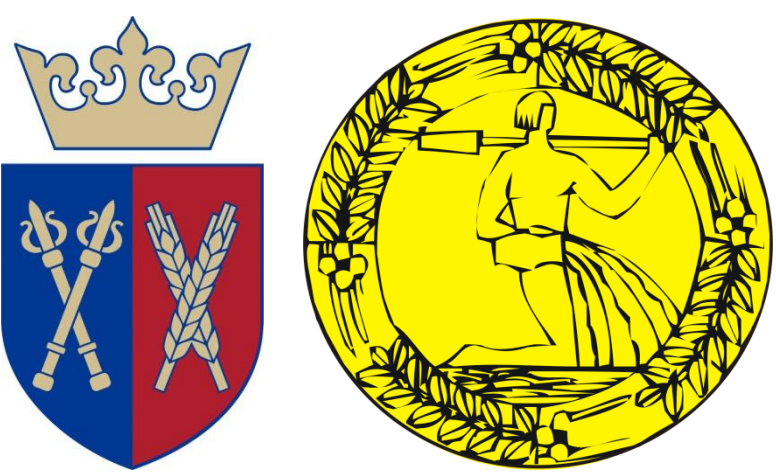




Streszczenie: Celem badań było określenia wpływu zmian poziomów piętrzenia, geometrii profilu brzegowego oraz rodzaju gruntów tworzących przyległe zbocza na proces przeobrażania fragmentu linii brzegowej Zbiornika Czorszyńskiego. Obserwacje przebiegu procesu abrazji linii brzegowej wykonywane są od 2003 roku w siedmiu przekrojach badawczych znajdujących się w pobliżu zapory po stronie Pienińskiego Parku Narodowego. Zakres przeprowadzonych badań obejmował pomiary geodezyjne oraz badania geotechniczne terenowe i laboratoryjne wykonane do głębokości 0,8 m, w strefie przypowierzchniowej badanych przekrojów. W ramach badań terenowych oznaczono gęstości objętościową i wytrzymałość na ścinanie bez odpływu sondą krzyżkową.

WSTĘP

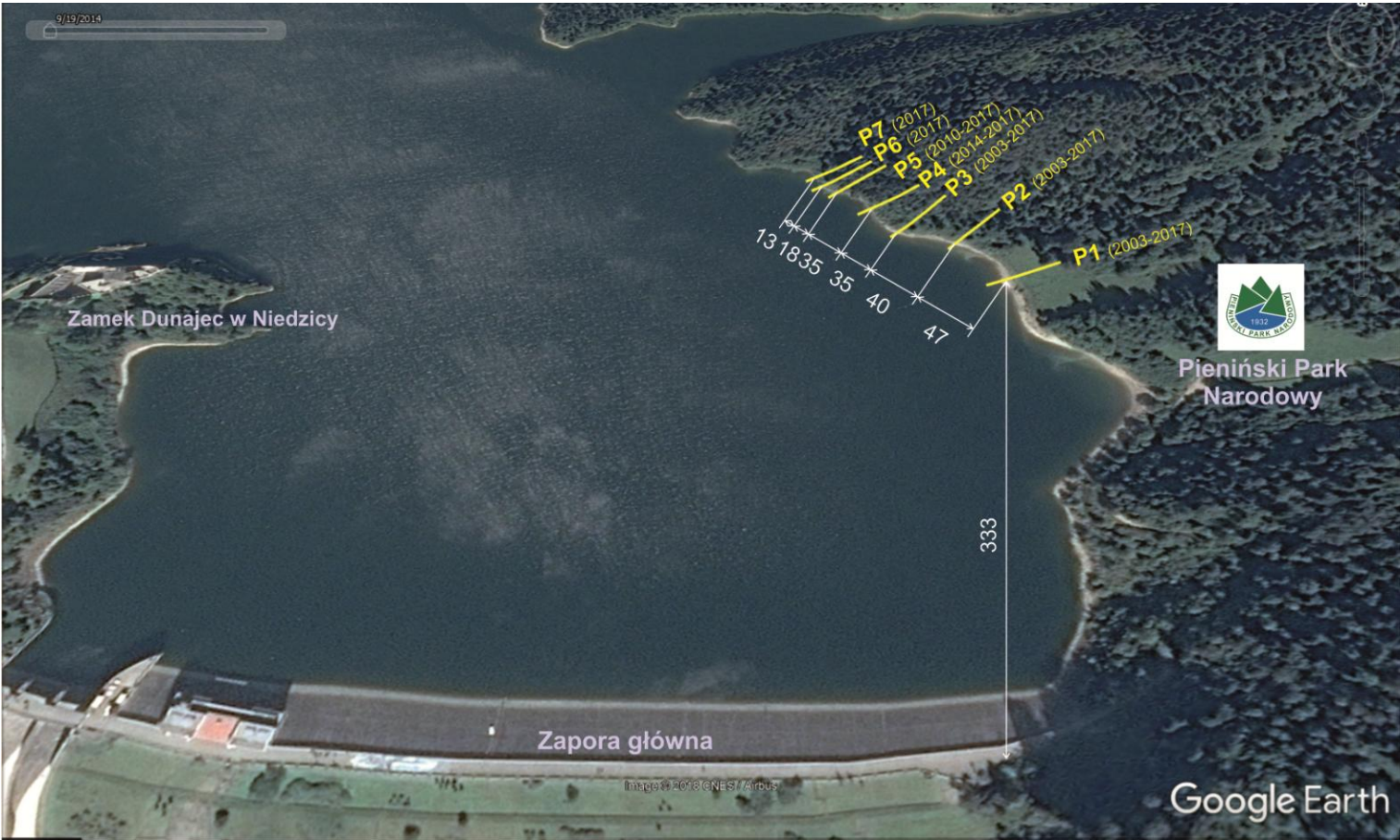
W obrębie naturalnych i sztucznych zbiorników wodnych występują geomorfologiczne zjawiska przeobrażające ich brzegi. Skutkami fizycznymi tych zjawisk są zmiany kształtu brzegu i linii brzegowej. Do przyczyn powstawania tych zmian zalicza się akumulację materiału gruntowego, który jest transportowany przez płynące wody lub odprowadzanie materiału gruntowego ze strefy linii brzegowej do innych miejsc w zbiorniku. W efekcie następuje narastanie brzegu lub jego przesuwanie w kierunku ładu.

