniżenie pomiędzy wzgórzami Morawicy, Woli Morawickiej i Dębskiej Woli oraz na południe od Obic i Grochowa. Warunki budowlane korzystne, mogące się pogarszać w wypadku płytkiego zalegania wód gruntowych. Mniejsze powierzchnie zajmują **piaski i żwiry rzeczne i peryglacjalne**, które występują w postaci wysokiego tarasu nad dolinami rzek i potoków, m.in. wzdłuż Chodczy, nad Czarną Nidą w rejonie Chelstowa i w Lesie-Pod Browarem nad Morawką. Tworzą one płaskie, lub słabo nachylone powierzchnie akumulacyjne, na których występowanie ruchów masowych jest mało prawdopodobne. Warunki budowlane korzystne. Ze schyłkową częścią plejstocenu związane są **lessy i lessy piaszczyste** występujące w północnej części obszaru gminy w rejonie Dymin-Folwarku. Lessy cechują się niekorzystnymi warunkami budowlanymi ze względu na zagrożenie erozją i sufozją (por. Borecka i Kaczmarczyk 2007). **Piaski rzeczne** tworzą terasę nadzalewową w dolinie Czarnej Nidy (por. Krupa 2013) i Morawki. Lokalnie mogą one cechować się

niekorzystnymi warunkami budowlanymi, ze względu na stosunki wodne. Osuwiska mało prawdopodobne.

Wśród osadów tworzących się na przełomie plejstocenu i holocenu, na obszarze badań wyróżnić można:

- **mulki, ropy, piaski deluwialne**, które zazwyczaj zalegają u podnóży stoków, w obniżeniach bezodpływowych, oraz w dolinach denudacyjnych rozcinających stoki; ich miąższości rzadko przekraczają 0,5 m, miejscami mogą być większe (np. u podnóży stoków); rozpatrywanie ich potencjalnego osuwania bez uwzględniania skał podścielających jest niewłaściwe;

- **piaski eoliczne**, występujące w postaci izolowanych płatów (tzw. pola piasków przewianych) przede wszystkim na tarasach nadzalewowych, i innych większych powierzchniach piaszczystych (np. ukształtowanych przez wody rzeczno-wodnolodowcowe; rzadziej spotyka się wydmy).

#### Holocen.

Osady rzeczne - **piaski, żwiry i mulki** - największe rozprzestrzenienie mają w dnach dolin Czarnej Nidy (por. Krupa 2013), Bobrzy i Morawki, ale występują także w dolinach mniejszych cieków.

Osady organogeniczne i organogeniczno-mineralne - **torfy, namuły torfiaste i mady** - występują miejscami w obrębie den dolin.

Warunki budowlane w obrębie den dolin rzecznych są niekorzystne, raz ze względu na płytki poziom wód gruntowych, a dwa na występowanie osadów z domieszką organiki.

### **3.2. Geotechniczne cechy skał i gruntów**

Tak jak w opracowaniach Wróblewskiej (1976), Prażaka i Janeckiej-Styrz (2010) oraz Dorozowej i in. (2011) w/w utwory, według własności geologiczno-inżynierskich, można opisać, jako: grunty skaliste (zwięzłe skały osadowe starszego podłoża, np. wapienie, dolomity, margle, zlepieńce, piaskowce, mułowce, ropy); grunty kamieniste (rumosze skalne, niekiedy gliniaste); grunty sypkie (żwiry, piaski); grunty spoiste (gliny, pyły, ropy); grunty organiczne (np. torfy). Przemieszczone przez człowieka skały i grunty, złożone na innym miejscu stają się gruntami nasypowymi.

Przedstawione wyżej typy litologiczne skał, uproszczono i zestawiono w postaci typów geotechnicznych, dla gruntów nieskalistych wskazano grupy konsolidacji (por. Wieczorek i in. 2015). Poniżej podano wielkości głównych parametrów charakteryzujących w/w skały i grunty. Dokonano tego w oparciu o prace: Grabowska-Olszewska (1963); Fijałkowska

i Fijałkowski (1973); Bugajska-Pajak (1974); Filonowicz (1973, 1979); Wróblewska (1976); Romanek (1982); Szajn (1984); Filonowicz i Lindner (1987); Pinińska red. (1994, 1995); Nowak i Prażak (2003); Wiłun (2005); Doroz i in. (2011).

Podano następujące charakterystyki: wytrzymałość na ściskanie ( $R_c$ ); wytrzymałość na rozciąganie ( $R_r$ ); ciężar objętościowy ( $\gamma$ ); ciężar właściwy ( $\gamma_s$ ); spójność ( $c$ ); kąt tarcia wewnętrznego ( $\Phi$ ); moduł ściśliwości pierwotnej ( $M'$ ); moduł ściśliwości wtórnej ( $M''$ ); moduł odkształcenia ( $E_o$ ); moduł sprężystości ( $E_s$ ); stopień plastyczności ( $I_L$ ); stopień zagęszczenia ( $I_D$ ).

**Dolnokambryjskie ilowce i mułowce z wkładkami piaskowców, kwarcytów, szarogłazów i zlepieńców** ( $R_c/R_r = 3,9\div 9,4/-$  MPa;  $\gamma/\gamma_s = -/-$  t/m<sup>3</sup>), **piaskowce i mułowce** ( $R_c/R_r = \sim 62\div 399/\sim 16,7\div 20$  MPa;  $\gamma/\gamma_s = -/\sim 2,68$  t/m<sup>3</sup>).

Utwory **tremadoku, piaskowce i mułowce** ( $R_c/R_r = 109\div 196/-$  MPa;  $\gamma/\gamma_s = 2,41\div 2,46/2,67\div 2,68$  t/m<sup>3</sup>), **arenigu ilowce i mułowce** (brak danych). Utwory **landeilu, karadoku i aszgilu, ilowce z wkładkami wapieni** ( $R_c/R_r = 57\div 173/7,1$  MPa;  $\gamma/\gamma_s = -/-$  t/m<sup>3</sup>).

Utwory **landoweru i wenloku, łupki oraz ilowce** (brak danych).

Utwory **emsu, piaskowce i łupki, z wkładkami zlepieńców**, piaskowce kwarcytowe ( $R_c/R_r = 48\div 225/11,8\div 18,2$  MPa;  $\gamma/\gamma_s = -/2,68$  t/m<sup>3</sup>). **Eifel - margle i wapienie**, przechodzące w **dolomity z wkładkami wapieni, margli i łupków marglistych eiflużywetu**, a następnie **wapienie stromatoroidowe-koralowcowe żywetu** ( $R_c/R_r = 55\div 255/5,5\div 7,2$  MPa;  $\gamma/\gamma_s = 2,60\div 2,71/2,70\div 2,85$  t/m<sup>3</sup>). **Fran - wapienie i margle** ( $R_c/R_r = 33\div 218/6,2\div 6,7$  MPa;  $\gamma/\gamma_s = 2,66\div 2,70/2,70\div 2,78$  t/m<sup>3</sup>).

**Cechsztyńskie - zlepieńce dolne** ( $R_c/R_r = 55\div 157/7,8$  MPa;  $\gamma/\gamma_s = 2,65\div 2,70/2,75$  t/m<sup>3</sup>) oraz **mułowce, margle i wapienie** ( $R_c/R_r = 95\div 227/7,88$  MPa;  $\gamma/\gamma_s = -/2,88$  t/m<sup>3</sup>).

**Piaskowiec pstry dolny i środkowy - piaskowce i zlepieńce oraz mułowce i ily** ( $R_c/R_r = 21\div 96/2,27$  MPa;  $\gamma/\gamma_s = 2,13\div 2,21/2,08-2,78$  t/m<sup>3</sup>). **Piaskowiec pstry górny (ret) - wapienie i margle** ( $R_c/R_r = 13\div 46/-$  MPa;  $\gamma/\gamma_s = -/2,80$  t/m<sup>3</sup>). **Wapień muszlowy - wapienie**, przechodzące w **margle i wapienie** oraz **wapienie i margle** ( $R_c/R_r = 38\div 138/7,61$  MPa;  $\gamma/\gamma_s = 2,51\div 2,70/-$  t/m<sup>3</sup>). **Kajper - mułowce i piaskowce z wkładkami wapieni oraz ilowce z lignitem, retyk - piaskowce, mułowce i ilowce z wkładkami wapieni i zlepieńców** ( $R_c/R_r = 11\div 47/-$  MPa;  $\gamma/\gamma_s = 2,62\div 2,70/-$  t/m<sup>3</sup>).

**Baton - mułowce ilaste z wkładkami wapieni i zlepieńców, kelowej - piaskowce ze spongiolitami** (brak danych).

Oksfordzkie wapienie i margle z fauną *Cardioceras*, **wapienie gruboławicowe z krzemieniami**, oraz kimerydzkie wapienie oolitowe i rafowe i wapienie z wkładkami margli oraz wapienie oolitowe ( $R_c/R_r = 12 \div 212/4,9 \div 7,82$  MPa;  $\gamma/\gamma_s = 2,39 \div 2,72/2,69 \div 2,74$  t/m<sup>3</sup>).

Torton. Wapienie, margle, mułki i piaski, poziomu podlitotamniowego (brak danych). **Wapienie** poziomu litotamniowego ( $R_c/R_r = 1 \div 27/1,57 \div 7,88$  MPa;  $\gamma/\gamma_s = 2,64 \div 2,71/2,55 \div 2,74$  t/m<sup>3</sup>).

Plejstocen. Gliny zwałowe, grupa konsolidacji B ( $\gamma/\gamma_s = 2,1 \div 2,2/2,65 \div 2,68$  t/m<sup>3</sup>;  $c = 25 \div 35$  kPa;  $\Phi = 16 \div 22^\circ$ ;  $M'/M'' = >30 \div 50/-$  MPa;  $E_o/E_s = -/-$  MPa;  $I_L/I_D = 0,0 \div 0,2/-$ ). **Piaski i żwiry lodowcowe**, grupa konsolidacji C, B ( $\gamma/\gamma_s = 1,75 \div 2,5$  t/m<sup>3</sup>;  $c = 0 \div 5$  kPa;  $\Phi = 20 \div 30^\circ$ ;  $M'/M'' = >20/-$  MPa;  $E_o/E_s = -/-$  MPa;  $I_L/I_D = 0,1/0,4$ ). **Piaski i żwiry rzeczne i peryglacjalne (terasa wysoka)**, grupa konsolidacji C ( $\gamma/\gamma_s = 1,75 \div 1,8/2,65$  t/m<sup>3</sup>;  $c = 0 \div 2$  kPa;  $\Phi = 33 \div 35^\circ$ ;  $M'/M'' = >40 \div 50/-$  MPa;  $E_o/E_s = -/-$  MPa;  $I_L/I_D = -/0,4 \div 0,55$ ). **Lessy i lessy piaszczyste**, grupa konsolidacji C ( $\gamma/\gamma_s = 1,46 \div 2,12/2,66 \div 2,72$  t/m<sup>3</sup>;  $c = 20 \div 58$  kPa;  $\Phi = 15,8 \div 29,46^\circ$ ;  $M'/M'' = >4,3 \div 54,8/15,7 \div 472,7$  MPa;  $E_o/E_s = -/-$  MPa;  $I_L/I_D = 0,1/-$ ). **Piaski rzeczne (terasa nadzalewowa)**, grupa konsolidacji C ( $\gamma/\gamma_s = 1,8/2,65$  t/m<sup>3</sup>;  $c = 0$  kPa;  $\Phi = \sim 35^\circ$ ;  $M'/M'' = >100$  MPa;  $E_o/E_s = -/-$  MPa;  $I_L/I_D = -/0,5$ ).

