

Trudności w wyznaczaniu osuwisk na obszarach historycznych i zurbanizowanych na przykładzie Twierdzy Przemyśl

Edyta Rycio¹



Difficulties in determining landslides in historical and urbanized areas – a case study of the Przemyśl Fortress. Prz. Geol., 68: 902–914; doi: 10.7306/2020.39

Abstract. The Przemyśl Fortress is a huge complex of defensive objects from the turn of the 19th and 20th centuries. Various types of objects, ruins and remains of the fortress and signs of fights have been preserved to different extents in the area to this day. They constitute a huge problem when determining landslides. The greatest difficulties are caused by vegetation-covered ruins of forts, trenches, remnants of ramparts and defense ditches, and signs of fights preserved in places. Such residues can be interpreted as a landslide or a part of it, especially if they occur in a neighbourhood or inside a landslide. The problem then arises of clearly identifying the boundaries of the landslide and the correct identification of its internal forms, e.g. a devastated trench around the fort can be marked as a landslide. Similar difficulties are provided by numerous inactive quarries, excavations, clay pits, e.g. a closed limestone open-pit mine from the 19th century, located in Kruhel Wielki. Elements of the old mine are deceptively reminiscent of intra-field forms and they are difficult to separate from the real colluvial forms of the neighbouring landslide. Difficulties in determining landslides arise not only from the history of this region and its geological structure, but also from the degree of urbanization of the area. Strong anthropopression blurs the natural morphology of the slopes, and the limited availability of the area makes cartographic work difficult. It is difficult to distinguish between natural and artificial forms in such areas. Good examples are landslides on the ski slope, on the municipal cemetery, in the castle park and in the area of military areas, housing estates and allotments.

Keywords: the Przemyśl Fortress, ruins of forts, quarry, landslides, anthropopression, NMT (DTM)

Twierdza Przemyśl na początku XX w. była trzecią co do wielkości twierdzą w Europie (po Antwerpii w Belgii i Verdun we Francji) oraz jedną z 200 wielkich fortyfikacji stałych istniejących w Europie. Porównywano ją wówczas z francuską twierdzą Verdun, określając Przemyśl mianem Verdun wschodniego frontu. Podczas I wojny światowej walczyli tu między innymi Austriacy, Węgrzy, Rosjanie, Niemcy, Czesi, Polacy i Włosi.

Decyzję o budowie twierdzy podjęto w 1871 r. w sztabie głównym armii austro-węgierskiej. Pogarszające się stosunki między Austrią i Rosją, w szczególności po wojnie krymskiej, wymusiły rozpoczęcie fortyfikacji austriackich miast. Przemyśl był wtedy małym 10-tysięcznym miasteczkiem i choć nie był głównym kandydatem do budowy twierdzy, która miała zaważyć na losach cesarstwa, to właśnie Przemyśl został wybrany do ufortyfikowania, najpierw przez majora sztabu generalnego, a następnie arcyksięcia Karola (Rożański, 1983; Idzikowski, 2014). Atutem Przemyśla okazało się jego położenie nad Sanem, pośród wzgórz Pogórza Przemysko-Dynowskiego. Głównym celem budowanej twierdzy miała być obrona Bramy Przemyskiej na styku Kotliny Sandomierskiej i Karpat, którą wiódł szlak handlowy z Polski i Rusi na Węgry. Jej znaczenie dodatkowo wzrosło, gdy pod koniec XIX w. Przemyśl stał się ważnym węzłem kolejowym i drogowym na trasie z Wiednia do Lwowa.

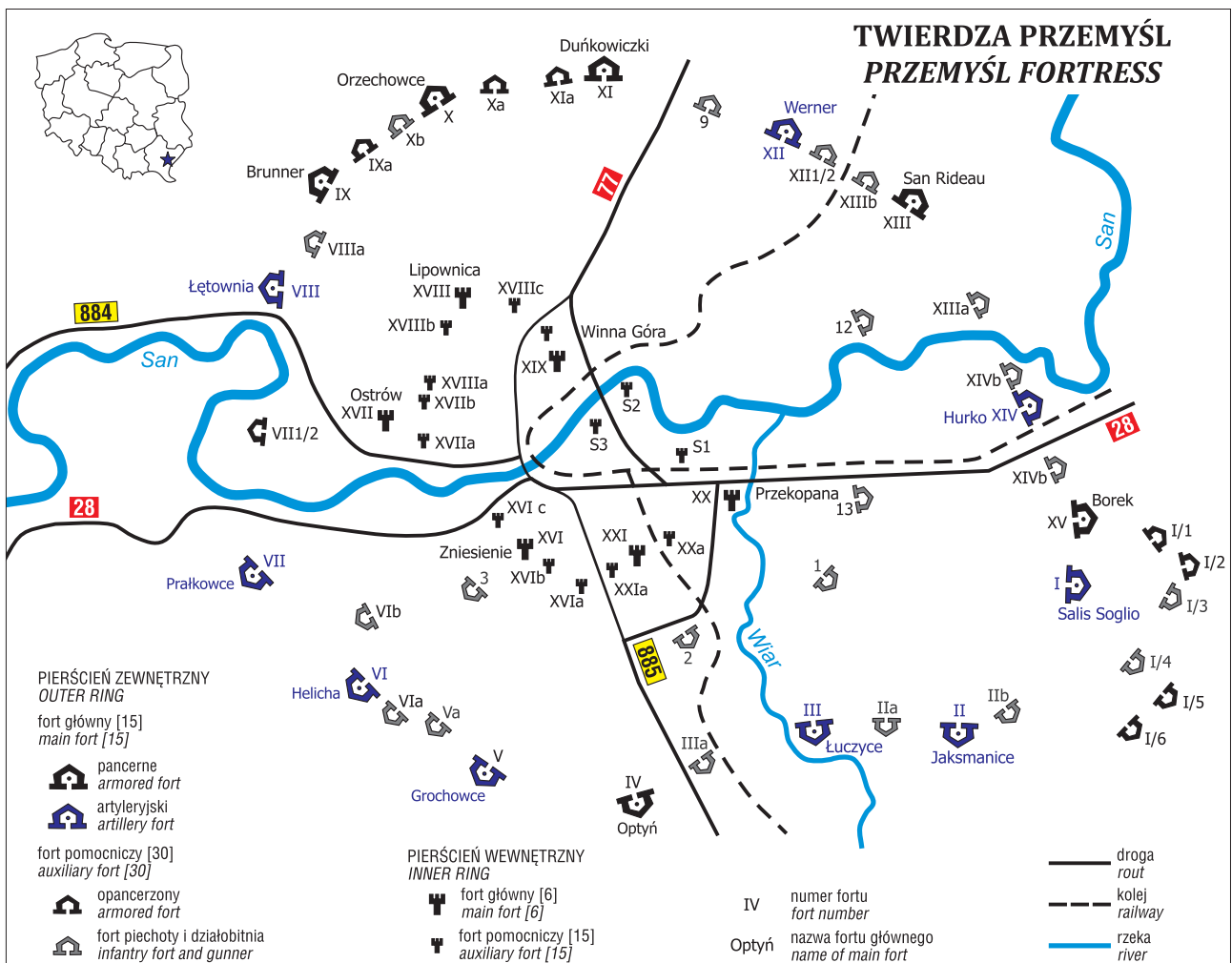
Budowa samej twierdzy trwała od 1874–1914 r., a ze względów finansowych nigdy nie ukończono w pełni projektu budowy. Długi okres budowy sprawił, że charakteryzuje się ona dużą różnorodnością budowli fortyfikacyjnych.

Znajdują się tutaj przestarzałe szańce artyleryjskie, jedno- i dwuwałowe forty artyleryjskie oraz nowoczesne forty pancerne i opancerzone z przełomu stulecia. Te przeobrażenia sztuki fortyfikacyjnej były następstwem rozwoju techniki w tym okresie i ukazują przekrój austriackiej sztuki obronnej. Twierdza Przemyśl składała się z dwóch pierścieni fortyfikacji okalających miasto (ryc. 1). Pierścień zewnętrzny był zbudowany na 17 wzgórzach i liczył 45 km obwodu, 12–15 km średnicy i składał się z 15 fortów głównych, 25 pomocniczych i 5 wspierających. Ponadto wybudowano 14 stałych działobitni, 2 stałe linie okopów i 2 stałe bazy dla piechoty. Wewnętrzny pierścień obronny składał się z 21 fortów obronnych zlokalizowanych najbliżej miasta, miał 20 km obwodu i 3–5 km średnicy. Dodatkowym zabezpieczeniem twierdzy były zasieki, pola minowe i rowy przeciwpiechotne.

Do dzisiaj w różnym stopniu zachowały się pozostałości po twierdzy, które w znacznie utrudniają prace kartograficzne, zwłaszcza niedoświadczonym badaczom.

Twierdza Przemyśl w całości znajduje się na obszarze miejsko-wiejskiej gminy Przemyśl, położonej w południowo-wschodniej części województwa podkarpackiego na Pogórzu Przemysko-Dynowskim. W latach 2012–2013 na obszarze miasta i gminy Przemyśl były prowadzone prace kartograficzne w ramach Projektu System Osłony Przeciwoświsowej (SOPO). Celem niniejszego artykułu jest wskazanie trudności, jakie można napotkać podczas prac kartograficznych prowadzonych na terenach silnie przekształconych historycznie i antropogenicznie. Uniknięcie błędów interpretacyjnych wymaga dużego doświadczenia

¹ Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy, Centrum Geozagrożeń, ul. Skrzatów 1, 31-560 Kraków; rycio.edyta@pgi.gov.pl



Ryc. 1. Szkic lokalizacyjny i schemat Twierdzy Przemyśl (za: Rożański, 1983; Idzikowski, 2008, 2014)

Fig. 1. Location sketch and construction scheme of the Przemyśl Fortress (after: Rożański, 1983; Idzikowski, 2008, 2014)

i uwagi. W tekście zostaną zasygnalizowane przesłanki i wskazówki mogące pomóc uniknąć błędów kartograficznych, które wbrew pozorom często mają miejsce.

