

Teknisk rapport 1124

Redegørelse for prøvetagning Lille Torup 2007

TO-5, TO-6, TO-7, TO-8, TO-9 og TO-10



						DATE
						NAME
0	Godkendt udgave	15/01-2008	15/01-2008	15/01-2008	15/01-2008	DATE
		PFM	TIL	PFM	JAK	NAME
REV.	DESCRIPTION	PREPARED	CHECKED	REVIEWED	APPROVED	
		27-491-GR-5001				
		DOC. NO.				

Indhold

1. FORMÅL	3
2. DELTAGERE	3
3. PRØVETAGNINGSVÆRKTØJ OG PRINCIP FOR PRØVETAGNING	3
3.1 PRØVETAGNINGSVÆRKTØJ	3
3.2 PRINCIP FOR PRØVETAGNING	3
4. PRØVETAGNINGSFORLØBET	4
4.1 MANDAG DEN 19. NOVEMBER 2007	4
4.2 TIRSDAG DEN 20. NOVEMBER 2007	5
4.3 ONSDAG DEN 21. NOVEMBER 2007	6
4.4 TORSDAG DEN 22. NOVEMBER 2007	7
4.5 FREDAG DEN 23. NOVEMBER 2007	8
4.6 LØRDAG DEN 24. NOVEMBER 2007	8
4.7 SØNDAG DEN 25. NOVEMBER 2007	9
4.8 MANDAG DEN 26. NOVEMBER 2007	9
5. ANALYSERESULTATER	10
6. DISKUSSION/KONKLUSION	12
6.1 PRØVETAGNINGSFORLØBET	12
6.2 ANALYSERESULTATER	12
7. BILAG	14
BILAG 1: LUBRICATOR.....	15
BILAG 2: DAGSRAPPORTER FRA BOTHO SAALBACH - KBB	16
BILAG 3: ANALYSERESULTATER – WEBLING	24
BILAG 4: ANALYSERESULTATER - TEKNOLOGISK INSTITUT, AARHUS (UDKAST).....	31

1. Formål

I perioden 19-11-2007 til 26-11-2007 foretog Energinet.dk prøvetagning fra kaverne TO-5, TO-6, TO-7, TO-8, TO-9 og TO-10 i LI. Torup Gaslager. Her blev taget prøver fra brinesumpen i bunden af hver af de nævnte kaverne. Dette blev gjort som led i en forundersøgelse omkring udvidelsesmuligheder af gaslagerets lagervolumen. Prøverne blev efterfølgende sendt til analyse hos det tyske laboratorium Weßling i Hannover samt hos Teknologisk Institut i Aarhus. Detaljeret arbejdsbeskrivelse for prøvetagningen kan findes under dokumentnummer 27-491-GH-5003 (Meridian).

Formålet med denne rapport er at redegøre for selve prøvetagningsforløbet samt at anskueliggøre, diskutere og konkludere på laboratorieresultaterne fra de to laboratorier.

2. Deltagere

Klientrepræsentant	Pelle Funder Michelsen – Energinet.dk
Teknisk koordinator	Jørgen Ivert Johansen – LI. Torup Gaslager
Teknikker – LI. Torup	Torben Madsen – LI. Torup Gaslager
Hydraulisk liftooperatør	Torben Madsen – LI. Torup Gaslager
Sikkerhedsrepræsentant	Kristian Nielsen – LI. Torup Gaslager
Kvalitets- og arbejdsmiljøkonsulent*	Mads Christian Madsen – Energinet.dk
Kranoperatør	Henrik – Aars Vognmandsforretning
Brøndinterventionssupervisor	Botho Saalbach – KBB UT
Wire line entreprenør	Reiner Klostermann – Schlumberger
Wire line operatør	Josef Meier – Schlumberger
Wire line operatør	Joerg Suedbeck – Schlumberger

* Kvalitets- og arbejdsmiljøkonsulent Mads Christian Madsen var ikke til stede på lageret.

3. Prøvetagningsværktøj og princip for prøvetagning

3.1 Prøvetagningsværktøj

Prøvetagningsværktøjet var sammensat af forskellige dele. Delene nævnes i nummeret rækkefølge nedenfor. Numrene henviser til billedet.

1. 2 m langt plexiglasrør (4 cm i diameter, vol. ~ 2,5 L)
2. Kugleventil påmonteret nederst på plexiglasrøret
3. Kugleventil styret af en timer
4. Metalrør som skrues på den nederste kugleventil (3) og hvorpå timeren (ej ill.) var fastgjort. Plexiglasrøret blev ført ind i dette metalrør.
5. Ydre beskyttelseskappe hvori metalrøret var placeret.

3.2 Princip for prøvetagning

Før prøvetagning i en kaverne blev lubricator, dummy og prøvetagningsværktøj klargjort.

Lubricatoren er en lang cylinder som påmonteres brøndhovedet (illustration, se bilag 1). Den øvre sektion indeholder en række tætningselementer, samt en ventil til indsprøjtning af smørelse. Under denne sektion er en "blow out preventer" (bob) installeret. Bob'en er en ventil som forhindrer gasudslip, såfremt brøndhoveds ventiler svigter eller er blokerede. I den nedre sektion placeres værktøjet som skal nedsænkes i kaverne. Dette styres af en kilometerlang wire, der er ført igennem bob'en, den øvre sektion og koblet til et wirespil. Ved nedsænkning åbnes brøndhoveds ventiler og værktøjet kan nu fires ned i kaverne. Efter endt operation trækkes værktøjet op i lubricatorens nedre sektion, brøndhoveds ventiler lukkes, trykket i lubricatoren udlig-




nes (meget langsomt!) og værktøjet kan nu fjernes.

Før første prøvetagning ved hver kaverne blev afstanden til grænsefladen mellem gas og brine målt ved hjælp af en dummykørsel og tiden for nedfiring af dummyen blev registreret. Tiden blev indstillet på timeren med et tillæg på 15 minutter. Prøvetagningsværktøjet blev herefter placeret i lubricatorens nedre sektion og ført til grænsefladen. Her lukkede timeren mekanisk den nederste kugleventil (3), og værktøjet blev ført op igen.


4. Prøvetagningsforløbet


Nedenfor er prøvetagningsforløbet beskrevet dag for dag. Dagsrapporter fra brøndinterventionssupervisor Botho Saalbach (KBB UT) findes i bilag 2.

4.1 Mandag den 19. november 2007


TO-8 (Frei)		
Tidspunkt	Aktivitet	Bemærkninger
07:30 - 08:00	Ankomst til LI. Torup Gaslager. Alle parter blev præsenteret for en sikkerhedsvideo med dansk tale og engelske undertekster.	Sikkerhedsvideoen var af meget ringe kvalitet. Denne burde desuden fremstilles i to versioner, dansk og engelsk.
08:00 - 10:00	Oprigning på kaverneplads TO-8	
10:00 - 11:00	Dummy-kørsel	Grænsefladen blev her målt til 1.346,0 m. Dette blev gjort ved at måle vægtreduktionen når dummyen bevægede sig fra gasfasen og ned i brinen.
11:00 – 15:00	1. prøve – 1. forsøg	1. prøve blev forsøgt hentet i en dybde af 1.346,5 m. Det lykkedes ikke fordi plexiglasrørets samling med kugleventilen ikke sluttede tæt. Problemet blev løst ved anvendelse af pakningstape (teflon).
15:00 - 16:45	1. prøve – 2. forsøg	1. prøve blev forsøgt hentet i en dybde af 1.346,6 m. Det lykkedes ikke fordi et gevind, nederst på prøveopsamlingsudstyret, var ødelagt. Reiner Klostermann (Schlumberger) mente at det var forårsaget af et sammenstød mellem foringsrøreringen (casing shoe) og prøveopsamlingsudstyret. En fjederlignende mekanisme (centraliser) blev påmonteret, således at udstyret blev ledt bedre ind i foringsrøret (se billede). 
16:45 – 19:00	Nedrigning på TO-8 og reparation af udstyr	Schlumberger skiftede det ødelagte gevind.

