

JAUNI DATI PAR CFC KONCENTRĀCIJU SEKLAJOS PAZEMES ŪDENS HORIZONTOS LATVIJĀ

Aija DĒLIŅA, Alise BABRE

LU Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte, e-pasts: aiaj.delina@lu.lv

PAZEMES ŪDEŅU VECUMA DATĒŠANA AR CFC UN ³H METODI

Pazemes ūdeņu pētījumos viens no būtiskiem jautājumiem ir pazemes ūdeņu vecums jeb uzturēšanās laiks pazemē. Tas ir svarīgi, gan izziņot pazemes ūdeņu filtrāciju, tās ātrumu, gan risinot dažādas pazemes ūdeņu izmantošanas, apsaimniekošanas un aizsardzības jautājumus.

Viena no metodēm, kas tiek izmantota salīdzinoši jaunu, līdz 50–60 gadus vecu, pazemes ūdeņu datēšanā ir hlrorfluorogļūdeņražu (CFC) un tritija ³H koncentrāciju noteikšana pazemes ūdeņos.

CFC ir stabili sintētiski organiskie savienojumi, kuri tiek izmantoti dzesēšanas sistēmās kopš 1930-tiem gadiem. CFC savienojumus ir iespējams izmantot jaunu pazemes ūdeņu datēšanā, jo: (1) CFC koncentrācija atmosfērā pēdējo 50-60 gadu laikā ir rekonstruēta; (2) šo savienojumu šķīdība ūdenī ir zināma un (3) to koncentrācijas atmosfērā un pazemes ūdeņos ir pietiekami augstas, lai būtu izmērāmas (Kresic 2009).

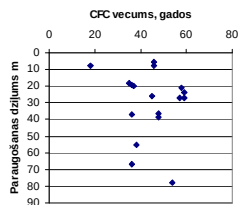
Nosakot CFC–11 (trihlorfluormetāns CFCl₃), CFC–12 (dihlorodifluormetāns CF₂Cl₂) un CFC–113 (trihlortrifluormetāns CF₃Cl₃) koncentrāciju pazemes ūdeņos, un salīdzinot to ar references līkņēm par šo savienojumu koncentrāciju atmosfērā, ir iespējams noteikt laiku, kad šie savienojumi ir nonākuši pazemē kopā ar infiltrācijas ūdeņiem.

Savukārt tritījs ³H ir radioaktīvais ūdeņraža izotops, kura koncentrācija atmosfērā būtiski pieaug līdz ar kodolizmēģinājumu veikšanu pasaulē. Līdzīgi, kā CFC, arī ³H koncentrācija atmosfērā ir rekonstruēta, un ir iespējams pēc tritija koncentrācijas noteikt tā atrašanās laiku pazemes ūdeņos. Tomēr šī metode viena pati nespēj nodrošināt pietiekami ticamus un drošus rezultātus, tāpēc tiek izmantota kopā ar citām datēšanas metodēm (Healy 2010).

PROJEKTA PIRMIĒ CFC REZULTĀTI

Visos paraugos tiks noteikta tritija koncentrācija, bet CFC koncentrācija pašlaik tika analizēta 19 paraugos (1. tabula), jo iepriekšējie pētījumi rāda, ka Latvijā CFC metodi lietderīgi pielietot ūdens horizontiem līdz 30–50 m dziļumam (Gosk *et al* 2006). CFC analīzes tiek veiktas GEUS CFC laboratorijā pēc Busenberga un Plummera (Busenberg & Plummer 1992) aprakstītās metodes, izmantojot gāzu hromatogrāfu ar EDC detektoru. Rezultātu interpretāciju veica laboratorijas eksperts Troels Laier.

Paraugi ņemti gan gruntsūdens, gan pirmajos artēzisko ūdeņu horizontos, paraugšanas intervāls mainās no 5–10 m līdz pat 120–130 m tritija analīzēm un līdz 80 m dziļumam CFC analīzēm. Noteikts, ka pārsvarā pazemes ūdeņu uzturēšanās laiks gan gruntsūdeņos, gan pirmajos artēzisko ūdeņu horizontos ir 35–55 gadi (2. attēls).



