

AVIĀCIJAS DEGVIELAS IZRAISĪTĀ PAZEMES ŪDEŅU PIESĀRŅOJUMA MODELĒŠANA BIJUŠĀJĀ RUMBULAS LIDOSTĀ

MODELLING OF GROUNDWATER CONTAMINATION CAUSED BY AVIATION FUEL FOR FORMER RUMBULA AIRBASE

A.Spālviņš, J.Šlangens, R.Janbickis, I.Lāce,
Rīgas Tehniskā universitāte, Vides modelēšanas centrs

O.Aleksāns, I.Selivanovs,
SIA VentEko

The system of hydrogeological and contamination mass transport models has been created for the former Rumbula airbase polluted with aviation fuel. Migration in groundwater of immiscible and dissolved fuel products has been modelled, polluted soil and fuel volumes estimated, and recommendations for optimal remediation measures to be taken have also been obtained.

Bijusī Rumbulas lidosta atrodas Rīgas robežās, Daugavas krastā. Pēc gandrīz 25 gadu ilgas izmantošanas lidostu slēdza 1978. gadā. Lidostas teritorija ir piesārņota ar aviācijas degvielu (turpmāk tekstā naftu), kuru pazemes ūdens plūsma nes uz Daugavu. Naftu gruntī var sastapt divos ūdenī neizšķīdušos stāvokļos (fāzēs) – brīvajā un saistītajā. Pārvietoties pazemes ūdenī spēj tikai brīvā fāze. Abas naftas fāzes izgaro atmosfērā un arī nedaudz šķīst ūdenī, t.i. veido videi bīstamu pastāvīgu piesārņojuma avotu, kurš rada produktus ar augstu kustīguma pakāpi. Piesārņojums Rumbulā ir ekoloģiski bīstams, tomēr tikai 1996. gadā ar Dānijas atbalstu sākās nopietna izpēte, tika izstrādāti plāni Rumbulas teritorijas atveseļošanai un sākta naftas atsūkņēšana vislielākajam piesārņojuma areālam. Minētie pasākumi tika realizēti paraugprojekta veidā, izmantojot pasaules līmeņa tehnoloģiju. Visos projekta etapos tika veikta matemātiskā modelēšana, kuru izpildīja Rīgas Tehniskās universitātes Vides Modelēšanas Centrs (VMC) sadarbībā ar SIA Baltec Associates un VentEko. Abas SIA realizēja projekta tehnisko pusi un nodrošināja hidroģeoloģiskos sākuma datus HM būvei. Modelēšanu var sadalīt trīs etapos:

- 1996. g. - 1997. g., kvartāra ūdens horizonta divdimensionāla (2D) hidroģeoloģiskā modeļa (HM) izveidošana; pazemes ūdens dinamikas un ūdenī neizšķīdušās kustīgās naftas daļas migrācijas pētīšana; ar 20 HM palīdzību piesārņotās grunts, saistītās un kustīgās naftas tilpumu novērtēšana;
- 1997. g. - 1999. g., dažādu naftas atsūkņēšanas metožu modelēšana, nolūkā atrast optimālāko risinājumu Rumbulas apstākļiem;
- 1999. g. - 2000. g., telpiskā (3D) HM veidošana ūdenī izšķīdušo naftas produktu kustības prognozēšanai un šo produktu bīstamības novērtēšana Daugavai, kā arī Getliņu atkritumu izgāztuves ietekmes modelēšanai.

Minēto modeļu veidošanai tika izmantota ne tikai licenzēta komercprogrammatūra (ARMOS programma kustīgās naftas fāzes modelēšanai, Groundwater Vistas (GV) sistēma izšķīdušo naftas produktu transporta pētīšanai, grafiskā sistēma SURFER rezultātu vizualizācijai un matemātisko darbību realizācijai ar HM režģa datnēm), bet arī VMC izstrādātā REMO sistēma HM iegūšanai.

Modelēšana deva šādus galvenos rezultātus:

- šobrīd visi seši Rumbulā konstatētie naftas izlijumi ir praktiski nekustīgi un tāpēc to brīvā nafta nevar tieši sasniegt Daugavu; šāda naftas izlijumu uzvedības īpatnība līdž

šīm Latvijā nebija apzināta un modelēšana palīdzēja izprast naftas nekustīguma cēloņus Rumbulā;

