

ESF projekts

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

# Stabilo izotopu saturs pazemes ūdeņos Latvijā. Pirmie rezultāti

Alise Babre, Aija Dēliņa  
[alisebabre@lu.lv](mailto:alisebabre@lu.lv)

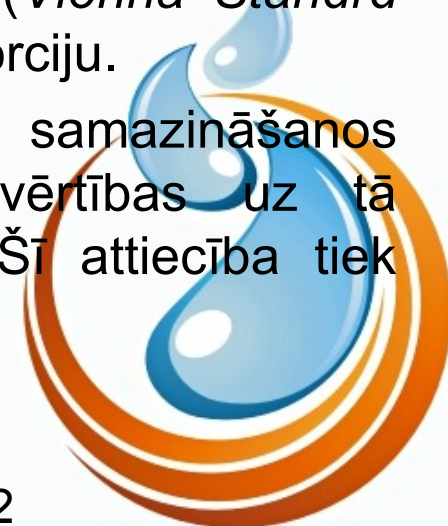


# Skābekļa un ūdeņraža stabilie izotopi

Stabilie jeb vides izotopi – nuklīdi, kuri uzskatami par stabiliem, t.i., tie nesabrūk, vai arī to pussabrukšanas periods ir pārāk ilgs, lai to fiksētu. Stabilo izotopu koncentrācija uz zemes ir nemainīga, mainās tikai to koncentrācija dažādās vidēs (*Fritz, Clark, 2000*).

Stabilos izotopus izsaka attiecībā pret stabilāko jeb izplatītāko ķīmiskā elementa izotopu, kā arī salīdzina ar references vērtību:  $^{16}\text{O}/^{18}\text{O}$  un H/D standarta proporcijas ir VSMOW (*Vienna Standard Mean Ocean Water*), jeb okeana ūdens vidējo proporciju.

Negatīvas vērtības norāda uz smagāko izotopu samazināšanos attiecībā pret okeāna ūdeni, bet pozitīvās vērtības uz tā bagātināšanos, attiecībā pret standarta vērtību. Šī attiecība tiek izteikta kā ‰.



# Pētījumu metodikas iespējas hidroģeoloģiskajos pētījumos

Iespējams iegūt informāciju par:

- 1) Klimata mainību ilgtermiņā
- 2) Noteikt pazemes ūdens plūsmu virzienus
- 3) Veikt pazemes ūdens plūsmu paleorekonstrukcijas
- 4) Pazemes ūdens sajaušanās vietām
- 5) Ūdens uzturēšanās laiku pazemē



# O/H stabilo izotopu pētījumi HĢ BAB teritorijā

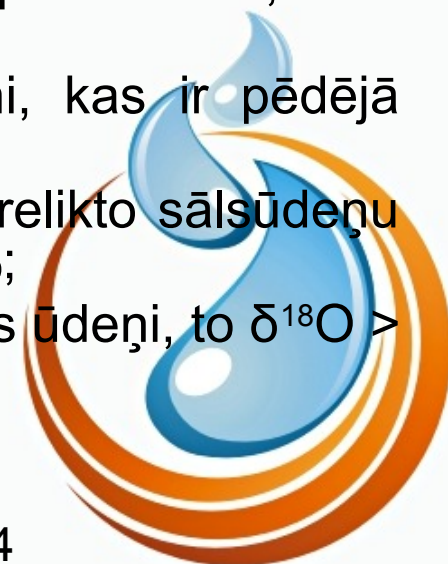
Baltijas artēziskā baseina pazemes ūdeņos fiksetās vērtības -7.7 līdz -22  $\delta^{18}\text{O}$  ‰

## Igaunija

Vidējais  $\delta^{18}\text{O}$  izotopu saturs pazemes ūdeņos Igaunijā, gk., varie starp -11 līdz -14 ‰. Kembrija-venda ūdens kompleksā Igaunijas ziemeļos  $^{18}\text{O}$  saturs ir ievērojami mazāks t.i.,  $\delta^{18}\text{O}$  -18 un 22.5 ‰ robežās.

