

Zamawiający: Powiat Pilski

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

**Rejestr terenów zagrożonych ruchami masowymi ziemi
oraz terenów, na których te ruchy występują
dla Powiatu Pilskiego**

Mapa osuwisk i terenów zagrożonych ruchami masowymi

Etap I (gminy Kaczory, Piła, Szydłowo, Ujście)

Objaśnienia tekstowe

Opracował:

Dyrektor:



Dariusz Wieczorek

upr. geolog. MŚ nr
V-1598, VIII-0134

Kielce, 2015 r.

SPIS TREŚCI:

1. WSTĘP.....	3
2. OBSZAR BADAŃ – WSTĘPNA CHARAKTERYSTYKA	8
2.1. POŁOŻENIE GEOGRAFICZNE	8
2.2. OPADY, ICH WIELKOŚĆ I ROZKŁAD.....	11
3. BUDOWA GEOLOGICZNA I HYDROGEOLOGIA	11
3.1. UTWORY GEOLOGICZNE – LITOLOGIA I STRATYGRAFIA ORAZ UWARUNKOWANIA TEKTONICZNE I STRUKTURALNE... 13	
3.1.1. <i>Gmina Kaczory</i>	13
3.1.2. <i>Gmina Piła</i>	15
3.1.3. <i>Gmina Szydłowo</i>	17
3.1.4. <i>Gmina Ujście</i>	19
3.2. SYNTETYCZNY PROFIL GEOLOGICZNY UTWORÓW POWIERZCHNIOWYCH OBSZARU OPRACOWANIA.....	22
3.3. PALEOGEOGRAFIA REJONU BADAŃ	23
3.4. WARUNKI HYDROGEOLOGICZNE.....	24
4. UKSZTAŁTOWANIE POWIERZCHNI TERENU I HYDROGRAFIA	26
4.1. RZEŻBA OBSZARU GMINY KACZORY.....	28
4.2. RZEŻBA OBSZARU GMINY PIŁA	30
4.3. RZEŻBA OBSZARU GMINY SZYDŁOWO.....	32
4.4. RZEŻBA OBSZARU GMINY UJŚCIE	35
4.5. HYDROGRAFIA	37
5. DOTYCHCZASOWE DANE O OSUWISKACH Z OBSZARU BADAŃ	38
6. WYNIKI OBECNYCH PRAC	41
6.1. GMINA KACZORY	44
6.2. GMINA PIŁA	47
6.3. GMINA SZYDŁOWO	49
6.4. GMINA UJŚCIE	53
7. OCENA POTENCJALNEGO ROZWOJU RUCHÓW MASOWYCH W GMINACH.....	57
7.1. ZAGADNIENIA MONITORINGU.....	62
8. WNIOSKI I ZALECENIA	64
9. LITERATURA	66

1. WSTĘP

Opracowanie pt. „**Rejestr terenów zagrożonych ruchami masowymi ziemi oraz terenów na których te ruchy występują dla Powiatu Pilskiego**” powstało na podstawie umowy z dnia 25 maja 2015 r. z Powiatem Pilskim.

Opracowania tego typu dla obszarów Polski niżowej powstały dla kilku powiatów, m.in. piaseczyńskiego, plockiego, m. Włocławka, sierpeckiego, wągrowieckiego (Biel i in. 2010, 2010a, 2014; Grabowski i in. 2012; Karwacki i in. 2014). Opracowane zostały one przez pracowników Państwowego Instytutu Geologicznego – Państwowego Instytutu Badawczego w Warszawie. Noszą one nazwę „Mapa osuwisk i terenów zagrożonych ruchami masowymi ziemi”, która wydaje się trafniejsza.

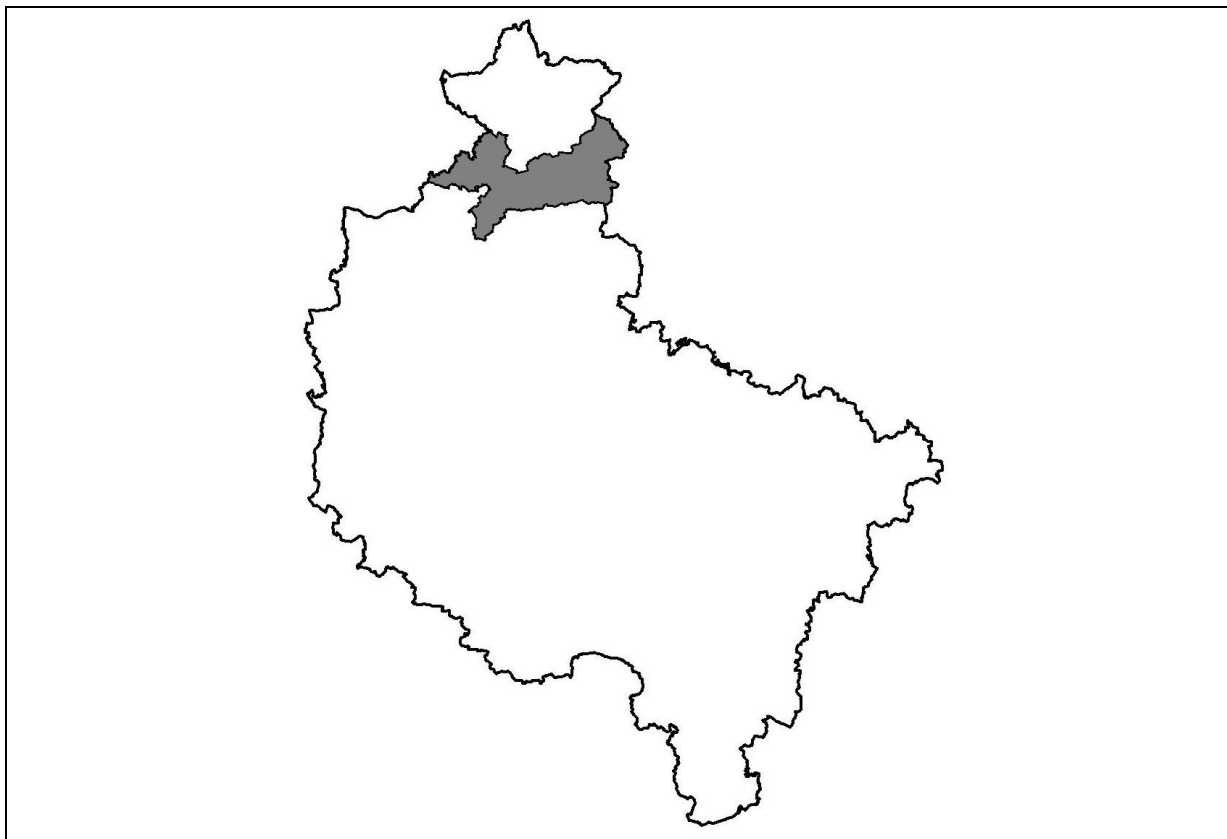


Fig. 1. Powiat pilski na tle granic województwa wielkopolskiego

Zagadnienie osuwisk coraz częściej wkracza w naszą rzeczywistość, zarówno gospodarczą jak i społeczną (por. Poprawa i Rączkowski 2003; Biernacki i in. 2009; Cichy 2015; Mrozek i Grabowski 2015). W oparciu o przepisy Ustawy Prawo ochrony środowiska, powstało Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 20 czerwca 2007 r. w sprawie informacji dotyczących ruchów masowych ziemi. Jest to zadanie z tytułu ochrona powierzchni ziemi.

Do ruchów masowych z jakimi możemy mieć do czynienia w analizowanym obszarze wymienić należy: zsuw (osuwanie), spływanie, spelzywanie, ruch złożony – będący kombinacją dwu lub trzech typów ruchu (Grabowski 2006; Rozp. Min. Środ. z dnia 20 czerwca 2007 r.; Grabowski i in. 2008).

Najistotniejszym procesem w tych rozważaniach jest osuwanie. Osuwanie mas ziemnych lub skalnych może powodować znaczne szkody w obiektach budowlanych i/lub infrastrukturze. Na nie też należy zwrócić szczególną uwagę. Dlatego też wzorem opracowań wykonanych przez PIG-PIG w Warszawie (por. Biel i in. 2010, 2010a, 2014; Grabowski i in. 2012; Karwacki i in. 2014) inwentaryzowano głównie osuwiska oraz tereny na których mogą one powstawać.

Za Grabowskim (2006) oraz Jaroszewskim i in. (1985) można przyjąć, iż **osuwisko** jest miejscem (i formą) gdzie w wyniku osuwania (grawitacyjnego ześlizgiwania się), doszło do dość nagłego przemieszczenia 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 osuwisk oraz ruchów masowych (teren zagrożony ruchami masowymi; tzm) 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 spelzywania. 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.

Gdyby podjąć tylko rozważania od strony teoretycznej to każde stoki o nachyleniu powyżej 2-3° są narażone na ruchy masowe (por. Klimaszewski 1978; Grabowski 2006). Oczywiście wszystko zależy od poszczególnych warunków (budowy geologicznej podłoża, w tym wykształcenia litologicznego utworów; ukształtowania powierzchni terenu; uwarunkowań klimatycznych, w tym wielkości opadów, czy istnienia lub nie wieloletniej zmarzliny; itd.). W warunkach strefy peryglacjalnej, istniejącej na przedpolu lądolodu skandynawskiego, duże znaczenie miała zapewne soliflukcja. Obecnie w warunkach klimatu

umiarkowanego przejściowego, zjawisko to ma swój odpowiednik w spelzrywaniu, które aby pojawiło się też musi mieć określone warunki (m.in. podłoże z gruntów spoistych; uwilgotnienie gruntów – opady lub wody gruntowe; pokrywa roślinności trawiastej – łąki, pastwiska). Dlatego wyznaczone tereny zagrożone ruchami masowymi (tzm) należy traktować jako obszary o większym, istotnym, prawdopodobieństwie zaistnienia takich zjawisk.

Z dotychczasowych danych wynika, iż na powstawanie i rozwój osuwisk szczególnie wpływ mają:

- **złożona budowa geologiczna** ich podłoża – zmienność litologiczna, tektonika (por. Grabowski 2006); na możliwość powstawania osuwisk wpływać może naprzemianległe występowanie skał luźnych i zwięzłych lub warstw/gruntów spoistych i niespoistych; obecność powierzchni nieciągłości i innych struktur tektonicznych (glacitektonika) ułatwia infiltrację i krążenie wód w górotworze, osłabiając jednocześnie zwięzłość i odporność skał;
- **urozmaicona rzeźba powierzchni terenu**; w Polsce Pozakarpackiej tereny predysponowane do rozwoju osuwisk związane są lub mogą być ze zboczami dolin rzecznych (por. Grabowski 2006), rozcięć erozyjnych, wąwozów, parowów, debrzy;
- **wielkość opadów atmosferycznych** (m.in. Mrozek i in. 2000; Gorczyca 2002; Starkel 2011; Wieczorek i Kułak 2015) i łącząca się z nimi **infiltracja wód opadowych** oraz **erozja wód opadowych i erozja rzeczna** (Grabowski 2006);
- **występowanie płytko w podłożu wód gruntowych** oraz wycieki lub wysięki na zboczach/stokach (por. Grabowski 2006); stały dopływ wód przy korzystnej budowie geologicznej może warunkować przemieszczenie gruntów.

Do powyższego wyliczenia dodać można:

- **występowanie ilów neogeńskich** na powierzchni terenu lub w bliskim jego sąsiedztwie, które w pewnych okolicznościach sprzyjają powstawaniu zsuwów (por. Bażyński i Kühn 1970; Laskowicz i in. 2015); płytkie zaleganie ilów neogeńskich (m.in. tzw. poznańskich) wynika często z zachodzenia w przeszłości procesów glacitektonicznych (por. Ber i Krzyszkowski 2004; Chmał 2006, 2007; Wieczorek i Stoiński 2006; Wieczorek 2011);
- **występowanie pokryw zwietrzelinowych oraz utworów soliflukcyjnych i/lub peryglacjalnych** na stokach/zboczach (por. Grabowski 2006).

Wszystkie powyższe predyspozycje naturalne gruntów, może znacząco modyfikować człowiek poprzez swoją działalność, która nierzadko powoduje znaczne przekształcanie

powierzchni terenu. Nawet, jeżeli dany stok czy zbocze w warunkach naturalnych jest stabilne, łatwo może ulec osłabieniu, lub nawet destabilizacji, w wyniku np. podcięcia w związku z pracami budowlanymi, górniczymi, itp.

Dla Polski najwięcej danych i analiz pochodzi z Karpat, gdzie osuwiska występują dosyć często (m.in. Bober 1984; Poprawa i Raczkowski 2003; Chowaniec i in. 2012).

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.

W aspekcie układu geologicznego (Grabowski i in. 2008) mamy: os. **asekwentne** (powstałe w wyniku ścięcia w jednorodnych i niezaburzonych utworach, np. ilach, lessach, piaskach); os. **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. zwietrzeliny, deluwiów, itp., lub powierzchnia warstwowania; os. k.-strukturalne, os. k.-szczelinowe, os. k.-zwietrzelinowe); os. **insekwentne** (powstałe w wyniku przemieszczenia gruntów, gdy kierunek ruchu jest zorientowany skośnie do istniejących powierzchni strukturalnych); os. **obsekwentne** (powstałe w wyniku przemieszczenia mas skalnych, które zachodzi poprzecznie do biegu warstw); os. **subsekwentne** (powstałe poprzez zsuw mas skalnych wzdłuż czołowych powierzchni ławic w kierunku zgodnym z ich biegiem); os. **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. **zwietrzeliny 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 zwietrzeliny 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 nieczęsto 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: s. gruzowe (materiał grubookruchowy), s. gruzowo-błotne (mat. grubookruchowy w drobnookruchowym matriks), s. 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). Według Prof. A. Wójcika z Oddziału Karpackiego PIG-PIB tylko proces osuwania (zsuwania) prowadzi do powstania osuwiska. Niektóre procesy, jak spelzywanie, mogą dawać w pewnych warunkach formy podobne do osuwisk, jednak nimi niebędące.

Klasyfikacja osuwisk ze względu na stopień aktywności (Grabowski i in. 2008): os. **aktywne ciągłe** (tj. pozostające w ciągłym ruchu lub którego objawy aktywności występowały w trakcie prowadzenia rejestracji albo w ciągu ostatnich 5 lat); os. **aktywne okresowo** (tj. takie w obrębie którego objawy aktywności występowały w nieregularnych odstępach czasu w ciągu ostatnich 50 lat); os. **nieaktywne** (tj. w obrębie którego nie obserwowano i nie udokumentowano objawów aktywności w ciągu ostatnich 50 lat).

2. OBSZAR BADAŃ – WSTĘPNA CHARAKTERYSTYKA

Obszar powiatu pilskiego położonego w województwie wielkopolskim, obejmuje 9 gmin: Białośliwie, Kaczory, Miasteczko Krajeńskie, Łobżenica, Piła, Szydłowo, Ujście, Wyrzysk, Wysoka (por. Fig. 2). Granice gmin przyjęto za Państwowym Rejestrem Granic (PRG; <http://www.codgik.gov.pl/index.php/darmowe-dane.html>; dostęp 05.06.2015 r.).

Powiat zamieszkuje około 137,6 tys. osób. W gminie Białośliwie jest około 4,9 tys. mieszkańców, w gminie Kaczory 7,6 tys. mieszkańców, w gm. Miasteczko Krajeńskie 3,2 tys., w gm. Łobżenica 9,9 tys., w Pile 74,5 tys. osób, w gm. Szydłowo 8,2 tys., w gm. Ujście 8,2 tys., w gm. Wyrzysk 14,2 tys. i w gm. Wysoka około 6,9 tys. mieszkańców.

Powierzchnia obszaru badań wynosi 1 264,82 km². Wielkość poszczególnych gmin przedstawia się następująco: Białośliwie (75,51 km²), Kaczory (150,50 km²), Miasteczko Krajeńskie (70,83 km²), Łobżenica (190,58 km²), Piła (102,59 km²), Szydłowo (267,23 km²), Ujście (125,84 km²), Wyrzysk (158,87 km²), Wysoka (122,87 km²) – dane za PRG.

W etapie I niniejszego zadania pracami objęto 4 gminy: Kaczory, Piła, Szydłowo i Ujście.



Fig. 2. Gminy powiatu pilskiego

2.1. Położenie geograficzne

Obszar powiatu pilskiego w podziale fizycznogeograficznym Kondrackiego (2001) położony jest w obrębie (Fig. 3):

- Pojezierza Wałeckiego (314.64), Równiny Wałeckiej (314.65), Doliny Gwdy (314.68) oraz Pojezierza Krajeńskiego (314.69) – wchodzących w skład Pojezierza Południowopomorskiego (314.6-7);

- Kotliny Gorzowskiej (315.32) i Doliny Środkowej Noteci (315.33) – wchodzących w skład Pradoliny Toruńsko-Eberswaldzkiej (315.3);

- Pojezierza Chodzieskiego (315.53) – wchodzącego w skład Pojezierza Wielkopolskiego (315.5).

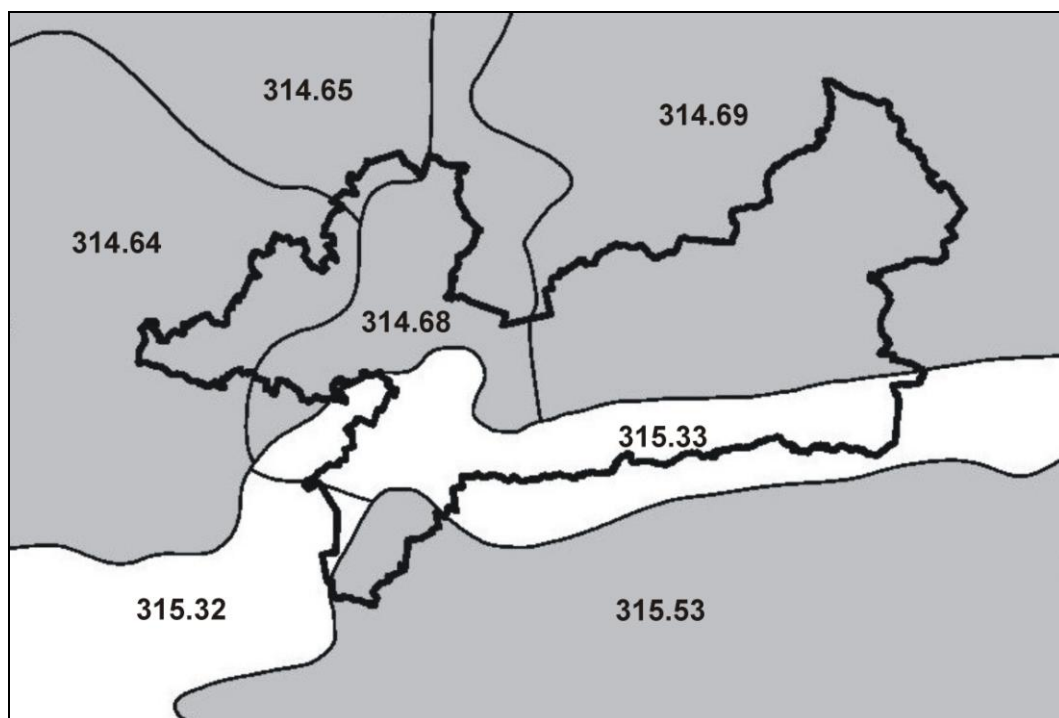


Fig. 3. Powiat pilski na tle podziału fizycznogeograficznego Kondrackiego (2001)

Pojezierze Wałeckie to region o charakterze: glacialnym pagórkowatym (w części N i SW), równinnym fluwioglacjalnym (w części S), ze wzgórzami moren czołowych (w części NW) i równin glacialnych (w części SE). W rejonie badań jej powierzchnia opada w kierunku południowym, od około 140–150 m n.p.m. w rejonie Leżenicy do około 110–115 m n.p.m. w rejonie Gądka. **Równina Wałecka** zdominowana jest przez równiny fluwioglacjalne (sandrowe) z niewielkimi płatami wzgórz i pagórków glacialnych. **Dolina Gwdy** to region równinny, o genezie fluwioglacjalnej (sandrowej) oraz rzecznej - dno doliny Gwdy. W części północnej pojawiają się równiny glacialne. W rejonie opracowania jej dno leży na wysokości 55 m n.p.m. (okolice Piły), a przy ujściu do Noteci poniżej 50 m n.p.m. Szerokość dna doliny w dolnym biegu rzeki to około 1 km. **Pojezierze Krajeńskie** ograniczone jest dolinami Gwdy, Noteci i Brdy. Dominują tu wysoczyzny glacialne pagórkowate, a w części zachodniej i centralnej przeważają równiny glacialne i fluwioglacjalne. Na południu są liczne wzgórza,

związane z ciągami czołowomorenowymi. W rejonie badań ponad główny poziom wysoczyzny wznoszą się kulminacje rejonu Rzadkowa - Miasteczka Krajeńskiego (199 m n.p.m.), Wolska Górnego - Wolska Dolnego (129 m n.p.m.) oraz Dębowej Góry (193 m n.p.m.), pomiędzy Krostkowem a Osiekiem n. Notecią. **Kotlina Gorzowska** to rozległy mezoregion pradolinny, obecnie zajęty przez doliny Warty i Noteci. Dominują zalewowe dna dolin, miejscami pojawiają się terasy nadzalewowe. **Dolina Środkowej Noteci** rozciąga się w dolinie Noteci, ma podobny charakter. Szerokość doliny waha się od 7 km w okolicach Osieka n. Notecią do 2 km w okolicach Dziembowa i 5 km w okolicy Stobna (gm. Trzcianka), a jej dno leży na wysokości 52 m n.p.m. w okolicy Osieka i obniża się ku zachodowi, osiągając w okolicy Stobna około 50m n.p.m. (Ratajczak-Szczerba 2011). **Pojezierze Chodzieskie** położone jest między Notecią a Wełną. W części zachodniej oraz północno-wschodniej dominują wysoczyzny glacialne równinne ze znacznym udziałem równin fluwioglacialnych (sandrowych). W części wschodniej występują wysoczyzny glacialne pagórkowate, urozmaicone wzgórzowymi w rejonie stref czołowomorenowych. W rejonie badań powierzchnia wysoczyzny wzniesiona jest na 90–110 m n.p.m., w okolicy Mirosława do 115,7 m n.p.m.

Zagadnienia te dość dobrze oddaje mapa hipsometryczna obszaru badań (Fig. 4).

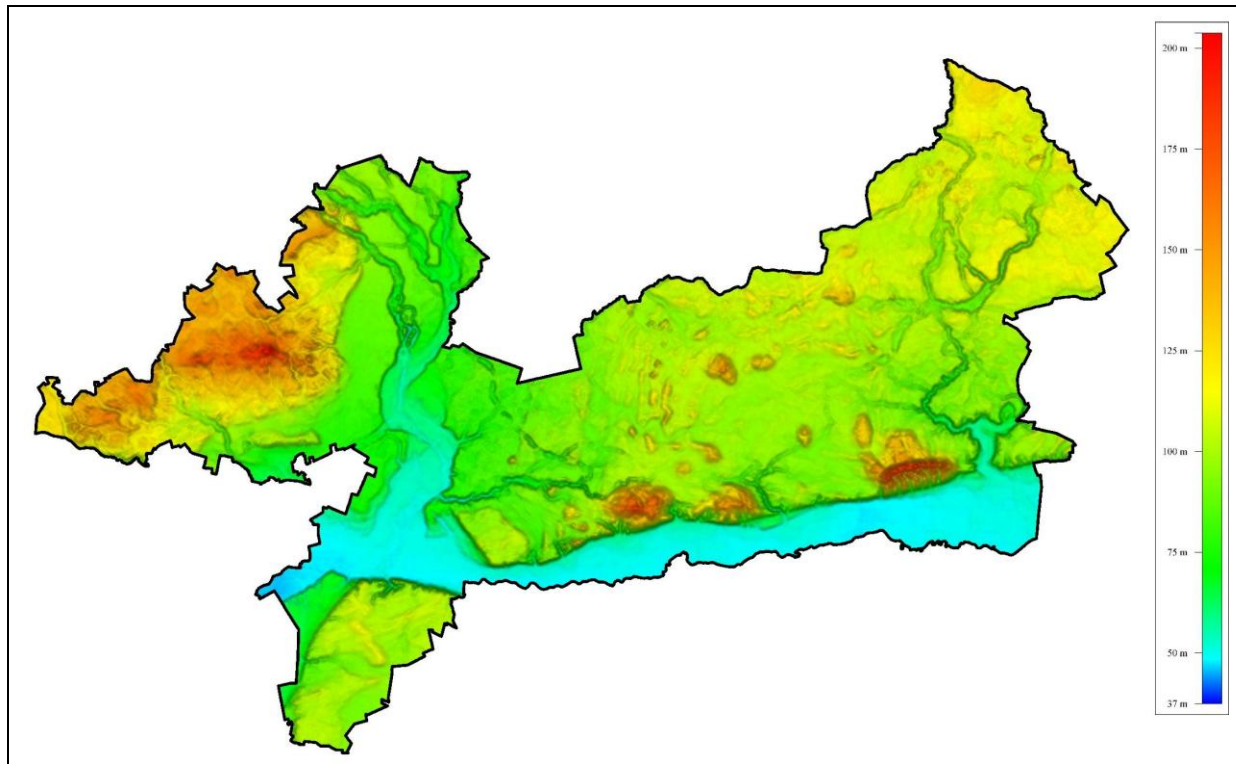


Fig. 4. Mapa hipsometryczna obszaru powiatu pilskiego
Opracowanie własne na podstawie danych CODGiK (2015)

2.2. Opady, ich wielkość i rozkład

Dane IMGW (www.imgw.pl) pochodzące z lat 1971-2000 przedstawiają następujący rozkład opadów dla rejonu powiatu pilskiego: styczeń 20-50 mm; luty 20-30 mm; marzec 30-40 mm; kwiecień 20-40 mm; maj 40-60 mm; czerwiec 60-70 mm; lipiec 70-80 mm; sierpień 50-60 mm; wrzesień 40-50 mm; październik 30-50 mm; listopad 30-50 mm; grudzień 30-50 mm. W wieloleciu 1971-2000 średnioroczna suma opadów wyniosła 550-650 mm.