Plejstocen/holocen. Utwory deluwialne - wskaźniki zróżnicowane w zależności od składu mechanicznego. **Piaski eoliczne**, grupa konsolidacji C ( $\gamma/\gamma_s = 1,6/2,65$  t/m<sup>3</sup>;  $c = 0$  kPa;  $\Phi = 32^\circ$ ;  $M'/M'' = >30$  MPa;  $E_o/E_s = -/-$  MPa;  $I_L/I_D = -/0,3$ ).

Holocen. Grunty genezy rzecznej, mineralne, piaski i żwiry (mułki), grupa konsolidacji C ( $\gamma/\gamma_s = 1,73/2,65$  ( $1,7/2,75$ ) t/m<sup>3</sup>;  $c = 0$  ( $0 \div 10$ ) kPa;  $\Phi = 30 \div 35$  ( $5 \div 15$ ) °;  $M'/M'' = >40$  ( $0,2 \div 2$ ) MPa;  $E_o/E_s = -/-$  MPa;  $I_L/I_D = 0,8 \div 1,0/0,4$ ).

W skałach litych wartości kąta tarcia wewnętrznego zawierają się w granicach  $20 \div 50^\circ$ , a zazwyczaj  $30 \div 40^\circ$  (Dadlez i Jaroszewski 1994).

Ocena masywu, punktowa wg Bieniawskiego, wygląda jak następuje (za Pinińska 1994): piaskowce kwarcytowe kambru środkowego i górnego (**85/100**); wapienie ordowiku (**71/100**); piaskowce dewonu dolnego (**77/100**); wapienie dewonu środkowego (**74 ÷ 79/100**); wapienie dewonu środkowego i górnego (**67 ÷ 74/100**); zlepieńce permu (**29/100**); wapienie i margle permu (**40/100**); piaskowce triasu dolnego (**54/100**); wapienie triasu środkowego (**67/100**); wapienie jury górnej (**37 ÷ 67/100**).

#### 4. UKSZTAŁTOWANIE POWIERZCHNI TERENU, GEOMORFOLOGIA ORAZ HYDROGRAFIA

Oprócz zmienności skał czy gruntów występujących w podłożu i wielkości opadów, kolejnymi ważnymi czynnikami wpływającymi na możliwość powstawania osuwisk, czy występowanie terenów zagrożonych ruchami masowymi ziemi są ukształtowanie powierzchni terenu (zwłaszcza spadki) oraz działalność erozyjną rzek.

Wyróżnia się: tereny płaskie - kąt nachylenia powierzchni terenu do  $3^\circ$ ; tereny nachylone - kąt  $3\div 15^\circ$ ; tereny strome - powyżej  $15^\circ$  (por. Grabowski 2006).

Określenie wielkości nachylenia zbocza/stoku, przy których dochodzi najczęściej do rozwoju osuwisk jest zagadnieniem złożonym (por. Grabowski 2006). Zależy to m.in. od:

- rodzaju gruntów w obrębie, których rozwinięty jest stok (znaczenie ma tutaj kąt tarcia wewnętrznego); np. na zboczach/stokach zbudowanych z utworów ilastych osuwiska praktycznie nie występują przy nachyleniu ich powierzchni poniżej  $6^\circ-8^\circ$ , a w utworach piaszczysto-pylastych poniżej  $22^\circ$ ; w warunkach rzeczywistych pojawiają się niejednokrotnie dodatkowe elementy np. obecność wycieków, wysięków, obecność lub brak pokrywy roślinnej, które powodują, że przemieszczenie gruntu na stoku może zachodzić przy jego mniejszych nachyleniach;
- wysokości względnej zbocza/stoku (H);
- rodzaju przemieszczenia (zsuw, spływ, obryw).

Za Grabowskim (2006) do analiz przyjęto klasyfikację nachyleń, jako kryterium wydzielenia obszarów predysponowanych, obejmującą 4 typy litologiczne:

- 1) zbocza/stoki zbudowane z piasków (z domieszkami żwirów) posiadają warunki sprzyjające rozwojowi ruchów osuwiskowych, jeśli:  $H > 10$  m, kąt nachylenia zbocza  $> 22-25^\circ$ ;
- 2) zbocza/stoki zbudowane z lessów, często prawie pionowe, blokowa destrukcja, procesy erozji wewnętrznej powodują rozwój procesów osuwiskowych przy:  $H > 6-8$  m i kącie nachylenia zbocza  $> 15^\circ$ ;
- 3) zbocza/stoki zbudowane z glin zwałowych posiadają warunki sprzyjające rozwojowi ruchów osuwiskowych, jeśli:  $H > 8-10$  m, kąt nachylenia zbocza  $> 15^\circ$ ;
- 4) zbocza/stoki zbudowane z ilów czwartorzędowych i neogeńskich (np. krakowieckich) posiadają warunki sprzyjające rozwojowi ruchów osuwiskowych, jeśli:  $H > 6-7$  m, kąt nachylenia zbocza  $> 8-9^\circ$ .

Podane graniczne wartości nachyleń dotyczą zboczy/stoków zbudowanych generalnie z materiału jednorodnego; przy zróżnicowanej litologii warstw procesy osuwiskowe mogą zachodzić przy mniejszych nachyleniach (Grabowski 2006).



Rozwój ruchów masowych na zboczach/stokach wykształconych na skałach litych jest w większym stopniu uzależniony od struktur tektonicznych, zależności pomiędzy kierunkiem i kątem upadu warstw a kierunkiem nachylenia zbocza/stoku oraz od obecności pokryw zboczowych (głównie zwietrzelinowych); wartości nachylenia stoków w obrębie skał litych mają mniejsze znaczenie dla powstania i rozwoju ruchów osuwiskowych (Grabowski 2006).

W obrębie analizowanego obszaru na powierzchni terenu często występuwać będą skały lite starszego podłoża.

Współczesna rzeźba na badanym obszarze wynika ze zmienności litologicznej skał podłoża oraz minionych procesów paleogeograficznych (por. Kotański 1959; Klatka 1965; Radłowska 1967; Gilewska 1972). Ich różnorodność i długotrwałość zadecydowała o małych wysokościach bezwzględnych, a poszczególne ruchy górotwórcze uwarunkowały kierunki przebiegu jednostek orograficznych. Ostateczny charakter morfologii nadały zjawiska związane ze zlodowaczeniami w plejstocenie oraz współczesne procesy geodynamiczne.

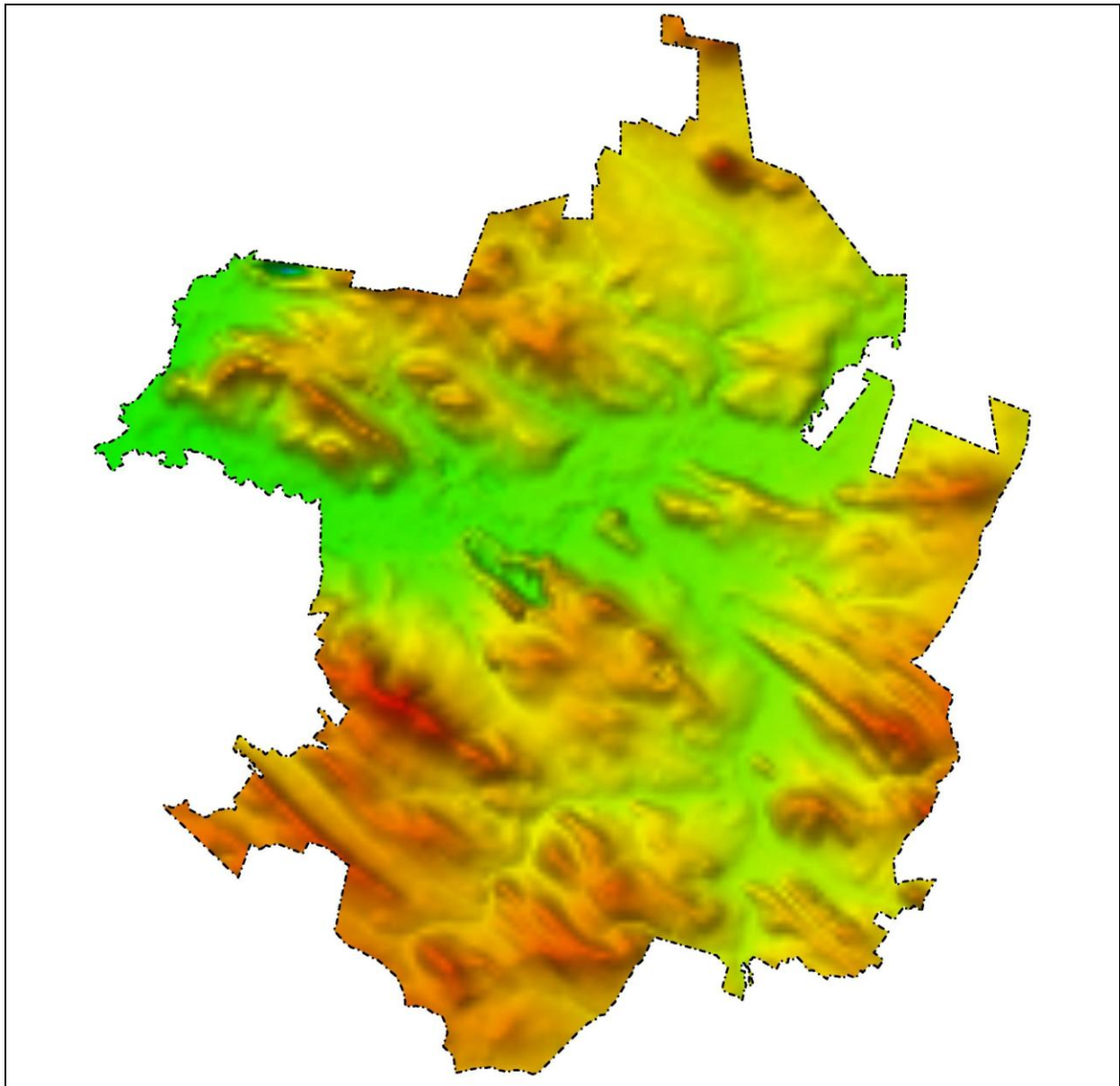
W obrębie wychodni wapieni dewońskich i piaskowców kambryjskich formy wypukłe zbudowane są ze skał o większej miąższości ławic, z rzadką i mało zróżnicowaną pod względem kierunków siecią spękań (por. Urban 2014). Znaczącym czynnikiem decydującym o rzeźbie jest zróżnicowanie cech chemicznych, litologicznych i strukturalnych pakietów skalnych (*op. cit.*).