Tiek izdalīti 4 ķīmiskie ūdens tipi:

- Cl-Na tipa ūdeņi, to veidošanās netiek saistīta ar pleistocēnu,  $\delta^{18}\text{O}$  vērtības ir  $> -14$  ‰;
- Ca-Na-HCO<sub>3</sub>-Cl vai Ca-Na-Cl-HCO<sub>3</sub> tipa ūdeņi, kas ir pēdējā apledošanas ūdeņi,  $\delta^{18}\text{O}$  - 19 līdz - 22 ‰;
- Cl-HCO<sub>3</sub>-Na tipa ūdeņi, kas tiek interpretēti, kā relikto sālsūdeņu un ledājušanas ūdeņu sajaukums,  $\delta^{18}\text{O} > -19$  ‰;
- Ca-HCO<sub>3</sub> tiek interpretēti kā Holocēnā veidojusies ūdeņi, to  $\delta^{18}\text{O} > -14$  ‰



Pētījumi Lietuvas teritorijā galvenokārt, aptver pazemes ūdeņus Devona perioda iežos un Lietuvas piemērā  $\delta^{18}\text{O}$  vērtības atrodas intervālā starp -11.5 to -8.8 ‰ SMOW. Radioaktīvā oglekļa datēšana apstiprina, ka aktīvās ūdens apmaiņas zonā ūdens ir infiltrējies līdz 10 000 gadiem un ir veidojies Holocēnā (*Mokrik, Mažeika 2002; Mokrik 2003; Zuzevičius et al. 2007*).

Pēc skābekļa izotopu attiecības, pazemes ūdeņus BAB iedala trīs daļās (*Mokrik et al., 2008*):

1. augšējā zona ar Holocēnā infiltrētu ūdeni, kur  $\delta^{18}\text{O}$  vērtības ir intervālā no -10.4 līdz -11.8‰
2. dziļākā zona ar  $\delta^{18}\text{O}$  vērtībām no -4.5 līdz -10.4‰
3. augšējā zona ar izteikti negatīvāku saturu attiecība pret mūsdienu nokrišņu vērtībām  $\delta^{18}\text{O}$  tā ir robežās starp -12 un -22.5‰

Baltijas jūrā: Periodā (1982-1989) veikts monitorings pie Igunijas krastiem, ieskaitot Rīgas līci dažādos dziļumos 0 - 200 m, vidējā vērtība:  $\delta^{18}\text{O}$  -6.59‰ (*Punning et.al., 1989*)

# O/H izotopu pētījumi pazemes ūdeņos Latvijas teritorijā

- Nokrišņu monitorings (1980 - 1989) (*IAEA, 2010*)
- 6 paraugi (1989, 2000) (*Mokrik et.al., 2008*)
- 52 jaunie paraugi (*PUMA, 2010*) paraugoti no kvartāra līdz kembrija horizontiem, galvenokārt, monitoringa urbumi.

