

**By- og Landskabsstyrelsens
Referencelaboratorium**

Aggressiv carbondioxid

Vurdering af analysemetodens detektionsgrænse

Aggressiv carbondioxid

Strandesplanaden 110
DK-2665 Vallensbæk Strand

Vurdering af analysemetodens detektionsgrænse

Tlf: 70 22 42 66
Fax: 70 22 42 55
E-mail: eurofins@eurofins.dk
Web: www.eurofins.dk

Klient By- og Landskabsstyrelsen	Klientens repræsentant Lis Morthorst Munk
---	--

Projekt By- og Landskabsstyrelsens Referencelaboratorium	Projekt nr. 20419-20
---	-----------------------------

Forfattere Ulla Lund	Dato 8. juni 2010
	Godkendt af Nis Hansen

	Endelig rapport	UOL	NH	NH	10062010
	Notat	UOL			
	Foreløbigt notat	UOL	NH	NH	13112009
Revision	Beskrivelse	Udført	Kontrolleret	Godkendt	Dato

Nøgleord CO ₂ acidity, method, determination, limit of detection	Klassifikation <input checked="" type="checkbox"/> Åben <input type="checkbox"/> Intern <input type="checkbox"/> Tilhører klienten
--	---

Distribution		Antal kopier
By- og Landskabsstyrelsen	Lis Morthorst Munk	fil
Referencelaboratoriets Styringsgruppe		fil
Eurofins	Ulla Lund	1

INDHOLDSFORTEGNELSE

1	INDLEDNING	1
2	FREMGANGSMÅDE	2
3	DATABEHANDLING	3
3.1	Beregning ud fra analysekvalitet for alkalinitet.....	3
3.2	Analysekvalitet for aggressiv carbondioxid	4
4	RESULTATER	5
4.1	Estimeret detektionsgrænse for aggressiv carbondioxid ud fra analysekvalitet for alkalinitet	5
4.2	Direkte estimering af detektionsgrænse for aggressiv carbondioxid	6
4.3	Resultater fra Københavns Vand	7
5	KONKLUSIONER OG ANBEFALINGER	8
6	REFERENCER	9

BILAG

A	Rådata fra Miljøcentre	A-1
B	Rådata, Referencelaboratoriets undersøgelser	B-1

1 INDLEDNING

Referencelaboratoriet undersøgte i 2000 problemer ved måling af aggressiv carbondioxid. Problemet bestod i, at brugerne jævnligt modtog analyseresultater visende indhold af aggressiv carbondioxid i prøver fra kalkreservoirer, hvor aggressiv carbondioxid ud fra en geokemisk betragtning ikke kan forekomme. Referencelaboratoriet kunne dengang ikke konstatere aggressiv carbondioxid i de prøver, hvori der ved rutineovervågning systematisk blev fundet målelige indhold, på trods af at det geokemisk set er usandsynligt /1/. Problemet findes imidlertid fortsat, og Referencelaboratoriet har undersøgt problemstillingen ud fra en formodning om, at problemet kan skyldes større usikkerhed eller højere detektionsgrænse end almindeligt antaget. Den anvendte standard (DS 236:1977 /2/) angiver ikke en detektionsgrænse, men anfører, at resultaterne afrundes til nærmeste 2 mg/L CO₂, hvilket formodentlig er baggrunden for den sædvanligt antagne detektionsgrænse (se f.eks. /4/).

2 **FREM GANGSMÅDE**

Bestemmelsen af aggressiv carbondioxid udføres i henhold til DS 236:1977 "Aggressivitet over for calciumcarbonat" /2/. Bestemmelsen består af to målinger af alkalinitet, hvoraf den ene udføres direkte på vandprøven, og den anden udføres efter omrøring ved 12 °C i 24 timer med kalk (calciumcarbonat) og frafiltrering af overskydende kalk. Hvis prøven er aggressiv overfor kalk, vil noget af den tilsatte kalk gå i opløsning og alkaliniteten stige. Aggressiviteten beregnes som differensen mellem de to målinger af alkalinitet, udtrykt i mg/L CO₂.

Spredningen på aggressiv carbondioxid hænger således sammen med spredningen på bestemmelse af alkalinitet. Da de to alkalinitetsmålinger udføres med en dags mellemrum beror spredningen for aggressiv carbondioxid på dag-til-dag spredningen for alkalinitet.