#### **4.1. Ukształtowanie powierzchni terenu obszaru badań, geomorfologia**

Analizę ukształtowania powierzchni terenu oparto o dane z arkuszy Mapy topograficznej w skali 1:50 000 i 1:10 000 (układ 1992, GGK), które pozyskało i do wykorzystania przekazało Starostwo Powiatowe oraz numeryczny model terenu (NMT) o interwale siatki 100 m (CODGiK, 2015), a do obróbki danych zastosowano program GlobalMapper v16.1 (por. Fig. 3).

W trakcie opisów używano nazw wzgórz i pasm, które występują na mapach topograficznych. Część nazw geograficznych odnoszących się do tych form użyto w znaczeniu zaproponowanym przez Kotańskiego (1959) i Wróblewskiego (1976).

Powierzchnia terenu na obszarze gminy Morawica wykazuje średnią zmienność. Deniwelacje terenu są rzędu 20-50 m. W kilku miejscach stoki wzgórz i pasm mają nachylenie powyżej 8° (por. Fig. 4). W większości są one bardziej połogie. W środkowej części obszaru gminy występuje dolina Czarnej Nidy. Częste są tutaj grzbiety o pasowej rozciągłości i kierunku NW-SE przebiegu, wynikające z budowy geologicznej (Fig. 3).



**Fig. 4.** Ukształtowanie powierzchni terenu na obszarze gminy Morawica

Więszymi wzniesieniami są tutaj:

- Gołe Górkę (~274 m n.p.m.), Lipna Góra (278,0), Góra Truskawica (~266,5), Łysa Górkę (252,8), wzniesienia bez nazwy (285,1; 265,1; 260,3; 254,1) w rejonie Bilczy; wzniesienia te tworzą grzbiety podłużne, miejscami poprzeczne, antyklinalne lub izoklinalne, powstałe w pobliżu elewacji poprzecznej oraz stref przyuskokowych;

- Babia Góra (318,6 m n.p.m.) i wzniesienie bez nazwy (288,6) w rejonie Dymin; tworzą one grzbiet podłużny, synklinalno-antyklinalny, powstały w pobliżu elewacji i depresji poprzecznej w osi synkliny bolechowickiej; stok południowy tego wzniesienia ma około 50 m wysokości względnej, a północny około 40m;

- Góra Wieprzowa (245,6 m n.p.m.), Jatkowa Góra (278,4), Małe Górki (~269), Plebańskie Górki (~270), Kozłowe Góry (240,8), Góra Hosa (~283), Siedliskowa Góra (273,0), Stokowa Góra (271,5), wzniesienia bez nazwy (252,8; 251,5), Góra Nidziańska (254,1), wzniesienie bez nazwy (273,2) w rejonie Brzezin i Nidy; są to grzbiety podłużne, monoklinalne, miejscami ostańcowe, uwarunkowane litologią skał je budujących, a także tektoniką (występowanie stref przyuskokowych czy nasunięć); najciekawszy jest północno-wschodni stok Góry Hosa; góra ta ma stoki (NE i SW) o wysokości względnej około 30-35 m;

- Kubińska Góra (~260 m n.p.m.) w rejonie Kuby Młyny; jest to grzbiet podłużny, synklinalny, uwarunkowany istnieniem depresji poprzecznej oraz strefą przyuskokową;

- wzniesienia bez nazwy (240,1; 252,6; 256,9 m n.p.m.) w rejonie Łabędziowa; są to grzbiety podłużne, uwarunkowane strukturalnie przez występowanie antykliny łabędziowskiej i synkliny skrzelczyckiej oraz stref przyuskokowych;

- wzniesienia bez nazwy (258,0; 270,5; 283,1; 288,5 m n.p.m.) w rejonie na północ od Radomic Drugich; tworzące grzbiety podłużne, antyklinalne i synklinalne, uwarunkowane też litologią, oraz występowaniem w pobliżu stref przyuskokowych i strefy nasunięcia;

- grzbiet z wzniesieniem 267,9 m n.p.m. w Radomicach Drugich, który powstał na wychodni zlepieńców cechsztyńskich (ostańcowy); jego wysokość względna wynosi około 2-5 m;

- wzniesienie z przysiółkiem Chuda Góra (~261,5 m n.p.m.) w rejonie Radomic Pierwszych; jest to grzbiet podłużny, antyklinalno-synklinalny, uwarunkowany litologicznie (piaskowce dolnodewońskie) jak i tektonicznie, poprzez występowanie nasunięcia oraz uskoków;

- Sadowa Góra (290,4 m n.p.m.), Polna Górka (295,4 m n.p.m.) w rejonie Chmielowic; są to grzbiety podłużne, monoklinalne, rozwinięte na południowym skrzydle antykliny zbrzańskiej, uwarunkowane występowaniem skał bardziej i mniej odpornych oraz tektoniką (strefa elewacji poprzecznej); wysokości względne stoków tych wzniesień wynoszą 10-25 m;

- Orla Góra (287,3 m n.p.m.), Morawicka Góra (271,6), Kamińce (283,8) w rejonie Morawicy, i góra (251,8) w samej Morawicy; tworzą one grzbiety podłużne, monoklinalne, antyklinalne, twradzielcowe, uwarunkowane również tektonicznie (strefa przyuskokowa); najciekawszy jest północno-wschodni stok Orlej Góry, który osiąga około 20 m wysokości względnej i nachylenie rzędu 50-60%;

- Barania Góra (317,9), Kozia Góra (307,6), wzniesienie bez nazwy (293,1) w rejonie Dębskiej Woli i Zbrzy; budują one wyraźny grzbiet podłużny, antyklinalny, uwarunkowany przebiegiem elewacji poprzecznej oraz występowaniem stref nasunięć i uskoków; stoki południowe (~30 m) tych wzniesień są mniej wysokie niż północne (~35-60 m);

- Góra Leszczynowa (283,0 m n.p.m.) i wzniesienie bez nazwy (268,5) w rejonie Woli Morawickiej; tworzą grzbiet podłużny, monoklinalny, twarżielcowy, rozwinięty na północnym skrzydle synkliny ostrowskiej i południowym skrzydle antykliny radomickiej; NE stok G. Leszczynowej jest bardziej stromy niż SW;

- wzniesienia 259,6, dalej 264,0, 294,0 m n.p.m., tworzące wyraźny grzbiet w rejonie Brudzowa; jest to grzbiet podłużny, monoklinalny, twarżielcowy, rozwinięty na północnym skrzydle synkliny ostrowskiej i południowym skrzydle antykliny radomickiej; nieco na NE w rejonie wieży ciśnienia (301,8 m n.p.m.) występuje podobny grzbiet, choć mniej stromy;

- Góra Popówka (253,0 m n.p.m.) w rejonie Brudzowa; grzbiet podłużny, monoklinalny, twarżielcowy;

- wzniesienia bez nazwy (293,0 i 292,5 m n.p.m.) w rejonie Drochowa Dolnego; jest to niewielki grzbiet, podłużny, monoklinalny, twarżielcowy, związany z południowym skrzydłem antykliny zbrzańskiej;

- Gojść (297,2 m n.p.m.) w rejonie Drochowa Górnego oraz wzniesienia 292,5, dalej 296,9 oraz ~302 i 297,3 m n.p.m., ciągnące się ku NW (na Chmielowice); tworzą one grzbiet podłużny, monoklinalny, twarżielcowy, którego wyniesienie może też wynikać z istnienia elewacji poprzecznej;

- Wocka Góra (294,2 m n.p.m.) w rejonie Obic; jest to grzbiet podłużny, monoklinalny, twarżielcowy, położony na południowym skrzydle antykliny zbrzańskiej;

- na SW od Wockiej Góry w samych Obicach występuje podobny grzbiet;

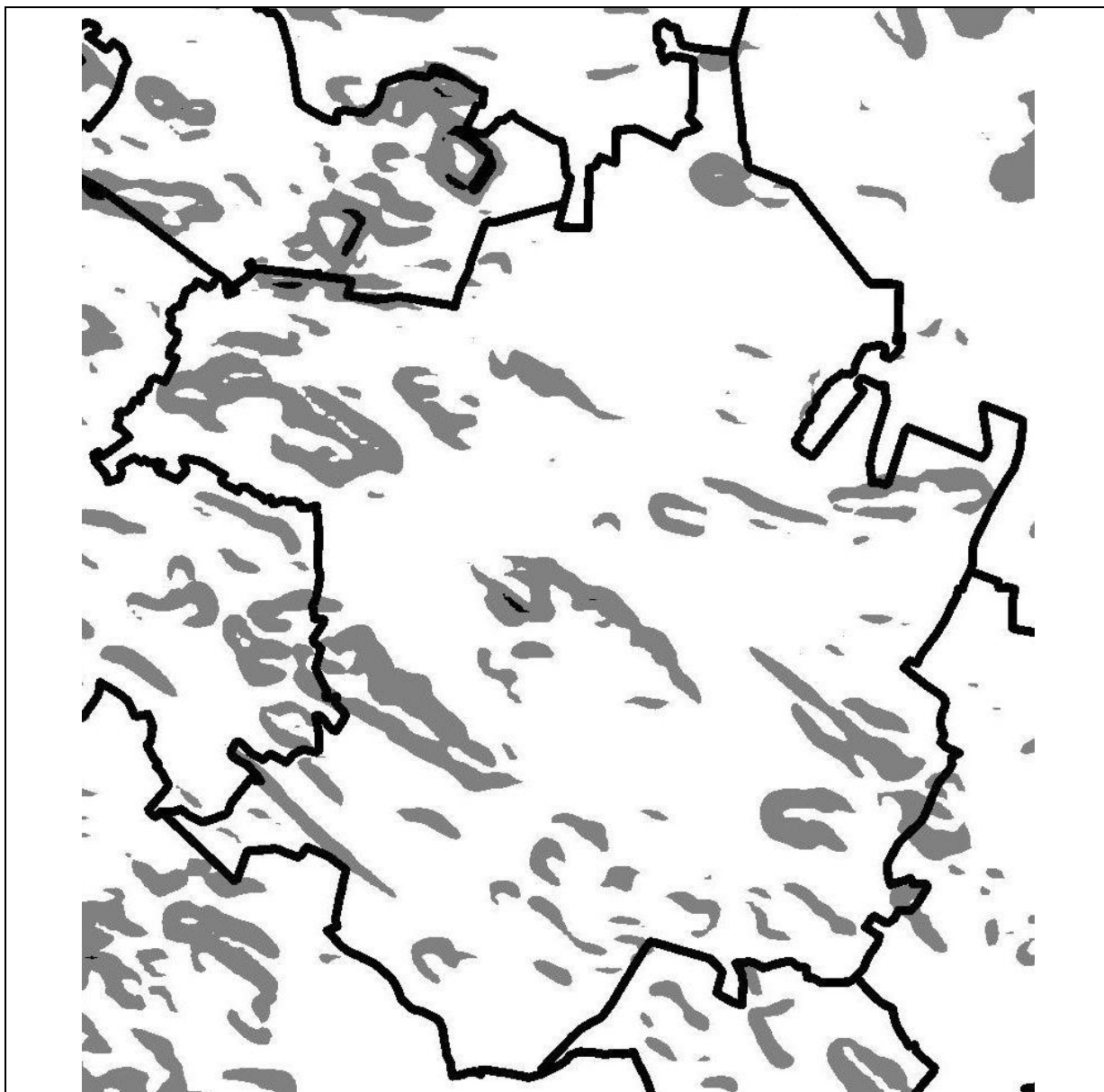
- Śmietalanka (279,0 m n.p.m.), Brzuśnica (282,1) i wzniesienia bez nazwy (290,9; 254,3; 256,6) w rejonie Chałupek; tworzą one dwa grzbiety podłużne, monoklinalny, uwarunkowany tektonicznie (strefa nasunięcia) oraz antyklinalny, uwarunkowany strukturalnie;

- Kowalska Góra (284,3 m n.p.m.) i Laskowiec (273,0) w rejonie Lisowa; Kowalska Góra jest położona na grzbiecie podłużnym, monoklinalnym, związanym z południowym skrzydłem antykliny lisowskiej; Laskowiec położony jest na grzbiecie podłużnym, synklinalnym, twarżielcowym, uwarunkowanym też tektonicznie (strefa nasunięcia).