W roku 2010 suma opadów wyniosła tutaj ca 750-850 mm. W roku 2011 było to 500-600 mm, w 2012 r. 650-850 mm, w 2013 r. 600-700 mm, a w 2014 r. 500-600 mm. W ostatnim czasie jak widać notuje się duże zmienności opadów. Nie są one jednak tak spektakularne jak w Polsce południowej, a zwłaszcza w Karpatach.

W rozważaniach dotyczących osuwisk w zakresie opadów w rachubę wchodzi dwa okresy: wiosenny – niekiedy połączony z roztopami pokrywy śnieżnej oraz letni, związany często z opadami burzowymi lub deszczami rozlewnymi i nawałnymi (por. Mrozek i in. 2000; Gorczyca 2002). 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.

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).

3. BUDOWA GEOLOGICZNA I HYDROGEOLOGIA

Analizę budowy geologicznej (litologia, stratygrafia, paleogeografia) oparto o dane z arkuszy Szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1:50 000 (Bartczak 2006, 2007, 2011, 2012; Chmal 2006, 2007, 2011, 2012; Gogołek 2004, 2004a; Haisig i Wilanowski 2009, 2009a; Nowak 2007, 2007a; Pasierbski i Niewiarowski 2003; Stoiński 2004, 2005, 2005a, 2005b) oraz Mapy geologicznej Polski w skali 1:200 000 (Listkowska i Maksiak 1977; Listkowska i in. 1978; Uniejewska i Włodek 1978; Uniejewska i in. 1979).

Dla obszaru powiatu pilskiego jednolite pokrycie przez arkusze mapy geologicznej, jest w skali 1:200 000.

Ogólny obraz czwartorzędu Polski, tj. budowy geologicznej i tło paleogeograficzne dają opracowania: Różyckiego (1972); Lindnera (1992); Lindnera i Marksa (1995); Lisickiego (2003, 2003a); Mojskiego (2005).

W geologii czwartorzędu, a z takimi utworami mamy najczęściej do czynienia na Niżu Polskim, na podstawie badań, przyjmuje się kilkukrotne zlodowacenie (mniejszych lub większych) części obszaru Polski. Obecnie uznaje się, iż lądolód skandynawski nasunął się 7÷16 razy w czasie 5÷8 zlodowaceń (por. Mojski 2005; Lisicki 2003). Każde wkroczenie lądolodu skutkowało zarówno niszczeniem poprzednio istniejącej rzeźby, częściowo też osadów, jak i akumulacją nowych utworów: glacialnych, zastoiskowych, wodnolodowcowych. W okresach pomiędzy zlodowaceniami główną rolę odgrywały procesy erozji rzecznej i denudacji. W kolejności chronologicznej mamy następujący układ zlodowaceń i okresów interglacialnych.

Tabela 1. Podział stratygraficzny plejstocenu

Wiek [ka BP]*	Zlodowacenie/ interglacjał	Wyższe jednostki wg Instrukcji (2004)	Wyższe jednostki wg Ber i in. (2007)
0,0÷11,7	holocen	holocen	holocen
11,7÷130	zlod. Wisły; leszczyńsko-pomorski (grn.; główny), stadiał: Świecia (środk.)	zlodowacenia północnopolskie	kompleks północnopolski
	int. eemski	int. eemski	
130÷440	zlod. Warty	zlodowacenia środkowopolskie	kompleks środkowopolski
	int. lubawski (lubelski)		
	zlod. Odry		
	int. Zbójna	interglacjał wielki	
	zlod. Liwca		
	int. mazowiecki		
440÷1340	zlod. San2	zlodowacenia południowopolskie	kompleks południowopolski
	int. ferdynandowski		
	zlod. San1		
	int. małopolski		
	zlod. Nidy	int. augustowski (podlaski)	
	int. augustowski		
	zlod. Narwi		
1340÷2590		plejstocen dolny (preglacjał)	kompleks preglacialny

Uwaga: * - kolumna wiek głównie za Wagner (2008)

Obszar opracowania położony jest w na północ od linii maksymalnego zasięgu lądolodu zlodowacenia Wisły (por. Mojski 2005). W południowej części powiatu występuje dolina Noteci, wykorzystująca formę pierwotną – pradolinę. Na południe od doliny Noteci

rozpościera się wysoczyzna polodowcowa z formami marginalnymi związanymi z fazą/subfazą chodzieską (lub kujawską; por. Galon 1972). Z kolei na północ od tej doliny występują moreny czołowe związane z oscylacją (fazą ?) wyrzyską.

Wysoczyzny w części północnej (na północ od Noteci) budują: na powierzchni terenu utwory lodowcowe i wodnolodowcowe związane ze stadiem górnym zlod. Wisły; w budowie wgłębnej rozpoznano utwory lodowcowe (czasami 2 poziomy), wodnolodowcowe i zastoiskowe związane ze zlodowaceniem Warty, rzeczne interglacjału lubelskiego, wodnolodowcowe i lodowcowe zlod. Odry (okres zlodowaceń środkowopolskich), rzeczne lub rzeczno-jeziorne z okresu interglacjału mazowieckiego (okres interglacjału wielkiego) oraz lodowcowe, zastoiskowe i wodnolodowcowe zlod. San 1 i starsze (?) (okres zlodowaceń południowopolskich) - por. Stoiński (2005a); Bartczak (2007, 2012); Chmał (2007; 2012); Nowak (2007); Haisig i Wilanowski (2009). Miejscami osady Sanu 1 są silnie zaburzone glacitektonicznie, niekiedy wraz z nimi występują też osady miocenu środkowego z węglem brunatnym (Nowak 2007; 2007a). Zaburzone bywają też osady zlod. Odry (Bartczak 2007). Rozpatrując wysoczyzny północne można zauważyć, iż miąższość utworów plejstocénskich maleje w kierunku wschodnim i północno-wschodnim.

Wysoczyznę w części południowej (na południe od Noteci) budują: na powierzchni terenu utwory lodowcowe i wodnolodowcowe związane ze stadiem górnym zlod. Wisły; w budowie wgłębnej rozpoznano utwory lodowcowe, wodnolodowcowe i zastoiskowe związane ze zlodowaceniami Warty i Odry (okres zlodowaceń środkowopolskich), rzeczne z okresu interglacjału wielkiego oraz lodowcowe i wodnolodowcowe zlod. San 1 (okres zlodowaceń południowopolskich) - por. Chmał (2007) i Bartczak (2007).

3.1. Utwory geologiczne – litologia i stratygrafia oraz uwarunkowania tektoniczne i strukturalne

Oprócz ogólnego opisu budowy geologicznej obszaru danej gminy, przedstawiono też krótkie charakterystyki gruntów i skał pod względem budowlanym, jak również w kontekście ruchów masowych. Skoncentrowano się na utworach występujących powierzchniowo, w tym także odsłaniających się w rozcięciach.

3.1.1. Gmina Kaczory

Obszar gminy Kaczory wykazuje dość zróżnicowaną budowę geologiczną (Chmał 2006, 2007; Bartczak 2011, 2012).

W południowej części, w dolinie Noteci, występują rozległe torfowiska (Chmał 2007). Pod torfami zalegają gytie. W rejonie Dziembówkowa rozpoznane zostały dwa tarasy

pradolinne, 14-17 i 4-7 m n.p. rzeki Noteci. Są one zbudowane z piasków rzeczno-wodnolodowcowych.

Pozostała część gminy podzielona jest między utwory wysoczyzny lodowcowej oraz sandrowe i wodnolodowcowe. Większe powierzchnie wysoczyznowe występują w rejonie Dziembowa, Morzewa, Kaczorów, Równopola, Rzadkowa, Śmiłowa, Zelgniewa, Brodnej (Chmał 2007, Bartczak 2012). Wysoczyzna na powierzchni jest zbudowana z glin zwałowych stadiału górnego zlodowacenia Wisły. Miąższość glin dochodzi do kilkunastu metrów, najczęściej jest to jednak kilka metrów. Wysoczyzna ma charakter płaski w części południowej i centralnej (Chmał 2006) oraz falisty w rejonie Zelgniewa (Bartczak 2011). Powierzchnię wysoczyzny urozmaicają: kemy (piaski i mułki; piaski, mułki i żwiry) oraz pagóry i wzniesienia moren czołowych (piaski, żwiry, głazy i gliny zwałowe). Formy kemowe występują w północnej i centralnej części wysoczyzny, a formy czołowomorenowe w południowej. Gliny zwałowe miejscami są też przykryte piaskami i żwirami lodowcowymi. W południowej i centralnej części wysoczyzny jest ich więcej niż w północnej. Na wschód od Rzadkowa, aż do Miasteczka Krajeńskiego (gm. Miasteczko Krajeńskie) rozciąga się rozległe wzniesienie moreny spiętrzonej (piaski, żwiry, mułki i gliny zwałowe) na przedpolu, którego, jak również i w jego obrębie występują utwory neogenu (jako kry w morenach spiętrzonych plejstocenu). Wzniesienie to bardzo wyraźnie zaznacza się w rzeźbie terenu (por. Fig. 6), tym bardziej, że od południowej strony przylega do niego dolina Noteci. Oprócz form pozytywnych (kemy, wzgórza morenowe), powierzchnię wysoczyzny urozmaicają drobne zagłębienia natury wytopiskowej, lub wynikające z nierównomiernej sedimentacji pod stopą lądolodu oraz rozcięcia o charakterze erozyjnym. Zagłębienie bezodpływowe wypełniają namuły piaszczyste i piaski humusowe oraz namuły torfiaste. W rejonie progów rozdzielających powierzchnie wysoczyzny o różnej hipsometrii rozpoznano piaski, mułki i gliny deluwialne, będące wynikiem oddziaływania wód opadowych. W rejonie Śmiłowa w obrębie większych zagłębień rozpoznano piaski i mułki zastoiskowe.

Na zboczach rynny subglacialnej Jez. Kopcze, odsłaniają się starsze utwory plejstoceny: piaski i żwiry wodnolodowcowe oraz gliny zwałowe ze zlod. Warty. Gliny warciańskie rozpoznano także w Kaczorach, gdzie wychodzą one spod utworów moren czołowych.

Starsze utwory plejstoceny budujące wewnętrzną część wysoczyzny odsłaniają się także w jej krawędzi nad doliną Noteci (Dziembowo - Krzewina). Są to: piaski i żwiry wodnolodowcowe (dolne) stadiału górnego zlod. Wisły, piaski i żwiry wodnolodowcowe (górne) zlod. Warty, gliny zwałowe zlod. Warty, piaski oraz piaski i żwiry wodnolodowcowe

(środkowe) zlod. Warty, mułki, piaski i ły zastoiskowo-wodnolodowcowe zlod. Warty, gliny zwałowe (dolne) zlod. Warty (Chmał 2007).

W pozostałej, wschodniej części krawędzi wysoczyzny w strefie kontaktu z doliną Noteci, występują utwory związane z morenami czołowymi (oscylacji wyrzyskiej) oraz morenami spiętrzonymi. Morena spiętrzona z okolic Rzadkowa - w osadach starszego czwartorzędu (piaski i żwiry wodnolodowcowe, gliny lodowcowe) występują, jako kry, piaski (szare, drobne i średnie), mułki (zielonoszare), ły (niebieskie, zielone, brązowe, czerwone i żółte, tzw. pstre ły poznańskie), węgiel brunatny i lignity miocenu środkowego, górnego i pliocenu (Chmał 2006). Można przypuszczać, iż morena spiętrzona jest policykliczna, jej zarys może być z okresu zlod. Sanu 1 (?), a z pewnością formowana była w okresie zlodowaceń środkowopolskich (zlod. Odry, Warty). Ostatnie modelowanie (z niewielką nadbudową piaszczystymi osadami glacialnymi) przeszła w okresie zlod. Wisły. Miąższość serii zaburzonych glacitektonicznie w tej morenie ma co najmniej kilkadziesiąt metrów.

Wokół glin zwałowych w wyższych położeniach hipsometrycznych występują piaski i mułki oraz piaski i mułki, miejscami żwiry wodnolodowcowe (z etapu recesji lądolodu). Część tych osadów z uwagi na nieco niższe położenie Bartczak (2012) uznała za sandrowe (piaski i żwiry, miejscami piaski, wodnolodowcowe). Miąższość tych serii jest rzędu kilku metrów (Bartczak 2012; Chmał 2007). Na ich powierzchniach występują nieduże formy wytopiskowe wypełnione torfami i namułami mineralno-organicznymi. Większe wytopiska zajęte są przez torfowiska (z torfami) oraz jeziora (np. Kleszczynek). Większe formy negatywne o liniowym kształcie to rynny subglacialne z jeziorami (np. Bobrowo, Czarne, Kopcze, Wapieńskie). Na wschód od J. Czarnego w kierunku miejscowości Brodna rozciąga się pole piasków przewianych oraz wał wydmowy (Chmał 2007; Bartczak 2012).

Obraz budowy geologicznej oraz ukształtowanie powierzchni terenu, wskazują, iż miejscami najbardziej narażonymi na ruchy masowe ziemi mogą być: krawędzie wysoczyzny; zbocza/stoki rynien subglacialnych; stoki pagóra moreny czołowej spiętrzonej; zbocza dolin podchodzące w wyniku meandrowania koryt cieków pod wyższe poziomy terasowe, sandrowe, lub wysoczyznę. W aspekcie budowy geologicznej ważnym czynnikiem jest zmienność litologiczna utworów (np. występowanie płytko lub na powierzchni spoistych utworów zastoiskowych, a szczególnie ilów plioceńskich).

3.1.2. Gmina Piła

Miasto Piła położone jest w przeważającej części na rozległej powierzchni tarasów sandrowych, budowanych przez wodnolodowcowe piaski i żwiry (Bartczak 2007; Chmał

2007; Nowak 2007; Bartczak 2012). Poziomy zalegania kolejnych tarasów oddzielone są od siebie czytelnymi krawędziami erozyjnymi. Miąższości tych utworów sięgają do 10 m. Utwory sandrowe wiąże się z odpływem wód roztopowych w czasie fazy pomorskiej (Bartczak 2006). Miejscami, piaski i żwiry wodnolodowcowe, mają charakter pokrywy wysoczyznowej (poziom najwyższy). Powierzchnie te urozmaicone są przez zagłębienia wytopiskowe, częściowo wykorzystywane przez jeziora, oraz przez rynny subglacjalne (Bartczak 2006, 2011; Chmał 2006; Nowak 2007a; Nowaczyk i Owsiany 2011). W rejonie Koloni Krosno, na powierzchni tarasowej występują torfy. Pod torfami mogą zalegać gytie lub kredy jeziorne (Bartczak 2006). Torfy znane są także z zagłębień wytopiskowych w rejonie Jez. Piaszczystego (Bartczak 2007). Torfy i osady jeziorne mogą mieć po kilka metrów miąższości.

Bliżej Gwdy rozciągają się piaski i żwiry rzeczne tarasów nadzalewowych: 9-15, 4-9 i 2-5 m n.p. rzeki. Miąższość tych serii sięga do 12-15 m (Bartczak 2006). Tarasy mają charakter erozyjno-akumulacyjny, stąd w ich spagu mogą występować nagromadzenia żwirów i głazów. Powierzchnie tarasów w południowej części miasta urozmaicają piaski eoliczne, pokrywowe jak i występujące w formie pagórów wydmy (Bartczak 2007; Chmał 2007). Piaski eoliczne mają do 5 m miąższości. W północno-zachodniej części miasta na tarasach tych występują torfy (Bartczak 2007; Nowak 2007). W rejonie połączenia doliny Gwdy i doliny Noteci (pierwotnie pradoliny), można obserwować, iż osady tarasów nadzalewowych Gwdy wkraczają do doliny Noteci w formie stożka napływowego (por. Chmał 2006), spychając jednocześnie koryto Noteci w kierunku południowym, tak, iż podchodzi ono pod wysoczyznę Pojezierza Chodzieskiego.

Wzdłuż koryta Gwdy rozciąga się taras holoceni, zlewowy, 0-2 m n.p. rzeki. Budują go piaski i żwiry. Ich miąższość sięga kilku metrów, a jedynie miejscami do kilkunastu metrów. W dnie doliny, nad piaskami korytowymi, miejscami występują także mady (iły, mułki, miejscami z domieszką piasków) o miąższości do 1 m. Oderwane fragmenty starych koryt rzecznych wypełnione są przez namuły piaszczyste i piaski humusowe.

W zachodniej części miasta, na styku tarasu sandrowego i tarasu nadzalewowego odsłaniają się gliny zwałowe stadiału górnego zlod. Wisły (Bartczak 2007; Nowak 2007). Ich miąższość może dochodzić do 8 m. Natomiast w południowej części miasta, w obrębie tarasów nadzalewowych, występują erozyjnie odsłonięte gliny zwałowe zlodowacenia Warty (Chmał 2007). W granicach miasta, tzw. Gładyszewo, znajduje się także fragment wysoczyzny morenowej z glinami zwałowymi stadiału górnego zlod. Wisły (Nowak 2007).

W rejonie stacji kolejowej Piła, na terenach przyległych do linii kolejowych, występują nasypy antropogeniczne (Bartczak 2007; Chmał 2007). Większe powierzchnie gruntów antropogenicznych występują ponadto w rejonie Śródmieścia i Zamościa, czyli w starych częściach miasta.

Obraz budowy geologicznej oraz ukształtowanie powierzchni terenu, wskazują, iż miejscami najbardziej narażonymi na ruchy masowe ziemi mogą być: krawędzie wysoczyzny; zbocza/stoki rynien subglacialnych; zbocza dolin podchodzące w wyniku meandrowania koryt cieków pod wyższe poziomy terasowe, lub sandrowe. W aspekcie budowy geologicznej ważnym czynnikiem jest zmienność litologiczna utworów.

3.1.3. Gmina Szydłowo

Przeważającą część obszaru gminy zajmuje wysoczyzna polodowcowa, nadbudowana miejscami przez wzgórza moren czołowych (piaski, żwiry i głązy, miejscami gliny zwałowe; piaski, żwiry i głązy), pagóry kemowe (mułki, miejscami z piaskami; piaski i żwiry), czy wały ozów (piaski i żwiry) (Stoiński 2005a; Bartczak 2007; Nowak 2007). Część wzniesień morenowych jest przypisywana do epizody glacialnego znanego szerzej jako oscylacja wyrzyska (por. Bartczak 2006; Ratajczak-Szczerba 2011) lub strączyńsko-zawadzka (por. Nowaczyk i Owsianny 2011). Wysoczyzna ta rozpościera się od rejonu Róży Wielkiej na zachodzie, przez Nowy Dwór, Pokrzywnicę, Jaraczewo, Szydłowo, Skrzatusz, po Zawadę, Starą i Nową Łubiankę na północy. Jej charakter jest zmienny, raz jest to powierzchnia falista, innym razem płaska – Chude, Stara Łubianka (Nowak 2007a; Stoiński 2004, 2005b). Przeważa zdecydowanie powierzchnia falista. Wysoczyznę przy powierzchni terenu budują gliny zwałowe (o miąższości kilku, kilkunastu metrów) oraz piaski, żwiry i głązy lodowcowe (słabo wysortowane i w różnym stopniu zaglinione, o miąższości najczęściej do 2 m, a miejscami większej). Niekiedy uważa się, iż gliny te są dwudzielne, co miałyby odpowiadać fazie leszczyńsko-poznańskiej i chodzieskiej (por. Bartczak 2006). Gliny lodowcowe podścielone są piaskami i żwirami wodnolodowcowymi, lub piaskami, mułkami i iłami zastoiskowymi. Utwory te związane są z okresem zlodowaceń północnopolskich, dokładnie ze stadiąłem górnym zlodowacenia Wisły. Łądolód, który uformował wysoczyznę, w rejon badań nasunął się około 23-21 tys. lat temu (por. Mojski 2005).

We wglębnej budowie geologicznej wysoczyzny obserwuje się szereg warstw o zmiennej litologii (piaski, gliny), które są pozostałością wcześniejszych zlodowaceń (m.in. Warty, Odry). Na wschód od Skrzatusza i na północ od Zawady, znajduje się wąska forma erozyjna, w dnie i na zboczach, której, odsłaniają się piaski i żwiry, uznane przez Nowak

(2007) za wodnolodowcowe, pochodzące ze zlodowacenia Warty (okres zlodowaceń środkowopolskich). Te same (warciańskie) piaski i żwiry odsłaniają się także w rejonie Nowego Dworu (Nowak 2007) oraz w rejonie Leżenicy (Bartczak 2007), na zboczach/stokach rynny subglacjalnej. Piaski wodnolodowcowe tego wieku wychodzą także na załomie wysoczyzny na zachód od Leżenicy (Bartczak 2007). Podobnie sytuacja przedstawia się w rejonie Jeziora Łachotka, gdzie piaski warciańskie odsłaniają się spod gliny vistuliańskiej, w krawędzi wysoczyzny jak i w zboczu/stoku rynny subglacjalnej (Nowak 2007).

W rejonie Kotunia rozciąga się równoleżnikowo wał, rozległy pagór moreny czołowej, spiętrzonej, budowany przez mułki i łyły zastoiskowe, piaski wodnolodowcowe oraz gliny zwałowe (Bartczak 2007). Wiek formy określono jako pochodzący ze zlod. Odry, a osady są odrzańskie i ze zlod. San 1 (por. Bartczak 2006, 2007). Wewnętrzna budowa tej formy wskazuje, iż mamy tutaj do czynienia z ponasuwanymi na siebie kilkoma łuskami glacitektonicznymi. Zaburzenia glacitektoniczne sięgają do głębokości 50-55 m.

W zachodniej części obszaru gminy (na zachód od Koloni Róży Wielkiej), w części południowo-wschodniej (rejon Kłody, Dolaszewa) oraz w części północno-wschodniej (rejon cieków: Dobrzycy, Rurzyca, Piławy i Gwdy; m. Dobrzyca, Krępsko, Tarnowo, Zabrodzie), rozciągają się piaski i żwiry wodnolodowcowe, miejscami tworzące też poziomy sandrowe (Stoiński 2005a; Bartczak 2007; Nowak 2007; Bartczak 2012). Miąższość pokrywy piasków i żwirów wodnolodowcowych najczęściej może sięgać do kilku, rzadziej kilkunastu metrów. Są też i wyjątki - na południe od Szydłowa udokumentowano aż 24 m tej serii, a na południe od moreny spiętrzonej w Kotuniu około 18 m. Generalnie utwory te powstały w etapie recesji (zaniku) lądolodu zlodowacenia Wisły, stadiału górnego, kiedy wody roztopowe mogły przenosić znaczne ilości materiału. Zanik lądolodu na tym terenie miał miejsce około 17,7 tys. lat temu (por. Mojski 2005; Nowaczyk i Owsiany 2011). Wraz z kolejnymi fazami recesji i cofaniem się czoła lądolodu ku północy, ilości wód roztopowych malały, przepływy ich stawały się bardziej skoncentrowane, i dochodziło do tworzenia poziomów sandrowych. Same utwory sandrowe wiąże się z odpływem wód roztopowych w czasie fazy pomorskiej (Bartczak 2006), tj. około 16 tys. lat temu (por. Mojski 2005).

Tak przedstawia się główny zarys budowy geologicznej, przypowierzchniowej, na obszarze gminy Szydłowo. Dla uzupełnienia dodać należy, iż w obrębie wysoczyzny występuje szereg różnorodnych zagłębień (wynikających z nierównomiernej akumulacji osadów pod stopą lądolodu, lub z erozji wód podlodowcowych, czy opadowych), które wypełnione są piaskami i mułkami lub piaskami, żwirami i glinami deluwialnymi, czy

namułami piaszczystymi (Stoiński 2005a; Nowak 2007). W części takich zagłębień, które nie miały odpływu dochodziło do akumulacji utworów organiczno-mineralnych lub organicznych: namulów torfiastych, torfów (Stoiński 2005a; Nowak 2007). Miejscami (na północ od Róży Wielkiej) powierzchnia glin budujących wysoczyznę pokryta jest piaskami, żwirami i głazami rezydualnymi (Stoiński 2005a). Miąższości tych utworów nie są duże, najczęściej 2-3 m. W dolince ograniczającej wysoczyznę od zachodu (ciek Łomnica) występują piaski i mulki deluwialno-rzeczne. Większe cieki wykształciły w holocenie własne doliny, z tarasem zalewowym, często wykorzystując jednak do tego ślady dawnych przepływów wód roztopowych. Przykładami mogą być Krępica, Kotuń, Piława, Gwda, Głomia, Rurzyca. Miejscami (doliny Piławy, Gwdy, Głomi) występują też piaski i żwiry rzeczne tarasów nadzalewowych, powstałe już po zaniku lądolodu na tym terenie, ale jeszcze w późnym glacialne (Nowak 2007; Bartczak 2012).

Obraz budowy geologicznej oraz ukształtowanie powierzchni terenu, zdają się wskazywać, iż miejscami najbardziej narażonymi na ruchy masowe ziemi mogą być: krawędzie wysoczyzny; zbocza/stoki rynien subglacialnych; stoki pagóra moreny czołowej spiętrzonej; zbocza dolin podchodzące w wyniku meandrowania koryt cieków pod wyższe poziomy terasowe, lub sandrowe. W aspekcie budowy geologicznej ważnym czynnikiem jest zmienność litologiczna utworów. Obecne dane nie wskazują na powierzchniowe występowanie tutaj utworów neogeńskich.