I DS 236 angives ingen detektionsgrænse for aggressiv carbondioxid, men det anføres, at resultater afrundes til nærmeste 2 mg/L CO₂. Dette svarer til en differens i alkalinitet på 0,05 mmol/L. Det har været sædvane, at angive detektionsgrænsen til 2 mg/L O₂.

I kalkreservoirer og kalkholdige jordlag, hvor der ikke forventes indhold af aggressiv carbondioxid, har prøverne et forholdsvis højt indhold af opløst hydrogencarbonat. I denne undersøgelse er taget som udgangspunkt, at indholdet af hydrogencarbonat i sådanne prøver er mindst 200 mg/L HCO₃. Det vil i mange tilfælde være væsentligt højere.

Indholdet af hydrogencarbonat fremkommer ved beregning ud fra prøvens indhold af total alkalinitet. Den relative spredning for de to måleparametre er derfor identisk, og den absolutte spredning kan omregnes mellem parametrene. 1 mmol alkalinitet svarer til 61 mg hydrogencarbonat (HCO₃). En koncentration på 200 mg/L HCO₃ svarer således til en total alkalinitet på 3,3 mmol/L.

Referencelaboratoriet har i anonymiseret form modtaget data for analysekvalitet baseret på resultater fra intern kvalitetskontrol for perioden 1. kvartal 2008 til 2. kvartal 2009. Dataene er indsendt til de statslige miljøcentre som et led i den nationale miljøovervågning. I praksis betyder det, at der er modtaget data fra tre laboratorier. Nærværende rapport er baseret på disse data.

Referencelaboratoriet har suppleret disse informationer med bestemmelse af detektionsgrænse for aggressiv carbondioxid.

3 **DATABEHANDLING**

3.1 **Beregning ud fra analysekvalitet for alkalinitet**

Der er modtaget data fra intern kvalitetskontrol for hydrogencarbonat, der som forklaret i afsnit 2 fremkommer ved beregning ud fra måling af alkalinitet. Data for hydrogencarbonat er samlet, således at der for hvert laboratorium og hver anvendt kontrolprøve er beregnet en relativ total spredning baseret på hele perioden fra starten af 2008 til midten af 2009.

De data, der er til rådighed, er relativ total spredning for tre kontrolprøver fra ét laboratorium og en kontrolprøve fra et andet laboratorium. Det tredje laboratorium har ikke angivet data for total spredning for hydrogencarbonat. Laboratoriet har angivet total spredning for alkalinitet i fersk overfladevand, og det pågældende laboratorium har bekræftet, at samme metode anvendes til bestemmelse af hydrogencarbonat i grundvand og drikkevand. Disse data (to kontrolprøver) er anvendt efter omregning fra alkalinitet til hydrogencarbonat.

Disse relative totale spredninger er samlet til én generel relativ total spredning for alkalinitet, CV_{T, HCO_3} .

Som nævnt i afsnit 2 er indholdet af hydrogencarbonat i kalkreservoirer generelt over 200 mg/L HCO_3 . Den totale spredning for bestemmelse af hydrogencarbonat på dette koncentrationsniveau kan derfor beregnes:

$$S_{T, HCO_3} = 200/100 * CV_{T, HCO_3}$$

Spredningen for alkalinitet er tilsvarende

$$S_{T, alkalinitet} = (200/100 * CV_{T, HCO_3})/61 = 3,3/100 * CV_{T, HCO_3}$$

Bestemmelsen af aggressiv carbondioxid udføres som en differensmåling mellem to alkaliniteter (TA1 og TA), som, hvis aggressiv carbondioxid er lav, er tæt på at være lige store. Det antages derfor, at spredningen for hver af de to bestemmelser af alkalinitet er næsten ens. Da de to målinger af alkalinitet udføres på forskellige dage er den totale spredning for alkalinitet den relevante parameter for analysekvaliteten.

Beregning af indhold af aggressiv carbondioxid:

$$\text{Aggressiv carbondioxid} = \frac{1}{2} * (TA1 - TA) \text{ mmol/L}$$

Estimeret spredning for aggressiv carbondioxid (målt i mmol/L) baseret på spredningen for de indgående målinger af alkalinitet er derfor:

$$S_{w, aggressiv carbondioxid} = \frac{1}{2} * \sqrt{2} * S_{T, alkalinitet} = \frac{1}{2} * \sqrt{2} * 3,3/100 * CV_{T, HCO_3}$$

Enheden er mmol/L, som kan omregnes til mg/L CO_2 ved multiplikation med 44.

