

NGU-rapport nr. 86.224

Grunnvannsundersøkelser ved
Norske Fiskeoppdretters Avlsstasjon,
Kyrksæterøra

Sluttrapport



Norges geologiske undersøkelse

Leiv Eirikssons vei 39, Postboks 3006, 7001 Trondheim - Tlf. (07) 92 16 11
Oslokontor, Drammensveien 230, Oslo 2 - Tlf. (02) 50 25 00


Rapport nr. 86.224	ISSN 0800-3416	Åpen/Forfattet	
Tittel: Grunnvannsundersøkelser ved Norske Fiskeoppdretters Avlsstasjon, Kyrksæterøra			
Forfatter: Gaute Storrø		Oppdragsgiver: NFA, Kyrksæterøra	
Fylke: Sør-Trøndelag		Kommune: Hemne	
Kartbladnavn (M. 1:250 000)		Kartbladnr. og -navn (M. 1:50 000) 1421-1 Hemne	
Forekomstens navn og koordinater: Vessøra 5045 - 70187		Sidetall: 19	Pris: 50,-
		Kartbilag: 1	
Feltarbeid utført: 1985-1986	Rapportdato: 10.12.1986	Prosjektnr.: 2387.00	Prosjektleder: Gaute Storrø
Sammendrag: <p>Høsten 1985 ble det utført geofysiske undersøkelser ved Norske Fiskeoppdretters Avlsstasjon, Kyrksæterøra, med tanke på grunnvannsforsyning for oppdrettsanlegget (NGU-rapport nr. 86.046). Som en oppfølging av forundersøkelsen ble det våren 1986 etablert 5 observasjonsbrønner ved anlegget.</p> <p>Undersøkelsen konkluderer med positiv vanngiverevne for løsmassene i området. Enkelte negative bemerkninger angående innhold av tungmetaller (Al, Fe, Cu, Zn) i vannprøver er gitt.</p> <p>Videreføring av prosjektet ved etablering av fullskala testbrønn er anbefalt.</p>			
Emneord	Grunnvannsforsyning	Delta	
Kjemisk analyse	Borebrønn	Salt grunnvann	
Løsmasse	Grunnvannskvalitet	Fagrapport	

FORORD.

Norske Fiskeoppdretteres Avlsstasjon-Kyrksæterøra er igang med å utrede mulighetene for utnyttelse av grunnvann i deres oppdrettsanlegg. Som et ledd i dette arbeidet har Norges Geologiske Undersøkelse vurdert mulighetene for grunnvannsutttak fra løsmasser i anleggets nærområde.

Med dette framlegges sluttrapporten fra undersøkelsene.

Trondheim, desember 1986


Simen Ensby
seksjonssjef


Gaute Storrø
forsker

INNHALDSFORTEGNELSE

1. INNLEDNING.....	2
2. UTFØRTE UNDERSØKELSER.....	2
2.1 Hydrauliske forhold.....	2
2.2 Analyse av vannprøver.....	2
3. ANBEFALING.....	3
LITTERATUR-REFERANSER.....	4
VEDLEGG.....	5

1. INNLEDNING.

Etter forespørsel fra Norske Fiskeoppdretteres Avlsstasjon-Kyrksæterøra, angående muligheter for grunnvannsuttag ved deres anlegg, utførte Norges Geologiske Undersøkelse hydrogeologisk kartlegging høsten 1985 og våren 1986. Resultater fra de geofysiske undersøkelsene høsten 1985 er presentert i NGU-rapport 86.046 og data fra oppfølgende boringer og kapasitetsmålinger våren 1986 er gitt i denne rapport. Fra oppdragsgiver (NFA) var 2000 l/min. oppgitt som minimumstall for ønskelig produksjon fra et eventuelt grunnvannsanlegg.

2. UTFØRTE UNDERSØKELSER.

Det er utført sonderboringer og målinger av spesifikk kapasitet i 5 lokaliteter ved oppdrettsanlegget (vedlegg 1). Det ble samlet inn 6 sedimentprøver for kornfordelingsanalyse. Sammenstilling av data fra de enkelte lokaliteter er gitt i vedlegg 2-7. Det ble videre samlet inn 15 vannprøver for kjemisk analyse (uorganiske parametre). Analyseresultatene er gitt i vedlegg 8-10.

2.1 Hydrauliske forhold.

Spesifikk kapasitet uttrykker forholdet mellom innvunnet vannmengde (l/min.) og tilhørende vannstands- senkning (m) ved vannuttak fra et reservoar. Måling av innvunnet vannmengde ved testpumping fra observasjonsrør ($\varnothing 5/4''$, $\varnothing 2''$) gir en orienterende verdi for spesifikk kapasitet. En vurdering av denne vannmengden sammen med resultat fra analyse av sedimentprøver, gir grunnlag for bestemmelse av reservoarets vanngiverevne og hydraulisk konduktivitet (K-verdi).

Utfra de foreliggende data (vedlegg 2-7) er hydraulisk konduktivitet (K) beregnet til 0.001 m/s. Midlere reservoar-høyde (h) er bestemt til 15 m, og dette gir midlere trasmissivitet (T) 0.015 m²/s. Utfra korngradering anslås magasinkoeffisient (S) til 12-15 % (uttagbar vannmengde pr volum masse). Reservoaret betraktes som et åpent infiltrasjonsmagasin med kommunikasjon med tilliggende sjø og elver.