4.2 Tirsdag den 20. november 2007

TO-8 (Frei)		
Tidspunkt	Aktivitet	Bemærkninger
07:30 - 08:45	Oprigning på kaverneplads TO-8	
08:45 - 10:45	1. prøve – 3. forsøg	<p>1. prøve blev forsøgt hentet i en dybde af 1.346,6 m. Det lykkedes at få 100 cm brine med op (1,25 L), som blev taget i grænsefladen. Der blev observeret faste partikler i prøven. Det vides ikke om de stammede fra Schlumbergers udstyr eller fra brinen i kavernens bund. For at undgå forurening af prøven blev denne filtreret og hældt på en polyethylenflaske (PE). Partiklerne blev gemt til videre analyse.</p> 
10:45 - 13:30	2. prøve – 1. forsøg	<p>2. prøve blev forsøgt hentet i en dybde af 1.347,1 m. Intensionen var at hente 50% mere prøve ved denne kørsel. Det lykkedes at få en prøve med op. Da prøven var bragt til overfladen blev der drejet for hurtigt på en kugleventil, hvorved trykket fra hulrummet bag kuglen blev udlignet for hurtigt. Dette resulterede i at mere end halvdelen af prøven blev trykket ovenud af plexiglasrøret og gik herved tabt! Røret indeholdte oprindeligt 135 cm, vi mistede 85 cm, og havde derfor 50 cm tilbage. (0,63 L). I denne prøve blev der observeret spor af sort fedt/olie i prøvens top, men ingen faste partikler. Det tyder derfor på at de faste partikler i prøve 1(TO-8) samt spor af fedt/olie i prøve 2 (TO-8) højst sandsynlig stammer fra det anvendte udstyr. Udstyret blev derfor rensed med en damptryksrensere. Det var ikke muligt at opsamle fedtet/olien.</p>
13:30 - 14:30	Nedrigning på kaverneplads TO-8	

TO-7 (Idun)		
Tidspunkt	Aktivitet	Bemærkninger
14:30 - 15:45	Oprigning på kaverneplads TO-7	
15:45 - 17:00	Dummykørsel	Grænsefladen blev målt til 1.672,4 m
17:00 - 20:00	1. prøve – 1. forsøg	<p>1. prøve blev forsøgt hentet i en dybde af 1.673,9 m. Det lykkedes ikke, idet timermekanismen ikke fungerede og den nedre ventil blev derfor ikke lukket. På billedet ses timeren.</p> 
20:00 - 20:45	Nedrigning på kaverneplads TO-7	


4.3 Onsdag den 21. november 2007

TO-7 (Idun)		
Tidspunkt	Aktivitet	Bemærkninger
07:00 - 08:45	Oprigning på kaverneplads TO-7	Timeren blev forsøgt repareret, og sideløbende blev 3 timere bestilt.
08:45 - 11:30	1. prøve – 2. forsøg	<p>1. prøve blev igen forsøgt hentet, i en dybde af 1.673,8 m. Det lykkedes at bringe en prøve til overfladen, med 165 cm brine, 2 cm Oppanol og 20 cm skum. Skummet er højst sandsynligt opskummet Oppanol. Prøven henstod i plexiglasrøret og senere kunne det ses at skummet fortættede. Det påvirkede dog ikke tykkelsen af Oppanolaget synligt. Faseadskillelsen var meget tydelig, hvilket ses på billedet nedenfor.</p> 
11:30 - 14:45	2. prøve – 1. forsøg	2. prøve blev forsøgt hentet i en dybde af 1.673,8 m. Det lykkedes ikke, idet timermekanismen igen ikke fungerede. Umiddelbart herefter ankom en taxa fra Vechta i Tyskland med 3 timere.
14:45 - 15:30	Ny timer integreres i udstyret	
15:30 - 17:45	2. prøve – 2. forsøg	2. prøve blev igen forsøgt hentet, i en dybde af 1.673,8 m. Det lykkedes at bringe en prøve til overfladen, med 155 cm brine, 2 cm Oppanol og 20 cm skum. Uheldigvis blev den øvre kugleventil (ventilen i enden af plexiglasrøret) ikke lukket korrekt og 60 cm brine gik tabt! En tydelig faseadskillelse kunne observeres.
17:45 -18:45	Nedrigning på kaverneplads TO-7	

4.4 Torsdag den 22. november 2007

TO-10 (Brage)		
Tidspunkt	Aktivitet	Bemærkninger
07:00 - 08:15	Oprigning på kaverneplads TO-10	
08:15 - 09:30	Dummykørsel	Grænsefladen blev målt til 1257,8 m
09:30 - 12:00	1. prøve – 1. forsøg	1. prøve blev forsøgt hentet i en dybde af 1.259,5 m. Det lykkedes ikke at få en prøve med op. Der kunne observeres Oppanol i den øvre del af plexiglasrøret, hvilket indikerede at grænsefladebestemmelsen var rimelig. Botho Saalbach og Reiner Klostermann vurderede at fejlen kunne skyldes at selve lukkemekanismen var klistret ind i Oppanol.
12:00 - 13:15	Adskillelse og rensning af udstyr	Udstyret blev efterfølgende adskilt, og her kunne det ses at lukkemekanismen rent faktisk var blokeret af Oppanol. Efter grundig rensning blev udstyret samlet igen.
13:15 - 15:30	1. prøve – 2. forsøg	1. prøve blev igen forsøgt hentet, i en dybde af 1.258,8,0 m, hvilket var 0,7 m højere end ved 1. forsøg. Det skyldes at Reiner Klostermann revurderede sin måling af grænsefladen fra 1.257,8 m til 1.257,0 m. Det lykkedes ikke at tilvejebringe en prøve, og her kunne vi observere at den nedre kugleventil knap var lukket. Oppanol var igen højst sandsynlig årsag til fejlen.
15 30-18:45	Rensning af udstyr og nedrigning på kaverneplads TO-10	Botho Saalbach, Reiner Klostermann og PFM besluttede at genoptage prøvetagningen på en kaverne uden Oppanol, og herefter vende tilbage til TO-10.

4.5 Fredag den 23. november 2007

TO-5 (Heimdal)		
Tidspunkt	Aktivitet	Bemærkninger
07:00 - 08:00	Oprigning på kaverneplads TO-5	
08:00 - 09:15	Dummykørsel	Grænsefladen blev målt til 1.532,3 m
09:15 - 11:45	1. prøve – 1. forsøg	1. prøve blev forsøgt hentet i en dybde af 1.534,0 m. Det lykkedes at få en prøve med op, med 150 cm klar brine, uden synlig fasedeling.
11:45 – 14:30	2. prøve – 1. forsøg	2. prøve blev forsøgt hentet i en dybde af 1.534,2 m. Det lykkedes at få en prøve med op, med 180 cm klar brine, uden synlig fasedeling. Prøve 1 og 2 blev begge hældt på PE-flasker. Bemærk tydelig farveforskel på de to prøver i PE-flaskerne. Grunden til dette er ukendt! 
14 30-15:30	Nedrigning på kaverneplads TO-5	

