

ESF projekts

“Starpnozaru zinātnieku grupas un modeļu sistēmas izveide pazemes ūdeņu pētījumiem”

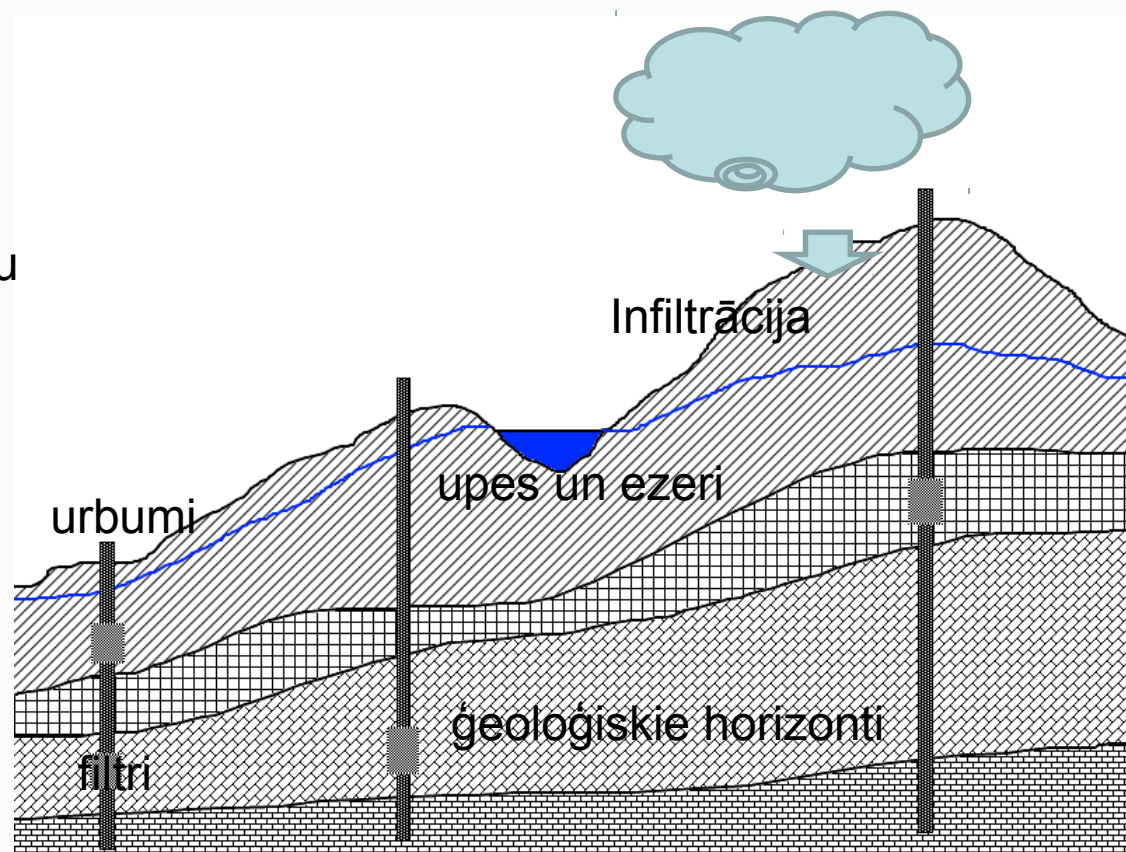
# Autokalibrācijas metožu pielietojums Baltijas artēziskā baseina modelim MOSYS V0

Juris Seņņikovs  
Andrejs Timuhins  
(tim@modlab.lv)  
Jānis Virbulis



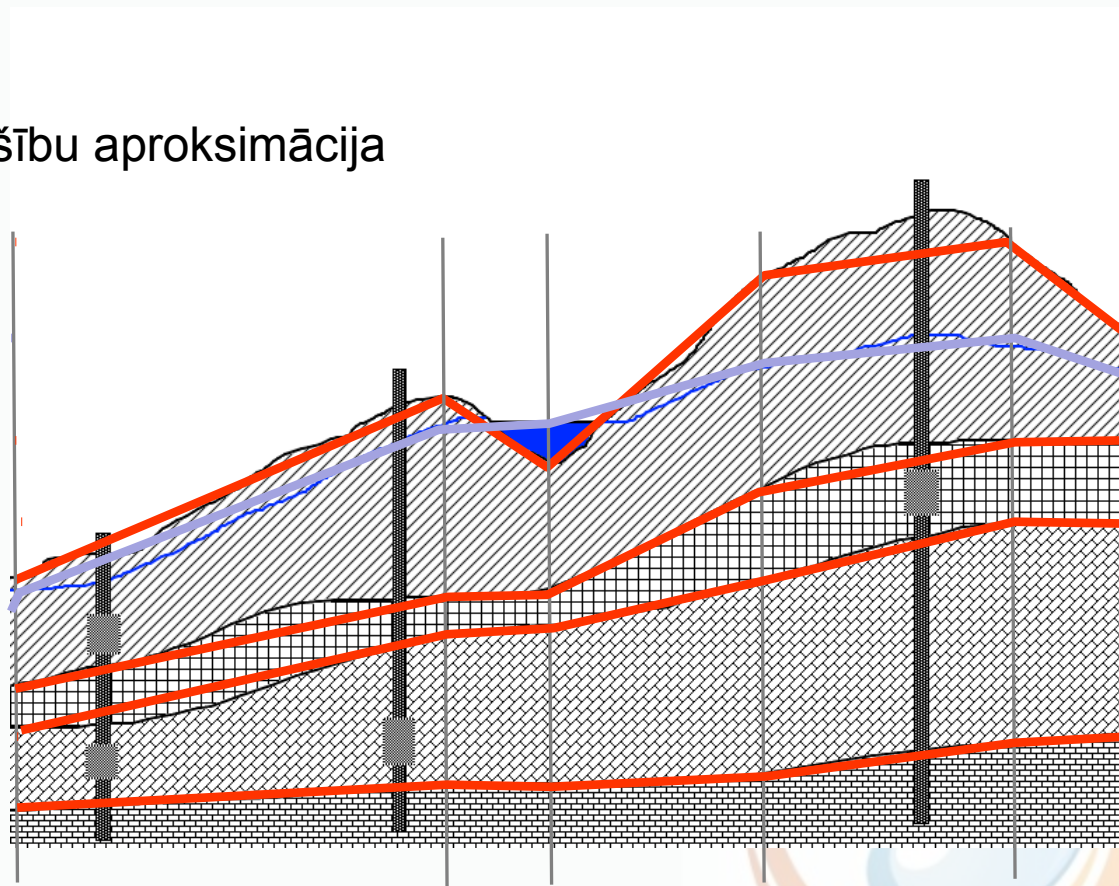
# Procesi dabā

- Nepātraukta vide
- Liela variabilitāte materiālu īpašībās
- Meteoroloģisku apstākļu stohastiskais raksturs
- Diskrētie novērojumi
- Novērojumu neprecizitāte