HISTORIA BADAŃ

W literaturze dotyczącej omawianego obszaru dużo miejsca poświęcono badaniom stratygrafii oraz geologii i tektoniki okolic Przemyśla (Wiśniowski, 1918; Rogala, 1921; Rogala, Kokoszyńska, 1948; Strzępka, 1975; Skompski, 1990 i in.), zwłaszcza nasunięciu brzeżnemu Karpat na miocen Zapadliska Przedkarpackiego (Niedźwiedzki, 1901, 1910; Ney, 1957a; Wilczyński, 1961; Gucik, 1962, 1963, 1977, 1986c; Zieliński, 1963; Głowacki, 1964; Aleksandrowicz, 1965; Głowacki i in., 1966; Jucha, 1968; Garklicki, 1973; Połtowicz i in., 1974; Gucik, Wójcik, 1980; Żytko, 1986; Połtowicz, 1991; Krzywiec, Pietsch, 1996; Malata, 1996; Garecka, Olszewska, 1997; Kuśmirek, Baran, 2008 i wielu innych badaczy). Duża część publikacji była związana z poszukiwaniem węglowodorów (Głowacki, Karnkowski, 1964; Jabłońska, Drwiła, 1968; Karnkowski, 1997 i in.). Szczególnym zainteresowaniem cieszyły się wapienie z Kruhela Wielkiego (Wójcik, 1904, 1907, 1913; Niedźwiedzki, 1908; Zuber, 1909; Bukowy,

Geroch, 1957; Ney, 1957b; Morycowa, 1964, 1979, 1988, 2008; Geroch, Morycowa, 1966; Liszka, Geroch, 1979; Geroch i in., 1988; Olszewska, 2009).

Natomiast jeśli chodzi o tematykę osuwiskową, to był to obszar słabo rozpoznany, a *Mapa osuwisk i terenów zagrożonych w skali 1 : 10 000 (MOTZ)*, która powstała w ramach projektu SOPO, jest pierwszą publikacją w całości opisującą problematykę występowania osuwisk w rejonie miasta i twierdzy Przemyśl (Rycio, Cybulska, 2013a, b, c, d). Pierwsze wzmianki na temat osuwisk omawianego obszaru pojawiają się w tzw. katalogach osuwisk (Chowaniec i in., 1975), pracach Bobera (1985, 1990) i Ziętarey (1991). Kolejne formy osuwiskowe zostały udokumentowane w latach 2007–2009 podczas prac prowadzonych nad arkuszem SMGP Przemyśl (Wójcik, Rączkowski, 2018). W 2011 r. na zlecenie Urzędu Miejskiego została wykonana *Mapa morfologiczna miasta Przemyśla* (Nowak, 2011), która uwzględniała osuwiska, choć nie wszystkie zostały poprawnie wyznaczone, a wiele z nich nie zostało udokumentowanych.

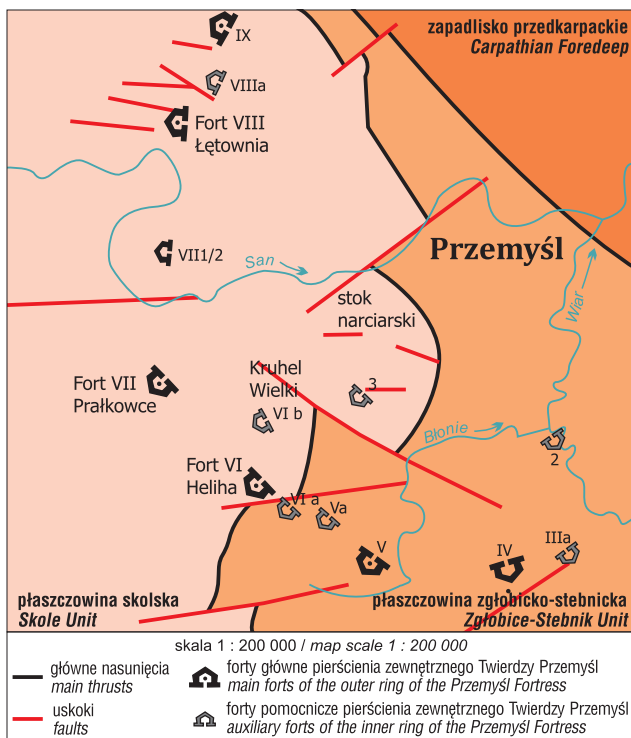
Bogata jest również literatura dotycząca samej Twierdzy Przemyśl, która jest obiektem zainteresowania miłośników militariów, historii i turystyki (Rożański, 1983, 2000; Wieliczko, 1992; Forstner, 2000; Burzyńska, 2020; Bator, 2005; Idzikowski, 2008, 2014 i wielu innych).

Tab. 1. Profil litologiczno-stratygraficzny jednostek budujących podłoże w okolicy Przemyśla
Table 1. Lithology and stratigraphy profile of the subsoil-building units in the vicinity of Przemyśl

		Płaszczowina skolska <i>Skole Unit</i>	Płaszczowina zglębicko-stebnicka <i>Zglębice-Stebnik Unit</i>	Zapadlisko przedkarpackie <i>Carpathian Foredeep</i>	
NEOGEN/NEOGENE	holocen <i>Holocene</i>	iły, mułki, namuły torfiaste, piaski i namuły starorzeczcy, mułki lessopodobne (namuły lessowe), iły i gliny rzeczne i deluwialne oraz piaski i żwiry tarasów zalewowych <i>clay, silts, peaty silts, river clays, loess-like mud, sands and gravels of floodplain terraces</i>			
		mułki lessopodobne i gliny lessopodobne, miejscami z przewarstwieniami piasków, deluwialne <i>loess-like silts and loess-like loams with sand interbeds, deluvial</i>			
	Plejstocen <i>Pleistocene</i>	złodow. wisły <i>Vistula glaciation</i>	piaski rzeczne tarasów 8–12 m n.p.m. Sanu oraz gliny, piaski, żwiry i mułki rzeczne; lessy (młodsze górne i młodsze nierozdzielone), miejscami lessy piaszczyste i gliny lessopodobne; lessy (młodsze środkowe i młodsze dolne) z glebami kopalnymi <i>river sands of floodplain terraces of the San River, and clay, sand, gravel and fluvial silt; loess (upper and upper undivided), sandy loess and loess-like clays; loess (middle and lower) with fossil soils</i>		
		ie <i>E.I.</i>	piaski, żwiry rzeczne, gleby kopalne, mułki i gliny rzeczne <i>fluvial sand and gravel, fossil soils, silt and fluvial clays</i>		
		złod. śr.-pol. <i>Middle Polish Glaciation</i>	lessy (starsze górne i starsze dolne) z glebami kopalnymi, piaski, żwiry, mułki rzeczne <i>loess with fossil soil, sand, gravel and fluvial silt</i>		
		iw <i>G.I.</i>	gleby kopalne <i>fossil soil</i>		
		złodow. pd.-pol. <i>S.P. glaciation</i>	żwiry i piaski rzeczne; żwiry i piaski wodnolodowcowe; piaski, żwiry, głazy lodowcowe i gliny zwałowe <i>river sands and gravel; glaciofluvial gravels and sands; sands, gravel, glacial boulders and glacial till</i>		
			piaski, żwiry, mułki rzeczne <i>sand, gravel and fluvial silt</i>		
	Miocen <i>Miocene</i>	sarmat <i>Sarmatian</i>		piaskowce, zlepieńce, mułowce i iłowce (zlepieńce radyckie) <i>sandstones, conglomerates, mudstones and claystones (Radyckie conglomerates)</i>	iłowce i mułowce z wkładkami piaskowców (iły krakowieckie) <i>claystones and mudstones with sandstone inserts (Krakowiec Clays)</i>
		B/S		mułowce, iłowce, piaski i piaskowce (warstwy z Pikulic) <i>mudstones, claystones, sands and sandstones (Pikulice Beds)</i>	
		baden <i>Badenian</i>		mułowce, iły i iłowce piaszczyste oraz piaski i piaskowce (warstwy przemyskie) <i>mudstones, clays and sandy claystones, sands and sandstones (Przemyśl Beds)</i>	
		K/B		mułowce margliste, iłowce margliste i piaskowce (warstwy balickie) <i>marly mudstones, marly claystones and sandstones (Balice Beds)</i>	
		karpac <i>Karpatian</i>		mułowce margliste i piaskowce z wkładkami iłowców i zlepieńców (warstwy stebnickie) <i>marly mudstones and sandstone with claystones and conglomerate inserts (Stebnik Beds)</i>	
	PALEOGEN <i>PALEOGENE</i>	Oligocen <i>Oligocene</i>	łupki menilitowe z wkładkami piaskowców kliwskich; rogowce, margle, łupki i piaskowce <i>menilite shales with kliewie sandstone inserts; hornets, marls, shales and sandstones</i>	warstwy menilitowe <i>Menilite Beds</i>	
		E/O	mułowce i łupki z egzotykami (warstwy popielskie) <i>mudstones and shales with exotics (Popiele Beds)</i>		

Tab. 1. Profil litologiczno-stratygraficzny jednostek budujących podłoże w okolicy Przemyśla (cd.)
Table 1. Lithology and stratigraphy profile of the subsoil-building units in the vicinity of Przemyśl (cont.)