2.2 Analyse av vannprøver.

Fra de 5 undersøkelses-lokalitetene ble det totalt samlet inn 15 vannprøver for kjemiske analyser. Analyseresultater er gitt i vedlegg 8-10 og en mere inngående omtale av resultatene er gitt i vedlegg 13. Analysene viser et innhold av aluminium og sporelementer som kopper, sink, nikkel og molybden, særlig i vannprøver fra de sjønære lokalitetene (3 og 4). Dette kan indikere en forurensing i form av tungmetaller i sjøvannet eller i fyllmasser rundt oppdrettsanlegget. Jern/mangan er også påvist i prøvene, og dette kan innebære problemer dersom konvensjonell lufting ikke gir jern/mangan-utfelling. Muligheten for at de foran nevnte

forurensinger hovedsakelig foreligger som partikulært stoff, er tilstede og dette kan innebære at forurensingene forsvinner etter rensepumping og noen tids produksjon. De øvrige analyseresultater viser gode bufferegenskaper for vannet (alkali-innhold) og gunstig pH og temperatur.

Analyse m.h.p. bakterologiske- og organiske parametre er ikke utført. Som vist i vedlegg 4 er det på 8-10 meters dyp ved lokalitet 3 påvist organisk materiale som medfører gulbrun farge og lukt (H_2S) i vannprøven. Prøven (vedlegg 9, prøve 8) skiller seg også merkbart ut fra de øvrige p.g.a. lav hårdhet.

Merkbar saltvannsinnblanding (salin>1 o/oo) er funnet å opptre på dyp større enn 10 m og dette indikerer at store uttak ($Q>500-1000$ l/min.) av rent, ferskt grunnvann i området er lite realistisk. Graden av saltvannsinnblanding kan delvis styres gjennom valg av inntaksdyp og størrelse på vannuttak (økende inntaksdyp og økende vannmengde gir tilsvarende stigning i saltvannsinnblanding).

Fra en samlet vurdering av vannkjemi og vanngiverevne peker lokalitet 1 og 2 seg ut som de best egnede for grunnvannsuttak.

3. ANBEFALING.

Utfra de utførte undersøkelser vil vi anbefale at området utnyttes for uttak av inntil 2000 l/min. For en sikker analyse av vanngiverevne og vannkvalitet må det etableres en fullskala brønn for testpumping. Testpumpingen vil være særlig viktig for endelig avklaring m.h.p. vannkvalitet (saltvannsinnblanding, forurensing). Forsøksbrønn anbefales plassert i lokalitet 2 (jfr. kart). Brønnen gis følgende utforming:

0-22m: Foringsrør $\varnothing 200$ mm
0-8m: Stigerør $\varnothing 150$ mm
8-18m: Filter "con slot", $\varnothing 150$ mm
slisseåpning, $d=1.5$ mm.
18-22m: Sumprør $\varnothing 150$ mm

Brønn utformes uten gruskasting.

Brønnens kapasitet er beregnet til 1000 l/min.

Det forutsettes at brønnborer pålegges å ta ut representative sedimentprøver for hver meter under brønnetablering.

Resultatet av prøvepumpingen vil danne grunnlag for utforming og plassering av den/de endelige produksjonsbrønnen(e).
Prøvepumping må følges med regelmessig registrering av vannstandsendringer og vannprøvetaking.

HENVISNINGER.