2. attēls. Pazemes ūdeņu vecums pēc CFC datiem

BALTEZERS (46, 48a, 14a)

Urbumi izvietoti pie infiltrācijas baseiniem Baltezersa ūdensgūtnu teritorijā. Infiltrācijas baseini tiek regulāri papildināti ar ezera ūdeni.

Ģeoloģisko griezumu veido kvartāra smilts un grants. Gruntsūdens horizonts. Vecums 35-36 gadi, paraugšanas dziļums 16-20 m un 36-38 m.



SLOKA (408, 409, 410)

Paraugi ņemti Pļaviņu, Amatas un Gaujas horizontos.

Vecums 18-45 gadi, paraugšanas dziļums 6-10 m, 22-30 m un 62-72 m.

TĪNŪŽI (50, 51)

Paraugi ņemti Daugavas un Salaspils horizontos. Vecums 46-58 gadi, paraugšanas dziļums 6-10 m un 20-22 m. Kvartāra nogulumus veido morēnas smilšmāls.

CARNIKAVA, KALNGALE (373/1, 374, 364)

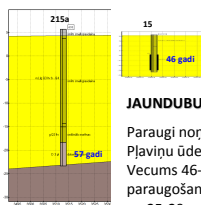
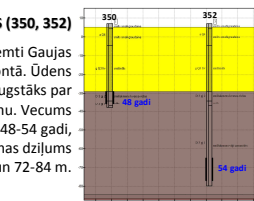
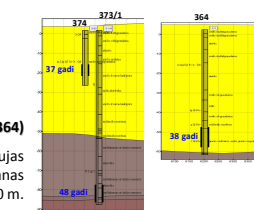
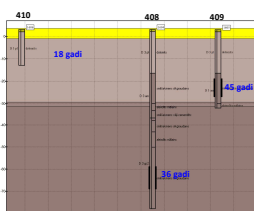
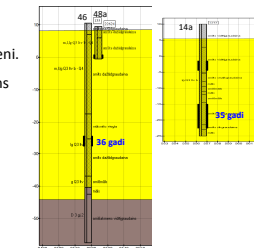
Paraugi ņemti kvartāra un Gaujas horizontos. Vecums 37-48 gadi, paraugšanas dziļums 17-23 m, 80-90 m un 50-60 m.

PIUKAS (350, 352)

Paraugi ņemti Gaujas ūdens horizontā. ūdens līmenis augstāks par zemes virsmu. Vecums 48-54 gadi, paraugšanas dziļums 36-41 m un 72-84 m.

JAUNDUBULTI (15, 215a)

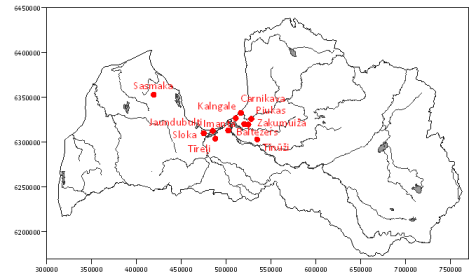
Paraugi ņemti kvartāra un Pļaviņu ūdens horizontos. Vecums 46-57 gadi, paraugšanas dziļums 4-7 m un 25-29 m.



PAZEMES ŪDEŅU CFC DATĒJUMI LATVIJĀ

Latvijā pazemes ūdeņu vecuma pētījumi ir veikti reti, un jaunākais pētījums, kurā noteikts jauno pazemes ūdeņu vecums pēc CFC bija 2002.-2006. gadā Dānijas un Grenlandes ģeoloģijas dienesta (GEUS) un Latvijas Valsts ģeoloģijas dienesta (VĢD) kopīgs pētījums par lauksaimniecības ietekmi uz gruntsūdeņu kvalitāti Latvijā (Gosk *et al*, 2006).