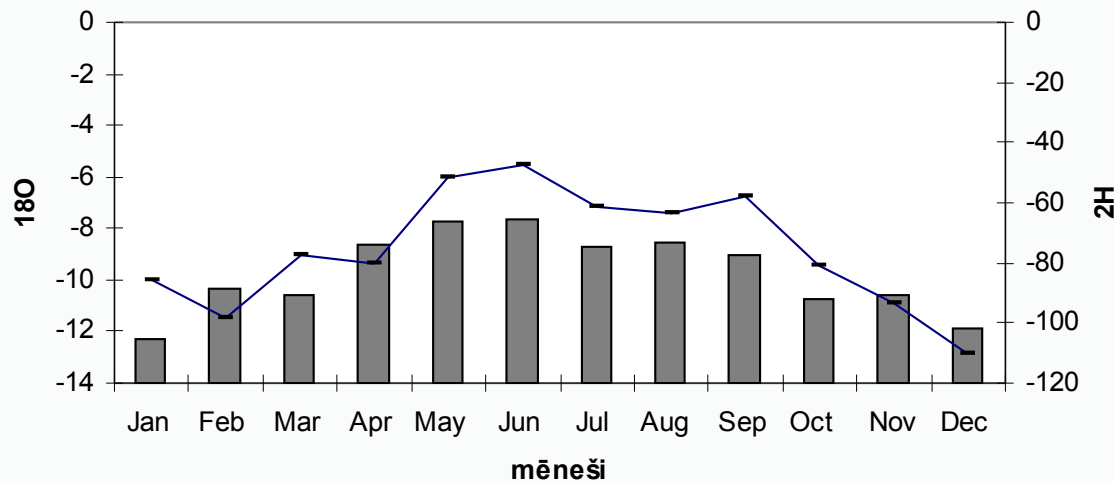




# Izotopu saturs nokrišņos Latvijā

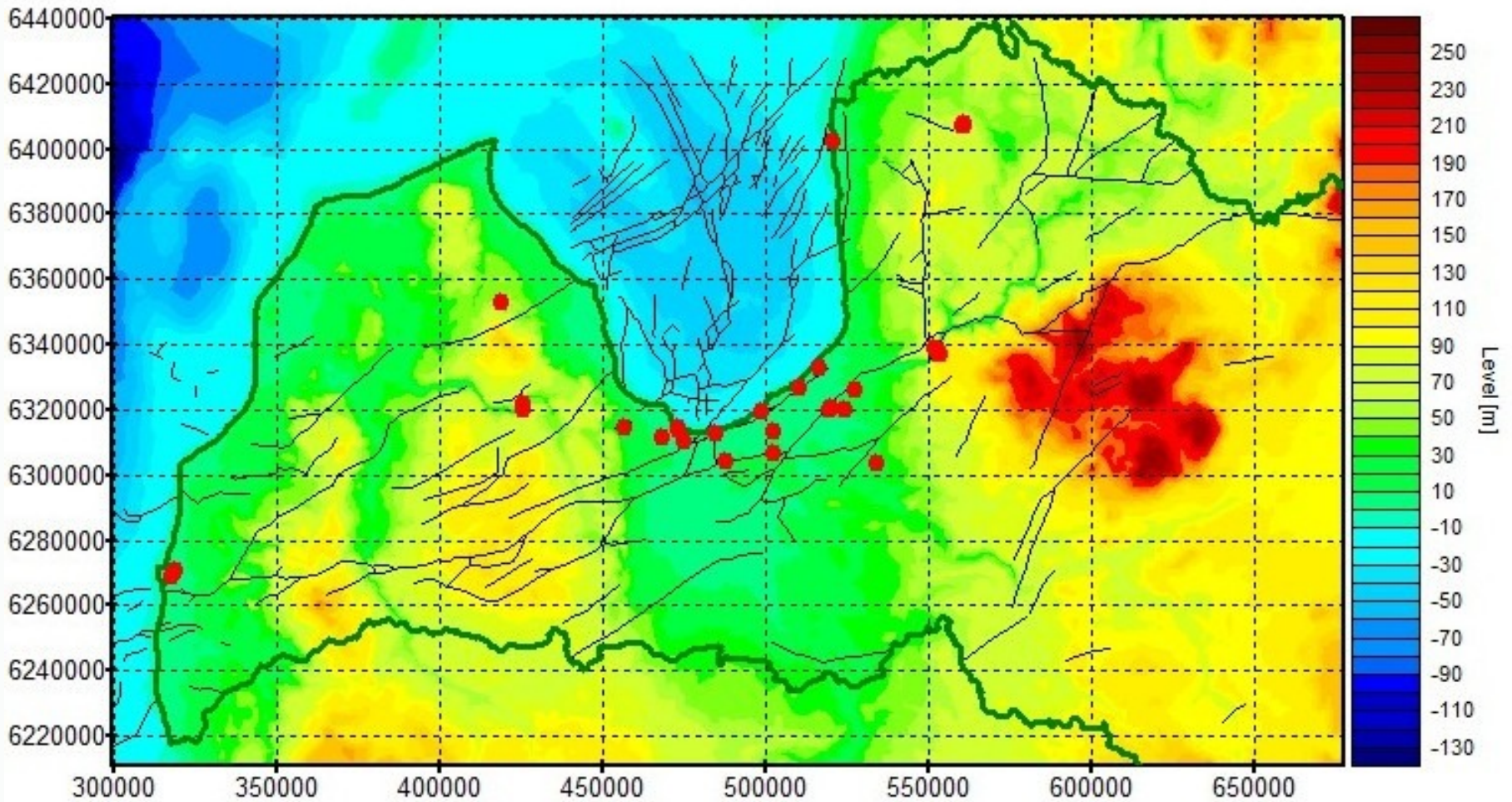
Novērojumi nokrišņos veikti laika periodā no 1980-1989 gadam, meteoroloģiskajā stacijā Rīgā, vidējā svērtā vērtība daudzgadu periodā ir  $-9.7 \text{ ‰}$ . Vērtību variācijas ir no  $-2$  līdz  $-17 \text{ ‰}$ .