Detektionsgrænsen er i bekendtgørelse nr. 1353 /3/ defineret som standardafvigelsen indenfor serien, s_w , ganget med 3.

Detektionsgrænsen for aggressiv carbondioxid i prøver fra kalkreservoirer kan derfor estimeres til

$$DL_{\text{aggressiv carbondioxid}} = 3 * s_{w, \text{aggressiv carbondioxid}}$$

Som nævnt tages udgangspunkt i et indhold af hydrogencarbonat på 200 mg/L HCO_3 . Koncentrationen i et kalkreservoir er ofte højere. Ved højere koncentration af hydrogencarbonat bliver s_{T, HCO_3} større, og derved bliver også $s_{w, \text{aggressiv carbondioxid}}$ og estimatet for $DL_{\text{aggressiv carbondioxid}}$ større. Endvidere indgår alene målinger af alkalinitet, mens et eventuelt bidrag til usikkerheden fra tilsætning og frafiltrering af kalk ikke medtages. Detektionsgrænsen, der er estimeret under disse forudsætninger, må derfor anses som et minimumsestimat for bestemmelse af aggressiv carbondioxid i vand fra kalkreservoirer.

3.2 Analysekvalitet for aggressiv carbondioxid

Aggressiv carbondioxid er en ustabil parameter, og det er derfor alene muligt af bestemme spredning indenfor serien. De modtagne data for intern kvalitetskontrol var så variable, at det ikke gav mening at forsøge at udlede en generel analysekvalitet på basis af disse.

I stedet har Referencelaboratoriet estimeret detektionsgrænsen ved seksdobbelte udtagning og måling af alkalinitet og aggressiv carbondioxid. Prøvetagning er foretaget fra fire borer, der ud fra borejournaler i GEUS' database var identificeret med indtag af vand fra enten kalkholdige jordlag eller et kalkreservoir. Boringerne blev udvalgt med varierende indhold af hydrogencarbonat.

Analyserne for de enkelte borer er foretaget i én analyseserie, og databehandlingen er simpel udregning af middelværdi og standardafvigelse. Detektionsgrænsen er beregnet som anført i afsnit 3.1.

4 RESULTATER

4.1 Estimeret detektionsgrænse for aggressiv carbondioxid ud fra analysekvalitet for alkalinitet

Analysekvaliteten for alkalinitet eller hydrogencarbonat i grundvand, som er indberettet til de statslige miljøcentre, er samlet i bilag A. Data fra laboratorium A og C var opgivet som alkalinitet (mmol/L), og er af Referencelaboratoriet omregnet til hydrogencarbonat (mg/L HCO₃). Disse informationer er samlet for hver prøve og laboratorium i Tabel 1.

Tabel 1 Analysekvalitet for hydrogencarbonat baseret på kvartalsindberetninger fra laboratorier, der bidrager til grundvandsovervågning

	Kontrolmateriale *	Koncentration mg/L HCO ₃	Antal data	CV _T %
Lab, periode				
B, januar 2008 – juni 2009	2	60,85	120	1,5
A, januar 2008 – juni 2009	3	24	417	1,8
B, april – december 2008	3	61,0	111	1,7
A, januar 2008 – juni 2009	3	244	419	0,9
B, januar 2008 – juni 2009	3	244	221	1,4
C, januar 2008 – juni 2009	3	244	200	1,1
B, januar – marts 2008, januar – juni 2009	3	488	145	1,0
Samlet analysekvalitet		60-480		1,4

* Kontrolmateriale 2: certificeret kontrolmateriale

Kontrolmateriale 3: syntetisk internt kontrolmateriale

Tabel 1 viser en ensartet analysekvalitet for hydrogencarbonat og det ses desuden, at der for hver prøve ligger mere end 100 data til grund for den estimerede relative spredning. Den beregnede relative spredning for alle prøver fra alle laboratorier må derfor anses for et pålideligt estimat for analysekvaliteten for hydrogencarbonat.

I bekendtgørelse nr. 1353 er hydrogencarbonat placeret i kvalitetsklasse 1, hvilket betyder, at kravet til relativ spredning (CV_{T max}) er 3%. Den estimerede relative spredning, CV_T, på 1,4% overholder derfor bekendtgørelsens krav.