Projekta "Starprozaru zinātnieku grupas un modeļu sistēmas izveide pazemes ūdeņu pētījumiem" (PUMA) ietvaros tiek turpināti pazemes ūdeņu vecuma pētījumi ar CFC un ³H metodēm. Pašlaik ir nopērti ūdens paraugi 32 urbumos pazemes ūdeņu monitoringa postēnos (1. att.), no tiem 19 paraugi CFC analīzēm, bet kopumā ir plānots ņemt apmēram 60 paraugus.



1. attēls. Pazemes ūdeņu paraugšanas vietas CFC un tritija koncentrācijas analīzēm

1. tabula. CFC analīžu rezultāti pazemes ūdeņu paraugos

Age-dating of groundwater using the CFC-method - Latvia October 2010										Geological Survey of Denmark and Greenland 28-10-10				
Location/ Well No.	Depth metres	Ampos No.	Sampling Date	Hour	Concentration in water ppb/g			Partial press. (calc.) in atmosphere, pptv			CFC model infiltration year			Remarks
					ppb/g CFC-11	ppb/g CFC-12	ppb/g CFC-113	CFC-11	CFC-12	CFC-113	CFC-11	CFC-12	CFC-113	
Tīnūži 387	24-30	1	05-10-10	14.50	3.0	0.5	0.0	0.9	0.7	0.0	1951.0	1942.0	-1959.5	
do	2	2	05-10-10	14.55	3.8	0.0	0.0	1.0	1.2	0.0	1951.5	-1949.5	-1959.5	
Baltezers 48a	9-10	1	06-10-10	11.59	804.9	452.1	161.0	246.5	620.9	118.5	87	509	"	Tritochloromethane
do	2	2	06-10-10	12.10	780.1	457.4	165.6	241.8	627.9	121.9	1987.0	"	"	
14a	16-20	1	07-10-10	12.00	270.6	170.0	34.6	88	254.2	26.4	1972.5	1971.0	1965.5	
do	2	2	07-10-10	12.03	250.3	177.5	36.2	90.6	243.7	30.1	1972.0	1975.5	1981.5	
40	36-38	1	06-10-10	15.25	54.2	78.1	31.9	16.8	107.2	23.5	1962.5	(1968)	1960.5	N2O, CFC113 co-elute with other species extra purge
do	2	2	06-10-10	15.37	42.6	158.0	20.3	13.2	216.8	14.9	1961.0	1974.5	1975.5	
Sloka 410	6-10	1	06-10-10	11.56	6.8	388.0	4.5	2.1	505.1	3.6	1953.0	1962.5	1966.0	
do	2	2	06-10-10	12.05	5.0	365.5	10.9	1.5	501.8	8.0	1952.5	1962.0	1972.0	
do	22-30	1	06-10-10	14.56	49.4	77.4	2.5	1.5	76.8	1.9	1952.0	1960.5	1962.0	
do	2	2	06-10-10	14.14	4.0	56.3	3.5	1.2	77.3	2.6	1951.5	1965.5	1964.0	

"Concentration in water" are measured CFC-concentrations
"Partial pressure" is the calculated CFC-concentration in the atmosphere at the time of infiltration
"CFC model infiltration year" obtained by comparison with atmospheric CFC-curve for individual CFCs
"Remarks" eg. Other laboratories observed in the chromatogram
High concentration of N2O interfer with CFC-12, therefore extra purge is needed to remove N2O from the trap
"CFC higher than maximum equilibrium concentration with modern atmosphere"

