

ESF projekts

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

Baltijas artēziskā baseina matemātiskais modelis -

Juris Seņņikovs

Vides un tehnoloģisko
procesu

matemātiskās
modelēšanas

laboratorija

Latvijas Universitāte





Prezentācijas saturs

1. Modeļu sistēmas koncepcija
2. Ģeometriskais modelis
3. Modelēšanas uzdevuma nostādne
4. Rezultātu piemēri
5. Nākotnes perspektīva

Ievads - pazemes ūdeņu modelēšana

Viens no projekta mērķiem ir izveidot Baltijas artēziskā baseina matemātisko modeli.

Modelim ir jāatbilst:

- 1.BAB pazemes uzbūve (ģeometriskais modelis)
- 2.BAB pazemes ūdens plūsmas (ūdens filtrācijas modelis)
- 3.BAB pazemes ūdenī esošo vielu plūsmas un to transformāciju (ķīmijas modelis)

Modelis tiek veidots kā datormodelis. Paralēli modeļa izveidei, tiek veidota programmatūra modeļa ieejas datu apstrādei un aprēķina datu vizualizācijai (HiFiGeo).

Visu modeļa funkcionēšanai nepieciešamo objektu (dati, programmas, vienādojumi,...) kopu saucim par **modeļu sistēmu**.

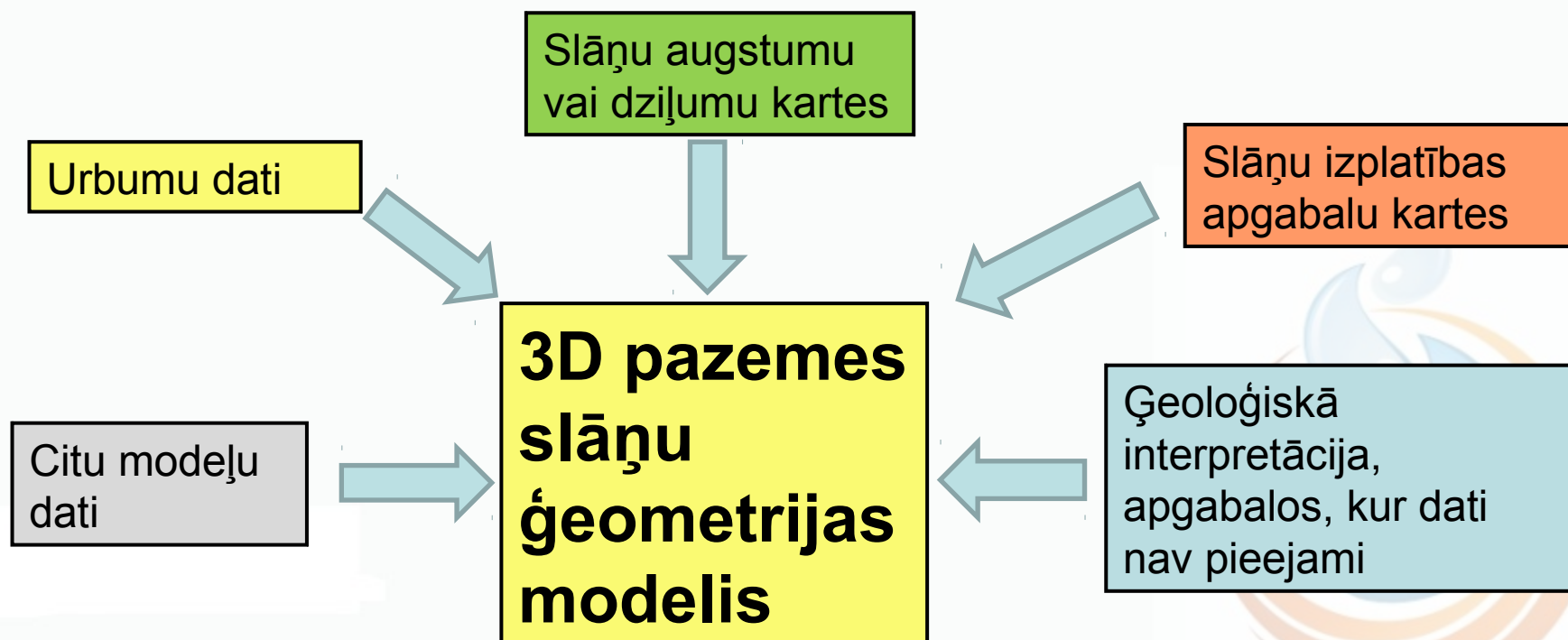


Ģeoloģiskās struktūras ģeometriskā 3D modeļa izveide

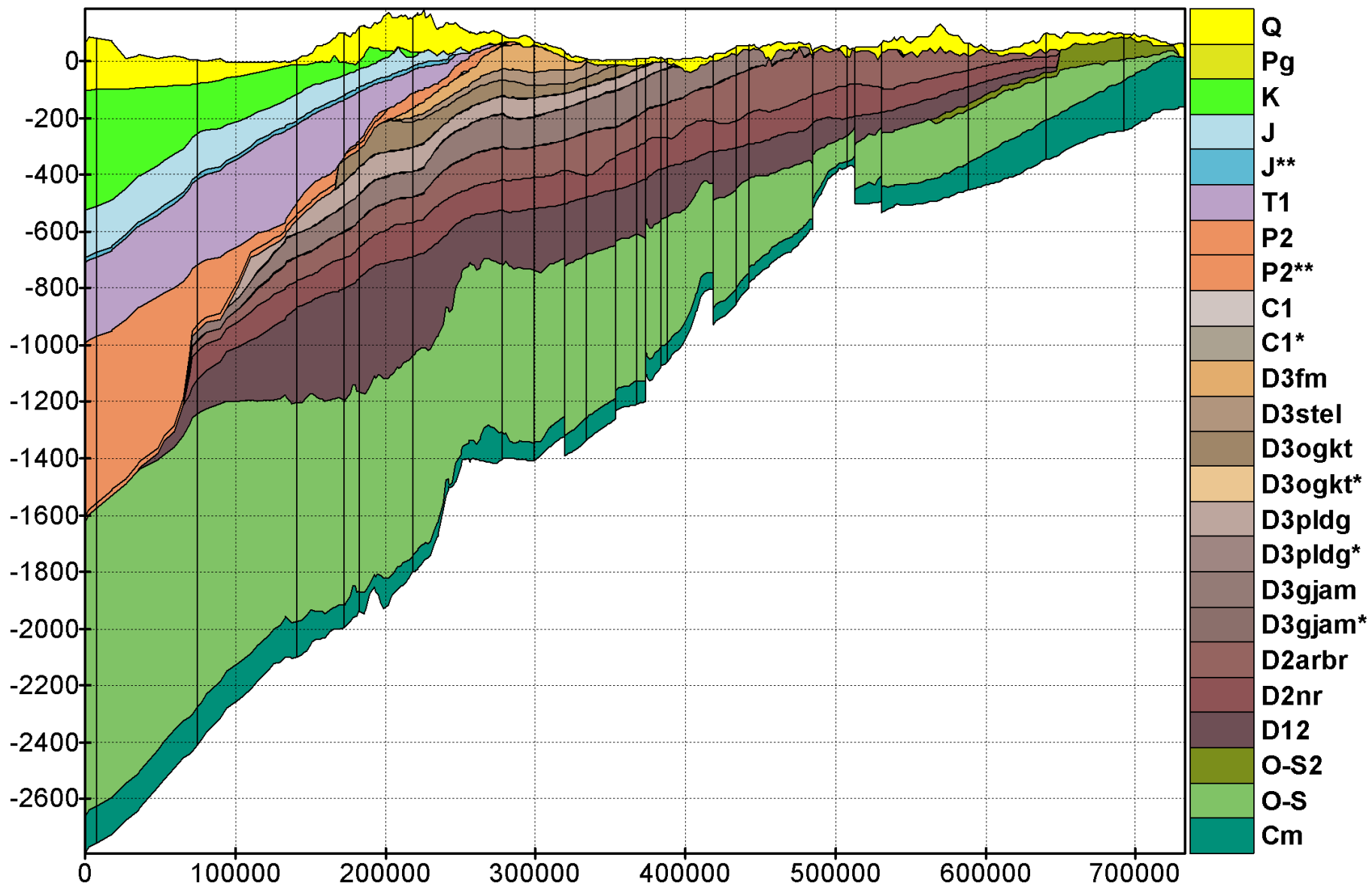
Ģeometriskais modelis izveidots, sadalot pazemi **slāņos**.