Som nævnt i afsnit 2 forventes indholdet af hydrogencarbonat i prøver fra kalkreservoirer som minimum at være 200 mg/L HCO₃. Baseret på den estimerede relative spredning (CV_T) i Tabel 1 kan den absolutte spredning ved denne koncentration beregnes som hydrogencarbonat og som alkalinitet.

$$s_{T, HCO_3} = 200 * 1,4/100 = 2,8 \text{ mg/L HCO}_3 \sim 0,046 \text{ mmol/L}$$

Som vist i afsnit 3 betyder det, at den forventede spredning indenfor serien for aggressiv carbondioxid bliver

$$s_{w, aggressiv\ carbondioxid} = \frac{1}{2} * \sqrt{2} * 0,046 = 0,032 \text{ mmol/L}$$

Detektionsgrænsen for aggressiv carbondioxid kan derfor estimeres til

$$DL_{\text{aggressiv carbondioxid}} = 3 * 0,032 \text{ mmol/L} = 0,095 \text{ mmol/L} \sim 4,2 \text{ mg/L CO}_2 \sim 4 \text{ mg/L CO}_2.$$

Som anført i afsnit 3.1 er dette et minimumsestimat for detektionsgrænsen ved bestemmelse af aggressiv carbondioxid i vand fra kalkreservoirer.

Denne estimerede detektionsgrænse ligger over de 2 mg/L CO₂, der angives i DS 236. Det må forventes, at detektionsgrænsen stiger med stigende indhold af hydrogencarbonat.

I prøver med væsentligt lavere indhold af hydrogencarbonat vil spredningen for bestemmelsen af alkalinitet blive mindre, og det samme vil dermed også være tilfældet for spredningen for bestemmelse af aggressiv carbondioxid. I prøver, som ikke stammer fra kalkreservoirer, og som dermed har en sandsynlig risiko for indhold af aggressiv carbondioxid, kan detektionsgrænsen derfor være lavere end estimeret ovenfor.

4.2 **Direkte estimering af detektionsgrænse for aggressiv carbondioxid**

Resultaterne af Referencelaboratoriets estimering af detektionsgrænse for aggressiv carbondioxid i vand fra fire borer, hvor der ikke forventes indhold af aggressiv carbondioxid, er vist i Tabel 2. De data, der ligger til grund for tabellen kan findes i bilag B.

Tabel 2 *Detektionsgrænse for aggressiv carbondioxid bestemt i fire vandprøver*

	Information fra borejournal	Hydrogencarbonat mg/L HCO ₃	Aggressiv CO ₂ mg/L CO ₂	S _w , Aggressiv carbondioxid mg/L CO ₂	Detektionsgrænse mg/L CO ₂
Klinting vv DGU 111.217	kalkholdig	103	3,2 ~ 4	1,7	5
Askov vv DGU 132.852	kalkholdig	223	3,7 ~ 4	2,2	7
Stavrbyskov vv DGU 135.1233	kalkholdig	315	1,3 ~ 2	1,0	3
Skovparken vv DGU 147.852	kalk/kridt	406	5,7 ~ 6	2,0	6

Resultaterne for aggressiv carbondioxid er afrundet i overensstemmelse med DS 236 til nærmeste 2 mg/L CO₂. Det bemærkes, at indholdet af aggressiv CO₂, jf. bilag B, i alle seks bestemmelser fra alle fire borer er større end nul. Det tyder på, at der spiller andre forhold ind end spredning på de to målinger af alkalinitet, der indgår i bestemmelsen. Indholdet er imidlertid overvejende under den detektionsgrænse, der bestemmes for pågældende boring.

Detektionsgrænsen i de fire vandprøver er, som det ses, bestemt til mellem 3 og 7 mg/L CO₂ i prøver med indhold af hydrogencarbonat mellem 100 og 400 mg/L HCO₃. Det begrænsede datamateriale gør det ikke muligt at vurdere, om der er en sammenhæng mellem detektionsgrænsen og indholdet af hydrogencarbonat som forventeligt ud fra beregningerne i afsnit 4.1.

Resultaterne viser entydigt og i overensstemmelse med beregningerne i afsnit 4.1, at det ikke er muligt at opnå en detektionsgrænse på 2 mg/L CO₂ for aggressiv carbondioxid.