# Modelēšana – dabas procesu aproksimācija

- Virsmas interpolācija
- Virsūdeņu modelis
- Infiltrācijas modelis
- Materiālu hidroloģisko īpašību aproksimācija
- Stacionārs modelis



1. Modeļa parametrizācija (izvēlēties parametrus, kuri mainīsies kalibrācijas gaitā)
2. Mērķa funkcijas izveide
3. Optimizācijas algoritma izvēle



# Autokalibrācija

## 1. Modeļa parametrizācija (izvēlēties parametrus, kuri mainīsies kalibrācijas gaitā)

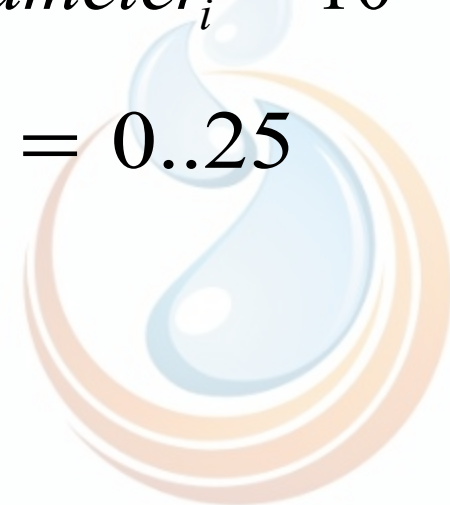
### filtrācijas koeficienti V0,[m/day]

modeļslāņa numurs, horizontāls, vertikāls

Infiltration	2.00E-04	
0	1.00E+01	1.00E+01
1	1.00E+00	3.00E-02
2	1.00E+01	1.00E+00
3	2.00E+00	2.00E-01
4	1.00E-06	1.00E-06
5	1.00E+01	1.00E+00
6	1.00E-06	1.00E-06
7	1.00E-06	1.00E-06
8	2.00E+00	2.00E-01
9	2.00E+00	2.00E-01
10	1.00E-04	1.00E-04
11	2.00E+00	2.00E-01
12	1.00E-04	1.00E-04
13	2.00E+00	2.00E-01
14	1.00E-05	1.00E-05
15	1.00E+01	1.00E+00
16	1.00E-07	1.00E-07
17	2.00E+00	2.00E-01
18	1.00E-07	1.00E-07
19	2.00E+00	2.00E-01
20	1.00E-09	1.00E-09
21	2.00E+00	2.00E-01
22	2.00E+00	2.00E-01
23	1.00E-09	1.00E-09
24	1.00E+00	5.00E-01

$$Parameter_i^{Opt} = Parameter_i^{V0} \cdot 10^{X_i}$$

$$X_i \in [-1,1] \quad i = 0..25$$



## 2. Mērķa funkcijas izveide

$$M = \frac{1}{N} \sum_j w_j \left( pressure_j^{obs} - pressure_j^{mod} \right)^2$$

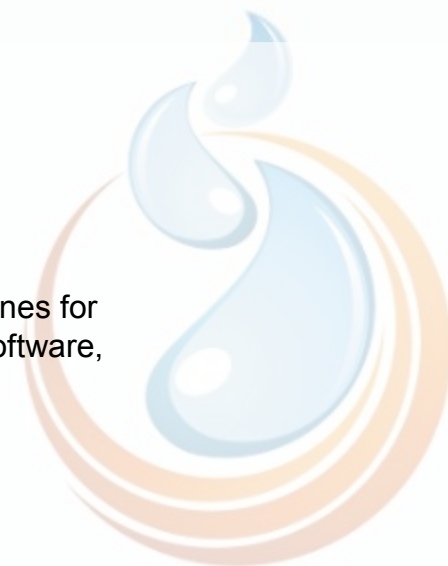
$w_j, pressure_j^{obs}, pressure_j^{mod}$

svara koeficients, novērotais un aprēķinātais pjezometriskais līmenis  $j$  pozīcijā  $(x_j, y_j, z_j)$  atbilstoši

## 3. Optimizācijas algoritma izvēle

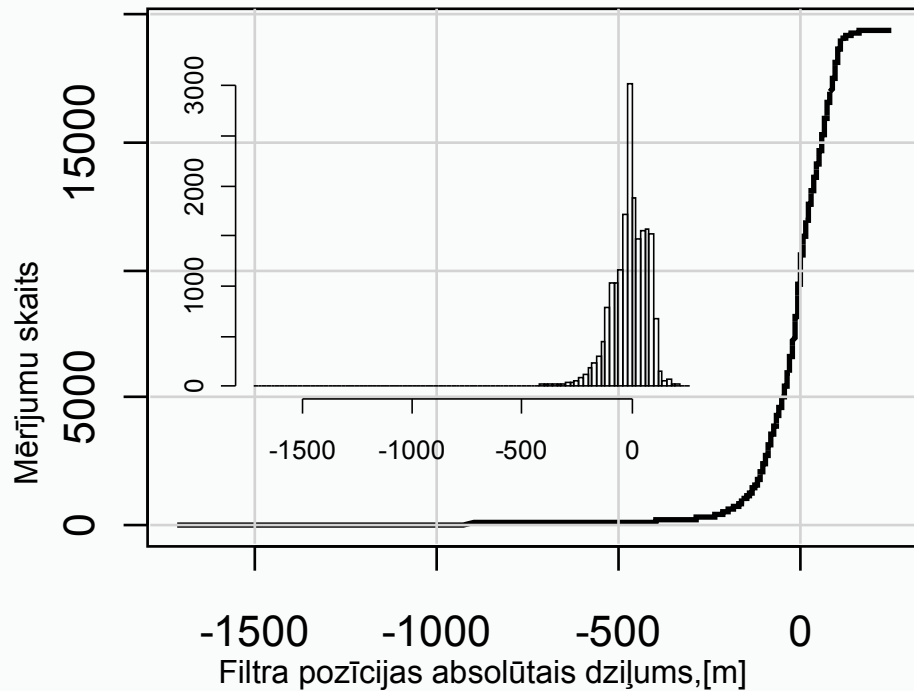
Optimizācijas algoritms Scipy L-BFGS-B

C. Zhu, R. H. Byrd and J. Nocedal. L-BFGS-B: Algorithm 778: L-BFGS-B, FORTRAN routines for large scale bound constrained optimization (1997), ACM Transactions on Mathematical Software, Vol 23, Num. 4, pp. 550 - 560.