4.6 Lørdag den 24. november 2007

TO-9 (Freja)		
Tidspunkt	Aktivitet	Bemærkninger
07:00 - 08:15	Oprigning på kaverneplads TO-9	
08:15 - 09:15	Dummykørsel	Grænsefladen blev målt til 1.309,8 m
09:15 - 11:45	1. prøve – 1. forsøg	1. prøve blev forsøgt hentet i en dybde af 1.311,7 m. Det lykkedes at få en prøve med op, med 195 cm klar brine. Plexiglasrøret er i alt 200 cm og det er sandsynligt at det var helt fyldt før trykudligning. Lige efter trykudligning løb lidt væske ud af prøvetagningsværktøjet, svarende til de manglende 5 cm. Der er derfor også sandsynligt at prøven blev taget lige under grænsefladen.
11:45 – 14:00	2. prøve – 1. forsøg	2. prøve blev forsøgt hentet i en dybde af 1.310,8 m. Det lykkedes at få en prøve med op, med 135 cm klar brine, uden synlig fasedeling. Begge prøver blev hældt på PE-flasker. Der kunne her ikke observeres nogen synlig farveforskel.
14 30-16:00	Nedrigning på kaverneplads TO-9	

4.7 Søndag den 25. november 2007

TO-6 (Tyr)		
Tidspunkt	Aktivitet	Bemærkninger
08:00 – 08:45	Oprigning på kaverneplads TO-6	
08:45 - 09:30	Dummykørsel	Grænsefladen blev målt til 1.539,0 m
09:30 - 11:30	1. prøve – 1. forsøg	1. prøve blev forsøgt hentet i en dybde af 1.540,7 m. Det lykkedes at få en prøve med op, med 195 cm klar brine. Der er sandsynligt at prøven blev taget lige under grænsefladen.
11:30 - 14:00	2. prøve – 1. forsøg	2. prøve blev forsøgt hentet i en dybde af 1.539,8 m. Det lykkedes at få en prøve med op, med 130 cm klar brine. Begge prøver blev hældt på PE-flasker. Der kunne her ikke observeres nogen synlig farveforskel.
1400 -16:00	Nedrigning på kaverneplads TO-6	

4.8 Mandag den 26. november 2007

TO-10 (Brage)		
Tidspunkt	Aktivitet	Bemærkninger
08:00 - 09:00	Oprigning på kaverneplads TO-10	
09:00 - 10:45	1. prøve – 1. forsøg	Dummykørsel blev ikke udført, da grænsefladen den 22-11-07 blev bestemt til 1.257,8 m. Grænsefladen blev dog revurderet i forbindelse med 1. prøve, til 1.257,0 m 1. prøve blev forsøgt hentet, i en dybde af 1.258,8 m. Det lykkedes at bringe en prøve til overfladen, med 144 cm brine (1,8 L), 2,5 cm Oppanol og 30 cm skum. Skummet er højest sandsynligt opskummet Oppanol. En klar faseadskillelse kunne ses.
10:45 - 13:00	2. prøve – 1. forsøg	2. prøve blev forsøgt hentet i en dybde af 1.258,8 m. Det lykkedes ikke at få en prøve med op, og udstyret var smurt ind i Oppanol. Operationen afsluttes, da muligheden for endnu en prøve vurderes til at være er lille.
13:00-14:30	Nedrigning på kaverneplads TO-6 og deling af 1. prøve	Botho Saalbach og PFM delte 1. prøve, til to prøver á 0,9 Liter. PFM beholdte prøven med grænsefladen og Oppanolen. Skummet nåede ikke at fortætte før prøven blev delt.

5. Analyseresultater

I tabel 1 og 2 ses analyseresultaterne fra de to laboratorier:

Stof	TO-5 Wessling [mg/l]	TO-5 Århus [mg/l]	TO-6 Wessling [mg/l]	TO-6 Århus [mg/l]	TO-7 Wessling [mg/l]	TO-7 Århus [mg/l]	TO-8 Wessling [mg/l]	TO-8 Århus [mg/l]
NH4	27	32	27	39	44	58	16	23
SO4	3.370,0	4.230	3.970,0	5.223	2.950,0	3.609	13.600,0	19392
NO2	< 0,01	Ikke målt	< 0,01	Ikke målt	< 0,01	Ikke målt	0,02	Ikke målt
NO3	< 100	< 1	< 100	< 1	< 100	< 1	< 100	< 1
Cl	180.000	Ikke målt	180.000	Ikke målt	184.000	Ikke målt	173.000	Ikke målt
Ba	0,250	0,105	0,180	0,050	0,110	< 0,036	0,090	< 0,036
Cd	< 0,005	< 0,009	< 0,005	< 0,009	< 0,005	< 0,009	< 0,005	< 0,010
Ca	1.600,0	1340	1.300,0	1151	1.800,0	1552	410,0	410
Fe	12,0	6,50/10,6	9,3	8,50	34,0	32,4	28,0	17,6
Hg	< 0,0002	< 0,002	< 0,0002	< 0,002	< 0,0002	< 0,002	< 0,0002	< 0,002
K	200,0	155,1	800,0	510	570,0	392	5.400,0	2.860
Mg	84,0	95	160,0	182	200,0	233	3.400,0	3.757
Na	94.000,0	111.625	92.000,0	111.578	93.000,0	113.082	93.000,0	110.292
Ni	0,070	< 0,01	0,090	< 0,01	0,180	< 0,01	0,330	0,073
Pb	3,100	0,179	0,380	0,116	2,900	0,52	0,340	0,222
Sr	21,0	22,6	26,0	26,2	35,0	35,2	5900,0	5,93
V	< 0,05	< 0,6	< 0,05	< 0,6	< 0,05	< 0,6	< 0,05	< 0,6
Zn	1,200	0,33	0,480	0,293	1,300	0,60	1,100	0,48
Ethylenglycol	0,35		0,59		0,57		1,90	
Diethylenglycol	2,80		4,30		3,00		7,10	
Triethylenglycol	8,40		56,00		6,40		5,70	
Propylenglycol	< 0,10		< 0,10		< 0,10		< 0,10	
Glycoller		< 0,1		< 0,1		< 0,1		< 0,1
Smøreolie		< 0,1		< 0,1		< 0,1		< 0,1
Oppanol		< 0,1		< 0,1		< 0,1		< 0,1
CxHy*								1,8
CH-indeks	< 0,1		< 0,1		0,2		0,3	
CH-indeks >C10-C22	< 0,1		< 0,1		< 0,1		0,1	
CH-indeks >C22-C40	< 0,1		< 0,1		0,2		0,2	

Tabel 1: Analyseresultater for TO-5 til TO-8. Resultaterne fra Teknologisk Institut, Aarhus er omregnet fra mg/kg til mg/l ud fra densitetsmålinger. Densitetsmålingerne findes i bilag 4.