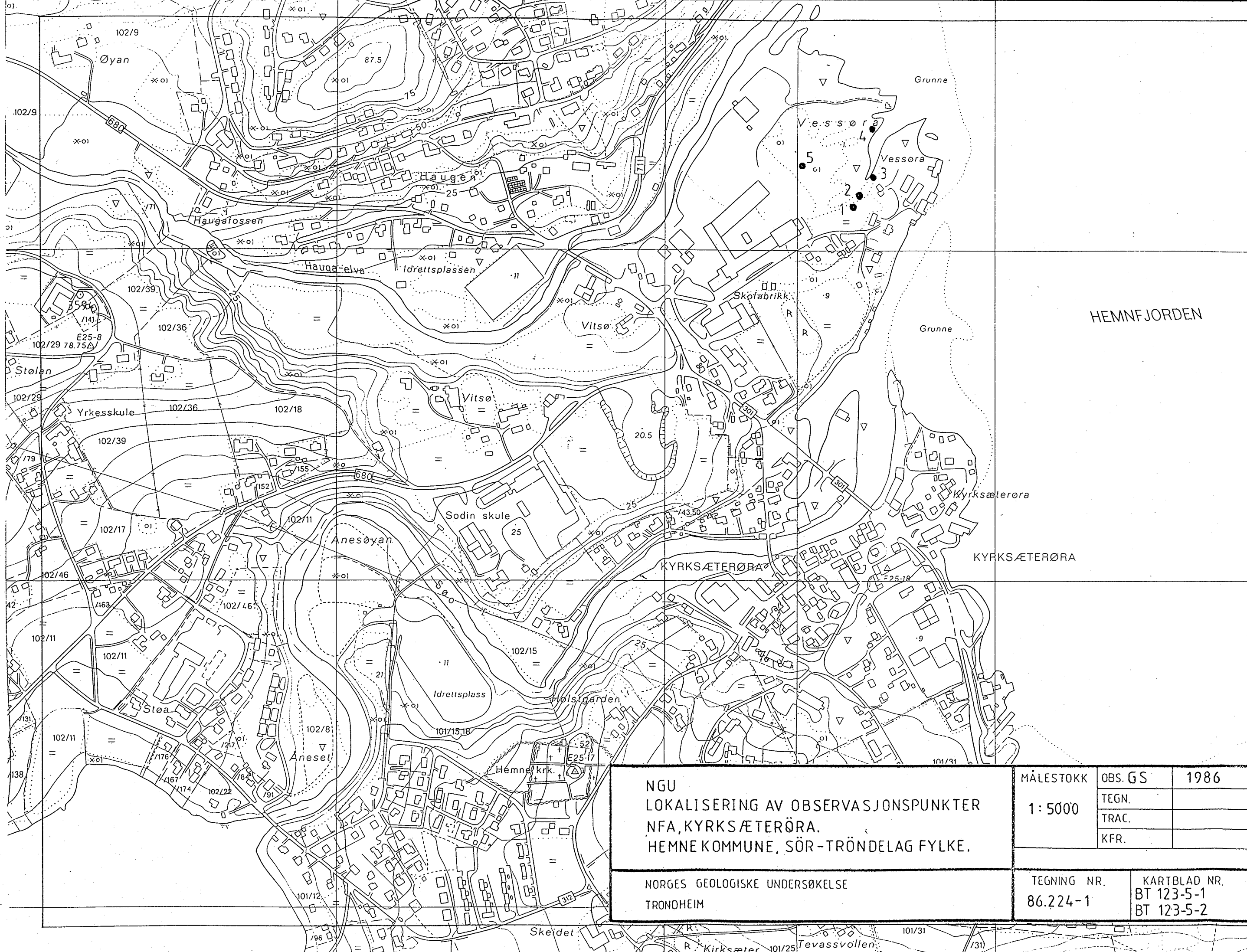
- (1) Gjedrem, T. 1979: Oppdrett av laks og aure.
Landbruksforlaget, Oslo (pp39-49).
- (2) Ødegaard, H. 1986: Vannbehandling i akvakultur.
Tapir forlag, Trondheim (pp21-43).
- (3) Matthess, G. og Harvey, J.C. 1981: The Properties of Ground-
water. John Wiley & Sons, NY-USA (pp212-213).
- (4) Tvenning, H. 1984: Fiskeoppdrett.
Aschehaug forlag, Oslo (pp38-51).
- (5) Ulgenes, Y.etal 1985: Norsk Fiskeoppdrett nr 4-85, pp22-23.
Norske Fiskeoppdretteres Forening, Bergen.

VEDLEGG

VEDLEGG NR

INNHOLD

1	Lokalisering av undersøkelsespunkter.
2	Undersøkelsesdata observasjonsbrønn 1.
3	Undersøkelsesdata observasjonsbrønn 2.
4	Undersøkelsesdata observasjonsbrønn 3.
5	Undersøkelsesdata observasjonsbrønn 4.
6	Undersøkelsesdata observasjonsbrønn 5.
7	Kornfordelingsanalyser obs.brønn 1-5.
8	Vannanalyser obs.brønn 1 og 2.
9	Vannanalyser obs.brønn 3 og 4.
10	Vannanalyser obs.brønn 5.
11	Nedre deteksjonsgrense for analyser.
12	Orienterende verdier for kjemisk sammensetting av sjøvann og ferskt oppdrettsvann.
13	Vurdering av vannanalyser.



NGU
 LOKALISERING AV OBSERVASJONSPUNKTER
 NFA, KYRKSÆTERØRA.
 HEMNE KOMMUNE, SØR-TRØNDELAG FYLKE.

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
 TRONDHEIM

MÅLESTOKK	OBS. GS	1986
1:5000	TEGN.	
	TRAC.	
	KFR.	

TEGNING NR.	KARTBLAD NR.
86.224-1	BT 123-5-1 BT 123-5-2

NGU - RAPPORT:

SONDERBORING (Borros), UNDERSØKELSESRØNN NR: 1

KART:

UTM:

STED: Kyrksæterøra

DATO: 20.05.86

M.O.H. (OVERFLATE): 4

ARKIV NR.:

BRØNN- / FILTERTYPE: Slisset 5/4" rør, filterlengde 1 m, lysåpning ca. 60 cm²

Dyp (m)	Materialtype	Bor-synk min/m	Slag	Vann-trykk kg	Bore-slam	Matr.-prøve(mp) Vann-prøve (vp)	Temp. °C	Pumpetid før vann-prøvetaking min	Vann-føring l/ min	Merknad
0										
2	Steinig grus		DS	2						
		1:42		0						GV.nat.
4	Grus m/sandlag	1:14	DS	0						
		1:01		0						
6	Grus m/sandlag	0:57	DS	0						
		0:53		0						
8	Grus m/sandlag	1:03		0					20	
		0:58	DS	0						
10	Grus m/sandlag	0:59		0					20	
		1:13		1-2		vp nr.1	7.0			
12	Grusig sand	1:12		0-5					90	
		1:19		1-2		vp nr.2	7.1			
14	Grusig sand	2:04		4		mp nr.1			90	
		1:39		4						
16	Sand/finsand	3:41	DS	0-2		mp nr.2			~0	
		4:23	DS	4						
18	Grusig sand	2:10	DS	4		vp nr.3	7.1		80	
		2:10	DS	3-4						
20	Grusig sand	1:59		4					70	
		1:57	DS	4						
22	Grusig sand	2:20	DS	4		vp nr.4	7.1		50	
24									$\bar{Q} = 52 \frac{l}{min \cdot m}$	
26										
28										
30										
32										

Stopp i overgang til finkornige masser, fjell ikke observert.