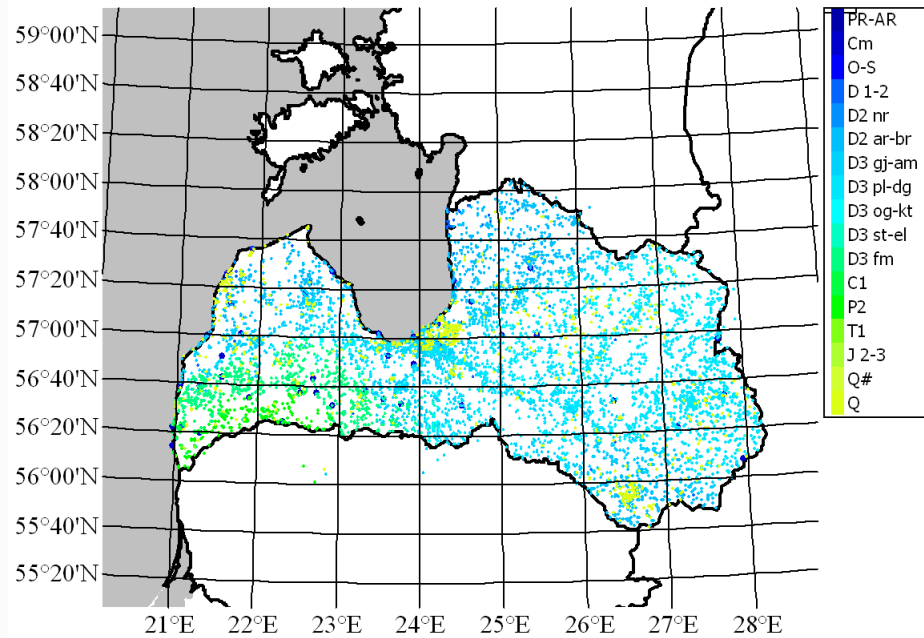


# Novērojumu dati

## Filtru pozīciju histogrammas



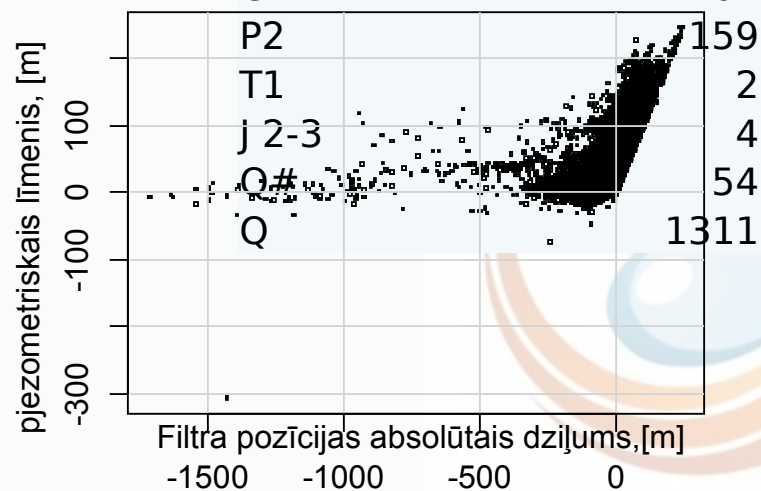
## Novērojumu novietojums



# Novērojumu dati

## horizonts novērojumu skaits

PR-AR	2
Cm	48
O-S	4
D 1-2	135
D2 nr	14
D2 ar-br	1344
D3 gj-am	2806
D3 pl-dg	2675
D3 og-kt	174
D3 st-el	73
D3 fm	860
C1	67





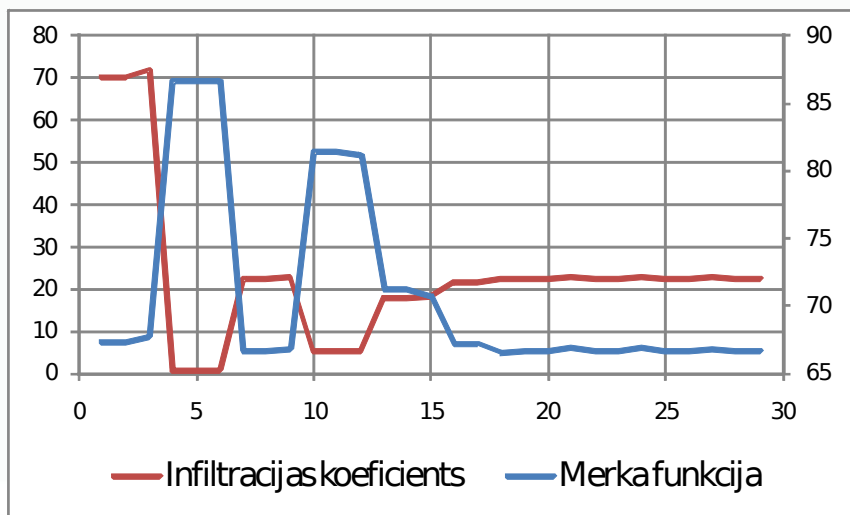
# Kalibrācijas rezultāti

Viena parametra kalibrācija

Infiltrācijas koeficients

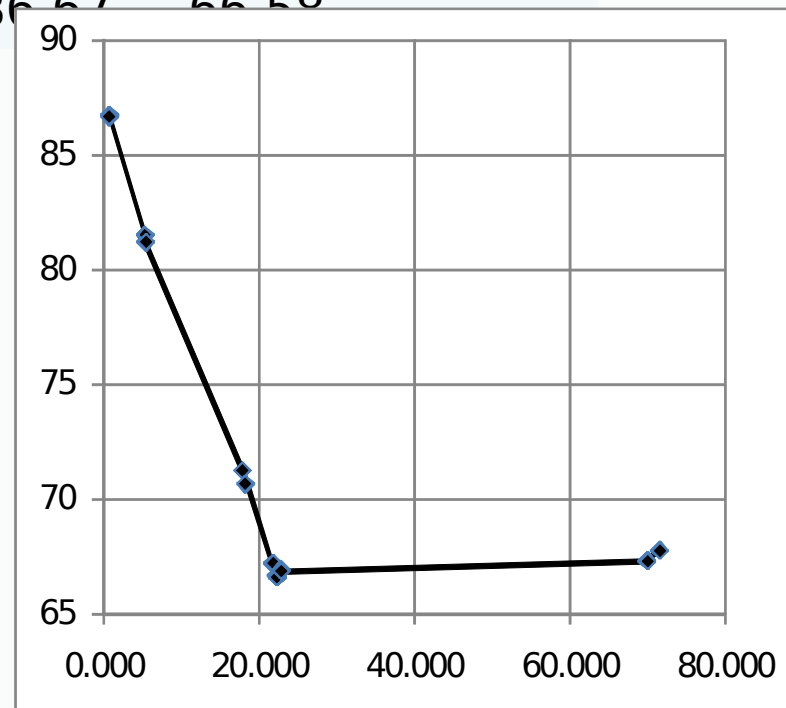
	V0	Kalibrēts
Infiltrācijas koeficients, [mm/year]	70.0	22.3
Mērķa funkcija	86.67	66.59