Stof	TO-9 Wessling [mg/l]	TO-9 År- hus [mg{l}]	TO-10 Wessling [mg/l]	TO-10 Århus [mg/l]	TO-7 (1) Opp. Århus [mg/kg]	TO-7 (2) Opp. Århus [mg/kg]
NH4	38	54	9,2	11,1		
SO4	3.980,0	3859	3.000,0	5.328		
NO2	< 0,01		0,0			
NO3	< 100	< 1	< 100	< 1		
Cl	180.000	Ikke målt	180.000	Ikke målt		
Ba	0,160	0,053	0,110	< 0,036	0,48	1,1/0,41
Cd	< 0,005	< 0,010	< 0,005	< 0,010	0,052	0,152
Ca	1.900,0	1652	1.300,0	1175	220	900
Fe	15,0	14,6	32,0	21,1	280	210
Hg	< 0,0002	< 0,002	< 0,0002	< 0,002	260	160/110
K	450,0	314	300,0	222	167	230
Mg	160,0	192	370,0	417	31,5	138
Na	95.000,0	113364	95.000,0	115045	22600	69000
Ni	0,080	< 0,01	0,150	0,070	0,94/2,1	0,54
Pb	0,160	0,07	0,520	0,186	7,0	2,39
Sr	29,0	29,7	12,0	12,6	4,5	22
V	< 0,05	< 0,6	< 0,05	< 0,6	< 3	< 3
Zn	0,370	0,292	2,500	1,47	17	5,3
Ethylenglycol	2,00		< 0,50			
Diethylenglycol	10,00		8,10			
Triethylenglycol	30,00		7,50			
Propylenglycol	< 0,10		< 0,10			
Glycoller		< 0,1		< 0,1		
Smøreolie		< 0,1		< 0,1		
Oppanol		< 0,1		< 0,1		
CH-indeks	< 0,1		0,6			
CH-indeks >C10-C22	< 0,1		0,1			
CH-indeks >C22-C40	< 0,1		0,5			

Tabel 2: Analyseresultater for TO-9, TO-10 samt Oppanolprøver fra TO-7. Resultaterne for TO-9 og TO-10 fra Teknologisk Institut, Aarhus er omregnet fra mg/kg til mg/l ud fra densitetsmålinger. Densitetsmålingerne findes i bilag 4.

6. Diskussion/Konklusion

6.1 Prøvetagningsforløbet

Sikkerhedsvideoen var på dansk, med engelske undertekster og i meget ringe kvalitet. En ny bør fremstilles, idet det vil højne sikkerheden.

Arbejdstilladelserne som blev udstedt til KBB og Schlumberger var skrevet på dansk med DONG's logo. Når arbejdstilladelserne skal revideres til Energinet.dk's standard vil det være en fordel at oversætte disse til engelsk

Under prøvetagningsforløbet nævnte Reiner Klostermann fra Schlumberger at det er en rigtig god ide at montere et dynamometer mellem kranen og den genstand som der ønskes løftet. Med et dynamometer har kranføreren mulighed for at kontrollere hvor mange kilo kranen trækker med. I dette forløb gjorde det sig især gældende ved afmontering af lubricatoren fra flangen på brøndhovedet. Hvis denne ikke var skruet helt løs, kunne kranføreren risikere at overbelaste lubricatoren og brøndhovedet voldsomt. Botho Saalbach og Reiner Klostermann vurderede at forsætte uden et dynamometer, fordi kranføreren var yderst erfaren og meget opmærksom på problemet.

Schlumberger anvendte to typer olier under prøvetagningsforløbet:

1. Almindelig motorolie 10/40
2. Sonox

Sonox blev brugt til rengøring og vedligeholdelse af det anvendte udstyr under forløbet. Motorolie blev anvendt på wiren, hvorpå prøveholderen var monteret, samt på prøveholderen. Spor af disse olier i prøverne vil være et udtryk for en forurening tilført under prøvetagningsforløbet.

Teknologisk Institut, Aarhus skriver i deres analyserapport at der i prøven mærket "To 8 Sample 2, 20.11.07, 1.347,1m" er konstateret indhold af en kulbrinteblending, der dog ikke er identificeret som hverken Oppanol eller smøreolie. Der er ligheder mellem det målte indhold i denne prøve med referencen "Sonox", dog uden at være fuldstændig overensstemmende. Indhold er estimeret til ca. 1,5 mg/l.

Prøvetagningen startede ved kaverne TO-8, hvor Schlumberger anvendte relativ store mængder Sonox til rengøring og vedligeholdelse. Dette blev stoppet idet prøverne herved i større grad kunne blive forurenede. Det er en mulig forklaring til ovenstående observation fra Teknologisk Institut, Aarhus.

6.2 Analyseresultater

TO-8 indeholder generelt mere (faktor 10) K og Mg sammenlignet med de resterende kaverne. Det kan skyldes sammensætningen i undergrunden.

Wesslings analyseresultat af indholdet af Pb i TO-5 og TO-7 afviger meget fra Århus analyse af samme. Korrespondance med Wessling er i gang!

Wesslings analyseresultat af indholdet af Sr i TO-8 og afviger meget fra Århus analyse af samme. Korrespondance med Wessling er i gang!

Wessling rapporterer triethylenglycol i alle prøver, hvilket Århus ikke kan detektere! Årsagen er ukendt.

Hg ophober sig tilsyneladende i Oppanolfasen. Årsagen er ukendt, sagen undersøges.

Mængden af Ca og Sr i Oppanolfaserne afviger (faktor 4). Det skyldes muligvis inhomogenitet i Oppanolprøverne.

Densitetsmålingerne, udført af Teknologisk Institut, Aarhus, varierer på tredje decimal. Det skyldes højst sandsynligt at temperaturen i kaverne varierer lidt.

Teknologisk Institut, Aarhus har udført en screening af suspenderet stof i brineprøverne. De udførte målinger viser, at det suspenderede stof overvejende består af natrium, chlorid og jern. Det har ikke været muligt at foretage en koncentrationsbestemmelse af indholdet af de enkelte grundstoffer idet det suspenderede stof er fysisk ustabil, da det i forbindelse med håndtering ændrer partikelstørrelse. Målingerne foretaget på hhv. TO-7 og TO-8 (se bilag 4) har vist sig at være de mest reproducerbare. Resultaterne bør dog stadig betragtes som vejledende.

Mængden af Fe i prøverne er relativ høje (58 – 340 mg/l), hvilket vurderes at stamme fra undergrunden. Alternativt kunne Fe-indholdet stamme fra foringsrøret, som følge af korrosion. Det er dog usandsynligt idet der ikke er ilt tilstede i kaverne/foringsrøret.

7. Bilag

Bilag 1: Lubricator

Bilag 2: Dagsrapporter fra Botho Saalbach - KBB

Bilag 3: Analyseresultater - Weßling

Bilag 4: Analyseresultater - Teknologisk Institut, Aarhus

Bilag 1: Lubricator



Bilag 2: Dagsrapporter fra Botho Saalbach - KBB
Energinet.dk Gas Storage Plant LI. Torup
Brine Sampling
Daily Report No.: 1
Date: 19. November 2007


Supervisor KBB UT: B. Saalbach
 Supervisor Energinet: P. Michelsen, J. Kjaer
 Operator SLB: R. Klostermann, J. Meyer, J. Suedbeck

Time: from	Time: to	Activity
07:30	08:00	Safety Meeting, check certification of hydraulic test of lubricator at 300 bar: o.k.
08:00	10:00	Rig up lubricator at cavern To 8
10:00	11:00	Dummy run, measured gas-brine interface (by load reduction): 1.345 m
11:00	11:30	Change to brine sampling tool
11:30	12:30	1 st Brine sampling run, final depth 1.346,5 m
12:30	13:30	Pressure release from lubricator (tool inside lubricator)
13:30	13:45	Remove lubricator, open sampling tool <u>Result:</u> ball valve closed, but no brine in the sample tube As reason was found an untight thread between the ball valves Preparation 2 nd sampling tool, check tightness by filling with pure water
15:00	16:15	2 nd Brine sampling run, final depth 1.346,5 m
16:15	16:45	Pressure release from lubricator (tool inside lubricator) <u>Result:</u> ball valve half closed, no brine in the sample tube As reason was found the thread between the ball valves was "ruptured", At both sampling runs, there was probably an impact to the tool and finally to the lower ball valve. This impacts occurred during running out the tool and passing the casing shoes. An inclined well may enlarge this effect.
16:45	19:00	Rig down lubricator, well head closed with blind cap Repair / reconstruction measures at the sampling tool (change lower ball valve to a high pressure type and others)
Next day: continue brine sampling at To 8		