		Płaszczowina skolska <i>Skole Unit</i>	Płaszczowina zgólbicko-stebnicka <i>Zgólbice-Stebnik Unit</i>	Zapadlisko przedkarpackie <i>Carpathian Foredeep</i>
PALEOGEN <i>PALEOGENE</i>	Eocen <i>Eocene</i>	łupki i piaskowce oraz łupki czerwone i zielone (łupki pstre i warstwy hieroglifowe); łupki ilaste czerwone i zielone oraz piaskowce (łupki pstre) <i>shales and sandstones with red and green shales (Variegated Shales and Hieroglyphic Beds); red and green clay shales and sandstones (Variegated Shales)</i>		
	K/P	piaskowce i łupki <i>sandstones and shales</i>		
KREDA <i>CRETACEOUS</i>	kreda górną <i>Upper Cretaceous</i>	margle z wkładkami piaskowców i łupków (margle z Węgierki) <i>mudstones with sandstones and shales inserts (Węgierka Mudstones)</i>	warstwy inoceramowe <i>Inoceramus Beds</i>	
	kreda dolną <i>Lower Cretaceous</i>	łupki czarne (łupki spaskie) <i>black shales (Spaskie Shales)</i>		



Ryc. 2. Uproszczony szkic tektoniczny terenu badań
Fig. 2. Simplified tectonic sketch of the research area

BUDOWA GEOLOGICZNA

Twierdza, gmina i miasto Przemyśl znajdują się na pograniczu Karpat i zapadliska przedkarpackiego (Książkiewicz, 1972; Oszczytko, 2001, 2006). Nasunięcie brzeżne Karpat jest położone kilka kilometrów na wschód od doliny rzeki Wiary i łukiem ciągnie się ku północy. Głębokie podłoże jest zbudowane z utworów jednostki skolskiej i zgólbicko-stebnickiej oraz miocenu zapadliska przedkar-

packiego (Wójcik, Rączkowski, 2018). Utwory te praktycznie na całej powierzchni omawianego obszaru są przykryte miąższymi pokładami lessów, glin lessopodobnych oraz osadami rzecznyymi doliny Sanu i Wiary (Maruszczak, 1988; Łanczot, 1993, 1997; Wójcik, Rączkowski, 2018).

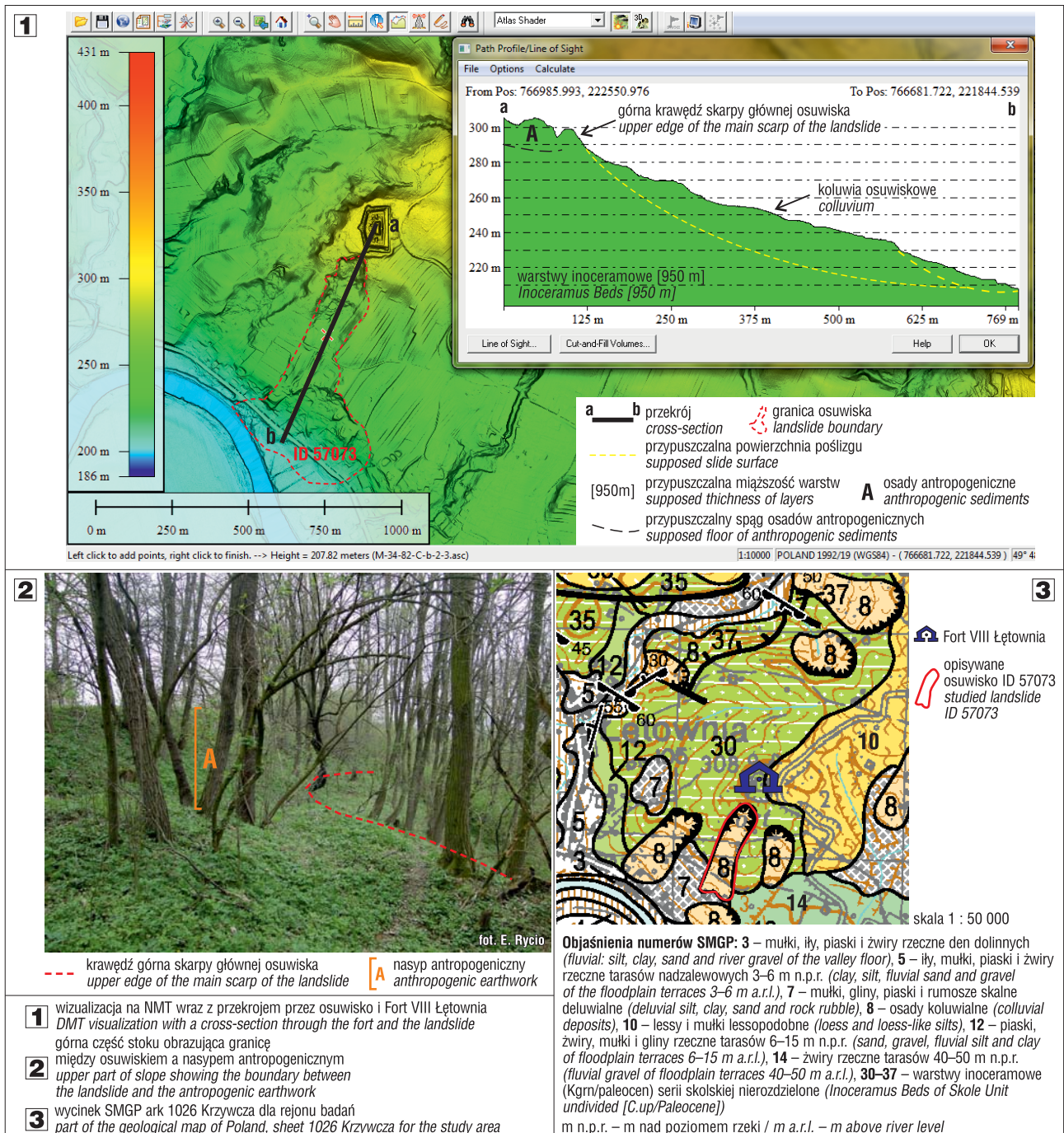
Syntetyczny i uproszczony profil litologiczno-stratygraficzny utworów fliszowych serii skolskiej i zgólbicko-stebnickiej dla okolic Przemyśla wg: Borysławskiego i in. (1979), Gucika i in. (1979), Gucika (1986a, b) oraz Wójcika i Rączkowskiego (2018) zaprezentowano w tabeli 1.

Wszystkie analizowane rejony, które przyspożyły wielu wątpliwości i trudności interpretacyjnych, znajdują się w zachodniej części obszaru twierdzy i miasta Przemyśl (ryc. 2). Podłoże badanego terenu jest zbudowane z warstw inoceramowych serii skolskiej, które miejscami są pokryte nawet 15-metrowej miąższości lessami i glinami lessopodobnymi. Bardziej szczegółowo budowa geologiczna zostanie opisana podczas analizy przypadku.

TRUDNOŚCI KARTOGRAFICZNE ZWIĄZANE Z TWIERDZĄ PRZEMYŚL

Mimo że główne forty Twierdzy Przemyśl na ogół budowano na szczytach wzgórz, to w czasie terenowych prac kartograficznych różnorakie pozostałości po twierdzy powodowały trudności w wyznaczeniu przebiegu linii i wysokości skarpy głównej oraz granic osuwiska. Wykonane na górnym stoku fosy, szanice lub nasypy mają często takie usytuowanie i kształt, że mogą być mylnie oznaczone jako rowy rozpadlinowe, szczeliny osuwiskowe, wały akumulacyjne lub skarpy główne.

Na rycinie 3.1 przedstawiono cyfrowy model terenu wygenerowany za pomocą oprogramowania GlobalMapper z okolic Fortu Łętownia (ryc. 2). Widoczny jest fort na szczycie góry oraz duże osuwiska rozwinięte na jej stokach. Skarpy główne obu osuwisk sięgają praktycznie do wałów wykonanych dookoła fortu. Szczegółowej analizie poddane zostało osuwisko o nr ID 57073. W tym przypadku



Ryc. 3. Fort VIII Łętownia
 Fig. 3. Fort VIII Łętownia

pojawiała się wątpliwość, gdzie przebiega krawędź skarpy głównej osuwiska, a dokąd sięga nasyp antropogeniczny. Przekrój wykonany w programie GlobalMapper przez górną część stoku ze skarpy główną osuwiska i nasypem/wałem fortu przedstawia mało wyraźne podstromienie. Krawędź oddzielająca skarpe osuwiska od nasypu jest bardzo delikatnie zaznaczona na przekroju (ryc. 3.1), a w terenie granica ta jest jeszcze mniej widoczna (ryc. 3.2). W wyniku błędnej identyfikacji położenia górnej krawędzi skarpy głównej kolejnym błędem, który łatwo jest popełnić, jest zły pomiar wysokości i kąta nachylenia skarpy.

Osuwiska rozwinęły się na południowych, południowo-zachodnich i zachodnich zboczach poniżej Fortu Łętownia. Wzgórza to jest zbudowane z warstw inoceramowych, wykształconych jako piaskowce cienko- i średnioławico-

we, łupki z wkładkami margli przewarstwione łupkami pstrymi. Wiek tych warstw określany jest na późną kredę-wczesny paleocen, ich miąższość osiąga w tych rejonach 950 m. Pod nimi zostały nawiercone nierozdzielone mioceńskie utwory serii zgłobicko-stebnickiej (Gucik, 1986a, b), wykształcone jako mułowce, ilowce piaszczyste, piaskowce i zlepieńce. Lessy i mułki lessopodobne pokrywają jedynie wschodnie zbocza wzgórz i w dolnych partiach stoków mogą osiągać miąższość nawet 10 m.

