

# Gruntsūdens līmeņa un noteces modelēšanas rīku METUL un METQ attīstība

Didzis LAUVA, Kaspars ABRAMENKO, Artūrs VEINBERGS, Valdis VIRCAVS  
LLU Lauku inženieru fakultāte, epasts: didzis.lauva@gmail.com

## Vispārēja informācija

Latvijā ir izstrādāts konceptuālais modelis *METUL* (1), kas paredzēts gruntsūdens līmeņa ikdienas dziļumu aprēķināšanai. Gruntsūdens līmeni veido diennakts nokrišņi, gaisa vidējā temperatūra un diennakts vidējais gaisa mitruma deficīts. To ietekmē arī augsnes hidrofizikālais īpašību raksturojums un augsnes drenāžas parametri. Pilnveidojot modeli, tika izveidota iespēja noteces komponentu – virszemes, drenu un dziļās pazemes noteces aprēķināšanai. No *METUL* modeļa tika atvasināts upju noteces aprēķināšanai izmantojamais matemātiskais modelis *METQ* (2). Modeļiem *METUL*, *METQ* un to atvasinājumiem, ir kopīgs ūdens bilances aprēķins sniega segā, aktīvajam augsnes slānim un gruntsūdens horizontam.

## Veiktie modeļu uzlabojumi

Lai radītu lietotājam draudzīgāku darba vidi ar modeļiem *METUL* un *METQ*, tika izveidota grafiska lietotāja saskarne, kas ļauj pievienot meteorodatus, ērti manuāli mainīt kalibrējamus parametrus, veikt modelēšanu, pievienot novērojumus, veikt vizuālu novēroto un modelēto datu salīdzinājumu, iegūt vispārējus statistiskus rādītājus atsevišķi par novērotajiem un modelētajiem datiem, iegūt vidējo kvadrātisko kļūdu starp novērotajiem un modelētajiem datiem, iegūt determinācijas koeficientu  $R^2$  starp novērotajiem un modelētajiem datiem, izveidot vektorētu formāta datni, kas satur vērtības par mērījuma punktā izmantotajiem parametriem.

Vienkāršots *METUL* aprēķins bez automātiskās kalibrācijas iespējas ir transformēts un pieejams programmatūras *MS Excel* vidē.

Ar autokalibrācijas palīdzību ir iespējams atrast parametru saglabāt iekšējā datubāzē. Autokalibrācijas laikā ar optimizācijas algoritmu palīdzību tiek meklēta labākā sakritība starp novērojumiem un modeļu aprēķiniem. Salīdzinājums tiek veikts, izmantojot kombinēto koeficientu, kas sevī ietver determinācijas koeficientu un vidējo kvadrātisko kļūdu.

Ar pieslēgtās atvērtā koda programmatūras *GDAL* palīdzību ir iespējams izvēlētos punktus eksportēt iekš vektorētu datnes, saglabājot parametru vērtības atribūtu tabulā. Šādu datni var izmantot telpiskās analīzes pētījumos, kuros tiek pielietoti ģeogrāfiskās informācijas sistēmu rīki.