Slāņu [augšējās un apakšējās] robežas sauc par virsmām.

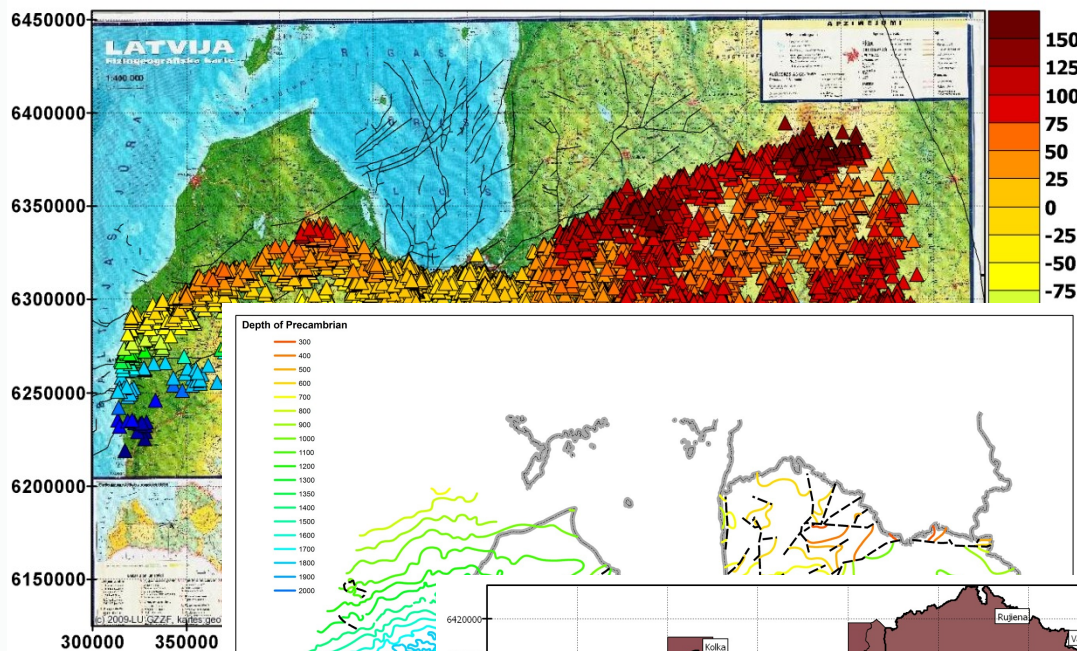
Katra slāņa ģeometrijas izveidei tiek pielietoti vairāki datu avoti, atkarībā no datu esamības, pieejamības projekta ietvaros, izmantošanas lietderības utml.



Esošajā modeļa versijā ģeoloģiskā struktūra sastāv no 24 slāņiem.



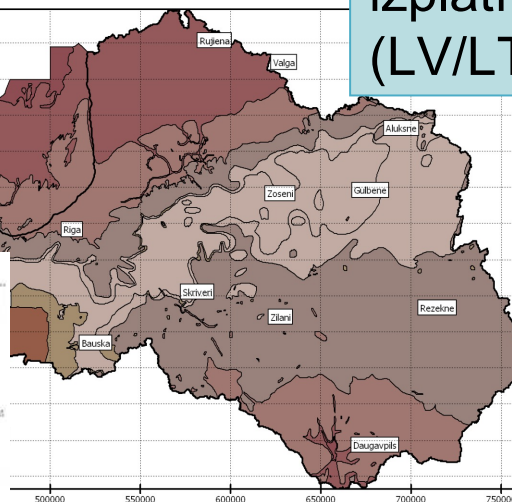
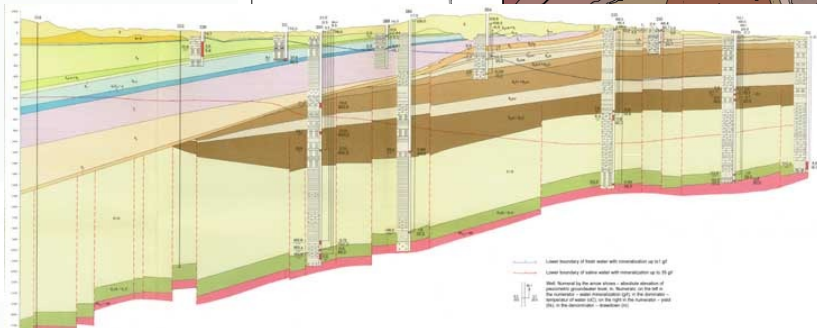
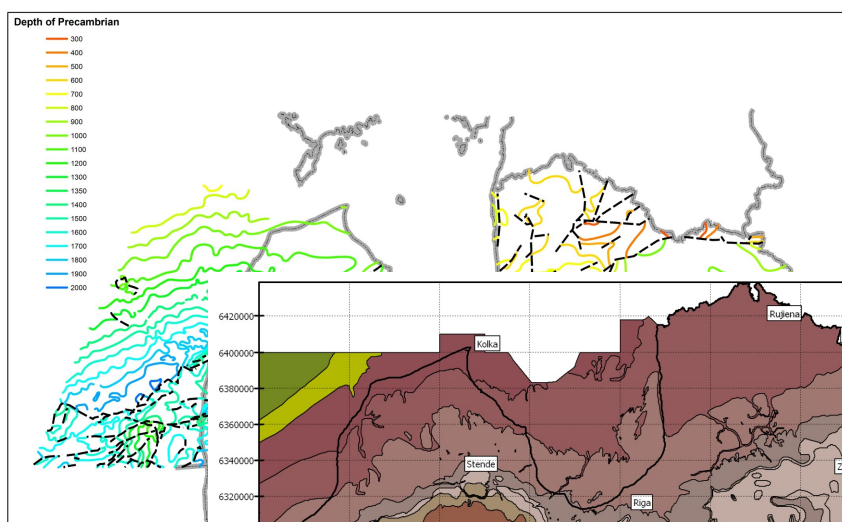
Ieejas dati



Virsmas atzīmes no urbumiem (D3 pl-dg)

