MODÉLISATION MATHEMATIQUE DE LA BIOMASSE PLANCTONIQUE ET BENTONIQUE DU DANUBE À L'ENTRÉE DANS LE DELTA

Constantin BONDAR[1], Virginia MARINESCU[2]

[1] National Institute of Marine Geology end Geo-ecology, *GEOECOMAR*, Bucarest
[2] Institut de Recherche Développement pour Sciences Biologiques, Bucarest

Abstract. On the basis of added data by common hydrobiological researches, perfomed by authors on entrance in Danube Delta in 1981-1985 and of some data extracted from the reference material of speciality, published between 1960 and 1994, a numerical analysis of plankton biomass data (bacterioplankton, fitoplankton, zooplankton) and benthos of chemical data, of water discharges data and suspended sediments concentrations, was made, from which we obtained a function that models mathematically the concentration of over all component parts of the biomass from Danube water. The model function parameters quantifies the dependence of overall component parts of plankton and benthos biomass of main environment factors size (temperature, mineralization, water discharges, and velocity, depth, suspendet sediments concentration and dissolved in water biogen substanes concentration) and their advance in time. The model function allows the formerly reconstruction of overall component parts of plankton biomass in Danube water, the determination of biomass discharges and their long forecast. There is one of the first mathematically model attempts of plankton and benthos biomass production, with adequate implications with a view to profound of the Danube hydrobiological process knowledge.

Key words: plankton, biomass, benthos, bacterioplankton, fitoplankton, zooplankton, mineralization, water discharge, mathematical model

INTRODUCTION

La modélisation a été faite dans le but de la simulation mathématique de la concentration des composants globale de la biomasse planctonique de l'eau du Danube (phytoplancton, zooplancton et bacterioplancton) et de la biomasse bentonique du fond du lit, en fonction du régime des facteurs d'environnement (température et minéralisation de l'eau, débits d'eau, vitesse de l'eau, profondeur, concentration des alluvions en suspension et concentration des substances biogènes dissolues dans l'eau). Le problème traite constitue un but majeur de la recherche du régime temporel de la production de base trophique de l'eau et du lit du Danube. Cette modélisation permet aussi la détermination des débits de biomasse et la reconstitution des données des trois composantes globales planctoniques de l'eau du Danube, ainsi que de la biomasse bentonique du fond du lit du Danube. Ces données permettrons, de suite, la création des conditions de prédiction, a moyenne et longue durée (mensuelle et annuelle) des composantes globales de biomasse du lit du Danube inférieur.

METHODE

En se basant sur les données obtenues des recherches hydrobiologiques communes (Popescu, 1960; Popescu-Marinescu, 1990) effectuées par les auteurs sur le Danube, a l'entrée dans le Delta du Danube pendant les années 1981-1985 et sur les données extraites de la littérature de spécialité publiée entre 1960 et 1994 /1-5,8,9/, on a créé un fond approprie de données computerisees concernant la biomasse planctonique et bentonique. Ce fond de données a été soumis a une analyse numérique de corrélation avec les paramètres hydrologiques (débit d'eau, vitesses, profondeurs, concentration des alluvions) et chimiques (sels dissolus) du Danube, en vue de l'élaboration d'un modèle mathématique de leur concentration, en fonction de facteurs d'environnement.

RESULTATS

En partant, au début, d'une exprimation mathématique polynomiale linéaire, on a arrive, par des essais, a trouver une fonction mathématique appropriée de modélisation de la biomasse planctonique et bentonique de type exponentiel avec les suivantes formes:

Pour la biomasse planctonique (i),

$$biopli = \exp[fpl(ai,te,q,r,m,n,p,s,tm)] \quad (1)$$

ou l'argument de la fonction exponentielle (1) est une expression linéaire (2),

$$fpl(ai,te,q,r,m,n,p,s,tm)=ai+ate.te+aq.q+ar.r+am.m+an.n+ap.p+as.s+atm.tm \quad (2)$$