Największą rolę w niszczeniu brzegów zbiorników wodnych odgrywają abrazja i osuwiska. Obydwa te procesy mogą występować niezależnie, ale również podcięcie abrazyjne może być bezpośrednią przyczyną powstawania osuwiska. Koluwia takich osuwisk w następstwie ich wystąpienia są abradowane i wówczas tak złożone zjawisko transformacji jest traktowane umownie jako abrazja. Ogólnie rzecz ujmując abrazja jest erozją brzegów zbiorników wodnych wywołaną falowaniem, która obejmuje ścieranie materiału gruntowego wraz z jego przemieszczaniem bądź dezintegracją gruntu. Dezintegracja polega na kruszeniu i odrywaniu od podłoża materiału ziemnego pod wpływem uderzenia fal i jego przemieszczenia.

Abrazja jako jeden z procesów geodynamicznych przeobraża linię brzegową jezior i sztucznych zbiorników wodnych (rys. 1). Proces ten prowadzi do powstawania stromego brzegu i płaskiej powierzchni u jego podstawy tzw. platformy abrazyjnej. Do czynników decydujących o szybkości procesu abrazji zalicza się między innymi zmiany poziomu wody, intensywność falowania, budowę geotechniczną stoku, jego wysokość i nachylenie. Również wietrzezie mrozowe nasila procesy odpadania i obrywania w okresie zimowym głównie w obrębie klifów nasłonecznionych.

CEL I ZAKRES BADAŃ

Celem badań była ocena procesów abrazji brzegu Zbiornika Czorszyńskiego o długości około 200 m w pobliżu zapory głównej po stronie Pienińskiego Parku Narodowego. Badania te prowadzone są od 2003 roku. Początkowe pomiary te były wykonywane w trzech, a obecnie w siedmiu przekrojach badawczych (rys. 2).



Zakres badań terenowych obejmował pomiary geodezyjne oraz rozpoznanie geotechniczne gruntów podłoża w oparciu o wiercenia penetracyjne, sondowania dynamiczne i wkopy badawcze. W trakcie tych badań określono gęstość objętościową i pobrano próbki gruntu do badań laboratoryjnych w celu określenia składu uziarnienia, wytrzymałości na ścinanie w aparacie trójosiowego ściskania i bezpośredniego ścinania.