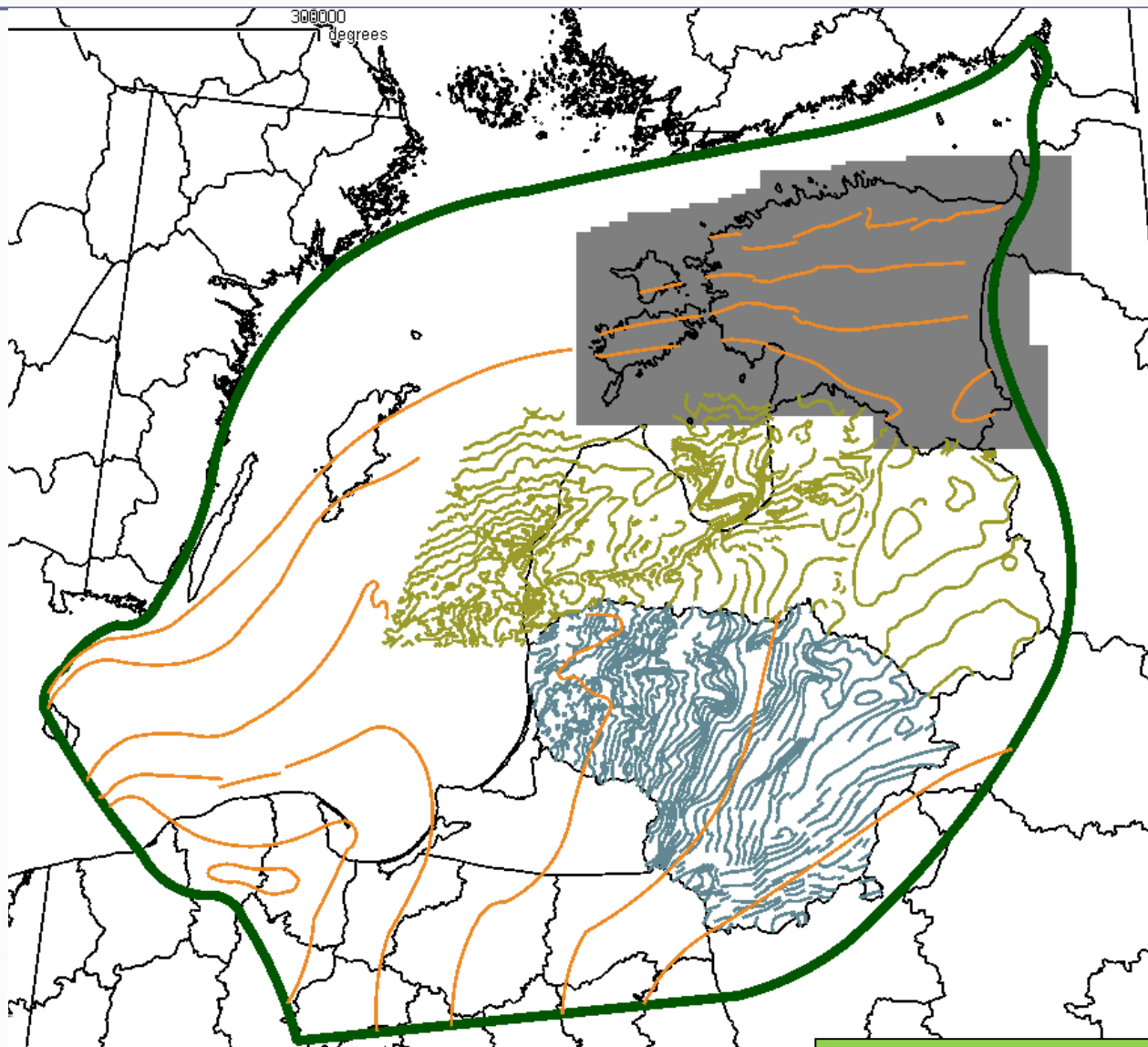
Pamatklintāja izolīnijas un lūzumu līnijas Latvijas teritorijā

Ģeoloģisko slāņu izplatības robežas (LV/LT)



Ģeoloģisko griezumu informācija, ārpus Baltijas valstīm

Ieejas dati – ģeoloģisko slāņu virsmu izolīniju kartes



Pamatklintāja reljefa
dati:

Latvijas teritorija –
reljefa izolīnijas un
urbumi

Lietuvas teritorijā –
reljefa izolīnijas

Igaunijas teritorijā –
dati no Igaunijas
hidroģeoloģiskā
modeļa

Pārējā apgabalā –
izolīnijas no literatūras

Ģeometriskās struktūras izveides algoritmi

Visas ģeoloģiskās virsmas tiek izveidotas uz trijstūru režģa, katrā režģa virsotnē glabājas virsmas augstums, trijstūru režģī iespējams ieviest dažādu detalizācijas pakāpi apakšapgabalos.

Trijstūru režģis visai BAB teritorijai tiek veidots, ņemot vērā raksturīgās līnijas: krasta līnijas, upju/ezeru līnijas, ģeoloģisko materiālu izplatības robežas, ģeoloģisko lūzumu līnijas u.c.

Katra no ģeoloģiskajām virsmām ir uzdota noteiktā kopējā trijstūru režģa apakšapgabalā.

Apvienojot visas virsmas iegūst 3D **tilpumu režģi**, kura elementi ir prizmas, piramīdas un tetraedri.