Age-dating of groundwater using the CFC-method - Latvia Oct.-Nov. 2010										Geological Survey of Denmark and Greenland		23-10-10			
Location/ Well No.	Depth metres	Ampos No.	Sampling Date	Hour	Concentration in water ppb/g	ppb/g CFC-11	ppb/g CFC-12	ppb/g CFC-113	Partial press. (calc.) in atmosphere, pptv	CFC model infiltration year	Remarks	CFC age			
Carnikava 32-41	1	1	13-10-10	12.16	9.9	91.8	26.8	2.8	126.0	1954.0	1969.5	1979.5	N2O, CFC113 co-elute with other extra purge	40-50	
do	2	2	13-10-10	12.25	3.5	36.6	11.8	1.1	50.2	6.6	1951.5	1962.5	1972.5	extra purge	
do	3	3	13-10-10	12.45	45.4	45.4	3.2	1.5	61.8	2.4	1952.0	1964.0	1963.5	extra purge	
Carnikava 17-23	1	1	13-10-10	15.35	36.6	135.4	84.5	11.4	185.8	69.5	1960.5	1973.0	1968.5	N2O, CFC113 co-elute with other extra purge	
do	2	2	13-10-10	15.46	34.9	144.1	89.6	10.8	196.8	65.9	1960.0	1973.5	1968.0	N2O, CFC113 co-elute with other extra purge	
do	3	3	13-10-10	15.58	38.9	145.2	100.8	12.4	199.4	74.0	1961.0	1973.5	1969.5	N2O, CFC113 co-elute with other extra purge	-35
Sloka 62-72	1	1	15-11-10	13.01	9.9	103.0	52.8	3.1	264.9	36.9	1954.0	1977.0	1964.0	N2O, CFC113 co-elute with other extra purge	
do	2	2	15-11-10	13.12	7.6	148.4	48.1	2.4	192.7	39.7	1953.5	1977.0	1963.5	N2O, CFC113 co-elute with other extra purge	-35
do	3	3	15-11-10	13.21	7.7	163.8	0.5	2.4	224.8	0.4	1953.5	1974.5	1965.5	N2O, CFC113 co-elute with other extra purge	
Trāži 3a	2	2	15-11-10	11.11	158	3024	2019	49	4151	1448	1968.5	"	"	N2O, CFC113 co-elute with other extra purge	
do	3	3	15-11-10	11.21	176	3267	2056	50	4121	1437	1968.5	"	"	N2O, CFC113 co-elute with other extra purge	
Trāži 20-22	1	1	03-11-10	12.59	4.0	50.2	10.9	1.3	66.9	7.4	1951.5	1965.0	1971.5	N2O, CFC113 co-elute with other extra purge	
do	2	2	03-11-10	13.11	6.6	8.3	10.1	2.1	11.4	7.5	1953.0	1962.0	1971.0	N2O, CFC113 co-elute with other extra purge	55-60
do	3	3	03-11-10	13.20	5.4	9.7	10.7	1.7	13.3	7.9	1952.5	1963.0	1972.0	N2O, CFC113 co-elute with other extra purge	
Trāži 6-10	1	1	03-11-10	15.23	5.2	0.0	9.2	1.6	0.0	6.8	1952.5	-1940	1971.0	N2O, CFC113 obscured by N2O extra purge	
do	2	2	03-11-10	15.35	5.0	45.0	3.2	1.5	61.8	2.4	1952.0	1964.0	1963.5	extra purge	-45
do	3	3	03-11-10	15.51	5.3	54.2	2.9	1.6	74.4	2.2	1952.5	1965.5	1962.5	extra purge	
Sāpīnāja 17-23	1	1	27-10-10	12.53	27.5	156.4	85.1	10.5	185.0	62.9	1954.5	1973.0	1964.5	N2O, CFC113 co-elute with other extra purge	-35
do	2	2	27-10-10	13.16	20.2	175.4	55.5	6.3	240.8	40.9	1957.0	1975.5	1964.5	N2O, CFC113 co-elute with other extra purge	
Zāķuakmeņi 24-26	1	1	16-10-10	12.36	4.4	6.0	3.3	1.4	6.1	2.3	1950.0	1961.0	1967.0	extra purge	-40
do	2	2	15-10-10	12.54	3.9	4.9	3.8	1.2	6.7	2.8	1951.5	1961.5	1964.5	extra purge	
Jaundubulti 25-29	1	1	15-10-10	11.56	4.2	10.0	4.5	1.3	13.7	3.3	1952.0	1963.5	1965.5	extra purge	55-60
do	2	2	15-10-10	12.04	3.5	10.7	3.5	1.1	14.7	2.6	1951.5	1963.5	1964.0	extra purge	
do	3	3	15-10-10	14.14	24.2	45.3	41.3	7.5	62.2	30.4	1950.0	1964.0	1962.0	extra purge	-45
do	4	4	15-10-10	14.25	21.5	47.5	17.2	6.7	65.3	12.7	1957.0	1964.5	1975.5	extra purge	
Kalngale 50-60	1	1	14-10-10	13.10	34.2	137.4	56.7	10.6	188.8	41.7	1960.0	1973.0	1964.5	N2O, CFC113 co-elute with other extra purge	35-40
do	2	2	14-10-10	13.22	29.1	124.1	63.0	9.0	170.3	46.5	1959.0	1972.0	1965.0	extra purge	
Pļaviņas 36-41	1	1	04-11-10	16.31	13.5	37.1	10.1	4.2	50.9	7.5	1955.5	1962.5	1971.5	extra purge	-50
do	2	2	04-11-10	16.41	38.0	25.6	3.9	41.3	19.0	1955.0	1961.0	1978.0	extra purge		
Pļaviņas 72-84	1	1	04-11-10	14.03	11.9	15.3	3.2	3.7	21.0	6.7	1955.0	1956.0	1971.0	extra purge	-55
do	2	2	04-11-10	14.17	12.2	17.8	7.1	3.8	24.5	5.2	1955.0	1957.0	1969.0	extra purge	