Infiltrācijas koeficients, [mm/year]



Optimizācijas solis

Mērķa funkcija

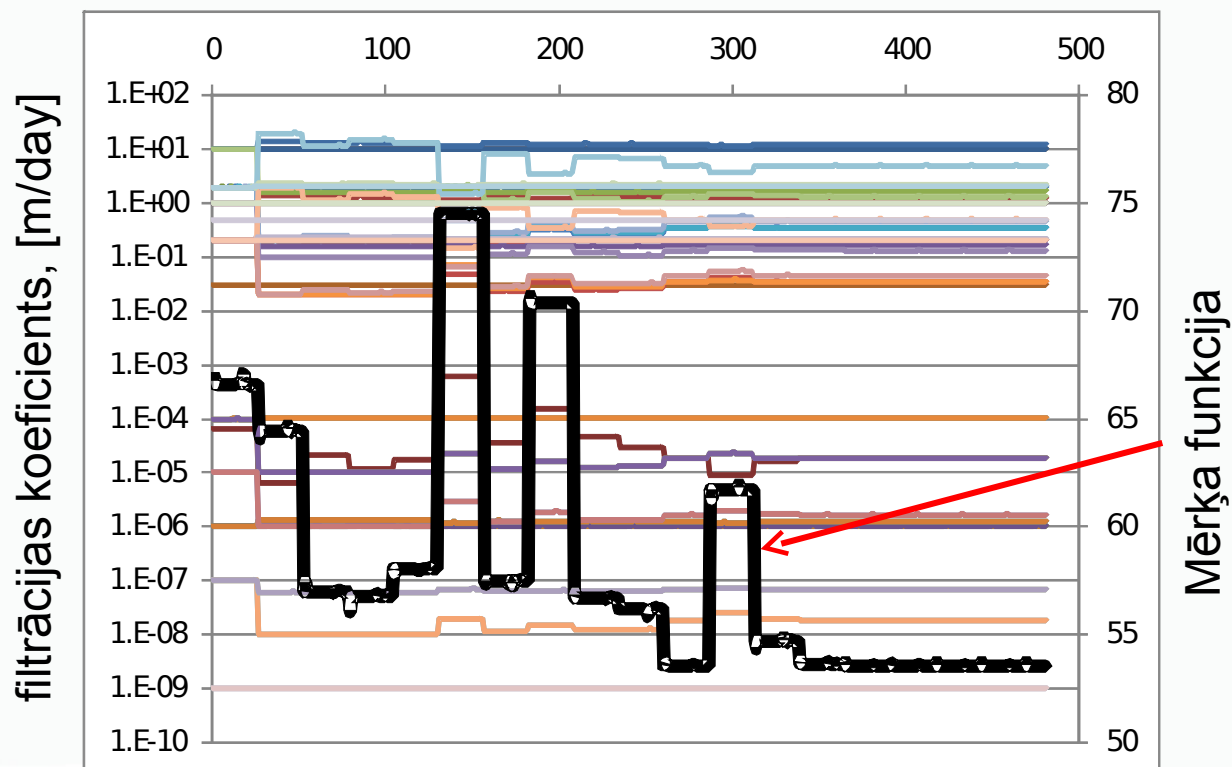


Infiltrācijas koeficients, [mm/year]

