



Ulykkesrapport fra ulykke ved Askholmene

13.02.2021

Klokken 18:27, lørdag 13. februar, fikk nødetatene melding om en savnet dykker i drøbaksundet. Søndag formiddag ble dykkeren funnet omkommet ved Askholmene på 3-4 meters dyp.

Forulykkede hadde gjennomført et dykk til 91m tidligere på dagen og hendelsen skjedde under dagens andre dykk.

Denne rapporten er utarbeidet av Norges Dykkeforbund. Ulykkeskommisjonen består av Ronny Arnesen, Martin Baade Karlsson, Geir Gundersen og Gunnar Midtgaard.

Ekspertise benyttet for medisinske og /eller tekniske vurderinger er: Jan Risberg, Simon Mitchell, Kevin Gurr og Gavin Anthony.

Logg arbeidsgruppe:

18.05.2021:
Mottatt Politirapport
21.05.2021:
Gjennomgang av
tilgjengelig dykkerutstyr.
26.05.2021:
Innlevert gassprøver
for analyse GPS.
03.06.2021:
Fysisk møte
i ulykkeskommisjon.
09.06.2021:
Analyse NMBU
11.06.2021:
Analyseresultat GPS
21.06.2021:
Funksjonstest 1
Trykkammer Ullevål
29.06.2021:
Funksjonstest 2
Trykkammer Ullevål

Vurderinger:

- Alle involverte i NDF Ulykkeskommisjon anser seg som habile for å delta i arbeidet.
- Det ble gjort en vurdering rundt involvering som vitner eller ressurser i arbeidet, av dykkerne Hans Petter Holthe og Thomas Solberg. De var «dykkekompiser» med avdøde. Det ble vurdert at:
 - o Disse to personene har en god forståelse av situasjonen og utfordringer ved sin involvering, samt et meget godt reflektert forhold til saken.
 - o Disse to personene har unike forutsetninger for å forstå hendelsesforløp og vurderinger avdøde kan ha gjort som kan være utfordrende for fagpersoner utenfor dette dykkemiljøet å forstå.

Forkortelser benyttet i rapporten:

CC – Closed Circuit. Benevnelse for denne type rebreather.

Diluent (CC gass) – Gass med relativt lavt PO₂ for opprettholdelse av volum i rebreather og reduksjon av PO₂ ved behov.

OC – Open Circuit. Åpen gass, altså gass pustet gjennom pusteventil.

Bailout – Reservegass.

MAV – Manual addition valve. Benyttes for å tilføre oksygen eller annen gass via inflatorslange.

ADV – Automatic diluent valve. Ventil som tilfører gass for opprettholdelse av volum i rebreather.

OPV – Over pressure valve. Overtrykksventil. Finnes på høyre lunge (utpustlungen) og på vinge (BCD)

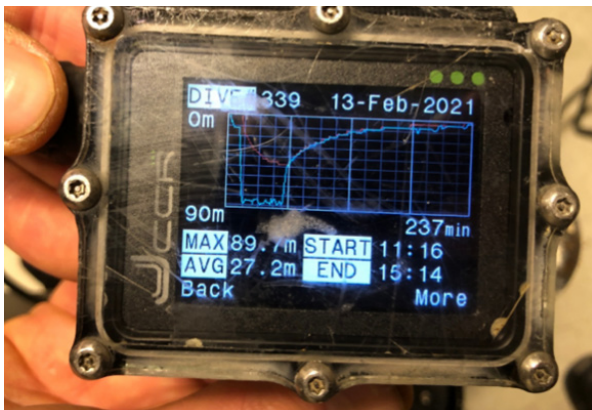
Diluent flush – Bytte av gass i rebreather. Gass ventileres ut og ny gass tilføres. Totalvolum i rebreather er 8-10 liter.

Dykk 13.02.2021

For å forstå dykkingen 13.02.2021 er det nødvendig med litt historikk.

Dykking på Blücher har vært gjennomført av tekniske dykkere siden 90-tallet. Rundt 2013 begynte en gruppe dykkere å øke frekvensen på antall dykk. Under den prosessen ble ferdighetene og kapasiteten under dykkene gradvis større. Dette meget aktive miljøet utviklet rutiner for hvordan en best dykker akkurat Blücher. Evnene, kapasiteten og hva som var mulig å gjøre på vraket økte raskt. Denne dykkingen er spesiell og få andre gjør dykk av tilsvarende vanskelighetsgrad, også internasjonalt.