Ģeometriskās struktūra – līnijas un režģis

Apgabala robeža

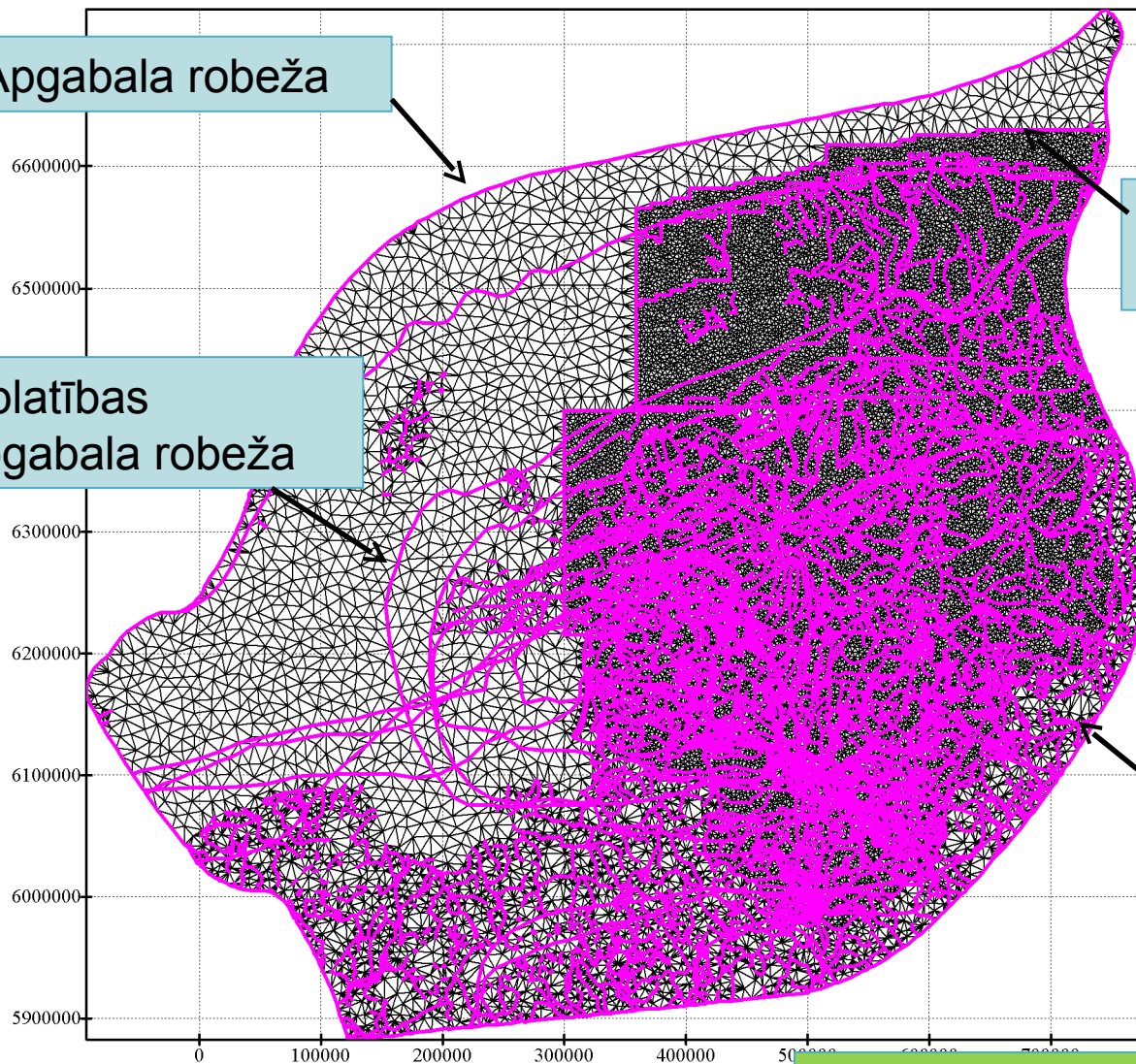
Raksturīgās līnijas ->
Trijstūru režģis

Igaunijas HG
modeļa apgabals

Izplatības
apgabala robeža

Režģa detalizācija
lielāka apgabalos, kuros
ir pieejama detalizētāka
ģeoloģiskā informācija

Upes



Režģa trijstūru malas sakrīt ar
raksturīgajām līnijām

Filtrācijas aprēķina uzdevuma nostādne

V0 versijā tiek rēķinātas stacionārās [*t.i. nostabilizējušās un ilgākā laikā nemainīgas*] filtrācijas plūsmas

Robežnosacījumi:

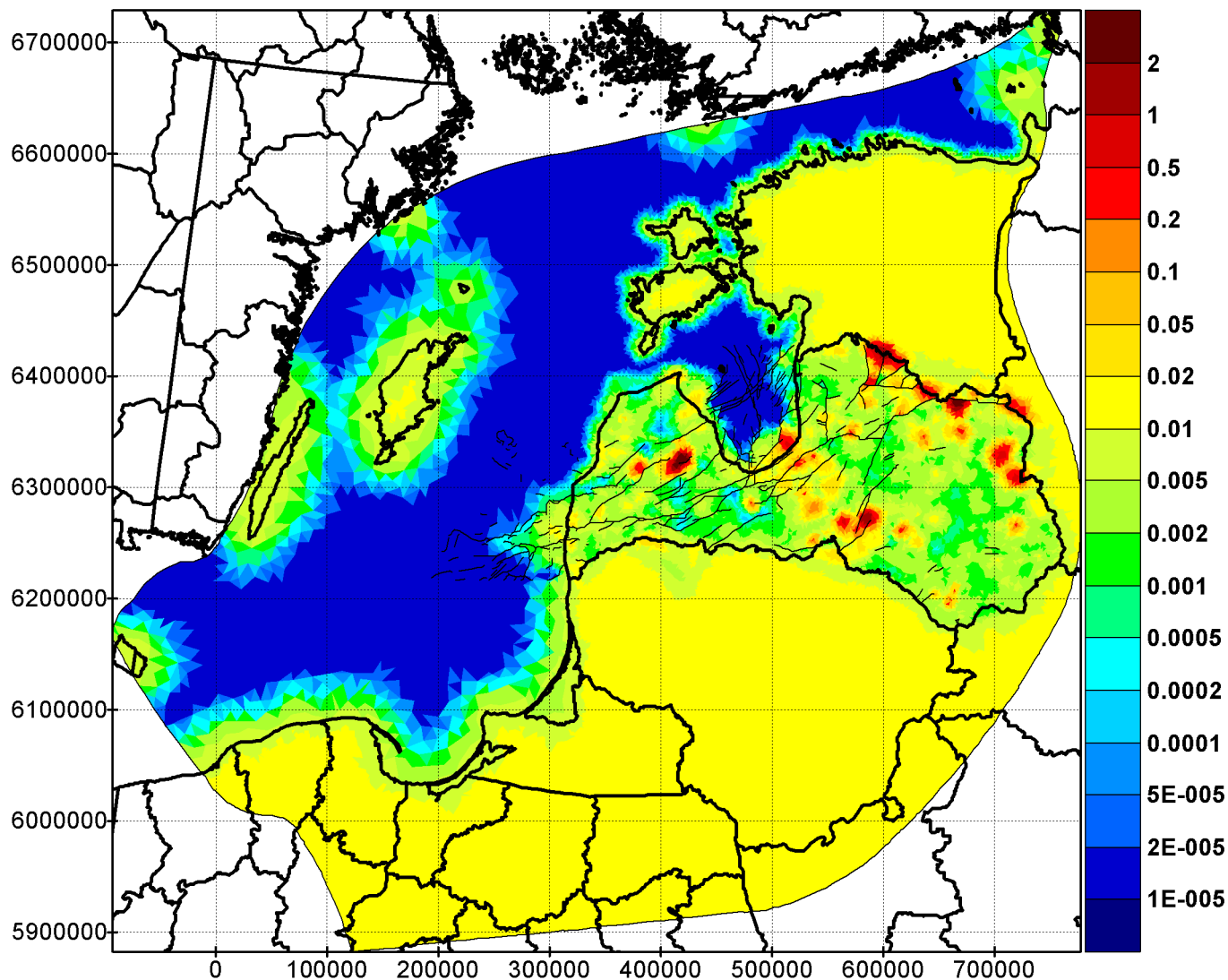
1. Tā kā modeļapgabals ir visa BAB teritorija, tad uz tā sānu robežām uzdodam necaurlaidības nosacījumus
2. Uz augšējās virsmas uzdodam infiltrāciju (*v0 versijā konstantu visā modeļapgabalā*)
3. Uzdodam ūdensguves urbumu vidējos debitus (*kur par tiem ir pieejami dati*)
4. Uzdodam 1.veida robežnosacījumu – fiksētu ūdenslīmeni uz punktiem jūras gultnē.
5. Uzdodam upju un ezeru ūdenslīmeņus kā 1.veida robežnosacījumu (*v0 versijā sakrītošu ar topo virsmas augstumu*).

Materiālu īpašības:

1. Kalibrācijas procesā nosakāmas, pa ģeoloģiskajiem slāņiem konstanti horizontālās un vertikālās filtrācijas koeficienti.
2. Kvartārā – teritoriāli mainīgi koeficienti. Koeficientu noteikšanai Latvijas teritorijā izstrādāts speciāls algoritms.

Aprēķinu rezultāts ir [*pjezometriskais*] ūdens līmenis katrā režģa punktā katrā slānī (lauks) un [*no tā atvasināts*] filtrācijas ātruma lauks.