3.1.4. Gmina Ujście

Obszar gminy Ujście położony jest po połowie na wysoczyźnie polodowcowej (Pojezierze Chodzieskie) i w obrębie doliny Noteci (Kotlina Gorzowska, Dolina Środkowej Noteci). Powierzchnia wysoczyzny wznosi się ponad doliną około 30-50 m, wyraźna jest zwłaszcza krawędź północna. Noteć wykorzystuje na tym odcinku fragment Pradoliny Toruńsko-Eberswaldzkiej (por. Böse i Górską 1995; Bartczak 2006).

W obrębie wysoczyzny na powierzchni terenu występują gliny zwałowe stadiału górnego zlodowacenia Wisły (Bartczak 2007; Chmal 2007; Gogołek 2004). Powierzchnia tych glin ma charakter falisty – część zachodnia i południowa, lub płaski – część wschodnia (Bartczak 2006; Chmal 2006; Gogołek 2004a; Ratajczak-Szczerba 2011). Ich miąższość jest zmienna, najczęściej w granicach kilku metrów, a miejscami zostały one zerodowane w wyniku oddziaływania wód polodowcowych (Gogołek 2004). W rejonie Ujścia miąższość tych glin może dochodzić do ca 12 m (por. Bartczak 2006), natomiast bardziej na wschód może to być nawet ca 15 m (por. Chmal 2007). W glinach występują soczewki piasków

śródglinowych. W krawędziach wysoczyzny odsłaniają się też starsze utwory: piaski i żwiry wodnolodowcowe (dolne) zlod. Wisły, mułki, iły i piaski zastoiskowe zlod. Wisły, gliny zwałowe zlod. Warty, mułki, piaski i iły zastoiskowo-wodnolodowcowe zlod. Warty. Utwory warciańskie są bardziej miększe. Wysokościowe położenie utworów starszych od glin zwałowych zlod. Wisły jest zmienne. Nie można wykluczyć, iż są one zaburzone glacitektonicznie (por. Bartczak 2006). W starej odkrywce w Ujściu, gdzie ściany miały łączną wysokość ca 53 m, zarejestrowano cztery poziomy glin zwałowych (por. Böse i Górka 1995). Dwie najwyższe związane są ze stadiem głównym okresu zlodowaceń północnopolskich. Dwie kolejne z okresem zlodowaceń środkowopolskich (zlod. Warty i Odry).

Krawędź wysoczyzny zwłaszcza od strony północnej jest silnie porozcinana erozyjnie, a dna dolinek (rozcięć) wypełniają piaski, mułki i gliny deluwialne oraz piaski i mułki proluwialne. U ich wylotów miejscami utworzyły się stożki napływowe. Formy wklęsłe to głównie suche dolinki denudacyjne, niecki denudacyjne i nisze wód zmarzlinowych (por. Paluszkiwicz i Ratajczak-Szczerba 2014). Od strony zachodniej krawędź wysoczyzny jest niższa, przylega do niej taras pradolinny o wysokości 20-24 m n.p. rzeki (piaski i żwiry rzeczno-wodnolodowcowe), jednak jest ona też porozcinana szeregiem dolinek erozyjnych. Prawdopodobnie w związku z kierunkiem ekspozycji, u podstawy wysoczyzny a na powierzchni tarasu pradolinnego zalegają szerokim pasem utwory deluwialne (piaski, mułki i gliny). Część z nich musi być też rozległymi stożkami napływowymi (np. u wylotu dolinki w rejonie Jabłonowa).

Powierzchnię wysoczyzny urozmaicają kemy (piaski, mułki i żwiry) oraz moreny czołowe, akumulacyjne, miejscami spiętrzone (zbudowane z glin zwałowych, piasków, żwirów, mułków i ilów o miąższości do 15 m). Moreny te – rejon Węglewa – łączy się z oscylacją czarnkowską (por. Gogołek 2004a), a szerzej można łączyć je z fazą/subfazą chodzieską (kujawską). Uważa się też, iż są to formy recesyjne bez konkretnej przynależności, między fazą/subfazą chodzieską a oscylacją wyrzyską (por. Ratajczak-Szczerba 2011). Miejscami (Jabłonowo, Nowa Wieś Ujska, Mirosław) na glinie zalegają piaski i żwiry lodowcowe (najczęściej o miąższości do 2 m), a w obrębie zagłębień trafiają się namuły piaszczyste i piaski humusowe. Największe zagłębienie występuje w rejonie na NE od Bronisławek i jest najprawdopodobniej wynikiem nierównomiernej akumulacji utworów wodnolodowcowych (nie jest to wytopisko, choć od N i W zaznacza się tutaj wyraźna krawędź – por. Gogołek 2004a). W rejonie Kruszewa na glinach zwałowych rozpoznano eluwia (piaski pyłowate ze żwirami zwietrzelinowe). Tutaj też (rejon Kruszewa

i Bronisławek) odsłaniają się - spod glin zwałowych - piaski, mułki i iły zastoiskowe. Wskazują to na fakt, iż miejscami gliny zwałowe zostały erozyjnie zniszczone, przez wody roztopowe (por. Gogołek 2004a).

W południowej części gminy (Jabłonowo, Kolonia, Węglewo) powierzchnię wysoczyzny pokrywają piaski i mułki, miejscami żwiry wodnolodowcowe (tzw. wysoczyznowe), o zmiennej miąższości od kilku do dwudziestukilku metrów (por. Chmał 2007). Ponieważ strop serii wodnolodowcowej znajduje się w poziomie osadów morenowych lub nawet wyżej, to zdaniem Chmał (2006) świadczy to o tym, że jej akumulacja zachodziła w obecności łądolodu. Według tej autorki (Chmał 2006) równiny te odpowiadają wyższemu poziomowi sandrowemu na Pojezierzu Krajeńskim. Utwory te według Gogołka (2004) są serią sandrową I i II poziomu związaną z oscylacją czarnkowską (m.in. rejon Bronisławek, Węglewa). Powierzchnia ich obniża się łagodnie w kierunku południowym i południowo-zachodnim (Ratajczak-Szczerba 2011).

Poza wysoczyzną, w dolinie Noteci i Gwdy występują:

- tarasy pradolinne o wysokościach: 20-24 (18-23), 14-17 i 4-7 m n.p. rzeki Noteci (piaski, piaski i żwiry rzeczno-wodnolodowcowe; piaski i żwiry rzeczne i wodnolodowcowe); ich miąższość wynosi kilka, kilkanaście metrów, maksymalnie 15,5 m na północ od Mirosławia; tarasy mają charakter erozyjno-akumulacyjny, stąd na kontakcie pokrywy tarasowej z utworami podłoża występuje często bruk (por. Bartczak 2006);

- poziomy sandrowe (piaski i żwiry wodnolodowcowe; piaski wodnolodowcowe); związane z odpływem wód roztopowych w fazie pomorskiej stadiału górnego zlod. Wisły;

- tarasy nadzalewowe: 9-12, 7-9 i 2-5 (2-3) m n.p. rzeki Noteci i Gwdy (piaski i żwiry rzeczne) oraz 2-3 m n.p. rzeki Gwdy (piaski i żwiry rzeczne) – m.in. rejon Ługów Ujskich; formy te powstały w późnym glacie i mają charakter erozyjno-akumulacyjny (por. Bartczak 2006); miąższość tych serii to najczęściej kilka metrów, choć nieco na północ od granic gminy dochodzi do 15 m (Chmał 2006);

- taras zalewowy 0,5-2 m n.p. rzeki (piaski i żwiry rzeczne).

Pomiędzy powierzchnią tarasu pradolinnego 20-24 m n.p. rzeki a dnem doliny Noteci, m.in. w rejonie przysiółka Nowie, występuje znaczna różnica wysokości, a w związku z tym krawędź tarasu jest porożcinana. dolinki wypełnione są piaskami, mułkami i glinami deluwialnymi. Listwa deluwii ciągnie się też ku południu (na zachód od Kruszewa).

Na tarasach nadzalewowych w rejonie Ługów Ujskich rozpoznano piaski eoliczne i piaski eoliczne w wydmach.

Na powierzchni tarasu zalewowego w wielu miejscach występują namuły torfiaste lub torfy (o miąższości do ca 4 m), a w starorzeczach występują namuły piaszczyste i piaski humusowe. Lokalnie torfy były i są przedmiotem eksploatacji.

Obraz budowy geologicznej oraz ukształtowanie powierzchni terenu, wskazują, iż miejscami najbardziej narażonymi na ruchy masowe ziemi mogą być: krawędzie wysoczyzny; zbocza/stoki rozcięć erozyjnych i dolinek denudacyjnych; zbocza dolin podchodzące w wyniku meandrowania koryt cieków pod wyższe poziomy terasowe, sandrowe lub wysoczyznę. W aspekcie budowy geologicznej ważnym czynnikiem jest zmienność litologiczna utworów (np. występowanie spoistych utworów zastoiskowych).

3.2. Syntetyczny profil geologiczny utworów powierzchniowych obszaru opracowania

W tabeli 2 zestawiono syntetyczny profil geologiczny utworów zalegających lub odsłaniających się na powierzchni badanego terenu.

W kolumnie zatytułowanej litologia zebrano wydzielenia litologiczno-stratygraficzne zastosowane przez różnych autorów, dla utworów powstałych w tym samym czasie (epoce, wieku).

Tabela 2. Syntetyczny profil geologiczny utworów powierzchniowych obszaru opracowania

Epoka	Wiek	Litologia
holocen		grunty nasypowe, antropogeniczne;
		torfy, namuły torfiaste, namuły starorzeczy;
		piaski i żwiry rzeczne, miejscami mady;
holocen/ plejstocen		piaski, mułki, żwiry, gliny deluwialne; piaski eoliczne, piaski eoliczne w wydmach;
plejstocen	zlodowa- cenie Wisły	piaski, piaski i żwiry rzeczne tarasów nadzalewowych; piaski, piaski i żwiry wodnolodowcowe – sandrowe; piaski wodnolodowcowe (wysoczyznowe); piaski i mułki, piaski, mułki i żwiry kemów; piaski i żwiry <i>vel</i> piaski, żwiry i głązy lodowcowe; piaski, żwiry, głązy i gliny zwałowe moren czołowych; gliny zwałowe, piaski, żwiry, mułki i iły moren czołowych (akumulacyjnych, miejscami spiętrzonych); gliny zwałowe; piaski i żwiry wodnolodowcowe; piaski, mułki i iły, <i>vel</i> mułki, iły i piaski zastoiskowe;
	i.e.	
	zlodowa- cenie Warty	piaski i żwiry wodnolodowcowe; gliny zwałowe; mułki i iły zastoiskowe; piaski oraz piaski i żwiry wodnolodowcowe; mułki, piaski i iły zastoiskowo-wodnolodowcowe; gliny zwałowe;

Epoka	Wiek	Litologia
	złodowa- cenie Odry	mułki i łył zastoiskowe, piaski wodnolodowcowe oraz gliny zwałowe moren spiętrzonych;
		piaski, żwiry, mułki i gliny zwałowe moren spiętrzonych; utwory neogenu jako kry w morenach spiętrzonych plejstocenu;
neogen		łył, mułki, piaski, węgiel brunatny

3.3. Paleogeografia rejonu badań

Paleogeografia rejonu powiatu pilskiego przedstawia się jak następuje (por. Mojski 2005; Nowaczyk i Owsiany 2011).

Około 23-21 tys. lat temu lądolód złod. Wisły, w tzw. stadiale górnym, nasunął się na obszar badań. Swój maksymalny zasięg (na ziemiach polskich) osiągnął on około 20 tys. lat temu – faza leszczyńsko-poznańska. Jednocześnie rozpoczął się proces jego recesji, zaniku. Około 19 tys. lat temu czoło aktywnego lądolodu stagnowało na linii tzw. moren poznańskich.

Około 17,7 tys. lat temu zanik lądolodu nastąpił na dalszej części, a czoło stagnowało na linii tzw. moren chodzieskich (kujawskich). Główna rzeźba wysoczyzny Pojezierza Chodzieskiego, położonego w granicach powiatu pilskiego, jest więc tego wieku.

Około 17 tys. lat temu lądolód stagnował nieco dalej na północ, na linii tzw. moren wyrzyskich. Na jego przedpolu w tym czasie tworzył się odpływ wód roztopowych i ekstraglacialnych, skierowany ku zachodowi. Pozostałością tego odpływu jest Pradolina Toruńsko-Eberswaldzka, którą później wykorzystała tutaj Noteć. W jej obrębie występują tarasy pradolinne. Tereny Pojezierza Waleckiego, Równiny Waleckiej i Pojezierza Krajeńskiego, występujące w granicach powiatu pilskiego, swą zasadniczą rzeźbę mają z tego okresu. Są to: powierzchnia wysoczyzny morenowej, pagóry moren czołowych i kemów, wały ozów, pokrywa piasków lodowcowych, pokrywa piasków wodnolodowcowych. W tym czasie rynny subglacialne nie istniały jeszcze jako formy, choć były one już utworzone w sensie fizycznym, przy czym konserwował je martwy lód. Podobnie było z formami wytopiskowymi. W południowej części obszaru badań, wolnej od lodu (lądolodu), występowała strefa pustyni arktycznej.

Pomiędzy 17 a 16 tys. lat temu lądolód stopniowo zanikał, a czoło aktywnego lodu ustępowało ku północy. W tym czasie tworzyły się zręby odpływów sandrowych (obecnie są to najwyżej położone poziomy sandrowe).

Około 16,2-16 tys. lat temu zaczęły tworzyć się moreny fazy pomorskiej. Z tego czasu pochodzą kolejne niższe poziomy sandrowe. Obszar badań, teraz całkowicie wolny od lodu, nadal pozostawał w strefie pustyni arktycznej.

Około 14 tys. lat temu lądolód skandynawski wycofał się w rejon niecki Bałtyku. W tym czasie zaczął powstawać odpływ rzeczny, m.in. Gwdą, Notecią. Jego pozostałością są najwyższe, nadzalewowe tarasy erozyjno-akumulacyjne w dolinach tych rzek. Nieco później już w późnym glacjale, około 13-12 tys. lat temu, powstały kolejne poziomy tarasów nadzalewowych. W tym czasie następował też zanik wieloletniej zmarzliny i brył martwego lodu pogrzebanych w strefach zagłębień końcowych, czy rynien subglacjalnych. Na powierzchni terenu uwidoczniły się więc zagłębienia wytopiskowe, rynny subglacjalne, a w formach tych powstały jeziora, czym zbiorniki wodne. Wraz z wycofaniem lądolodu na większą odległość na terenie badań mogła pojawić się roślinność tundrowa. Skąpa roślinność nie stanowiła przeszkody dla działalności wiatrów – stąd piaski przewiane. Zbiorniki wodne zaczęły być wypełniane osadami jeziornymi, a później też torfami. Później rozwinęły się też zbiorowiska leśne.

W holocenie (od ok. 11,7 tys. lat temu) wraz z ustabilizowaniem się warunków klimatycznych głównym czynnikiem morfotwórczym była woda płynąca, rzeki.

3.4. Warunki hydrogeologiczne

Na obszarze **gminy Kaczory** można wyróżnić trzy poziomy wodonośne, związane z dwoma (trzema) piętrami wodonośnymi (Seifert i in. 2005; Ślusarek i in. 2005). Dwa górne poziomy związane są z utworami czwartorzędowymi, poziom dolny występuje w utworach neogeńskich, lub neogeńsko-paleogeńskich. Część poziomów wodonośnych (oligoceni) może pozostawać w kontakcie hydraulicznym z piętrzem jurajskim (por. Bobiński i in. 2005; Juszczak i in. 2005; Ślusarek i in. 2005). W obrębie piętra czwartorzędowego wyróżnia się poziomy wodonośne: o swobodnym zwierciadle wód, który występuje w osadach sandru Gwdy oraz w osadach rzecznych Noteci i Gwdy, a także w osadach piaszczystych sandru wysoczyznowego; oraz o napiętym zwierciadle wód, międzymorenowy, przynajmniej częściowo izolowany od powierzchni terenu glinami zwałowymi, występujący w obrębie wysoczyzny, który znajduje się na głębokościach kilkudziesięciu metrów. W obrębie piętra paleogeńskiego i neogeńskiego wyróżnia się poziomy wodonośne związane z osadami piaszczysto-mułkowymi i piaszczystymi oligocenu oraz osadami piaszczystymi miocenu. Warstwy wodonośne piętra mioceni mają zasięg regionalny. Czwartorzędowy poziom międzymorenowy zaklasyfikowany został jako GZWP Wałcz-Piła nr 125, dla którego

wyznaczono obszar wysokiej ochrony, OWO (Kleczkowski 1990). Warstwy wodonośne zalegają na głębokości 40-80 m. Poziom neogeński zakwalifikowano jako GZWP Złotów-Piła-Strzelce Krajeńskie nr 127 (op. cit.). Warstwy wodonośne zalegają na głębokości ponad stu metrów, a ich miąższość wynosi 30 - 60 m.

Na obszarze **miasta Piła** użytkowe poziomy wodonośne występują w obrębie trzech pięter wodonośnych: jurajskiego, paleogeńsko-neogeńskiego i czwartorzędowego (por. Pękacki i Ziółkowski 1985; Bobiński i in. 2005; Juszczuk i in. 2005; Seifert i in. 2005; Ślusarek i in. 2005). Wody piętra jurajskiego związane są z piaskami i piaskowcami liasu. Są one ujmowane w okolicy Piły najczęściej wraz z wodami oligoceńskimi. W obrębie piętra paleogeńskiego i neogeńskiego wyróżnia się dwa poziomy wodonośne, związane z osadami piaszczysto-mułkowymi i piaszczystymi oligocenu (częściowo eocenu) oraz osadami piaszczysto-żwirowymi miocenu. W większym stopniu wykorzystywany jest poziom oligoceński. Jego strop występuje na głębokościach od 80 do 120 m. Zwierciadło wód jest napięte. Wody poziomu miocenijskiego - zasięg i miąższość tego poziomu są zmienne. Wody miocenijskie ujmowane są na zachód od Piły. W skład piętra czwartorzędowego wchodzi trzy poziomy wodonośne (por. Juszczuk i in. 2005). Pierwszy związany jest z piaskami i żwirami rzecznyymi oraz wodnolodowcowymi (sandrowymi) o miąższości do 20 m (dolina Gwdy). Zwierciadło wody najczęściej jest swobodne i znajduje się na głębokości kilku metrów. Poziom drugi występuje w piaskach wodnolodowcowych dolnych (podglinowych), o miąższości do 35 m, okresu zlodowaceń północnopolskich. Strop tych piasków zalega na głębokości 20-40 m. Zwierciadło wody jest napięte. Poziom trzeci związany jest z osadami piaszczysto-żwirowymi zlodowaceń środkowopolskich. Głębokość jego występowania waha się od 20 do 80 m. Miąższość osadów wodonośnych dochodzi do 80 m, a zwierciadło wody jest napięte. Obszar miasta położony jest w granicach głównego zbiornika wód podziemnych nr 138 – Pradolina Toruń Eberswalde (Noteć), nr 125 zbiornik międzymorenowy Wałcz – Piła oraz nr 127 subzbiornik Złotów-Piła-Strzelce Krajeńskie (Kleczkowski 1990).

Na obszarze **gminy Szydłowo** występują dwa piętra wodonośne: czwartorzędowe i neogeńsko-paleogeńskie (por. Pękacki i Ziółkowski 1985; Bobiński i in. 2005). W obrębie piętra czwartorzędowego wyróżnia się dwa poziomy wodonośne: górny – o swobodnym zwierciadle wód, który występuje w osadach sandru Pilawy-Gwdy, oraz dolny – międzymorenowy, na ogół izolowany od powierzchni terenu glinami zwałowymi, który znajduje się na głębokościach 20-90 m. Piętro neogeńsko-paleogeńskie związane jest z utworami miocenijskimi i oligoceńskimi. Strop warstwy wodonośnej występuje na głębokości 75-120 m, a jej miąższość wynosi od kilkudziesięciu do ponad 100 metrów.

Miejscami jest to wyraźnie wyodrębniony poziom występujący w osadach piaszczystych miocenu. W rejonie Piły poziomy mioceński i oligoceński łączą się i dochodzi do wymiany wód. Według podziału regionalnego Polski (Kleczkowski 1990) dużą część obszaru gminy Szydłowo obejmuje główny zbiornik wód podziemnych (GZWP) Wałcz-Piła nr 125, który został zaliczony do grupy obszarów wymagających wysokiej ochrony (OWO). Głębiej występuje GZWP nr 127 o nazwie subzbiornik Złotów-Piła-Strzelce Krajeńskie.

Na obszarze **gminy Ujście** występują dwa zasadnicze piętra wodonośne: czwartorzędowe i neogeńsko-paleogeńskie (por. Pękacki i Ziółkowski 1985; Juszczuk i in. 2005). Część poziomów wodonośnych, oligoceński, może jednak pozostawać w kontakcie hydraulicznym z piętnem jurajskim (por. Bobiński i in. 2005; Juszczuk i in. 2005). W obrębie piętra czwartorzędowego wyróżnia się poziomy wodonośne: o swobodnym zwierciadle wód – który występuje w osadach sandru Gwdy oraz w osadach rzecznych Noteci i Gwdy, a także w osadach piaszczystych sandru wysoczyznowego; oraz o napiętym zwierciadle wód, międzymorenowy, na ogół izolowany od powierzchni terenu glinami zwałowymi, występujący w obrębie wysoczyzny, który znajduje się na głębokościach kilkudziesięciu metrów (por. Juszczuk i in. 2005, 2005a). Miąższość utworów wartwy wodonośnej w dolinie Noteci może dochodzić do 35-50 m, a utworów wodonośnych w obrębie wysoczyzny do 30m (rejon Kruszewa-Bronisławek). Wody podziemne w obrębie wysoczyzny mają charakter subartezyjski. W obrębie piętra paleogeńskiego i neogeńskiego wyróżnia się poziomy wodonośne związane z osadami piaszczysto-mułkowymi i piaszczystymi oligocenu (częściowo eocenu) oraz osadami piaszczystymi miocenu. Warstwy wodonośne piętra mioceńskiego mają zasięg regionalny. Miąższość utworów serii wodonośnej wynosi od 20 do 40 m. W obrębie doliny Noteci piaski mioceńskie łączą się z osadami rzecznyymi czwartorzędu i tworzą wspólną warstwę wodonośną o znacznie większej miąższości. W rejonie Piły wody piętra jurajskiego związane są z piaskami i piaszkowcami liasu. Obszar gminy położony jest w granicach głównego zbiornika wód podziemnych nr 138 – Pradolina Toruń Eberswalde (Notec), nr 125 zbiornik międzymorenowy Wałcz – Piła oraz nr 127 subzbiornik Złotów-Piła-Strzelce Krajeńskie (Kleczkowski 1990).

4. UKSZTAŁTOWANIE POWIERZCHNI TERENU I HYDROGRAFIA

W analizie technicznej stosuje się podział na (por. Grabowski 2006): tereny płaskie (kąty nachylenia powierzchni terenu do 3°); tereny nachylone (od 3° do 15°); tereny strome (powyżej 15°). Kąt nachylenia powierzchni terenu do 3° obejmuje tereny o spadku do 5,2%, dalej 3÷15° to spadek rzędu 5,2÷26,8%; zaś >15° odpowiadają spadki >26,8%.

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° - 8° (spadek rzędu $10,5 \div 14,1\%$), a w utworach piaszczysto-pylastych poniżej 22° ($40,4\%$); 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 wydzielania obszarów predysponowanych, obejmującą 4 typy litologiczne:

- zbocza/stoki zbudowane z piasków (z domieszkami żwirów) posiadają warunki sprzyjające rozwojowi ruchów osuwiskowych, jeśli: $H > 10$ m, kąt nachylenia zbocza > 22 - 25° ($>40,4 \div 46,6\%$);
- 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 $> 15^{\circ}$ ($>26,8\%$);
- zbocza/stoki zbudowane z glin zwałowych posiadają warunki sprzyjające rozwojowi ruchów osuwiskowych, jeśli: $H > 8$ - 10 m, kąt nachylenia zbocza $> 15^{\circ}$ ($>26,8\%$);
- 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° ($>14,1 \div 15,8\%$).

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).

W analizie tej ważna jest też obserwacja terenowa. Na wielu stokach mimo wydawałoby się sprzyjających warunków ruchy masowe, a zwłaszcza osuwiskowe, nie zachodzą. Dzieje się tak m.in. za sprawą pokrycia ich przez zwartą roślinność. Ważne są też sprawy wilgotności gruntów. Obserwacje terenowe wielu miejsc wskazują, iż formy negatywne (dolinki, niecki) występujące na stokach/zboczach mogą pochodzić jeszcze z okresu głównej fazy formowania się rzeźby analizowanego obszaru.

Analizę ukształtowania powierzchni terenu oparto o dane z arkuszy Mapy topograficznej w skali 1:10 000 (układ 1965; układ 1992, GKG) oraz cyfrowy numeryczny model terenu (NMT) o interwale siatki 100 m (CODGiK, 2015). Do obróbki danych zastosowano program GlobalMapper v16.1.

4.1. Rzeźba obszaru gminy Kaczory

Rzeźbę powierzchni terenu (hipsometrię) gminy Kaczory przedstawia Fig. 5.