Rys. 2. Lokalizacja przekrojów badawczych

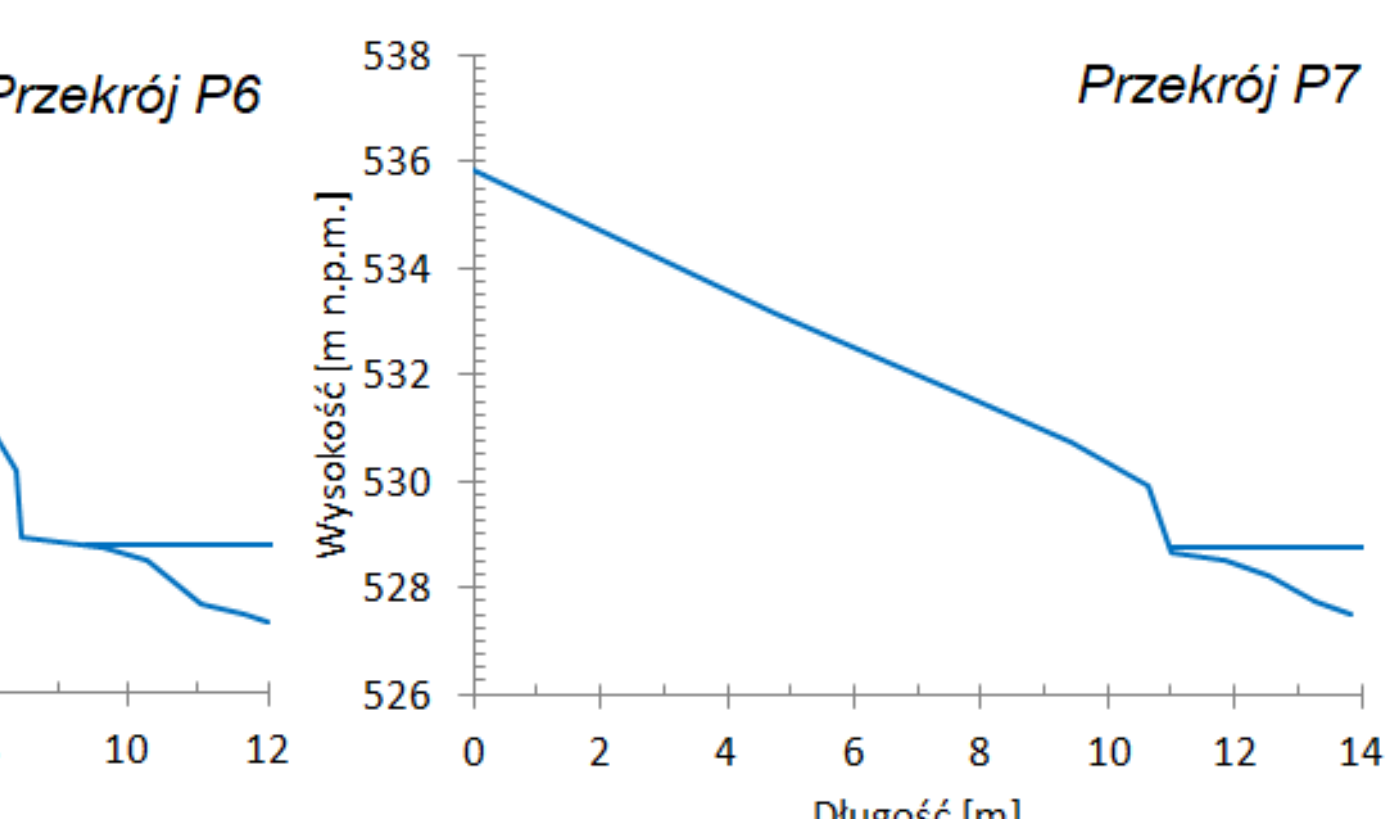