Signed: B. Saalbach, KBB UT

Energinet.dk Gas Storage Plant LI. Torup

Brine Sampling



Daily Report No.: 2

Date: 20. November 2007

Supervisor KBB UT: B. Saalbach
 Supervisor Energinet: P. Michelsen,
 Operator SLB: R. Klostermann, J. Meyer, J. Suedbeck

Time: from	Time: to	Activity
07:45	08:45	Rig up lubricator at cavern To 8, sampling tool equipped with centraliser,
08:45	10:30	3 rd sampling run, depth 1.346,6 m, low speed (5m/min) by passing the casing shoes during running out the tool <u>Result:</u> sampling tube half filled (1,0 m) with brine, approx. 1,0 l, clear colour, no visible oil or others at the brine surface, some swimming dark particles (rust?), brine sample filled into a PE bottle for lab analysis
10:30	11:30	Redressing the sampling tool for next run
11:30	13:30	4th Brine sampling run, depth 1.347,1 m, (to get more brine volume) <u>Result:</u> sampling tube quarter filled (0,5 m) with brine, but a dark coloured mark was found at 1,35 m level, i.e. the tube was original filled with brine up to this level Probably during closing the upper ball valve some trapped high pressure gas from inside the ball valve blew out and disposed some brine This brine sample was stored within the sampling tube in an office of Energinet. The brine sampling at To 8 was finished.
13.30	15:45	Move to To 7 (cavern with Oppanol) and rig up lubricator.
15:45	16:45	Dummy run, gas-brine interface detected by de-loading at depth 1.672,2 m, found dummy tool and weight pipes covered with Oppanol
16:45	18:30	1 st Brine sampling run at To 7, final depth 1.673,9 m
18:30	19:45	Slowly pressure release from 200 bar to 0 bar
19:45	20:30	Rig down lubricator, found ball valve open, sampling tool empty. Reason: clock of timer did not work well head closed with blind cap
Next day: continue brine sampling at To 7		

Signed: B. Saalbach, KBB UT

Energinet.dk Gas Storage Plant LI. Torup

Brine Sampling

Daily Report No.: 3

Date: 21. November 2007



Supervisor KBB UT: B. Saalbach
 Supervisor Energinet: P. Michelsen,
 Operator SLB: R. Klostermann, J. Meyer, J. Suedbeck

Time: from	Time: to	Activity
07:00	08:45	Rig up lubricator at cavern To 7, set in repaired clock, 2 spare clocks were ordered
08:45	11:15	2 nd sampling run, depth 1.673,8 m, slowly release pressure when tool in the lubricator <u>Result:</u> ball valve closed, in the sample tube layers as: - 1,65 m brine at clear colour - 3mm dark-brown layer (rust particles?) - 2-3 cm layer of Oppanol - 20 cm foamy Oppanol at the wall of the tube Perfect sampling!, sample stored in the Perspex tube
11:15	12:30	Redressing of the sampling tool for next run
12:30	14:45	3 rd sampling run, depth 1.673,8 m, slowly release pressure when tool in the lubricator <u>Result:</u> ball valve open, no brine in the sampling tube, clock did not work
14:45	15:40	Redressing of the sampling tool for next run, installation of another clock delivered by taxi from SLB Vechta
15:40	17:30	4 th sampling run, depth 1.673,8 m, slowly release pressure when tool in the lubricator <u>Result:</u> ball valve closed, in the sample tube at first 1,55 m brine. Unfortunately because the upper ball valve was not completely closed, some brine was lost down to 0,95 cm. This results in approx. 1,2 l brine. To this volume some brine from 2 nd run was added to get 2,0 l for analysis. On top of the brine it was found again 20 cm foamy Oppanol
		To 7 well head closed with blind cap, equipment moved to To 10
Next day: Brine sampling at To 10		

Signed: B. Saalbach, KBB UT

Energinet.dk Gas Storage Plant LI. Torup

Brine Sampling



Daily Report No.: 4

Date: 22. November 2007

Supervisor KBB UT: B. Saalbach
 Supervisor Energinet: P. Michelsen,
 Operator SLB: R. Klostermann, J. Meyer, J. Suedbeck

Time: from	Time: to	Activity
07:00	08:30	Rig up lubricator at cavern To 10 (Oppanol at the sump)
08:30	09:00	Found leak at the lubricator, exchange sealing O-ring
09:00	09:40	Dummy run, gas-brine interface found at 1.257,8 m
09:40	12:00	1 st sampling run, depth 1.259,5 m, slowly release pressure when tool in the lubricator <u>Result:</u> ball valve closed, but no brine in the sampling tube, tube inside covered with Oppanol. The reason for this effect was not clear. Probably the tool was run to deep into the brine, so the tool mechanism was partially blocked by the high viscose Oppanol
12:00	13:30	Redressing and cleaning of the sampling tool for next run
13:30	15:15	2 nd sampling run, depth 1.258,8 m, 0,7 m higher than 1 st run <u>Result:</u> ball valve closed, but no brine in the sampling tube. Found small leakage at the lower ball valve, so the sample could be lost during the tool was staying in the lubricator waiting for pressure release. The reason of untightness: probably there was Oppanol inside the ball valve Further sampling at To 10 has been stopped. It was decided to continue sampling at caverns without Oppanol, maybe come back to To 10 as last cavern.
15:15	19:00	At To 10 well head closed with blind cap, equipment moved to To 5, cleaning of the equipment with petrol (dissolving Oppanol) and steam cleaner
Next day: Brine sampling at To 5		

Signed: B. Saalbach, KBB UT

Energinet.dk Gas Storage Plant LI. Torup

Brine Sampling



Daily Report No.: 5

Date: 23. November 2007

Supervisor KBB UT: B. Saalbach
 Supervisor Energinet: P. Michelsen,
 Operator SLB: R. Klostermann, J. Meyer, J. Suedbeck

Time: from	Time: to	Activity
07:00	08:30	Rig up lubricator at cavern To 5
08:30	09:30	Dummy run, gas-brine interface found at 1.532,3 m
09:30	11:30	1 st sampling run, depth 1.534 m, <u>Result:</u> ball valve closed, 1,5 m brine in the sampling tube, clear colour of brine, no interface layer on top of the brine
12:20	14:00	Redressing and 2 nd sampling run, depth 1.534,2 m, <u>Result:</u> ball valve closed, 1,8 m brine in the sampling tube, clear colour of brine, no interface layer on top of the brine
14:00	15:00	Both brine samples filled into PE-bottles. At To 5 well head closed with blind cap, equipment moved to To 9
		Truck driven to filling station to take diesel
<p>Remark: Both sampling runs result in perfect sampling, obviously mainly because there was no Oppanol in the cavern</p> <p>Next day: Brine sampling at To 9</p>		

Signed: B. Saalbach, KBB UT

Energinet.dk Gas Storage Plant LI. Torup

Brine Sampling

Daily Report No.: 6

Date: 24. November 2007



Supervisor KBB UT: B. Saalbach
 Supervisor Energinet: P. Michelsen,
 Operator SLB: R. Klostermann, J. Meyer, J. Suedbeck

Time: from	Time: to	Activity
07:00	08:30	Rig up lubricator at cavern To 9
08:30	09:15	Dummy run, gas-brine interface found at 1.309,8 m
09:15	11:30	1 st sampling run, depth 1.311,7 m, <u>Result:</u> ball valve closed, 1,95 m brine in the sampling tube, clear colour of brine, no interface layer on top of the brine Maybe the sampling tube has been overfilled, so at the next run the tool should be set at lower depth
11:30	14:00	2 nd sampling run, depth 1.310,8 m, <u>Result:</u> ball valve closed, 1,35 m brine in the sampling tube, clear colour of brine, no interface layer on top of the brine (the real interface was caught)
14:00	16:00	Both brine samples filled into PE-bottles. At To 9 well head closed with blind cap, equipment moved to To 6, exchange of sealing O-rings at the lubricator
Next day: Brine sampling at To 6		