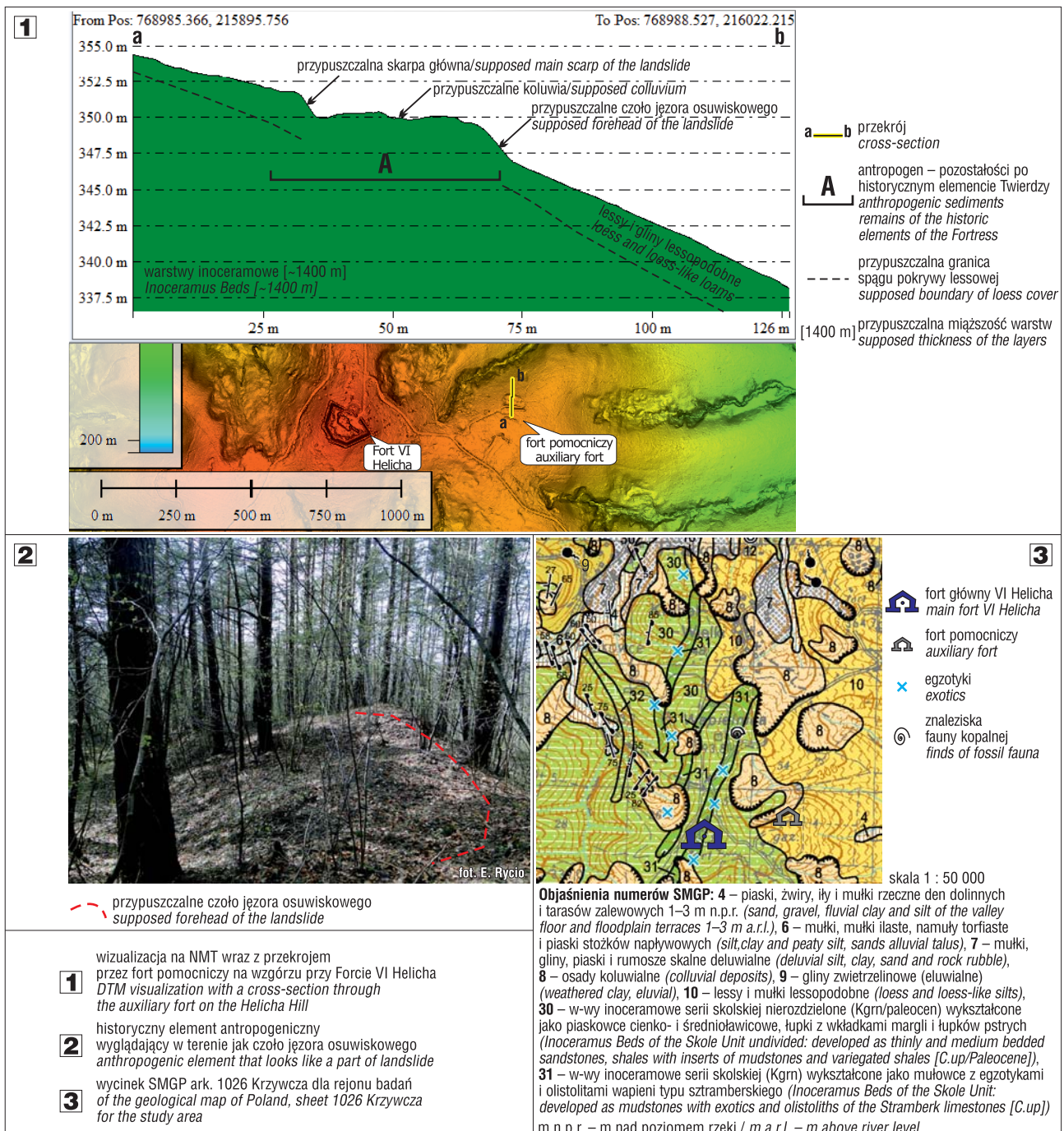
Jeszcze większa trudność w rozpoznaniu pojawia się, gdy fort lub/i szanice znajdują się na stoku środkowym, tym bardziej jeśli poniżej na stoku znajdują się osuwiska. Zniszczone i mocno porośnięte roślinnością ruiny fortów wraz z okopami, łukowatymi śladami wałów lub rowów obronnych mogą zostać zinterpretowane jako całe osuwiska

lub ich fragmenty. Na rycinie 4.1 jest widoczny Numeryczny Model Terenu (NMT) obszaru położonego na wschód od fortu Helicha (znajdującego się na wzgórzu Helicha) z niewielkim, źle zachowanym fortem pomocniczym zbudowanym na stoku środkowym.

Wzgórze Helicha, przechodzące ku północy w Wapielnicę (dawny Lipnik), jest zbudowane z warstw inoceramowych serii skolskiej. Wykształcone są one na przełomie późnej kredy/paleocenu w postaci piaskowców cienko- i średnioławicowych z łupkami i wkładkami margli oraz łupków pstrych. W ich obrębie występują mułowce z egzotykami i olistolitami wapieni typu sztramberskiego, tzw. skałki z Kruhela (Wójcik, 1904, 1907, 1913; Niedźwiedzki, 1908; Zuber, 1909; Bukowy, Geroch, 1957; Ney, 1957b;

Morycowa, 1964, 1979, 1988, 2008; Geroch, Morycowa, 1966; Liszka, Geroch, 1979; Geroch i in., 1988; Olszewska, 2009). Zachodnie zbocza są pokryte lessami o niewielkich miąższościach w górnych partiach stoków po 10 m miąższości w dolnych partiach stoku. Fort pomocniczy został zbudowany w obrębie występujących pokryw lessowych, ale niewykluczone, że jego fundamenty sięgają piaskowców warstw inoceramowych.

W miejscu zniszczonego fortu przez stok wykonano krótki przekrój a–b. Widać, że taki zapełniony, zniszczony fort w przekroju przypomina osuwisko, z wyraźną skarpią główną, rowem rozpadlinowym, koluwiami, a nawet wyraźnym czołem. Podobnie wygląda to w terenie, gdzie elementy starego fortu przypominają formy wewnętrzne osuwiska



Ryc. 4. Zniszczony fort pomocniczy położony w środkowej części stoku w pobliżu Fortu VI Helicha
Fig. 4. A destroyed auxiliary fort located in the central part of the slope near Fort VI Helicha

(ryc. 4.2). W tym przypadku kształt tych ruin jest owalny (a nie kanciasty), kolisty z łukowatymi ugięciami skierowanymi w dół stoku, czyli jest to kształt bliski naturalnemu ukształtowaniu osuwiska. W takich przypadkach ciężko jest rozróżnić osuwisko od osadów antropogenicznych i wrysować jego dokładną, a jednocześnie poprawną granicę, zwłaszcza jeśli poniżej na stoku mamy rozpoznane osuwiska.

Podobny przykład można spotkać na Prałkowskiej Górze, gdzie znajduje się Fort VII Prałkowce. Prałkowska Góra jest zbudowana z warstw inoceramowych serii skolskiej, w niektórych otworach wiertniczych ich miąższość dochodzi do 2170 m. Litologicznie są to piaskowce cienko- i średnioławicowe z łupkami i marglami, przewarstwione łupkami pstryimi, górnej kredy–dolnego paleocenu. Pod warstwami inoceramowymi zostały nawiercone mioceńskie utwory serii złobicko-stebnickiej, wykształcone w postaci mułowców, iłowców piaszczystych, piaskowców i zlepieńców. Na Prałkowskiej Górze warstwy inoceramowe są miejscami pokryte mułkami lessopodobnymi i glinami eluwalnymi o 10-metrowej miąższości.

W czasie prac terenowych prowadzonych w tym rejonie zaobserwowano, że stok nie dość, że jest mocno osuwiskowy, to dodatkowo jest bardzo przekształcony przez szereg form antropogenicznych, które przenikają i zazębiają się z formami naturalnymi. Na stokach oprócz fortów stałych zaobserwowano różne fortyfikacje ziemne, szańce, wały obronne, suche fosy, ślady walk zbrojnych, a także stare drogi, wyrobiska, kopanki i osuwiska. Rozpoznanie i rozgraniczenie wszystkich form przysporzyło wielu trudności kartograficzno-interpretacyjnych. Pomocne okazało się wykorzystanie NMT wykonanego dla Prałkowskiej Góry, którego fragment przedstawia rycina 5.1, z wskazanymi kilkoma formami antropogenicznymi. Zaznaczają się tutaj zarówno stare, zarośnięte kamieniołomy i łomiki, jak i wojenne fortyfikacje ziemne (prawdopodobnie ślady walk) i zarośnięte, rozjeżdżone drogi. Trudności się nawarstwiają, gdy elementy i budowle fortu, takie jak np. mury obronne, okopy i inne ziemne fortyfikacje, są wkomponowane w stok o morfologii wypukło-wklęsłej. Trudno jest jednoznacznie stwierdzić, czy morfologia stoku jest wynikiem jego sztucznego przemodelowania w wyniku budowy twierdzy, czy też został on pierwotnie przekształcony przez osuwisko, a następnie wykorzystany do budowy fortyfikacji. Pytania takie często pozostają bez odpowiedzi. Nowe światło rzucają archiwalne, historyczne czy topograficzne mapy oraz fotografie (ryc. 5.2, 5.4).

