

Osuwiska w dolinie Wisłoki na terenie projektowanego zbiornika w Kątach (Beskid Niski)

Antoni Wójcik*, Wojciech Rączkowski*

Przedstawiono rozmieszczenie osuwisk na terenie projektowanego zbiornika Krempana w Beskidzie Niskim. Omówione zostało przewidywane oddziaływanie osuwisk na zapórę i zbiornik wodny. Niektóre z występujących w tej części doliny Wisłoki osuwiska mogą utrudniać budowę zapory i wpływać na zmiany linii brzegowej powstającego zbiornika. W tym wypadku należy przeprowadzić dokładne badania i prace monitoringowe w czasie planowych prac budowlanych.

Słowa kluczowe: polskie, Karpaty fliszowe, Beskid Niski, osuwiska, zagrożenia, zbiornik wodny, zapora

Antoni Wójcik & Wojciech Rączkowski — **Landslides in the Wisłoka valley in the neighborhood of projected reservoir at Kąty (Beskid Niski Mts, southern Poland).** Prz. Geol., 49: 389–394.

S u m m a r y. The authors present the layout of landslides in the region of projected reservoir at Krempana in the Beskid Niski Mts. An expected influence of these landslides on the dam and the reservoir is discussed. Some of these landslides can hinder construction of the dam, and alter a shoreline of reservoir. In order to avoid potential landsliding in the region discussed, a precaution is necessary, and mitigation measures should be considered in all stages of the planned geotechnical works.

Key words: Polish Flysch Carpathians, Beskid Niski Mts., landslides, natural hazards, water reservoir, dam

Pierwsze prace dotyczące zbiorników wodnych projektowanych w dorzeczu Wisłoki datują się na lata II wojny światowej, kiedy to przeprowadzono badania geologiczne dla projektowanego zbiornika wodnego w Kamienicy Dolnej, na północ od Jasła (ryc. 1). W latach powojennych w dorzeczu Wisłoki wykonano kilka kolejnych projektów (OK PIG, 1967), a ostatnim, dla którego rozpoczęto badania jest usytuowany między Kątami a Krempaną — zbiornik Krempana (Sroczyński, 1999). Istnieje kilka wersji usytuowania osi zapory przegradzających dolinę (Florkowski, 1999; Filimowski, 1999). Pierwsze prace związane z bezpośrednią lokalizacją zbiornika miały związek z lokalizacją samej zapory powyżej miejscowości Krempana, w przełomie Wisłoki między wzniesieniami G. Syplakani a G. Suchani lub w miejscowości Kąty. Ostatecznie zapora ma powstać w Kątach, w rejonie osiedla Zagrody (Hydroprojekt, 1972), a zbiornik ma sięgać na południe od przełomowego odcinka doliny Wisłoki między wzniesieniami G. Syplakania (640,9 m n.p.m.) i G. Suchania (580,5 m) aż do Krempanej (ryc. 2).

Projektowany zbiornik Krempana („Kąty”) jest położony we wschodniej części polskich Karpat, w Beskidzie Niskim na obszarze województwa podkarpackiego. Okolice te są słabo zaludnione. Unikatywne warunki środowiska pozwalają magazynować czystą wodę bez potrzeby wykonywania w zlewni większych prac inwestycyjnych w zakresie kanalizacji, budowy oczyszczalni czy też konieczności zmiany sposobu użytkowania terenu na większym obszarze. Obszar ten nie jest dostatecznie rozpoznany pod względem budowy geologicznej. Wykonano wprawdzie wiele dokumentacji geologicznych pod projektowany zbiornik (Sroczyński, *op.cit.*), ale opierały się one na starych mapach geologicznych i przeważnie nie obejmowały całego obszaru, a zamieszczone w nich wyniki budzą pod wieloma względami zastrzeżenia.

Pierwsze zdjęcie geologiczne obejmujące omawiany obszar wykonali Teisseyre (1930, 1932) oraz Böhm (1931, 1932, 1933), później prace kartograficzne wykonywali też Tokarski (1940–1951), Strzetelski oraz Koszarski (1967) i Ślęczka (1963–1968, 1971). Zostały one zestawione na mapie 1 : 200 000, arkusz Jasło (Nescieruk i in., 1995; Rączkowski i in., 1995; Nescieruk i in., 1996). Obszar Beskidu Niskiego jest terenem, gdzie są rejestrowane procesy osuwiskowe (m.in. Pitułko, 1913; Sawicki, 1917; Teisseyre, 1936; Gerlach i in., 1958; Szczepanek, 1963; Starkel, 1972; Gil i in., 1974; Gil & Kotarba, 1985). Praca Teisseyre'a (1936), który oznaczył osuwiska w rejonie miejscowości Ostryszne w dolinie Wiszni, bezpośrednio dotyczy omawianego terenu. Osuwiska zajmują duże powierzchnie w odcinkach źródłowych w prawostronnych dopływach Wisłoki oraz na terenie zbudowanym z utworów płaszczowiny magurskiej. Teisseyre (1936) przyjął, że powstanie osuwisk w tym obszarze jest związane głównie z litologią i wykształceniem utworów fliszowych.

Omawiany teren jest położony w północnej części Beskidu Niskiego (ryc. 2), ok. 6 km na południe od wyraźnie zaznaczającego się w rzeźbie proggu wznoszącego się nad obszarem Dołów Jasielsko-Sanockich. Projektowany zbiornik znajduje się na terenie określanym jako Obniżenie Desznicy–Myscowej (Starkel, 1972) lub Kotliną Myscowej (Teisseyre, 1936).