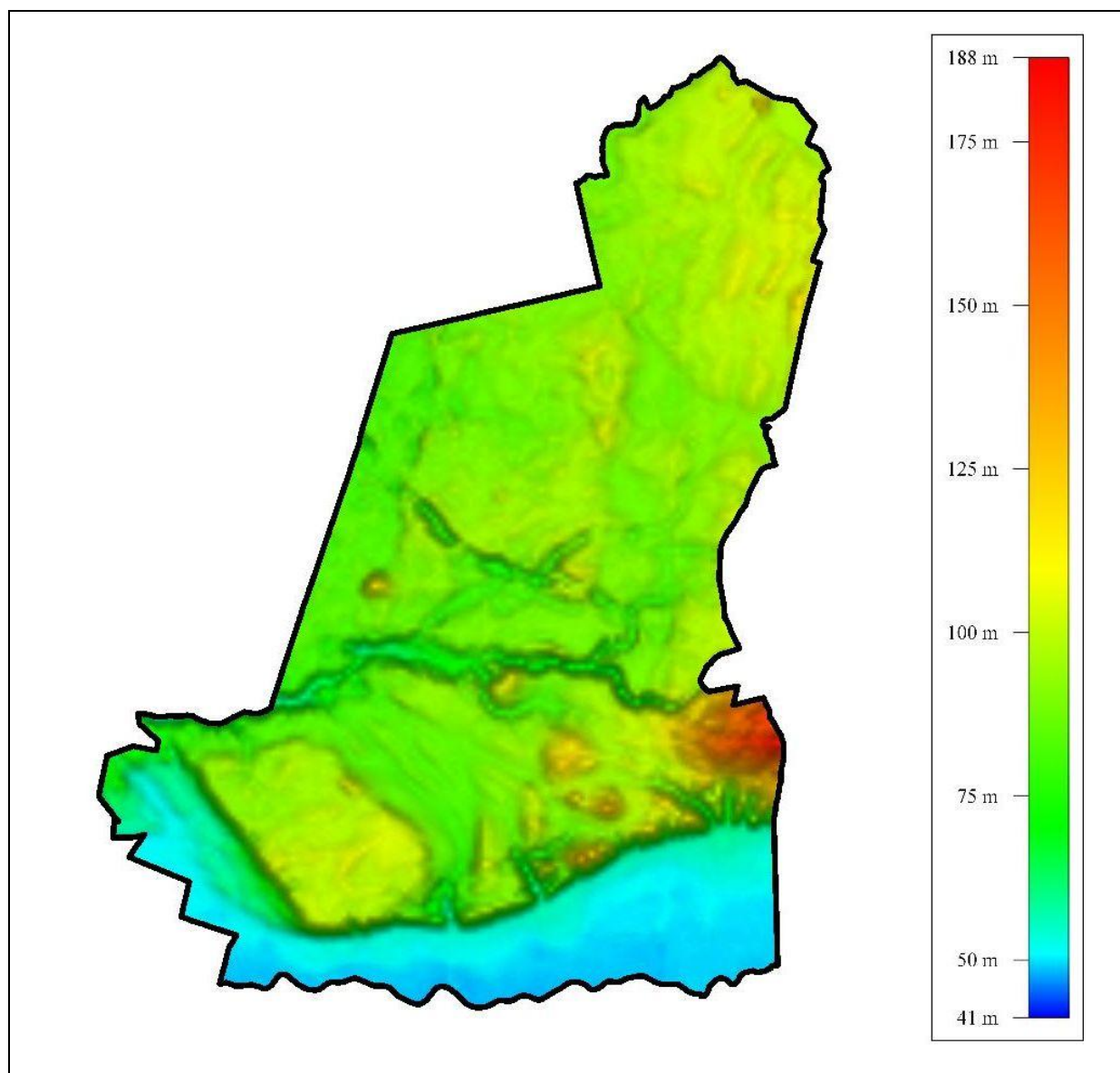


Fig. 5. Mapa hipsometryczna obszaru gminy Kaczory
Opracowanie własne na podstawie danych CODGiK (2015)

Większość obszaru gminy zajmuje wysoczyzna morenowa oraz poziomy sandrowe (por. Chmał 2006; Bartczak 2011). W części południowej występuje dolina Noteci z tarasem zalewowym.

W rejonie Zelgniewa występuje wysoczyzna morenowa falista. Rzędne powierzchni terenu osiągają tutaj wysokości ca 105-110 m n.p.m. W jej obrębie zachowały się pagóry kemowe oraz zagłębienia wytopiskowe (m.in. Jez. Kleszczynek). W rejonie Brodnej rozciąga się poziom równiny wodnolodowcowej (czasami nazywany sandrem wysoczyznowym), która w kierunku zachodnim, dwoma lub trzema stopniami równin sandrowych, przechodzi w Dolinę Gwdy. Równina wodnolodowcowa położona jest na ca 95-100 m n.p.m. Równiny sandrowe osiągają ca 90, 85 i 75-80 m n.p.m. Równinę wodnolodowcową urozmaica też rynna subglacialna z Jez. Wapieńskim i Czarnym.

W rejonie Śmiłowa, Jeziorek, Kaczorów, Dziembowa i Rzadkowa rozciąga się wysoczyzna morenowa płaska, a rzędne powierzchni terenu osiągają odpowiednio ca 90-95, 95, 90, 95-105 i 95-100 m n.p.m. W rejonie Śmiłowa wysoczyzna urozmaicona jest obniżeniami wytopiskowymi (wypełnionymi utworami zastoiskowymi) oraz towarzyszącymi im pagórami kemowymi. W okolicach Jeziorek i na zachód i na południe od Śmiłowa, w sąsiedztwie wysoczyzny rozciąga się równina wodnolodowcowa (ca 85-90 m n.p.m.). W jej obrębie występują rynny subglacialne, w których występują m.in. Jez. Czarne i Jez. Bobrowo oraz Jez. Kopcze. Ciekawa jest zwłaszcza rynna Jez. Kopcze, która ma subrównoleżnikowy przebieg i wyraźnie oddziela południową część gminy. Rynny te dobrze widoczne są też na Fig. 5. Na południe od Jeziorek położony jest pagór o nazwie G. Garncarska (116,6 m n.p.m.), który pod względem genetycznym interpretowany jest jako kem. Kem ten wyraźnie widoczny jest też na Fig. 5. W tej części gminy przewagę ma wysoczyzna morenowa, w obrębie której występują pagóry moren czołowych (por. też Fig. 5). Pagóry te występują w rejonie Kaczorów (116,4 m n.p.m.), Krzewiny (107,1 m n.p.m.), Morzewa (tzw. Morzewskie Góry, w tym m.in. G. Czubałka 141,4 m n.p.m.), Rzadkowa (123,06 m n.p.m.; 119,6 m n.p.m.; 132,7 m n.p.m.; 115,4 m n.p.m.; 113,4 m n.p.m.; ca 122 m n.p.m.). Na wschód od Rzadkowa i na północ od Byszewic rozciąga się rozległy pagór, wyniesiony w granicach gminy na wysokość 186,4 m n.p.m. (na Fig. 5 barwy czerwonej). Jest to morena czołowa spiętrzona (wyciśnięcia). Jej wewnętrzna struktura w przeciwieństwie do moren czołowych w/w wymienionych, akumulacyjnych, jest zaburzona, miejscami do tego stopnia, iż na powierzchni terenu znajdują się wychodnie iłów neogeńskich. Mamy tutaj więc do czynienia z przejawami zaburzeń glicitektonicznych, na powierzchni terenu.

Obszar wysoczyzny morenowej oraz pagórów moren czołowych graniczy z doliną Noteci, wyraźną, nawet 40-50 m skarpą (por. Fig. 5). Tak duża różnica wysokości powstała w wyniku erozyjnego oddziaływania wód roztopowych i ich odpływu ku zachodowi tzw. pradoliną (tutaj Toruńsko – Eberwswaldzką).

Równiny sandrowe w południowej części gminy mają ograniczony zasięg występowania. W rejonie Dziembówka występują za to dwa poziomy tarasów pradolinnych akumulacyjnych, (a zapewne erozyjno-akumulacyjnych), położonych na ca 55 i 60 m n.p.m.

Od krawędzi wysoczyzny w kierunku koryta Noteci, w dnie doliny, rozciąga się obecnie równina wypełniona osadami akumulacji biogenicznej (torfowa). Rzędna dna doliny Noteci wynoszą ca 48-55 m n.p.m. (por. Fig. 5).

Zapisem działalności gospodarczej człowieka są miejsca dawnych wyrobisk, gdzie pozyskiwano piaski. W rejonie Dziembówka dla potrzeb istniejącej tutaj huty szkła (1871-1927). W rejonie Krzewiny piaski oraz piaski i żwiry eksploatowane są od 1888 r. Mniejsze kopanki występują w rejonie Rzadkowa, w obrębie moren czołowych oraz w krawędzi wysoczyzny na dolinę Noteci.

4.2. Rzeźba obszaru gminy Piła

Rzeźbę powierzchni terenu (hipsometrię) miasta Piły przedstawia Fig. 6.

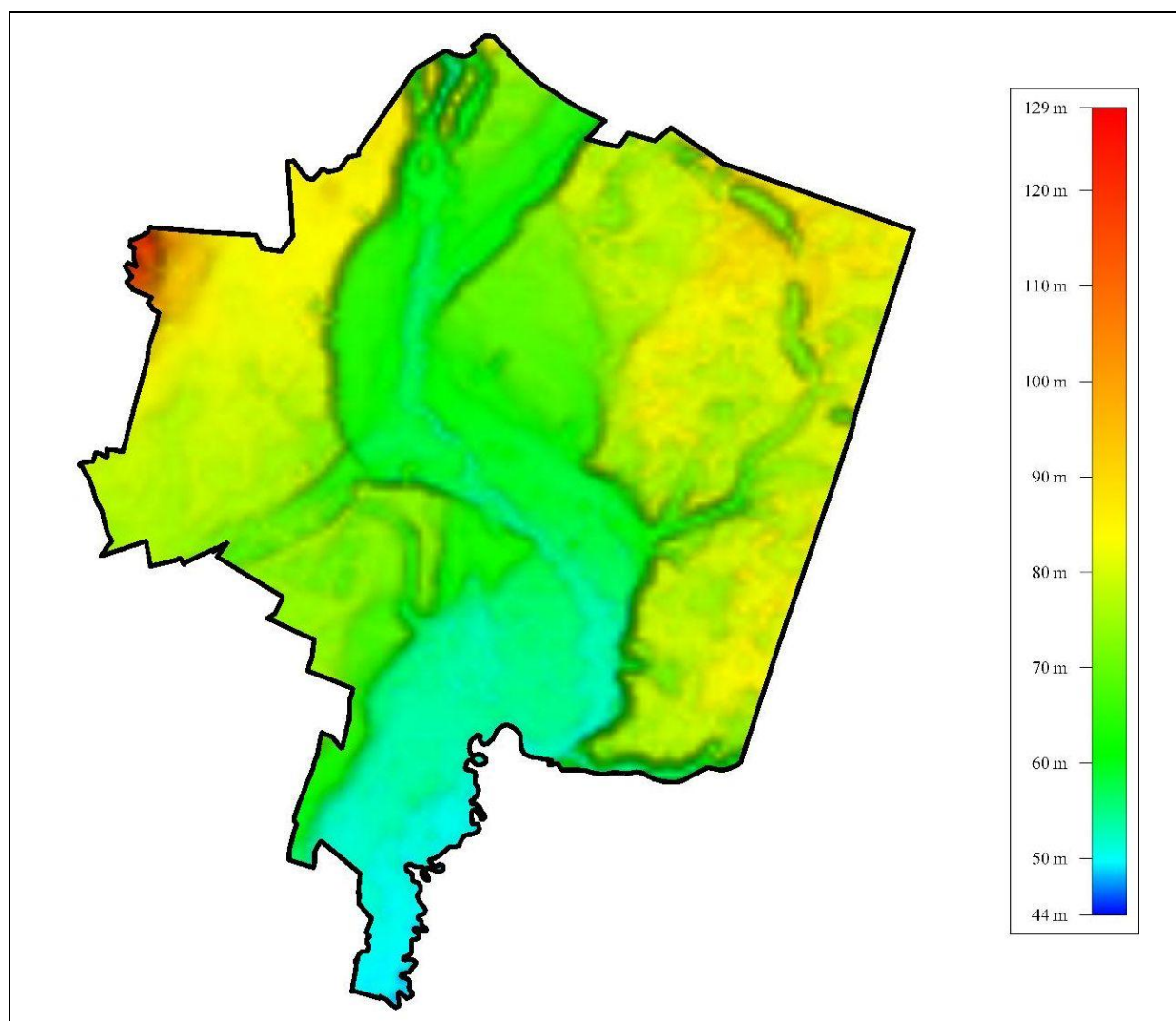


Fig. 6. Mapa hipsometryczna obszaru gminy Piła
Opracowanie własne na podstawie danych CODGiK (2015)

Największe powierzchnie zajmują równiny wodnolodowcowe i poziomy sandrowe oraz tarasy nadzalewowe w dolinie Gwdy, następnie taras zalewowy oraz w niewielkim fragmencie wysoczyzna morenowa (por. Bartczak 2006, 2011; Chmal 2006; Nowak 2007).

We wschodniej części miasta równina wodnolodowcowa występuje aż po Piłę-Kalinę, Piłę-Leszków, ul. Wawelską, Jez. Okoniowe (odpowiada jej kolor żółty na Fig. 6). Jej powierzchnia rozciąga się na wysokości *ca* 80-85-90 m n.p.m. i pokryta jest zwartymi lasami. W rejonie Piły-Kaliny czy Piły-Leszku występują fragmenty rynien subglacjalnych (por. Fig. 6). Niektóre z nich były też przekształcane przez wody płynące. W rynn timer subglacjalnej położone są też jeziora: Okoniowe, Płocie (Płotki), Jeleniowe i Bagienne. W zachodniej części miasta równina wodnolodowcowa ma mniejszy zasięg. Występuje ona w rejonie Gładyszewa. Tutaj też przed laty istniały obszary eksploatacji (bez koncesji) piasków. Pozostały po niej rozległe wyrobiska i mniejsze kopanki.

W rejonie Piły-Podlasia, poza obwodnicą DK 10 i 11, oraz w pobliżu Gwdy, rozciąga się równina sandrowa. Jej powierzchnia osiąga wysokość *ca* 70-80 m n.p.m. W zachodniej i południowej części miasta, w rejonie Koloni Krosno, osiedla Górnego, szpitala, na południe od Koszyc również występują równiny sandrowe (odpowiada im kolor żółty na Fig. 6). Przy czym są tutaj dwa poziomy: wyższy rozciąga się na *ca* 70-75-80 m n.p.m., a niższy na *ca* 60-70 m n.p.m. Miejscami na piaskach tych równin występują torfy. W rejonie szpitala, Staszyc i osiedla Górnego na poziomie wyższym zachowały się ślady dolin wód roztopowych i rynien subglacjalnych (m.in. z Jez. Piaszczystym).

W dolinie Gwdy rozpoznano do 3 poziomów tarasów nadzalewowych (kolor zielony i częściowo zielono-niebieski na Fig. 6). Ich wysokości względne, nad poziom Gwdy w korycie, wynoszą 11-15, (4)6-9 i 2-4 m w północnej części miasta oraz 9-12, 7-8,5(9) i 2-3(5) m w części południowej. W południowej części miasta na ich powierzchni występują pola piasków przewianych oraz wały wydmowe o niewielkiej miąższości.

Dno doliny Gwdy, taras holoceni, wznosi się na 0,5-2 m nad poziom wody w korycie. Na północ od al. Wyzwolenia, Gwda ma wąskie dno doliny. Być może dolina ma tutaj założenia rynnowe, a z pewnością większy spadek. Na południe od tego miejsca charakter dna doliny zmienia się. Ze względu na mały spadek powierzchni terenu Gwda meandruje, a w szeregu miejsc zachowały się starorzecza. Przy granicy z Ujściem dno holoceni, położone jest na *ca* 50 m n.p.m.

W rejonie Piły Gładyszewa, w zachodniej części miasta, przy granicy z gminą Szydłowo, położony jest fragment wysoczyzny morenowej (odpowiada jej kolor ceglasty na

Fig. 6). Ma ona tutaj charakter falisty, przez co należy rozumieć, iż wysokości względne jej powierzchni wynoszą 2-5 m, a nachylenie *ca* 5°. Wysoczyzna morenowa wznosi się do *ca* 110-120 m n.p.m. Tereny te są najwyżej położonymi w granicach miasta.

W rejonie zwartej zabudowy starszej części miasta oraz stacji Piła Główna zalegają grunty antropogeniczne w postaci nasypów. Nie tworzą one jednak wyraźnych form morfologicznych. Wyraźniejszym śladem działalności człowieka są miejsca dawnych wyrobisk, gdzie pozyskiwano surowiec dla cegielni (np. rejon ul. Ceglanej, Kusocińskiego, Wawelskiej, Lutyckiej).

Charakterystyczną cechą w układzie rzeźby miasta jest jej *quasi* południkowe zorientowanie, gdzie główną osią pozostaje dno doliny Gwdy. Powoduje to wrażenie, iż główna część miasta położona jest w rodzaju kotliny, choć nie jest to precyzyjne określenie. Zwracali na to uwagę już niemieccy badacze i lekarze, gdyż takie położenie miasta miało wywoływać choroby u jego stałych mieszkańców, wynikające z zalegania powietrza o zwiększonej wilgotności.

4.3. Rzeźba obszaru gminy Szydłowo

Rzeźbę powierzchni terenu (hipsometrię) gminy Szydłowo przedstawia Fig. 7.



Fig. 7. Mapa hipsometryczna obszaru gminy Szydłowo
Opracowanie własne na podstawie danych CODGiK (2015)

Najwyżej położonym punktem pod względem wysokościowym (207,1 m n.p.m.) jest szczyt moreny czołowej na wschód od Skrzatusza. Najniżej (ca 65 m n.p.m.) położone są tereny w dolinie Noteci, na południe od Kotunia. Największe powierzchnie zajmują wysoczyzna morenowa i równiny sandrowe (por. Bartczak 2006, 2011; Nowak 2007; Stoiński 2004, 2005).

W rejonie Dolaszewa, Leżenicy, Pokrzywnicy, Róży Wielkiej i Małej, Skrzatusza, Starej Łubianki, Tarnowa, Zawady wysoczyzna morenowa ma charakter falisty. Położenie jej powierzchni jest zróżnicowane od ca 100 do ca 140 m n.p.m. Miejscami wysoczyzna morenowa ma charakter płaski (nieco na zachód od Starej Łubianki). W rejonie Leżenicy, Dolaszewa, Tarnowa jej powierzchnię rozcinają doliny wód roztopowych oraz rynny subglacjalne częściowo przekształcone przez rzeki. Od Skrzatusza po Starą Łubiankę w obrębie wysoczyzny zaznacza się wąska forma dolinna. Jest to prawdopodobnie ślad odpływu wód roztopowych z linii moren czołowych. Od SW wysoczyznę ogranicza rynna subglacjalna i dolina wód roztopowych wykorzystywana obecnie przez Łomnicę. W rejonie Róży Wielkiej występuje szereg dolinek denudacyjnych. Pagóry moren czołowych występują na północ od Dolaszewa (ca 140, 155, 165; 161,3 m n.p.m.) i Leżenicy (137,8 m n.p.m.) oraz Róży Wielkiej (159,2; 160 i 152,6 m n.p.m.). Szczególne ich nagromadzenie jest w rejonie Dolaszewa, są to formy małe. W rejonie Skrzatusza występuje pagór morenowy budujący najwyższe wzniesienie na terenie gminy (207,1 m n.p.m.). Na zachód od Leżenicy w rzeźbie wysoczyzny zaznacza się wyraźny próg o charakterze sedymencyjnym (?) lub erozyjnym (?). Oddziela on od siebie poziomy wysoczyzny wyższy (ca 150 m n.p.m.) i niższy (ca 120-130 m n.p.m.). W obrębie tego progu licznie występują rozcięcia erozyjne i denudacyjne. Podobny próg występuje w rejonie Nowej Łubianki, gdzie górna część wysoczyzny ma wysokość ca 145 m n.p.m., a dolna ca 125 m n.p.m. W okolicy tej miejscowości na wyższym poziomie znajduje się izolowany pagór kemowy (167,9 m n.p.m.). Również na NE od Nowego Dworu, a więc niejako na linii łączącej dwa wcześniej wymienione progi, znajduje się podobny załom wysoczyzny. Jego wysokość względna sięga ca 20 m. Nie można wykluczyć, iż progi te wskazują na zapis jakiejś lokalnej oscylacji lądolodu, generalnie podczas jego zaniku.

W rejonie Kotunia w rzeźbie terenu zaznacza się wał o równoleżnikowej rozciągłości, który interpretowany jest, jako morena czołowa spiętrzona. Powierzchnia wierzchowinowa tej formy jest wyrównana (100-107 m n.p.m.). Stoki północne są słabo wyrażone. Najbardziej widoczne są stoki południowe (10-20 m wysokości) i wschodnie (10 m wysokości). Stoki południowe w części zachodniej są porozcinane dolinkami erozyjnymi i denudacyjnymi.

W stosunku do wysoczyzny położonej nieco na północ (110-120 m n.p.m.) wał ten jest wyraźnie obniżony.

Na południe od wysoczyzny w rejonie Kłody, Kotunia, stacji Dolaszewo Waleckie, rozciągają się piaski i żwiry fluwiogłacjalne budujące poziom równiny sandrowej (ca 95-110 m n.p.m.), a niższym stopniem są podobne utwory budujące poziom równiny sandrowej (ca 70-80 m n.p.m.).

Od strony wschodniej wysoczyzna na odcinku Stara Łubianka – Dolaszewo graniczy z poziomem sandrowym (ca 85-90 m n.p.m.). Próg rozdzielający te dwie powierzchnie jest wysoki na 10-20 m. U jego podstawy występuje strefa agradacji deluwiów namywanych z wysoczyzny. Miejscami (głównie pod przykryciem deluwiów) zachował się także nieco wyższy poziom sandrowy (ca 90-100 m n.p.m.). Na niższym z poziomów rozciąga się rynna subglacjalna na linii Jez. Łachotka – Jez. Rudnickie (M. Piła), gdzie jest najlepiej czytelna. W kierunku NW rynna ta ma swoje przedłużenie aż po dolinę Dobrzycy (gm. Wałcz). Ten poziom sandru (85-90, a w górnej części 90-95 m n.p.m.) rozciąga się aż po północną granicę gminy. Miejscami jest on urozmaicany fragmentami rynien suglacjalnych (niekiedy z jeziorami – np. Jez. Żabie, a niekiedy przekształconych przez ciekę – np. Rurzycę) oraz dolinami rzecznyymi (np. Dobrzycy, Piławy). Krawędzie sandru w sąsiedztwie rynien czy dolin nie są zbyt wysokie, mają po 6-10 m. Prawdopodobnie z uwagi na małe spadki na pewnych odcinkach koryta Dobrzycy i Piławy mają meandrowy charakter. Na powierzchni sandru praktycznie brak jest zagłębień wytopiskowych. Na NE od Dobrzycy w granicach gminy pojawia się niewielki fragment najwyższego poziomu sandrowego, ca 90-95 m n.p.m.

Niewielki fragment równiny sandrowej i wodnolodowcowej (w ogólności) znajduje się też na zachód i południowy-zachód od Róży Wielkiej. Ich powierzchnia położona jest na 120-125 m n.p.m. Utwory piaszczyste wyznaczają tutaj ślad odpływu wód roztopowych.

W dolinach Dobrzycy, Piławy, Gwdy, Głomi rozwinęły się poziomy tarasów nadzalewowych 2-4, 4-9 (4-7; 6-9) i 9-11 (11-15) m n.p. rzeki. Jeszcze niżej schodzi poziom tarasu holocenińskiego, zalewowego, który tworzy dno doliny. Meandrujące koryta rzek podcinają niekiedy tarasy nadzalewowe, czy równiny sandrowe. W takich miejscach może dochodzić do powstawania osuwisk zwłaszcza, jeżeli dodatkowo sprzyja temu zmienna litologia. Dobrym przykładem może tu być sytuacja gdzie koryto Gwdy, na północ od Krępska, podcina poziom sandrowy. Na wysokim brzegu występuje tutaj szereg wysięków (co może wskazywać na istnienie pod piaskami poziomu glin, ilów), ale na razie nie doszło do wystąpienia ruchów masowych.

4.4. Rzeźba obszaru gminy Ujście

Rzeźbę powierzchni terenu (hipsometrię) gminy Ujście przedstawia poniższa Fig. 8.

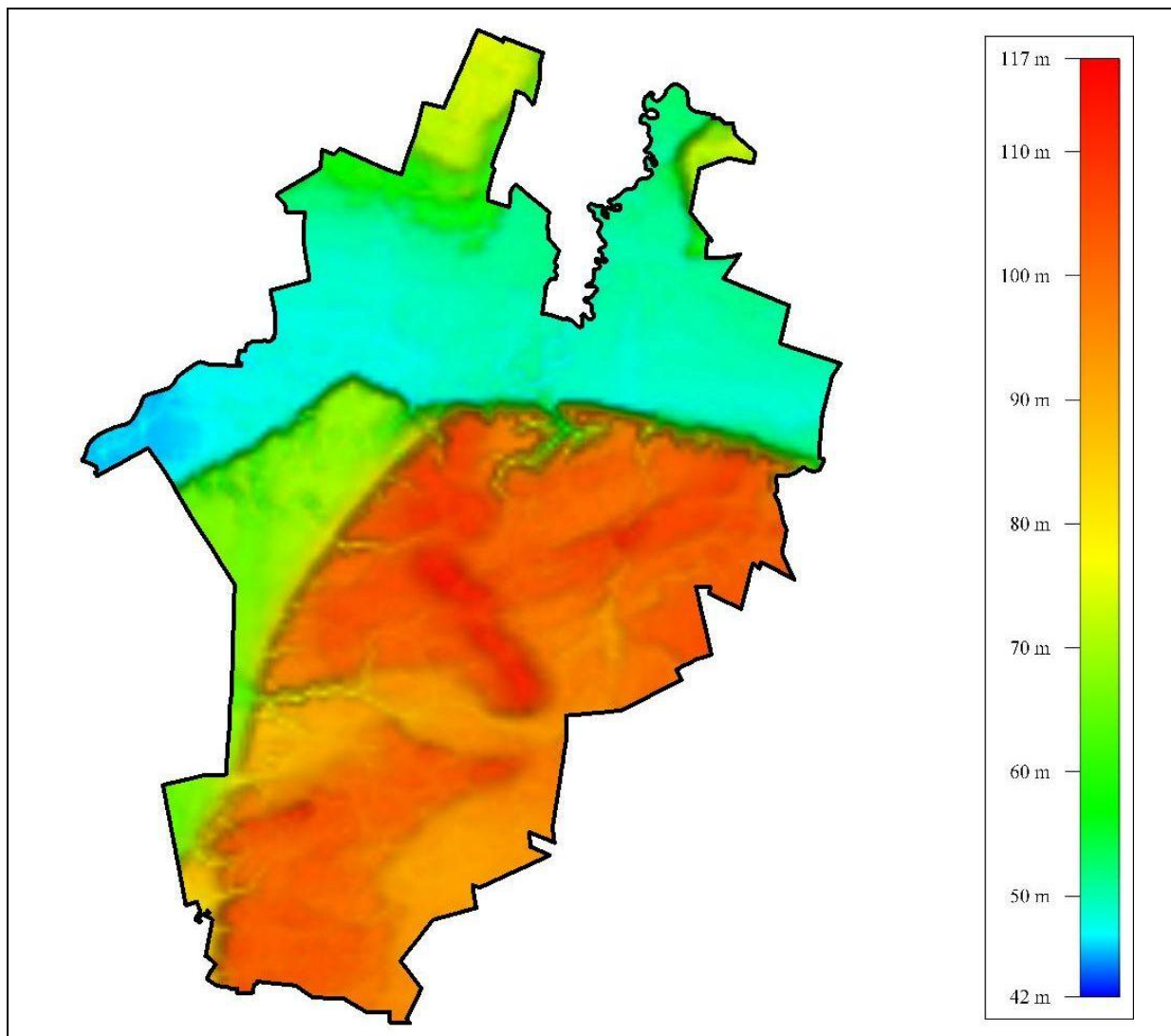


Fig. 8. Mapa hipsometryczna obszaru gminy Ujście
Opracowanie własne na podstawie danych CODGiK (2015)

Największe powierzchnie zajmują wysoczyzna, miejscami przykryta piaskami wodnolodowcowymi budującymi równiny wodnolodowcowe (na figurze objęta kolorem pomarańczowym i czerwonym), dalej dolina Noteci i Gwdy z poziomami tarasów nadzalewowych i tarasem zalewowym (na figurze kolor niebiesko-zielony), a następnie poziomy pradolinne oraz równiny sandrowe (kolor żółty) - (por. Bartczak 2006; Chmał 2006; Gogołek 2004).