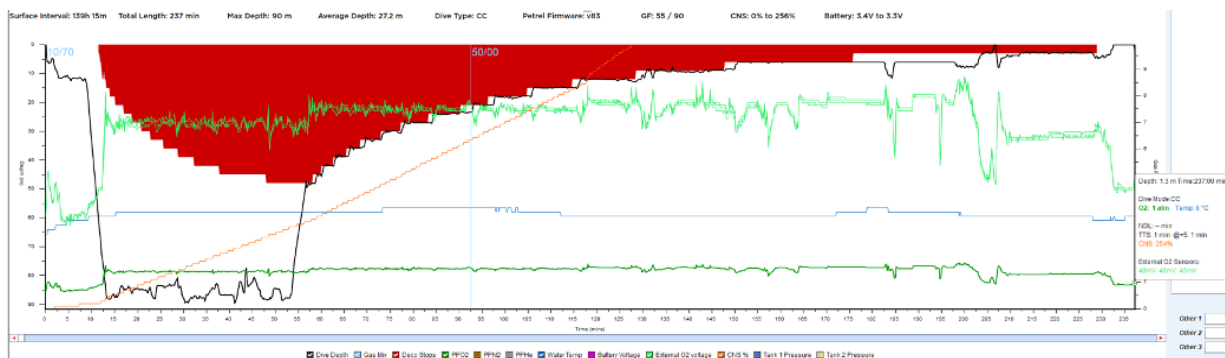
Forulykkede oppsøkte dette miljøet og ønsket å lære og videreutvikle seg. Siden 2016 hadde forulykkede en ekstrem progresjon og ferdighetsutvikling. Dykkerne i denne gruppen var fokusert på «egne prosjekter» på vraket. Det var samarbeid om det praktiske, utveksling av erfaringer og rutiner, men på vraket hadde dykkerne ofte ulike planer. Bortsett fra nedstigning skjedde dykkingen ofte solo. Forulykkede hadde et eget prosjekt helt uavhengig av det resterende teamet. Prosjektet i fokus i perioden ulykken inntraff var skipsklokka på Blücher. Målet var å heve denne og få den synlig for alle på museet på Oscarsborg. Han opplevde nok at han var en av få eller den eneste som kunne være i stand til å mestre denne oppgaven. For å finne klokka ville forulykkede bruke en vannslange med pumpe på overflaten for å mudre området hvor han antok at skipsklokken befant seg.



Bildet ovenfor viser computeren til forulykkede etter Dykk 1.

Dykk 1

Målsetningen med dykket var å rigge opp slangen fra vraket opp til grunt vann. Dykket gikk som planlagt. Arbeidet, som var målet for dykket ble gjennomført etter planen. Under arbeid med slangen på 90m ble masken slått bort. Da fant forulykkede frem backupmasken og fortsatte arbeidet. Total dykketid for dette dykket var 237 min, bunntid ca 35 min (40min ink nedstigning).



Figur 1: Sort linje viser dybde i meter. Tre grønne linjer viser millivolt i de tre ulike cellene. Mørkere grønn linje viser PO2. Beregnet utfra millivolt på de tre ulike cellene. Blå vertikale linjer markerer gassbytter.

Dykk 2

Dette var et impulsivt dykk. Slangen var festet til en bøye forulykkede hadde skutt opp under dykk 1. I båten etter første dykk observerer mannskapet at bøya ble dratt under vann. Antakeligvis bestemte forulykkede seg for at han ville ned for å se hva som hadde skjedd. Sannsynligvis hadde slangen blitt dratt av strømmen og forulykkede måtte dyppere for å finne den.

Etter en nedstigning på 5 minutter oppholder forulykkede seg på 90m i 3 minutter, før oppstigningen begynner. Oppstigningen følger dekompresjonstaket frem til 25 minutter ut i dykket. Der viser kurven at forulykkede så vidt er innom overflaten før kurven stabiliseres på 3-4m. Det ansees å være sannsynlig at bevissthetstapet har skjedd i rett i forkant av, eller under denne oppstigningen til overflaten. I overflaten har sannsynligvis

gassvolumet i lungene på rebreatheren sluppet ut. Det skjer i forbindelse med at forulykkede har mistet munnstykket. Dermed har forulykkede hatt negativ oppdrift og sunket.