Signed: B. Saalbach, KBB UT

Energinet.dk Gas Storage Plant LI. Torup

Brine Sampling

Daily Report No.: 7

Date: 25. November 2007



Supervisor KBB UT: B. Saalbach
 Supervisor Energinet: P. Michelsen,
 Operator SLB: R. Klostermann, J. Meyer, J. Suedbeck

Time: from	Time: to	Activity
08:00	09:00	Rig up lubricator at cavern To 6
09:00	09:45	Dummy run, gas-brine interface found at 1.538,6 m
09:45	11:15	1 st sampling run, depth 1.540,6 m, <u>Result:</u> ball valve closed, 1,95 m brine in the sampling tube, clear colour of brine, no interface layer on top of the brine Maybe the sampling tube has been overfilled, so at the next run the tool should be set at lower depth
11:30	14:00	2 nd sampling run, depth 1.539,8 m, <u>Result:</u> ball valve closed, 1,30 m brine in the sampling tube, clear colour of brine, no interface layer on top of the brine (the real interface was caught)
14:00	16:00	Both brine samples filled into PE-bottles. At To 6 well head closed with blind cap, equipment moved to To 10,
Next day: Brine sampling at To 10, 2 nd sampling activity, because the 1 st one on 22.11. has been without success		

Signed: B. Saalbach, KBB UT

Energinet.dk Gas Storage Plant LI. Torup

Brine Sampling

Daily Report No.: 8

Date: 26. November 2007



Supervisor KBB UT: B. Saalbach
 Supervisor Energinet: P. Michelsen,
 Operator SLB: R. Klostermann, J. Meyer, J. Suedbeck

Time: from	Time: to	Activity
08:00	09:00	Rig up lubricator at cavern To 10
09:00	10:30	No dummy run because this was already done during the 1 st sampling activity on 22.11.07 1 st sampling run, gas-brine interface detected at depth 1.1257,0 m, sampling depth 1.258,8 m <u>Result:</u> ball valve closed, layers found as follows: - 1,44 m brine in the sampling tube, clear colour of brine, - 2-3 cm of liquid Oppanol - 30 cm foamy Oppanol
10:30	13:00	2 nd sampling run, depth 1.258,8 m, <u>Result:</u> ball valve closed, but no brine in the sampling tube. Probably there was a leak at the lower ball valve caused from contamination by Oppanol during the first sampling run
13:00	14:30	1 st Brine sample was split and filled into PE-bottles, each with approx. 0,8l brine At To 10 well head closed with blind cap, equipment removed and departure of SLB and KBB UT

Signed: B. Saalbach, KBB UT

Bilag 3: Analyseresultater – Weßling



WESSLING Laboratorien GmbH
 Labor Hannover
 Feodor-Lynen-Straße 23 · 30625 Hannover
 Tel. +49 (0) 511 54700-0 · Fax +49 (0) 511 54700-30
 labor.hannover@wessling.de

WESSLING Laboratorien GmbH, Feodor-Lynen-Str. 23, 30625 Hannover

KBB Underground Technologies GmbH
 Herr Saalbach
 Baumschulenallee 16
 30625 Hannover

Test report No.: UHA07-06066-2
Order No.: UHA-04009-07
Your contact: Dr. Joachim Kintrup
Extension: (0511) 54700-22
Email: Joachim.Kintrup@wessling.de
Date: 11.12.2007

Analysis of Sole Nov. 2007

Your order: order from 28.11.2007

sample information

sample no.	07-087047-01	07-087047-02	07-087047-03
date of receipt	28.11.2007	28.11.2007	28.11.2007
designation	To 5 Sample 1 vom 23.11.2007	To 6 Sample 1 vom 25.11.2007	To 7 Sample 2 vom 21.11.2007
sample type	Water	Water	Water
sampling by	Auftraggeber	Auftraggeber	Auftraggeber
sample container	2l PE	2l PE	2l PE
number of containers	1	1	1
start of analysis	28.11.2007	28.11.2007	28.11.2007
end of analysis	11.12.2007	11.12.2007	11.12.2007

test results

sample no			07-087047-01	07-087047-02	07-087047-03
designation			To 5 Sample 1 vom 23.11.2007	To 6 Sample 1 vom 25.11.2007	To 7 Sample 2 vom 21.11.2007
ICP-MS Screening	µg/l	W/E	in the enclosure	in the enclosure	in the enclosure
Ethylenglykol	mg/l	W/E	0,35	0,59	0,57
Diethylenglykol	mg/l	W/E	2,80	4,30	3,00
Triethylenglykol	mg/l	W/E	8,40	56,00	6,40
Propylenglykol	mg/l	W/E	<0,10	<0,10	<0,10



WESSLING Laboratorien GmbH
 Labor Hannover
 Feodor-Lynen-Straße 23 · 30625 Hannover
 Tel. +49 (0) 511 54700-0 · Fax +49 (0) 511 54700-30
 labor.hannover@wessling.de

Test report No.: **UHA07-06066-2**

Order No.: UHA-04009-07

Date: 11.12.2007

sample no			07-087047-01	07-087047-02	07-087047-03
designation			To 5 Sample 1 vom 23.11.2007	To 6 Sample 1 vom 25.11.2007	To 7 Sample 2 vom 21.11.2007
ammonium (NH ₄)	mg/l	W/E	27	27	44
chloride (Cl)	mg/l	W/E	180.000	180.000	184.000
nitrite (NO ₂)	mg/l	W/E	<0,01	<0,01	<0,01
sulfate (SO ₄)	mg/l	W/E	3.370	3.970	2.950

sample no			07-087047-01	07-087047-02	07-087047-03
designation			To 5 Sample 1 vom 23.11.2007	To 6 Sample 1 vom 25.11.2007	To 7 Sample 2 vom 21.11.2007
mercury (Hg)	µg/l	W/E	<0,2	<0,2	<0,2

sample no			07-087047-01	07-087047-02	07-087047-03
designation			To 5 Sample 1 vom 23.11.2007	To 6 Sample 1 vom 25.11.2007	To 7 Sample 2 vom 21.11.2007
hydrocarbon index	mg/l	W/E	<0,1	<0,1	0,2
hydrocarbon index > C10-C22	mg/l	W/E	<0,1	<0,1	<0,1
hydrocarbon index > C22-C40	mg/l	W/E	<0,1	<0,1	0,2

sample no			07-087047-01	07-087047-02	07-087047-03
designation			To 5 Sample 1 vom 23.11.2007	To 6 Sample 1 vom 25.11.2007	To 7 Sample 2 vom 21.11.2007
nitrate (NO ₃)	mg/l	W/E	<100	<100	<100



WESSLING Laboratorien GmbH
 Labor Hannover
 Feodor-Lynen-Straße 23 · 30625 Hannover
 Tel. +49 (0) 511 54700-0 · Fax +49 (0) 511 54700-30
 labor.hannover@wessling.de