NGU - RAPPORT:

SONDERBORING (Borros), UNDERSØKELSESRØNN NR: 2

KART:

UTM:

STED: Kyrksæterøra

DATO: 21.05.86

M.O.H. (OVERFLATE): 1-2

ARKIV NR.:

BRØNN- / FILTERTYPE: Slisset 5/4" rør, filterlengde 1 m, lysåpning ca. 90 cm²

Dyp (m)	Materialtype	Bor-synk min/m	Slag	Vann-trykk kg	Bore-slam	Matr.-prøve(mp) Vann-prøve (vp)	Temp. °C	Pumpetid før vann-prøvetaking min	Vann-føring l/ min	Merknad
0										GV.nat.
2	Fyllmasse	1:21	DS	0						
4	Steinig grus	0:25 0:24		0						
6	Sand/finsand	0:20 0:22		0						
8	Sand/finsand Grus	0:19 0:33		0					150	
10	Grus	1:03 0:45	DS	0		mp nr.3			200	
12	Grus	1:00 1:04	DS	0-5		vp nr.5	7.6		120	
14	Grus	1:00 0:49	DS	0-5		vp nr.6	7.7		190	Saltsmak
16	Grusig sand	1:16 1:10		0-5					110	Saltsmak og noe lukt (H ₂ S)
18	Grusig sand	1:31 1:01		0-5 1					50-60	Blakket vann
20	Sand/finsand	1:51 1:28	DS	4		mp nr.4			~0	
22	Sand/finsand	1:24 1:22	DS	2-4 4-5						
24		1:23		6					$\bar{Q} = 118 \text{ l/min}\cdot\text{m}$	
26										
28										
30										
32										

Stopp i overgang til finkornige masser, fjell ikke observert.

NGU - RAPPORT:

SONDERBORING (Borros), UNDERSØKELSESRØNN NR: 4

KART:

UTM:

STED: Kyrksæterøra

DATO: 22.05.86

M.O.H. (OVERFLATE): 1-2

ARKIV NR.:

BRØNN- / FILTERTYPE: Slisset 5/4" rør, filterlengde 1 m, lysåpning ca. 90 cm²

Dyp (m)	Materialtype	Bor-synk min/m	Slag	Vann-trykk kg	Bore-slam	Matr.-prøve(mp) Vann-prøve (vp)	Temp. °C	Pumpetid før vann-prøvetaking min	Vann-føring l/ min	Merknad
0										GV.nat.
2	Fyllmasser	0:58		0						
4	Steinig grus	0:13		0						
6	Sand m/gruslag	0:17		0						
8	Sand m/gruslag	0:14		0		vp nr10			120	Lukt og noe farge
10	Finsand	0:38		1					~0	
12	Sand	0:19		1					50	Lukt og noe blokking
14	Grus m/sandlag	0:31		0		vp nr11	6.9		100	Lukt og salt-smak, ikke farget
16	Sand m/gruslag	0:30		1					120	"
18	Sand m/gruslag	0:27		0		vp nr12 mp nr 6	6.9		150	"
20	Sand	0:30		1					~0	
22	Sand m/gruslag	0:36		1					60	
24	Sand	0:37		1						
26									$\bar{Q} = 75 \frac{l}{min \cdot m}$	
28										
30										
32										

Stopp ved overgang til sanddominerte masser, fjell ikke observert.

NGU - RAPPORT:

SONDERBORING (Borros), UNDERSØKELSESRØNN NR: 5

KART:

UTM:

STED: Kyrksæterøra

DATO: 23.05.86

M.O.H. (OVERFLATE): 1-2

ARKIV NR.:

BRØNN- / FILTERTYPE: Slisset 5/4" rør, filsterlengde 1 m, lysåpning ca. 90 cm²

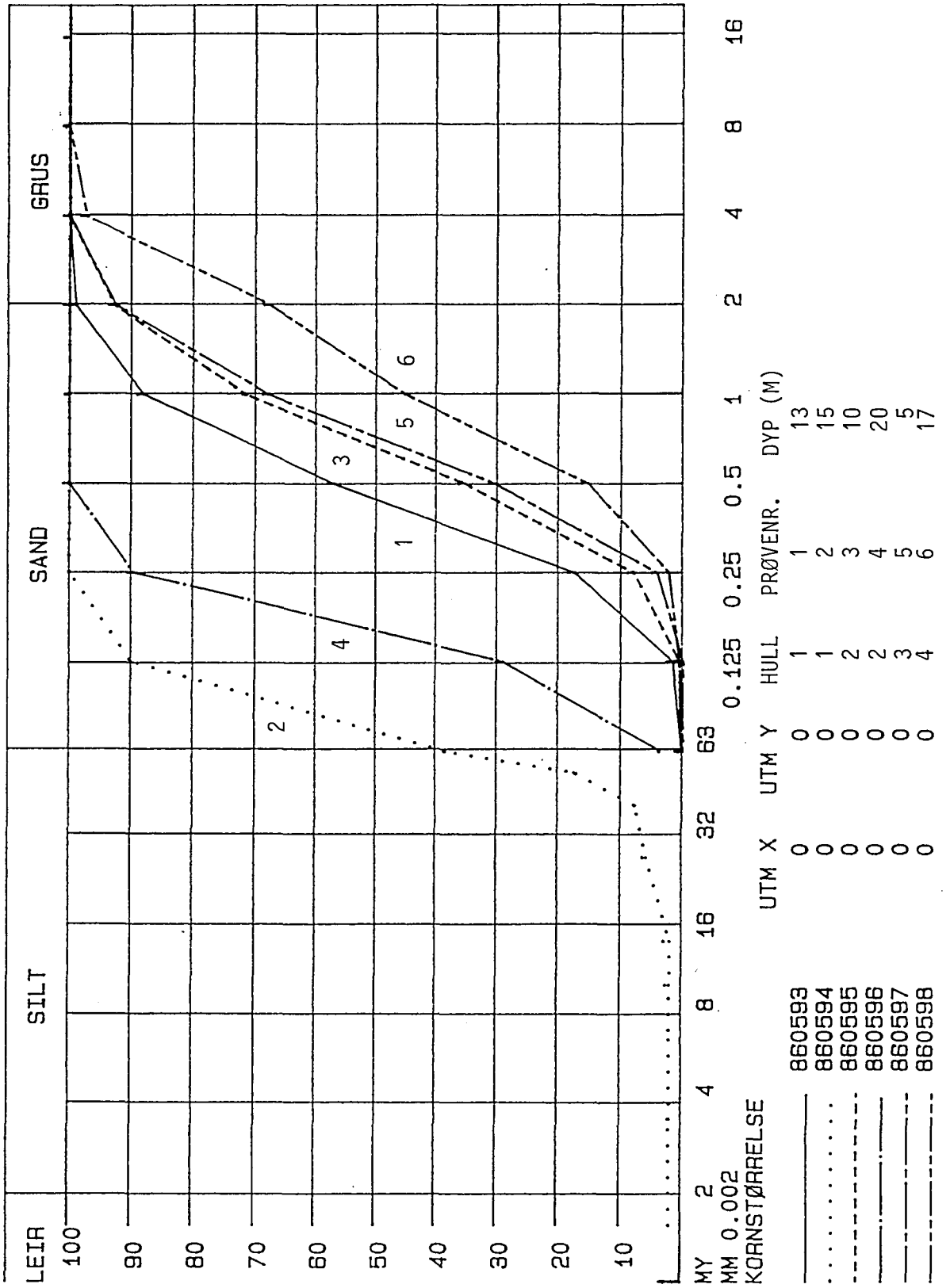
Dyp (m)	Materialtype	Bor-synk min/m	Slag	Vann-trykk kg	Bore-slam	Matr.-prøve(mp) Vann-prøve (vp)	Temp. °C	Pumpetid før vann-prøvetaking min	Vann-føring l/ min	Merknad
0										GV.nat.
2	Grus	0:27		0						
4	Grus	0:36 0:33		0						
6	Sand	0:42 0:44		0						
8	Sand	1:07 1:07		1					40	
10	Sand m/gruslag	1:08 1:17		0 2		vp nr13	6.0		130	
12	Sand m/gruslag	0:59 0:56		2 1					75	
14	Sand	0:13 0:27		2 2					25	
16	Sand m/gruslag	0:30 0:55		2 1		vp nr14	6.5		100	Noe lukt
18	Sand m/gruslag Sand	0:39 0:56		2 2		vp nr15	6.6		20	Noe lukt
20	Sand	0:53 1:00		1 3						
22	Sand m/gruslag	0:78 0:49		1-3 3						
24	Sand m/gruslag	0:41 0:46		3-4 4						
26									Q = 65 l/min.m	
28										
30										
32										

Stopp i overgang til sanddominerte masser, fjell ikke observert.

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
 SEDIMENTLABORATORIET

KORNFORDDELINGSKURVE

HEMNE 14211



PARAMETER	HULL NR.		1				2	
	DYP (M)		11	13	17	21	10	14
	PRØVE NR		1	2	3	4	5	6
Si (ppm)	7.12	7.58	7.21	8.24	5.24	5.35		
Al (ppb)				449.4		175.0		
Fe (ppm)	0.291	1.66	4.23	1.81	1.12	3.34		
Ti (ppb)	6.1			24.5	6.1	8.2		
Mg (ppm)	5.16	8.95	11.55	23.27	6.85	44.28		
Ca (ppm)	9.31	17.52	21.58	16.53	7.77	42.51		
Na (ppm)	9.4	11.5	16.7	9.6	161.4	395.8		
K K (ppm)	1.4	1.95	2.68	5.68	6.60	15.62		
A Mn (ppb)	65	86	99	72		79		
T Cu (ppb)								
I Zn (ppb)								
O Pb (ppb)								
N Ni (ppb)								
E Co (ppb)								
R V (ppb)								
Mo (ppb)								
Cd (ppb)								
Ba (ppb)								
Be (ppb)								
Sr (ppb)	55.7	143.2	173.5	188.7	77.1	443.1		
Li (ppb)		6.0		13.5		6.1		
A F (ppb)	91		113	164	XX	XX		
N Cl (ppm)	22	47	62	58	200	735		
I NO ₃ (ppb)	140	90	170	230	80	130		
O SO ₄ (ppm)	24	28	27	4	49	95		
N Br (ppb)	79	159	227	245	716	3051		
E NO ₂ (ppb)		XX	XX	XX	XX	XX		
R PO ₄ (ppb)		XX	XX	XX	XX	XX		
pH	7.42	7.21	7.44	7.69	8.18	7.97		
Salin. (o/oo)	0.1	0.1	0.2	0.1	0.5	1.5		
Kond. (µmhos)	138	225	285	309	810	2270		
Temp (°C)	7.0	7.1	7.1	7.1	7.6	7.7		
Tot. CO ₂ (ppm)	18.5	9.7	66.9	7.9	93.9	121.4		
H (mgCaCO ₃ /l)	44.5	80.6	101.5	136.9	47.6	288.3		