4.3 Resultater fra Københavns Vand

I den tidligere undersøgelse /1/ er anført målinger fra fire laboratorier af aggressiv carbondioxid i tre prøver fra kalkreservoarer. Undersøgelserne var udført af Københavns Vand (nu Københavns Energi). Resultaterne er gengivet nedenfor.

Tabel 3 Aggressivitet i vand fra Havelse kildeplads, målt af forskellige laboratorier

Laboratorium	TA, mmol/L	TA1, mmol/L	Aggressiv carbondioxid, mmol/L
1	6,00	6,17	0,085
2	5,85	6,12	0,14
3	5,85	6,07	0,11
4	5,82	5,81	-0,005
Middelværdi	5,88	6,04	0,08

Tabel 4 Aggressivitet i vand fra Attemose kildeplads, målt af forskellige laboratorier

Laboratorium	TA, mmol/L	TA1, mmol/L	Aggressiv carbondioxid, mmol/L
1	5,06	5,32	0,13
2	4,94	5,16	0,11
3	4,93	5,07	0,07
4	4,93	5,06	0,065
Middelværdi	4,97	5,15	0,090

Tabel 5 Aggressivitet i vand fra Strø kildeplads, målt af forskellige laboratorier

Laboratorium	TA, mmol/L	TA1, mmol/L	Aggressiv carbondioxid, mmol/L
1	6,09	6,24	0,075
2	5,95	6,17	0,11
3	5,96	6,09	0,065
4	5,95	6,18	0,12
Middelværdi	5,99	6,17	0,090

Prøvernes total alkalinitet er mellem 5 og 6 mmol/L svarende til 300 – 360 mg/L HCO_3^- . Med alkalinitet i den størrelsesorden forventes en detektionsgrænse mellem 0,14 og 0,17 mmol/L eller mellem 6 og 7 mg/L CO_2 , beregnet som anført i afsnit 4.1. Det højeste måleresultat er 0,14 mmol/L svarende til 6 mg/L CO_2 og således under den forventede detektionsgrænse for en prøve med det observerede indhold af hydrogencarbonat. En urealistisk detektionsgrænse på 2 mg/L CO_2 kan således være en væsentlig del af årsagen til de geokemisk set uforklarlige målinger af aggressiv carbondioxid.

TA1, dvs. måling af alkalinitet efter omrøring med kalk, er i 11 ud af de 12 målinger større end TA (måling af alkalinitet direkte i prøven). Hvis detektionsgrænsen var eneste årsag til de uforklarlige målinger, ville man forvente en tilfældig fordeling af TA1 og TA i en given prøve. Når TA1 næsten konsekvent er større end TA, tyder det på, at andre forhold end en urealistisk lav detektionsgrænse kan spille ind. Imidlertid vil dette være uden betydning ved anvendelse af en realistisk detektionsgrænse, hvorfor der ikke foretages yderligere i den anledning.

5 **KONKLUSIONER OG ANBEFALINGER**

Bestemmelsen af aggressiv carbondioxid udføres i henhold til DS 236:1977 "Aggressivitet over for calciumcarbonat". Bestemmelsen består af to målinger af alkalinitet, hvoraf den ene udføres direkte på vandprøven, og den anden udføres efter omrøring ved 12 °C i 24 timer med kalk (calciumcarbonat) og frafiltrering af overskydende kalk. Hvis prøven er aggressiv overfor kalk, vil noget af den tilsatte kalk gå i opløsning og alkaliniteten stige. Aggressiviteten beregnes som differensen mellem de to målinger af alkalinitet, udtrykt i mg/L CO₂. Analyse kvaliteten for aggressiv carbondioxid er derfor afhængig af analyse kvaliteten for alkalinitet.

Den generelle analyse kvalitet for alkalinitet tyder på, at standardafvigelsen indenfor serien for aggressiv carbondioxid i prøver fra kalkreservoarer, hvilket i denne sammenhæng forstås som prøver med indhold af hydrogencarbonat over 200 mg/L HCO₃, er af størrelsesorden 0,032 mmol/L eller 1,4 mg/L CO₂. Dette svarer til en detektionsgrænse på 0,1 mmol/L eller 4 mg/L CO₂. Hvis prøvens indhold af hydrogencarbonat er højere end 200 mg/L HCO₃ vil estimatet for detektionsgrænsen stige forholdsmæssigt.