- kopīgā naftas izlijumu platība ir $\sim 7,7$ ha; piesārņotās grunts tilpums 25300 m^3 ; naftas tilpums $\sim 6000 \text{ m}^3$, no tā $\sim 2000 \text{ m}^3$ pieder kustīgajai fāzei, kuru iespējams atsūknēt; vislielākos draudus videi izraisa *b6* izlijums (*b6* ir nosacīts areāla kods), kura nafta sastāda 86 % no kopīgā tilpuma; pagaidām naftas atsūknēšana notiek tikai šim vislielākajam izlijumam;
- naftas savākšanas metodēm laikā samazinās efektivitāte, jo rodas kvazistacionārs stāvoklis, kuram naftas kustības ātrums ir niecīgs; ja nemākulīgi cenšas naftas savākšanas efektivitāti uzlabot, palielinot atsūknētā naftas – ūdens maisījuma daudzumu, tad iespējama kustīgas naftas fāzes neatgriezeniska pāreja saistītajā stāvoklī, t.i. nepareizu metožu izmantošana var pasliktināt vides atveseļošanas izredzes; liela ietekme uz naftas savākšanas efektivitāti ir sezonālajām pazemes ūdens līmeņu svārstībām, kuras izmaina kustīgās un saistītās fāzes tilpumu attiecību, kas izpaužas brīvās naftas fāzes slāņa biezuma izmaiņās; atsūknēšanas efektivitāti var uzlabot, ja racionāli infiltrē gruntī no naftas atdalīto ūdeni; Rumbulā naftas un ūdens maisījuma savākšanai tiek izmantota vakuuma metode, kura uztver arī naftas gāzveida fāzi, t.i., dod iespēju atsūknēt daļu no saistītās naftas; šī metode arī neizsauc nevēlamo neatgriezenisko nekustīgās naftas fāzes tilpuma palielināšanos;
- ūdenī izšķīst $\sim 0,3$ kg/dienn naftas, maksimālā tās koncentrācija izlijumu apkārtnē ir $\sim 10 \text{ mg/l}$, taču dabīgās noārdīšanas procesu dēļ Daugavā ieplūst tikai viena sestā daļa no minētā daudzuma (novērotā koncentrācija Daugavas krastā $\sim 50 \mu\text{g/l}$), kas nerada nopietnas briesmas upei;
- Getliņu izgāztuve maz ietekmē Rumbulas lidostas teritoriju, jo izgāztuves piesārņojums iekļūst Daugavā pa diviem galvenajiem Rumbulas novadgrāvjiem; tikai vienu areālu (*b12*), kurš novietots starp šiem novadgrāvjiem var sasniegt konservatīvās Getliņu piesārņojuma komponentes, piemēram hlorīdi.

2D HM ūdenī neizšķīdušās naftas migrācijas modelēšanai ietvēra $4000 \text{ m} \times 3000 \text{ m} = 12 \text{ km}^2$ apgabalu, kurš aproksimēts ar $101 \times 61 = 6161$ mezglu režģi. Režģa solis $h = 40 \text{ m}$. 3D HM ūdenī izšķīdušo naftas produktu kustības prognozēšanai bija ievērojami komplicētāks. Tas aptvēra $3660 \text{ m} \times 2370 \text{ m} = 8,6742 \text{ km}^2$ laukumu ar $124 \times 80 = 9920$ mezgļiem ($h = 30 \text{ m}$). Režģī izmantotas četras plaknes un tāpēc kopīgais tā mezglu skaits ir $4 \times 9920 = 39680$. Pirmajai plaknei atbilst zemes virsmas augstumu karte, ar kuras palīdzību HM aprēķina infiltrācijas plūsmu, kuras sadalījums stipri ietekmē naftas šķīšanas ātrumu ūdenī; otrajā un trešajā plaknēs atrodas kvartāra ūdens horizonta slāņi (2. plaknē ievēroti naftas izlijumi kā piesārņojuma avoti); ceturtais slānis modelē Devona ūdens horizontu, kurā arī nokļūst izšķīdušie naftas produkti.

Ūdenī neizšķīdušo un izšķīdušo naftas produktu migrācijas procesi pazemes vidē ir krasi atšķirīgi, piemēram brīvā naftas fāze Rumbulā ir praktiski apstājusies. Bija jāaizmanto specializētas programmas ARMOS un GV attiecīgo migrācijas procesu pētīšanai.

Rumbulas gadījumam izveidots matemātisko modeļu komplekts naftas produktu migrācijas pētīšanai, kurš atvieglo kvalificētu lēmumu pieņemšanu par lidostas teritorijas atveseļošanu nākotnē.

Referents: Romans Janbickis, Rīgas Tehniskā universitāte, Vides modelēšanas centrs, Meža iela 1/4, Rīga, LV-1048, tālr. 7089518, e-pasts: emc@egle.cs.rtu.lv