TRUDNOŚCI ZWIĄZANE Z WYSTĘPOWANIEM KAMIENIOŁOMÓW

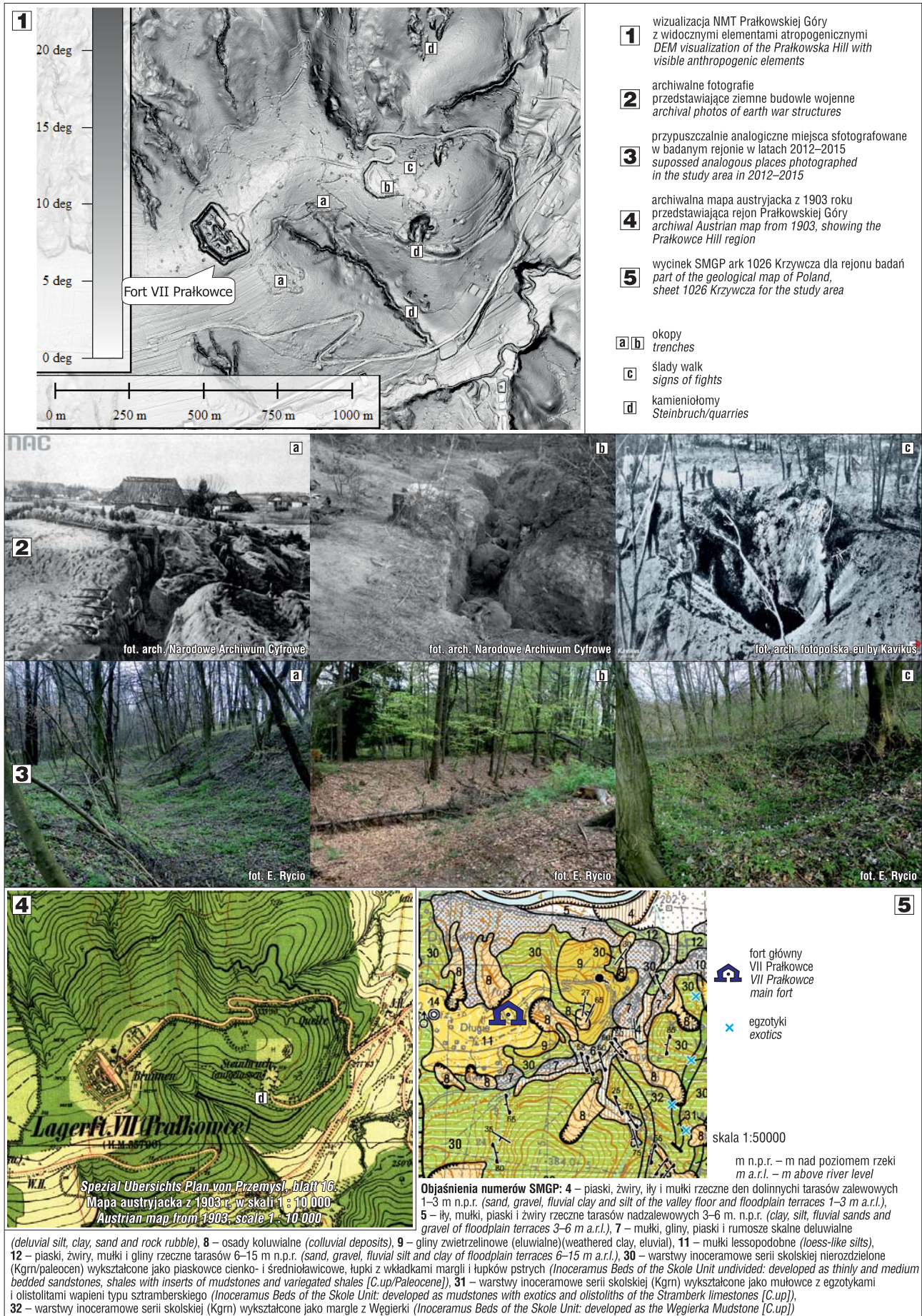
Największych trudności podczas prowadzenia prac kartograficznych dostarczają stare kamieniołomy i wyrobiska, których ślady zachowały się w terenie (ryc. 6 i 7), a które są związane z Twierdzą Przemysł. Do budowy samej twierdzy wykorzystano niewielkie ilości kamienia lokalnego, ponieważ materiał transportowano z Austrii, Ukrainy i Bieszczadów, to z tych najstarszych wyrobisk pozyskiwano kamień do rozbudowy galicyjskiego XIX-wiecznego Przemysła. Wyrobiska bardziej współczesne dostarczały wapna palonego i materiałów do rozbudowy miasta i dróg lokalnych w XX w.

Dobrym przykładem są tutaj trzy duże kamieniołomy zlokalizowane na wzniesieniu Kruhel Wielki w południo-

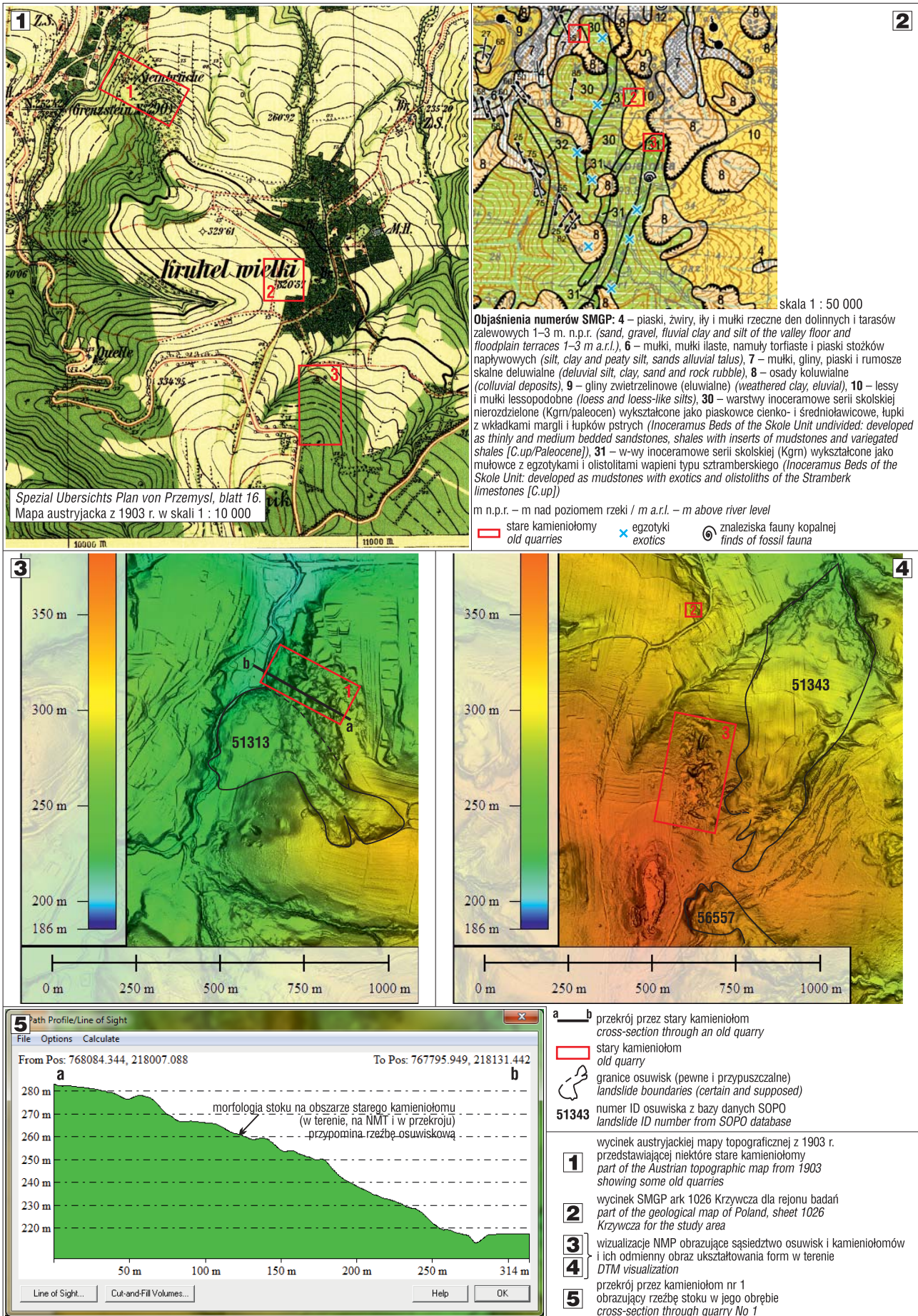
wo-zachodniej części Przemysła, na północnych stokach Wapielnicy. W 1876 r. w tym miejscu została odkryta przez Niedźwiedzkiego skałka egzotykowa wapienia jasno-beżowego, detrytycznego, typu Sztramberskiego. Pierwotnie uważano ją za rafową skałkę tytońską występującą *in situ*, była i nadal jest ona obiektem zainteresowania naukowców (Wójcik, 1904, 1907, 1913; Niedźwiedzki, 1908; Zuber, 1909; Bukowy, Geroch, 1957; Ney, 1957b; Morycowa, 1964, 1979, 1988, 2008; Geroch, Morycowa, 1966; Liszka, Geroch, 1979; Geroch i in., 1988; Olszewska i in., 2009) i budowniczych. Tak zwana skałka z Kruhela Wielkiego tkwiła w postaci olistolitów w warstwach inoceramowych serii skolskiej wieku późnej kredy–paleocenu. Tkwiła, ponieważ do dzisiaj została praktycznie wyeksploatowana, a zachowały się po niej jedynie stare kamieniołomy na Kruhelu Wielkim, fotografie i badania naukowe z ubiegłego stulecia.

Kamieniołom nr 1 z na rycinie 6.3 to przykład starego kamieniołomu położonego na północ od osuwiska o ID 51313 (Baza SOPO). Wyznaczenie granic osuwiska na tym terenie i odróżnienie ich od elementów wyrobiska było wyjątkowo trudne. Na NMT (ryc. 6.3, 6.5) widać doskonale, że formy w obrębie wyrobiska są nawet wyraźniejsze niż formy wewnątrz osuwiskowe, które akurat w tym miejscu są bardzo łagodne. Podobne formy (morfologiczne) obserwujemy w kamieniołomie nr 3 (ryc. 6.4). Oddzielenie form osuwiskowych od antropogenicznych form starej kopalni zajęło autorce wiele godzin obserwacji terenowych. Kształt koluwalnych form wypukło-wklęsłych zależy głównie od rodzaju skał podłoża. Naturalne formy osuwiskowe, rozwinięte na warstwach inoceramowych lub inoceramowych z pokrywą lessową, mają na ogół łagodnie zarysowane elementy wypukłe, które w sposób naturalny, subtelnym i ciągłym przechodzą w różnego rodzaju elementy wklęsłe. Obraz ten może zaburzyć wyraźna skarpa wtórna, odcinająca się w terenie wyraźnym, ostym i stromo nachylnym progiem. Natomiast kamieniołomy i stare wyrobiska, praktycznie niezależnie od litologii podłoża, często mają bardzo wyraźny, ostry relief, a formy wypukło-wklęsłe są rozłożone dosyć chaotycznie i nienaturalnie. Formy wypukłe mają postać stożków, które często nakładają się na siebie. Natomiast formy wklęsłe są głębokie, z dnem w kształcie rowu, rzadko przechodzą w formy wypukłe w sposób ciągły, liniowy, a częściej są rozmieszczone względem siebie w sposób chaotyczny. Punktowym, owalnym zagłębieniem towarzyszą często podłużne wały akumulacji urobku albo wysokie, hałdy usypane tuż przy zagłębieniu. Natomiast formy osuwiskowe mają bardziej łagodne ukształtowanie, które rozkłada się w sposób ciągły i równomierny na osuwającym się stoku.