Materiālu īpašības



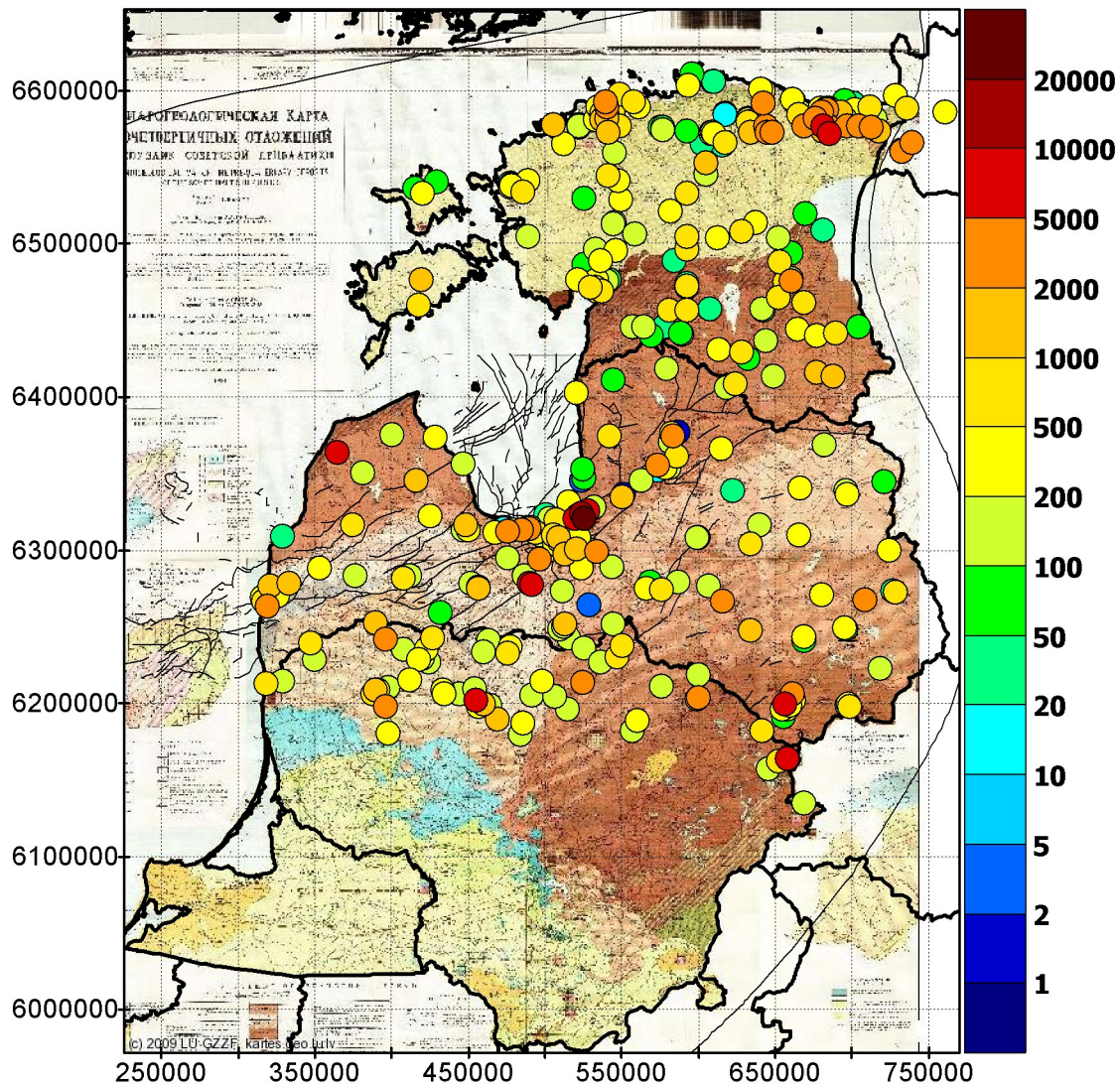
Kvartāra vertikālās caurlaidības koeficienta (m/dnn) sadalījums.

Latvijas teritorijai izstrādāts algoritms materiālu īpašību noteikšanai no urbumu litoloģijas

Pārējā teritorijā uzdoti vidējie parametri



Robežnosacījumi - ūdensguve



Ūdensguves punkti,
attēlota ūdensguves
jauda m³/diennaktī

Latvija – LVĢMC dati

Lietuva – Lietuvas ĢD
dati

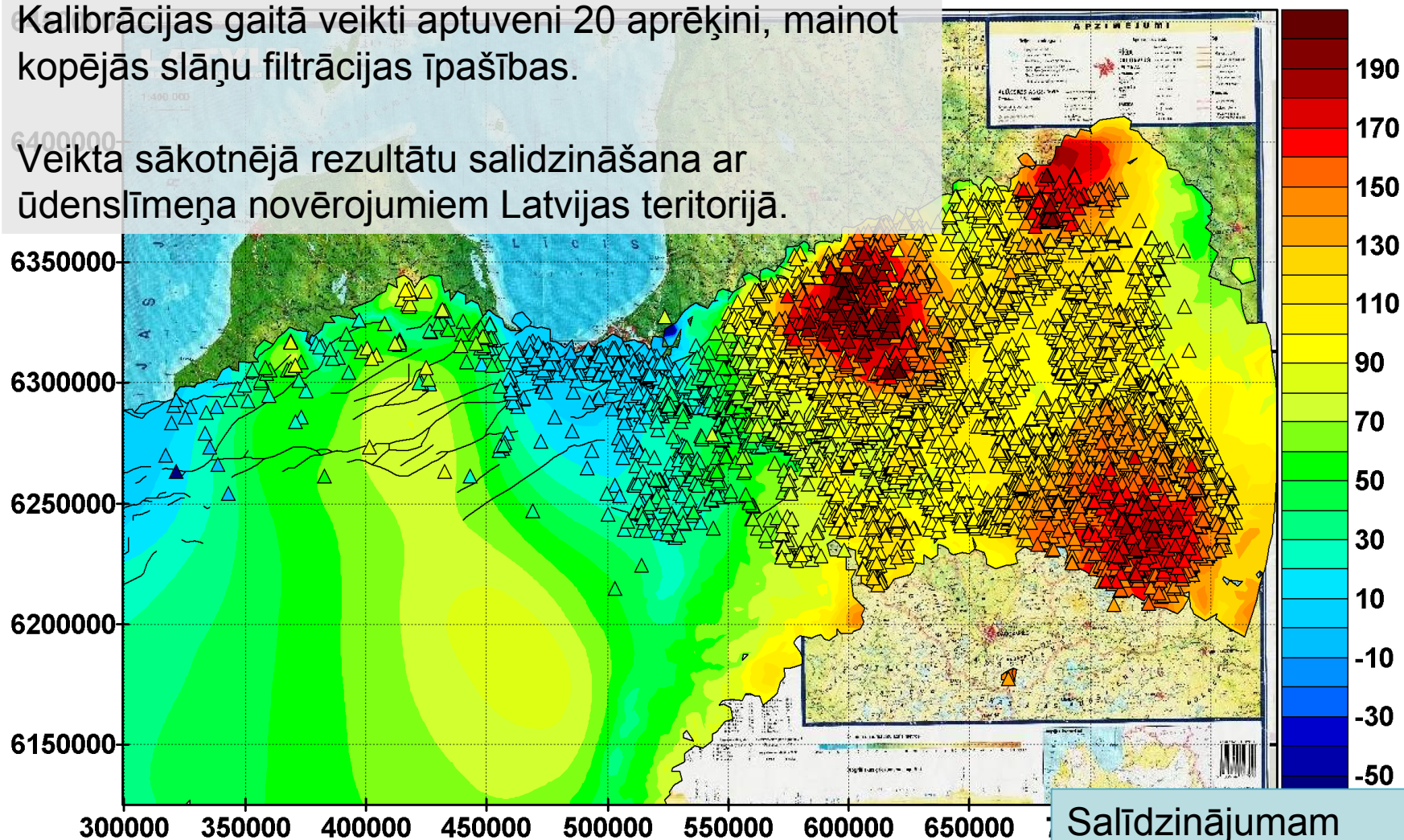
Igaunija – Igaunijas
hidroģeoloģiskais
modelis (ar modifikācijām)



PZŪL salīdzinājums ar novērojumiem – D3 pl-dg

Kalibrācijas gaitā veikti aptuveni 20 aprēķini, mainot kopējās slāņu filtrācijas īpašības.