Tabell 8. Kjemisk analyse av vannprøver, Kyrksæterøra. Blanke felt angir at analyseverdi ligger under nedre deteksjonsgrense (tabell 11). "XX" angir at sikker bestemmelse av analyseverdi ikke er mulig ved den aktuelle analysemetode.

Analysemetode, kationer; emisjonsanalyse ved plasma-eksitasjon (ICAP-vannanalyse). Alle kationanalyser er utført på konserverte prøver (tilsatt cons. HNO₃).
 Analysemetode, anioner; ionekromatograf.
 Analyser utført ved Norges Geologiske Undersøkelse, Kjemisk avdeling.

PARAMETER	3			4		
	HULL NR.					
	DYP (M)	5	11	15	7	13
PRØVE NR	7	8	9	10	11	12
Si (ppm)	3.99	3.86	4.38	4.66	1.60	1.82
Al (ppb)	160.0	192.1	815.6	667.5	1210	1790
Fe (ppm)	0.28	0.30	0.67	0.75	0.28	0.22
Ti (ppb)	8.1	7.5	17.0	35.3		
Mg (ppm)	11.68	2.05	196.00	15.20	547.80	833.1
Ca (ppm)	1.92	0.55	67.74	3.67	166.8	300.5
Na (ppm)	33.7	156.6	2000	351.1	5000	6500
K K (ppm)	5.17	6.39	71.40	17.80	185.40	241.3
A Mn (ppb)						
T Cu (ppb)		4.1				1.6
I Zn (ppb)			8.8		12.8	7.9
O Pb (ppb)						
N Ni (ppb)					43	59
E Co (ppb)						23
R V (ppb)			8.4		18.4	29.7
Mo (ppb)			15.0		41.0	47.0
Cd (ppb)			7.7		13.9	17.3
Ba (ppb)						
Be (ppb)						
Sr (ppb)	40.3	10.1	1004	69.7	2420	4100
Li (ppb)	41.4		25.0	18.5	130.2	179.2
A F (ppb)	436	681	XX	1843	XX	XX
N Cl (ppm)	30	174	3681	483	9221	13000
I NO3(ppb)	3000	450	XX	1300	XX	XX
O SO4(ppm)	27	49	491	85	1612	1643
N Br (ppb)	113	684	12123	1727	XX	XX
E NO2(ppb)	XX	XX	XX	XX	XX	XX
R PO4(ppb)	XX	XX	XX	XX	XX	XX
pH	7.80	7.99	7.84	7.97	7.87	7.86
Salin. (o/oo)	0.3	0.5	>6.0	1.1	>16.0	>22.0
Kond. (µmhos)	249	680	9700	1650	21800	28400
Temp (°C)	4.9	5.9	6.2		6.9	6.9
Tot. CO2(ppm)	173.4	87.1	84.5	108.2	85.4	95.9
H(mgCaCO3/l)	52.7	9.8	973.8	71.6	2665	4170

Tabell 9. Kjemisk analyse av vannprøver, Kyrksæterøra. Blanke felt angir at analyseverdi ligger under nedre deteksjonsgrense (tabell 11). "XX" angir at sikker bestemmelse av analyseverdi ikke er mulig ved den aktuelle analysemetode.

Analysemetode, kationer; emisjonsanalyse ved plasma-eksitasjon (ICAP-vannanalyse). Alle kationanalyser er utført på konserverte prøver (tilsatt cons. HNO₃).
Analysemetode, anioner; ionekromatograf.
Analyser utført ved Norges Geologiske Undersøkelse, Kjemisk avdeling.

HULL NR.	5		
DYP(m)	9	16	18
PRØVE NR	13	14	15
PARAMETER			
Si (ppm)	6.15	7.30	8.40
Al (ppb)	165.5		552.3
Fe (ppm)	5.69	0.16	4.29
Ti (ppb)	10.8		27.2
Mg (ppm)	11.2	19.79	33.66
Ca (ppm)	22.88	60.97	70.60
Na (ppm)	14.0	11.9	22.5
K K (ppm)	2.12	3.21	4.03
A Mn (ppb)	115		465
T Cu (ppb)			
I Zn (ppb)			6.3
O Pb (ppb)			
N Ni (ppb)			
E Co (ppb)			
R V (ppb)			
Mo (ppb)			
Cd (ppb)			
Ba (ppb)			
Be (ppb)	1.6		
Sr (ppb)	156.5	338.4	514.8
Li (ppb)		21.4	38.9
A F (ppb)			
N Cl (ppm)	58	102	165
I NO3(ppb)	100	100	350
O SO4(ppm)	15	12	46
N Br (ppb)	283	430	597
E NO2(ppb)	XX	XX	XX
R PO4(ppb)	XX	XX	XX
pH	8.07	7.99	8.01
Salin. (o/oo)	0.1	0.3	0.5
Kond. (µmhos)	265	500	700
Temp (°C)	6.0	6.5	6.6
Tot.CO2(ppm)	59	101.2	135.5
H(mgCaCO3/l)	103.3	233.9	315.0

