

## Badania zanieczyszczenia metalami ciężkimi osadów rzeki Wisły na wybranych jej odcinkach z zastosowaniem metod magnetycznych

### Streszczenie

Celem badań podjętych w ramach pracy doktorskiej była ocena bieżącego poziomu zanieczyszczenia osadów brzegowych współczesnego tarasu zalewowego Wisły metalami ciężkimi w silnie zurbanizowanym obszarze miejskim. Głównym obszarem badań była aglomeracja warszawska, która jest największym emitorem zwłaszcza zanieczyszczeń miejskich w centralnej części Polski. Drugim obszarem badań był ostatni odcinek biegu Wisły, tj. miasto Tczew, ujście Wisły do morza Bałtyckiego oraz Zatoka Gdańska.

Przedmiotem badań były antropogeniczne cząstki magnetyczne (ang. *Anthropogenic Magnetic Particles*, AMP) akumulowane w powierzchniowej warstwie osadów rzeki Wisły, które są stowarzyszone z metalami ciężkimi. W pracy do oceny poziomu zanieczyszczenia osadów rzecznych metalami ciężkimi zastosowano metody magnetyczne. Metody mikroskopowe oraz chemiczne umożliwiły identyfikację kształtu i morfologii powierzchni cząstek magnetycznych oraz określenie zawartości poszczególnych metali ciężkich.

Badania wykazały, że silnie zurbanizowany obszar Warszawy wpływa lokalnie na wzrost poziomu zanieczyszczenia osadów rzecznych metalami ciężkimi. Jest to szczególnie widoczne w centrum miasta, gdzie podatność magnetyczna oraz koncentracje metali ciężkich we frakcji o rozmiarze ziaren poniżej 71  $\mu\text{m}$  osiągają wartości maksymalne. Na podstawie analizy zależności pomiędzy parametrami magnetycznymi zależnymi od struktury domenowej cząstek magnetycznych, a koncentracjami poszczególnych metali ciężkich oraz korelacji pomiędzy tymi metalami ciężkimi, rozróżniono dominujące źródła zanieczyszczeń osadów Wisły w Warszawie. Stwierdzono, że głównym źródłem zanieczyszczenia osadów kadmem, cynkiem i miedzią są poruszające się pojazdy, natomiast nikiel, aluminium, tytan i chrom pochodzą z wysokotemperaturowych procesów spalania. W pracy wykazano, że źródłem zanieczyszczenia osadów specyficznymi cząstkami sferycznymi, jest składowisko odpadów paleniskowych Zawady.

Przeprowadzone dodatkowe badania osadów w obszarze ujścia Wisły wykazały, że zanieczyszczenia koncentrowały się głównie we frakcji o rozmiarze ziaren 71  $\mu\text{m}$ . Największy poziom zanieczyszczenia osadów określony w oparciu o indeks PLI (ang. *Pollution Load Index*), który wyraża koncentrację metali ciężkich i toksycznych pierwiastków śladowych w próbce, stwierdzono w Zatoce Gdańskiej, na przedpolu ujścia Wisły do Morza Bałtyckiego.

**Słowa kluczowe:** metoda magnetyczna, podatność magnetyczna, metale ciężkie, sferule, osady rzeczne, rzeka Wisła.

*Jga Szczepaniak-Hruć*

## Assessment of heavy metal pollution of Vistula River sediments within selected areas using magnetic methods

### Abstract

The aim of this thesis was to evaluate the level of heavy metals pollution of Vistula River sediments, within highly industrialized urban area. The main area of research was Warsaw urban agglomeration, which is the largest emitter of urban pollution in the central part of Poland. The second area included the last section of the river, i.e. the city of Tczew, the Vistula estuary to the Baltic Sea and the Gulf of Gdańsk.

The aim of the study was to investigate the properties of anthropogenic magnetic particles (AMP) which accumulate in the surface layer of Vistula River sediments. In the study, magnetic methods were used to assess the level of heavy metals pollution for the reason the AMPs are associated with heavy metals. Microscopic and chemical methods allow the identification of the shape and surface morphology of magnetic particles and the determination of individual heavy metals concentrations.

The results showed local impact of highly urbanized Warsaw area on the level of heavy metals pollution. The strongest impact was observed the city center, where magnetic susceptibility and concentrations of heavy metals in fractions with particles size below 71  $\mu\text{m}$  reach maximum values. The dominant sources of sediments pollution in Warsaw were discriminated based on the analysis of the relationship between magnetic parameters dependent on the domain structure of magnetic particles and the concentrations of individual heavy metals as well as the correlation between these heavy metals. It was found that the main source of cadmium, zinc and copper are moving vehicles, while nickel, aluminum, titanium and chromium originated from high temperature combustion processes. The study showed that the source of spherical particles observed in sediments is waste disposal site Zawady.

Additional study of sediments in the area of the Vistula estuary showed, that the particles of pollution are present mainly in fractions with a grain size of 71  $\mu\text{m}$ . The highest level of pollution determined by PLI index (Pollution Load Index) was identified at the mouth of the river, within the Gulf of Gdańsk.

**Keywords:** magnetic method, magnetic susceptibility, heavy metals, river sediments, spherules, Vistula River.

*Jga Szesepaniak - Hnuk*