Detektionsgrænsen er af Referencelaboratoriet bestemt direkte ved analyse af vand fra fire forskellige borer, alle fra reservoarer, hvor man ikke ville forvente indhold af aggressiv carbondioxid. Detektionsgrænsen er bestemt til mellem 3 og 7 mg/L CO₂. Det understøtter estimatet for detektionsgrænse baseret på analyse kvalitet for alkalinitet.

Undersøgelser foretaget af Københavns Vand (nu Københavns Energi) og Referencelaboratoriets undersøgelser tyder samstemmende på, at der kan være andre forhold end usikkerhed på bestemmelse af alkalinitet, der spiller ind ved bestemmelse af lave indhold af aggressiv carbondioxid. Baggrunden herfor er, at der er klar tendens til, at indholdet af aggressiv carbondioxid bestemmes til over nul, hvor man ville forvente en gennemsnitskoncentration på nul i de pågældende prøver. Denne skævhed er imidlertid uden betydning, hvis den anvendte detektionsgrænse er realistisk i forhold til variationen på resultaterne.

DS 236 angiver ikke en detektionsgrænse men anfører, at resultater skal afrundes til nærmeste 2 mg/L CO₂. Det er derfor sædvane, at angive resultater ned til 2 mg/L CO₂. De foretagne undersøgelser og vurderinger tyder på, at den sædvanemæssige detektionsgrænse på 2 mg/L CO₂ ikke kan opnås, i det mindste ikke i prøver med højt indhold af hydrogencarbonat.

Referencelaboratoriet anbefaler, at detektionsgrænsen i prøver med forholdsvis højt indhold af hydrogencarbonat sættes til mindst 4 mg/L CO₂. Det anbefales tillige, at laboratorierne sikrer sig kendskab til deres detektionsgrænse i et udvalg af prøver, som også omfatter prøver med højt indhold af hydrogencarbonat.

Referencelaboratoriet vil orientere Dansk Standard om resultatet af nærværende rapport med en opfordring om at lægge de opnåede resultater til grund for en opdatering af standarden DS 236:1977.

6 *REFERENCER*

- /1/ Miljøstyrelsens Referencelaboratorium: Aggressiv carbondioxid. Undersøgelse af metodemæssige aspekter. Teknisk notat 2000.
- /2/ Dansk Standard: DS 236. Aggressivitet over for calciumcarbonat. 1977.
- /3/ Bekendtgørelse nr. 1353 af 11. december 2006: Bekendtgørelse om kvalitetskrav til miljømålinger udført af akkrediterede laboratorier, certificerede personer mv.
- /4/ Danmarks Miljøundersøgelser Århus Universitet: NOVANA, Det nationale program for overvågning af vandmiljøet og naturen, Programbeskrivelse 2007-2009 - del 2, Faglig rapport fra DMU nr. 615, 2007.

B I L A G

B I L A G A

Rådata fra Miljøcentre

	Kontrol- materiale *	Koncentration mg/L HCO ₃	Antal Udeladte/ total	CV _T %
Lab, kvartal				
A, 2008_1	3	24	0/34	1,75
A, 2008_2	3	24	1/72	2,01
A, 2008_3	3	24	0/59	1,77
A, 2008_4	3	24	0/52	2,27
A, 2009_1	3	24	1/100	1,43
A, 2009_2	3	24	0/100	1,18
A, januar 2008 – juni 2009		24	417	1,8
B, 2008_1	2	60,85	0/20	1,5
B, 2008_2	2	60,85	0/20	1,8
B, 2008_3	2	60,85	0/20	1,7
B, 2008_4	2	60,85	0/20	0,6
B, 2009_1	2	60,85	0/20	1,5
B, 2009_2	2	60,85	0/20	1,6
B, januar 2008 – juni 2009	2	60,85	120	1,5
B, 2008_2	3	61,0	0/37	0,9
B, 2008_3	3	61,0	0/48	1,7
B, 2008_4	3	61,0	0/26	2,3
B, april - december 2008	3	61,0	111	1,7
A, 2008_1	3	244	0/34	0,99
A, 2008_2	3	244	0/73	0,99
A, 2008_3	3	244	0/59	0,52
A, 2008_4	3	244	0/53	0,62
A, 2009_1	3	244	0/100	1,13
A, 2009_2	3	244	0/100	0,887
B, januar 2008 – juni 2009		244	419	0,9
B, 2008_1	3	244,6	1/14	2,8
B, 2008_2	3	244	0/36	0,5
B, 2008_3	3	244	0/47	1,0
B, 2008_4	3	244	0/27	0,5
B, 2009_1	3	244	0/57	0,6
B, 2009_2	3	244	0/40	1,3
B, januar 2008 – juni 2009	3	244	221	1,4
C, 2008_1	3	244	20	1,10
C, 2008_1	3	244	20	0,97
C, 2008_2	3	244	20	1,10
C, 2008_2	3	244	20	0,97
C, 2008_3	3	244	20	1,10
C, 2008_3	3	244	20	0,97
C, 2008_4	3	244	20	1,10
C, 2009_1	3	244	20	1,10
C, 2009_1	3	244	20	0,97
C, 2009_2	3	244	20	1,10
C, januar 2008 – juni 2009	3	244	200	1,1
B, 2008_1	3	488	0/52	1,0
B, 2009_1	3	488	0/57	0,3
B, 2009_2	3	488	0/36	1,4
B, januar – marts 2008, januar – juni 2009	3	488	145	1,0

