

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego  
w Warszawie  
Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska

mgr inż. Anna Maria Sieczka

# Migracja związków azotu pochodzenia nawozowego w środowisku gruntowo-wodnym

Migration of nitrogen compounds from fertilizers  
in the soil-water environment

Rozprawa doktorska  
Doctoral thesis

Praca wykonana pod kierunkiem:

Promotora: dr hab. inż. Eugeniusza Kody, prof. SGGW

*Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska,  
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie*

Promotora pomocniczego: dr Filipa Bujakowskiego

Recenzenci:

dr hab. inż. Andrzej Białowiec, prof. nadzw.

*Wydział Przyrodniczo-Technologiczny, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu*

doc. Mgr Ing. Magdalena Daria Vaverková, Ph.D., prof. Uniwersytetu Mendla

*Faculty of AgriSciences, Mendel University in Brno*

Warszawa, 2018 r.

## Streszczenie

### **Migracja związków azotu pochodzenia nawozowego w środowisku gruntowo-wodnym**

Niniejsza praca dotyczy zagadnień związanych z migracją związków azotu pochodzących z nawozów mineralnych w środowisku gruntowo-wodnym. W pracy zwrócono szczególną uwagę na określenie zawartości związków azotu i rozpoznanie czynników wpływających na ich stężenie w środowisku gruntowo-wodnym. Dokonano także oceny wpływu nawożenia precyzyjnego na zanieczyszczenie gruntów i wód podziemnych. W warunkach laboratoryjnych określono parametry migracji związków azotu w środowisku gruntowo-wodnym metodą kolumnową oraz metodą statyczną „batch”. Ponadto, przedstawiono szczegółową analizę migracji związków azotu w środowisku gruntowo-wodnym, z uwzględnieniem procesów adwekcji, dyspersji i sorpcji. Dodatkowo sprawdzono użyteczność stosowania technik teledetekcyjnych do rozpoznawania stref szczególnie narażonych na zanieczyszczenie azotanami. W efekcie opracowano model hydrodynamiki przepływu wód podziemnych oraz migracji jonów azotanowych w celu prognozowania zasięgu rozprzestrzeniania się tych związków w środowisku gruntowo-wodnym. Realizacja założeń pracy wykazała, że połączenie badań terenowych, laboratoryjnych oraz technik modelowania numerycznego umożliwia uzyskanie kompleksowego obrazu procesów rządzących migracją zanieczyszczeń pochodzenia nawozowego na obszarach użytkowanych rolniczo.

Słowa kluczowe: jony azotanowe, jony amonowe, zanieczyszczenie, Visual Modflow, modelowanie hydrogeologiczne, badania kolumnowe, badania „batch”

## Summary

### **Migration of nitrogen compounds from fertilizers in the soil-water environment**

The thesis deals with the issues related to the migration of nitrogen compounds from fertilizers in the soil-water environment. A particular attention was paid to the determination of nitrogen content and factors affecting its concentration in the soil-water environment. An assessment of the impact of precision fertilization on soil and water contamination has also been performed. In laboratory conditions, the parameters of nitrogen compounds migration in the soil-water environment were determined in a column experiment and using a static “batch” test method. In addition, a detailed analysis of the migration of nitrogen compounds in the soil-water environment was presented, with respect to the advection, dispersion and sorption processes. Moreover, the usefulness of using remote sensing techniques to identify zones particularly exposed to nitrate pollution has been tested. As a result, a hydrodynamic model of groundwater flow and nitrate migration was developed to predict the extent of the spread of nitrates in the soil-water environment. The implementation of the thesis assumptions showed that the combination of field and laboratory research, supported by numerical modeling techniques, enables obtaining a comprehensive view of the processes governing the migration of contaminants from fertilizers in an agricultural area.

Keywords: nitrate ions, ammonium ions, contamination, Visual Modflow, hydrogeological modeling, column studies, “batch” tests