Wysoczyzna morenowa w rejonie Nowej Wsi Ujskiej i Chrustowa jest płaska (ca 100-110 m n.p.m.), a w rejonie Mirosława, Jabłonowa, Kruszewa ma charakter falisty (ca 100-105 m n.p.m.). W rejonie Jabłonowa wysoczyznę rozcina obniżenie o charakterze dolinki i o subrównoleżnikowym przebiegu. Jest to ślad dawnego odpływu wód roztopowych. Być

może częściowo założenie tej formy jest rynnowe. O przepływie wód roztopowych świadczą niewątpliwie piaski wodnolodowcowe budujące równinę wodnolodowcową, która rozciąga się na południe od Nowej Wsi Ujskiej. Pomiedzy Ujściem a Chrustowem, wysoczyzna graniczy bezpośrednio z dnem doliny Noteci. Krawędź wysoczyzny ma charakter erozyjny, a jej wysokość wynosi *ca* 40-50 m. Krawędź ta porozcinana jest dolinkami erozyjnymi oraz dolinkami denudacyjnymi.

Piaski fluwioglacjalne równin wodnolodowcowych występują też w rejonie Byszek. Wznoszą się one ponad poziom tarasu nadzalewowego na wysokość *ca* 10-15 m, tj. na 70-75 m n.p.m.

Na południe od Jabłonowa i Węglewa powierzchnia wysoczyzny morenowej jest znacznie przekształcona. W wyniku erozyjnego oddziaływania wód roztopowych spod glin zwałowych odsłaniają się tutaj utwory zastoiskowe, a nawet starsze gliny lodowcowe. Być może ślady przepływów wód roztopowych są tak dobrze widoczne, gdyż w rejonie Węglewa i Kruszewa położone są dwa pagóry moren czołowych (111,78 i 106,3 m n.p.m.). W rejonie Jabłonowa poziom dawnej wysoczyzny jest obniżony o 5-10 m w stosunku do obszarów sąsiednich (*ca* 90 m n.p.m.).

Od zachodu do wysoczyzny przylega powierzchnia tarasy pradolinnej o wysokości 20-24 m n.p. rzeki (*ca* 65-70 m n.p.m.), a bardziej na południe o wysokości 18-23 m n.p. rzeki (*ca* 65-70 m n.p.m.). Pomiedzy tym tarasem a powierzchnią wysoczyzny istnieje wyraźna krawędź morfologiczna o charakterze erozyjnym. Wysokość krawędzi sięga 20 m, a u jej podnóża rozpościera się strefa agradacji piasków deluwialnych pochodzących z rozmywania wysoczyzny. Bardziej ku południu strefa agradacji zwęża się, co można łączyć ze zmniejszeniem wysokości tego progu (krawędzi). Krawędź wysoczyzny rozcina szereg mniejszych i większych dolinek. Większość z nich ma raczej założenia jeszcze z okresu deglacjacji. Od zachodu taras pradolinny opada podobną krawędzią (*ca* 10-15 m wysokości) w kierunku doliny Noteci. I na tej krawędzi zaznacza się szereg rozcięć erozyjnych. Powierzchnia tarasu pradolinnego jest wyrównana.

W NE części obszaru gminy, na wschód od Byszek, również występują tarasy pradolinne. Mają one wysokości 14-17 i 4-7 m n.p. rzeki.

Na zachód od Kruszewa, pomiedzy poziomem wysoczyzny a poziomem tarasu pradolinnego, rozciąga się w małym wymiarze poziom równiny wodnolodowcowej (*ca* 85-90 m n.p.m.). Od jednej i drugiej powierzchni jest on oddzielony wyraźnymi załomami o wysokościach *ca* 10 m.

Na północ od Ługów Ujskich rozciąga się równina sandrowa. Wysokości bezwzględne jej powierzchni wynoszą *ca* 70-75 m n.p.m. Pokrywają ją lasy.

Gwda uchodząc do doliny Noteci usypała stożek, który najlepiej jest czytelny, jeżeli rozpatrujemy osady, z których zbudowane są tarasy nadzalewowe. Gwda na wysokości Ujścia wyraźnie spycha koryto Noteci w kierunku południowym, pod wysoczyznę. Najstarszy taras nadzalewowy położony jest 9-12 m n.p. rzeki. W niego wcięty jest poziom niższy, obecnie taras o wysokości 7-9 m n.p. rzeki. Oba wyższe poziomy tarasowe rozciął taras najniższy o wysokości 2-(3)5 m n.p. rzeki. Wysokości bezwzględne tych poziomów zmieniają się od *ca* 60-65 m n.p.m. poprzez *ca* 55-60 do *ca* 55-50 m n.p.m. Spadki są oczywiście w kierunku południowym. Miejscowość Ługi Ujskie położona jest w zachodnim fragmencie tego stożka.

Dno doliny Noteci oraz Gwdy położone jest na wysokości *ca* 48-50 m n.p.m. Ze względu na niewielkie spadki na jego przestrzeni rozwinęły się równiny torfowe. Miejscami torfy były eksploatowane na potrzeby opałowe. Koryto Noteci jest rozwinięte w postaci zakoli, a z kolei koryto Gwdy meandruje.

Zapisem działalności gospodarczej człowieka są miejsca dawnych i obecnych wyrobisk, gdzie pozyskiwano piaski (rejon Mirosława, Ujścia).

4.5. Hydrografia

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

Obszar **gminy Kaczory** odwadniany jest przez Gwdę (część północna i środkowa) i Noteć (część południowa). Niewielki fragment w części wschodniej należy do zlewni Dopływu spod Grabowna uchodzącego do Białośliwki. W północnej części gminy położone są jeziora: Czarne i Wapieńskie (rynnowe) oraz Kleszczynek (wytopiskowe). W części środkowej położone są jeziora: Bobrowo, Kopcze i Proboszczowskie (rynnowe). Z Jez. Wapieńskiego wypływa ciek o nazwie Dopływ z Jez. Wapieńskiego, który okresowo uchodzi do Gwdy. Obecnie wody z tego cieku giną w sandrze. We wschodniej części gminy płynie ciek o nazwie Radacznica, który uchodzi do Jez. Kopcze. Jako ciekawą informację można podać, iż z Jez. Kopcze, w latach szczególnie mokrych, wypływają wody śladem dawnego odpływu sandrowego, przez Żabostwo, Kalinę. W dolinie Noteci występuje szereg kanałów odwadniających dno doliny. Są to obiekty sztuczne.

Miasto Pila odwadniane jest przez Gwdę (z okresowym ciekim Dopływ z Jez. Wapieńskiego) oraz Krępicę (z dopływem Kotuńska Struga), będące dopływami Noteci. Do Gwdy uchodzi Ruda, biorąca swój początek z Jez. Łachotka (gm. Szydłowo). W północnej

części miasta położone są jeziora: Mały Kuźnik, Duży Kuźnik, Rudnickie, Okoniowe, Płocie (Płotki), Piaseczno (Jeleniowe), Bagienne oraz dwa zbiorniki wodne: Jez. Zalew i Zbiornik Koszyce. Jeziora są rynnowe, a zbiorniki wodne też powstały w obrębie zagłębień rynnowych. W zachodniej części miasta położone jest Jez. Piaszczyste. W dolnym odcinku Gwdy, wzdłuż jej koryta, przebiega granica z gminą Ujście. W mieście jest też kilka, sztucznie powstałych, zbiorników wodnych, wypełniających dawne wyrobiska po eksploatacji glin, ilów dla licznych niegdyś cegielni.

Gmina Szydłowo odwadniana jest przez Gwdę i Noteć za pośrednictwem licznych dopływów. Do Gwdy uchodzą: Ruda (wyływająca z Jez. Łachotka), Dobrzyca, Piława, Rurzyca, Pękawnica, Głomia. Do Noteci uchodzą Łomnica i Krępica (a jej dopływami są Kotuńska Struga i Kanał Stobieński). Z jezior wymienić można Łachotkę i Żabie (rynnowe). W środkowej części obszaru gminy stałych cieków nie ma. Sieć rzeczna jest szczególnie rozwinięta w północnej części gminy. Cieki wykorzystują tutaj liczne systemy rynien subglacialnych.

Obszar **gminy Ujście** w znacznej mierze odwadniany jest przez Noteć oraz Gwdę. Mały fragment jej obszaru, położony na SE, odwadniany jest przez Rygę będącą dopływem Flinty, która z kolei uchodzi do Welny. W okolicach Nowej Wsi Ujskiej występuje kilka jezior. W dolinie Noteci występuje szereg kanałów odwadniających dno doliny. Są to obiekty wykonane ręką człowieka.

5. DOTYCHCZASOWE DANE O OSUWISKACH Z OBSZARU BADAŃ

Z rejonu województwa wielkopolskiego mamy jedynie wrywkowe dane na temat osuwisk i terenów zagrożonych ruchami masowymi (tzm) pochodzące głównie sprzed 40 lat.

W roku 1969 Stęszewski wykonał prace rozpoznawcze na obszarze powiatu chodzieskiego, w skład którego wchodziły wówczas części dwu gmin: Ujście i Kaczory. Sprawozdania z prac pochodzi z roku 1970. W rejonie Ujścia rozpoznano 5 osuwisk. W rejonie Krzewiny rozpoznano 1 osuwisko. W Ujściu były to:

- zsuwy wzdłuż starej drogi prowadzącej na Czarnków, na stromej skarpie przylegającej doń od strony wschodniej; czynnikiem aktywującym ruch gruntów były wody opadowe; było to osuwisko aktywne, będące w ruchu od dawna, typ ruchu - spęływanie (złazisko) gruntów ilastych; według opisu zsuwy te mogły zagrażać budynkom os. Hutnika (na mapie = os. Górnika); *obecnie obserwowano tutaj drobne rozcięcia erozyjne i być może ślady dawnych zsuwów, ponieważ teren jest zadrzewiony i najpewniej był modelowany przez człowieka*

(choćby przy budowie schodów prowadzących na os. Górne), całe to zbocze włączono do tzm nr 2;

- w rejonie ul. Podgórnej, koluwia napierały na posesję przy ul. Czarnkowskiej nr 23; było to osuwisko aktywne, będące w ruchu od dawna, typ ruchu - spływanie (złazisko) gruntów ilastych; czynnikiem aktywującym ruch gruntów były wody opadowe; według opisu zsuwy te mogły zagrażać budynkom; *z analizy danych wynika, iż teren ten został miejscami w dość znacznym stopniu zmieniony przez działalność człowieka; w trakcie obecnych prac udokumentowano tutaj osuwisko nr 10;*

- w polach, obecnie na przedłużeniu ul. Wojska Polskiego; było to osuwisko aktywne, powstałe niedawno (1966 r.), typ ruchu – spływ materiału luźnego oraz spływ gleb na większą skalę; czynnikiem aktywującym ruch gruntów były wody opadowe i wysięki wód gruntowych; *obecnie w rejonie tym (analiza danych i wizja terenowa) nie stwierdzono osuwiska, prac nie ułatwiała ogólna lokalizacja osuwiska na mapie z roku 1970; występują tutaj znaczne zakrzaczenia (głóg, tarnina, itp.), które ograniczają możliwość poruszania się po terenie; obszary te włączono do tzm nr 3; istnieje też możliwość, iż wtedy zaznaczono błędnie to osuwisko na mapie, a obecnie możnaby go odnosić do osuwisk nr 13 i 14;*

- w rejonie ul. Staszica, były to dwa osuwiska, gdzie koluwia oddziaływały na posesję; oba były czynne, niedawno powstałe lub będące od dawna w ruchu, w typie spływu materiału luźnego lub spływu gruntów ilastych; można przypuszczać, iż oba te przypadki ruchu mas ziemnych wynikły nie tylko z oddziaływania wód opadowych, ale raczej z podcięcia stoków/zboczy przez działania człowieka; według opisu zsuwy te mogły zagrażać budynkom; *obecnie w rejonie ul. Staszica obserwowano wiele takich przypadków podkopywania stoków/zboczy, najbardziej spektakularny jest z działki 711/1, gdzie skarpa ma wysokość ca 20-25 m i grozi osunięciem; w rejonie ul. Staszica obserwowano też stare kopanki, obecnie zapełnione, częściowo zarośnięte; właściciele działek, na których takie podkopy istnieją ryzykują osunięcie gruntów; oba przypadki omawiane w opracowaniu z roku 1970 raczej nie doczekały dzisiejszych czasów w swej wyjściowej postaci, z pewnością osuwające się grunty były usunięte; obszary takie włączono do tzm 3 i 4.*

W Krzewinie w 1969-1970 r. zarejestrowano osuwisko czynne, będące od dawna w ruchu, w typie spływu, złaziska pokrywy zwietrzelinowej. czynnikiem aktywującym ruch gruntów były wody opadowe. *W niniejszym opracowaniu jest to osuwisko nr 13.*

Wyróżniono też obszary predysponowane w rejonie Ujścia, Dziembowa-Krzewiny-Morzewa oraz Prawomyśla. Ponadto w rejonie Dziembowa (parów prowadzący w kierunku

doliny Noteci) i Ujścia (Orla Góra) wyznaczono też tzw. formy osuwiskowe (?). Formy te nie były bliżej sprecyzowane pod względem genetycznym.

Kühn i Miłoszewska (1971) w szerszym ujęciu zestawili materiały m.in. zebrane przez Stęszewskiego (1970). Są to te same dane. Jako dominujący typ osuwisk wskazano spęływanie gruntów ilastych. Według współczesnej wiedzy trzeba pamiętać, iż spęływanie nie daje osuwiska. Jako metodę łatwej stabilizacji koluwiów wskazywano ich zadrzewianie.

Kühn i in. (1970) oraz Bażyński i Kühn (1970) osuwiska i tereny zagrożone wykazali w rejonie: Tarnowa (gm. Szydłowo); Ujścia (gm. loco); Dziembowa, Krzewiny, Morzeza, Prawomyśla (gm. Kaczory); Miasteczka Krajeńskiego i Wolska (gm. Miasteczko Krajeńskie); Wyrzyska i Glesna (gm. Wyrzysk). W sumie mogło to być nawet 21 obiektów. W rejonie doliny Noteci (rejon Miasteczka i Ujścia) osuwiska warunkowane były zaleganiem glin zwałowych na piaskach, występowaniem wychodni ilów plioceńskich. Ich powstanie wynikało też z infiltracji wód opadowych w głąb wysoczyzny, jak również z podcięcia zboczy. Były to osuwiska rotacyjne. Jako zagrożoną wskazywano linię kolejową.

Kozuchowski (2003) wykonał wstępne badania geotechniczne oraz opinię dotyczącą stateczności zbocza i ustalenia linii zabudowy dla skarpy w Ujściu. Badania dokonano penetrometrem do głębokości 3-7,5 m (15 otworów) oraz wykorzystano profile otworów archiwalnych, złożowych (6 otworów do głębokości 16-32 m). Autor ten zwracał uwagę na występowanie tutaj gruntów glacitektonicznie pofałdowanych. Obecnie nie można było dokonać stosownych obserwacji. Badania te i analizy objęły fragment obecnego osuwiska nr 3. Przyjęto bezpieczną linię zabudowy na około 60-70 m od krawędzi wyrobiska. Już wtedy Kozuchowski opisywał występowanie na rekultywowanej skarpie zsuwów.

Inwentaryzacja sprzed 10 lat pt. „Rejestracja i inwentaryzacja naturalnych zagrożeń geologicznych na terenie całego kraju (ze szczególnym uwzględnieniem osuwisk oraz innych zjawisk geodynamicznych)” (<http://geozagrozenia.pgi.gov.pl/>) objęła wybrane fragmenty Polski. W powiecie pilskim nie opisano osuwisk (por. Lemberger i in. 2005).

W „Instrukcji opracowania ...” (Grabowski i in. 2008) wymienia się, iż na obszarze powiatu pilskiego liczba osuwisk wynosi 15, liczba obszarów predysponowanych do występowania ruchów masowych wynosi 61, a szacunkowa powierzchnia objęta ruchami masowymi to ca 20-30 km².

Pewnych informacji w zakresie warunków podłoża budowlanego dostarczają arkusze Mapy geośrodowiskowej Polski w skali 1:50 000 (por. Bobiński i in. 2005; Seifert i in. 2005, 2005a). Przyjmuje się, iż niekorzystne warunki dla budownictwa występują na obszarach:

- o stromych stokach niektórych wzniesień lub zboczach niektórych obniżień; nachylenie stoków/zboczy powyżej 12%;

- gdzie zwierciadło wód gruntowych znajduje się na głębokości do 2 m p.p.t., tj. głównie w dolinkach i bezodpływowych kotlinkach rozrzuconych na wysoczyźnie polodowcowej, ze względu na wypełnienie słabonośnymi gruntami (organicznymi i luźnymi mineralnymi).

W naszych rozważaniach bardziej interesujący jest ten pierwszy przypadek, tj. wynikający z nachylenia powierzchni terenu.

W w/w materiałach wskazano m.in. na:

- strefy stromych krawędzi erozyjnych doliny Gwdy koło miejscowości Krępsko i Dobrzyca (gm. Szydłowo), gdzie mogą zachodzić ruchy masowe (Seifert i in. 2005);

- na krawędzi doliny Noteci występują obszary o spadku ponad 12 %, m.in. w rejonie Ujścia (por. Juszczak i in. 2005); ponadto w rejonie wybilansowanego złoża „Piła Gładyszewo”, zaniechanego złoża „Kotuń”, oraz części złoża „Dolaszewo”, występują tereny znacznie zmienione antropogenicznie, które przeznaczono pod zabudowę mieszkaniową i przemysłową; tereny te w przypadku projektowania tam zabudowy, muszą być poddane dokumentowaniu warunków geologiczno-inżynierskich (*op. cit.*);

- do niekorzystnych zaliczono zbocza wzgórz zbudowanych z plejstocénskich glin zwałowych i piasków ze żwirami oraz ilów pliocénskich (glacitektonicznie spiętrzone moreny czołowe), wzdłuż północnej krawędzi pradoliny Noteci, pomiędzy Morzewem a Miasteczkiem Krajeńskim (por. Ślusarek i in. 2005).

6. WYNIKI OBECNYCH PRAC

Jak wcześniej wspomniano, w tego typu opracowaniach, pod uwagę głównie bierze się osuwiska i możliwości ich powstania oraz rozwoju (por. Pkt. 1; por. Biel i in. 2010, 2010a, 2014; Grabowski i in. 2012; Karwacki i in. 2014).

Poniżej przedstawiono opis sposobu wytypowania terenów na których występują ruchy masowe ziemi oraz terenów zagrożonych możliwością ich wystąpienia.

W analizie wykorzystano **materiały archiwalne** w postaci opracowań: Bażyński i Kühn (1970); Kühn i in. (1970); Stęszewski (1970); Kühn i Miłoszewska (1971); Kozuchowski (2003); Lemberger i in. (2005); Kucharczyk i Szeremietiew (2012).

Dalej wykorzystano **materiały kartograficzne** w postaci:

- mapy topograficznych w skali 1:10 000, ukł. 1965, ukł. 1992; mapy zakupiono w Urzędzie Marszałkowskim Woj. Wielkopolskiego; zastosowano jednolity format podziału na arkusze w cięciu arkuszowym układu 1992;

- arkuszy Szczegółowych map geologicznych Polski w skali 1:50 000 (por. Pkt. 3);
- arkuszy Mapy geosrodowiskowej Polski w skali 1:50 000 (por. Pkt. 5);
- arkuszy Rastrowej Mapy Podziału Hydrograficznego Polski w skali 1:50 000 (www.kzgw.gov.pl).

Wykorzystano też **inne materiały** znajdujące się na Geoportalu krajowym (<http://mapy.geoportal.gov.pl/>) zapisane w postaci warstw (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). Przy czym tutaj jest taka uwaga, iż dane te mogą być przeglądane online, lecz nie można ich kopiować.

Dane te poddano weryfikacji w trakcie **prac terenowych** polegających na kartowaniu geologiczno-geomorfologicznym. Praktykę (doświadczenie) w kartowaniu osuwisk nabyto w trakcie prac projektu SOPO realizowanego od 2008 r. (m.in. gminy: Brzesko, Czchów, Bobowa, Pleśna, Jodłowa, Osiek Jasielski, Dębowiec i in.), a w rejonie wyżyn środkowopolskich opracowując „Założenia dla opracowania map osuwisk i terenów zagrożonych ruchami masowymi dla gmin Powiatu Kieleckiego w skali 1:10 000” (Wieczorek i in. 2015). Wzięto pod uwagę, iż pewnych rzeczy nie można przenosić wprost z warunków podgórskich, górskich czy wyżynnych, na warunki niżowe. W terenie w celu ustalenia lokalizacji korzystano z odbiorników GPS Garmin Colorado 300 i Dakota 20.

Zauważa się, iż na mapach topograficznych w skali 1:10 000, rysunek hipsometryczny w wielu wypadkach odstaje od stanu faktycznego. Główny Geodeta Kraju powinien tą ułomność jak najszybciej wyprostować. Stan taki skutkuje tym, iż część linii wyznaczających TZRM lub osuwiska może nie przystawać do rysunku mapowego.

W tym miejscu należy też omówić jeszcze jedną kwestię. Mianowicie w przyjętym toku prac, możliwym do wykonania w zadanym terminie i przy wykorzystaniu dostępnych danych, starano się wizją terenową objąć możliwie całą daną gminę. W pierwszej kolejności typowano rejon 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., czy z ich ogrodzenia. Okres letni, w którym głównie prowadzono prace, jest też niekorzystny m.in. z uwagi na w pełni

rozwiniętą roślinność, która niekiedy może maskować pewne szczegóły. 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. Czasami jednorazowa wizyta w terenie nie pozwala wyciągnąć pełnych danych. Choć na pewno je w pewien sposób ukierunkowuje. Przed kartowaniem terenowym składano do poszczególnych gmin pisma z informacją o prowadzonych pracach, oraz z prośbą o przekazanie takich danych, które mogłyby mieć znaczenie dla realizacji zadania. Odpowiedź była różna. Czasami otrzymywano jakieś informacje zwrotne, a czasami nie. Na tym etapie rozpoznania można przyjąć, iż wykartowano całość osuwisk na tych 4 gminach (Kaczory, Piła, Szydłowo, Ujście). Jeżeli chodzi o tereny zagrożone ruchami masowymi (tzm) to tutaj sytuacja jest następująca. W „Instrukcji opracowania ...” (Grabowski i in. 2008) przyjęto, iż „Rozpoznanie i udokumentowanie tzm 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 gmin. Są też głosy osób kartujących osuwiska w Karpatach, iż wyróżnianie tzm nie jest konieczne. Być może wynika to z podejścia, iż tam każdy teren potencjalnie może być tzm, przy czym z różnym prawdopodobieństwem. Na obszarze Niżu Polskiego prac związanych z osuwiskami i tzm jest jak na razie mało. Mało jest też obserwacji co do rozwoju takich zjawisk. Trudno więc o analizy porównawcze. Zdziwienie u odbiorców takich prac może budzić np. wyróżnienie tzm w pewnych warunkach (sytuacjach), a w innych – niekiedy po sąsiedzku – nie. Rzeźba na omawianym obszarze jest określana jako młodoglacjalna. Jej zręby i zarys powstały przed około 20-16 tys. lat BP. Od tego czasu wiele stoków czy zboczy znajdowało się w stanie równowagi, nawet jeżeli były zagospodarowywane. Czasami jednak ta równowaga była zakłócana, przy czym nie powodowało to spektakularnych zjawisk geomorfologicznych. Grunty (piaski, gliny, pyły, ropy; skały w sensie geologicznym) mają inne parametry niż skały znane z wyżyn czy pogórza karpackiego. Niekiedy wydawałoby się wysokie skarpy (stoki/zbocza), są względnie bezpieczne. A niekiedy niższe skarpy wyznacza się jako tzm. Prace takie jak te, wynikają z przyjęcia przez Państwo Polskie pewnej polityki środowiskowej czy społecznej, jak moglibyśmy określić. Obecnie obywatel oczekuje, iż od aparatu urzędniczego otrzyma pewne dane, które w przyszłości pozwolą mu względnie bezpiecznie funkcjonować w przestrzeni geograficznej. Ponadto w obecnych realiach taki obywatel, który poniósł szkody wynikające z funkcjonowania przyrody (ogólnie ujmując) spodziewa się, czy nawet oczekuje realnej

pomocy państwowej. Takie podejście skutkuje tym, iż przestrzeń geograficzna powinna być rozpoznana pod względem pewnych zagrożeń. Dlatego ważnym jest aby w korzystaniu ze środowiska, przestrzeni geograficznej, zachować zdrowy rozsądek i pewien umiar. Nie należy też traktować tego opracowania jako wyroczni, ani 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 linijne powstające w wyniku wystąpienia opadów.