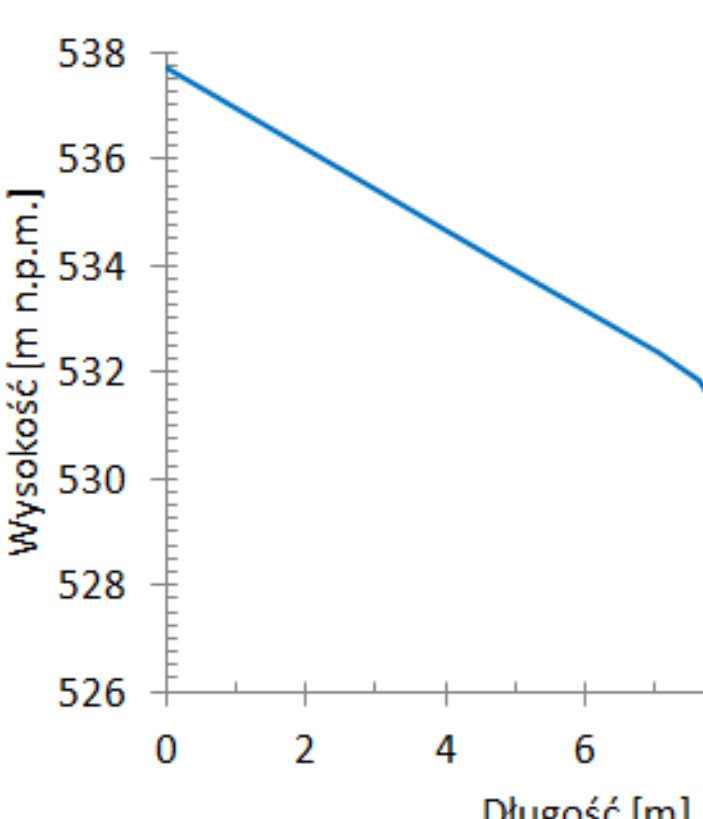
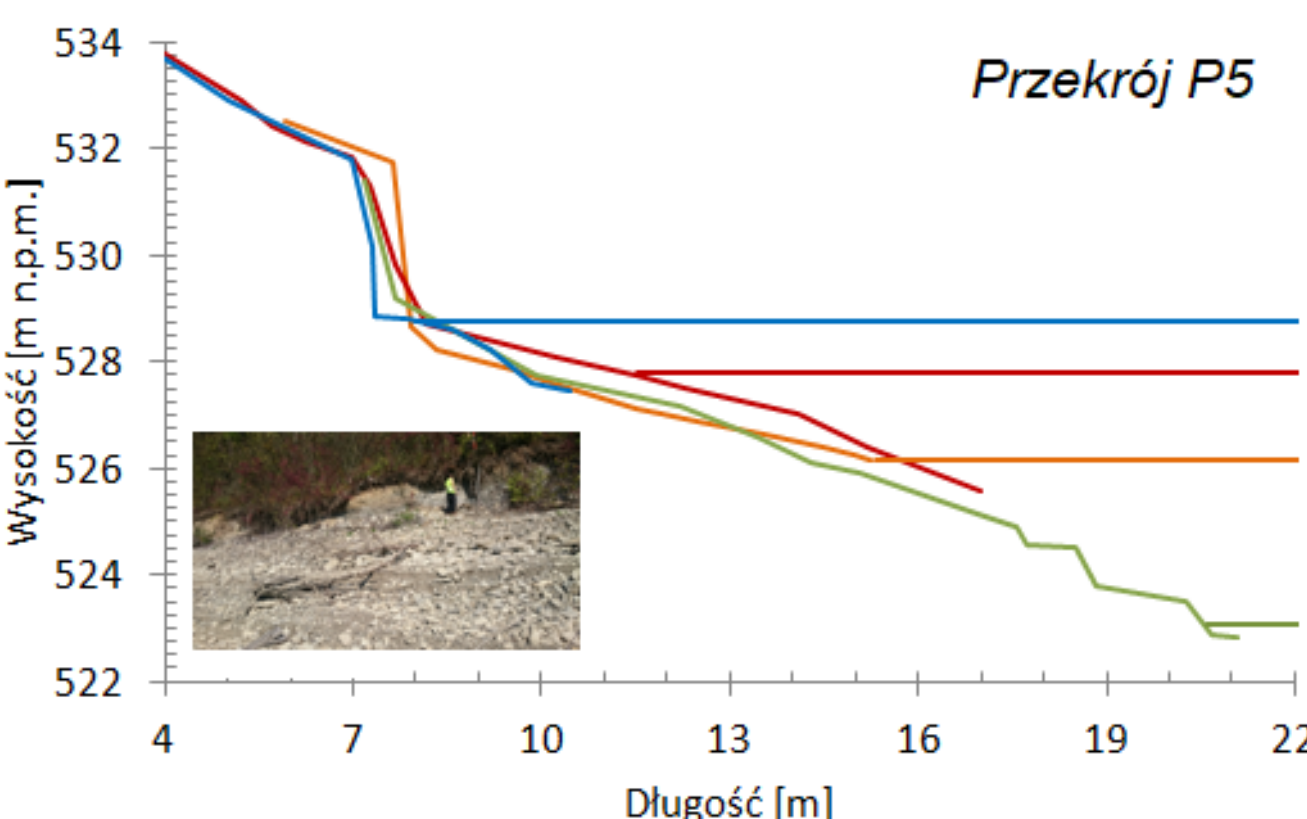