* Kontrolmateriale 2: certificeret kontrolmateriale
Kontrolmateriale 3: syntetisk internt kontrolmateriale

B I L A G B

Rådata, Referencelaboratoriets undersøgelser

Klinting vv DGU 111.217			
Prøver udtaget 25-05-2010			
	Alkalinitet		Aggressiv carbondioxid
Flaske nr.	TA, mmol/l	TA1, mmol/l	mg/L CO ₂
1	1,71	1,85	3,08
2	1,72	1,78	1,32
3	1,65	1,87	4,75
4	1,62	1,86	5,32
5	1,69	1,85	3,52
6	1,70	1,75	1,1
Middelværdi, mmol/L	1,68		
Middelværdi, mg/L HCO ₃	103		
Middelværdi, mg/L CO ₂			3,18
s _w , mg/L CO ₂	0,0387		1,73
DL (=3 * s _w), mg/L CO ₂	0,1		5,2

Askov vv DGU 132.852			
Prøver udtaget 02-06-2010			
	Alkalinitet		Aggressiv carbondioxid
Flaske nr.	TA, mmol/l	TA1, mmol/l	mg/L CO ₂
1	3,67	3,796	3,65
2	3,65	3,678	2,77
3	3,64	3,768	0,616
4	3,67	3,924	2,82
5	3,65	3,956	5,59
6	3,64	3,93	6,73
Middelværdi, mmol/L	3,65		
Middelværdi, mg/L HCO ₃	223		
Middelværdi, mg/L CO ₂			3,70
s _w , mg/L CO ₂	0,0137		2,19
DL (=3 * s _w), mg/L CO ₂	0,0		6,6

Stavrbyskov vv DGU 135.1233			
Prøver udtaget 01-06-2010			
	Alkalinitet		Aggressiv carbondioxid
Flaske nr.	TA, mmol/l	TA1, mmol/l	mg/L CO ₂
1	5,17	5,248	1,72
2	5,18	5,19	0,22
3	5,13	5,262	2,9
4	5,17	5,204	0,75
5	5,18	5,254	1,63
6	5,11	5,148	0,84
Middelværdi, mmol/L	5,16		
Middelværdi, mg/L HCO ₃	315		
Middelværdi, mg/L CO ₂			1,34
s _w , mg/L CO ₂	0,0294		0,95
DL (=3 * s _w), mg/L CO ₂	0,1		2,9

Skovparken vv DGU 147.852			
Prøver udtaget 03-06-2010			
	Alkalinitet		Aggressiv carbondioxid
Flaske nr.	TA, mmol/l	TA1, mmol/l	mg/L CO ₂
1	6,65	6,83	3,96
2	6,67	6,97	6,64
3	6,61	6,85	5,28
4	6,67	6,91	5,32
5	6,64	7,06	9,2
6	6,69	6,87	3,92
Middelværdi, mmol/L	6,66		
Middelværdi, mg/L HCO ₃	406		
Middelværdi, mg/L CO ₂			5,72
s _w , mg/L CO ₂			1,98
DL (=3 * s _w), mg/L CO ₂	0,1		5,9