Les significations des lettres de la componence des deux fonctions sont les suivantes:

biopl - concentrations de la biomasse planctonique (i), exprimée en g/m^3,

te - température de l'eau (dégrées C),

q - débit d'eau (m^3/s),

r - concentration des alluvions en suspension (g/m^3),[DB1]

m - minéralisation de l'eau(g/m^3),

n - concentration des sels des azotates(g/m^3),

p - concentration des sels de phosphores(g/m^3),

s - concentration des silicates(g/m^3),

tm - temps (années),

ai - constante et respectivement ate, aq, ar, am, an, ap, as, atp coefficients associés a chaque facteur d'environnement de la fonction de puissance (2), propres a chaque composante globale de plancton, détermines par la méthode des moindres carres.

Pour la biomasse bentonique,

biobe=exp[fbe(ai,te,q,h,v,r,m,n,p,s,tm)] (3)

ou l'argument de la fonction exponentielle (3) est une expression linéaire (4) et biobe est exprime en g/m^2,

fbe(a0,te,q,h,v,r,m,n,p,s,tm)=ai+ate.te+aq.q+ah.h+av.v+ar.r+am.m+an.n+ap.p+as.s+atm.tm (4)

Les variables de la fonction (3) ont les mêmes signification que celles de la fonction (1) et (h) et (v), sont les valeurs moyennes transversales du lit, de la profondeur et de la vitesse du courant d'eau.

Il faut mentionner que les signes algébriques et les grandeurs absolues des coefficients des fonctions (2) et (4), résultés des calculs, indiquent les sensés et les degrés de la liaison et de l'influence exercée par les facteurs environnement sur les composantes globale de plancton et de benthos. De ce point de vue, dans les conditions valables sur le Danube a l'entrée dans le Delta, on a constate les suivantes caractéristiques de liaison et d'influence des facteurs environnement sur les biomasses planctoniques et bentoniques:

Pour la biomasse planctonique:

La température de l'eau influence directement et de manière prédominante les composantes de biomasse planctonique, l'influence maximale étant sur le zooplancton. Le bacterioplancton est défavorisé par la températures grandes.

La minéralisation de l'eau du Danube influence directement le développement du phyto et zooplancton, ayant des effets inversé sur le développement du bacterioplancton.

Les débits d'eau respectivement les vitesses ont une influence négative sur le développement du phytoplancton et du zooplancton.

La concentration des alluvions en suspension favorise le développement du zoo- et du bacterioplancton, ayant une influence négative sur le phytoplancton.

Les azotates favorisent seulement le développement du phytoplancton.

Les phosphates stimulent fortement le développement de toutes les composants de biomasse planctonique.

Les silicates défavorisent le développement de phyto- et le zooplancton.

Les concentrations de phyto et de bacterioplancton manifestent une tendance d'augmentation en temps, en échange, les concentrations de zooplancton décroissent en temps.

Du point de vue saisonnier, on constate pendant l'année un retard du développement du phytoplancton, simultanément avec l'échauffement de l'eau. La concentration maximale n'est pas atteinte a l'apogée thermique de l'eau, mais vers l'automne. La biomasse zooplanctonique manifeste une tendance de diminution du développement pendant la période chaude de l'année.

Pour la biomasse bentonique:

La température favorise directement le développement du benthos.

La minéralisation de l'eau du Danube influence directement et de façon sensible le développement de la biomasse bentonique.

Les vitesses du courant d'eau ont une influence négative sur le développement du benthos.

La profondeur de l'eau favorise directement le développement de la masse bentonique.

La concentration des alluvions en suspension et des azotates favorise directement le développement du benthos.

Les phosphates et les silicates défavorisent directement le développement de la biomasse bentonique.

Les concentration de benthos, manifestent une tendance d'augmentation en temps.

