

KAROL AUGUSTOWSKI<sup>1</sup>, JÓZEF KUKULAK<sup>1</sup>

## RATES OF FROST EROSION IN RIVER BANKS WITH DIFFERENT PARTICLE SIZE (WEST CARPATHIANS, POLAND)

**ABSTRACT:** AUGUSTOWSKI K. & KUKULAK J., *Rates of frost erosion in river banks with different particle size (West Carpathians, Poland)*. (IT ISSN 0391-9839, 2017).

An important process of river bank erosion is multigelation - alternating freezing and thawing of the banks caused by cyclical oscillation of ground temperature around 0 °C. This paper presents the results of studies on the influence of multigelation on stability of river banks in the Beskid Niski and at Podhale. Repeated measurements of scarp retreat on river banks (those composed of alluvium and those cut in bedrock) were conducted using erosion pins and sediment catchers for gravity-transported debris. The progress of erosion in time and amounts of eroded material were correlated with the record of temperature changes above ground. Multigelation resulted in significant modification of the studied river banks. Amount of erosion depended mainly on lithology and grain-size of the rocks composing the banks. The banks composed of fine sediments retreated in a uniform way and at a uniform rate over the whole surface. Progress of erosion of the banks composed of medium graineds was selective. Finest sediment was loosened first. Then coarser clasts that lost support, became detached and fell down. On the banks composed of flysch rocks, densely fractured shales were eroded first, followed by bigger fragments of sandstone layers. Frost erosion was the most intense on the banks built of fine gravels with clay matrix and the least intense on the medium-sized sandy gravels. Layers of alluvial clay were more resistant to frost erosion than fine and coarse gravels embedded in clay or sand.

**KEY WORDS:** multigelation, frost phenomena, river banks, Beskid Niski, Podhale, Poland.

**STRESZCZENIE:** Augustowski K. & Kukulak J., *Rates of frost erosion in river banks with different particle size (West Carpathians, Poland)*. (IT ISSN 0391-9839, 2017).

Cofanie się brzegów rzek jest skutkiem działania głównie procesów naturalnych. Jednym z takich procesów są cykliczne wahania temperatury gruntu wokół 0 °C (multigelacja). W tym artykule przedstawiono wpływ działania multigelacji na stabilność brzegów rzek w Beskidzie Niskim i na przedpolu polskich Tatr. W badaniach zastosowano metodę ciągłych pomiarów ruchu powierzchni brzegów (aluwialnych

stoków teras rzecznych i podcięć ścian skalnych) przy pomocy zamontowanych prętów erozyjnych i łapaczy materiału osypiskowego. Przebieg czasowy i rozmiary erozji brzegów skorelowano z zapisem wahań temperatury powietrza nad gruntem i w gruncie. Wyniki badań wykazały, że multigelacja spowodowała duże przekształcania powierzchni badanych brzegów. Rozmiary erozji brzegów były zależne głównie od litologii i uziarnienia materiału skalnego budującego brzegi. Brzegi zbudowane z materiału drobnego cofały się na całej wysokości ich odsłonięcia w podobny sposób, a ubytki były jednakowe. Przebieg procesów mrozowych na brzegach zbudowanych ze średnich żwirów był bardziej selektywny. Najdrobniejszy materiał ulegał odspojeniu jako pierwszy. W konsekwencji grubsze żwiry traciły stabilność i przy zsuwaniu się po powierzchni brzegu naruszały spójność niżej położonych okruchów. Na brzegach zbudowanych z warstw fliszu w pierwszej kolejności odspojeniu ulegały silnie spękane łupki, a następnie duże okruchy piaskowców. Cofanie się brzegów rzecznych przebiegało najintensywniej na brzegach zbudowanych z gliny i drobnych żwirów, najwolniej zaś na brzegach zbudowanych ze średnich żwirów.

**SŁOWA KLUCZOWE:** multigelacja, procesy mrozowe, brzegi rzeczne, Beskid Niski, Podhale.

### INTRODUCTION

Retreat of river banks results from many processes, mostly undercutting by stream erosion and gravitational downfall. Frost phenomena are also involved and according to Wolman (1959), Thorne (1990) and Couper (2003), they prepare soil for actual erosion. Frost processes can also directly control retreat of river banks (Walker & Arnborg, 1966; Jahn, 1970; Teisseyre, 1979; Yumoto & alii, 2006). Intensity and results of these processes may differ, as they depend on various climatic factors and local conditions of the banks. The progress of frost phenomena depends also on: grain size of the bank material (eg. Wolman, 1959; Walker & alii, 1987), moisture conditions in bank material (Lautridou, 1982; Thorne & Osman, 1988; Chen & alii, 2004) and the physical state of this moisture (ice or water; Thorne 1990). Also important are: ground poros-

<sup>1</sup> Institute of Geography, Pedagogical University of Cracow, Kraków, Poland. Corresponding author: K. AUGUSTOWSKI, [kaugustowski@wp.pl](mailto:kaugustowski@wp.pl)

The study was financed from Statutory Studies of Pedagogical University. Grzegorz Haczewski helped to improve the English text.