

Hinnerup Vandværk I/S
Samsøvej 30
8382 Hinnerup

GEUS

Geokemisk afdeling
J.nr. GEUS 075-034
Ref. tl

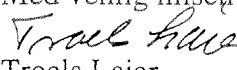
Aldersbestemmelse af grundvand v CFC, Hinnerup

Den 17. september 1997

Hermed fremsendes resultaterne af CFC-analyserne og de beregnede aldre af grundvand udtaget ved Hinnerup vandværk d. 2. september i år.

I tabellen er de målte CFC-koncentrationer i vandprøverne angivet først, dernæst de beregnede CFC-koncentrationer for den atmosfære vandet sidst har været i kontakt med, og sidst er årstallene for disse CFC-koncentrationer i atmosfæren anført. Minimums CFC-årstal svarende til detektionsgrænsen for de 3 CFC-gasser, der anvendes til grundvandsdatering er: CFC-12 = 1940, CFC-11 = 1945 og CFC-113 = 1959,5. Produktionen af sidstnævnte CFC gasart blev først påbegyndt i 1959.

Grundvandet fra boring 6 (DGU nr. 79.848) har en alder svarende til omkring 1950. Vandet fra boringerne 2 (79.437) og 3 (79.605) viser CFC-12 aldre svarende til henholdsvis 1976 og 1955, mens CFC-11 viser noget højere aldre. I disse to borer blev der foruden CFC også målt N₂O (lattergas), der med stor sandsynlighed stammer fra nitrat-reduktion. Vore tidligere undersøgelser viser, at CFC-11 og CFC-113 nedbrydes delvis i forbindelse med nitrat-reduktion og giver dermed for høje aldre. Der er ikke noget der tyder på, at CFC-12 nedbrydes under nitratreducerende forhold og CFC-12 årstallene anses derfor for at være pålidelige.

Med venlig hilsen

Troels Laier

GEUS
Danmarks og Grønlands
Geologiske Undersøgelse
Thoravej 8
2400 København NV

Tlf. 38 14 20 00
Fax 38 14 20 50
Telex 19999 dangeo dk
Internet: geus@geus.dk

Aldersbestemmelse af grundvand ved CFC-metoden

Aldersbestemmelse af grundvand vha tritium metoden bliver mere og mere usikker fordi de engang markante tritium-pulser pga kernevåbenforsøgene i atmosfæren er blevet svagere og mere disperse i grundvandet. Derimod har CFC indholdet i grundvandet stammende fra CFC gasserne i atmosfæren vist sig velegnet til aldersbestemmelse af grundvandet. Under gunstige betingelser kan grundvandets alder bestemmes med en nøjagtighed på +/- 2 år.

Metode: Vandprøverne til CFC analyse udtages med en teknik, der hindrer kontakt mellem det oppumpede grundvand og atmosfæren. Prøverne forsegles i 60 ml glasampuller, der åbnes uden kontakt til atmosfæren i laboratoriet. Vandprøven overføres til en glasbeholder og CFC gasserne drives vha nitrogen over i frysefælde. Frysefælden opvarmes og gasserne føres med bæregas over i en gaskromatograf. Adskillelse og bestemmelse af de enkelte CFC gassers koncentrationer foregår i gaskromatografen, der er forsynet med ECD detektor.

CFC indholdet i grundvandet udregnes og atmosfærens CFC indhold på tidspunktet for grundvandsdannelsen beregnes ud fra CFC gassernes opløselighed i vand (Henrys lov). Endelig beregnes alderen vha kurverne for atmosfærens CFC indhold gennem de sidste 50 år, se figuren.

Fordelen ved CFC-metoden er at den giver en nøjagtigere aldersbestemmelse end tritium-metoden. Tritium-metoden fungerer bedst ved bestemmelse i flere niveauer mhp bestemmelse af dybden af puls(erne) fra de atmosfæriske kernevåbenforsøg. CFC-metoden kan derimod give alderen i hver enkelt niveau.

Ulempen ved CFC-metoden består i den vanskelige prøvetagning, der kræver specielt udstyr og erfarne teknikkere. Normalt udtages 3-4 prøver til hver enkelt datering og mindst to prøver analyseres for at kontrollere at prøverne ikke er "forurenede" pga kontakt med atmosfæren.

Ikke alle grundvandstyper egner sig lige godt til CFC datering, da det har vist sig at CFC'er kan nedbrydes under iltfrie betingelser. Det betyder ikke, at CFC automatisk nedbrydes, hvis der ikke er ilt tilstede i grundvandet. Nedbrydning sker i forbindelse med høj mikrobiel aktivitet, f. eks. i lag med betydelig nitrat-reduktion. Nedbrydning af nitrat i grundvandsmagasiner resulterer i en delvis nedbrydning af CFC-11 og CFC-113, mens CFC-12 har vist sig at være stabil under nitrat-reducerende forhold. Det betyder CFC-11 og CFC-113 giver for høje aldre under sådanne forhold mens CFC-12 aldre stadig anses for at være pålidelige.

Methanholdigt grundvand er mindre velegnet fordi det har vist sig at både CFC-11 og CFC-12 kan nedbrydes under anoxiske betingelser. Methan i grundvand er ikke særlig udbredt i Danmark og de CFC dateringer, der gennemført på grundvand i Danmark, inklusive lokaliteter med gode tritiumdateringer, viser at metoden vil være anvendelig for de fleste grundvandsmagasiner.

Alder af grundvand bestemt ved CFC-metoden, Hinnerup vandværk

Boring DGU nr.	Dybde meter	Nr.	Udtaget Dato	Tid	Koncentration i vand		pg/kg CFC-113	Beregnet partialtryk i atmosfæren, ppbv		Beregnet alder ved CFC metoden		Bemærkninger
					pg/kg CFC-11	pg/kg CFC-12		CFC-11	CFC-12	CFC-11	CFC-12	
79,848	ikke oplyst	2	02-09-97	18,20	2,0	4,0	0,0	0,6	5	1950,0	1948,5	<1959,5
79,848	"	3	02-09-97	18,25	1,6	2,0	0,0	0,5	3	1949,5	1946,5	<1959,5
79,605	"	2	02-09-97	18,50	1,6	12,4	0,0	0,5	17	1949,5	1954,5	<1959,5
79,605	"	3	02-09-97	18,55	1,6	12,0	0,0	0,5	17	1949,5	1954,5	<1959,5
79,437	"	2	02-09-97	19,30	254,0	160,1	0,0	78,7	220	1971,5	1974,5	<1959,5
79,437	"	4	02-09-97	19,40	249,4	178,0	0,0	77,3	244	1971,5	1975,5	<1959,5
79,437	"	5	02-09-97	19,45	253,0	179,5	0,0	78,4	246	1971,5	1976,0	<1959,5

Koncentrationerne i vand viser de målte CFC-koncentrationer

Beregnet partialtryk viser CFC niveauet i den atmosfære vandet sidst har været i kontakt med

Beregnet alder viser hvornår atmosfæren havde det pågældende CFC-niveau

CFC i atmosfæren