W warunkach niżowych musimy poczekać na więcej obserwacji, być może wtedy będą mogły powstać jakieś uogólnienia.

Poniżej przedstawiono charakterystykę osuwisk i terenów zagrożonych ruchami masowymi (tzm), które rozpoznano w toku obecnie prowadzonych prac.

6.1. Gmina Kaczory

W trakcie prac terenowych rejestrowano szereg starych i nowych kopanek za piaskami, lub gliną (?). Są one rozproszone generalnie poza rejonami zabudowy, nie licząc Prawomyśla. W Prawomyślu prawdopodobnie działalność człowieka, prowadzona od lat, a widoczna także na mapach WIG-owskich z 1935 r., doprowadziła ostatecznie (l. 80 XX w.) do powstania 3 osuwisk. Działalność ta polegała na podkopywaniu stoków w celu poboru piasków.

Na stokach obserwowano wiele form o kształcie dolinek erozyjnych (w różnym stadium rozwoju) oraz dolinek denudacyjnych (podobnie). Formy te nierzadko współwystępują ze sobą. Dolinka denudacyjna w górnej części może przypominać formy osuwiskowe znane z rejonu Karpat, brak w niej jednak wypełnienia koluwiami. Stąd takie formy zaliczano do denudacyjnych. Więcej uwag przedstawiono przy okazji opisu dla gminy Ujście (patrz. Rozdz. 6.4).

Pagóry morenowe (por. Chmał 2006, 2007) zlokalizowane na wysoczyźnie polodowcowej (Krzewina, Morzewo, Równopole, Morzewo), jeszcze w pewnym oddaleniu od jej krawędzi (wznoszącej się nad doliną Noteci), w trakcie analizy materiałów kartograficznych i GIS-owych, traktowano jako mogące sprzyjać ruchom masowym, osuwiskom. Prace w terenie i obserwacja kilku ścian w wyrobiskach gdzie pobiera się piasek,

dały nowe, odmienne wrażenie. Obecnie można stwierdzić, iż są to moreny akumulacyjne (przynajmniej w obserwowanym zakresie głębokości). Biorąc pod uwagę bliskość moreny czołowej spiętrzonej, nie można jednak wykluczyć, iż głębsze ich partie mogą okazać się bardziej złożone w budowie. Dlatego zaakcentowano występowanie na ich stokach tzm nr 13, 14 i 15, tam gdzie stoki te są najbardziej strome lub zostały naruszone przez człowieka.

Za najbardziej sprzyjające powstawaniu osuwisk uznano moreny czołowe położone przy krawędzi doliny Noteci. W związku z czym wyznaczono tutaj kilka tzm.

Analiza niektórych fragmentów stoków była utrudniona z uwagi na fakt, iż są one silnie pozarastane gęstą roślinnością (głóg, tarnina, itp.). Część stoków jest też starasowana, co jest zapewne pozostałością dawnych upraw polnych. W stosunku do roku 1970 widać znaczne zmiany w użytkowaniu pól. Wiele z nich pozarastało, gdyż nieopłacalnym stało się rolnictwo drobnotowarowe.

Z analizy wyłączono obszar górniczy Zelgniewo i Dziembowo (dane o OG z PIG-PIB w Warszawie). Przepisy prawne wskazują m.in., iż po zakończeniu eksploatacji, teren kopalni powinien zostać tak zrekultywowany, aby nie powodować zagrożenia ruchami masowymi ziemi.

Na obszarze gminy wyznaczono **16** osuwisk (por. Tab. 3a) i **19** terenów zagrożonych ruchami masowymi (tzm) (por. Tab. 3b). Dla każdego z tych obiektów sporządzono kartę, w której zawarto podstawowe informacje. Spośród osuwisk trzy wskazano do monitoringu, a pięć do obserwacji. Dla osuwisk obecnie nie da się wskazać jednoznacznych sposobów ich zabezpieczania. Mówiąc o zabezpieczeniu mamy na myśli sposób inżynieryjno-budowlany. Wynika to z faktu, iż dla żadnego z tych obiektów nie ma w tej chwili dokładnych badań geologiczno-inżynierskich, które określałyby stan podłoża, parametry geotechniczne gruntów, dane o głębokości powierzchni poślizgu (poślizgów), itp. Bez tych danych obecnie można jedynie zaproponować uregulowanie gospodarki wodnej, tzn. zminimalizowanie napływu wód opadowych lub roztopowych na tereny osuwisk. Doraźnie można też prowadzić nasadzenia drzew i krzewów, tak aby związać wierzchnie warstwy gruntów. Nie wszystkie osuwiska trzeba też zabezpieczać. Jeżeli nie zagrażają one obiektom budowlanym lub infrastrukturze, to działania takie byłyby na wyrost (por. np. osuwiska nr 1, 2, 3, 4, 5, nieduże, położone z dala od zabudowy, w lesie).

Osuwiska nr 7, 8 i 9, położone na wschód od Rzadkowa, w rejonie nasypu kolejowego, zostały naniesione na mapę, mimo, iż nie są one widoczne w terenie (pewne prace zabezpieczające prowadzone po ich powstaniu zatarły po nich ślady). Postąpiono tak aby fakt ich wystąpienia nie uległ zatarciu.

Na części wyznaczonych terenów zagrożonych, jeżeli pozostaną one niezmienione pod względem zagospodarowania, przez wiele lat może nic się nie wydarzyć, w sensie poważnych ruchów masowych, tj. osuwisk. Jednak gdyby takie tereny były zagospodarowywane w sposób niezaplanowany, zwłaszcza przy wykonywaniu dużych prac ziemnych, wtedy mogą pojawić się problemy natury np. osuwiskowej. Pewien rodzaj prewencji wydaje się lepszym rozwiązaniem, niż działanie *post factum*. Analizując dane wyznaczono 10 tzm, na których z uwagi na zagospodarowanie należy prowadzić obserwacje (por. Tab. 3b).

Tabela 3a. Zestawienie osuwisk na terenie gminy Kaczory

Numer roboczy osuwiska na mapie autorskiej	Numer osuwiska w bazie SOPO	Miejscowość	Stopień aktywności N- nieaktywne O- okresowo aktywne A- aktywne	Uwagi dotyczące monitoringu
1	brak	Kaczory	N	–
2	brak	Równopole	N	–
3	brak	Rzadkowo	O	–
4	brak	Rzadkowo	O	–
5	brak	Rzadkowo	N	–
6	brak	Rzadkowo	A, O	–
7	brak	Rzadkowo	N	do obserwacji
8	brak	Rzadkowo	O	do obserwacji
9	brak	Rzadkowo	O	do obserwacji
10	brak	Prawomyśl	O	–
11	brak	Byszewice	N	do obserwacji
12	brak	Dziembowo	O	–
13	brak	Krzewina	O	do obserwacji
14	brak	Prawomyśl	O	do monitoringu
15	brak	Prawomyśl	O	do monitoringu
16	brak	Prawomyśl	O	do monitoringu

Tabela 3b. Zestawienie terenów zagrożonych ruchami masowymi na terenie gminy Kaczory

Numer roboczy terenu zagrożonego na mapie autorskiej	Numer terenu zagrożonego w bazie SOPO	Miejscowość	Uwagi
1	brak	Jeziorki-Śmiłowo	–
2	brak	Jeziorki-Kaczory	–
3	brak	Śmiłowo	obserwacja
4	brak	Śmiłowo (Jachna)	obserwacja
5	brak	Dziembowo	–
6	brak	Dziembowo	–
7	brak	Dziembowo	obserwacja

8	brak	Kaczory	–
9	brak	Kaczory	obserwacja
10	brak	Kaczory-Śmiłowo	–
11	brak	Kaczory	obserwacja
12	brak	Kaczory-Równopole-Śmiłowo	obserwacja
13	brak	Rzadkowo	–
14	brak	Rzadkowo	–
15	brak	Rzadkowo	–
16	brak	Morzewo-Prawomyśl-Rzadkowo	obserwacja
17	brak	Rzadkowo-Równopole-Byszewice	obserwacja
18	brak	Dziembowo-Krzewina	obserwacja
19	brak	Krzewina-Morzewo	obserwacja

Występowanie osuwisk związane jest głównie ze zboczami rynien subglacialnych, krawędziami wysoczyzny wznoszącymi się nad doliną Noteci oraz obszarem moreny spiętrzonej. Są to miejsca gdzie występuje większa różnica wysokości oraz o zróżnicowanym geologicznie podłożu. Generalnie podobnie rzecz ma się z tzm.

Obszar gminy Kaczory położony jest na 16 arkuszach mapy topograficznej w skali 1:10 000 w układzie 1992 (por. część mapowa opracowania). Na 6 arkuszach (N-33-106-B-c-4; N-33-106-B-d-1; N-33-106-B-d-2; N-33-106-B-d-3; N-33-106-B-d-4; N-33-106-D-b-2) nie zaznaczono żadnych informacji istotnych dla niniejszego opracowania, stąd arkuszy tych nie drukowano.

6.2. Gmina Piła

Obszar miasta położony jest na dość wyrównanych powierzchniach ukształtowanych przez wody roztopowe (równiny wodnolodowcowe i poziomy sandrowe) oraz wody rzek z końca okresu zlodowacenia Wisły (tarasy nadzalewowe). Głównej analizie poddano więc tutaj krawędzie je rozdzielające. Czasami w ich podstawie odsłaniają się gliny lodowcowe (por. Bartczak 2007), a czasami mogą pojawiać się iły i/lub mułki zastoiskowe, które były eksploatowane dla cegielni (por. Kucharczyk i Szeremietiew 2012). Na krawędziach tych obserwowano też formy o kształcie dolinek erozyjnych lub denudacyjnych, czy niecek. Część tych form mogła mieć założenia jeszcze z okresu glacialnego. W północnej i wschodniej części miasta występują też fragmenty rynien subglacialnych. Analiza niektórych fragmentów stoków była utrudniona z uwagi na fakt, iż są one silnie pozarastane roślinnością, a część została zabudowana.

Na obszarze miasta jest szereg starych wyrobisk (glinianek, piaskowni), których wysokości ścian, lub charakter osadów nie uprawniają obecnie do wyznaczenia na skarpach je okalających terenów zagrożonych ruchami masowymi. Z drugiej strony widać, iż część terenów położonych w ich pobliżu przeznaczana jest pod zabudowę. W przypadku lokalizowania zabudowy mieszkaniowej, jedno- lub wielorodzinnej, czy zabudowy usługowej lub przemysłowej, w pobliżu takich obiektów (starych wyrobisk) należy zachować zdrowy rozsądek i nie planować linii zabudowy w zbytnim zbliżeniu do skarp. Na ten stan rzeczy zwracali uwagę już autorzy (por. Juszczuk i in. 2005) MGŚP 1:50 000, ark. Piła (313).

Na obszarze miasta Piły wyznaczono 3 osuwiska (por. Tab. 4a) i 19 terenów zagrożonych ruchami masowymi (tzrm) (por. Tab. 4b). Dla każdego z tych obiektów sporządzono kartę, w której zawarto podstawowe informacje. Spośród osuwisk żadnego nie wskazano do monitoringu, ani do obserwacji. Wynika to z ich położenia w obrębie terenów leśnych z dala od zabudowy i infrastruktury. Osuwisk tych nie ma potrzeby też zabezpieczać.

Tabela 4a. Zestawienie osuwisk na terenie miasta Piła

Numer roboczy osuwiska na mapie autorskiej	Numer osuwiska w bazie SOPO	Miejscowość	Stopień aktywności N- nieaktywne O- okresowo aktywne A- aktywne	Uwagi dotyczące monitoringu
1	brak	Piła	N	—
2	brak	Piła	O	—
3	brak	Piła	N	—

Uwaga: osuwisko nr 2 z obszaru miasta Piły to jednocześnie osuwisko nr 7 z obszaru gminy Szydłowo

Tabela 4b. Zestawienie terenów zagrożonych ruchami masowymi na terenie miasta Piła

Numer roboczy terenu zagrożonego na mapie autorskiej	Numer terenu zagrożonego w bazie SOPO	Miejscowość	Uwagi
1	brak	Piła	—
2	brak	Piła	obserwacja
3	brak	Piła	—
4	brak	Piła	—
5	brak	Piła	obserwacja
6	brak	Piła	—
7	brak	Piła	—
8	brak	Piła	obserwacja
9	brak	Piła	obserwacja

10	brak	Piła	obserwacja
11	brak	Piła	obserwacja
12	brak	Piła	obserwacja
13	brak	Piła	obserwacja
14	brak	Piła	obserwacja
15	brak	Piła	obserwacja
16	brak	Piła	obserwacja
17	brak	Piła	obserwacja
18	brak	Piła	obserwacja
19	brak	Piła	–

Na części wyznaczonych terenów zagrożonych, jeżeli pozostaną one niezmienione pod względem zagospodarowania, przez wiele lat może nic się nie wydarzyć, w sensie ruchów masowych. Gdyby tereny te były jednak zagospodarowywane w sposób niezaplanowany, zwłaszcza przy wykonywaniu dużych prac ziemnych, wtedy mogą pojawić się problemy natury np. osuwiskowej. Analizując dane wyznaczono 13 tzm, na których należy prowadzić obserwacje (por. Tab. 4b).

Występowanie osuwisk związane jest głównie ze zboczami rynien subglacialnych, niekiedy przekształconymi przez ciekły, oraz z krawędzią powierzchni sandrowej podcinanej przez Gwdę. Są to miejsca gdzie występuje większa różnica wysokości oraz oddziałują wody powierzchniowe. W przypadku tzm, poza wyżej wymienionymi miejscami, towarzyszącymi osuwiskom, wytypowano krawędzie tarasów nadzalewowych, oraz poziomów sandrowych, zwłaszcza w miejscach gdzie rozpoznano gliny zwałowe (w profilu) lub z uwagi na bliskość wód powierzchniowych.

Obszar miasta Piły położony jest na 12 arkuszach mapy topograficznej w skali 1:10 000 w układzie 1992 (por. część mapowa opracowania). Na 5 arkuszach (N-33-106-B-c-4; N-33-106-C-b-1; N-33-106-C-b-4; N-33-106-D-a-2; N-33-106-C-d-2) nie zaznaczono żadnych informacji istotnych dla niniejszego opracowania, stąd arkuszy tych nie drukowano.

6.3. Gmina Szydłowo

Gmina pod względem powierzchni jest duża. W związku z czym na jej obszarze występuje duża zmienność ukształtowania powierzchni terenu i budowy geologicznej.

W obrębie arkuszy N-33-106-A-c-4 i N-33-106-A-d-3 znajdują się najwyżej położone fragmenty gminy Szydłowo. Wynika to z występowania tutaj strefy moren czołowych akumulacyjnych (por. Nowak 2007). W rzeźbie, teren ten wyróżnia się jako zgrupowanie mniejszych i większych pagórów, wałów, czy wzniesień, rozrzuconych na wysoczyźnie morenowej. Niekiedy towarzyszą im obniżenia genezy erozyjnej, powstałe w wyniku

odpływu wód roztopowych. Mimo obserwowanego zróżnicowania rzeźby terenu, pagóry w większości piaszczyste i piaszczysto-żwirowe nie mają na tyle nachylonych stoków, aby swobodnie mogły na nich rozwijać się ruchy masowe. Można przypuszczać, iż w czasie zlodowacenia przeważały tutaj procesy akumulacyjne. W obrębie arkusza N-33-106-A-c-4 nie wyróżniono tzm. Z kolei w obrębie arkusza N-33-106-A-d-3 obserwowano w terenie kilka form o większym nachyleniu stoków, przy czym ostatecznie zaznaczono jedynie 3 z nich. Dodatkowo wzięto pod uwagę czy w danej lokalizacji na mapie geologicznej znaczonych jest więcej wydzieleni (a więc występuje zmienność litologiczna gruntów).

W rejonie Kotunia, położony jest wał o subrównoleżnikowym przebiegu. Został on zinterpretowany jako morena spiętrzona (por. Bartczak 2006, 2007), która jest zbudowana z osadów zastoiskowych zlod. Odry, oraz glin zwałowych i piasków wodnolodowcowych zlod. Sanu 1. Miąższość osadów zaburzonych (spiętrzonych) przekracza 50 m, co potwierdzają badania geofizyczne geoelektryczne oraz otwór wiertniczy. Przypowierzchniowe partie tej moreny zbudowane są z osadów zastoiskowych (iły i mułki), występujących w profilu pionowym kilkakrotnie, na przemian z glinami zwałowymi oraz piaskami i żwirami wodnolodowcowymi. Były one eksploatowane do produkcji cegły. Ponieważ autorka mapy geologicznej nie wymienia wśród osadów zaangażowanych glacitektonicznie iłów neogeńskich, zdecydowano o wyróżnieniu jako tzm głównie południowej i wschodniej krawędzi (stoku) tej formy. Jej wierzchowina jest wyrównana, a stok północny słabiej nachylony. Na stoku północnym ostatecznie wyróżniono 2 małe tzm. Gdyby jednak kiedyś okazało się, iż w budowie wewnętrznej tej moreny biorą też udział iły neogeńskie, to należałoby przeanalizować ten fakt, jak i możliwość poszerzenia granic tzm.

W rejonie pilskiego Gładyszewa, przy granicy z miastem powstało osiedle domków jednorodzinnych (Zawada, ul. Wiosenna, Promienna, Słoneczna i in.). Oprócz terenów o dość wyrównanej powierzchni (równina sandrowa), zagospodarowano też stoki wysoczyzny o pewnym nachyleniu (ca 9-12%). Wokół niektórych domów powstały nasypy, przy niektórych domach zaś wkopy w stok. Jeżeli nasypy lub wkopy zostały wykonane zgodnie ze sztuką budowlaną, przy wykorzystaniu wiedzy geotechnicznej o podłożu, to takie sytuacje nie budzą obaw. Gorzej gdy tak nie było.

Z analizy wyłączono obszar górniczy Krępsko I, Skrzatusz dz. 443, 444, Skrzatusz dz. nr 445/2 oraz część dz. nr 443, 444, Dąbrowa Góra I oraz Róża Wielka – RT (dane o OG z PIG-PIB w Warszawie). Przepisy prawne wskazują m.in., iż po zakończeniu eksploatacji, teren kopalni powinien zostać tak zrekultywowany, aby nie powodować zagrożenia ruchami masowymi ziemi. Ponadto nie analizowano terenu składowiska odpadów innych niż

niebezpieczne i obojętne w Kłodzie, którym zarządza Miejski Zakład Oczyszczania – Wysypisko Sp. z o.o. z siedzibą w Pile, oraz przyległości (gdzie dawniej prowadzono eksploatację piasków). jest to obszar zamknięty.

W analizie nie uwzględniano także takich sytuacji, kiedy koryta cieków podcinają tarasy zalewowe, lub niewiele od nich wyższe tarasy nadzalewowe. Jeżeli podcinany brzeg nie jest wysoki uznano, iż takich sytuacji nie ma potrzeby wyróżniać. Wiadomym jest, iż w obrębie koryta cieków i ich linii brzegowej dominują procesy fluwialne, a takie podcinanie (podbieranie) brzegów jest częste. Pod uwagę brano dopiero wyższe brzegi, zwłaszcza na zakolach koryt.

Na obszarze gminy Szydłowo wyznaczono 7 osuwisk (por. Tab. 5a) i 59 terenów zagrożonych ruchami masowymi (tzrm) (por. Tab. 5b). Dla każdego z tych obiektów sporządzono kartę, w której zawarto podstawowe informacje. Spośród osuwisk żadnego nie wskazano do monitoringu, ani do obserwacji. Wynika to z ich położenia, głównie w obrębie terenów leśnych z dala od zabudowy i infrastruktury. Osuwisk tych obecnie nie ma potrzeby też zabezpieczać.

Na części wyznaczonych terenów zagrożonych, jeżeli pozostaną one niezmienione pod względem zagospodarowania, przez wiele lat może nic się nie wydarzyć, w sensie ruchów masowych. Gdyby tereny te były jednak zagospodarowywane w sposób niezaplanowany, zwłaszcza przy wykonywaniu dużych prac ziemnych, wtedy mogą pojawić się problemy natury np. osuwiskowej. Analizując dane wyznaczono 11 tzrm, na których należy prowadzić obserwacje (por. Tab. 5b).

Tabela 5a. Zestawienie osuwisk na terenie gminy Szydłowo

Numer roboczy osuwiska na mapie autorskiej	Numer osuwiska w bazie SOPO	Miejscowość	Stopień aktywności N- nieaktywne O- okresowo aktywne A- aktywne	Uwagi dotyczące monitoringu
1	brak	Tarnowo	O	–
2	brak	Krępsko	N	–
3	brak	Tarnowo	N	–
4	brak	Dobrzyca	O	–
5	brak	Dobrzyca	O	–
6	brak	Dobrzyca	O	–
7	brak	Dobrzyca	O	–

Uwaga: osuwisko nr 7 z obszaru gminy Szydłowo to jednocześnie osuwisko nr 2 z obszaru miasta Piły

Tabela 5b. Zestawienie terenów zagrożonych ruchami masowymi na terenie gminy Szydłowo

Numer roboczy terenu zagrożonego na mapie autorskiej	Numer terenu zagrożonego w bazie SOPO	Miejscowość	Uwagi
1	brak	Tarnowo	–
2	brak	Tarnowo	obserwacja
3	brak	Tarnowo	obserwacja
4	brak	Tarnowo – Nowa Łubianka	–
5	brak	Tarnowo	–
6	brak	Stara Łubianka	–
7	brak	Tarnowo	–
8	brak	Tarnowo	–
9	brak	Zabrodzie	obserwacja
10	brak	Zabrodzie	–
11	brak	Zabrodzie	–
12	brak	Tarnowo	–
13	brak	Zabrodzie	obserwacja
14	brak	Krępsko	–
15	brak	Krępsko	–
16	brak	Krępsko	–
17	brak	Krępsko	–
18	brak	Krępsko	–
19	brak	Krępsko	–
20	brak	Krępsko	–
21	brak	Krępsko	–
22	brak	Krępsko	–
23	brak	Krępsko	obserwacja
24	brak	Krępsko	obserwacja
25	brak	Krępsko	–
26	brak	Stara Łubianka	–
27	brak	Stara Łubianka	–
28	brak	Krępsko	–
29	brak	Stara Łubianka	–
30	brak	Stara Łubianka	–
31	brak	Stara Łubianka	–
32	brak	Stara Łubianka	–
33	brak	Stara Łubianka	–
34	brak	Stara Łubianka	–
35	brak	Dobrzyca	–
36	brak	Dobrzyca	–
37	brak	Dobrzyca	–
38	brak	Dobrzyca – Krępsko	–
39	brak	Dobrzyca – Krępsko	obserwacja
40	brak	Dobrzyca	–

41	brak	Dobrzyca	–
42	brak	Dobrzyca	obserwacja
43	brak	Dobrzyca	–
44	brak	Nowy Dwór	–
45	brak	Zawada	–
46	brak	Zawada	obserwacja
47	brak	Zawada	–
48	brak	Dobrzyca	–
49	brak	Dobrzyca	–
50	brak	Dobrzyca	–
51	brak	Dobrzyca	–
52	brak	Dobrzyca	–
53	brak	Leżenica	–
54	brak	Kłoda	–
55	brak	Kotuń	obserwacja
56	brak	Kotuń	–
57	brak	Kotuń – Cyk	–
58	brak	Kotuń	–
59	brak	Róża Wielka	obserwacja

Występowanie osuwisk związane jest głównie ze zboczami rynien subglacialnych, czy krawędziami równiny sandrowej podcinanymi przez cieki. Są to miejsca gdzie występuje większa różnica wysokości oraz zróżnicowane geologicznie podłoże. W przypadku trzm, poza wyżej wymienionymi rejonami, towarzyszącymi osuwiskom, wytypowano miejsca gdzie cieki podcinają tarasy wyższe (nadzalewowe) lub poziomy sandrowe, wyższe zbocza rynien subglacialnych, czasami rozcięte dolinkami erozyjnymi czy denudacyjnymi, lub bardziej wyniesione stoki wysoczyzny, oraz stoki i zbocza moreny czołowej spiętrzonej.

Obszar gminy Szydłowo położony jest na 28 arkuszach mapy topograficznej w skali 1:10 000 w układzie 1992 (por. część mapowa opracowania). Na 15 arkuszach (N-33-105-B-d-4; N-33-105-D-b-1; N-33-105-D-b-2; N-33-105-D-b-3; N-33-106-A-b-1; N-33-106-A-b-2; N-33-106-B-a-1; N-33-106-A-c-1; N-33-106-A-c-2; N-33-106-A-c-4; N-33-106-A-d-1; N-33-106-B-c-2; N-33-106-C-a-3; N-33-106-C-a-4; N-33-106-C-b-3) nie zaznaczono żadnych informacji istotnych dla niniejszego opracowania, stąd arkuszy tych nie drukowano.