W rejonie Brzezin, Jatkowa Góra, Góra Hosa i Góra Nidziańska, tworzą tzw. Grzbiet Nidziański. W rejonie Dębskiej Woli, występuje Grzbiet Zbrzański z Baranią Górą.

Wzniesienie położone na północ od Radomic Drugich zaliczane bywa do tzw. Grzbietu Szczecniańskiego (Wróblewski 1976).

Większość grzbietów, czy wzniesień ma kierunek przebiegu zgodny z planem tektonicznym epoki alpejskiej (NW-SE). Niekiedy pojedyncze wzniesienia zbudowane ze skał paleozoicznych, a wyłaniające się spośród skał mezozoicznych mają orientację charakterystyczną dla epoki waryscyjskiej (WNW-ESE) lub kaledońskiej (W-E).

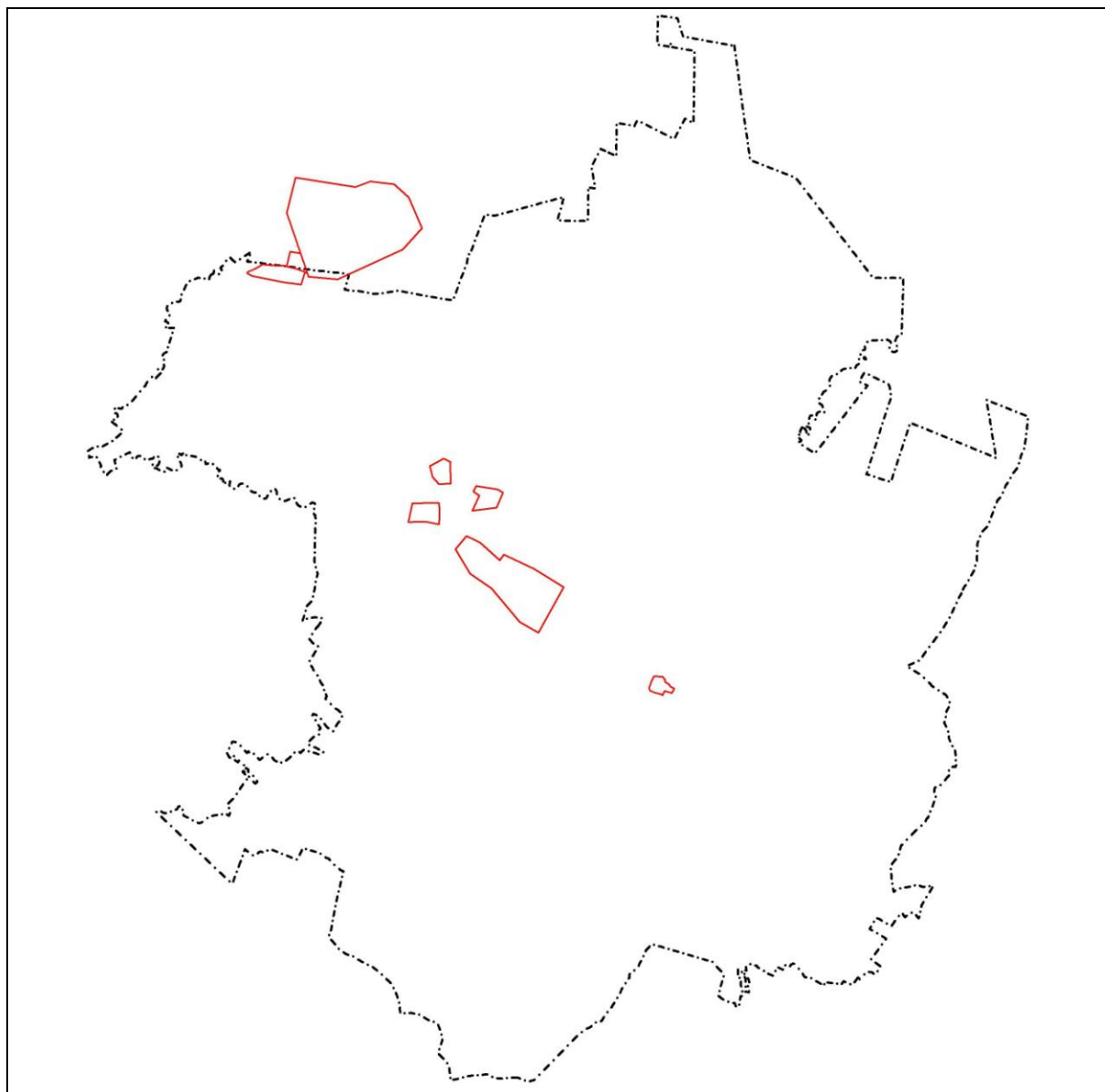


**Fig. 5.** Nachylenie stoków i zboczy na obszarze gminy Morawica.  
Powierzchnie nachylone do  $3^\circ$  (na biało), pomiędzy  $3-8^\circ$  (na szaro)  
i powyżej  $8^\circ$  (czarne).

W wielu miejscach na terenie gminy występują miejsca krasu współcześnie czynnego (Filonowicz 1968).

W obszarach o większej miąższości pokrywy czwartorzędowej (być może dawne doliny erozyjne, denudacyjne, zapadliska tektoniczne, itp.) rzeźba powierzchni terenu uspokaja się, co znakomicie widać w materiałach teledetekcyjnych (ISOK; <http://mapy.geoportal.gov.pl/>).

W obrębie granic gminy miejscami występują znaczne przekształcenia powierzchni terenu wynikające z działalności górniczej (wytrobiska i hałdy). Są tutaj czynne następujące zakłady wydobywcze: Wola Morawicka 1, Morawica IV, Radkowice-Podwole I, Brzeziny A, Brzeziny II B, Nida (Fig. 5).



**Fig. 6.** Lokalizacja obszarów górniczych na obszarze gminy Morawica ([www.pgi.gov.pl](http://www.pgi.gov.pl))

Od północy na obszar gminy wkraczają też inne zakłady górnicze: Radkowice-Północ, Kowala. Jest też szereg hałd po starych kopalniach. Obszary górnicze czynnych zakładów górniczych wyłączono z analizy. Są to tereny, na których obowiązują zapisy koncesji,

a koncesjodawca może prowadzić wydobycie i składowanie surowca. Po zakończeniu eksploatacji złoża jest on zobowiązany do rekultywacji terenu pogórniczego, w tym uwzględniając konieczność zabezpieczenia skarp wyrobiska przed zjawiskami geodynamicznymi.

W wielu miejscach występują mniejsze łomiki, miejsca gdzie dawniej pozyskiwano skały np. wapień, lub kruszywo naturalne. Takie sytuacje mają miejsce przykładowo: na wzniesieniu Gołe Górki (~274 m n.p.m.); na południowych stokach pasm i wzniesień położonych na południe od Brzezin; w rejonie Grzbietu Nidziańskiego (m.in. G. Nidziańska i Hosa); na Plebańskich Górkach w rejonie Brzezin; na Górze Truskawicy w Bilczy; na wzniesieniu w rejonie Bieleckich Młynów; w rejonie Zbrzy; na Sadowej Górze i Polnej Górze w rejonie Chmielowic; na południowych stokach Orlej Góry w rejonie Morawicy; w rejonie Dębskiej Woli (nieco na północ od zabudowań wsi w rejonie linii kolejowej); w dolinie Czarnej Nidy pod Morawicą; w rejonie Radomic (przysiółek Błonie); w rejonie Chałupek; na Bzowej Górze w rejonie Drochowa Dolnego; na wzniesieniu Gojśc (297,2 m n.p.m.) w rejonie Drochowa Górno; na południe od Obic; na wzniesieniach położonych na zachód od Zaborza; na południe od Lisowa w rejonie drogi nr 73 oraz na wschód na Kowalskiej Górze (284,3 m n.p.m.).

Przekształcenia powierzchni ziemi występują też w sąsiedztwie dróg, linii kolejowych.

## **4.2. Hydrografia**

Opis hydrograficzny terenu badań dokonano na podstawie danych z Krajowego Zarządu Gospodarki Wodnej ([www.kzgw.gov.pl](http://www.kzgw.gov.pl)). Nazwy cieków skorygowano częściowo z mapami topograficznymi.

Obszar gminy odwadniany jest przez Chodczę (wraz z kilkoma niewielkimi dopływami), Lubrzanek z Dopływem z Dymin oraz innymi bezimiennymi dopływami, Bobrę, Czarną Nidę wraz z Dopływem spod Brzezin i kilkoma niewielkimi bezimiennymi dopływami, Morawkę wraz z Dopływem z Radomic, Dopływ z Drochowa, Dopływ z Ługów, Dopływem spod Obic oraz innymi niewielkimi bezimiennymi dopływami. Obszar gminy należy do zlewni Nidy. Dna dolin tych cieków są raczej szerokie, a zbocza niezbyt strome. Czarna Nida w rejonie Bieleckich Młynów przeciska się przelomem o założeniach tektonicznych (por. Filonowicz 1968), w innych miejscach wykorzystuje założenia strukturalne i uwarunkowania litologiczne skał podłoża (głównie poniżej Morawicy). Podobnie Morawka, na odcinku od Lisowa po Morawicę wykorzystuje szereg uwarunkowań strukturalno-litologicznych – kilka kilometrów przed ujściem płynie ona doliną o charakterze



subsekwentnym. Dna dolin rzecznych w plejstocenie podlegały licznym przekształceniom. Miejscami występują źródła, wysięki i młaki.

Jest kilka miejsc gdzie koryta rzek podcinają stoki - np. Czarna Nida i Morawka w rejonie Morawicy, Czarna Nida w Bieleckich Młynach i Kubach Młynach.