# Kalibrācijas rezultāti

## Daudzparametru kalibrācija

### Optimizācijas solis



## filtrācijas koeficienti pēc kalibrācijas, [m/day]

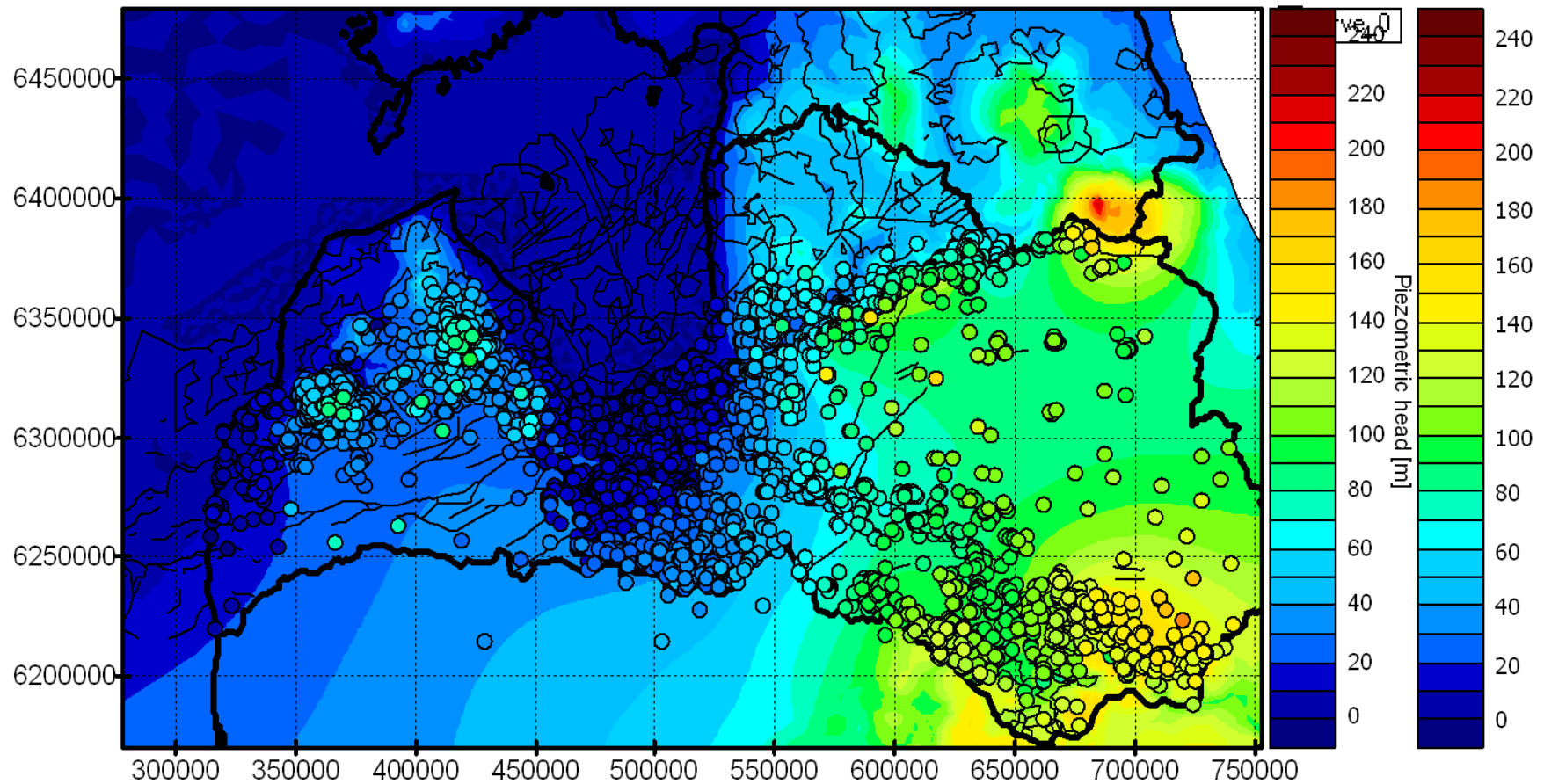
modeļa numurs, horizontāls, vertikāls

infiltration	1.829E-05	
0	1.000E+01	1.000E+01
1	1.000E+00	3.000E-02
2	1.000E+01	1.000E+00
3	2.007E+00	2.007E-01
4	1.037E-06	1.037E-06
5	1.219E+01	1.219E+00
6	1.041E-06	1.041E-06
7	1.219E-06	1.219E-06
8	1.991E+00	1.991E-01
9	1.683E+00	1.683E-01
10	1.033E-04	1.033E-04
11	3.466E-01	3.466E-02
12	1.808E-05	1.808E-05
13	3.396E-01	3.396E-02
14	1.661E-06	1.661E-06
15	1.338E+00	1.338E-01
16	1.831E-08	1.831E-08
17	4.488E-01	4.488E-02
18	6.826E-08	6.826E-08
19	4.997E+00	4.997E-01
20	9.999E-10	9.999E-10
21	2.205E+00	2.205E-01
22	2.028E+00	2.028E-01
23	1.000E-09	1.000E-09
24	1.000E+00	5.000E-01