6.4. Gmina Ujście

W trakcie prac terenowych zarejestrowano szereg kopanek za piaskami, gliną (?), jak również w Ujściu podkopywanie stoków za domami w celu powiększenia placów. Najbardziej spektakularny przykład to taki podkop w stoku przy ul. Staszica, na posesji prywatnej (działka nr 711/1), przed wjazdem do Gimnazjum, gdzie skarpa (świeża) ma wysokość ca 20-25 m i może grozić osunięciem. Wszystkie takie działania, zwłaszcza te

w większej skali, mogą skutkować osłabieniem stanu równowagi stoku. W przypadku wystąpienia innych czynników mogą być przyczyną ruchów masowych ziemi (w różnej skali). Osuwiska wynikłe z takiego podkopywania stoków opisywał Stęszewski (1970). Od tego czasu dawne podkopy, gdzie zeszły osuwiska zostały znacznie zmienione.

Na stokach obserwowano wiele form o kształcie dolinek erozyjnych (w różnym stadium rozwoju) oraz dolinek denudacyjnych (podobnie), czy niecek. Formy te często współwystępują ze sobą. Dolinka denudacyjna (rzadziej erozyjna) w górnej części może przypominać formy osuwiskowe znane z rejonu Karpat, brak w niej jednak wypełnienia koluwiami. Stąd takie formy zaliczano do denudacyjnych. Na podstawie szeregu obserwacji wydaje się, iż można przyjąć następujący wariant rozwoju takich form. Po powstaniu pradoliny (obecnie zajętej przez dolinę Noteci) na stokach wysoczyzny polodowcowej – z uwagi na znaczny gradient wysokości - dochodziło do zakładania inicjalnych rozcięć erozyjnych (obecnie są to dolinki o znacznie większych wymiarach). Część tych rozcięć mogła mieć też założenia jeszcze z okresu glacialnego. Dolinki te powstawały w wyniku spływu wód opadowych, jak również wypływu i oddziaływania wód gruntowych (źródła, wysięki). W początkowych stadiach rozwoju nie jest wykluczone, iż w rejonach nisz źródłowych mogły zachodzić ruchy masowe ziemi. Po poszerzeniu dolinki i być może czasowym, lub zupełnym zaniku wypływu wód gruntowych, na znaczeniu zyskały procesy związane ze spływem wód opadowych. Obecnie wiele razy obserwowano ślady spływu wód deszczowych z pól do tych dolinek. Trzeba pamiętać, iż żadne z w/w zjawisk i procesów nie zachodzi ciągle. Raczej są to pewne okresy przewagi jednego procesu nad innym. Na tempo poszczególnych procesów mogły wpływać też zmienne nachylenie stoków oraz zmienna litologia gruntów. W górnych odcinkach dolinek denudacyjnych obserwowano często formy nieckowate, często pewno pozostałości nisz źródłowych, lub powstałych przez działanie wysięków i podmokłości.

Badania Paluszkiewicz i Ratajczak-Szczerby (2014) wskazują, iż główne formy erozyjno-denudacyjne to: suche dolinki denudacyjne, niecki denudacyjne i nisze wód zmarzlinowych. Powstały one przy udziale procesów spłukiwania i spelzwywania, erozji oraz niwalnych. W przeszłości geologicznej występowały także procesy powierzchniowych ruchów soliflukcyjnych. Potwierdzałoby to założenia autorek o formowaniu się badanych form w klimacie zimnym przy dominacji wietrzenia oraz soliflukcji i spłukiwania (*op. cit.*).

Analiza niektórych fragmentów stoków była utrudniona z uwagi na fakt, iż są one silnie pozarastane gęstą roślinnością (głóg, tarnina, dzika róża, bez czarny, itp.). Część stoków jest też starasowana, co jest zapewne pozostałością dawnych upraw polnych. W stosunku do roku

1970 widać znaczne zmiany w użytkowaniu pól. Wiele z nich pozarastało, gdyż nieopłacalnym stało się rolnictwo drobnotowarowe, niskonakładowe.

Z analizy wyłączono obszar górniczy Mirosław AG złoża Mirosław AG i złoża Ujście Noteckie II, surowców szklarskich. Obszar ten ustanowiony został przez Marszałka Województwa Wielkopolskiego (dane o OG z PIG-PIB w Warszawie). Przepisy prawne wskazują m.in., iż po zakończeniu eksploatacji, teren kopalni powinien zostać tak zrekultywowany, aby nie powodować zagrożenia ruchami masowymi ziemi.

Na obszarze gminy wyznaczono **18** osuwisk (por. Tab. 6a) i **16** terenów zagrożonych ruchami masowymi (tzm) (por. Tab. 6b). Dla każdego z tych obiektów sporządzono kartę, w której zawarto podstawowe informacje. Spośród osuwisk dwa wskazano do monitoringu, a piętnaście do obserwacji. Dla osuwisk obecnie nie da się wskazać jednoznacznych sposobów ich zabezpieczania, jeżeli położone są one w pobliżu zabudowy lub infrastruktury. Mówić o zabezpieczeniu mamy na myśli sposób inżynieryjno-budowlany. Wynika to z faktu, iż dla żadnego z tych obiektów nie ma w tej chwili dokładnych badań geologiczno-inżynierskich, które określałyby stan podłoża, parametry geotechniczne gruntów, dane o głębokości powierzchni poślizgu (poślizgów), itp. Bez tych danych obecnie można jedynie zaproponować uregulowanie gospodarki wodnej, tzn. zminimalizowanie napływu wód opadowych lub roztopowych na tereny osuwisk. Doraźnie można też prowadzić nasadzenia drzew i krzewów, tak aby związać wierzchnie warstwy gruntów. Nie wszystkie osuwiska trzeba też zabezpieczać. Jeżeli nie zagrażają one obiektom budowlanym to działania takie byłyby na wyrost (por. np. osuwisko nr 17, nieduże i położone w lesie).

Na części wyznaczonych terenów zagrożonych, jeżeli pozostaną one niezmienione pod względem zagospodarowania, przez wiele lat może nic się nie wydarzyć, w sensie poważnych ruchów masowych. Jednak gdyby takie tereny były zagospodarowywane w sposób niezaplanowany, zwłaszcza przy wykonywaniu dużych prac ziemnych, wtedy mogą pojawić się problemy natury np. osuwiskowej. Pewien rodzaj prewencji wydaje się lepszym rozwiązaniem, niż działanie *post factum*. Analizując dane wyznaczono 11 tzm, na których należy prowadzić obserwacje (por. Tab. 6b).

Występowanie osuwisk związane jest głównie z krawędzią wysoczyzny wznoszącą się nad doliną Noteci, oraz zboczami rozcięć erozyjnych i denudacyjnych w jej obrębie. Są to miejsca gdzie występuje większa różnica wysokości oraz o zróżnicowanym geologicznie podłożu. W północnej części gminy podobnie rzecz ma się z tzm. W części zachodniej wyróżniono krawędź wysoczyzny wznoszącą się nad tarasem pradolinny, oraz ten fragment wysoczyzny, którego stok zbudowany jest z utworów zastoiskowych (gruntów spoistych).

Tabela 6a. Zestawienie osuwisk na terenie gminy Ujście

Numer roboczy osuwiska na mapie autorskiej	Numer osuwiska w bazie SOPO	Miejscowość	Stopień aktywności N- nieaktywne O- okresowo aktywne A- aktywne	Uwagi dotyczące monitoringu
1	brak	Ujście	A	do obserwacji
2	brak	Ujście	A	do obserwacji
3	brak	Ujście	A, O	do monitoringu
4	brak	Ujście	O	do obserwacji
5	brak	Ujście	O, A	do obserwacji
6	brak	Ujście	O	do obserwacji
7	brak	Ujście	O	do obserwacji
8	brak	Ujście	O	do obserwacji
9	brak	Ujście	N	do obserwacji
10	brak	Ujście	O, A	do monitoringu
11	brak	Ujście	N	do obserwacji
12	brak	Ujście	N	do obserwacji
13	brak	Ujście	O	do obserwacji
14	brak	Ujście	O	do obserwacji
15	brak	Ujście	N, A	do obserwacji
16	brak	Ujście	N	do obserwacji
17	brak	Chrustowo	N	–
18	brak	Ujście	O	do obserwacji

Tabela 6b. Zestawienie terenów zagrożonych ruchami masowymi na terenie gminy Ujście

Numer roboczy terenu zagrożonego na mapie autorskiej	Numer terenu zagrożonego w bazie SOPO	Miejscowość	Uwagi
1	brak	Miroslaw, Ujście	–
2	brak	Ujście	obserwacja
3	brak	Ujście	obserwacja
4	brak	Ujście, Nowa Wieś Ujska	obserwacja
5	brak	Miroslaw	obserwacja
6	brak	Miroslaw	–
7	brak	Chrustowo	obserwacja
8	brak	Miroslaw	obserwacja
9	brak	Miroslaw, Jabłonowo	obserwacja
10	brak	Jabłonowo	–
11	brak	Jabłonowo	–
12	brak	Miroslaw	obserwacja
13	brak	Kruszewo	–
14	brak	Kruszewo	obserwacja
15	brak	Kruszewo	obserwacja
16	brak	Byszeki	obserwacja

Obszar gminy Ujście położony jest na 15 arkuszach mapy topograficznej w skali 1:10 000 w układzie 1992 (por. część mapowa opracowania). Na 7 arkuszach (N-33-106-C-b-3; N-33-106-C-b-4; N-33-106-C-c-2; N-33-106-C-c-4; N-33-106-D-c-3; N-33-118-A-b-2; N-33-118-A-b-4) nie zaznaczono żadnych informacji istotnych dla niniejszego opracowania, stąd arkuszy tych nie drukowano.

7. OCENA POTENCJALNEGO ROZWOJU RUCHÓW MASOWYCH W GMINACH

Poniżej omówiono zagadnienie oceny potencjalnego rozwoju ruchów masowych ziemi oraz wskazania dotyczące ewentualnej konieczności wykonania prac zabezpieczających przed następstwami ruchów masowych ziemi. Omówienie dotyczy gmin: Kaczory, Piła, Szydłowo i Ujście.

Ocena potencjalnego rozwoju ruchów masowych.

W generalnym ujęciu na powstanie nowych osuwisk, uaktywnienie koluwiów w osuwiskach dotychczas nieaktywnych lub okresowo aktywnych, jak też ciągły ruch koluwiów w osuwiskach aktywnych, wpływ mają:

- budowa geologiczna podłoża: występowanie utworów (gruntów) predysponowanych do ruchów – ily (również mułki ilaste, gliny ilaste) oraz zmienność litologiczna gruntów; ily stanowią barierę dla wód gruntowych, i często to po nich następuje zsuw innych gruntów;
- wysokość i nachylenie zboczy dolin i stoków wysoczyzn;
- warunki pogodowe, głównie wielkość i natężenie opadów (nawodnienie gruntów osłabia ich spójność/kohezję oraz powoduje dodatkowe obciążenie);
- podcinanie zboczy dolin i stoków wysoczyzn przez wody płynące w ciekach (erozja boczna).

Pewną rolę odgrywa też ekspozycja stoków/zboczy. Te, które są wystawione na zachód i północ otrzymują więcej opadów, a grunty dłużej pozostają wilgotne.

Przyczyną ruchów masowych ziemi mogą być również źle wykonane prace inżynierskie, takie jak: odwodnienia, podcinanie zboczy, profilowanie skarp, niewłaściwie prowadzone prace budowlane (w tym bez geologicznego rozpoznania podłoża), a także pozabawianie trwałej szaty roślinnej (w krótkim czasie) dużych powierzchni terenu.

Wszelkiego rodzaju rozcięcia i dolinki występujące na zboczach/stokach powodują wzrost lokalnych deniwelacji, a gradient wysokości sprzyja ruchom masowym. Jakikolwiek prace budowlane należy planować i wykonywać w pewnej odległości od granic takich form.

Na obszarze powiatu pilskiego występują miejsca gdzie ruchy masowe ziemi mogą łatwiej wystąpić. Przede wszystkim są to tereny wysokich stoków wysoczyzny, miejscami w przeszłości kształtowanych też przez wody rzek oraz wysokich zboczy rynien subglacjalnych i dolin rzecznych. Jak zaznaczono we wstępie wyznaczone tżm to obszary o większym, istotnym, prawdopodobieństwie zaistnienia takich zjawisk.

Na obecnym etapie prac na obszarze gminy Kaczory wyznaczono **16** osuwisk (por. Tab. 3a) i **19** terenów zagrożonych ruchami masowymi (por. Tab. 3b). Na obszarze miasta Piły wyznaczono **3** osuwiska (por. Tab. 4a) i **19** terenów zagrożonych ruchami masowymi (por. Tab. 4b). Na obszarze gminy Szydłowo wyznaczono **7** osuwisk (por. Tab. 5a) i **59** terenów zagrożonych ruchami masowymi (por. Tab. 5b). Wreszcie na obszarze gminy Ujście wyznaczono **18** osuwisk (por. Tab. 6a) i **16** terenów zagrożonych ruchami masowymi (por. Tab. 6b).

Oceniając te obiekty jedynie na podstawie wizji terenowych (bez jakościowego, popartego aparatem statystycznym, waloryzowania) można stwierdzić, iż:

- na obszarze gminy Kaczory na większe prawdopodobieństwo natężenia ruchu koluwiów narażone są osuwiska nr: 6, 10, 12, 14, 15, 16; osuwiska nr 7, 8 i 9 trudno ocenić gdyż zostały one zamaskowane; w przypadku tżm większym prawdopodobieństwem wystąpienia ruchów masowych cechują się nr: 7 (zwłaszcza w rejonie występowania wysięków), 12, 16 (zwłaszcza od strony doliny Noteci), 17 (w strefach występowania ilów neogeńskich oraz dużych deniwelacji terenu);

- na obszarze miasta Piły na większe prawdopodobieństwo natężenia ruchu koluwiów narażone jest osuwisko nr 2 (podcinanie zbocza przez Gwdę); w przypadku tżm większym prawdopodobieństwem wystąpienia ruchów masowych cechują się nr: 2 (z uwagi na liczne wystąpienia/wypływy wód gruntowych), 7 (w części N położonej przy korycie Gwdy), 11, 17, 18;

- na obszarze gminy Szydłowo na większe prawdopodobieństwo natężenia ruchu koluwiów narażone są osuwiska nr: 4, 5, 6 i 7 (z uwagi na podcinanie w ich sąsiedztwie zboczy/stoków przez płynące u ich podstawy cieki); w przypadku tżm większym prawdopodobieństwem wystąpienia ruchów masowych cechują się nr: 1, 2, 7, 8, 12, 13, 18, 29, 30, 41, 42, 43, 48, 51, 52, 54, 59; o tżm nr 55 w rejonie Kotunia ciężko się

wypowiedzieć; jest on położony na terenie z obecnością struktur glacytektonicznych, ale obecnie nie śledzono tam ruchów masowych;

- na obszarze miasta i gminy Ujście na większe prawdopodobieństwo natężenia ruchu koluwiów narażone są osuwiska nr: 1, 2, 3, 5, 6, 7, 13, 14, 15; w przypadku tzn. większym prawdopodobieństwem wystąpienia ruchów masowych cechują się nr: 2, 3, 4, 7 (o dużych deniwelacjach terenu i położone w rejonie doliny Noteci).

W ostatnim czasie wzdłuż różnego rodzaju cieków czy kanałów i w rejonach zbiorników wodnych pojawił się nowy czynnik mogący aktywizować ruchy masowe. Są nim bobry. Wielokrotnie obserwowano w trakcie prac terenowych ślady ich działalności, i nie chodzi tutaj o podgryzanie drzew czy budowanie tam. W kilku miejscach zaobserwowano dziury, prawdopodobnie ślady po ich norach, w skarpach koryt cieków. Za ich przyczyną może dojść do powstania niewielkich zsuwów.

W roku 2010 w Polsce wystąpiły większe opady deszczu (por. Fig. 9). Na południu kraju doszło do powodzi i tzw. katastrofy osuwiskowej (http://geoportal.pgi.gov.pl/portal/page/portal/SOPO/news/katastrofa_2010).

Na badanym obszarze opady deszczu były o 130-140% większe niż średnia z wielolecia 1971-2000 (Miętus i in. 2010). Silne opady miały miejsce w maju (Miętus i in. 2010a), czerwiec był suchy (Miętus i in. 2010b). W maju opady były większe o 200-250% w stosunku średniej z okresu 1971-2000. W trakcie prac terenowych mieszkańcy pytani o to czy rok 2010 zaznaczył się w jakiś sposób w przedmiotowym temacie, nie potrafili jasno odpowiedzieć. Jednak obserwacje terenowe osuwisk mogą wskazywać, iż w 2010 r. część koluwiów mogła zostać uruchomiona ponownie. Należy jednak sądzić, iż kolejne tej wielkości opady mogą ponownie przyczynić się do rozwoju osuwisk już istniejących. Przynajmniej części z nich.

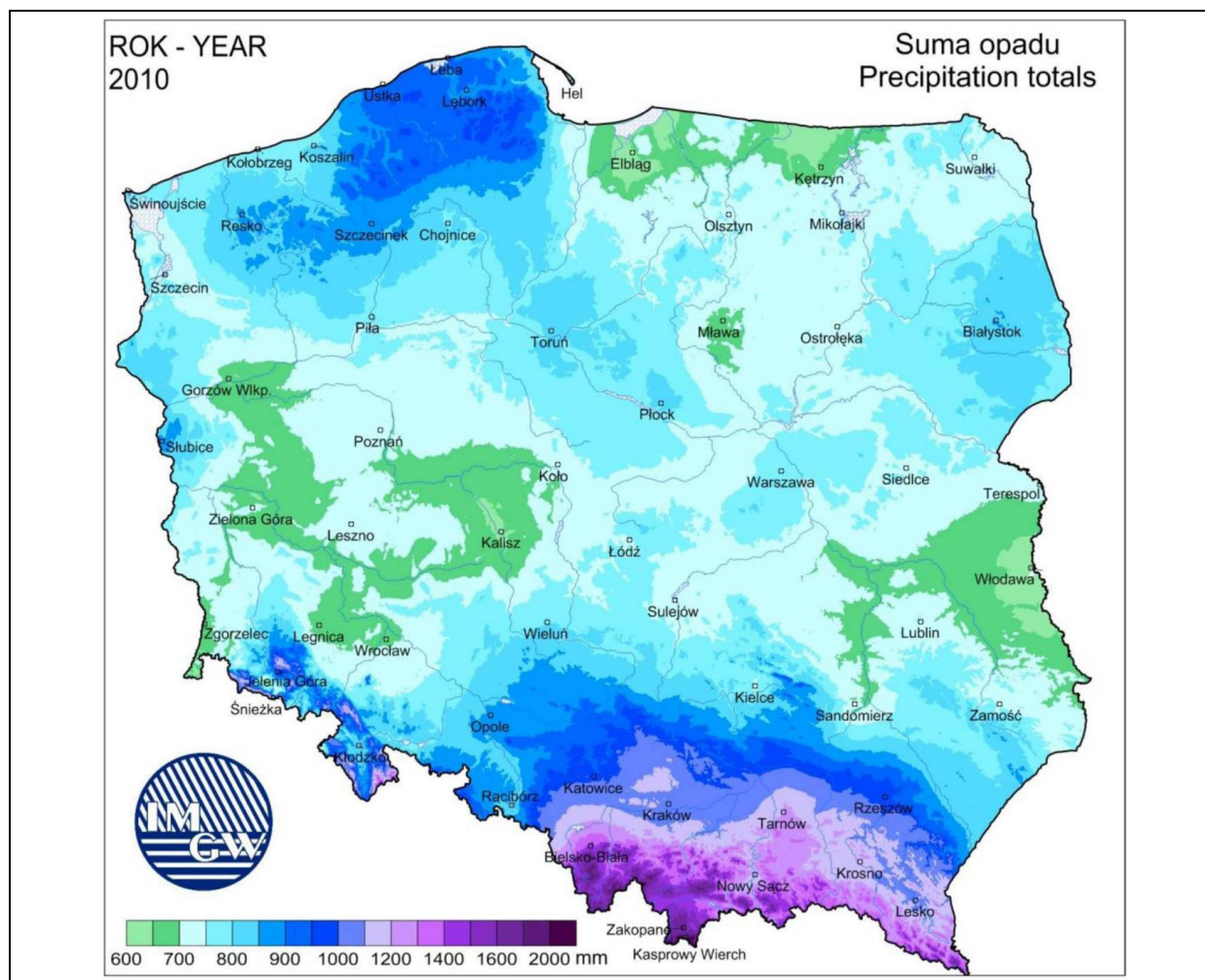


Fig. 9. Roczna suma opadu atmosferycznego w 2010 r.
Źródło: IMGW (Miętus i in. 2010)

Wskazania dotyczące ewentualnej konieczności wykonania prac zabezpieczających przed następstwami ruchów masowych, ze wskazaniem rodzaju i zakresu tych prac. Inne uwagi.

Obecnie bez badań geologiczno-inżynierskich osuwisk nie można jednoznacznie ująć tych zagadnień. Dopiero wiedza o głębokości zalegania płaszczyzn poślizgu i ich ilości oraz o rodzajach gruntów, na których wystąpił poślizg i które uległy przemieszczeniu, może dać asumpt do pełniejszych wypowiedzi. Ważne są też dane o wodach gruntowych. Badania geologiczno-inżynierskie osuwisk są drogie. Wiercenia badawcze powinno wykonywać się takim sprzętem aby otrzymać rdzeń w postaci walca. Dopiero jego analiza pozwoli na właściwą ocenę. Błędem jest projektowanie dla takich obiektów wierceń tzw. sznekami. Ponadto istotna jest głębokość wierceń. Powinny one przebijać cały materiał koluwalny, oraz objąć też stropowe partie nienaruszonego podłoża, w takim wymiarze aby być pewnym osiągnięcia stabilnego podłoża.

Niektórych osuwisk, tych położonych z dala od zabudowy i infrastruktury przesyłowej, czy transportowej, nie ma potrzeby obecnie rozpatrywać jako wymagających zabezpieczania. Osuwiska takie położone najczęściej w lasach, lub na nieużytkach, też wywołują szkody, które też można określać w konkretnych wartościach. Jednak doświadczenia z 2010 r., kiedy w wyniku znacznych opadów deszczu w Karpatach, doszło do powodzi i katastrofy osuwiskowej, pokazują, iż priorytet mają te osuwiska, na których uszkodzeniu lub zniszczeniu uległy budynki mieszkalne, użyteczności publicznej, linie komunikacyjne, itp.

Jako rozwiązania doraźne można w przypadku osuwisk proponować miejscowe wprowadzanie zadrzewień, zakrzewień oraz uregulowanie gospodarki wodnej. Korzenie drzew lub krzewów wiążą wierzchnie warstwy gruntów i nieco je stabilizują, opóźniając ruchy mas ziemnych. Jednak zbyt duże drzewa mogą powodować większe dociążenie gruntów i prowadzić do zachwiania równowagi na stoku/zboczu. Uporządkowanie gospodarki wodnej powinno m.in. polegać na odcinaniu dopływu wód opadowych z terenów położonych ponad osuwiskiem.

Niniejsze opracowanie jest właściwie pierwszym tego typu, które objęło całe obszary gmin Kaczory, Piła, Szydłowo i Ujście. Mamy dopiero pewien stan wyjściowy. Do tej pory nie były tutaj prowadzone żadne obserwacje aktywności osuwisk. Stąd wydaje się, iż w pierwszej kolejności należy prowadzić ich obserwacje, dalej monitoring geodezyjny powierzchniowego ruchu koluwiów, a jeżeli zajdzie taka konieczność i będą możliwości monitoring wgłębny (por. Rozdz. 7.1.). Należy też ograniczać działalność inwestycyjną w pobliżu wykartowanych osuwisk.

Z kolei dla terenów zagrożonych ruchami masowymi ważna jest profilaktyka. Tereny zagrożone wytypowano nie po to, aby stwarzać problemy ludziom, którzy chcieliby w ich granicach prowadzić jakieś inwestycje. Tereny te wytypowano, dlatego aby ktoś kto podejmie tutaj jakiś rodzaj działalności nie był zaskoczony po latach wystąpieniem pewnych niekorzystnych zjawisk. Dlatego dla prac budowlanych o pewnym stopniu istotności (np. obiekty murowane trwale związane z gruntem, obiekty wielkokubaturowe, inwestycje o dużym stopniu zagęszczenia zabudowy, i in.) należy dla zamierzonej lokalizacji (w granicach tzm) wykonać dokumentację geotechniczną, a najlepiej geologiczno-inżynierską, która określałaby nie tylko warunki posadowienia dla obiektów w sensie nośności gruntów, ale także oceniała sytuację pod kątem obciążenia terenu i możliwości wystąpienia osuwisk (ocena równowagi stoku). Dokumentacja taka powinna też wskazywać zalecenia dotyczące ewentualnych zabezpieczeń przed utratą stabilności stoku/zbocza.

Z rejonów karpackich znane są przypadki gdy dochodziło do budowy domów jednorodzinnych na osuwiskach, a rozpoznanie geotechniczne obejmowało tylko grunty do głębokości 2-3 m. Po uruchomieniu koluwiów dochodziło do katastrofy budowlanej, gdyż masy skalne czy grunty poruszały się na większych głębokościach.

Jeżeli istnieją ku temu możliwości to powierzchnie objęte granicami tzm powinny być jak najmniej zmieniane pod względem zagospodarowania. W pewnych okolicznościach korzystnym byłoby na przykład wprowadzenie zadrzewień, zakrzewień. Tereny zagrożone ruchami masowymi powinny być, jeżeli muszą, użytkowane ekstensywnie pod względem budowlanym, czy innym gospodarczym.

7.1. Zagadnienia monitoringu

Osuwiska

Wzorem dla rozważań w tym temacie jest sposób prowadzenia monitoringu – w ramach Systemu Osłony Przeciwośuwiskowej (SOPO) – koordynowanego przez PIG-PIB o/Karpacki w Krakowie.