Tabell 10. Kjemisk analyse av vannprøver, Kyrksæterøra. Blanke felt angir at analyseverdi ligger under nedre deteksjonsgrense (tabell 11). "XX" angir at sikker bestemmelse av analyseverdi ikke er mulig ved den aktuelle analysemetode.

Analysemetode, kationer; emisjonsanalyse ved plasmaeksitasjon (ICAP-vannanalyse). Alle kationanalyser er utført på konserverte prøver (tilsatt cons. HNO₃).

Analysemetode, anioner; ionekromatograf.

Analyser utført ved Norges Geologiske Undersøkelse, Kjemisk avdeling.

PARAMETER	NEDRE DETEKSJONSGRENSE
Si (ppm)	0.3
Al (ppb)	100
Fe (ppm)	0.01
Ti (ppb)	4.0
Mg (ppm)	0.07
Ca (ppm)	0.02
Na (ppm)	0.03
K (ppm)	0.5
Mn (ppb)	0.05
Cu (ppb)	1.0
Zn (ppb)	6.0
Pb (ppb)	90.0
Ni (ppb)	40.0
Co (ppb)	20.0
V (ppb)	7.0
Mo (ppb)	10.0
Cd (ppb)	6.0
Ba (ppb)	25.0
Be (ppb)	1.0
Sr (ppb)	1.0
Li (ppb)	5.0
F (ppb)	20.0
Cl (ppm)	
NO ₃ (ppb)	20.0
SO ₄ (ppm)	
Br (ppb)	20.0
NO ₂ (ppb)	20.0
PO ₄ (ppb)	20.0

Tabell 11. Nedre deteksjonsgrenser for utførte analyser, Kyrksäterøra.

PARAMETER	SJØVANN (35 ‰)	ORIENTERENDE GRENSEVERDIER FOR LAKSEFISK I FERSKVANN.
Si (ppm)	2.9	
Al (ppb)	1	10
Fe (ppm)	0.003	0.1
Ti (ppb)		
Mg (ppm)	1290	
Ca (ppm)	411	
Na (ppm)	10800	>2
K K (ppm)	392	
A Mn (ppb)	0.4	10
T Cu (ppb)	0.9	6
I Zn (ppb)	5.0	5
O Pb (ppb)	0.03	20
N Ni (ppb)	6.6	10
E Co (ppb)	0.4	
R V (ppb)	1.9	
Mo (ppb)	10	
Cd (ppb)	0.1	0.5
Ba (ppb)	21	
Be (ppb)		
Sr (ppb)	8100	
Li (ppb)		
A F (ppb)	1300	
N Cl (ppm)	19400	>3
I NO ₃ (ppb)		20000
O SO ₄ (ppm)		
N Br (ppb)	67300	
E NO ₂ (ppb)		100
R PO ₄ (ppb)		
pH	8.0	6-9
Salin. (‰)	35	
Kond. (µmhos)	50000	
Temp (°C)		>0-20

Tabell 12. Orienterende verdier for kjemisk sammensetning av sjøvann (etter (3)) samt vegledende grenseverdier for vannkvalitet ved oppdrett av laksefisk i ferskvann (etter (2)).

VEDLEGG 13.

Vurdering av kjemiske analyser av grunnvann NFA, Kyrksæterøra.

Kjemiske analyser av 15 grunnvannsprøver fra NFA's anlegg på Kyrksæterøra er gitt i vedlegg 8-10. Det henvises også til normalverdier for sjøvann/ferskt oppdrettsvann gitt i vedlegg 12. I det følgende gis en kort omtale av de enkelte analyseresultater.

Silisium(Si): Innhold av silisium er et typisk kjennetegn for grunnvann. Overflatevann/sjøvann har i regelen lavt Si-innhold. Vannprøver fra lokalitet 1,2 og 5 viser en klar grunnvannskarakter m.h.p. Si-innhold. En relativt entydig økning av Si-innhold mot dypet er også påvist i disse lokalitetene. Økende konsentrasjoner mot dypet er også funnet for de fleste av de øvrige analyseparametre, og er et uttrykk for økende kontakttid vann/mineraler og økende saltvannsinnblanding.

Aluminium(Al): Aluminium er sterkt i søkelyset i forbindelse med sur-nedbør-problematikken (utlutning av Al i forbindelse med sure mineralreaksjoner). I litteraturen (2) er 10 ppb (0.01 mg/l) angitt som en grenseverdi i forbindelse med fiskeoppdrett. Som framgår av analyseresultatene er det ved alle prøvelokalitetene funnet Al-innhold som langt overskrider denne grensen. Dette gjør seg særlig gjeldende ved de sjønære lokalitetene (3 og 4). "Normalt" sjøvann har ikke høye Al-gehalter (< 1 ppb) og dette indikerer at Al-innholdet skyldes forurensing av sjøvann eller Al-kilder i fyllmasser i området. Det understrekes at analysene er utført på syrekonserverte prøver slik at Al-innholdet godt kan opptre som partikulært stoff (hydroksyder) i det uforstyrrede grunnvannet.