Obszar ten jest zbudowany z utworów należących do trzech dużych jednostek strukturalnych: magurskiej, dukielskiej i śląskiej (Wdowiarz, 1953; Ślęczka, 1968, 1971, 1977; Nescieruk i in., 1995). Na terenie jednostki śląskiej i dukielskiej w budowie powierzchniowej dominują wychodnie warstw krośnieńskich piaskowcowo-łupkowych oraz piaskowcowych, a lokalnie w osiach fałdów i łusek ukazują się wychodnie łupków i margli menilitowych oraz rogowców. W okolicach Myscowej przed czołem nasunięcia magurskiego w litologii przeważają wychodnie mułowców i łupków warstw krośnieńskich dolnych i w tym obszarze powstało obniżenie o charakterze niewielkiej kotlinki. Na omawianym obszarze z większych elementów tektonicznych na terenie jednostki śląskiej

*Państwowy Instytut Geologiczny, Oddział Karpacki, ul. Skrzatów 1, 31-560 Kraków; awojcik@pigok.com.pl; wraczkow@pigok.com.pl

można wyróżnić: odwodową synklinę Skalnika oraz łuskę Myscovej. Omawiane struktury fałdowe są poprzecinane poprzecznymi uskokami zrzutowymi i przesuwczymi (Teisseyre, 1930, 1932; Böhm, 1931, 1932, 1933).

Na terenie występowania płaszczowiny magurskiej ukazują się wychodnie warstw inoceramowych, pstrych łupków, wąska strefa warstw podmagurskich oraz piaskowce magurskie (piaskowce z Wątkowej). Wśród utworów czwartorzędowych występujących wzdłuż doliny Wisłoki oraz jej dopływów można wyróżnić różnowiekowe osady rzeczne (holoceńskie, z okresu zlodowacenia północnopolskiego i środkowopolskiego), gliny i gliny z rumoszem piaskowcowym deluwialne i deluwialno-soliflukcyjne oraz koluwia osuwiskowe.

Na obszarze Beskidu Niskiego wzdłuż doliny Wisłoki między Kątami a Krempną stwierdzono występowanie wielu osuwisk. Terenowe prace kartograficzne oraz interpretacja zdjęć lotniczych dla omawianego obszaru doprowadziły do szczegółowego zarejestrowania stref ich występowania (ryc. 3). Osuwiska stanowią jeden z najważniejszych problemów dla projektowanego zbiornika w Kątach, a zwłaszcza, głębokie osuwiska strukturalne schodzące do dna doliny mogą wywierać niekorzystny wpływ, już podczas budowy zapory, jak i po napełnieniu zbiornika wodą. Istnieje też pytanie jak zachowują się osuwiska w przypadku wystąpienia katastrofalnych zjawisk atmosferycznych lub wstrząsów sejsmicznych, które były rejestrowane w najbliższym obszarze (Gerlach i in., 1958).

Prace związane z występowaniem osuwisk w strefie projektowanego zbiornika „Kąty” przeprowadzono w latach 1998–2000 r. Polegały one na kartowaniu geologicznym (okonturowaniu) obszarów objętych ruchami osuwiskowymi oraz rozpoznaniu wychodni w strefie występowania osuwisk. Przed przystąpieniem do prac wykonano wstępną interpretację zdjęć lotniczych. Wszystkie osuwiska okonturowano w terenie znacząc ich niszę oraz czoła i obszar objęty ruchami osuwiskowymi. Również w ich obrzeżach prowadzono obserwacje naturalnych wychodni w celu rozpoznania budowy utworów czwartorzędowych, jak i skał fliszowych, na którym osuwiska się rozwinęły. Problematyka wykształcenia skał oraz struktur tektonicznych w utworach fliszu karpackiego na terenie projektowanego zbiornika wymaga dalszych szczegółowych badań.

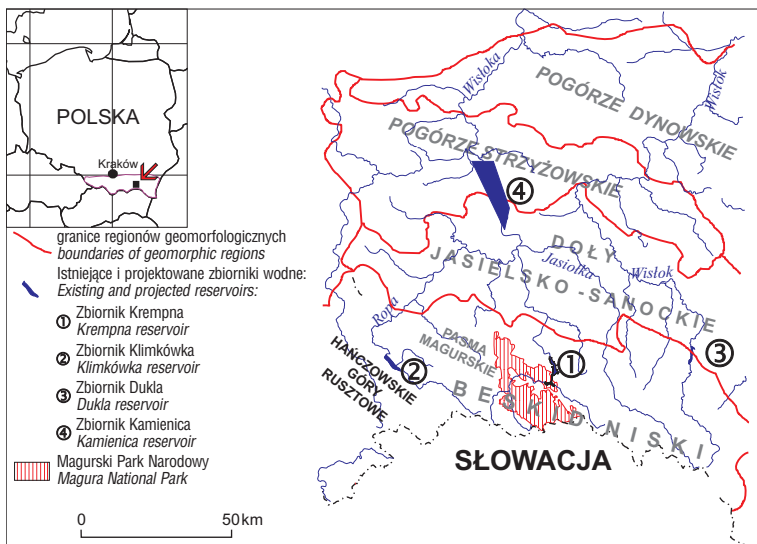
Osuwiska w rejonie projektowanej osi zapory