# Kalibrācijas rezultāti

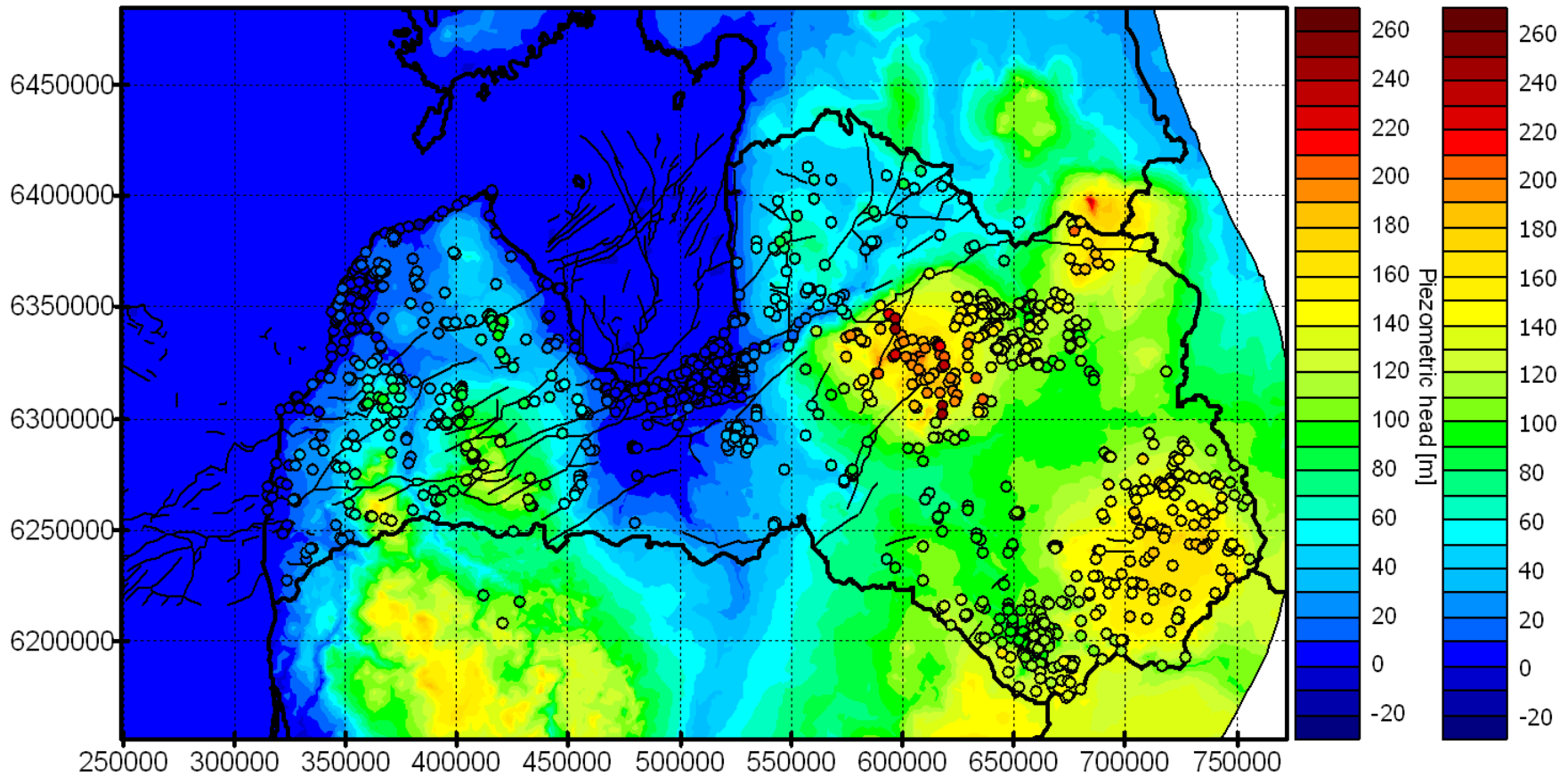
## Daudzparametru kalibrācija

D3 gj-am



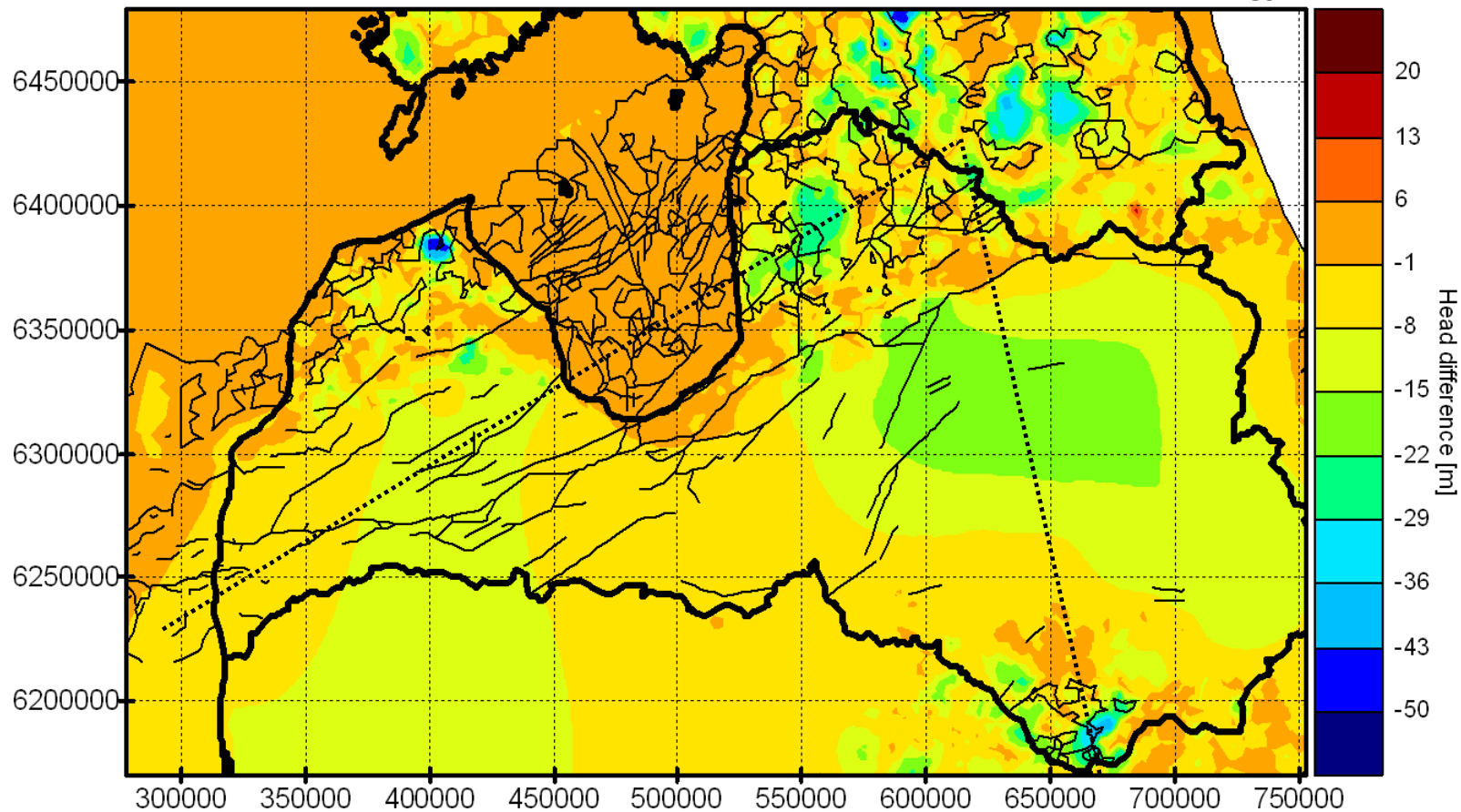
# Kalibrācijas rezultāti

Q



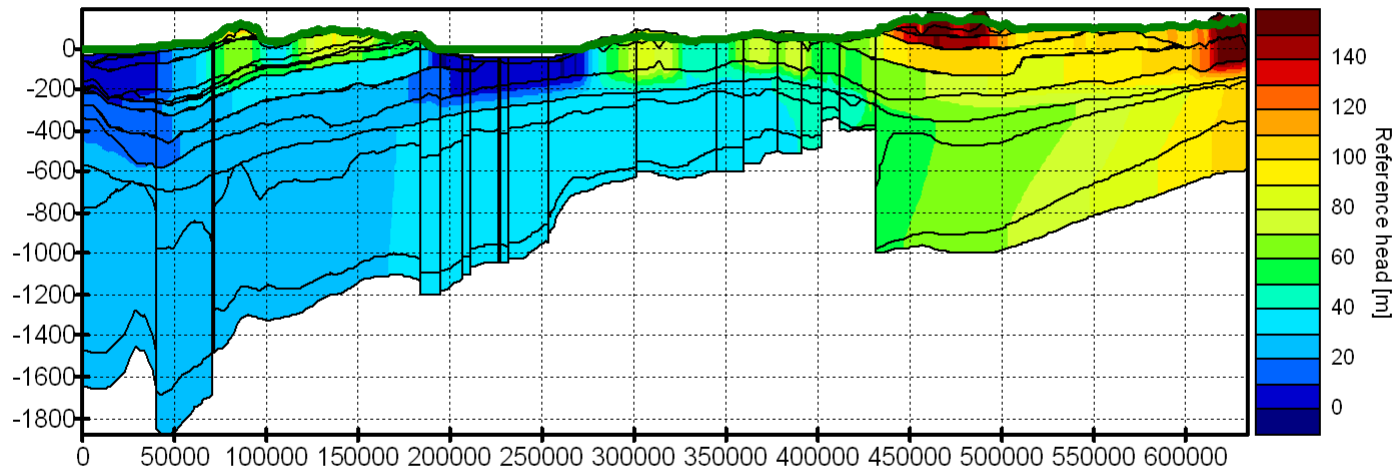
# Kalibrācijas rezultāti

D3 gj-am

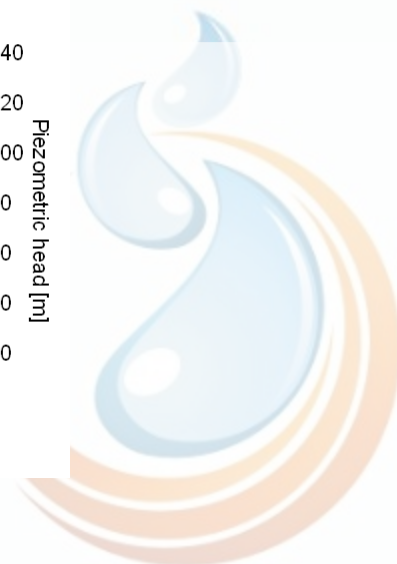
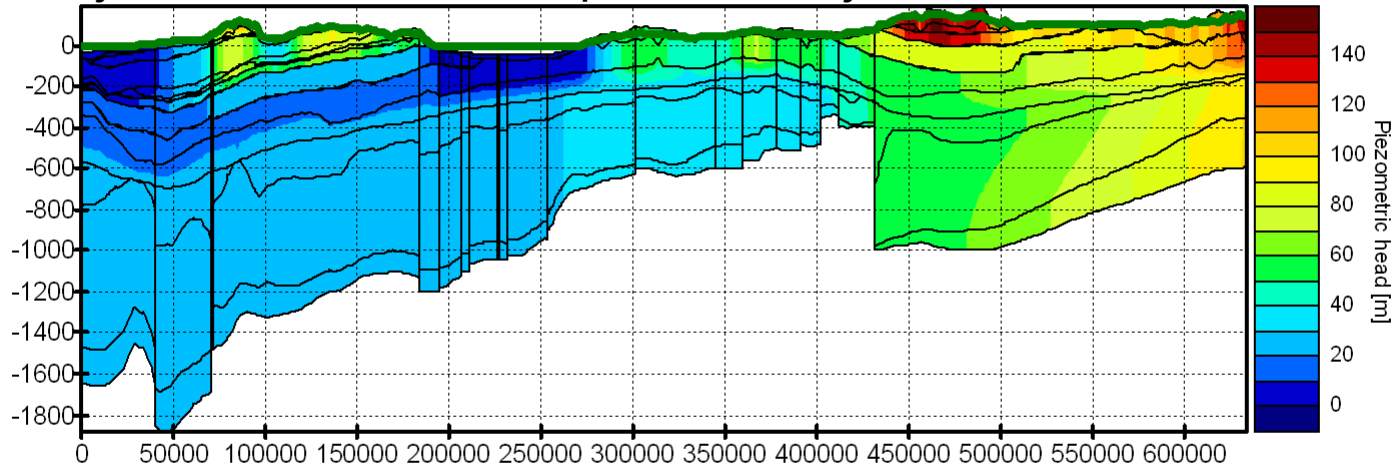