18O/2H pa mēnešiem, 1980-1989 g, nokrišņos



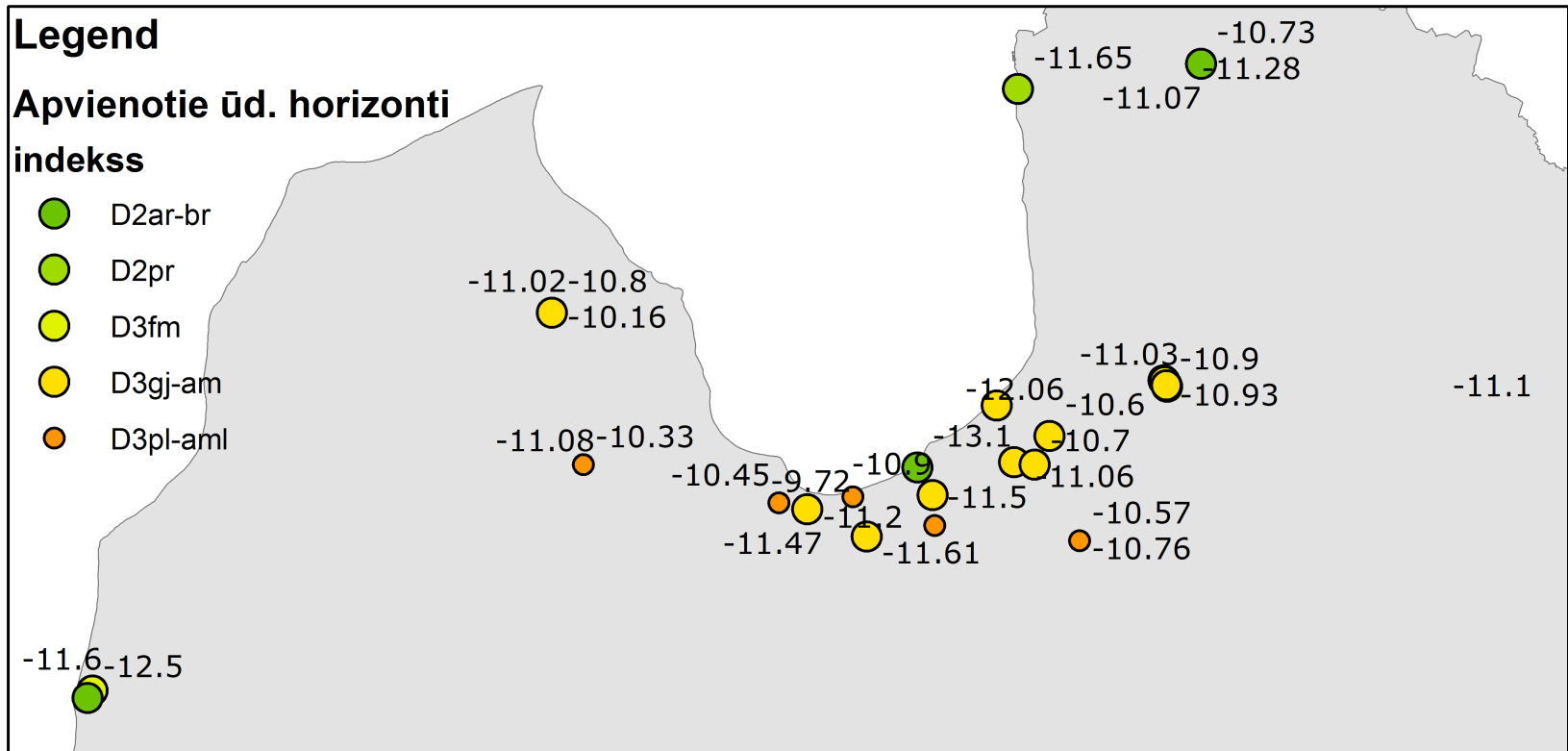
1.attēls.  $^{18}\text{O}$  un  $^2\text{H}$  sadalījums nokrišņos Rīgā, pa mēnešiem (IAEA, 2010)