Na prawych stokach doliny Wisłoki największy zespół dużych osuwisk strukturalnych wstępuje w rejonie projektowanej osi zapory. Poniżej projektowanej osi zapory występuje głębokie osuwisko strukturalne (nr 1 na ryc. 3). Jest to osuwisko typu insekwentnego i należy do głębokich osuwisk pakietowo-rumoszowych. Rozpoczyna się w rejonie bocznego grzbietu, niszą o wysokości 50–10 m, poniżej której znajduje się podłużny rów rozpadlinowy. Opada ono ku Wisłoce wyraźnymi progami — niszami o wysokości od 5 do 20 m. Poniżej najniższych progów występują zagłębienia po rowach rozpadlinowych, wypełnione glazami i blokami piaskowcowymi. Szacowana miąższość koluwiów wynosi tu od kilkunastu do ok. 25 m, a może być nawet większa. W obrębie tego osuwiska występują również pakiety — kry osuniętego fliszu, które znaczą się w

postaci progów w środkowej części omawianego osuwiska. Powierzchnie poślizgu w tym osuwisku mają przebieg złożony — sądząc po formach osuwiskowych i wychodniach fliszu — a najniższa schodzi do poziomu współczesnego koryta Wisłoki. Wskazują na to lokalne zaburzenia wychodni w strefie czoła osuwiska. Nisza tego osuwiska jest położona na wysokości 430 m n.p.m., jego czoło podcinane przez Wisłokę — na wysokości ok. 312–315 m. Długość osuwiska wynosi ok. 320 m, szerokość — 200 m, powierzchnia zaś ok. 6,5 ha. Znajduje się ono w bezpośrednim oddziaływaniu projektowanych prac inżynierskich związanych z budową zapory.

Na południe od osuwiska, powyżej projektowanej osi zapory, występuje osuwisko o źle wykształconych lub zniszczonych formach (nr 2, na ryc. 3, 4), nie posiadające wyraźnej niszy, a rozpoczynające się niewyraźnym załomem w obrębie zbocza. Należy do osuwisk konsekwentnych, a jego powierzchnia została przekształcona przez rolnicze użytkowanie terenu. Kąty zapadania warstw mierzone na obrzeżach tego osuwiska są zbieżne z kątem nachylenia stoku. Ruch osuwiskowy odbywał się poprzez konsekwentne ześlizgiwanie po wychodniach łupków, glin i rumoszy zwietrzelinowych oraz przypowierzchniowych warstw piaskowców i łupków, przez co obszar oderwania nie zaznacza się w postaci wyraźnej niszy. Łączy się ono z dużym głębokim osuwiskiem insekwentnym (nr 2a — według klasyfikacji Bobera, 1984), obejmującym cały lej źródłowy potoku uchodzącego do Wisłoki w okolicy przysiółka Goleisz. W rejonie ujścia tego potoku w wysokiej krawędzi występują czynne małe osuwiska (nr 4, 5) obejmujące głównie utwory czwartorzędowe. Powyżej ujścia opisywanego potoku występuje niewielkie osuwisko strukturalne obejmujące zarówno utwory czwartorzędowe, jak i warstwy króśnieńskie. Podczas piętzenia wody w zbiorniku, te małe osuwiska zostaną zatopione.

Na lewych orograficznie stokach doliny Wisłoki powyżej projektowanej osi zapory Kąty, występuje osuwisko (nr 3 na ryc. 3, 4) strukturalno-zwietrzelinowe w stromej krawędzi, które czołem — o wysokości 1–2,5 m — nasuwa się na powierzchnię holocenceńskiego tarasu nadzalewowego. Rozpoczyna się ono niszą wysokości 1–5 m. Miąższość koluwiów jest znacznie mniejsza niż w osuwiskach nr 1 i 2. Osuwisko w całości znajduje się pod powierzchnią wody, ale podczas prac inżynierskich związanych z budową lewego przyczółka zapory może znacznie je utrudniać. W kierunku południowym, poniżej projektowanej osi zapory występują osuwiska (nr 8–11), które znajdują się w poziomie oraz powyżej lub poniżej rzędnej piętzenia. Największym zagrożeniem dla zapory wydaje się być osuwisko nr 11. Jest to osuwisko czynne — przynajmniej w dolnej części, dodatkowo podcinane przez Wisłokę. Od stoku obrzeża je wyraźna nisza o wysokości 1–5 m. Można je określić jako osuwisko obsekwentne. Powyżej wspomnianego, czynnego współcześnie, występuje starsze osuwisko stokowe (górną część osuwiska nr 11), obejmujące znacznie większą powierzchnię stoku. Rozpoczyna się ono w rejonie grzbietu „Na uroczysku” wyraźną krawędzią — niszą, będącą prawdopodobnie fragmentem starej plejstoceńskiej niszy osuwiskowej. Znajdujące się poniżej niej spłaszczenie jest rowem rozpadlinowym wypełnionym osadami. Osuwisko to jest związane z najstarszą generacją osuwisk na tym obszarze. Obserwowane poniżej opisywa-



Ryc. 1. Lokalizacja istniejących i projektowanych zbiorników wodnych w dorzeczu Wisłoki i Wisłoka. Podział na regiony geomorfologiczne według Starkla, (1972)

Fig. 1. Location of existing and projected water reservoirs in the Wisłoka and Wisłok drainage basins. Division into geomorphic regions after Starkel (1972)