# Kalibrācijas rezultāti

## Pjezometriskais līmenis pirms kalibrācijas



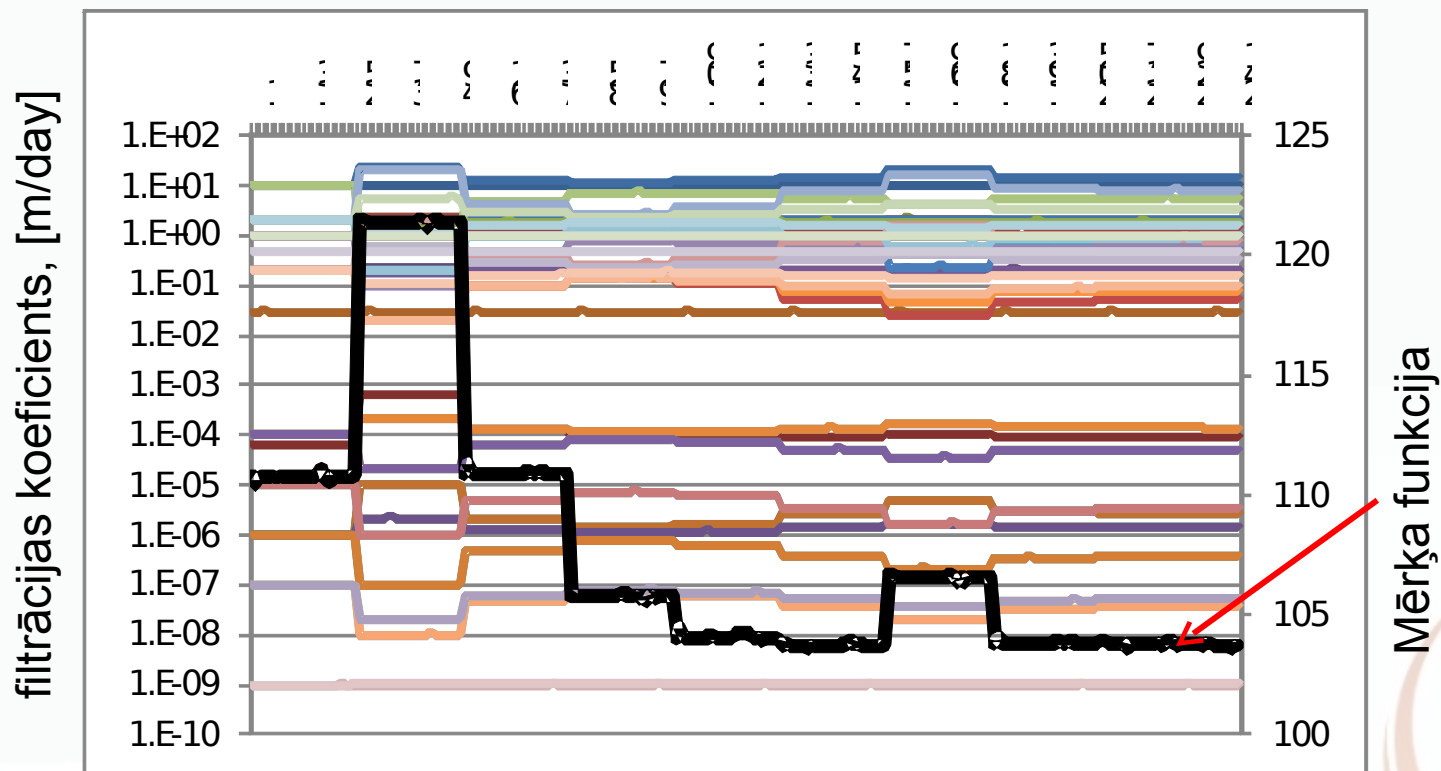
## Pjezometriskais līmenis pēc kalibrācijas