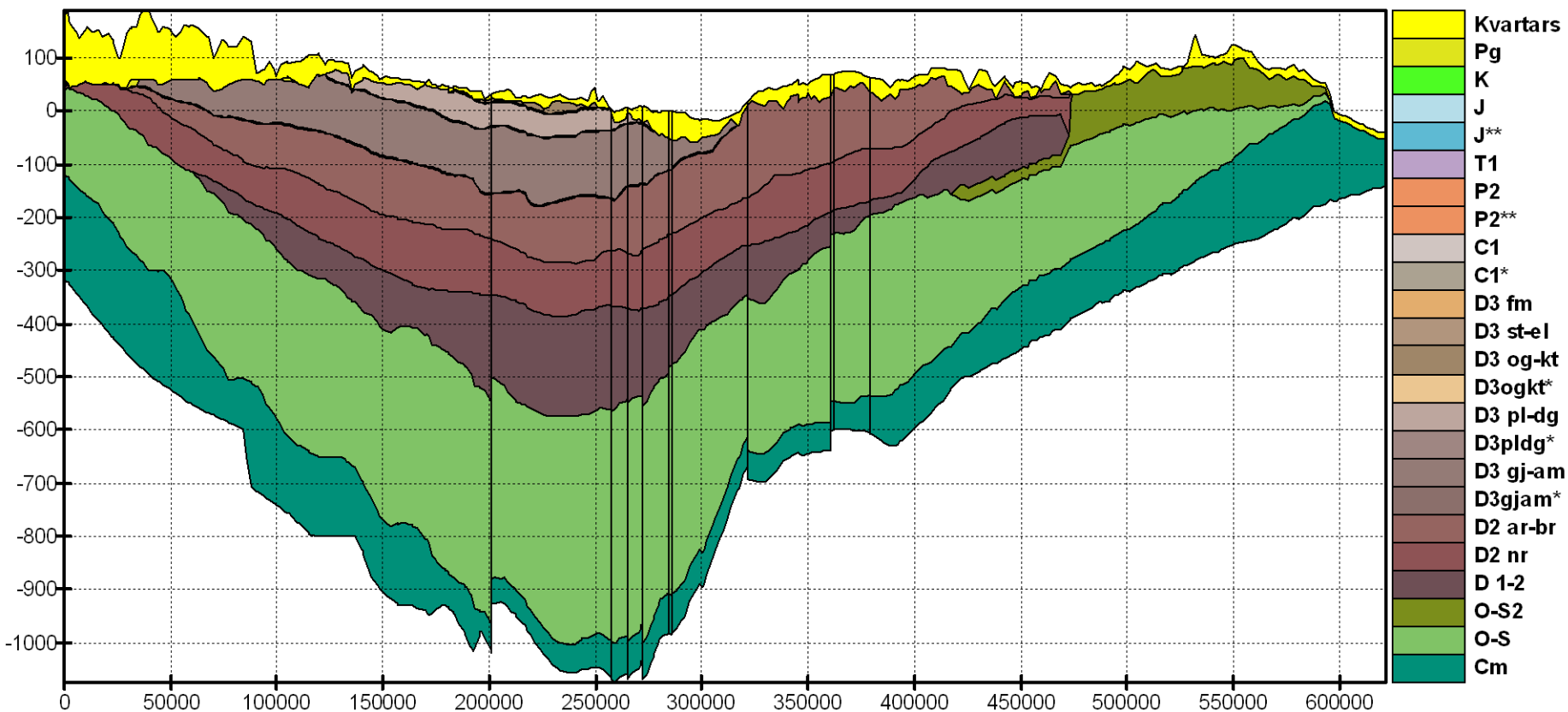
Veikta sākotnējā rezultātu salīdzināšana ar ūdenslīmeņa novērojumiem Latvijas teritorijā.



Salīdzinājumam izmantojam urbumu ierīkošanas gaitā novēroto statistisko ūdenslīmeņi