Test report No.: **UHA07-06066-2**

Order No.: UHA-04009-07

Date: 11.12.2007

sample no			07-087047-01	07-087047-02	07-087047-03
designation			To 5 Sample 1 vom 23.11.2007	To 6 Sample 1 vom 25.11.2007	To 7 Sample 2 vom 21.11.2007
barium (Ba)	µg/l	W/E	250	180	110
lead (Pb)	µg/l	W/E	3.100	380	2.900
cadmium	µg/l	W/E	<5	<5	<5
calcium (Ca)	µg/l	W/E	1.600.000	1.300.000	1.800.000
iron (Fe)	µg/l	W/E	12.000	9.300	34.000
potassium (K)	µg/l	W/E	200.000	800.000	570.000
magnesium (Mg)	µg/l	W/E	84.000	160.000	200.000
sodium (Na)	µg/l	W/E	94.000.000	32.000.000	33.000.000
nickel (Ni)	µg/l	W/E	70	90	180
sulphur (S)	µg/l	W/E	1.000.000	1.300.000	920.000
strontium (Sr)	µg/l	W/E	21.000	26.000	35.000
vanadium (V)	µg/l	W/E	<50	<50	<50
zinc (Zn)	µg/l	W/E	1.200	480	1.300



WESSLING Laboratorien GmbH
 Labor Hannover
 Feodor-Lynen-Straße 23 · 30625 Hannover
 Tel. +49 (0) 511 54700-0 · Fax +49 (0) 511 54700-30
 labor.hannover@wessling.de

Test report No.: **UHA07-06066-2**
 Order No.: UHA-04009-07
 Date: 11.12.2007

sample information

sample no.	07-087047-04	07-087047-05	07-087047-06
date of receipt	28.11.2007	28.11.2007	28.11.2007
designation	To 8 Probe 1.3 46,6 m vom 20.11.2007	To 9 Sample 1 vom 24.11.2007	To 10 Sample 1.258,8 m vom 26.11.2007
sample type	Water	Water	Water
sampling by	Auftraggeber	Auftraggeber	Auftraggeber
sample container	2l PE	2l PE	2l PE
number of containers	1	1	1
start of analysis	28.11.2007	28.11.2007	28.11.2007
end of analysis	11.12.2007	11.12.2007	11.12.2007

test results

sample no.	07-087047-04	07-087047-05	07-087047-06		
designation	To 8 Probe 1.3 46,6 m vom 20.11.2007	To 9 Sample 1 vom 24.11.2007	To 10 Sample 1.258,8 m vom 26.11.2007		
ICP-MS Screening	µg/l	W/E	in the enclosure	in the enclosure	in the enclosure
Ethylenglykol	mg/l	W/E	1,90	2,00	<0,50
Diethylenglykol	mg/l	W/E	7,10	10,00	8,10
Triethylenglykol	mg/l	W/E	5,70	30,00	7,50
Propylenglykol	mg/l	W/E	<0,10	<0,10	<0,10
sample no.	07-087047-04	07-087047-05	07-087047-06		
designation	To 8 Probe 1.3 46,6 m vom 20.11.2007	To 9 Sample 1 vom 24.11.2007	To 10 Sample 1.258,8 m vom 26.11.2007		
ammonium (NH ₄)	mg/l	W/E	16	38	9,2
chloride (Cl)	mg/l	W/E	173.000	180.000	180.000
nitrite (NO ₂)	mg/l	W/E	0,02	<0,01	0,01
sulfate (SO ₄)	mg/l	W/E	13.600	3.980	3.000
sample no.	07-087047-04	07-087047-05	07-087047-06		
designation	To 8 Probe 1.3 46,6 m vom 20.11.2007	To 9 Sample 1 vom 24.11.2007	To 10 Sample 1.258,8 m vom 26.11.2007		
mercury (Hg)	µg/l	W/E	<0,2	0,3	<0,2



WESSLING Laboratorien GmbH
 Labor Hannover
 Feodor-Lynen-Straße 23 · 30625 Hannover
 Tel. +49 (0) 511 54700-0 · Fax +49 (0) 511 54700-30
 labor.hannover@wessling.de

Test report No.: UHA07-06066-2

Order No.: UHA-04009-07

Date: 11.12.2007

sample no			07-087047-04	07-087047-05	07-087047-06
			To 8 Probe	To 9 Sample 1	To 10 Sample
			1.3 46,6 m	vom	1.258,8 m
designation			vom	24.11.2007	vom
			20.11.2007		26.11.2007
hydrocarbon index	mg/l	W/E	0,3	<0,1	0,6
hydrocarbon index > C10-C22	mg/l	W/E	0,1	<0,1	0,1
hydrocarbon index > C22-C40	mg/l	W/E	0,2	<0,1	0,5
sample no			07-087047-04	07-087047-05	07-087047-06
			To 8 Probe	To 9 Sample 1	To 10 Sample
			1.3 46,6 m	vom	1.258,8 m
designation			vom	24.11.2007	vom
			20.11.2007		26.11.2007
nitrate (NO3)	mg/l	W/E	<100	<100	<100



WESSLING Laboratorien GmbH
 Labor Hannover
 Feodor-Lynen-Straße 23 · 30625 Hannover
 Tel. +49 (0) 511 54700-0 · Fax +49 (0) 511 54700-30
 labor.hannover@wessling.de

Test report No.: **UHA07-06066-2**
 Order No.: UHA-04009-07
 Date: 11.12.2007

sample no			07-087047-04	07-087047-05	07-087047-06
designation			To 8 Probe 1.3 46,6 m vom 20.11.2007	To 9 Sample 1 vom 24.11.2007	To 10 Sample 1.258,8 m vom 26.11.2007
barium (Ba)	µg/l	W/E	90	160	110
lead (Pb)	µg/l	W/E	340	160	520
cadmium	µg/l	W/E	<5	<5	<5
calcium (Ca)	µg/l	W/E	410.000	1.900.000	1.300.000
iron (Fe)	µg/l	W/E	28.000	15.000	32.000
potassium (K)	µg/l	W/E	5.400.000	450.000	300.000
magnesium (Mg)	µg/l	W/E	3.400.000	160.000	370.000
sodium (Na)	µg/l	W/E	93.000.000	95.000.000	95.000.000
nickel (Ni)	µg/l	W/E	330	80	150
sulphur (S)	µg/l	W/E	5.000.000	990.000	1.400.000
strontium (Sr)	µg/l	W/E	5.900.000	29.000	12.000
vanadium (V)	µg/l	W/E	<50	<50	<50
zinc (Zn)	µg/l	W/E	1.100	370	2.500



WESSLING Laboratorien GmbH
 Labor Hannover
 Feodor-Lynen-Straße 23 · 30625 Hannover
 Tel. +49 (0) 511 54700-0 · Fax +49 (0) 511 54700-30
 labor.hannover@wessling.de

Test report No.: UHA07-06066-2
 Order No.: UHA-04009-07
 Date: 11.12.2007

07-087047-01

commentaries of results:

hydrocarbon index W/E (GC),: samples -01-05 analysed of a PE-bottle, low findings possible

nitrate (NO₃),: increase of the limit of quantification because of effects of the matrix (for all samples -01--06)

07-087047-03

commentaries of results:

hydrocarbon index (GC): presence of hydrocarbons with chain length >C40, which official unaccounted for the interpretation of the result (applies also for the samples -04,-06).

Shortcuts and Methods

Ammonium	DIN 38406 E5-1 ^A	
Gelöste Anionen (D19/D20) in Wasser/Eluat	EN ISO 10304-1 ^A	
Nitrit in Wasser/Eluat	EN 26777 ^A	
Gelöste Anionen (D19/D20) in Wasser/Eluat	EN ISO 10304 D19/D20 ^A	
Quecksilber in Wasser/Eluat (AAS)	DIN EN 1483 ^A	
Kohlenwasserstoff-Index in Wasser/Eluat (GC)	EN ISO 9377-2 ^A	
Gelöste Anionen (D19/D20) in Wasser/Eluat	EN ISO 10304 D19/D20 ^A	
Metalle/Elemente in Wasser/Eluat (ICP-OES / ICP-MS)	ISO 11885 / ISO 17294-2 ^A	
ICP-MS Screening W/E	Hausmethode ^A	
glycol in water	Hausmethode-Prochem	*
W/E	Wasser/Eluat	

* analysed by partner laboratory

This document was created in an automated process and is legally valid without signature.