Jern(Fe): Jern vil ofte opptre i grunnvann som følge av reduserende-, oksygenfattig- og (svakt) surt miljø. Tilførsel av oksygen (lufting) og pH-justering kan ofte være nok til at det løste jernet (Fe^{3+}) felles ut som jernhydroksyder og dermed kan fjernes fra vannet. Lufting og pH-justering er standard prosedyre ved utnytting av grunnvann.

Alle vannanalysene viser Fe-innhold høyere enn anbefalt verdi. Analysene er utført på syrekonserverte prøver og tallene viser dermed totalt jerninnhold (løst jern og partikulært jern).

Innhold av løst jern (Fe^{3+}) i driftsvann kan medføre jernutfelling på fiskens gjeller og kvelning (Okerdød).

Alkalier(Mg,Ca,Na,K,Sr,Li): Alkaliene opptrer i betydelige mengder i grunnvann som følge av interaksjoner mineraler/vann og i enda større konsentrasjoner i sjøvann. Vannets hårdhet(H) er et uttrykk for alkali-innholdet (Ca+Mg+Sr). Beregnet hårdhet for de enkelte prøver er gitt i vedlegg 8-10. Innhold av alkalier anses som positivt i forbindelse med fiskeoppdrett og grunnvann

vil normalt ikke inneholde skadelig høye konsentrasjoner av disse stoffer.

Mangan(Mn): Mangan i grunnvann gir de samme indikasjoner på reduserende kjemisk miljø som nevnt foran for jern. Relativt høye mangankonsentrasjoner er kun observert ved lokalitet 5.

Sporelementer(Cu,Zn,Pb,Ni,Co,V,Cd): Dette er i hovedsak tungmetaller som er uønsket i vannforsyning. I forbindelse med fiskeoppdrett regnes de fleste av disse stoffene som skadelige selv i meget lave konsentrasjoner (se vedlegg 12). Innhold av disse stoffene er kun registrert i de sjønære lokalitetene og det er derfor nærliggende å konkludere med at sjøvannet i området inneholder forurensinger av tungmetaller. Det bemerkes at en også i "naturlig" sjøvann finner et visst innhold av de omtalte sporelementer (jfr. vedlegg 12).

Gifteffekten av sporelementene vil være sterkt avhengig av de øvrige miljøbetingelsene (pH, humusinnhold, hårdhet etc.). Bl.a. kan nevnes at innhold av Calcium (Ca) reduserer giftigheten av Cu og Zn (jfr. referanse (5)).

Anioner(F,Cl,NO₃,SO₄,Br,NO₂,PO₄): Ved siden av bikarbonat (HCO₃, som er uttrykt ved "Tot.CO₂" i analysetabellene) er klor (Cl) og sulfat (SO₄) de viktigste anioner i grunnvann-sammenheng. I ferske grunnvannsmiljøer vil høye konsentrasjoner av nitrater og fosfater i regelen være indikasjoner på forurensing.

I saltvann vil nitrater og fosfater opptre som naturlige elementer. Klor er det absolutt dominerende anion og fluor opptre i betydelige mengder. Dette går også klart fram av de saltvannspregede prøvene fra lokalitet 2, 3 og 4.

pH: Grunnvann har p.g.a. sitt innhold av buffere (alkalier og karbonat) en stabil pH i området 6.5-9.0. I sjøvann er pH=8 det normale. Prøvene fra Kyrksæterøra viser en pH=7.2-7.8 i det "rene" grunnvannet (lokalitet 1) og pH=7.8-8.2 i saltvannspåvirkede prøver. Prøvene fra lokalitet 5, som utfra det øvrige ioneinnhold synes lite saltvannspåvirket, har en pH=8.0.

Salinitet: Parameteren gir uttrykk for det totale innhold av salter og er her beregnet som summen av alkalier og anioner (inklusive HCO₃). Ferskt grunnvann vil i regelen ha en salinitet mindre enn 1 o/oo. Sjøvann har salinitet ca 35 o/oo hvorav Na og Cl utgjør ca 30 o/oo. Av tallene framgår at merkbart saltinnhold kun er registrert for prøver fra større dyp enn 10-15 m.

Konduktivitet: Parameteren er et mål for vannets elektriske ledningsevne og gjenspeiler totalt ioneinnhold.

Temperatur: Temperatur er målt "in situ" etter lengre tids pumping og er funnet å variere i området 6.0-7.7 C. Temperaturen øker generelt noe mot dypet.

Tot. CO₂: Parameteren uttrykker det samlede innhold av løst CO₂ og karbonsyre (H₂CO₃). Vannets karbonatlikevekt er styrt av pH og ved normal grunnvanns-pH (og saltvanns-pH) vil bikarbonat (HCO₃) være det dominerende anion. Analysen er utført ved titrering i laboratorium og målt verdi kan avvike en del fra "in situ" verdi p.g.a. transport og lagring.

Hårhet(H): Parameteren er beregnet som summen av Ca, Mg og Sr og gir uttrykk for samlet alkali-innhold. Som framgår er hårdheten meget høy for de alkalirike, sjøvannspregede prøvene.