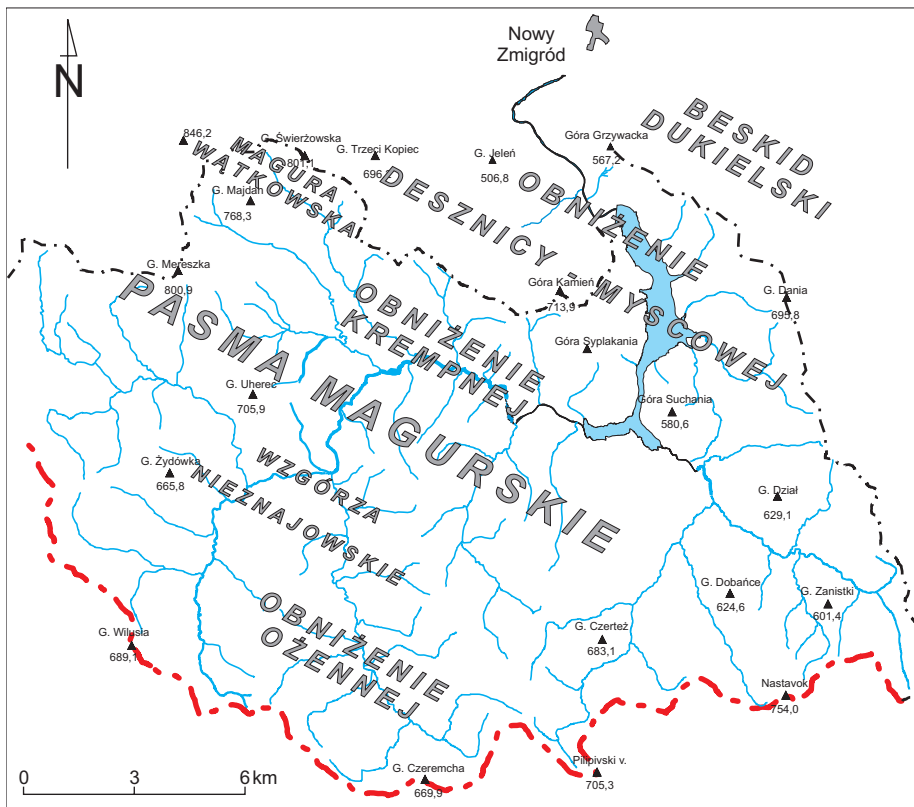
nej niszy wschodnie warstw krośnieńskich mają zmienne kierunki biegu i zapadania na niewielkich odcinkach, co wskazuje na to, że zostały zrotowane w wyniku ruchów osuwiskowych. W najbliższym otoczeniu warstwy krośnieńskie nie wykazują tak dużej zmienności biegu warstw jak i kątów zapadania. Ze względu na stosunkowo bliską odległość od projektowanej osi zapory, obszar wyżej omówionych osuwisk, stanowi strefę o dużym zagrożeniu projektowanymi budowlami hydrotechnicznymi, przez co wymaga bardziej szczegółowych badań.

Osuwiska w rejonie projektowanego zbiornika

Poniżej strefy osuwiskowej w bezpośrednim sąsiedztwie osi zapory, na prawych stokach doliny Wisłoki występuje wiele małych osuwisk zboczowych (osuwiska nr 16, 17, 17a, b), łączących się ze sobą jeziorami, których czoła schodzą do koryta Wisłoki lub na taras zalewowy. Rozwinęły się one w miększych utworach czwartorzędowych i warstwach krośnieńskich. W górnej części są to osuwiska rynnowe, posiadające nisze założone na wychodniach warstw krośnieńskich. Można je zaliczyć do osuwisk typu