2.attēls. Projekta PUMA un ietvaros paņemto paraugu novietojums





3.attēls. Paraugotie horizonti un  $\delta^{18}O_{\text{‰}}$  vērtības tajos



# Rezultāti

- Vidējā  $\delta^{18}\text{O}$  vērtība pazemes ūdeņos Latvijas teritorijā:  $-10.9 \delta^{18}\text{O} \text{ ‰}$
- Vērtības Latvijas teritorijā ir no  $-5.3$  līdz  $-13.1 \delta^{18}\text{O} \text{ ‰}$
- Maksimālās vērtības:  $-5.3$  un  $-9.5 \text{ ‰}$  (kembrija un Q horizontos)
- Minimālā vērtība:  $-13.1 \delta^{18}\text{O} \text{ ‰}$  (D3gj horizontā)



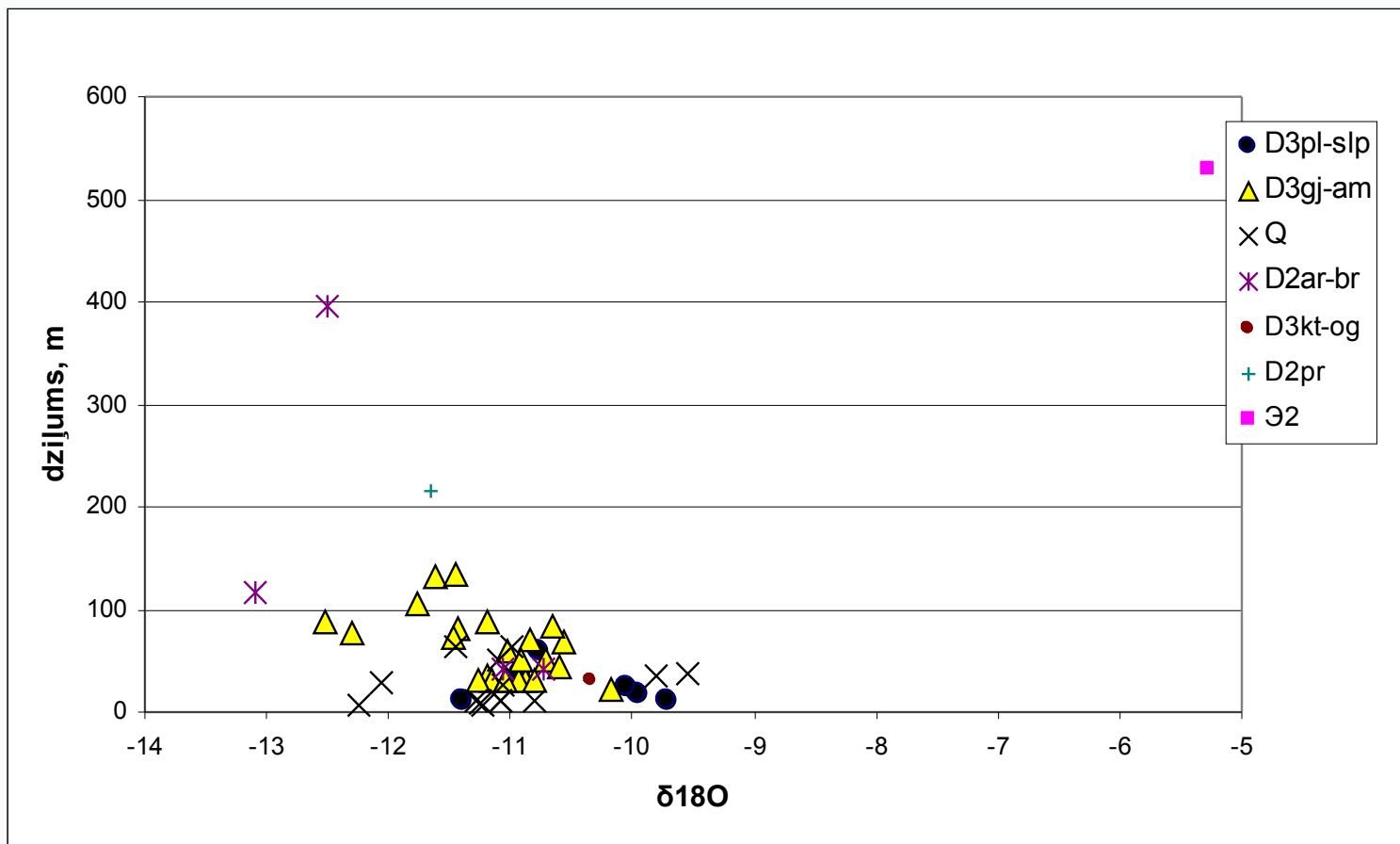
Tabula 1  
Paraugu skaits un to dziļums pa vērtību intervāliem

Vērtību intervāls $\delta^{18}\text{O}$ ‰ vērtības	Paraugu skaits	Vidējais dziļums, m, no zemes virsas	Paraugu dziļums, m, no zemes virsas
> -9.5	1	535.7	535.7
-9.5 līdz -10.5	9	25.6	10-38
-10.5 līdz -11.5	38	43.5	10-88.5
<-11.5	10	124.6	7-395

Tabula 2  
Paraugu skaits un to vērtības pa apvienotajiem pazemes ūdens horizontiem

Pazemes ūdens horizonti	Paraugu skaits	Vidējās $\delta^{18}\text{O}$ ‰ vērtības	Vērtību intervāls $\delta^{18}\text{O}$ ‰
Virszemes	3	-11.2	-11.03 līdz -11.3
Q	13	-11.1	-9.5 līdz -12.2
D3fm	1	-11.6	-11.6
D3pl-aml	11	-10.6	-9.7 līdz -11.5
D3gj-am	24	-11.1	-10.2 līdz -12.5
D2ar-br	4	-11.9	-10.7 līdz -13.1
D2pr	1	-11.7	-11.7
∅2dm	1	-5.3	-5.3





2.attēls.  $\delta^{18}\text{O}$  ‰ vērtības atkarība no dziļuma un paraugotā horizonta