# Kalibrācijas rezultāti

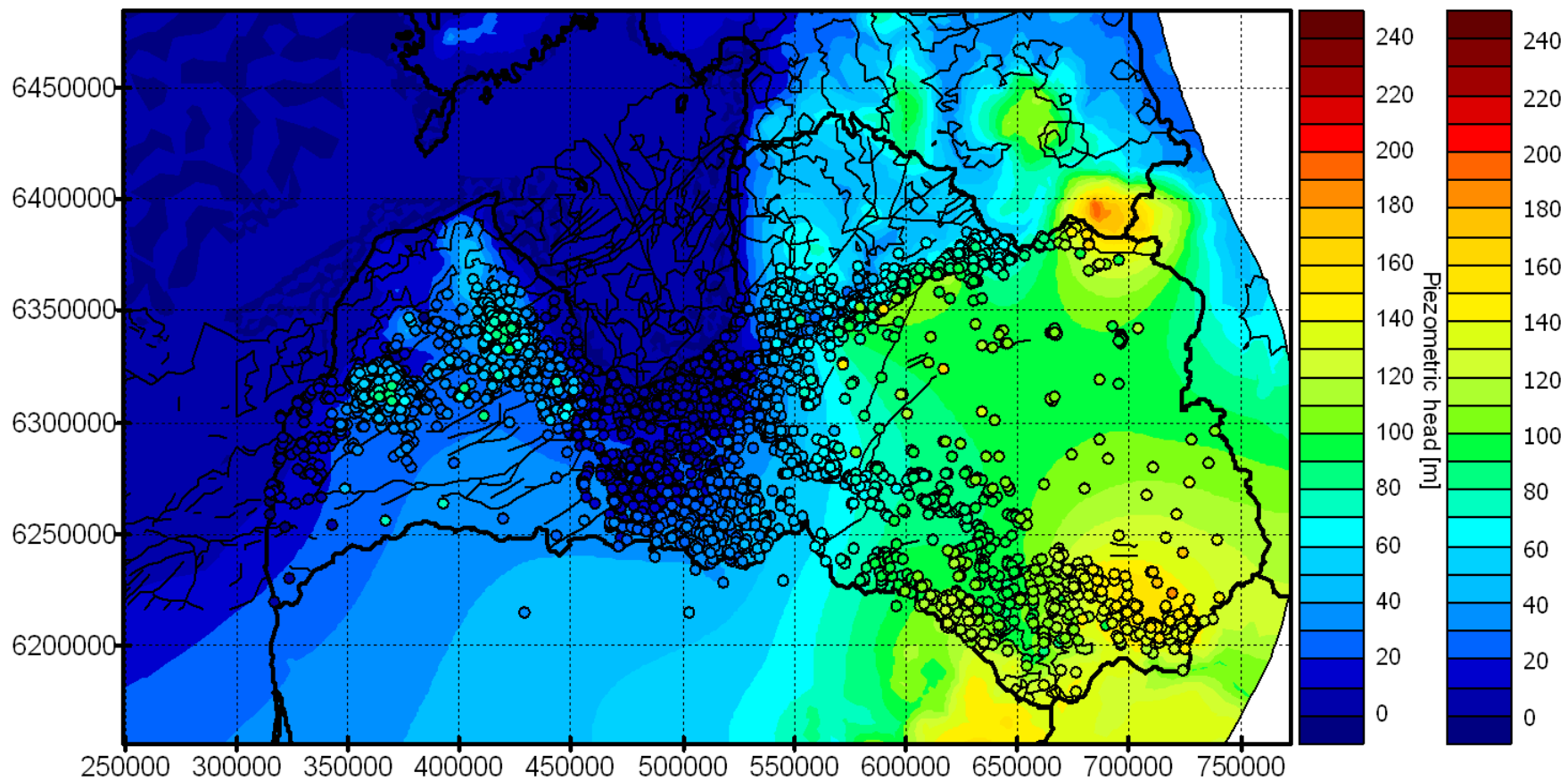
## Daudzparametru kalibrācija

### Optimizācijas solis



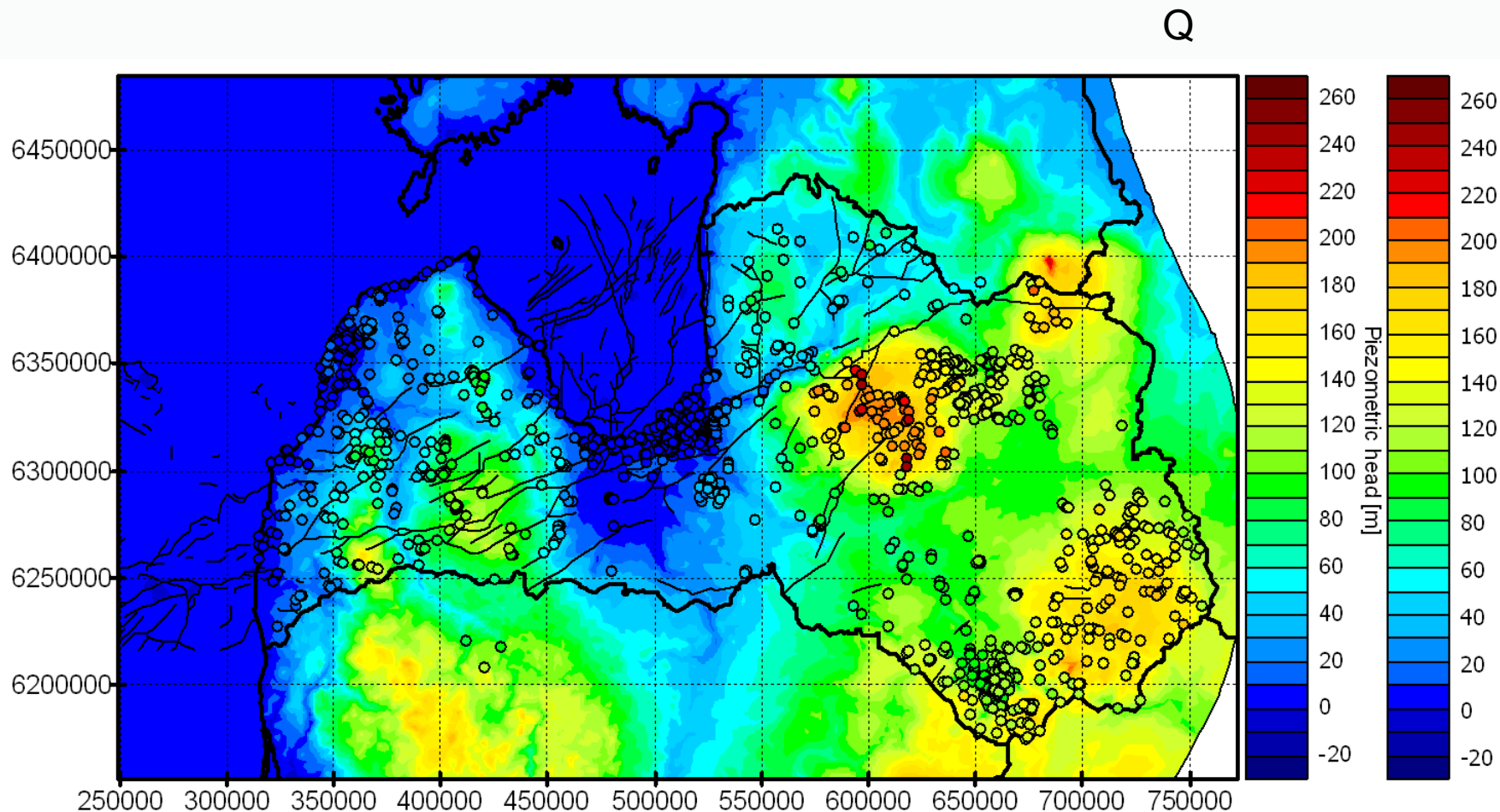
# Kalibrācijas rezultāti

D3 gj-am





# Kalibrācijas rezultāti



# Secinājumi

	V0	Q	M	All
Cm		819	584	632
O-S	17032		769	735
D 1-2	231	171		159
D2 nr	197	237		202
D2 ar-br	134	125		125
D3 gj-am	199	133		163
D3 pl-dg	111	111		80
D3 og-kt	88	181		80
D3 st-el	50	236		73
D3 fm	58	104		62
C1	182	189		150
P2	590	286		235
T1	79	57		72
J 2-3	22	17		20
Q#	33	416		76
Q	69	54		64