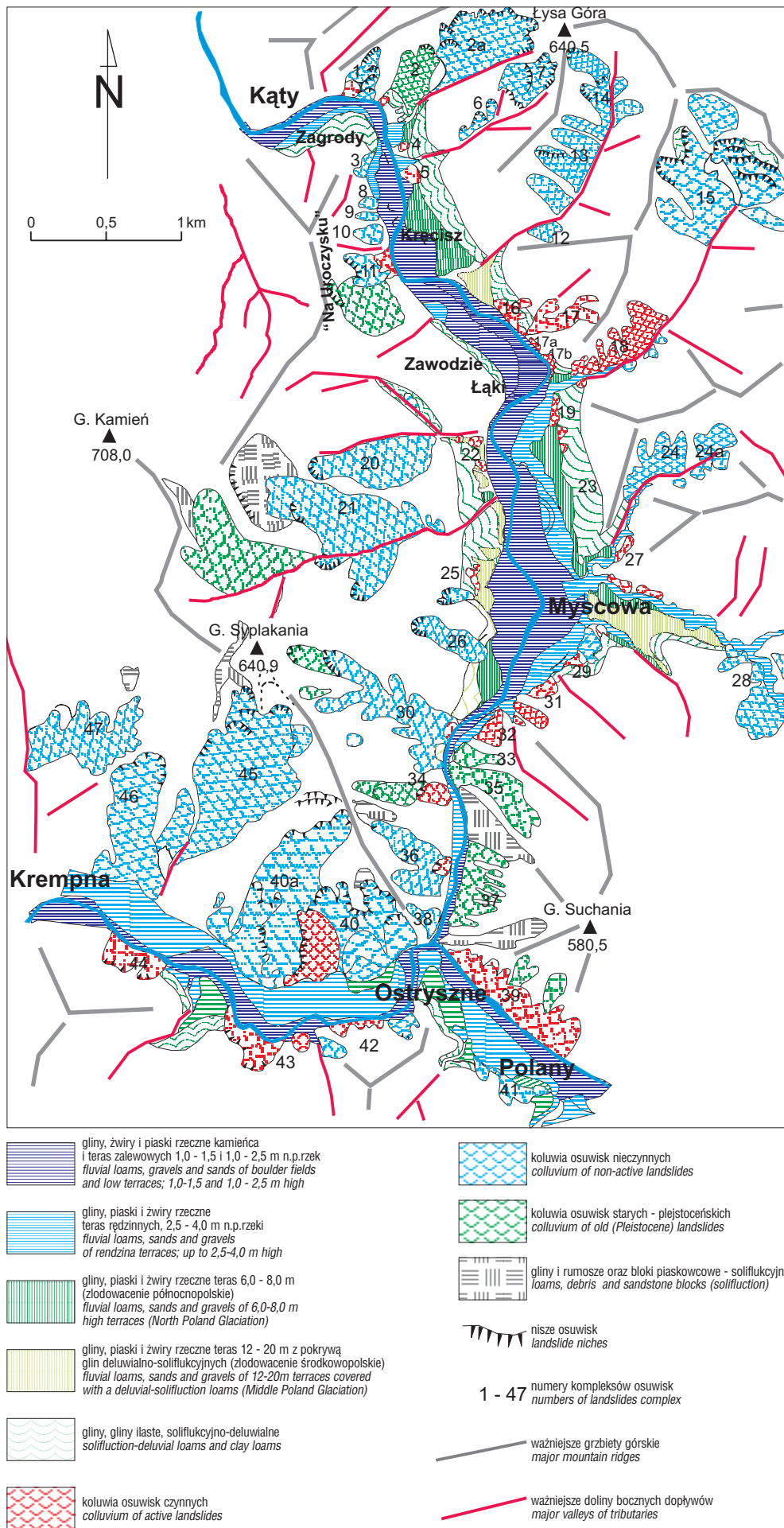
subsekwentnego. Obserwowano w wielu miejscach, że koluwia tych osuwisk są aktywne. To uaktywnienie się jest związane z opadami w okresie wiosennym 2000 i w latach wcześniejszych. Jedno z tych małych, strukturalno-zwierzelinowych osuwisk, zniszczyło lokalną drogę, a czoło jego jezora doszło do koryta Wisłoki. Na wschód od doliny Wisłoki, w dolinie bocznego dopływu, na jej prawych stokach występuje wiele osuwisk o różnej wielkości i różnym stopniu aktywności (osuwiska nr 18). W dolnej części są to osuwiska aktywne. Na wiosnę 2000 r., w wyniku osuwania się jezora koluwia zabarykadowała dno doliny. Największe, nie będące aktywnym współcześnie osuwisko (nr 15), o powierzchni kilkudziesięciu hektarów zarejestrowano w leju źródłowym omawianego potoku.

Między Mysową a przełomowym odcinkiem Wisłoki występują przeważnie małe osuwiska (ryc. 3 — nr 19, 23, 27, 29, 31, 32). Znaczne powierzchnie



Ryc. 2. Położenie górnej części zlewni Wisłoki na tle jednostek geomorfologicznych (według Starkla, 1972)

Fig. 2. Location of upper part of the Wisłoka drainage basin versus geomorphic units (after Starkel, 1972)

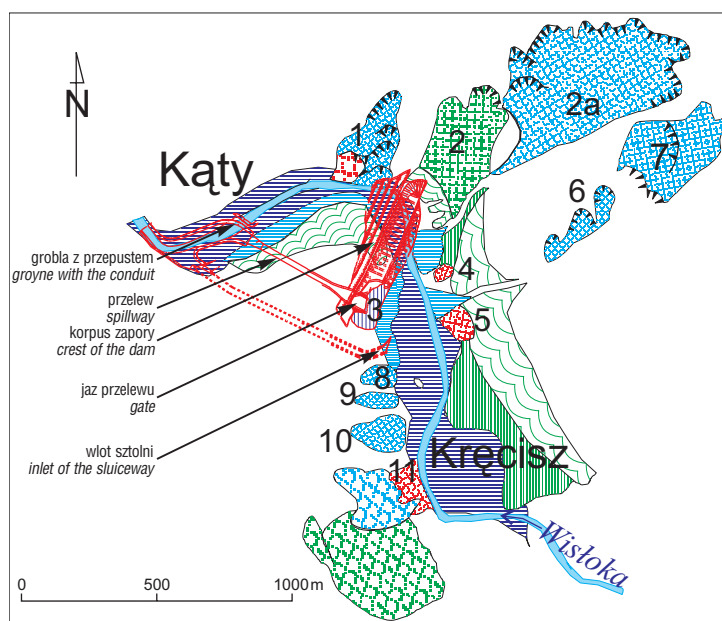


Ryc. 3. Szkic występowania osuwisk w rejonie projektowanego zbiornika
Fig. 3. Scheme of landslides in the vicinity of projected reservoir

natomiast zajmują w dolinach bocznych dopływów Wisłoki oraz w ich lejach źródłowych (np. nr 24, 24a, 28), co rejestrował już w roku 1930 H. Teisseyre.

