

MODELLING OF CONTAMINANT MOVEMENT FOR THE SPAN JELGAVA - JURMALA OF THE LIELUPE RIVER

PIESĀRŅOJUMA KUSTĪBAS MODELEŠANA LIELUPES POSMAM JELGAVA - JŪRMALA

Aivars Spalvins, Janis Slangens, Romans Janbickis, Inta Lace
Riga Techncal University, Latvia

Summary: After – effects were modelled of possible contaminant spill into the Lielupe river from the railroad bridge of Jelgava town. The Groundwater Vistas modelling programm (usually applied for groundwater flows) was applied as a tool for obtaining data about contaminant travelling time, concentration dynamics of the contamination kernel and processes of delayed contaminant migration caused by banks and the river bottom where water movement was slower.

Nolūkā iegūt informāciju par iespējamās dzelzceļa avārijas sekām, tika modelēta piesārņojuma impulsa kustība Lielupes posmā Jelgavas dzelzceļa tilts–Jūrmala [1]. Pētītas šādas īpašības: piesārņojuma kodola koncentrācijas un kustības ātruma izmaiņas; upes pieteku (Iecava, Svēte) iespaids; atšķirības ūdenī šķīstošo vielu un naftas produktu uzvedībā; piesārņojuma vidējās koncentrācijas izmaiņa upē pirms Jūrmalas.

Modelēšanai izmantota sistēma Groundwater Vistas (GV) [2], kura ietver hidraulisko modeli MODFLOW [3] un vielu transporta modeli MT3D [4]. Parasti šo sistēmu izmanto pazemes ūdens plūsmu modelēšanai, taču Lielupes gadījumā ar GV var iegūt apmierinošu rezultātu, ja formāli izmanto porainību $n=1.0$. Lielupei ir mazs straumes ātrums un tās ūdens plūsmai ir praktiski laminārs rsaksturs.

Modelis ietver telpisku režģi kurš satur $494 \times 5 \times 3 = 7410$ mezglus. Tas apmēram 39.44 km garu upes posmu. Izmantoti $80m \times 40m$ izmēra plaknes xy bloki. Vertikālajā virzienā z modelis sadalīts trīs slāņos ($z=1,2,3$), kuri ievēro upes dziļuma izmaiņu. Formāli izmantots nemainīgs upes platums $5 \times 40 = 200$ metru. Mainīgā upes platuma ietekmi ņem vērā koriģējot hidraulisko vadāmību vērtību. Nevienmērīgs ūdens plūsmu ātrums (0.2 reižu lēnāka plūsma gar modeļu „krastiem un gultni”) tiek panākts ar hidrauliskās vadāmības maiņu modeļa blokiem gar upes krastiem un $z=3$ slānī.

Pēc hidrauliskā modeļa izveidošanas, kas apmēram ūdens plūsmu Lielupē, to izmanto vielu transporta modeļa vadībai. Nosacīti pieņemts, ka sākuma brīdī ($t=0$) upē iekļuvis impulsveida piesārņojums laukumā $80m \times 120m$ (trīs bloki modeļa pirmajā $z=1$ slānī. Piesārņojuma impulsa uzvedību nosaka ūdens plūsmas ātrums un piesārņojošās vielas dispersija ūdenī.

Ar modeļa palīdzību iegūtas galvenā piesārņojuma kodola ceļošanas laika līknes upei ar un bez pietekām. Upē ar un bez pietekām kodols sasniedz Jūrmalu atbilstoši 5 un 7 dienās, ja Lielupes vidējā caurtece ir $45 m^3/sec$. Upē ar pietekām kodola koncentrācija samazinās. Galvenais kodols kustās ar straumes ātrumu, tā izmēri palielinās, bet koncentrācija samazinās.

Ar upes transporta modeļa palīdzību aprēķināti telpiski laikā mainīgi piesārņojuma koncentrācijas lauki. Detalizēti pētīta ūdenī šķīstošu piesārņojuma kodolu veidošanās Jelgavas salas ietekmē. Sala rada ātro (galveno) kodolu un otru „lēno” kodolu, kurš rodas tāpēc, ka salu apskalojošo straumju ātrumi atšķiras. Aiz salas rodas divi lokāli mazkustīgi kodoli upes abos krastos. To pārvietošanās ātrums ir 5 reizes mazāks nekā kodoliem upes centrā. Naftas produktu gadījumā tiek piesārņots tikai upes modeļa pirmais ($z=1$) horizonts, jo tie negrimst ūdenī.

No vidējās koncentrācijas līknēm pirms Jūrmalas var secināt, ka ūdenī šķīstošai vielai galvenā piesārņojuma kodolam ir ievērojami mazāka masa, nekā naftas produktam. Pēc galvenā impulsa caurplūdes, novērojama ļoti lēna koncentrācijas samazināšanās upes krastu un gultnes bremsējošās reakcijas dēļ.

Modelī nav ievērota Lielupes straumes ātruma lielā atkarība no jūras vēju virziena. Iegūtie rezultāti ir spēcīgi vidējam Lielupes straumes režīmam:

- piesārņojuma impulss upē izplatās kodola veidā, kurš sasniedz Jūrmalu aptuveni 5 dienās;
- upes straumes nevienmērīguma dēļ krastu un gultnes ietekmē pirms Jūrmalas radīsies ievērojama piesārņojuma masas caurplūdes laika aizture; aizkavētā masa ir labi atšķaidīta ūdenī;
- piesārņojuma galvenā kodola koncentrācija tā kustības laikā pa upi ievērojami samazinās, taču tā daudzkārt pārsniedz teorētiski iespējamo koncentrācijas minimumu (piesārņojuma masa vienmērīgi sadalīta upes ūdens tilpumā).

Modelēšanas eksperimentā netipiskā režīmā sekmīgi izmantota sistēma GV, kura paredzēta pazemes ūdens plūsmu modelēšanai. Modelēšanas rezultāti tika izmantoti avārijas seku paredzēšanai un riska faktoru novērtēšanai [1].

Literatūra

1. Piesārņojuma impulsa ietekmes pētīšana Lielupes posmā Jelgavas dzelzceļa tilts – Jūrmala. Atskaite līgumam L6701 starp Rīgas Tehnisko universitāti un SIA „Risks un audits”. Rīga, 2003

2. Environmental Simulations, Inc. 1997. *Groundwater Vistas. Guide to using.*
3. McDonald, M. & Harbaugh, A. 1988. A Modular Three-Dimensional Finite-Difference Ground-Water Flow Model. *U. S. Geological Survey, Open File Report Washington: 83-875.*
4. MT3D'96. 1996. *Documentation and Input Instructions.* - S. Papadopoulos & Associates, Inc.

Aivars Spalvins

Riga Technical University, Faculty of Computer Science and Information Technology

Environment Modelling Centre,

Address: 1/4 Meza str., Riga, LV-1048, Latvia

Phone: +371 7089511

E-mail: emc@egle.cs.rtu.lv