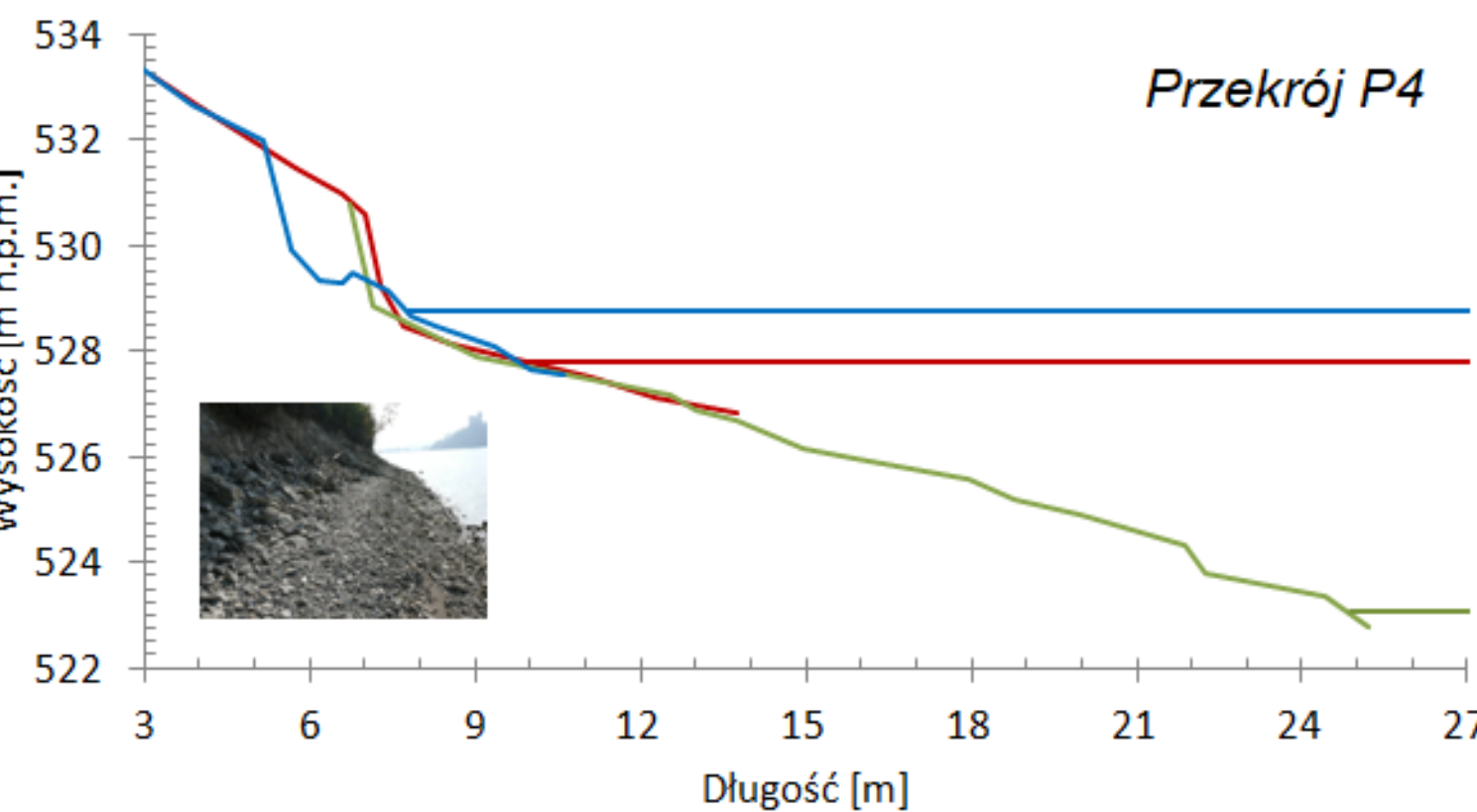
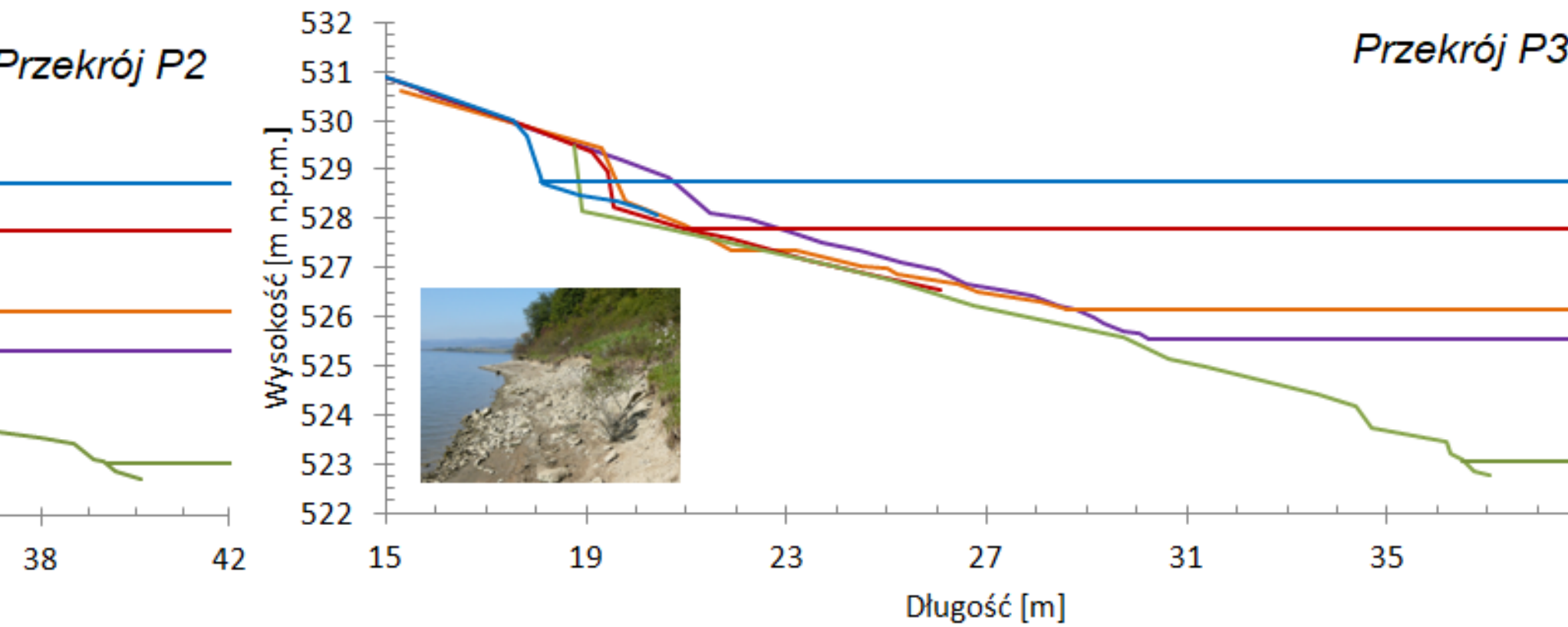