Obecnie prowadzony jest monitoring części osuwisk, zagrażających tzw. infrastrukturze krytycznej. Można go podzielić na:

- system monitoringu podziemnego, wgłębnego (inklinometry, piezometry),
- system monitoringu naziemnego, powierzchniowego (GNSS, skaning laserowy, InSAR, pomiary geodezyjne, deszczomierze).

Dla osuwisk, które nie zagrażają bezpośrednio takiej infrastrukturze, ale z przyczyn lokalizacyjnych lub uwarunkowań geologicznych mogą mieć wskazania do monitoringu, można stosować tzw. obserwacje, bezpośrednio w terenie (monitorowanie - oceniane na zasadzie ogólnego oglądu sytuacji).

Osuwiska, na których występują obiekty budowlane, lub położone w pobliżu zabudowy, dróg, linii kolejowych, infrastruktury przesyłowej, powinny być obserwowane 2 razy w roku – na wiosnę i jesienią. Rozporządzenie Min. Środow. z 2007 r. (Dz. U. Nr 121, poz. 840) doprecyzowuje te terminy do okresów marzec-kwiecień i wrzesień-październik. Może się jednak zdarzyć, iż okresy te w danym roku będą suche. Wtedy trzeba na bieżąco dokonywać zmian. Rozporządzenie wskazuje także, iż obserwacje (monitoring) osuwisk powinny być wykonywane też każdorazowo po wystąpieniu ekstremalnych zjawisk przyrodniczych, które mogą spowodować ruchy masowe ziemi.

Inne osuwiska można obserwować z częstotliwością raz na rok (wiosną lub jesienią).

Osuwiska położone z dala od zabudowy i wszelkiej infrastruktury można wyłączyć z obserwacji (monitoringu).

Szczegóły dla **gminy Kaczory** przedstawia Tab. 3a. Tutaj do monitoringu instrumentalnego naziemnego wyznaczono osuwiska nr 14, 15, 16, a do obserwacji osuwiska nr 7, 8, 9, 11 i 13.

Dla **miasta Pily** szczegóły przedstawia Tab. 4a. W przypadku tych obiektów nie ma potrzeby prowadzenia ani monitoringu instrumentalnego, ani nawet obserwacji. Rozpoznane osuwiska położone są z dala od terenów zabudowy.

Dla **gminy Szydłowo** szczegóły przedstawia Tab. 5a. W przypadku tych obiektów nie ma potrzeby prowadzenia ani monitoringu instrumentalnego, ani nawet obserwacji. Rozpoznane osuwiska położone są z dala od terenów zabudowy.

W przypadku **miasta i gminy Ujście** szczegóły przedstawia Tab. 6a. Do monitoringu instrumentalnego naziemnego wytypowano osuwiska nr 3 i 10, a do obserwacji osuwiska nr 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 14, 15, 16 i 18.

Przez monitoring instrumentalny naziemny należy rozumieć pomiary geodezyjne lub skaning laserowy. W przypadku tego pierwszego rozwiązania ilość punktów powinna wynosić co najmniej 10-20 dla osuwisk małych, 20-30 dla średnich i powyżej 40-50 dla większych. W przypadku tego drugiego rozwiązania z zasady pomiarem pokrywa się obszar osuwiska w całości. Skaning laserowy w sensie jakościowym jest rozwiązaniem lepszym.

Obserwacje powinny dotyczyć m.in. stanu obiektów budowlanych, drogowych, kolejowych, technicznych, skarp i czoła osuwiska, ewentualnych przejawów wypływu wód gruntowych. Pomocny może być też wywiad z mieszkańcami.

Tereny zagrożone ruchami masowymi

Obecnie projekt SOPO nie obejmuje monitoringu terenów zagrożonych ruchami masowymi. Nie ma więc w tym zakresie doświadczeń. Trzeba na zasadzie analogii z osuwiskami wypracować swój system.

Tereny zagrożone powinny być obserwowane (monitorowane - oceniane na zasadzie ogólnego oglądu powierzchni terenu) nie rzadziej niż raz na rok. Można przyjąć, iż dotyczy to tych tzm, które ze względu na swoją lokalizację mogą spowodować zagrożenia w infrastrukturze budowlanej, technicznej lub komunikacyjnej. Obserwacjom należy poddać zwłaszcza te fragmenty tzm, na których występuje w/w infrastruktura, lub jest w pobliżu.

Szczegóły dla **gminy Kaczory** przedstawia Tab. 3b. Tutaj do obserwacji wyznaczono tzm nr 3, 4, 7, 9, 11, 12, 16, 17, 18 i 19.

Dla **miasta Piły** szczegóły przedstawia Tab. 4b. Do obserwacji wytypowano tzm nr 2, 5, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17 i 18.

Dla **gminy Szydłowo** szczegóły przedstawia Tab. 5b. Tutaj do obserwacji wyznaczono tzm nr 2, 3, 9, 13, 23, 24, 39, 42, 46, 55 i 59.

W przypadku **miasta i gminy Ujście** szczegóły przedstawia Tab. 6b. Do obserwacji wyznaczono tzm nr 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 12, 14, 15 i 16.

Pozostałe tereny zagrożone, tj. te, na których nie ma zabudowy, infrastruktury technicznej lub komunikacyjnej, można wyłączyć z obserwacji (monitoringu).

8. WNIOSKI I ZALECENIA

W I etapie prac, na obszarze gmin: Kaczory, Piła, Szydłowo i Ujście, rozpoznano łącznie 43 osuwiska (1 osuwisko jest wspólne dla gminy Szydłowo i Piła), oraz 113 tzm. Gminy w zachodniej części powiatu pilskiego są w małym i średnim stopniu narażone na rozwój ruchów masowych. Wydaje się, iż większe natężenie tego problemu wystąpi w gminach Miasteczko Krajeńskie, Białosłowie i Wyrzysk.

Dla obszaru gminy Kaczory wskaźnik ilości osuwisk na jednostkę powierzchni wynosi $\sim 0,11$ (os./km²); w mieście Pile $\sim 0,03$; w gminie Szydłowo $\sim 0,03$; w mieście i gminie Ujście $\sim 0,14$. Z kolei podobny wskaźnik dla tzm w gminie Kaczory osiąga wartość $\sim 0,13$ (tzm/km²), w Pile $\sim 0,18$, w Szydłowie $\sim 0,22$, a w Ujściu $\sim 0,13$. Wielkości tych wskaźników są małe, co właściwie można zinterpretować w ten sposób, że większość obszarów tych gmin nie jest narażona na ruchy masowe ziemi. Są jednak miejsca ku temu uprzywilejowane.

Uwagi dla administracji publicznej dotyczące planowania przestrzennego.

Osuwiska aktywne wyróżniają się wyraźną i czytelną rzeźbą z charakterystycznym zespołem form: skarpy, szczeliny, nabrzmienia koluwiów, zerwy darni. W osuwiskach tego typu można obserwować: zagłębienia bezodpływowe (suche lub z małymi zbiornikami wodnymi) młaki, podmokłości, wysięki wód podziemnych, źródła. Przemieszczające się koluwia mogą powodować spękania ścian budynków, uszkodzenia dróg, przesunięcie kręgów w studniach kopanych, pochylenie/wywrócenie drzew. Osuwiska aktywne, to obszary nienadające się pod żadne budownictwo. Zachodzące w ich obrębie procesy grawitacyjnego przemieszczania mas ziemnych lub skalnych (tj. koluwiów), o różnym stopniu natężenia i z różną głębokością warstw poślizgu, występujące od szeregu lat, lub świeżo uaktywnione, powodują i będą powodować stałe zniszczenia, a przez to straty materialne. Ponadto

stabilizacja w całości dużego czynnego osuwiska może być bardzo kosztowna, a stabilizacja tylko wybranej jego części może nie dać oczekiwanych efektów.

Osuwiska okresowo aktywne (lub okresowo aktywne fragmenty osuwisk) – w takich obszarach prawdopodobne jest uaktywnienie się części a nawet całości koluwiów. Tego typu osuwiska również należą do terenów niebezpiecznych. Tutaj też nie powinny być lokalizowane nowe inwestycje budowlane. Jednakże dokładne przebadanie geologiczne całego obszaru osuwiska (wiercenia pełnordzeniowe wykonane przy obecności doświadczonych geologów) mogłoby zweryfikować dane pochodzące z obserwacji terenowych i wskazać tereny dla budownictwa lekkiego (z wyłączeniem budownictwa ciężkiego, wielokondygnacyjnego, wielkokubaturowego).

Osuwiska nieaktywne (lub nieaktywne fragmenty osuwisk) obejmują tereny objęte ruchami koluwiów przed ponad 50 laty. Nie oznacza to jednak, że tereny te nie podlegają procesom przemieszczania koluwiów, czego dowodnym przykładem są obserwacje z roku 2010 (np. Łazki – gm. Czernichów, woj. śląskie; Piaski Drużków – gm. Czchów; Szczepanowice – gm. Pleśna, woj. małopolskie). Nie można traktować też jako zupełnie nieaktywnego (zamarłego) fragmentu osuwiska, który znajduje się ponad lub poniżej strefy aktywnej lub okresowo aktywnej. 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.

Wokół każdego osuwiska należy wyznaczyć tzw. strefę buforową. Strefa ta ma różną szerokość, zależną od wielkości danego obiektu, głębokości ruchu koluwiów, rodzaju ich ruchu. Szerokość tej strefy można w przybliżeniu określić jako $3 \div 5 \times h_{sg}$, gdzie h_{sg} oznacza wysokość skarpy głównej wyrażoną w m. W przypadku większości osuwisk na terenie powiatu pilskiego strefa ta będzie miała szerokość około 20-25 m od górnych i 20-25 m od bocznych granic danego obiektu.

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 (Dz. U. z 2012 r., poz. 463).

Tereny zagrożone z zasady powinny być użytkowane ekstensywnie.

9. LITERATURA

- Bartczak E., 2006 – Objasnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1:50 000, ark. Piła (313). MŚ & PIG Warszawa.
- Bartczak E., 2007 – Szczegółowa mapa geologiczna Polski w skali 1:50 000, ark. Piła (313). MŚ & PIG Warszawa.
- Bartczak E., 2011 – Objasnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1:50 000, ark. Krajenka (275). MŚ Warszawa.
- Bartczak E., 2012 – Szczegółowa mapa geologiczna Polski w skali 1:50 000, ark. Krajenka (275). MŚ Warszawa.
- Bażyński J., Kühn A., 1970 – Objasnienia do mapy osuwiska 1:500 000. IG Warszawa.
- Ber A., Krzyszkowski D., 2004 – Glacitektonika wybranych obszarów Polski. Biuletyn PIG, 408.
- Ber A., Lindner L., Marks L., 2007 – Propozycja podziału stratygraficznego czwartorzędu Polski. Prz. Geol., 2: 115-118.
- Biel A., Grabowski D., Kaczorowski J., Kołecki T., Kwecko P., Rubinkiewicz J., 2010 – Mapa osuwisk i terenów zagrożonych ruchami masowymi ziemi w skali 1:10 000, powiat piaseczyński, woj. mazowieckie. PIG-PIB Warszawa. <http://geoportal.pgi.gov.pl/portal/page/portal/SOPO> [dostęp 9 września 2015]
- Biel A., Grabowski D., Kołecki T., Kwecko P., Markowski W., 2010a – Mapa osuwisk i terenów zagrożonych ruchami masowymi ziemi w skali 1:10 000, powiat plocki, woj. mazowieckie. PIG-PIB Warszawa. <http://geoportal.pgi.gov.pl/portal/page/portal/SOPO> [dostęp 9 września 2015]
- Biel A., Grabowski D., Kaczorowski J., Karwacki K., Rubinkiewicz J., Rycio E., 2014 – Mapa osuwisk i terenów zagrożonych ruchami masowymi ziemi w skali 1:10 000, powiat Włocławek, woj. kujawsko-pomorskie. <http://geoportal.pgi.gov.pl/portal/page/portal/SOPO> [dostęp 9 września 2015]
- Biernacki W., Bokwa A., Działek J., Padło T., 2009 – Społeczności lokalne wobec zagrożeń przyrodniczych i klęsk żywiołowych. IGiGP UJ, Kraków.
- Bober L., 1984 – Rejony osuwiskowe w polskich Karpatach fliszowych i ich związek z budową geologiczną regionu. Biul. Inst. Geol., 340: 115–162.

- Bobiński W., Pasieczna A., Dusza A., Bojakowska I., Tomassi-Morawiec H., Wojciechowska K., 2005 – Objąsnienia do mapy geośrodowiskowej Polski w skali 1:50 000, ark. Stara Łubianka (274). PIG & MŚ Warszawa.
- Böse M., Górská M., 1995 – Lithostratigraphical studies in the outcrop at Ujście, Toruń-Eberswalde Pradolina, western Poland. *Eiszeitalter u. Gegenwart*, 45: 1-14. Hannover.
- 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.
- Chmal R., 2006 – Objąsnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1:50 000, ark. Śmiłowo (314). MŚ & PIG Warszawa.
- Chmal R., 2007 – Szczegółowa mapa geologiczna Polski w skali 1:50 000, ark. Śmiłowo (314). MŚ & PIG Warszawa.
- Chmal R., 2011 – Objąsnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1:50 000, ark. Wysoka (276). MŚ Warszawa.
- Chmal R., 2012 – Szczegółowa mapa geologiczna Polski w skali 1:50 000, ark. Wysoka (276). MŚ Warszawa.
- Chowaniec J., Wójcik A., Mrozek T., Rączkowski W., Nescieruk P., Perski Z., Wojciechowski T., Marciniec P., Zimnal Z., Granoszewski W., 2012 – Osuwiska w województwie małopolskim. Atlas - przewodnik. Praca zbiorowa pod redakcją J. Chowańca i A. Wójcika. Departament Środowiska, Rolnictwa i Geodezji Urzędu Marszałkowskiego Województwa Małopolskiego, Zespół Geologii, 143.
- Galon R., 1972 – Pojezierze Pomorskie i przyległe wysoczyzny jeziorne. W: Galon R. (red.) *Geomorfologia Polski. T. 2. Niż polski*. PWN Warszawa.
- Gogołek W., 2004 – Szczegółowa mapa geologiczna Polski w skali 1:50 000, ark. Czarnków (353). MŚ & PIG Warszawa.
- Gogołek W., 2004a – Objąsnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1:50 000, ark. Czarnków (353). MŚ & PIG 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.
- Grabowski D., 2006 – Inwentaryzacja osuwisk oraz zasady i kryteria wyznaczania obszarów predysponowanych do występowania i rozwoju ruchów masowych w Polsce Pozakarpackiej. 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.
- Grabowski D., Kólecki T., Rubinkiewicz J., 2012 – Mapa osuwisk i terenów zagrożonych ruchami masowymi ziemi w skali 1:10 000, pow. sierpecki, woj. mazowieckie. <http://geoportal.pgi.gov.pl/portal/page/portal/SOPO> [dostęp 9 września 2015]
- Haisig J., Wilanowski S., 2009 – Szczegółowa mapa geologiczna Polski w skali 1:50 000, ark. Łobżenica (277). MŚ Warszawa.
- Haisig J., Wilanowski S., 2009a – Objąsnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1:50 000, ark. Łobżenica (277). MŚ Warszawa.
- Instrukcja ..., 2004 – Instrukcja opracowania i wydania Szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1:50 000. Wyd. II uzupełnione. MŚ, NFOŚiGW, PIG, Warszawa.
- Jaroszewski W., Marks L., Radomski A., 1985 – Słownik geologii dynamicznej. WG Warszawa.
- Juszczak A., Wojciechowska K., Pasieczna A., Dusza A., Bojakowska I., Tomassi-Morawiec H., Wierzbowski P., Trzepla M., 2005 – Objąsnienia do Mapy geośrodowiskowej Polski w skali 1:50 000, ark. Piła (313). PIG & MŚ Warszawa.
- Juszczak A., Strzezińska K., Wojciechowska K., Pasieczna A., Dusza A., Bojakowska I., Tomassi-Morawiec H., 2005a – Objąsnienia do Mapy geośrodowiskowej Polski w skali 1:50 000, ark. Czarnków (353). PIG & MŚ Warszawa.
- Karwacki K., Sikora R., Piotrowski A., 2014 – Mapa osuwisk i terenów zagrożonych ruchami masowymi ziemi w skali 1:10 000, powiat wągrowiecki, woj. wielkopolskie. PIG-PIB Warszawa. <http://geoportal.pgi.gov.pl/portal/page/portal/SOPO> [dostęp 9 września 2015]
- Kondracki J., 2001 – Geografia regionalna Polski. PWN, Warszawa.
- Kleczkowski A. S., 1990 – Mapa obszarów głównych Zbiorników Wód Podziemnych (GZWP) w Polsce wymagających szczegóowej ochrony, w skali 1:500 000. Wydawnictwo IHiGI, AGH, Kraków.
- Klimaszewski M., 1978 – Geomorfologia. PWN Warszawa.
- Kożuchowski J., 2003 – Badania geotechniczne oraz opinia dotycząca stateczności zbocza i ustalenia linii zabudowy dla skarpy w Ujściu nad Notecią. Piła. Arch. UM w Ujściu.
- Kucharczyk A., Szeremietiew M., 2012 – Miasto Piła opracowanie ekofizjograficzne na potrzeby studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego miasta Piły. MPU UM Piły. Arch. UM Piły.

- Kühn A., Kastory L., Miłoszewska W., 1970 – Mapa osuwisk 1:500 000. IG Warszawa.
- Kühn A., Miłoszewska W., 1971 – Katalog osuwisk. Województwo poznańskie. IG Warszawa. Arch. Urz. Marszałk. Woj. Wielkop., nr F-IV-64.
- Laskowicz I., Mrozek T., Zabuski L., 2015 – Ryzyko osuwiskowe – implikacje dla zagospodarowania przestrzennego i stabilizowania indywidualnych obiektów (na przykładzie Koronowa k. Bydgoszczy). W: Materiały konferencyjne. Ogólnopolska Konferencja O!SUWISKO. 19-22 maja 2015, Wieliczka. PIG-PIB 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. (red.), 1992 – Czwartorzęd. Osady, metody badań, stratygrafia. PAE Warszawa.
- Lindner L., Marks L., 1995 – Zarys paleogeomorfologii obszaru Polski podczas zlodowaceń skandynawskich. Prz. Geol., 7: 591-594.
- Lisicki S., 2003 – Zasięgi lądolodu skandynawskiego w dorzeczu Wisły wyznaczone na podstawie petrograficznych badań glin lodowcowych, w nawiązaniu do izotopowych stadiów tlenowych. Prz. Geol., 3: 217-223.
- Lisicki S., 2003a – Litotypy i litostratygrafia glin lodowcowych plejstocenu dorzecza Wisły. Prace PIG, 177.
- Listkowska H., Maksiak S., 1977 – Mapa geologiczna Polski 1:200 000, ark. Piła (25). Wyd. A – mapa utworów powierzchniowych. WG Warszawa.
- Listkowska H., Maksiak S., Nosek M., 1978 – Objasnienia do Mapy geologicznej Polski 1:200 000, ark. Piła (25). WG Warszawa.
- Miętus M., Ustrnul Z., Marosz M., Owczarek M., Limanówka D., Biernacik D., Czekierda D., Kilar P., Czernecki B., Pyrc R., Farat R., Kasprowicz T., 2010 – Biuletyn monitoringu klimatu Polski. Rok 2010. IMGW [dokument elektroniczny].
- Miętus M., Ustrnul Z., Marosz M., Owczarek M., Biernacik D., Czekierda D., Kilar P., Czernecki B., 2010a – Biuletyn monitoringu klimatu Polski. Maj 2010. IMGW [dokument elektroniczny].
- Miętus M., Ustrnul Z., Marosz M., Owczarek M., Biernacik D., Czekierda D., Kilar P., Czernecki B., 2010b – Biuletyn monitoringu klimatu Polski. Czerwiec 2010. IMGW [dokument elektroniczny].
- Mojski J.E., 2005 – Ziemie polskie w czwartorzędzie. Zarys morfogenezy. PIG & MŚ, Warszawa.

- 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.
- Mrozek T., Grabowski D., 2015 – Projekt SOPO – element strategii redukcji ryzyka osuwiskowego w Polsce. W: Materiały konferencyjne. Ogólnopolska Konferencja O!SUWISKO. 19-22 maja 2015, Wieliczka. PIG-PIB Warszawa.
- Nowaczyk B., Owsiany P. M., 2011 – Morfologia i litologia glacialnej Rynny Jezior Kuźnickich koło Piły. *Landform Analysis*, Vol. 16: 133–138.
- Nowak J., 2007 – Szczegółowa mapa geologiczna Polski w skali 1:50 000, ark. Stara Łubianka (274). MŚ & PIG Warszawa.
- Nowak J., 2007a – Objasnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1:50 000, ark. Stara Łubianka. MŚ & PIG Warszawa.
- Paluszkiewicz R., Ratajczak-Szczerba M., 2014 – Geneza form wklęsłych rozcinających południowe zbocze Pradoliny Toruńsko-Eberswaldzkiej w okolicach Ujścia. W: Molewski P., Juśkiewicz W. (red.) *Krajobrazy młodoglacjalne ich morfogeneza teraźniejszość przyszłość. X Zjazd Geomorfologów Polskich. Toruń, 16–19 września 2014 r.*: 82-83.
- Pasierbski M., Niewiarowski W., 2003 – Szczegółowa mapa geologiczna Polski w skali 1:50 000, ark. Więcbork (239). MŚ & PIG Warszawa.
- Pękacki S., Ziółkowski M., 1985 – Mapa hydrogeologiczna Polski w skali 1:200 000 ark. Piła wraz z objaśnieniami. Wyd. Geol., Warszawa.
- Poprawa D., Rączkowski W., 2003 – Osuwiska Karpat. *Prz. Geol.*, 8.
- Ratajczak-Szczerba M., 2011 – Charakterystyka geomorfologiczna obszaru położonego wzdłuż Doliny Środkowej Noteci. *Landform Analysis*, vol. 16: 99–106.
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 20 czerwca 2007 r. w sprawie informacji dotyczących ruchów masowych ziemi (Dz. U. Nr 121, poz. 840).
- Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadawiania obiektów budowlanych (Dz. U. z 27 kwietnia 2012 r., poz. 463).
- Różycki S. Z., 1972 – Plejstocen Polski środkowej na tle przeszłości w górnym trzeciorzędzie. PWN Warszawa.
- Seifert K., Pasieczna A., Dusza A., Bojakowska I., Tomassi-Morawiec H., Hrybowicz G., 2005 – Objasnienia do mapy geośrodowiskowej Polski w skali 1:50 000, ark. Krajenka (275). PIG & MŚ Warszawa.

- Starkel L., 2011 — Złożoność czasowa i przestrzenna opadów ekstremalnych – ich efekty geomorfologiczne i drogi przeciwdziałania im. *Landform Analysis*, 15: 65–80.
- Stęszewski E., 1970 – Sprawozdanie z prac związanych z rejestracją osuwisk na terenie powiatu chodzieskiego – woj. poznańskie. Powierzchnia opracowania 31,19 km². Wyk. PH Poznań. Arch. Urz. Marszałk. Woj. Wielkop., nr F-IV-35.
- Stoiński A., 2004 – Objąsnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1:50 000, ark. Trzcianka (312). MŚ & PIG Warszawa.
- Stoiński A., 2005 – Szczegółowa mapa geologiczna Polski w skali 1:50 000, ark. Wałcz (273). MŚ & PIG Warszawa.
- Stoiński A., 2005a – Szczegółowa mapa geologiczna Polski w skali 1:50 000, ark. Trzcianka (312). MŚ & PIG Warszawa.
- Stoiński A., 2005b – Objąsnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1:50 000, ark. Wałcz (273). MŚ & PIG Warszawa.
- Ślusarek W., Gągól J., Pasieczna A., Dusza A., Bojakowska I., Tomassi-Morawiec H., Hrybowicz G., 2005 – Objąsnienia do mapy geóśrodkowej Polski w skali 1:50 000, ark. Śmiłowo (314). PIG & MŚ Warszawa.
- Uniejewska M., Włodek M., 1978 – Mapa geologiczna Polski 1:200 000, ark. Nakło (26). Wyd. A – mapa utworów powierzchniowych. WG Warszawa.
- Uniejewska M., Nosek M., Włodek M., 1979 – Objąsnienia do Mapy geologicznej Polski 1:200 000, ark. Nakło (26). WG Warszawa.
- Wagner R. (red.) 2008 – Tabela stratygraficzna Polski. PIG Warszawa.
- Wieczorek D., 2011 – Glacitektoniczne zaburzenia osadów paleogeńskich, neogeńskich i plejstocęńskich w rejonie Gostycyna (Polska północna). W: VI Świętokrzyskie Spotkania Geologiczno-Geomorfologiczne. Ameliówka k. Kielc, 17-18 maja 2011 r.
- Wieczorek D., Stoiński A., 2006 – Zaburzenia glacitektoniczne osadów paleogeńskich, neogeńskich i czwartorzędkowych w rejonie Gostycyna. W: Morawski W. (red.) Plejstocen południowej Warmii i zachodnich Mazur na tle struktur podłoża, XIII Konf. Stratygrafia plejstocenu Polski, Maróz, 4-8 września 2006 r.
- Wieczorek D., Kułak M., 2015 – Osuwiska na terenie gminy Pleśna. W: Materiały konferencyjne. Ogólnopolska Konferencja O!SUWISKO. 19-22 maja 2015, Wieliczka. PIG-PIB Warszawa.
- 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. Geoconsult Sp. z o.o. w Kielcach.

Zabuski L., Thiel K., Bober L., 1999 – Osuwiska we fliszu Karpat polskich. Geologia – modelowanie – obliczenia stateczności. Wyd. IBW PAN, Gdańsk.

Internet

CODGiK, 2015 – Numeryczny Model Terenu o interwale siatki 100 m.
<http://www.codgik.gov.pl/index.php/darmowe-dane/nmt-100.html> - dostęp 24.02.2015.

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/>.