Rezultātu piemēri

Vertikālais griezum Viļņa - Rīga – Kohtla-Järve, ģeoloģiskā struktūra



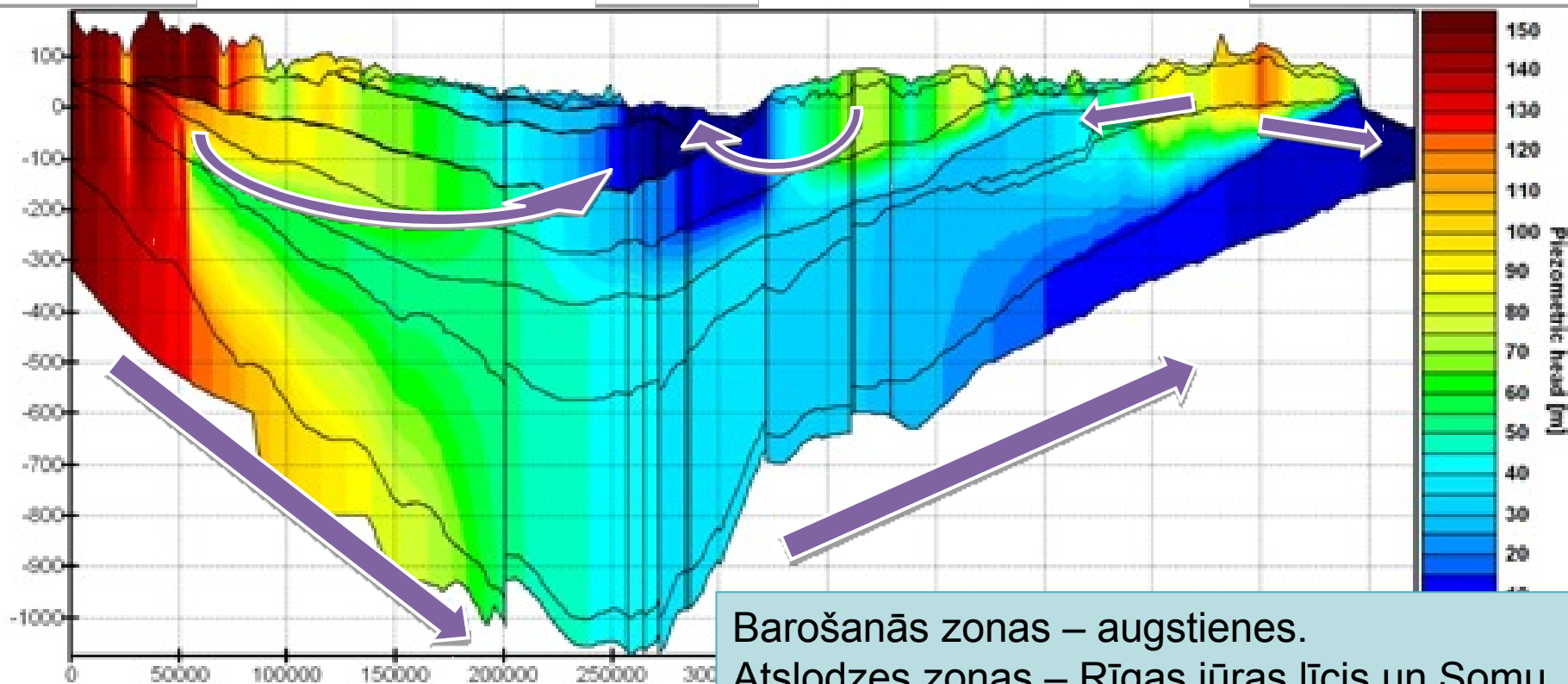
Rezultātu piemēri

PZŪL sadalījums griezumā, shematisks plūsmu attēlojums

Vilnius

Rīga

Kohtla-Järve



Barošanās zonas – augstienes.
Atslodzes zonas – Rīgas jūras līcis un Somu līcis.
Zemākajos slāņos – plūsma no dienvidiem uz ziemeļiem.