Na orograficznie lewych stokach doliny Wisłoki występuje wiele małych, czynnych osuwisk zboczowych, rozwiniętych w strefie krawędzi erozyjnej między dnem doliny a wyższymi tarasami (ryc. 3 — osuwiska nr 22, 25). Powyżej, na stokach G. Kamień, występują duże osuwiska rozpoczynające się w obrębie grzbietów G. Kamień i schodzące czołami do wys. 360 m n.p.m. Są to duże i głębokie osuwiska strukturalne. Rozwinęły się w strefie nasunięcia magurskiego na jednostkę śląską. Nisze tych osuwisk są założone w gruboławicowych piaskowcach z Wątkowej, a początek ich rozwoju miał miejsce jeszcze w plejstocenie. Nasuwają się swymi jezorami na warstwy krośnieńskie. Osuwisko nr 21 było aktywne po wybudowaniu drogi leśnej, a w efekcie późniejszych ruchów osuwiskowych droga została zniszczona.

W strefie bezpośredniego oddziaływania zbiornika znajdują się osuwiska strukturalno-zwietrzelinowe nr 26, 30, 34 i 36 (ryc. 3). W górę doliny, tuż poniżej przełomu, zarejestrowano świeżą zerwę zboczną na obrzeżach dużego osu-



Ryc. 4. Lokalizacja wariantu III zapory w Kątach na tle występujących w tej części doliny Wisłoki osuwisk. Układ techniczny zapory według Sroczyńskiego

Fig. 4. Location of the 3rd dam design at Kąty versus landslides of this part of the Wisłoka valley

wiska strukturalnego (nr 30), rozwiniętego w strefie nasunięcia magurskiego. Koluwia jezora tego osuwiska są podcinane przez Wisłokę. W materiale koluwalnym można obserwować duże bloki i głazy oraz pakiety osuniętego fli-szu, tkwiące w glinach zawierających różnej wielkości rumosz piaskowców i łupków. Osuwisko to znane już było Teisseyre'owi (1936). Powierzchnia poślizgu w dolnej części omawianego osuwiska znajduje się w poziomie współczesnego koryta Wisłoki. Miąższość koluwiów można oszacować na co najmniej kilkanaście metrów. Występująca obok czynna zerwa zboczowa posiada wyraźną niszę, założoną w żwirach rzecznych podścielonych ilami popielatoszarymi z rumoszem skalnym.

W odcinku przełomowym doliny zarejestrowano istnienie starych osuwisk strukturalnych (nr 34 i 36). W obrębie osuwiska nr 34, znajduje się współczesne osuwisko, w całości rozwinięte w obrębie koluwiów starszego osuwiska. Posiada ono wyraźną niszę jak i czoło. W efekcie ruchów grawitacyjnych został zniszczony fragment młodego lasu.

Na prawych stokach odcinka przełomowego doliny Wisłoki do ujścia rzeki Wisznia występują stare osuwiska (nr 37 i 37) obejmujące znaczne powierzchnie stoków.

Obszar projektowanego zbiornika wodnego pomiędzy Krępną a Ostryszem jest terenem występowania bardzo dużych powierzchniowo osuwisk (ryc. 3 — nr 39, 40, 40a, 43 i 45). Zajmują one największe powierzchnie w badanym odcinku doliny Wisłoki. Część z nich została już rozpoznana przez Teisseyre'a (1936). Największy powierzchniowo kompleks osuwiskowy tworzą osuwiska nr 40 i 40a występujące bezpośrednio powyżej przełomowego odcinka doliny Wisłoki. Kompleks ten można określić jako zespół różnowiekowych osuwisk łączących się ze sobą. Swym czołem nasuwa się na różnowiekowe tarasy w dolinie Wisłoki. Rozpoczyna się w strefie grzbietu G. Syplakani

wyraźnymi niszami. W niektórych odcinkach obserwowano jego współczesną aktywność w postaci występowania rozwartych szczelin oraz wyraźnych przemieszczeń gruntu. Rozwinęło się ono w obszarze o złożonej tektonice, na wschodnich piaskowców magurskich, pstrych łupkach i warstwach inoceramowych. Należy do osuwisk złożonych w klasyfikacji Bobera (1984). Projektowany zbiornik nie powinien mieć bezpośredniego wpływu na to osuwisko, może ono natomiast zagrażać pośrednio zbiornikowi w chwili uaktywnienia się, np. pod wpływem różnych czynników (opad katastrofalny, trzęsienie ziemi).

Na południowo-wschodnich stokach G. Suchani występuje duże osuwisko strukturalne (nr 39) schodzące swym czołem do koryta Wisznia. Dolna część jezora w trakcie prac terenowych na wiosnę 2000 r. była aktywna. Podobne zjawiska były obserwowane na północnych stokach dolin Wisłoki i Wilszni w obrębie osuwisk nr 41–44 (ryc. 3). W obrębie niszy osuwiska nr 43 zarejestrowano znaczne osunięcia materiału koluwalnego.

Procesy erozji i akumulacji związane z erozją rzeczna

Zbiornik Krempana będzie zatrzymywał całość materiału wlezonego (żwirowego i piaszczystego) transportowanego przez Wisłokę i jej dopływy po dużych opadach atmosferycznych i związanych z nimi wezbraniach rzek i potoków. Powyżej projektowanego zbiornika, a poniżej miejscowości Krempana na Wisłocy istnieje mały zbiornik zaporowy o pojemności początkowej ok. 112 tys. m³, który w opracowaniach koncepcyjnych przyjmuje charakter zbiornika wstępnego. Badania Bednarczyka i Michalca (1997) wskazują na prawie całkowite jego załadowanie, przepływ materiału transportowanego przez wody Wisłoki przez zbiornik i osadzanie poniżej niego.