W kamieniołomach, które zaczynają się stromą ścianą, poniżej na stoku obserwujemy wypłaszczenie z usypanymi niewielkimi hałdami. Obserwując taką formę, ma się nieodparte wrażenie dużego ubytku materiału. Trudniejsze do rozpoznania są kamieniołomy, gdzie poniżej wysokiej, stromej ściany występują wyraźne formy wypukło-wklęsłe. W tym przypadku są one nienaturalnie wysokie lub głębokie i są chaotycznie rozmieszczone, o ostrym reliefie. Czasem pagóry (hałdy) osiągają większe wysokości niż naturalna powierzchnia zbocza obok (ryc. 7, kamieniołom nr 1). Wyrobiska często zaczynają się bez wyraźnej ściany, nieusystematyzowanymi zagłębieniami i hałdami po wybranym materiale (ryc. 7, kamieniołom nr 2). Obecnie



Ryc. 5. Pozostałości po Twierdzy Przemysł i walkach, które zaburzają obraz naturalnej morfologii stoku
 Fig. 5. Remnants of the fortress and fights blurring the picture of the natural morphology of the slope



Ryc. 6. Przykłady występowania osuwiska w pobliżu kamieniołomu
Fig. 6. Examples of a landslide occurring near the quarry

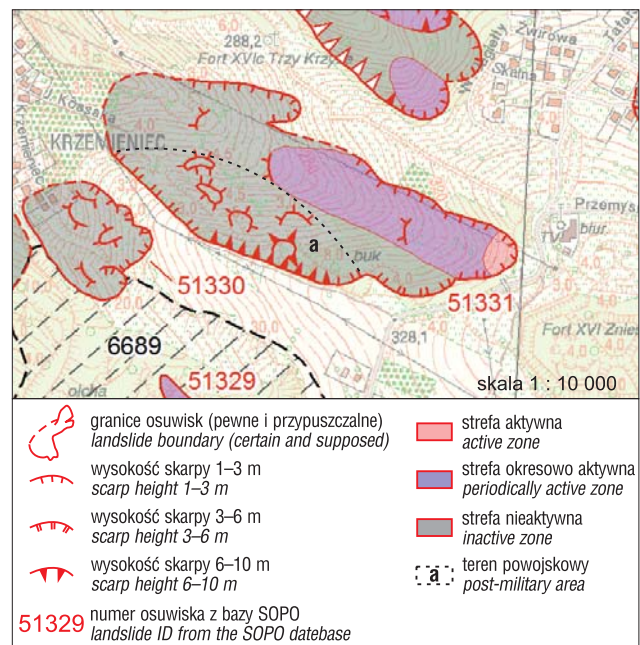


Ryc. 7. Morfologia terenu nieczynnych kamieniołomów z Kruhela Wielkiego
Fig. 7. Elements of the disused quarries of Kruhela Wielki

NMT jest pomocne, zwłaszcza przy niewielkim doświadczeniu terenowym, do interpretacji obiektu jako nieczynny, stary kamieniołom czy oddzieleniu jego granic od naturalnego osuwiska. Właśnie ten ostry relief form, widoczny w terenie oraz na NMT (ryc. 6.3 i 6.4), powinien budzić czujność, wątpliwości i podejrzania. Wydaje się to oczywiste, jednak błędy w interpretacji zdarzają się bardzo często.

TRUDNOŚCI ZWIĄZANE Z ANTROPOGENICZNYM WYKORZYSTANIEM TERENU

Trudności w wyznaczaniu osuwisk na badanym obszarze wynikają nie tylko z historii tego regionu i jego budowy geologicznej, ale również ze stopnia zurbanizowania terenu. Silna antropopresja zaciera naturalną morfologię stoków, ograniczając jednocześnie dostępność terenu, co mocno utrudnia prowadzenie obserwacji kartograficznych. Zamknięte osiedla, ogródki działkowe, tereny wojskowe, stoki przekształcone pod budowę: wysypiska śmieci, parku zamkowego, cmentarza miejskiego, nartostady, to obszary osuwiskowe zmienione do tego stopnia, że bardzo trudno jest dostrzec w terenie naturalne formy morfologiczne. Idealnym przykładem do omówienia zagadnienia antropopresji jest stok narciarski w Przemyślu, na którym od lat występuje problem odmladzającego się osuwiska (ryc. 8, 9). Nie jest znany dokładny moment jego powstania, ale przyjmuje się, że jest to osuwisko powstałe w holocenie (Rycio,



Ryc. 8. Osuwisko na stoku narciarskim w Przemyślu
Fig. 8. Landslide on the ski slope in Przemyśl

2013). W okresach pozornej stabilizacji osuwisko jest praktycznie niewidoczne w terenie, ponieważ stok był wielokrotnie antropogenicznie przekształcany. W XIX w. był częścią poligonu wojskowego, na obszarze którego cwi-



Ryc. 9. Osuwisko na stoku narciarskim w Przemysłu
Fig. 9. The landslide on the ski slope in Przemysł

czono budowę okopów. Przez wiele lat nieużytkowany został w końcu wyznaczony pod budowę wyciągu narciarskiego. Przed rozpoczęciem budowy wykonano dokumentację geologiczną, w której wykazano powierzchnię poślizgu max. na 5,5 m p.p.t. (Ciszkowski, Hałoń, 2005; Gaska, 2011). Po ponownych analizach, badaniach i obserwacjach terenowych w projekcie budowlanym zmieniono sposób posadowienia podpór kolejki linowej i wykonano infrastrukturę stoku narciarskiego wraz z położeniem technicznych, miejskich kabli przesyłowych. Podczas budowy wyciągu stok został mocno zaburzony. Osuwisko nie zostało zabezpieczone i odpowiednio odwodnione, zostały natomiast zatarte jego naturalne granice. Po raz kolejny skarpa osuwiska odmłodziła się w 2010 r., a następnie w 2013 r. (Rycio, 2013). W maju 2017 r. po 2-tygodniowych opadach osuwisko znów uległo odmłodzeniu, a ziemia osunęła się na samym początku głównej trasy zjazdowej (Borzęcki, 2017). Jęzor ciągnął się na długości ponad 30 m w dół. Lej o głębokości prawie pół metra utworzył się na całej szerokości trasy pod samym szczytem stoku. Miejscami zostały odkryte instalacje elektryczne i światłowodowe oraz rury doprowadzające wodę do sztucznego naśnieżania stoku. Po tym zdarzeniu wykonano doraźne prace zabezpieczające osuwisko. Nie przyniosły one żadnych efektów, bo już na wiosnę 2018 r., po zakończonym sezonie narciarskim, otworzyły się dwie świeże szczeliny w górnej części stoku. Jeszcze w 2017 r. przeprowadzono nowe badania geologiczno-inżynierskie (Bulanda, Czudec, 2017; Madej, 2018; Ziętał, 2018). Na ich podstawie powstał projekt likwidacji osuwiska, który przewidywał zabezpieczenie terenu palami żelbetowymi. W najbliższych latach okaże się, czy prace stabilizacyjne na osuwisku przyniosły zamierzony efekt.

WNIOSKI

Praktycznie we wszystkich opracowaniach, które poruszają problematykę osuwisk, autorzy sygnalizują problem wyznaczenia i występowania osuwisk powiązany z tektoniką i litologią podłoża. Należy zwrócić uwagę, że historyczne przekształcenia obszaru badań wpływają równie mocno na poprawne wyznaczenie i udokumentowanie osuwiska. Często badacze nie biorą tego aspektu w ogóle pod uwagę, przez co niejednokrotnie zostają popełnione duże błędy interpretacyjne. Niosą one za sobą bardzo poważne konsekwencje, zwłaszcza jeśli dotyczą obszarów zasiedlo-

nych. Przed rozpoczęciem prac kartograficznych warto zapoznać się z wszelkimi mapami archiwalnymi analizowanego obszaru oraz zdjęciami lotniczymi sprzed lat. Wpływa to pozytywnie na skuteczność i poprawność interpretacji form występujących w terenie, a trudnych do jednoznacznego określenia genezy. Należy pamiętać, że historia pozostawia trwałe ślady w geomorfologii terenu.

Metody badań kartograficznych można rozszerzyć o interpretację NMT, który jest jednym z produktów pozyskanych przez LiDAR w ramach Projektu ISOK. Jednak zarówno podczas prac terenowych, jak i podczas analizy NMT należy się wykazać dużą umiejętnością interpretacji oraz wyobraźnią i posiadać duże doświadczenie kartograficzne. Dobrze, by czynności te wzajemnie się uzupełniały i wspomagały. Przed rozpoczęciem właściwych prac kartograficznych konieczne są prace przygotowawcze, które polegają na analizie archiwalnych opracowań, w tym zapoznanie się z historią regionu, co w przypadku Twierdzy Przemysł okazało się zasadne i pomocne, a wręcz niezbędne dla poprawnego wykonania zadania. A przykłady takie można wielokrotnie mnożyć, chociażby: twierdza w Krakowie, Kłodzku czy Srebrnej Górze w Górach Sowich. Należy pamiętać, że na stokach znajdują się tysiące starych i nieczynnych kamieniołomów, które mogą łudząco przypominać osuwiska (ryc. 7).