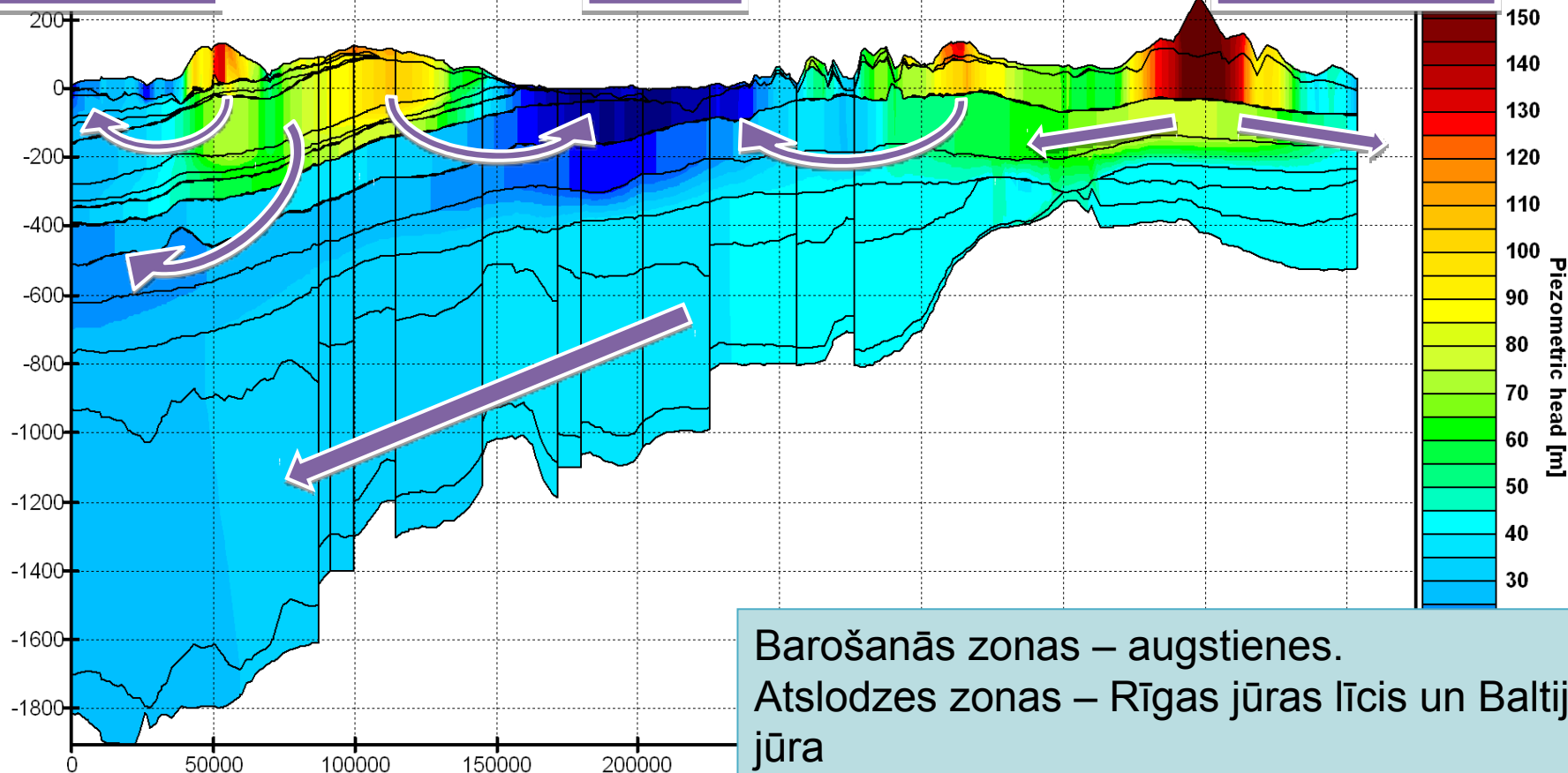
Rezultātu piemēri

PZŪL sadalījums griezumā, shematisks plūsmu attēlojums

Rucava

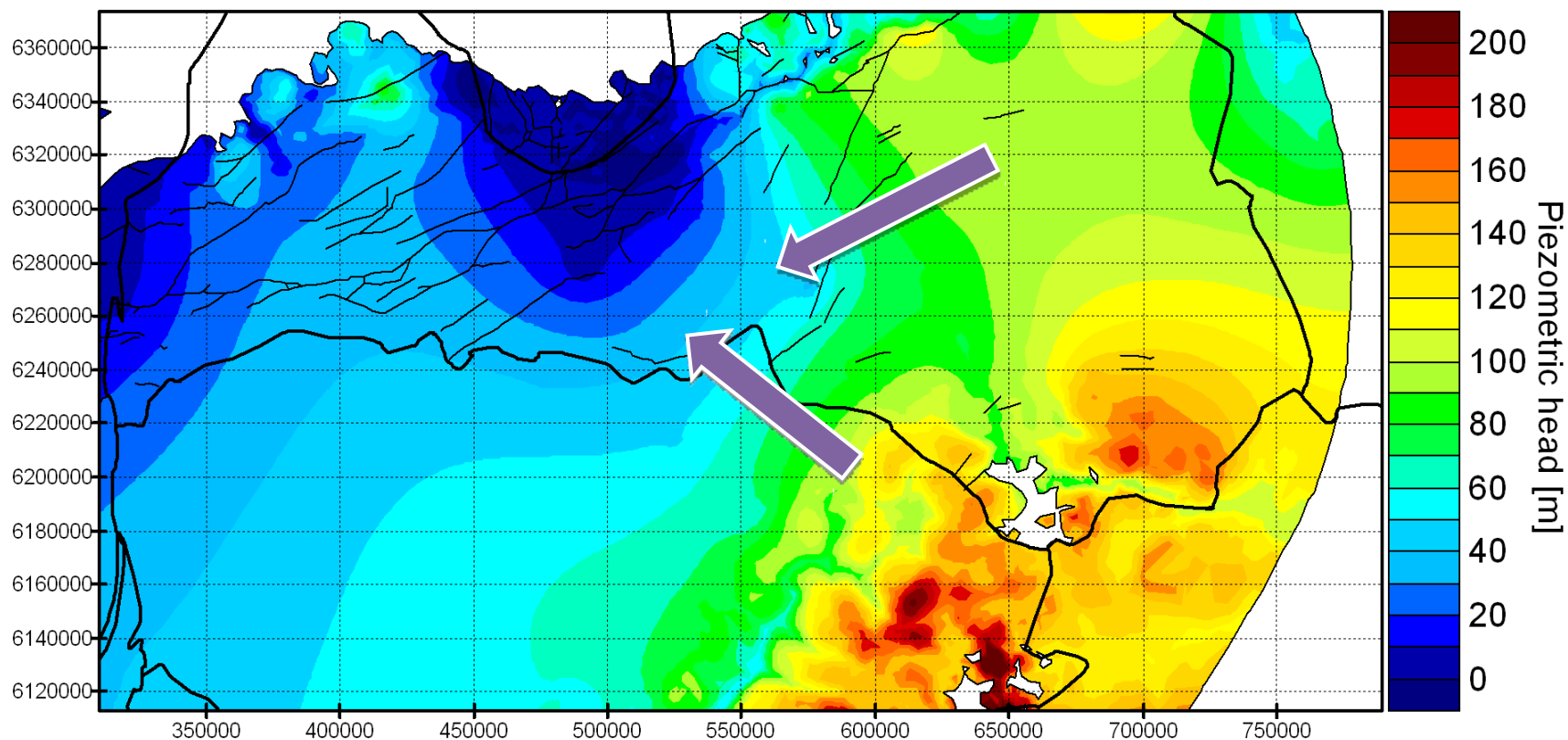
Rīga

Pleskava



Barošanās zonas – augstienes.
Atslodzes zonas – Rīgas jūras līcis un Baltijas jūra
Zem D2nr– plūsma no austrumiem uz rietumiem.

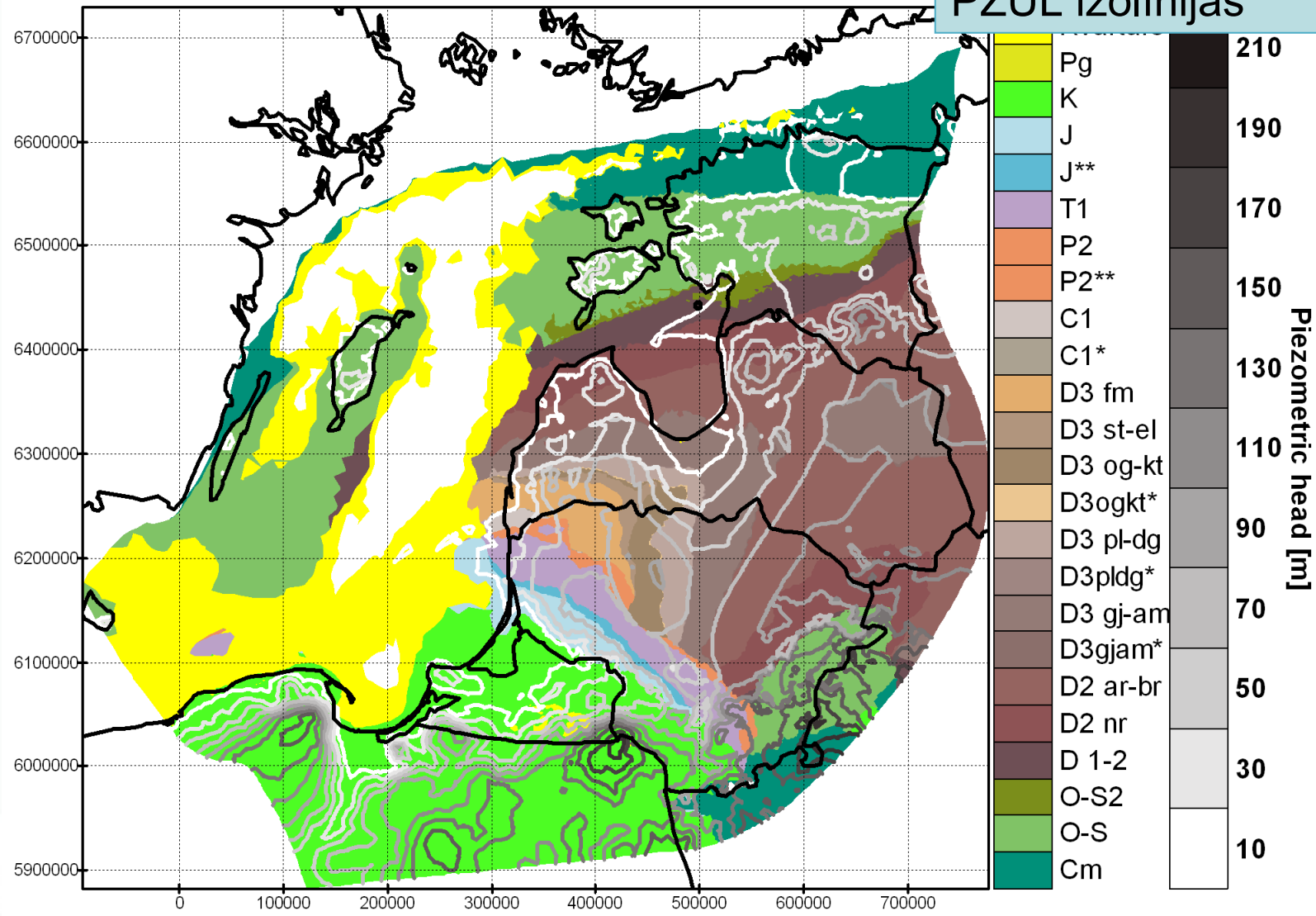
Ļāprecizē BAB austrumu robeža



Barošanās zonas – Lietuvas ZA, Latvijas DA, augstienes
Atslodzes zonas – Rīgas jūras līcis un Baltijas jūra

Rezultātu piemēri

Horizontālais griezumums -100 m atzīmē – materiāli un PZŪL izolīnijas



Kopsavilkums

Modeļu sistēma:

Izveidota skripta valoda ģeometriskās struktūras, aprēķinu ieejas datu sagatavošanas automatizēšanai.

Ģeometriskais modelis:

Izveidots BAB ģeoloģiskās struktūras ģeometrijas modelis ar 24 slāņiem

Filtrācijas modelis:

Sagatavoti robežnosacījumi filtrācijas modelim.

Veikti vairāki filtrācijas plūsmu aprēķini.

Veikta sākotnējā kalibrācija un salīdzināšana ar novērojumu datiem.

Programmatūra:

Papildināta un nodota projekta vajadzībām programmatūra HiFiGeo struktūras un rezultātu vizualizācijai un pēcapstrādei

Tālākās darbības virzieni

Modeļu sistēma:

Virsmu ģenerēšanas algoritmu tālāka attīstība.

Ģeometriskais modelis:

Lietuvas datu pilnīgāka izmantošana (lūzumi, ūdensieguve, materiālu īpašības).

Kontakti ar citām valstīm – Polijas ĢD,...

Precīzāki ģeoloģiskie dati par Baltijas jūras akvatoriju.

Filtrācijas modelis:

Apvienošana ar hidroloģisko modeli (virsmas infiltrācijas uzlabošanai).

Vielu pārneses un reakciju modeļa izveide.

Nestacionāru aprēķinu veikšana (t.sk. projekta aktivitātei PALEO).

Autokalibrācija

Programmatūra:

Attēlošanas un automatizācijas iespēju tālāka attīstība