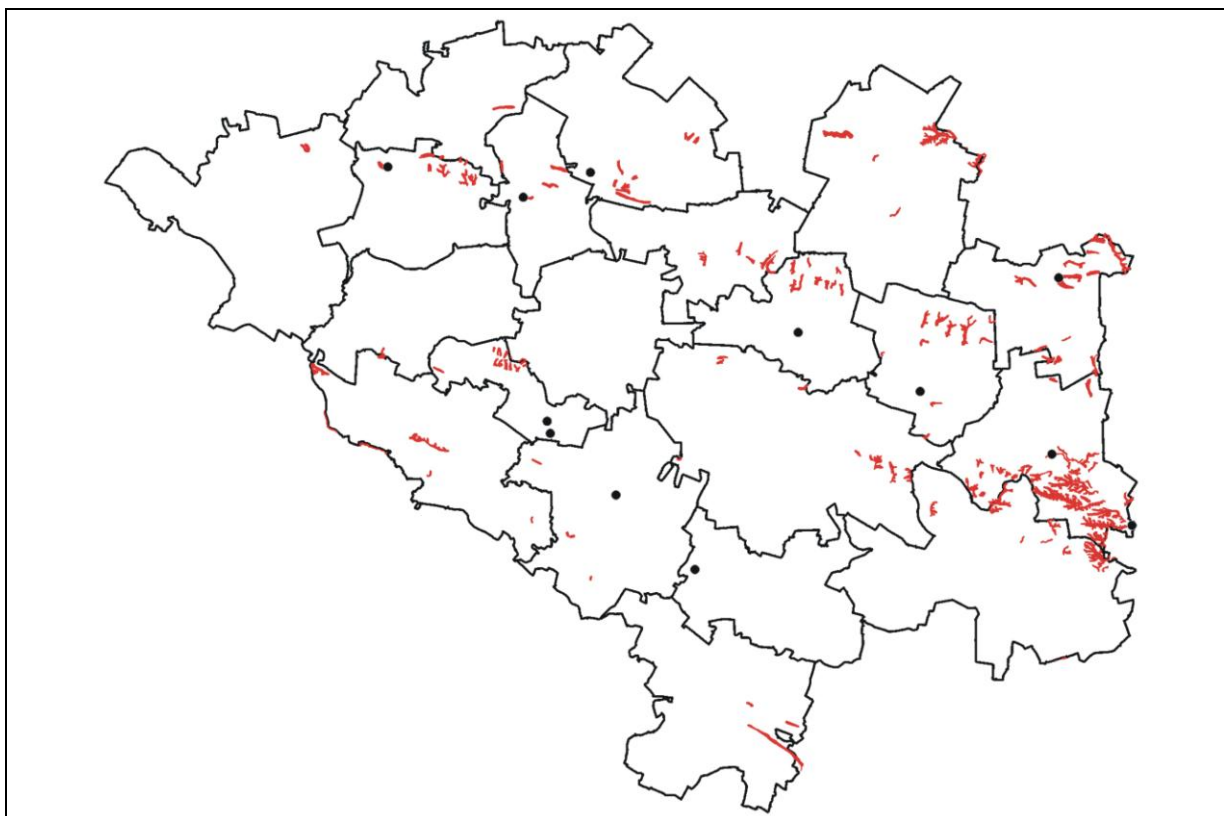
## 5. DOTYCHCZASOWE DANE O OSUWISKACH I TZRM Z OBSZARU BADAŃ

W powiecie kieleckim w granicach sprzed 1975 roku, było 11 osuwisk (Kühn i Miłoszewska 1972; Grabowski 2006). Jednak granice powiatu były inne niż obecnie. Po analizie materiałów można stwierdzić, że w obecnych granicach powiatu kieleckiego zarejestrowano przed 1972 r. 8 osuwisk. Wyznaczono też obszary o predyspozycjach do powstawania różnego typu osuwisk (tj. tereny zagrożone ruchami masowymi). Zarejestrowano osuwisko m.in. w Morawicy, gdzie na podłożu jurajskim (wapień gruboławicowe i margle), doszło wskutek erozji bocznej rzeki i działania wód opadowych, do powstania i rozwoju potoku rumoszewego i spływu materiału luźnego oraz obrywu skalnego (Kühn i Miłoszewska 1972). Osuwisko to opisano, jako czynne. Obszary o predyspozycjach do powstawania osuwisk na obszarze gminy Morawica wyznaczono (Kühn i Miłoszewska 1972; <http://geoportal.pgi.gov.pl/portal/page/portal/SOPO/>):

- na południe od Brzeziny (w rejonie Jatkowej Góry 278,4 m n.p.m.) na grzbiecie jurajskim;
- w rejonie północnego stoku Baraniej Góry koło Zbrzy;
- na zachodnim stoku Brzozowej Góry koło Obic;
- na północnym stoku wzniesienia, na którym znajduje się Kalwaria Świętokrzyska w Morawicy; oraz
- na stoku na północ od Lisowa w kierunku dolinki.

W Internetowej bazie (<http://geozagrozenia.pgi.gov.pl/>) znajdują się dane dotyczące osuwisk, będące wynikiem realizacji tematu „Rejestracja i inwentaryzacja naturalnych zagrożeń geologicznych na terenie całego kraju (ze szczególnym uwzględnieniem osuwisk oraz innych zjawisk geodynamicznych)” prowadzonego przez AHG (por. Lemberger i inni, 2005; Grabowski 2006). W powiecie kieleckim opisano 4 osuwiska, jednak z obszaru gminy Morawica nie było żadnych informacji w tym rejestrze.

W „Instrukcji opracowania ...” (Grabowski i in. 2008) wymienia się, iż na obszarze powiatu kieleckiego liczba osuwisk wynosi 13, liczba obszarów predysponowanych do występowania ruchów masowych wynosi 134, a szacunkowa powierzchnia objęta ruchami masowymi to ~30-40 km<sup>2</sup>. Dane te przedstawia Fig. 6.

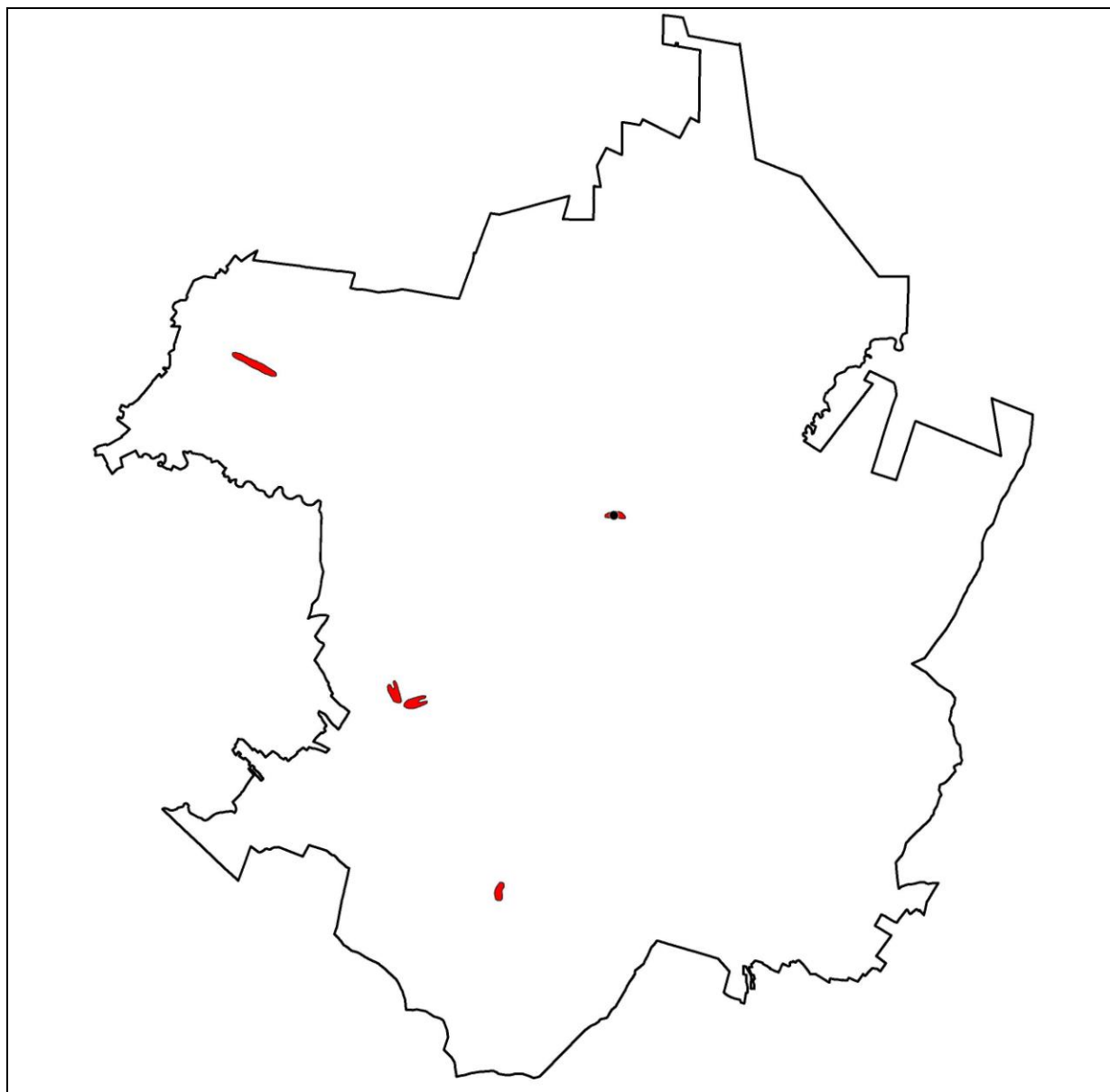


**Fig. 7.** Mapa osuwisk i obszarów predysponowanych do występowania ruchów masowych na terenie powiatu kieleckiego (<http://geoportal.pgi.gov.pl/portal/page/portal/SOPO/>); osuwiska - czarne kropki; obszary predysponowane - czerwone pola

Poniżej przedstawiono dane tylko z obszaru gminy Morawica (Fig. 7).

W literaturze naukowej jednoznacznych danych o osuwiskach z rejonu badań nie ma. Opisywane czy wzmiankowane są pokrywy (osady) stokowe (np. Mityk 1981, 1983), o jak należy przypuszczać złożonej genezie (zwietrzelinowej, soliflukcyjnej, kongeliflukcyjnej, deluwialnej, osuwiskowej, rzeczno-stokowej). Pokrywy te znane są m.in. ze stoków większych pasm. Można przypuszczać, iż pokrywy te pochodzą częściowo z chłodnych okresów plejstocenu (por. Klatka 1965; Lindner 1984; Kowalski 1988). Wzmiankowane pokrywy zwietrzelinowe związane są z terenami występowania wychodni skał krzemionkowych (piaskowców, szarogłazów) i iłowcowo-mułowcowych.

W objaśnieniach do Mapy geśrodowiskowej Polski w skali 1:50 000 ark. Morawica (Juszczak i in. 2006) nie opisywano terenów zagrożonych możliwością wystąpienia osuwisk lub spłyzywania mas ziemnych na stokach i zboczach.