# Interpretācija

- Augstākās novertotās vērtības saistītas ar virszemes ūdens objektu ietekmi, juras ūdens intrūzijām un ūdens komponentes pieaugumu no stagnantās ūdens apmaiņas zonas
- Augstākās vērtības kembrija ūdens horizontā liecina par infiltrāciju kembrija smilšakmeņos no mūsdienām ļoti atšķirīgos klimatiskos apstākļos
- Zemākās vērtības var būt saistītas ar sezonālu pazemes ūdeņu papildināšanos, kad nokrišņu vērtības ir zemākas un infiltrācija ir lielāka
- Zemākās vērtības saistītas ar ūdens papildināšanos aukstākā klimatā neka tas novērojams mūsdienās
- Liela nozīme ir lokālai ģeoloģiskai uzbūvei, t.i., vai ir vāji caurlaidīgs pārsedzošs nogulumu slānis parauga ņemšanas vietā
- Vējupitē ir ievērojami zemākas vērtības, kas saistītas ar ievērojamu pazemes ūdens komponenti tajā
- Baltezerā maksimālās vērtības saistītas ar gruntsūdens mākslīgo papildināšanu no virszemes ūdens objektiem



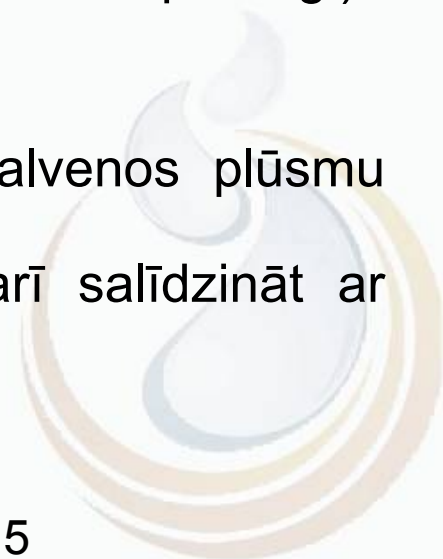
# Secinājumi

- Aktīvās ūdens apmaiņas zonā ir ļoti sajaukts ūdens, gan no virszemes, gan dziļākiem pazemes ūdens horizontiem
- Nav vērts ņemt paraugus līdz 10 m, ja netiek veikts monitorings, jo tiks novērots liels vērtību diapazons
- Smagākā skābekļa izotopa saturs samazinās, pieaugot dziļumam, taču palēninātas un stagnantās ūdens apmaiņas zonā novērojams pretējs efekts
- Pazemes ūdens atslodzes apgabalos raksturīgas zemākas vērtības viena ūdens horizonta ietvaros
- Skābekļa izotopu saturam ir cieša sakarība ar ūdens ķīmisko sastāvu
- Maksimālās vērtības kembrija horizontā sakrīt ar Lietuvā apakšdevona horizontos un Gotlandē kembrija ūdens horizontā fiksetajām vērtībām
- Nav liecību, par to, ka notiktu jūras ūdens intrūzijas D3ar-aml ūdens kompleksā Rīgas teritorijā



# Turpmākie darbi

1. Sagaidāmi vēl  $^2\text{H}$  un  $^3\text{H}$  rezultāti no paraugotajām vietām
2. Jauni paraugi ~40 plānoti marta mēnesī, kopumā tiks ievākti vismaz 400 paraugi Latvijas teritorijā
3. Plānots paraugot vietas, kas, ļautu veidot klasterus, bet pārklājot visu Valsts teritoriju un aptverot pēc iespējas visus ūdens horizontus
4. Ledājušanas ūdens meklēšana
5. Monitorings LVĢMA monitoringa avotos
6. Baltijas jūra un virszemes ūdens objekti (iespējams daži paraugi)
7. Noteikt, kur ņemt  $^{13}\text{C}$  un  $^{14}\text{C}$  paraugus
8. Analizēt rezultātus kopā ar ķīmijas un PŪL datiem
9. Izdalīt katra slāņa papildināšanās vietas un galvenos plūsmu virzienus
10. Analizēt datus no citām BAB teritorijām, kā arī salīdzināt ar Latvijas teritorijā iegūtajiem datiem



ESF projekts

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

**Paldies!**



LATVIJAS  
UNIVERSITĀTE  
ANNO 1919