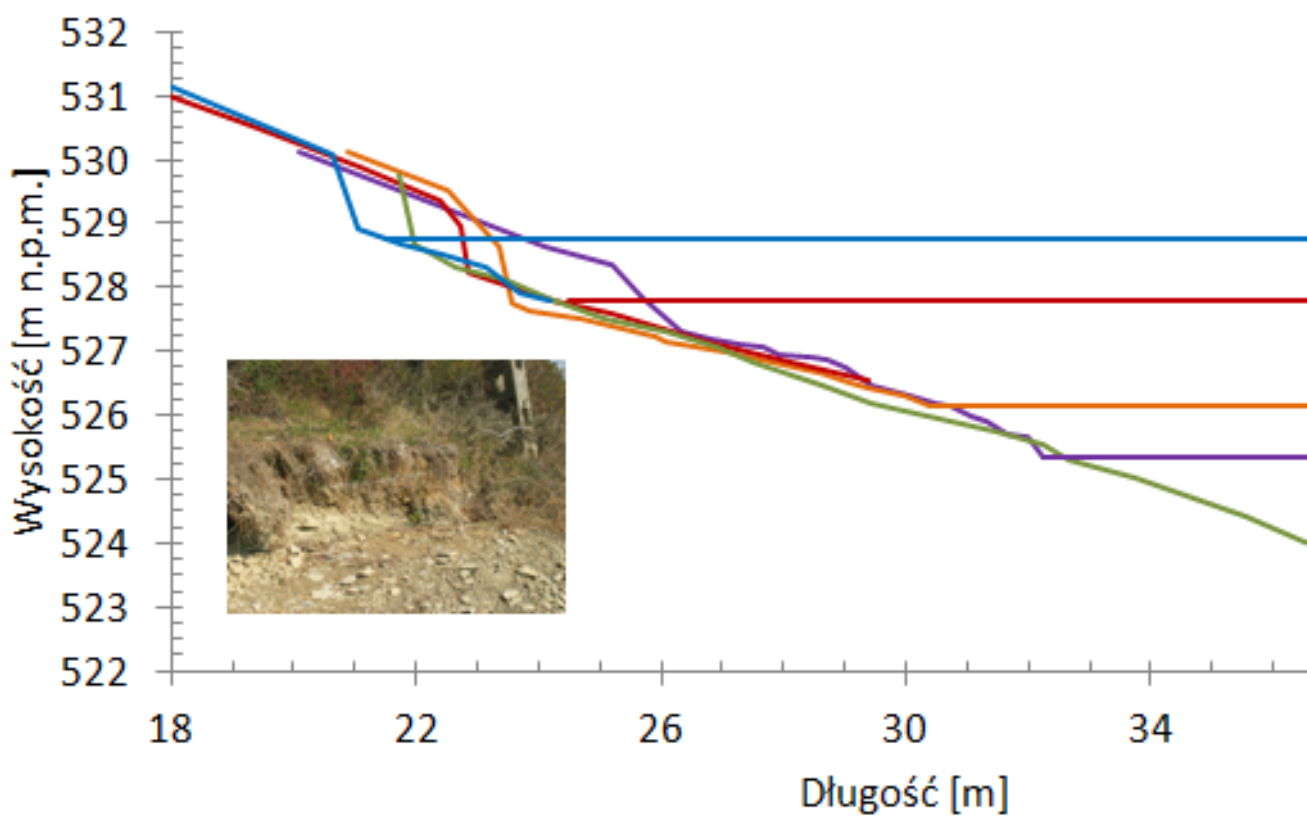
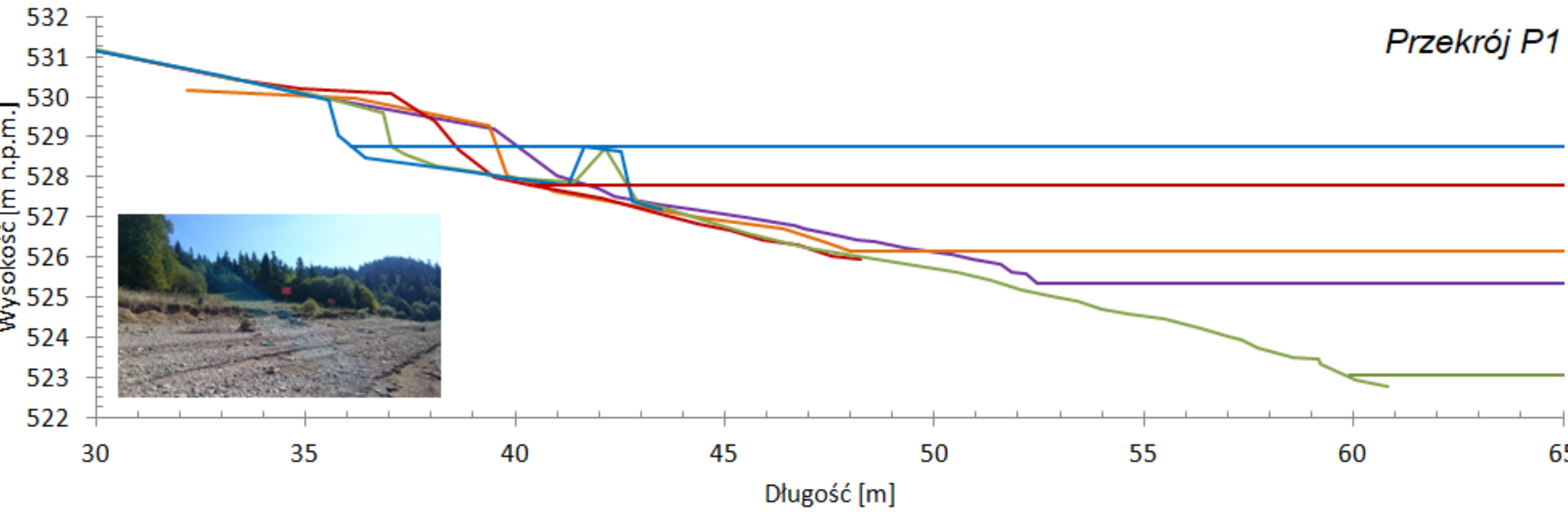
WYNIKI BADAŃ