Uwagę kartografów w terenie powinny zwrócić:

- wszelkie prostoliniowe, podłużne formy zarówno wypukłe, jak i wklęsłe, ciągnące się wzdłuż stoku, albo formy o kanciastych kształtach, występujące niezależnie od morfologii stoku lub intersekcji. Najprawdopodobniej są to formy antropogeniczne rolnicze lub historyczne, militarne lub archeologiczne. W żadnym wypadku nie mogą to być rowy rozpadlinowe, wały akumulacyjne, szczeliny lub skarpy osuwiskowe;

- wszelkie prostoliniowe, podłużne formy, zwłaszcza wypukłe, ciągnące się wzdłuż stoku, zgodnie z jego morfologią lub intersekcją. Najczęściej są to zestromienia lub skarpy strukturalne na stoku, wynikające z odporności skał i sposobu wietrzenia. Jeśli pod takim zestromieniem stok nachylony jest jednostajnie, a jedynym zaburzeniem w rzeźbie są drobne dolinki potoków leja źródłowego, to forma najprawdopodobniej nie ma genezy osuwiskowej;

- wysokie, dobrze zarysowane, wyraźnie odcięte łukowate skarpy, pod którymi brak form wskazujących na grawitacyjne przemieszczenie zwietrzliny po stoku. Stok pod skarpią jest prosty lub jednostajnie nachylony, często z równoległymi zagłębieniami poniżej takiej skarpy, pozostałościami po starych drogach. Najprawdopodobniej jest to stary kamieniołom. Inną charakterystyczną dla kamieniołomu cechą są chaotycznie rozmieszczone, głębokie zagłębienia ze stromymi ścianami, z płaskim lub ostro wcięтым dnem. Obok znajdują się również chaotycznie rozmieszczone pagóry o stożkowatych, ostrych grzbietach i stromo nachylonych zboczach, jako pozostałość po hałdach materiału poeksploatacyjnego. Ponadto w obrębie takiej sztucznej formy mogą występować wyraźne, równoległe do siebie ułożone skarpy, bez wypukło-wklęsłych form między nimi. To kolejne ściany i poziomy poeksploatacyjne;

- łagodne, wyraźne i dobrze zarysowane formy wypukło-wklęsłe, bez ostrego reliefu występujących form, jak na ryc. 7 dla kamieniołomu 2. Formy na Kruhelu Wielkim łudząco przypominające koluwia osuwiskowe nie są od góry ograniczone żadną regularną linią, która mogłaby być skarpią główną. Nie ma w terenie żadnego proggu ani

linii odcięcia form od normalnego stoku. Formy występują w obszarze stoku górnego, prawie na jego grzbiecie, zachodzą się i kończą przypadkowo rozmieszczonymi pagórkami lub zagłębieniami. Kamieniołom nr 2 na Kruhelu Wielkim byłby niemożliwy do poprawnej interpretacji, gdyby nie znajomość geologii i historii badanego terenu;

– czasem w obszarze starych kamieniołomów, ruin budowli historycznych, militarnych lub archeologicznych, na terenie starych cmentarzy, grodów lub innych antropogenicznych form znajdują się w terenie różnego rodzaju tablice informacyjne, krzyże, kopce czy inne konstrukcje mające upamiętnić przeszłość danego miejsca.

Wszystkie te wskazówki wydają się być oczywiste, jednak często są one bagatelizowane, co prowadzi do niedopuszczalnych błędów. A niniejszy artykuł ma za zadanie kolejny raz zwrócić uwagę na ten ciągle aktualny problem.

Bardzo dziękuję recenzentom, Panom: Jędrzejowi Wierzbickiemu i Henrykowi Woźniakowi, za poświęcony czas oraz za wnikliwe, krytyczne i konstruktywne uwagi, które przyczyniły się do poprawy jakości artykułu.

LITERATURA

- ALEKSANDROWICZ S.W. 1965 – Rozwój zapadliska przedkarpackiego w świetle wyników badań nad stratygrafią miocenu Polski południowej. *Geof., Geol. Naft.*, 7–9 (103–105): 243–247.
- BATOR J. 2005 – Wojna galicyjska. Działania armii austro-węgierskiej na froncie północnym (galicyjskim) w latach 1914–1915. Libron, Kraków.
- BOBER L. 1985 – Mapa osuwiskowości polskich Karpat fliszowych skala 1 : 200 000. Państw. Inst. Geol. Oddz. Karpacki.
- BOBER L. 1990 – Monografia osuwisk karpackich. Państw. Inst. Geol. Oddz. Karpacki.
- BORYSŁAWSKI A., GUCIK S., PAUL Z., ŚLĄCZKA A., WÓJCİK A., ŻYTKO K. 1979 – Mapa Geologiczna Polski w skali 1 : 200 000. Arkusz Przemysł–Kalniki. A – Mapa Utworów Powierzchniowych. Wyd. Geol. 1.
- BORZĘCKI J. 2017 – Czy uda się zabezpieczyć osuwisko? Problem na stoku narciarskim. TVP3 Rzeszów. <https://rzeszow.tvp.pl>
- BULANDA J., CZUDEK G. 2017 – Projekt robót geologicznych na rozpoznanie warunków geologiczno-inżynierskich dla potrzeb opracowania koncepcji zabezpieczenia osuwiska na terenie stoku narciarskiego w rejonie ulicy Pasteura w Przemysłu. GEOTECH Sp. z o.o. Rzeszów.
- BUKOWY S., GEROCH S. 1957 – O wieku zlepiających egzotykowych w Kruhelu Wielkim. *Rocz. PTG*, 26 (4): 297–334.
- BURZYŃSKA J. 2002 – Twierdza Przemysł w okresie I wojny światowej. Przemysł.
- CHOWANIEC J., KOLASA K., NAWROCKA D., WITEK K., WYKOWSKI A. 1975 – Katalog Osuwisk. Województwo Przemyskie wraz z zestawem map podstawowych i zbiorczych w skali 1 : 100 000. Nar. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Oddz. Karpacki, Kraków.
- CISZKOWSKI B., HAŁOŃ R. 2005 – Dokumentacja geologiczno-inżynierska określająca warunki geologiczno-inżynierskie w rejonie projektowanej nartostrady w Przemysłu. GEO-HAR Przedsiębiorstwo Usługowo-Handlowe. Usługi Geologiczne. Rzeszów.
- FORSTNER F. 2000 – Twierdze i zamki obronne w Polsce – Twierdza Przemysł. Warszawa.
- GARECKA M., OLSZEWSKA B. 1997 – O stratygrafii jednostki stebnickiej w Polsce. *Prz. Geol.*, 45 (8): 793–798.
- GARLICKI A. 1973 – Wyniki badań miocenu solonośnego na południe od Przemysłu. *Kwart. Geol.*, 17 (1): 92–105.
- GAŚKA P. 2011 – Błąd dokumentowania geologiczno-inżynierskiego i jego skutki dla budowy stoku narciarskiego w Przemysłu. *Biul. PIG* 446: 49–52.
- GEROCH S., GUCIK S., KOTLARCZYK J. 1988 – Pozycja skałek jurajskich Kruhela Wielkiego profilu Formacji z Ropianki(fm). *Przewodnik Zjazdowy LIX Zjazdu PTG w Przemysłu*.
- GEROCH S., MORYCOWA E. 1966 – Przyczynek do znajomości facji i skamieniałości wapienia tytońskiego z Kruhela Wielkiego koło Przemysłu. *Rocz. PTG*, 36 (3): 295–303.
- GŁOWACKI E. 1964 – Aktualny przekrój geologiczny przez jednostkę stebnicką na południe od Przemysłu. *Geof. i Geol. Naftowa*, 10–12.
- GŁOWACKI E., KARNKOWSKI P. 1964 – Warunki akumulacji bituminów w strefie miocenu karpackiego między Przemysłem a Tarnowem. *Prz. Geol.*, 22 (3): 126–129.
- GŁOWACKI E., JURKIEWICZ H., KARNKOWSKI P. 1966 – Geologia regionu Przemysłu w świetle głębokich wierceń. *Kwart. Geol.*, 10 (1): 211–249.
- GUCIK S. 1962 – Budowa geologiczna północnego brzegu jednostki skibowej między Pruchnikiem i Ujkowicami. *Kwart. Geol.*, 6 (4): 794–795.
- GUCIK S. 1963 – Profil kredy dolnej z okolic Bełwina w Karpatach przemyskich. *Kwart. Geol.*, 7 (2): 257–268.
- GUCIK S. 1977 – Rozwój serii menilitowej w skibie brzeźnej Polskich Karpat fliszowych. *Kwart. Geol.*, 21 (4): 940–941.
- GUCIK S. 1986a – Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski w skali 1 : 50 000. Akusz Krzywca (1026). Warszawa.
- GUCIK S. 1986b – Objasnienia do Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski w skali 1 : 50 000. Arkusz Krzywca (1026). Warszawa
- GUCIK S. 1986c – Nowe dane o rozwoju paleocenu w jednostce szkolskiej Polskich Karpat Zewnętrznych. *Kwart. Geol.*, 30 (2): 408.
- GUCIK S., WÓJCİK A. 1980 – Objasnienia do Mapy Geologicznej Polski 1 : 200 000. Arkusz Przemysł–Kalniki. Nar. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- GUCIK S., PAUL Z., ŚLĄCZKA K., ŻYTKO K. 1979 – Mapa Geologiczna Polski w skali 1 : 200 000. Arkusz Przemysł–Kalniki. B – Mapa bez utworów czwartorzędowych. Wyd. Geol.
- IDZIKOWSKI T. 2008 – Twierdza Przemysł. Miniprzewodnik. Przemysł.
- IDZIKOWSKI T. 2014 – Twierdza Przemysł. Powstanie – Rozwój – Technologie. Krosno.
- JABŁOŃSKA B., DRWIŁA S. 1968 – Opracowanie badań sejsmicznych wykonanych w rejonie Radymno – Kaliników – Przemysł. Nar. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol., Kraków.
- JUCHA S. 1968 – Utwory paleogenu w głębokich wierceniach w rejonie Przemysłu. *Sprawozdanie z Posiedz. Kom. Nauk. PAN*, 10 (2).
- KARNKOWSKI P. 1997 – The Przemysł sigmoid and possibilities of hydrocarbon exploration. *Kwart. Geol.*, 38 (1): 41–52.
- KRZYWIEC P., PIETSCH K. 1996 – Zmienność stylu tektonicznego i warunków sedymentacji na obszarze zapadliska przedkarpackiego między Krakowem a Przemysłem w świetle interpretacji regionalnych profili sejsmicznych. *Kwart. AGH, Geologia*, 22 (1): 49–59.
- KŚIAŻKIEWICZ M. 1972 – Budowa Geologiczna Polski. Tektonika. Cz. 3. Karpaty. Wyd. Geol., Warszawa.
- KUŚMIERK J., BARAN U. 2008 – Wgłębna budowa Karpat w strefie sigmoidy przemyskiej: interpretacja profilu sejsmicznych i ocen prognoz naftowych. *Kwart. AGH, Geologia*, 34 (3): 365–384.
- LISZKA S., GEROCH S. 1979 – Uwagi o zbiorze mikrofauny K. Wójcika/1903/ z Kruhela Małego koło Przemysłu. *Badania paleontologiczne Karpat Przemyskich. Materiały IV Krajowej Konf. Paleontologów. Przemysł 25–27 czerwca 1979. Kraków*.
- ŁANCZONT M. 1993 – Warunki akumulacji plejstocenijskich utworów lessowych w dolinie Sanu koło Przemysłu. *Kwart. AGH, Geologia*, 19 (2).
- ŁANCZONT M. 1997 – Lessy okolic Przemysłu. *Rocz. Przemyski*, 33 (4): 3–40.
- MADEJ Ł. 2018 – Przemysł: likwidacja osuwiska na stoku narciarskim. Geoinżynieria. <https://inzynieria.com>.
- MALATA T. 1996 – Analiza formalnych wydzieleni litostratigraficznych oraz propozycja podziału jednostki szkolskiej polskich Karpat fliszowych. *Prz. Geol.*, 44 (5): 509–513.
- MARUSZCZAK H. 1988 – Lessy młodsze i starsze w Orzechowcach. *Przewodnik LIX Zjazdu PTG w Przemysłu*.
- MORYCOWA E. 1964 – Korale ze skałki egzotykowej w Kruhelu Wielkim koło Przemysłu (górną Tyton, Karpaty Polskie). *Rocz. PTG*, 33 (4).
- MORYCOWA E. 1979 – Jurajskie i kredowe egzotyki wapienne z Kruhela Wielkiego Koło Przemysłu. *Badania paleontologiczne Karpat Przemyskich. Materiały IV Krajowej Konf. Paleontologów. Przemysł 25–27 czerwca 1979. Kraków*.
- MORYCOWA E. 1988 – Wapień egzotykowe typu sztramberskiego z Kruhela Wielkiego koło Przemysłu. *Przewodnik Zjazdowy LIX Zjazdu PTG w Przemysłu*.
- MORYCOWA E. 2008 – Korale Scleractinia z wapieni egzotykowych typu sztramberskiego polskich Karpat zewnętrznych. *Geologia*, 34 (3/1): 129–137.
- NEY R. 1957a – O miocenie na przedgórzu Karpat między Przemysłem a Chyrowem. *Prz. Geol.*, 5 (1): 12–18.
- NEY R. 1957b – O egzotykach wapieni jurajskich brzeźnej części Karpat i Przedgórza między Sanem a Wiarem. *Acta Geol. Pol.*, 7 (2).
- NIEDŹWIEDZKI J. 1901 – Przyczynek do geologii pobraża Karpat przemyskich. *Kosmos*, 26 (244): 538–555.
- NIEDŹWIEDZKI J. 1908 – O wapieniu jurajskim koło Przemysłu. *Kosmos*, 33.
- NIEDŹWIEDZKI J. 1910 – O wieku warstw występujących na zachodniej stronie Przemysłu. *Kosmos*, 35.
- NOWAK E. 2011 – Mapa morfologiczna miasta Przemysłu w skali 1 : 2000. Usługowy Zakład Fizjografii i Geologii Inżynierskiej. Rzeszów.