Dr. Joachim Kintrup
 Geschäftsbereichsleiter

Bilag 4: Analyseresultater - Teknologisk Institut, Aarhus (udkast)

Energinet.dk
Pelle Funder Michelsen
Lautruphøj 7
2750 Ballerup

Analyserapport nr. 238629

Opgave: Undersøgelser af 6 brine- og 2 olieprøver

Prøvetagning ved: Rekvirenten

Prøvemodtagelse: 4. december 2007

Analyseperiode: 5. december 2007 - 14. januar 2008

Bemærkninger: Resultaterne af analysen, prøvemærkning samt redegørelse for anvendt(e) metode(r) er anført i rapporten og vedrører kun de(t) prøvede emne(r) eller de(n) til analyse udtagne delprøve(r).

Analysen er udført i henhold til Teknologisk Instituts almindelige vilkår for rekvirerede opgaver. Analyserapporten må kun gengives i uddrag, hvis Analyselaboratoriet, Kemi- og Vandteknik har godkendt uddraget.

Analyselaboratoriet, Århus

Paul Lyck Hansen
Sektionsleder

Ivan Christensen
Laboratorieleder

6 væskeprøver og 2 olieprøver blev modtaget til analyse.

Prøvemærkning

Prøvenr.	Prøvemærke
1	To 5 Sample 2, 23.11.07, 1.534,0m
2	To 6 Sample 2, 25.11.07, 1.539,8m
3	To 7 Sample 1, 21.11.07, 1.673,8m
4	To 8 Sample 2, 20.11.07, 1.347,1m
5	To 9 Sample 2, 24.11.07, 1.310,8m
6	To 10 Sample 1 (Rest), 24.11.07, 1.258,8m
7	To 7 Oppanol Sample 1
8	To 7 Oppanol Sample 2, 21.11.07

Derudover er det modtaget to referenceprøver mærket hhv. "Motorolie" og "Sonox".

Resultater for analyse af indhold af nitrat, sulfat og ammonium

Prøvenr.	Nitrat, mg/kg	Sulfat, g/kg	Ammonium-N, mg/kg
1	< 1	3,6	27
2	< 1	4,4	33
3	< 1	3,0	48
4	< 1	16	19
5	< 1	3,2	45
6	< 1	4,4	9,2
% RSD	-	6	5
Detektionsgrænse	1	0,5	0,1

Analysemetode

Nitrat og sulfat blev analyseret ved ionchromatografi og ammonium ved spektrometri.

Resultater af analyse for indhold af metaller i brineprøver ved ICP

Prøvenr.	Ba mg/kg	Cd mg/kg	Ca mg/kg	Fe mg/kg	Hg mg/kg
1	0,089	< 0,008	1140	5,53 9,03	< 0,002
2	0,042	< 0,008	970	7,16	< 0,002
3	<0,03	< 0,008	1290	26,9	< 0,002
4	<0,03	< 0,008	338	14,5	< 0,002
5	0,044	< 0,008	1370	12,1	< 0,002
6	<0,03	< 0,008	970	17,4	< 0,002
RSD	6	-	3	2	-
Detektionsgrænse	0,03	0,008	0,5	0,5	0,002

Prøvenr.	K mg/kg	Mg mg/kg	Na mg/kg	Ni mg/kg	Pb mg/kg
1	132	81	95000	< 0,01	0,152
2	430	153	94000	< 0,01	0,098
3	326	194	94000	< 0,01	0,43
4	2360	3100	91000	0,060	0,183
5	260	159	94000	< 0,01	0,060
6	183	344	95000	0,058	0,154
RSD	3	3	2	14	3
Detektionsgrænse	7	0,3	12	0,01	0,01

Prøve nr.	Sr mg/kg	V mg/kg	Zn mg/kg
1	19,2	< 0,5	0,28
2	22,1	< 0,5	0,247
3	29,3	< 0,5	0,50
4	4,89	< 0,5	0,40
5	24,6	< 0,5	0,242
6	10,4	< 0,5	1,21
RSD	1,5	-	3,6
Detektionsgrænse	0,4	0,5	0,003

Resultater af analyse for indhold af metaller i olieprøver ved ICP

Prøvenr.	Ba mg/kg	Cd mg/kg	Ca mg/kg	Fe mg/kg	Hg mg/kg
7	0,48	0,052	220	280	260
8	1,1	0,152	900	210	160
RSD	17	5	5	7	5
Detektionsgrænse	0,2	0,04	3	2	10

Prøvenr.	K mg/kg	Mg mg/kg	Na mg/kg	Ni mg/kg	Pb mg/kg
7	167	31,5	22600	0,94	7,0
8	230	138	69000	0,54	2,39
RSD	7	1	1	14	8
Detektionsgrænse	7	2	60	0,04	0,05

Prøvenr.	Sr mg/kg	V mg/kg	Zn mg/kg
7	4,5	< 3	17
8	22	< 3	5,3
RSD	10	-	14
Detektionsgrænse	2	3	3

Kommentar

De udførte ICP-målinger er baseret på dobbeltbestemmelser. For de målinger hvor de er observeret betydelige afvigelser imellem de målte indhold er begge værdier oplyst.

Resultater af organisk analyse

Prøvenr.	Glykol	Oppanol	Smøreolie
	[mg/kg]	[mg/kg]	[mg/kg]
1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
2	< 0,1	< 0,1	< 0,1
3	< 0,1	< 0,1	< 0,1
4	< 0,1	< 0,1	< 0,1
5	< 0,1	< 0,1	< 0,1
6	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Detektionsgrænse	0,1	0,1	0,1

Kommentar

Der er i prøven mærket "To 8 Sample 2, 20.11.07, 1.347,1m" konstateret indhold af en kulbrinteblending, der dog ikke er identificeret som hverken Oppanol eller smøreolie. Der er ligheder mellem det målte indhold i denne prøve med referencen "Sonox", dog uden at være fuldstændig overensstemmende. Indhold er estimeret til ca. 1,5 mg/l.

Der er foretaget screening af prøverne mærket hhv. "To 7 Oppanol Sample 1" og "To 7 Oppanol Sample 2, 21.11.07". Det overvejede indhold af organiske komponenter er i begge prøver identificeret som Oppanol.

Analysemetode

500 ml af prøven blev ekstraheret med 10 ml dichlormethan tilsat interne standarder. Ekstraktet blev derefter analyseret gaschromatografisk ved GC/FID.

Densitetsmålinger af brineprøver

Prøve nr.	Densitet [g/ml]
1	1,175
2	1,187
3	1,203
4	1,212
5	1,206
6	1,211

Analysemetode

Prøven omrystes efter temperering til stuetemperatur og afvejes i målekolbe.

Screening af suspenderet stof i brinerprøver

Der er foretaget en røntgen-screening af det observerede suspenderede stof i de 6 brineprøver efter en filtrering af prøverne. De udførte målinger vider, at det suspenderede stof overvejende består af natrium, chlorid og jern.

Det har ikke været muligt at foretage en koncentrationsbestemmelse af indholdet af de enkelte grundstoffer idet det suspenderede stof er fysisk ustabilt da det i forbindelse med håndtering ændre partikelstørrelse. Af de udførte røntgen-screening vurderes målingerne foretaget på hhv. prøve nr. 3 og 4 at være de mest reproducerbare. Resultater bør dog stadig betragtes som vejledende.

Prøve nr.	Na [mg/l]	Cl [mg/l]	Fe [mg/l]
3	110	340	58
4	23	110	36