Właściwości fizyczne

Zgodnie z nomenklaturą geotechniczną grunt budujący skarpy abrazyjną w przekroju P1 do głębokości 0,8 m sklasyfikowano jako wielofrakcyjny ił pylasty o wysokich parametrach wytrzymałości na ścinanie (tab. 1). Grunty te cechuje niska wodoprzepuszczalność.

Zmiany linii brzegowej

Przeprowadzone badania terenowe wykazały, że w okresie od 2003 do 2017 roku nastąpiła wyraźna przebudowa profilu na analizowanym fragmencie linii brzegowej zbiornika (rys. 2). W obrębie przekrojów od P1 do P5 nie stwierdzono występowania akumulacji materiału, a jedynie cofanie się linii brzegowej w kierunku ładu (rys. 4). Dlatego można przekroje te scharakteryzować jako abrazyjne, z wyraźnie zaznaczonym klifem brzegu. Klif ten stanowi niemal pionowa ściana o różnej wysokości w zależności od przekroju.



Rys. 4. Zmiany kształtu skarpy w przekrojach badawczych z wielolecia 2003-2017

Tabela 1. Charakterystyka geotechniczna gruntów skarp brzegu abrazyjnego

Parametr	Jednostka	Wartość
Zawartość frakcji		
• żwirowa, Gr 63-2 mm		13,03
• piaskowa, Sa 2–0,063 mm	%	12,06
• pyłowa, Si 0,063–0,002 mm		55,15
• iłowa, Cl <0,002 mm		19,76
Nazwa gruntu wg PN-EN ISO 14688:2006		Ił pylasty (siCl)
Gęstość objętościowa	$\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$	1,65 – 1,80
Współczynnik filtracji	$\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$	$1,6\cdot 10^{-6}$ – $2,9\cdot 10^{-5}$
Granica plastyczności	%	19,8 – 24,4
Granica płynności	%	40,5 – 50,4
Kąt tarcia wewnętrznego	°	20,7 – 30,2
Spójność	kPa	14,9 – 52,4

Natomiast badania laboratoryjne obejmowały oznaczenie składu uziarnienia, współczynnika filtracji oraz parametrów wytrzymałości na ścinanie w średniowymiarowym aparacie trójosiowego ściskania i bezpośredniego ścinania.