"Concentration in water" are measured CFC-concentrations
"Partial pressure" is the calculated CFC-concentration in the atmosphere at the time of infiltration
"CFC model infiltration year" obtained by comparison with atmospheric CFC-curve for individual CFCs
"Remarks" eg. Other laboratories observed in the chromatogram
High concentration of N2O interfer with CFC-12, therefore extra purge is needed to remove N2O from the trap
"CFC higher than maximum equilibrium concentration with modern atmosphere"

SECINĀJUMI

- Pētījums pagaidām ir sākuma stadijā, tāpēc izdarīt kādus secinājumus par pazemes ūdeņu vecumu Latvijā būtu priekšlaicīgi.
- Pagaidām iegūtie rezultāti liecina, ka atsevišķās vietās vērojama diezgan strauja pazemes ūdeņu aprīte, jo ūdens uzturēšanās laiks (vecums) 60-70 m dziļumā ir tikai 35-55 gadi.
- Pazemes ūdeņu vecumu horizontā būtiski ietekmē teritorijas ģeoloģiskais griezum – mālaino nogulumu klātbūtnē zemes virspusē būtiski palēnina ūdens apriti (Tīnūžu postenis).
- Turpmākie rezultāti varētu mainīt pazemes ūdeņu uzturēšanās un izmantošanas jautājumu risināšanas metodes, kas pašlaik balstītas ūdens filtrācijas ātruma aprēķinos.

LITERATŪRA

Kresic, N. 2009. Groundwater resources: sustainability, management, and restoration. McGraw-Hill Inc., 852 p.
Healy, R. 2010. Estimating Groundwater Recharge. Cambridge University Press, Cambridge, 256 p.
Gosk, E., Levins, I., Jorgensen, L.F. 2006. Agricultural Influence on Groundwater in Latvia. Danmarks og Grønlands geologiske undersøgelse rapport 2006/85. Geological Survey of Denmark and Greenland, Copenhagen, 95 p.
Busenberg, E. & Plummer, L.N. 1992. Use of chlorofluorocarbons (CCl₄ and CCl₂F₂) as hydrologic tracers and age-dating tools: The alluvium and terrace system of central Oklahoma. *Water Resources Research*, 28, pp. 2257-2283.