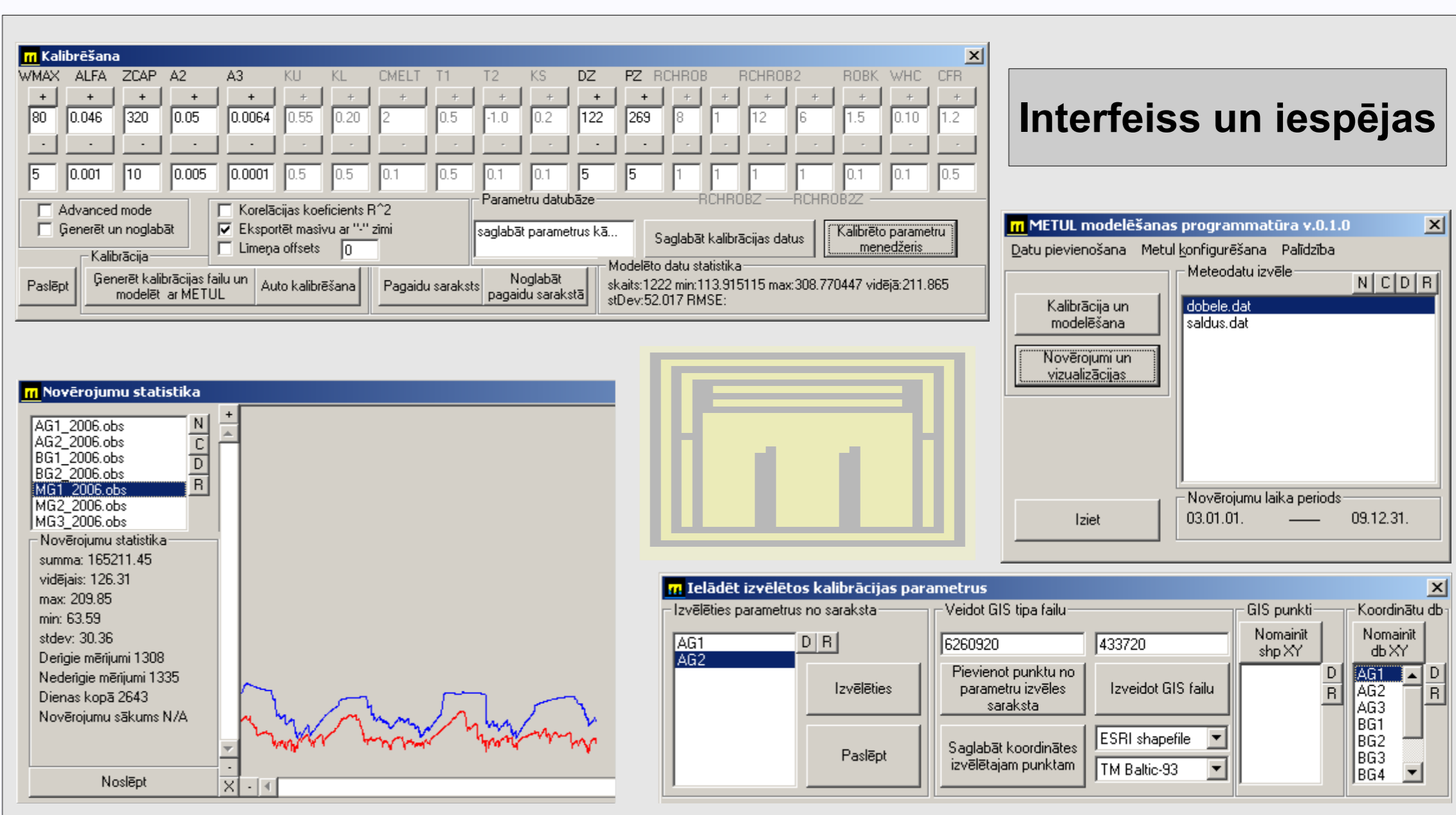
## Modeļu *METUL* un *METQ* apraksts

Minētie modeļi, tāpat kā pasaulē hidroģeoloģijas zinātnē plaši pielietotais modelis *MODFLOW* (3), ir rakstīti programmēšanas valodā „FORTRAN”, tādējādi nodrošinot ātru programmas darbību (4), taču strādāt ar to apgrūtināta programmatūras neērtā komandrindas saskarne un datu un parametru sagatavošana. Piemēram, lai veiktu urbuma kalibrāciju, ir nepieciešamas korekcijas failā, kas satur kalibrācijas parametrus; savukārt, lai sagatavotu modelim nepieciešamos meteoroloģiskos datus, ir nepieciešama šo datu korekta formāta sagatavošana. Manuāli veikta datu sagatavošana bieži vien var novest pie lietotāja pieļautām neuzmanības kļūdām programmatūras ievades datus. Tas, savukārt, var radīt nekorektu programmatūras darbību un nekorektus programmatūras rezultātus un to interpretāciju.

## Modeļu izmantošana

Modeļi *METUL* izmanto gruntsūdens līmeņu aprēķināšanai izvēlētajā teritorijas punktā no dotajiem meteoroloģiskajiem datiem. Šo punktu var raksturot ar 20 hidrofizikāliem parametriem, kurus izmanto kalibrēšanā. Praktiskā pieredze darbā ar *METUL* apliecina, ka kalibrēšanas procesā tikai 7 no šiem parametriem ir nozīmīgi.

Modeļi *METQ* izmanto ikdienas upju notecē caurplūduma aprēķināšanai pēc meteoroloģiskajiem novērojumiem. *METQ* ir 22 kalibrējamie parametri. Pēc iegūtajiem datiem ir iespējams analizēt upju noteces režīmus.



## Turpmākā modeļu attīstība

Pašreizējā modeļu attīstības stadijā ūdens bilances aprēķiniem tiek izmantoti ūdens bilanci ietekmējoši meteoroloģiskie faktori – dienas vidējā temperatūra, nokrišņu daudzums un mitruma deficīts. Taču gruntsūdens līmeņu svārstības ietekmē arī atmosfēras spiediens un Mēness gravitācijas ietekmē izraisītais paisuma un bēguma efekts pasaules okeānā, kas ietekmē arī gruntsūdens līmeņa svārstības.

Pie zema atmosfēras spiediena gruntsūdens līmenis būs augstāks, nekā pie augsta atmosfēras spiediena. Savukārt Mēness gravitācijas ietekmi uz gruntsūdens līmeņiem nosaka tā atrašanās vieta attiecībā pret Zemi, pret konkrēto teritoriju.

*METUL* un *METQ* modeļu tālākajā attīstībā tiks piesaistīts aprēķins atmosfēras spiediena ietekmei uz gruntsūdens līmeni.

## Literatūra

- 1.Krams, M., Ziverts, A. 1993. *Experiments of Conceptual Mathematical Groundwater Dynamics and Runoff Modelling in Latvia*, *Nordic Hydrology*, 24:4, pp.243-262
- 2.Ziverts, A., Jauja, I. 1999. *Mathematical Model of Hydrological Processes METQ98 and its Applications*, *Nordic Hydrology*, 30:2, pp.109-128
- 3.McDonald, M.G., Harbaugh, A.W. 2003. "The History of MODFLOW". *Ground Water*, 41:2, pp.280-283
- 4.Koelbel, C.H., Loveman, D.B., Schreiber R.S. 1993, *The High Performance Fortran Handbook (Scientific and Engineering Computation)*, The MIT Press



Darbs veikts ar ESF projekta „Starprozaru zinātnieku grupas un modeļu sistēmas izveide pazemes ūdeņu pētījumiem” atbalstu.



Project Nr. 2009/0212/1DP/1.1.1.2.0/09/APIA/VIAA/060

## Kontaktinformācija

Iestāde: Latvijas Lauksaimniecības universitāte  
Projekta kontaktpersona: Valdis Vircavs

Adrese: 19 Akademijas iela 19, LV-3001, Jelgava, Latvija

E-mail: valdis.vircavs@llu.lv

Web page : www.llu.lv/lif