Stwierdzono, że ponad 20-letnie użytkowanie zbiornika czorszyńskiego doprowadziło do wykształcenia się morfologicznie zróżnicowanej strefy brzegowej, której zmiany zachodzą ciągle, a w szczególności po stronie Pienińskiego Parku Narodowego. Zjawisko abrazji spowodowało zmianę kształtu brzegu na analizowanym odcinku brzegu, powodując wykształcenie się klifu abrazyjnego.



Rys. 1. Brzeg abrazyjny Zbiornika Czorszyńskiego w przekroju I-I, stan na 22.09.2015 (fot. A. Gruchot)

POŁOŻENIE I CHARAKTERYSTYKA OBIEKTU BADAŃ

Budowę zapór Zbiorników Czorszyńskiego i Sromowieckiego rozpoczęto w 1971 roku, a oddano je do eksploatacji odpowiednio w 1997 i 1994 roku. Zbiorniki zlokalizowano pomiędzy miejscowościami Dębno i Sromowce Wyżne na odcinku doliny Dunajca o długości około 11 km (rys. 3).

Zapory zostały zlokalizowane w zwężeniu doliny Dunajca stanowiącej Przełom Czorszyński przez Pieniny - Zbiornika Czorszyńskiego pomiędzy wzniesieniami Groby (604 m n.p.m.) w Pieninach Spiskich oraz Piekietko (661 m n.p.m.) w Pieninach Właściwych. Natomiast sromowieckiego opiera się po stronie zachodniej (spiskiej) o zbocza przechodzące w stoki wzniesienia Sosny (632 m n.p.m.), a po stronie wschodniej (pienińskiej) o wzniesienia Pulsztyn (613 m n.p.m.).



Rys. 3. Plan sytuacyjny zbiorników czorszyńskiego i sromowieckiego

PODSUMOWANIE

Badania wykazały, że grunty budujące skarpy brzegu Zbiornika Czorszyńskiego stanowią materiał zwietrzelinowy podłoża skalnego, które sklasyfikowano jako żwiry ilaste o zmiennej zawartości frakcji grubych i drobnych w poszczególnych przekrojach badawczych. Natomiast grunty w przekroju P1, zlokalizowanym najbliżej zapory, sklasyfikowano jako wielofrakcyjny ił pylasty.

Na podstawie przeprowadzonych obserwacji i badań stwierdzono, że ponad 20-letnia eksploatacja zbiornika czorszyńskiego spowodowała intensywną transformację jego brzegów w wyniku procesu abrazji czego efektem są zmiany kształtu brzegu, które przejawiają się wytworzeniem klifu abrazyjnego o różnej wysokości.

Wysokość klifu abrazyjnego zależy od nachylenia i uziarnienia materiału budującego zbocze pierwotne. Analiza wyników badań wykazała, że większe nachylenie zbocza oraz większa zawartość frakcji kamienistej i żwirowej gruntów budujących je wpływa na formowanie wyższego i bardziej stromego klifu i tarasu abrazyjnego.

LITERATURA

- Grobelska H. 2006. Ewolucja strefy brzegowej Zbiornika Pakoskiego (Pojezierze Gnieźnieńskie). Prace Geograficzne 205. IGIPZ PAN, Warszawa.
- Jaguś A., Rzętała M. 2010. Zbiorniki Czorszyński i Sromowiecki – położenie, charakterystyka, nazwy. Pieniny – Zapora – Zmiany – Monografie Pienińskie 2: 9–22.
- Kozielska-Sroka E., Michalski P., Zydroń T. 2010. Uwarunkowania geotechniczne i hydrodynamiczne transformacji północnej strefy brzegowej zbiornika Czorsztyn-Niedzica w trakcie jego eksploatacji. Pieniny – Zapora – Zmiany – Monografie Pienińskie 2: 63–82.
- Wacławski M. 1982. Zagadnienie prognozowania abrazyjnej transformacji brzegów górskich zbiorników wodnych. Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej, s. 142.
- Ziętara T. 2005. Dynamika rozwoju platform abrazyjnych na wybranych zbiornikach w Karpatach Fliszowych. VII Zjazd Geomorfologów Polskich, Kraków, 543–547.
- Zydroń T., Kozielska-Sroka E., Michalski P., Dryś D., Kruk E., Plonka M. 2010. Badania postępu procesu abrazji brzegów zbiornika Czorsztyn-Niedzica. Górnictwo i Geoinżynieria, rok 34, z. 2, 663–673.