W trakcie prowadzonych prac, po dużych opadach atmosferycznych 1999 r., zaobserwowano powstanie wielu dużych stożków napływowych u wylotu bocznych dopływów. Materiał był erodowany w dnach potoków i składany w dolinie Wisłoki. Największe stożki powstawały u wylotu potoków, w których lejach źródłowych występują osuwiska. Miąższości tych stożków u nasady stożka wynosiły od 0,3 do 0,8 m. Obliczona powierzchnia stożków w obrębie Kotliny Myscowej wyniosła ok. 8 000 m², przy średniej miąższości 0,3 do 0,5 m. W obrębie dna doliny Wisłoki występowały odcinki bezpośredniego oddziaływania koryta — erozyjne, a poniżej Myscowej erodowany materiał był składany w postaci kamieńców rzecznych i łań przykorytowych.

Procesy te wskazują na możliwość wcześniejszego, niż na to wskazują teoretyczne obliczenia (m.in. Łajczaka, 1995, liczone na ok. 11 000 lat) załadowania zbiornika. Aby temu przeciwdziałać lub ograniczyć dostawę materiału gruboklastycznego, należy przeprowadzić zabudowę potoków choćby w postaci wielu zapór przeciwrumowiskowych. Wymaga to jednak szczegółowych badań nad procesami erozji i akumulacji, zachodzących nie tylko w obrębie samego projektowanego zbiornika, ale też w obrę-

bie bocznych dopływów i bezpośrednio powyżej w dolinie Wisłoki.

Podsumowanie

W polskich Karpatach fliszowych brak jest obszarów, które nie byłyby objęte zjawiskami osuwiskowymi. Rejon lokalizacji projektowanego zbiornika w Krempej nie jest więc wyjątkowym. Ostateczna lokalizacja osi zapory została wybrana, optymalnie biorąc pod uwagę geologię obszaru oraz konieczność jej lokalizacji w tym odcinku doliny Wisłoki.

Prawy (wschodni) przyczółek ma być usytuowany w obszarze zbudowanym z piaskowców i łupków warstw krośnieńskich, które wydają się nie być objęte ruchami osuwiskowymi. Jest to natomiast teren położony między dwoma dużymi i głębokimi osuwiskami, co w trakcie projektowania i samych prac trzeba wziąć pod uwagę. Należy przeprowadzić szczegółowe badania geologiczne i geotechniczne w celu zabezpieczenia stref występowania osuwisk oraz wykluczenia możliwości wystąpienia katastrofy budowlanej. Usytuowanie korony zapory (ryc. 4) w terenie występowania głębokich, strukturalnych osuwisk przyczyni się prawdopodobnie do zwiększenia kosztów budowy samej zapory oraz prac nad monitoringiem i ochroną tej strefy przed niekorzystnymi zjawiskami geodynamicznymi.

Znaczna część współcześnie aktywnych osuwisk występuje w obrębie starszych osuwisk i ich uruchomienie można powiązać z opadami atmosferycznymi oraz zwiększonym nawodnieniem utworów. Pojedyncze osuwiska są związane również z zaburzeniami równowagi zboczy w wyniku podcięć erozyjnych przez rzekę, jak to miało miejsce w rejonie przysiółka Łąki. Na odcinku doliny między Kątami a ujściem rzeki Wisznia występuje wiele osuwisk i niektóre z nich mogą zostać uruchomione w czasie napełniania zbiornika. Większość małych osuwisk zboczowych, które znajdują się poniżej projektowanej rzędnej piętrzenia nie powinno zagrażać zbiornikowi. Mogą one jednak zmniejszać objętość zbiornika w momencie ich uruchomienia.

Duży wpływ na powstały zbiornik mogą mieć osuwiska występujące na lewych orograficznie stokach doliny, a szczególnie powyżej projektowanej osi zapory, gdzie występują osuwiska zboczowe i stare osuwisko strukturalne poniżej grzbietu „*Na uroczysku*”. Obszar ten wymaga specjalnych badań geologicznych (wierceń i szybków), gdyż powierzchnia poślizgu tego osuwiska może znajdować się w strefie rzędnej piętrzenia i przebiegać od kilku-nastu do 20 m od powierzchni terenu.

Należy też zwrócić uwagę, że na powstanie niektórych osuwisk mogły mieć wstrząsy sejsmiczne, co zostało udokumentowane na przykładzie osuwiska w Lipowicy (Gerlach i in., 1958). Starkel (1972a) na podstawie analizy przebiegu głównych poziomów częściowego zrównania na obszarze Beskidu Niskiego i jego przedpola zwraca uwagę na występujące ruchy neotektoniczne. Beskid Niski jest dźwiganym w stosunku do kotlin znajdujących się na północy i to intensywniej w części północnej, która może

być ograniczona linią tektoniczną prawdopodobnie czynną w okresie czwartorzędu.