**Fig. 8.** Osuwisko i obszary predysponowane do występowania ruchów masowych na terenie gminy Morawica (<http://geoportal.pgi.gov.pl/portal/page/portal/SOPO/>); oznaczenia jak przy Fig. 7

Dla potrzeb opracowania wykonano też sondaż w urzędzie gminy - zagospodarowanie przestrzenne, ochrona środowiska. Uzyskano informacje, iż nie ma danych o takich zjawiskach na obszarze gminy. Potwierdzałyby to także zmiana nr 3 MPZP (Wiszniewska i in. 2013).

Dla porównania, dla miasta Kielce wykonano szereg opracowań w których poruszano m.in. zagadnienia osuwisk (Wróblewska 1976; Sołtysik i in. 2007; Prażak i Janecka-Styrzc 2010; Doroz i in. 2011). Z prac Sołtysika i in. (2007) wynika, iż najczęściej przejawów ruchów

masowych zanotowano w nieczynnych kamieniołomach: Kadzielnia, Ślichowice, Wietrznia. Ponadto stwierdzono, iż podatność osuwiskową mają wkopy, nasypy drogowe i kolejowe.

## 6. WYNIKI PRAC NA OBSZARZE GMINY MORAWICA

Pracując nad tym tematem dokonano:

- analizy materiałów archiwalnych tj. opracowań: Bażyński i Kühn (1970); Kühn i in. (1970); Lemberger i in. (2005); Przeglądowa mapa (<http://geoportal.pgi.gov.pl/portal/page/portal/SOPO/download>);

- analizy materiałów kartograficznych tj. map topograficznych w skali 1:10 000, ukł.. 1992;

- analizy arkusza Morawica (851) Szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1:50 000 (Filonowicz 1967, 1968);

- analizy Rastrowej Mapy Podziału Hydrograficznego Polski w skali 1:50 000 ([www.kzgw.gov.pl](http://www.kzgw.gov.pl));

- analizy materiałów znajdujących się w zasobach Geoportalu krajowego (<http://mapy.geoportal.gov.pl/>); warstwy (WMS, WMTS): państwowy rejestr granic; dane o charakterze katastralnym; rzeźba terenu (cieniowanie); ortofotomapa; skany map topograficznych; usługa przeglądania hipsometrii o stałej skali barw dla NMT o rozdzielczości 1m (dane z projektu ISOK); dane te mogą być przeglądane online, lecz nie można ich kopiować;

- eksploracji terenowej, tzw. kartowanie geologiczno-geomorfologiczne; podczas prac terenowych w celu ustalenia lokalizacji korzystano z odbiornika GPS oraz wgranych do niego map topograficznych w postaci podkładów rastrowych.

W przyjętym toku prac, możliwym do wykonania w zadanym terminie i przy wykorzystaniu dostępnych danych, wizją terenową objęto całą gminę. W pierwszej kolejności typowano rejony o największych wysokościach względnych i co za tym idzie spadkach terenu. Tam też w zależności od zastanej w terenie sytuacji dokonywano prac szczegółowych lub przeglądowych. Część terenów ma ograniczenia w ich eksploracji, wynikające np. z pokrycia ich krzewami głogu, dzikiej róży, śliwy tarniny, itp. (roślinność maskuje pewne szczegóły), lub ich ogrodzenia. Dlatego należy mieć na uwadze, iż niniejsze materiały w trakcie prowadzenia rejestru (terenów zagrożonych ruchami masowymi ziemi oraz terenów, na których te ruchy występują) mogą być uzupełniane.

Poniżej omówiono wyniki badań terenowych.

**Osuwiska.** W trakcie prac terenowych nie potwierdzono występowania osuwiska w Morawicy, w miejscu wskazywanym w materiałach archiwalnych, tj. na północnym stoku grzbietu wapiennego (za Kalwarią Świętokrzyską), *nota bene* triasowego, a nie jurajskiego jak pisano (por. 5. Dotychczasowe dane o osuwiskach i tzm z obszaru badań). W trakcie prac terenowych znaleziono jedynie ślady dawnego łomiku (miejsca po wydobyciu kamienia) i nagromadzonego surowca. Obserwacje terenowe zweryfikowano na mapach IOSK-u, które również nie wykazują tutaj żadnych śladów po potoku rumoszowym, spływie materiału luźnego czy obrywu skalnego (por. Kühn i Miłoszewska 1972). Być może w tym czasie tj. na przełomie lat 60. i 70. XX w., kiedy prowadzono prace rejestracyjne w terenie, gdy istniał łomik i był z niego pobierany materiał skalny, doszło do przemieszczenia urobku zgromadzonego na hałdzie, lub czegoś podobnego. Obecnie nic na to nie wskazuje. Osuwiska tam nie ma, ale ponieważ nie można też stwierdzić, że nie było tam ruchów masowych materiału skalnego, zdecydowano o wrysowaniu tutaj tzm.

**Tabela 1a. Zestawienie osuwisk na obszarze gminy Morawica**

Numer roboczy osuwiska na mapie autorskiej	Numer osuwiska w bazie SOPO	Miejscowość	Stopień aktywności N- nieaktywne O- okresowo aktywne A- aktywne	Uwagi dotyczące monitoringu
na obszarze gminy Morawica nie wyznaczono osuwisk				

**TZRM.** W „Instrukcji opracowania ...” (Grabowski i in. 2008) przyjęto, iż „Rozpoznanie i udokumentowanie tzm (terenów zagrożonych ruchami masowymi) jest zadaniem wymagającym umiejętności prognozowania możliwości rozwoju ruchów masowych na podstawie informacji i danych zebranych w trakcie prac terenowych. W znacznej mierze jest to ekspercka ocena osoby [...], oparta na jej doświadczeniu geologicznym i kartograficznym”. Na tym etapie prac tak a nie inaczej oceniono różne obszary w obrębie gminy. Nie należy też traktować tego opracowania, jako końcowego. Należy raczej podchodzić do tych materiałów, jako do przybliżających pewne kwestie. Przykładowo, jeżeli w danym miejscu mamy krawędź, pewien próg rozdzielający jakieś powierzchnie o różnej wysokości, a nie jest on na mapach zaznaczony, jako tzm, to nie podchodzimy do tego miejsca w sposób bezkrytyczny. Czasami warto zaproponować badania geotechniczne, czy geologiczno-inżynierskie, które mogą rozwiązać wątpliwości, pozwolić spojrzeć na ten teren właściwie. Należy też pamiętać, iż nawet stabilne stoki/zbocza, przy

swoim nachyleniu mogą generować inne problemy niż ruchy masowe. Choćby nawet splukiwanie rozproszone lub liniowe (bruzdowe) powstające w wyniku silnych opadów.

W wyniku prac terenowych i analizy starych danych zdecydowano o wyznaczeniu 8 trzm na obszarze gminy Morawica. Ich zestawienie podaje Tab. 1b.

Tereny zagrożone nr 1, 3, 4 i 8 położone są na stokach/zbozach obsekwentnych, miejscami mogą one być insekwentne (tzrm nr 1). Tereny zagrożone nr 5, 6 i 7 wyznaczono w obrębie dolinek denudacyjno-erozyjnych.

Więcej danych zawierają karty tzrm.

**Tabela 1b. Zestawienie terenów zagrożonych ruchami masowymi na obszarze gminy Morawica**

Numer terenu zagrożonego na mapie	Numer terenu zagrożonego w bazie SOPO	Miejscowość	Uwagi
1	9743	Morawica	—
2	9744	Kuby Młyny	—
3	9745	Morawica	obserwacja
4	9746	Morawica	—
5	9747	Zbrza	—
6	9748	Dębska Wola	—
7	9749	Dębska Wola	—
8	9750	Wola Morawicka	—

Obszary o predyspozycjach do powstawania osuwisk wyznaczone wcześniej (Kühn i Miłoszewska 1972; <http://geoportal.pgi.gov.pl/portal/page/portal/SOPO/>), zostały ocenione następująco:

- teren na południe od Brzezin (w rejonie Jatkowej Góry 278,4 m n.p.m.) – zweryfikowano negatywnie (tj. nie występuje);
- północny stok Baraniej Góry koło Zbrzy – zweryfikowano pozytywnie (tj. występuje);
- zachodni stok Brzozowej Góry koło Obic – zweryfikowano negatywnie;
- północny stok wzniesienia, na którym znajduje się Kalwaria Świętokrzyska w Morawicy – zweryfikowano negatywnie;
- stok na północ od Lisowa w kierunku dolinki – zweryfikowano negatywnie.

W warunkach wyżynnych musimy poczekać na więcej obserwacji terenowych prowadzonych pod kątem ruchów masowych - być może wtedy będą mogły powstać jakies uogólnienia.

Obszar gminy Morawica położony jest na 14 arkuszach mapy topograficznej w skali 1:10 000 w układzie 1992. Na 10 arkuszach (M-34-42-C-a-2 Kowala; M-34-42-C-b-1 Kielce-Dyminy; M-34-42-C-a-3 Radkowice; M-34-42-C-b-4 Marzysz Drugi; M-34-42-C-c-1 Łukowa; M-34-42-C-d-2 Skrzelczyce; M-34-42-C-c-3 Chomentów; M-34-42-C-c-4 Obice; M-34-42-C-d-3 Piotrkowice; M-34-42-C-d-4 Maleszowa) nie zaznaczono żadnych informacji istotnych dla niniejszego opracowania, stąd arkuszy tych nie drukowano.

## **7. OCENA POTENCJALNEGO ROZWOJU RUCHÓW MASOWYCH NA OBSZARZE GMINY MORAWICA**

Na obszarze występowania gruntów makroporowatych, lessów, może dochodzić do sufozji (mechanicznej, chemicznej), czy osiadań zawałowych (por. Filonowicz 1968; Wieczorek i in. 2015). Niemal wszędzie tam gdzie są wypływy wód gruntowych spod osadów lessowych, zachodzą zjawiska sufozji, lub tworzą się zawały i/lub obrywy. Występowanie tego typu zjawisk w pobliżu zboczy dolinnych może w pewnych sytuacjach doprowadzić do rozwoju zsuwów. Lessy i piaski pylaste występują na małej powierzchni w rejonie Granic w północnej części obszaru gminy (arkusz M-34-42-C-b-1 Kielce-Dyminy). Analiza map ISOK nie wykazuje tutaj znacznego zróżnicowania powierzchni terenu. Poza tym według Filonowicza (1968) lessy nie są tutaj zbyt mięsne (~1 m). Obszar występowania lessów nie jest więc zbyt narażony na ruchy masowe.