Du point de vue saisonnier, pendant l'année on constate un développement du benthos, simultanément avec l'échauffement de l'eau, qui atteint le maximum a l'apogée thermique de l'eau.

CONCLUSIONS

De l'analyse numérique des données de biomasse planctonique et bentonique mesurée en nature, on a optent la fonction qui modélise de façon mathématique la dépendance des paramètres hydrologiques du Danube des concentrations des composantes globales de la biomasse planctonique et bentonique de l'eau et du lit du Danube a l'entrée dans le Delta.

Les résultats obtenus permettent ensuite la détermination des valeurs moyennes mensuelles des densités massiques des trois composantes globales du plancton et du benthos du Danube a l'entrée dans le Delta du Danube, ainsi que débits

moyens mensuels de la biomasse planctonique et bentonique.

On prévoit la possibilité d'achèvement par des calcules bases sur les fonctions obtenues, la prévision a longue durée (mensuelle et annuelle) des biomasses planctoniques et bentoniques.

C'est une première tentative de modélisation mathématique de la concentration de biomasse planctonique et bentonique, aux implications appropriées d'approfondissement de la connaissance des processus hydrobiologiques du Danube, le résultat est ajoute aux efforts d'élaboration du modèle intègre hydro-ecologique du Delta du Danube.

BIBLIOGRAPHIE

BANU, A.C., BUSNITA, T., ENACEANU, V., MARINESCU, M., PRUNESCU-ARION, E., STANESCU, V., 1967, Limnologia sectorului romanesc al Dunarii. 650 p., Ed. Acad., Bucuresti.

GAK., D.Z., 1961, Bacterioplancton nijnego tecenia Dunaia (v predelah SSSR). Dunai i pridunaiskie vodoemi v predelah SSSR. Izdatelistvo Akademii Nauk Ukrainsckoi SSR, 50-69, Kiev.

IONICA, Doina, NICOLESCU, Dorina, GIRIP, Alexandra, 1994, Das Bakterien-plankton in der Donau im gebiet des eintrits ins Delta im zeintraum 1991-1992. Rev. Roum. de biologie. Serie de biologie animale, **39**,1, 77-80, Ed. Acad., Bucuresti.

NICOLESCU, Dorina, 1991, La biomasse bactérienne planctonique du Danube a l'embouchure dans Delta (km 80 et km 62). Rev. Roum. de biologie. Série de biologie animale, **36**, 1-2, 119-120, Ed. Acad., Bucuresti.

POLISCIUK, V.V, 1974, Gidrofauna ponizzia Dunaiu v mejah ukraini. Akademia Nauk URSR,Institut gidrobiologii. 187 p. Vidavnittvo, Naukova Dumka, Kiiv.

POPESCU, Virginia, 1960, Studiul hidrobiologic al bratului Sulina. Hidrobiologia, **IV**, 215-255, Ed. Acad., Bucuresti.

POPESCU-MARINESCU, Virginia, NICOLESCU, N., NICOLESCU, Dorina, ZINEVICI, V., PRUNESCU-ARION, Elena, TEODORESCU, Laura, 1990, L'évolution des biocénoses planctoniques et benthoniques des eaux du Danube, aux km 80 et 62.9, pendant les années 1981-1985. Rev. Roumaine de biologie. Serie de biologie animale, **35**, 1, 49-67, Ed. Acad., Bucuresti.

ROLL, I.V, 1961, Fitoplankton sovetskogo uciastka Dunaia,ego rukavov i zalivov. Dunai i pridunaiskie vodoemi v predelah SSSR. Izdatelistvo Akademii Nauk Ukrainsckoi SSR, 70-93, Kiev.

TEEB, I.I., 1961, Zooplankton sovetskogo uciastka Dunaia, 1961. Dunai i pridunaiskie vodoemi v predelah SSSR. Izdatelistvo Akademii Nauk Ukrainsckoi SSR, 103-127, Kiev.