

MODÈLE MATHÉMATIQUE CONCERNANT LE TRANSPORT ALLUVIONNAIRE PAR LE DANUBE VERS LA MER NOIRE

Mihai Horia Oprica ^{1*}

¹ University politehnica of Bucharest, 060042, Roumanie - hoprica@yahoo.com

Abstract

On considère un modèle mathématique pour le transport alluvionnaire. Le modèle est basé sur l'équation de convection-diffusion de l'écoulement non permanent. Les équations sont intégrées numériquement à l'aide d'un schéma de différences finies.

Keywords: Water Transport, Models

Introduction

On présente un modèle mathématique pour le transport alluvionnaire en courant naturel dans différentes conditions. Parmi les processus impliqués dans ce phénomène, on prête une attention spéciale au transport alluvionnaire par l'eau courante et son interaction avec les sédiments de fond. Le modèle est basé sur les équations de Saint-Venant, caractéristiques du mouvement unidimensionnel non permanent des fluides à surface libre et l'équation de convection-diffusion.

Modèle mathématique concernant l'écoulement unidimensionnel non permanent avec la surface libre.

On applique les équations de Saint-Venant :

$$B \frac{\partial z}{\partial t} + \frac{\partial^2 Q}{\partial x^2} = 0$$

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{Q}{A} \frac{\partial Q}{\partial x} - \frac{Q^2}{A^2} \frac{\partial A}{\partial x} + g \frac{n^2 Q |Q|}{AR^{4/3}} + gA \frac{Q}{A} \frac{\partial z}{\partial t} + Vg = 0$$

où : V – vitesse moyenne en section, g – accélération de la gravitation, A – surface de la section transversale, x – distance au long de l'écoulement, t – temps, z – côte de la surface libre, Q – débit qui passe par une section d'écoulement, B – largeur moyenne, R – rayon hydraulique, n – coefficient de Manning [1].

Les déversements en mer posent un important problème de pollution lié à l'accroissement local de la turbidité et au dépôt de sédiments sur le fond. La turbidité, associée à la concentration de particules solides en suspension, provoque une extinction plus rapide de la lumière solaire et une réduction de la synthèse chlorophyllienne.

Dans les mers peu profondes, on se limite généralement à l'étude de la concentration moyenne dans la colonne d'eau et de la concentration du dépôt sur le fond.

L'équation décrivant l'évolution de la concentration moyenne des suspensions est obtenue à partir des équations de dispersion tridimensionnelles par intégration sur la profondeur. La moyenne sur la profondeur des termes quadratiques de convection donne deux contributions : la première contient le produit des moyennes, la seconde, la moyenne du produit des déviations autour de la moyenne. Cette seconde contribution a une structure analogue à celle des tensions de Reynolds et les expériences montrent qu'elle est effectivement responsable d'une dispersion turbulente, mais souvent beaucoup plus intense. Cet effet porte le nom "d'effet cisaillant" [2] parce qu'il est lié à l'existence d'un gradient vertical de vitesse. Il a été décrit par de nombreux auteurs dans des conduites, des canaux ou des estuaires. Dans ces cas, l'effet cisaillant apparaît après intégration sur toutes sections droites de l'écoulement et se traduit par un terme de dispersion longitudinale dans une équation de diffusion unidimensionnelle. Le mécanisme de diffusion est essentiellement bidimensionnel et les modèles établis pour diffusion doivent être généralisés [3].

Les particularités de l'équation de dispersion (présence de dérivées croisées et du terme de sédimentation, dominance des termes d'advection) imposent l'utilisation d'une méthode numérique spéciale [4] et [5].

Résultats et Discussions

Dans le cas du fleuve Danube, le cours entre Tulcea et la Mer Noire, les débits liquides varient entre 5 000 m³/s et 12 000 m³/s, tandis que les débits solides entre 10 kg/s et 22 kg/s. Le diamètre granulaire varie entre 74 et 100 micromètres. Dans l'évaluation des résultats, on a tenu compte du relief du lit du Danube, de la granulométrie, ainsi que d'autres paramètres hydrauliques (vitesses d'écoulement, pente hydraulique, coefficient de Manning, rayons hydrauliques des sections transversales données). Les résultats théoriques concordent avec les observations accumulées lors des campagnes d'observation organisées dans le cadre d'un programme national roumain sur

l'environnement.

References

- 1 - Cunge A., Holly Jr. F.M., Verwey A., 1980. Practical aspects of computational river hydraulique. Pitman Publ.Ltd. London
- 2 - Nihoul J.C.J., Deleemijder E. and Djendi S., 1989. Modeling the general circulation of shelf seas by 3D-k models, Earth Science Reviews, 26, 163-189
- 3 - Hancu S., s.a., 1985. Hidraulica aplicata. Simularea numerica a miscarii nepermanente a fluidelor, Editura Tehnica, Bucuresti, pp 307-349
- 4 - Oprica M.H., Georgescu I.I., Borcia C.M., 2001. On a mathematical model transport and tranfer of radionuclides Danube river, Romanian sector. 36th CIESM Congress Proceedings, pp. 203
- 5 - Beckers J.M., 1991. Application of 3D model to the Western Mediterranean. Journal of Marine Systems, 1, 315-334