W wielu miejscach na obszarze gminy na powierzchni terenu występują wychodnie skał paleozoicznych czy mezozoicznych. Są to głównie: piaskowce i łupki dolnodewońskie; wapienie, dolomity i margle środkowodewońskie; wapienie i margle środkowotriasowe; wapienie, wapienie i margle górnourajskie. W mniejszym stopniu dotyczy to: iłowców i mułowców z wkładkami piaskowców kambru dolnego; piaskowców, mułowców i iłowców ordowickich; zlepieńców cechsztyńskich (górnopermskich); piaskowców, zlepieńców oraz margli i wapieni dolnotriasowych; piaskowców, mułowców i iłowców górnotriasowych. Skały te są znacznie skonsolidowane, zwłaszcza piaskowcowe, a ich parametry geotechniczne są dobre i bardzo dobre, a ich zwietrzelina, rzadziej zwietrzelina ilasta, też nie jest zbyt słaba. Wychodnie tych skał na znacznej większości stoków i zboczy nie są narażone na ruchy masowe.

Część zwietrzelin, zwłaszcza gliniastych, a dodatkowo położonych na stokach/zboczach o większym nachyleniu, czy narażonych na erozję rzeczną, może podlegać grawitacyjnemu przemieszczaniu (spęływanie, zsuw, odpadanie). Sytuacje takie wytypowano jako tzm (por. Tab. 1b).

Doliny Czarnej Nidy, Bobrzy czy Morawki, wypełniają utwory rzeczne (piaski, żwiry i mułki; piaski) budujące taras zalewowy i nadzalewowe, piaski ze żwirami rzeczno-peryglacjalne, piaski lodowcowe i wodnolodowcowe. Ponad zboczami dolin, na stokach spotyka się też gliny zwałowe, piaski, żwiry i mułki peryglacjalne, deluwia. W suchych dolinkach występują piaski i żwiry lodowcowe i wodnolodowcowe, gliny zwałowe, mułki i ily zastoiskowe. Grunty czwartorzędowego wieku osiągają miąższość od kilku do kilkudziesięciu metrów. Ich odłożenie w obrębie dolin zmniejszyło różnice wysokości, przez co zmniejszeniu lub całkowitemu zahamowaniu uległy też procesy stokowe. Serie piaszczyste pokrywające stoki wzgórz są dosyć stabilne.

Reasumując obszar gminy Morawica nie jest szczególnie narażony na ruchy masowe ziemi.

### **7.1. Zalecenia dla administracji publicznej dotyczące planowania przestrzennego**

Obszary osuwisk. Z uwagi na brak osuwisk na obszarze gminy zagadnienia tego szczegółowo nie omawiano.

Przez analogię z obszarami gmin dotychczas opracowanymi (np. w Karpatach, na niżu) oraz wytycznymi PIG-PIB w Warszawie można to zagadnienie w skrócie przedstawić następująco. Osuwiska aktywne to obszary nienadające się pod żadne budownictwo. Osuwiska okresowo aktywne (lub okresowo aktywne fragmenty osuwisk), również należą do niebezpiecznych. Tutaj też nie powinny być lokalizowane inwestycje budowlane. Jednakże dokładne przebadanie geologiczne całego obszaru takiego osuwiska mogłoby zweryfikować dane pochodzące z obserwacji terenowych i wskazać tereny dla budownictwa lekkiego. Osuwiska nieaktywne (lub nieaktywne fragmenty osuwisk) obejmują tereny objęte ruchami koluwiów przed ponad 50 laty. Nie oznacza to jednak, że tereny te już nie będą podlegać procesom przemieszczania koluwiów w przyszłości. Sugeruje się, aby również na osuwiskach nieaktywnych ograniczać budownictwo (zwłaszcza wielkokubaturowe, ciężkie), a ewentualnie planowane inne obiekty posiadały wykonaną wcześniej dokumentację geologiczno-inżynierską określającą warunki podłoża w kontekście ewentualnego ruchu koluwiów.

Tereny zagrożone ruchami masowymi (tzrm). Na terenach zagrożonych ruchami masowymi budownictwo może być dopuszczone, ale po wykonaniu wcześniejszego rozpoznania geotechnicznego, geologiczno-inżynierskiego, określającego warunki podłoża w kontekście ewentualnego powstania osuwisk, stateczności stoków/zboczy. Rozpoznanie to powinno zakończyć się opracowaniem stosownej dokumentacji w formie pisemnej i powinno



zawierać wnioski odnośnie zaniechania budownictwa na danym terenie, bądź jego dopuszczenia po spełnieniu odpowiednich zaleceń. Trzeba pamiętać o właściwym zakwalifikowaniu takich obszarów do badań, zgodnie z Rozp. Ministra TBiGM z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych (Dz. U. z 2012 r., poz. 463).

Tereny zagrożone ruchami masowymi z zasady powinny być użytkowane ekstensywnie.

## **8. WNIOSKI**

Po uwzględnieniu powyższych danych można przedstawić następujące podsumowanie:

1) na obszarze gminy Morawica rozpoznano 8 terenów zagrożonych ruchami masowymi, nie wyznaczono tutaj natomiast osuwisk;

2) biorąc pod uwagę ogład sytuacji w terenie, należy stwierdzić, że obszar gminy Morawica nie jest szczególnie narażony na ruchy masowe ziemi;

3) wkopy drogowe czy kolejowe z racji sztucznego wytworzenia powierzchni o większych spadkach mogą być miejscami narażone na ruchy masowe; są to jednak obiekty inżynierskie, mające swych właścicieli, których stan powinien być stale monitorowany;

4) podobnie rzecz ma się z wyrobiskami górniczymi, w których eksploatację prowadzi się na podstawie koncesji; w obrębie obszaru górniczego koncesjodawca może też na hałdach gromadzić skały nadkładowe, czy przerosty płone, które w przyszłości wykorzysta np. do rekultywacji terenu kopalni; po zakończeniu eksploatacji złoża jest on zobowiązany do rekultywacji terenu pogórniczego, w tym uwzględniając konieczność zabezpieczenia skarp wyrobiska przed zjawiskami geodynamicznymi;

5) dla potrzeb niniejszego opracowania nie wykonywano badań geologiczno-inżynierskich, geotechnicznych, geofizycznych lub hydrogeologicznych w kierunku wytypowania terenów zagrożonych ruchami masowymi ziemi oraz terenów, na których te ruchy występują; wynika to z faktu, iż na takie prace są potrzebne znaczne środki finansowe;

6) powstanie rejestru terenów zagrożonych ruchami masowymi ziemi oraz terenów, na których występują te ruchy, powinno wspomóc proces zagospodarowania przestrzennego gminy; w studium określa się w szczególności obszary osuwania się mas ziemnych, a w miejscowym planie określa się obowiązkowo granice, warunki i sposoby zagospodarowania obszarów osuwania się mas ziemnych, ograniczenia w ich użytkowaniu, w tym zakazy zabudowy (por. Cichy 2015).

## 9. LITERATURA

- Bażyński J., Kühn A., 1970 – Objąsnienia do mapy osuwiska 1:500 000. IG Warszawa.
- Biernat T., Ciupa T., 2001 - Geomorfologiczne skutki opadu deszczu w dniach 23-25 lipca 2001 r. w bezpośredniej zlewni budowanego zbiornika wodnego „Wióry” na rzece Świślinie. W: T. Ciupa, E. Kupczyk (red.) Wpływ użytkowania terenu i antropogenicznych przekształceń środowiska przyrodniczego na elementy obiegu wody w zlewni rzecznej. Przewodnik sesji terenowej, Kielce – Wólka Milanowska: 125-127.
- Borecka A., Kaczmarczyk R., 2007 – Geologiczno - inżynierska ocena zagrożeń osuwiskowych w utworach lessowych południowo - wschodniej Polski. *Geologos*, 11: 347–356.
- Bugajska-Pająk A., 1974 – Charakterystyka surowcowa wapieni lekkich z miocenu południowego obrzeżenia Gór Świętokrzyskich. *Prz. Geol.*, 9: 416-421.
- Cichy B., 2015 – Rozwój przestrzenny gmin w kontekście zagrożeń osuwiskowych. W: Materiały konferencyjne. Ogólnopolska Konferencja O!SUWISKO. 19-22 maja 2015, Wieliczka. PIG-PIB Warszawa.
- Dadlez R., Jaroszewski W., 1994 – Tektonika. PWN Warszawa.
- Doroz K., Łątka K., Bąk E., Janecka-Styrz K., 2011 – Atlas geologiczno-inżynierski miasta Kielce – część południowa, skala 1:10 000, wykonany w technice GIS. Przedsiębiorstwo Geologiczne Sp. z o.o. w Kielcach.
- EBZBP, 2008 – Program ochrony środowiska dla Gminy Morawica - aktualizacja na lata 2008-2012. Wyk. EBZBP, Ostrowiec Świętokrzyski.
- Fijałkowska E., Fijałkowski J., 1973 – Historia eksploatacji marmurów w Górach Świętokrzyskich. Zeszyty Przyrodnicze I. Muzeum Świętokrzyskie Kielce.
- Filonowicz P., 1967 – Szczegółowa mapa geologiczna Polski w skali 1:50 000, ark. Morawica (851). WG Warszawa.
- Filonowicz P., 1968 – Objąsnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polskie w skali 1:50 000, ark. Morawica (851). WG Warszawa.
- Filonowicz P., 1973 – Szczegółowa mapa geologiczna Polski w skali 1:50 000, ark. Kielce (815) wraz z objaśnieniami. WG Warszawa.
- Filonowicz P., 1979 – Szczegółowa mapa geologiczna Polski w skali 1:50 000, ark. Skarżysko-Kamienna (779) wraz z objaśnieniami. WG Warszawa.
- Filonowicz P., Lindner L., 1987 – Objąsnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1:50 000, ark. Piekoszów (814). WG Warszawa.

- Gilewska S., 1972 – Wyżyny Śląsko-Małopolskie. Geomorfologia Polski, t.1. Polska Południowa. Góry i wyżyny. PWN, Warszawa.
- Gorczyca E., 2002 – Wpływ opadów ulewnych na przekształcanie stoków na przykładzie dorzecza Łososiny (Beskid Wyspowy). Acta Universitatis Nicolai Copernici, Geografia 32, Nauki Mat.-Przyr., z. 109, s. 153-160.
- Grabowska-Olszewska B., 1963 – Własności fizyczno-mechaniczne utworów lessowych północnej i północno-wschodniej części świętokrzyskiej strefy lessowej na tle ich litologii i stratygrafii oraz warunków występowania. Biuletyn Geolog., t.3. UW Warszawa.
- Grabowski D., 2006 – Inwentaryzacja osuwisk oraz zasady i kryteria wyznaczania obszarów predysponowanych do występowania i rozwoju ruchów masowych w Polsce Pozakarpaciej. ZGŚ PIG Warszawa.
- Grabowski D., Marciniak P., Mrozek T., Nescieruk P., Rączkowski W., Wójcik A., Zimnal Z., 2008 – Instrukcja opracowania Mapy osuwisk i terenów zagrożonych ruchami masowymi w skali 1:10 000. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- Jaroszewski W., Marks L., Radomski A., 1985 – Słownik geologii dynamicznej. WG Warszawa.
- Juszczak A., Pasieczna A., Tomassi-Morawiec H., Nowacki K., Osendowska E., 2006 – Objasnienia do Mapy georodowiskowej Polski w skali 1:50 000, ark. Morawica (851). PIG & MŚ Warszawa.
- Klatka T., 1965 – Geomorfologia Gór Świętokrzyskich. Roczniki Gleboznawcze, t.15. (dod.). PAN, Warszawa.
- Kondracki J., 2001 – Geografia regionalna Polski. PWN, Warszawa.
- Konon A., 2008 – Regionalizacja tektoniczna Polski – Góry Świętokrzyskie i regiony przyległe. Prz. Geolog., 10: 921-926.
- Koślacz R., Suligowski R., Szymanek B., Daszkiewicz J., Jendo J., Jendo A., Kasprzyk A., Kukła J., Czerwik-Marcinkowska J., Noworyta A., Szlufik A., 2006 – Program małej retencji dla województwa świętokrzyskiego. ŚZMiUW w Kielcach. Dokument elektroniczny.
- Kotański Z., 1959 – Przewodnik geologiczny po Górach Świętokrzyskich. WG Warszawa.
- Kowalczewski Z., Kowalski B. J., 2000 – Zarys budowy geologicznej. W: S. Cieśliński, A. Kowalkowski (red.) Monografia Świętokrzyskiego Parku Narodowego. Bodzentyn-Kraków: 51-100.