Literatura

- BEDNARCZYK T. & MICHAŁEC B. 1997 — Sezonowość dostawy materiału unoszonego do małego zbiornika karpackiego. Monografie KGW PAN, 13: 15–20.
- BOBER L. 1984 — Rejony osuwiskowe w polskich Karpatach fliszowych i ich związek z budową geologiczną rejonu. Biul. Państw. Inst. Geol., 340: 115–156.
- BÖHM B. 1931 — Sprawozdanie z badań geologicznych wykonanych w 1930 r. w okolicy Żmigrodu, arkusze Jasło–Dukla. Pos. Nauk. Państw. Inst. Geol., 30: 31–37.
- BÖHM B. 1932 — Sprawozdanie z badań geologicznych, wykonanych w r. 1931 na SW ćwiartce arkusza Jasło–Dukla. Pos. Nauk. Państw. Inst. Geol., 33: 24–26.
- BÖHM B. 1933 — Sprawozdanie z badań geologicznych, wykonanych w r. 1932 w południowej części arkusza Jasło. Pos. Nauk. Państw. Inst. Geol., 36: 40–43.
- FILIMOWSKI J. 1999 — Rola zbiornika wodnego Krempej w rozwoju społecznym województwa podkarpackiego. Stud. Rozpr. IGSMiE PAN, 66: 23–30.
- FLOPKOWSKI J. 1999 — Projektowany zbiornik wodny Krempej. Stud. Rozpr. IGSMiE PAN, 66: 11–22.
- GERLACH T., POKORNY J. & WOLNIK R. — 1958. Osuwisko w Lipowicy. Prz. Geograf., 30: 685–700.
- GIL E., GILOT E., KOTARBA A., STARKEL L. & SZCZEPANEK K. 1974 — Wczesnoholoceńskie osuwisko w Szymbarku i jego znaczenie dla rekonstrukcji paleogeograficznych. Spraw. z Pos. Kom. Nauk. PAN Oddz. w Krakowie, t. 17/1, I–VI 1973.
- GIL E. & KOTARBA A. 1985 — Model of functioning of the landslide „Zapadle” in Szymbark. 13 Kongres KBGA, Przew. 5: 75–77.
- Hydroprojekt** Kraków 1972 — Zbiorniki wodne w górnym dorzeczu Wisłoki. Mat. archiw. Archiwum CBSiPBW „Hydroprojekt”, Oddz. w Krakowie.
- ŁAJCZAK A. 1995 — Studium nad zamulaniem wybranych zbiorników zaporowych w dorzeczu Wisły. Monogr. Kom. Gosp. Wodnej PAN, 8: 1–108.
- NESCIERUK P., PAUL Z., RYŁKO W., SZYMAKOWSKA F., WÓJCIK A. & ŻYTKO K. 1995 — Mapa geologiczna Polski, 1 : 200 000, arkusze JASŁO, A. Mapa odkryta. PAE Warszawa 1995.
- NESCIERUK P., PAUL Z., RĄCZKOWSKI W., SZYMAKOWSKA F. & WÓJCIK A. 1996 — Objasnienia do Mapy geologicznej Polski w skali 1 : 200 000, arkusze JASŁO, PAE Warszawa.
- Projekt** badań geologiczno-inżynierskich dla zbiorników wodnych w dorzeczu Wisłoki, 1967 — Opracowanie archiwalne, Oddz. Karpacki Państw. Inst. Geol., CAG — PIG, Arch. OK. PIG, Kraków.
- PITUŁKO L. 1913 — Osuwisko Szymbarskie koło Gorlic. Wszechświat, 32: 801–806.
- RĄCZKOWSKI W., WÓJCIK A., ZIMNAL Z., NESCIERUK P., PAUL Z., RYŁKO W., SZYMAKOWSKA F. & ŻYTKO K. 1995 — Mapa geologiczna Polski, 1 : 200 000, arkusze JASŁO, A. Mapa utworów powierzchniowych. PAE Warszawa.
- SAWICKI L. 1917 — Osuwisko ziemne w Szymbarku i inne zsuwy powstałe w 1913 r. w Galicji zachodniej. Rozpr. Wyd. Mat.-Przyrodn. AU, ser. 3, t. 16, dz. A, t. 56: 227–313.
- SROTCZYŃSKI W. 1999 — Środowisko geologiczne — zagrożenia związane z budową zbiornika Krempej i możliwości ich ograniczenia. Stud. Rozpr. IGSMiE PAN, 66: 31–52.
- STARKEL L. 1972 — Charakterystyka rzeźby Polskich Karpat i jej znaczenie dla gospodarki ludzkiej. Probl. Zagosp. Ziem górskich, 10: 75–150.
- SZCZEPANEK K. 1983 — Diagramy pyłkowe z Beskidu Niskiego. Spraw. z Pos. Kom. Nauk. PAN Oddz. w Krakowie, t. 25/1, I–VI 1981.
- ŚLĄCZKA A. 1963–1968 — Szczegółowa mapa geologiczna Polski, w skali 1 : 50 000, (bez utworów czwartorzędowych) Region Karpat i Przedgórze, arkusze M 34 — 92 A Żmigród Nowy. Instytut Geologiczny Oddz. Karpacki. Wyd. Geol., Warszawa, 1968.
- ŚLĄCZKA A. 1971 — Geologia jednostki dukielskiej. Pr. Inst. Geol., 63: 1–76.
- ŚLĄCZKA A. 1977 — Uwagi o budowie geologicznej Ziemi Krośnieńskiej. [W:] Przew. 49 Zjazdu Pol. Tow. Geol. w Krośnie. Wyd. Geol.
- TEISSEYRE H. 1930 — Sprawozdanie z badań geologicznych wykonanych w roku 1929 w okolicy Dukli (arkusze Jasło–Dukla). Spraw. Państw. Inst. Geol., 5: 601–616.
- TEISSEYRE H. 1932 — Zarys budowy geologicznej Karpat Dukielskich. Spraw. Państw. Inst. Geol., 7: 319–348.
- TEISSEYRE H. 1936 — Materiały do znajomości osuwisk w niektórych dolinach Karpat i Podkarpacia. Roczn. Pol. Tow. Geol., 12: 135–192.