- OLSZEWSKA B., PAUL Z., RYŁKO W. 2009 – Pozycja tzw. skałek w profilu jednostek brzeżnych Karpat zewnętrznych. *Geologia*, 35 (3–1): 93–95.
- OSZCZYPKO N. 2001 – Rozwój zapadliska przedkarpackiego w miocenie. *Prz. Geol.*, 49: 717–723.
- OSZCZYPKO N. 2006 – Powstanie i rozwój polskiej części zapadliska przedkarpackiego. *Prz. Geol.*, 54: 396–403.
- POŁTOWICZ S. 1991 – Miocen strefy karpackiej między Dębicą a Przemyślem. *Kwart. AGH, Geologia*, 17 (4): 5–27.
- POŁTOWICZ S., STARCZEWSKA-POPOW A. 1974 – Rozwój zapadliska przedkarpackiego między Tarnowem a Przemyślem. *Rocz. PTG*, 42 (4).
- ROGAŁA W. 1921 – Materiały do geologii Karpat cz.I. Nowa górnokredowa fauna z Prałkowiec koło Przemyśla. *Kosmos*, 46.
- ROGAŁA W., KOKOSZYŃSKA B. 1948 – Rewizja fauny kredowej z Prałkowiec koło Przemyśla. *Biul. Państw. Inst. Geol.*, 42 (za 1947).
- ROŻAŃSKI J. 1983 – Twierdza Przemyśl. Krajowa Agencja Wydawnicza, Rzeszów.
- ROŻAŃSKI J. 2000 – Tajemnice Twierdzy Przemyskiej. San-Set, Przemyśl.
- RYCIO E. 2013 – Karta rejestracyjna osuwiska (numer ewidencyjny 18-62-011-51331) w miejscowości Przemyśl. <http://geoportal.pgi.gov.pl/portal/page/portal/SOPO>
- RYCIO E., CYBULSKA D. 2013a – Mapa osuwisk i terenów zagrożonych ruchami masowymi w skali 1 : 10 000, gm. Przemyśl Miasto, pow. przemyski, woj. podkarpackie. <http://geoportal.pgi.gov.pl/portal/page/portal/SOPO>
- RYCIO E., CYBULSKA D. 2013b – Mapa osuwisk i terenów zagrożonych ruchami masowymi w skali 1 : 10 000, gm. Przemyśl, pow. przemyski, woj. podkarpackie. <http://geoportal.pgi.gov.pl/portal/page/portal/SOPO>
- RYCIO E., CYBULSKA D. 2013c – Objąsnienia do mapy osuwisk i terenów zagrożonych ruchami masowymi w skali 1 : 10 000, gm. Przemyśl Miasto, pow. przemyski, woj. podkarpackie. <http://geoportal.pgi.gov.pl/portal/page/portal/SOPO>
- RYCIO E., CYBULSKA D. 2013 d – Objąsnienia do mapy osuwisk i terenów zagrożonych ruchami masowymi w skali 1 : 10 000, gm. Przemyśl, pow. przemyski, woj. podkarpackie. <http://geoportal.pgi.gov.pl/portal/page/portal/SOPO>
- SKOMPSKI S. 1990 – Plejstocenyjskie ślimaki lądowe ze stanowiska Łuczyce k. Przemyśla. *Prz. Geol.*, 38 (12): 546.
- STRZĘPKA J. 1975 – Plankton starszego miocenu jednostki stebnickiej w okolicach Przemyśla. *Nar. Arch. Geol. Państw. Inst. Geol.*, Kraków.
- WIELICZKO M. 1992 – Walki w okolicach Twierdzy Przemyskiej w latach 1914–1915 na łamach prasy polskiej. *Przemyśl*.
- WILCZYŃSKI Z. 1961 – Nasunięcie stebnickie w okolicy Przemyśla i jego element fliszowy. *Nafta*, 9: 241–245.
- WIŚNIEWSKI T. 1918 – Fauna małżów górnej kredy karpackiej w okolicy Przemyśla. *Kosmos*, 43/44.
- WÓJCIK A., RĄCZKOWSKI W. 2018 – Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski w skali 1 : 50 000. Arkusz Przemyśl (1027). Państw. Inst. Geol., Warszawa.
- WÓJCIK K. 1904 – Dolnooligocenyjska fauna Kruhela Małego pod Przemyślem. *Rozpr. AU*, 42.
- WÓJCIK K. 1907 – Exotica fliszowe Kruhela Wielkiego koło Przemyśla. *Spraw. Kom. Fizyogr. PAU*, 42.
- WÓJCIK K. 1913 – Jura Kruhela Wielkiego pod Przemyślem. *Rozpr. AU*, 53/54.
- ZIELIŃSKI J. 1963 – Odkrycie fliszowego fałdu węglębnego w rejonie Przemyśla i wnioski stąd płynące. *Rocz. PTG*, 33 (1–3).
- ZIĘTAŁ N. 2018 – W Przemyślu likwidują osuwisko na stoku narciarskim. Wzniesienie wzmocnione jest żelbetowymi palami. <https://nowiny24.pl>
- ZIĘTARA T. 1991 – Influence of geological structure on landslide development in the eastern part of the Flysch Carpathians. *Folia Geographica, Series Geographica - Physica* 22: 71–86.
- ZUBER R. 1909 – Skałka tytońska w Kruhelu Wielkim koło Przemyśla. *Kosmos*, 53.
- ŻYTKO K. 1986 – Podłoże Karpat na południe od Przemyśla a problem fałdów węglębnych w Polsce. *Kwart. Geol.*, 33 (2): 364–365.

Praca wpłynęła do redakcji 21.01.2020 r.
Akceptowano do druku 15.09.2020 r.