- Kowalski B., 1988 – Rozwój rzeźby przełomowego odcinka doliny rzeki Lubrzanki przez główne pasmo Gór Świętokrzyskich w czwartorzędzie. *Przeł. Geograf.*, 60, 4: 635-655.
- Krupa J., 2013 – Naturalne i antropogeniczne procesy kształtujące dno doliny Czarnej Nidy w późnym wistulianie i holocenie. *Folia Quaternaria*, 81: 5–174.
- Kühn A., Kastory L., Miłoszewska W., 1970 – Mapa osuwisk 1:500 000. IG Warszawa.
- Kühn A., Miłoszewska W., 1972 – Katalog osuwisk - województwo kieleckie. IG Warszawa.
- Lemberger M. i in., 2005 – Rejestracja i inwentaryzacja naturalnych zagrożeń geologicznych (ze szczególnym uwzględnieniem osuwisk oraz innych zjawisk geodynamicznych na terenie całego kraju). AGH Kraków.
- Lindner L., 1984 – Region świętokrzyski. Eoplejstocen. Mezoplejstocen. W: S. Sokołowski, J.E. Mojski (red.) *Budowa geologiczna Polski. T. I. Stratygrafia. Część 3b. Kenozoik. Czwartorzęd.* WG Warszawa.
- Mapa topograficzna w skali 1:10 000, arkusze: Kowala (M-34-42-C-a-2), Radkowice (M-34-42-C-a-3), Brzeziny (M-34-42-C-a-4), Kielce-Dyminy (M-34-42-C-b-1), Bilcza-Ciołków (M-34-42-C-b-3), Marzysz Drugi (M-34-42-C-b-4), Łukowa (M-34-42-C-c-1), Morawica (M-34-42-C-c-2), Chomentów (M-34-42-C-c-3), Obice (M-34-42-C-c-4), Wola Morawicka (M-34-42-C-d-1), Skrzelczyce (M-34-42-C-d-2), Piotrkowice (M-34-42-C-d-3), Maleszowa (M-34-42-C-d-4). Układ 1992. Główny Geodeta Kraju.
- Mapa topograficzna w skali 1:50 000, arkusz Sitkówka-Nowiny (M-34-42-C). Układ 1992. Główny Geodeta Kraju.
- Mityk J., 1981 – Zastosowanie metod taksonomicznych w klasyfikacji i regionalizacji walorów rekreacyjnych Gór Świętokrzyskich. *Prace Geograficzne. WSP, Kielce.*
- Mityk J., 1983 – Typologia środowiska przyrodniczego na obszarze Kieleckiego Okręgu Eksploatacji Surowców Węglanowych. *Rocznik Świętokrzyski*, t. X. PWN Warszawa-Kraków, KTN: 119-154.
- Morawska A., 1992 – Perm na tarasie świętokrzyskim. *Prz. Geol.*, 4.
- Mrozek T., Rączkowski W., Limanówka D., 2000 – Recent landslides and triggering climatic conditions in Laskowa and Pleśna Regions, Polish Carpathians. *Studia Geomorphologica Carpatho-Balcanica*, 34: 89–112.
- Nowak D., Prażak B., 2003 – Pakiety informacyjne dla złóż surowców miejscowych zlokalizowanych w pobliżu drogi ekspresowej S-7 w województwie świętokrzyskim. MŚ Warszawa.

- Pinińska J. (red.), 1994 – Właściwości wytrzymałościowe i odkształceniowe skał. Część I. Skały osadowe regionu świętokrzyskiego – informatyczne karty dokumentacyjne odsłoneń. Wyd. Geol. UW Warszawa.
- Pinińska J. (red.), 1995 – Właściwości wytrzymałościowe i odkształceniowe skał. Część I. Skały osadowe regionu świętokrzyskiego. Tom 2. Objasnienia i interpretacja. Wyd. Geol. UW Warszawa.
- Prażak J., Janecka-Styrcz K., 2010 – Atlas geologiczno-inżynierski miasta Kielce, skala 1:10 000 – wykonany w technice GIS – reambulacja „Atlasu geologiczno-inżynierskiego Kielc” opracowanego w 1976 r. przez IG O/Świętokrzyski w Kielcach. PIG-PIB O/Świętokrzyski w Kielcach.
- Ptaszyński T., Niedźwiedzki G., 2006 – Pstry piaskowiec w Górach Świętokrzyskich: chronostratygrafia i korelacja litostratygraficzna z basenem turyńskim. *Prz. Geol.*, 6: 525-533.
- Przeładowa mapa – Przeładowa mapa osuwisk i obszarów predysponowanych do występowania ruchów masowych w województwie wielkopolskim. Opracowanie PIG-PIG Warszawa, na podstawie danych z lat 1970-1972. <http://geoportal.pgi.gov.pl/portal/page/portal/SOPO/download> [dostęp 9 maj 2016]
- Radłowska C., 1967 – Charakterystyka geomorfologiczna Gór Świętokrzyskich. *Problemy Zagospodarowania Ziemi Górskich*, z. 4(17). PAN, Kraków: 51-69.
- Romanek A., 1982 – Szczegółowa mapa geologiczna Polski w skali 1:50 000, ark. Chmielnik (885) wraz z objaśnieniami. WG Warszawa.
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 20 czerwca 2007 r. w sprawie informacji dotyczących ruchów masowych ziemi (Dz. U. Nr 121, poz. 840).
- Salwa S., 2006 – Wstępna charakterystyka strukturalno-petrograficzna fyllitów z Podmachocic w regionie łysogórskim Gór Świętokrzyskich. *Prz. Geol.*, 6: 513-520.
- Sołtysik R., Jaśkowski B., Kasprzyk A., Rogalska R., Stachurski M., Świątek E., Zawada K., 2007 – Specyfikacja terenów osuwiskowych w granicach miasta Kielce z uwzględnieniem warunków geologicznych, glebowych, hydrologicznych i przyrodniczych oraz naniesienie ich lokalizacji na mapach w skali 1:10 000 oraz 1:2 000 umożliwiających planowanie przestrzenne. Zespół Ochrony Przyrody „EKO-S” Kielce.
- Starkel L., 2011 – Złożoność czasowa i przestrzenna opadów ekstremalnych – ich efekty geomorfologiczne i drogi przeciwdziałania im. *Landform Analysis*, 15: 65–80.
- Stupnicka E., 1989 – Geologia regionalna Polski. Wyd. Geolog. Warszawa.

- Stupnicka E., Stempień-Sałek M., 2001 – Poznajemy Góry Świętokrzyskie. PWN Warszawa.
- Suligowski R., 2013 – The spatial distribution of probable maximum precipitation (PMP) over the Kielce Upland in one day and multi-day intervals. *Meteorology Hydrology and Water Management. Research and Operational Applications*. Vol. 1. Iss. 1: 39-44.
- Szajn J., 1984 – Objąsnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1:50 000, arkusz Oleszno (813). WG Warszawa.
- Urban J., 2014 – Cechy rzeźby strukturalnej Gór Świętokrzyskich oraz południowo-wschodniej części Niecki Nidziańskiej. *Przegląd Geologiczny*, 1: 44-50.
- Wieczorek D., Stoiński A., Dąbrowski R., 2015 - Założenia dla opracowania map osuwisk i terenów zagrożonych ruchami masowymi dla gmin Powiatu Kieleckiego w skali 1:10 000. *Wyk. Geoconsult Sp. z o.o. w Kielcach*.
- Wiłun Z., 2005 – Zarys geotechniki. Wyd. Kom. i Łączn. Warszawa.
- Wiszniewska A., Chamera Ł., Jendrasik A., Brodecki A., Winiszewski A., 2013 - Zmiana nr 3 Miejscowego Planu Zagospodarowania Przestrzennego Gminy Morawica. Prognoza oddziaływania na środowisko. *Wyk. ARCADIS Sp. z o.o., Warszawa*.
- Wróblewska E., 1976 – Atlas geologiczno-inżynierski Kielc. IG o/Świętokrzyski.
- Wróblewski T., 1976 – Rzeźba Gór Świętokrzyskich. *Roczn. Święt.*, t.V,; 9-22. KTN, Kielce.
- Zabuski L., Thiel K., Bober L., 1999 – Osuwiska we fliszu Karpat polskich. *Geologia – modelowanie – obliczenia stateczności*. Wyd. IBW PAN, Gdańsk.
- Złonkiewicz Z., 2006 – Ewolucja basenu niecki miechowskiej w jurze jako rezultat regionalnych przemian tektonicznych. *Prz. Geol.*, 6: 534-540.
- Złonkiewicz Z., 2009 – Profil keloweju i górnej jury w niecce Nidy. *Prz. Geol.*, 6: 521-530.
- Żelaźniewicz A., Aleksandrowski P., Buła Z., Karnkowski P. H., Konon A., Oszczytko N., Ślącza A., Żaba J., Żytka K., 2011 – Regionalizacja tektoniczna Polski. KNG PAN, Wrocław.

### **Internet**

- CODGiK, 2015 – Numeryczny Model Terenu o interwale siatki 100 m. (<http://www.codgik.gov.pl/index.php/darmowe-dane/nmt-100.html>).
- Krajowy Zarząd Gospodarki Wodnej ([www.kzgw.gov.pl](http://www.kzgw.gov.pl)).
- Państwowy Instytut Geologiczny - Państwowy Instytut Badawczy w Warszawie ([www.pgi.gov.pl](http://www.pgi.gov.pl)).
- Rejestracja i inwentaryzacja naturalnych zagrożeń geologicznych na terenie całego kraju (ze szczególnym uwzględnieniem osuwisk oraz innych zjawisk geodynamicznych). AGH Kraków (<http://geozagrozenia.pgi.gov.pl/>).

Strona Internetowa UG Morawica (<http://www.morawica.pl/>).

System Osłony Przeciwosuwiskowej, Państwowy Instytut Geologiczny - Państwowy Instytut  
Badawczy (<http://geoportal.pgi.gov.pl/portal/page/portal/SOPO/>).