Underveis i dykket skjer det noen gassbytter på rebreatheren. Dette er kun innstillinger på rebreatherens controller og ikke faktiske gasser benyttet som diluent eller bailout.

1) Dykket startes på 50/00. Dette er CC (closed circuit) gass. Altså det som er innstilt som diluent på rebreatheren fra starten. Denne innstillingen henger igjen fra foregående dykk, og det er lite sannsynlig at det er denne gassen som er benyttet som diluent under nedstigningen. Denne feilinnstillingen vil til en viss grad påvirke utregnet dekompresjonsforpliktelse i computeren, men ikke veldig signifikant i denne sammenheng.

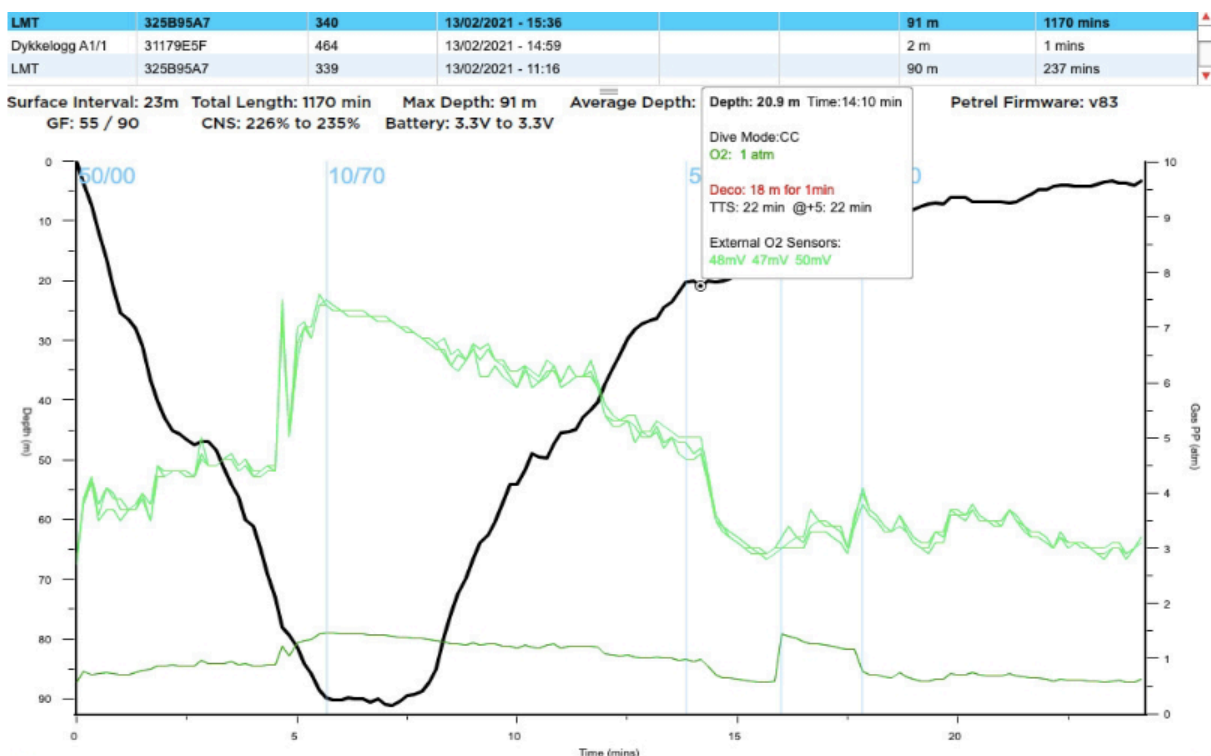
2)Endring CC (closed circuit) gass 10/70 etter 6 minutter (90m).

3)Endring CC (closed circuit) gass 50/00 etter 14 minutter (21m). I forbindelse med dette byttet på controlleren, gjøres det normalt en diluent flush av 50%. Kurven i profilen viser ikke den forventede økningen i PO2.

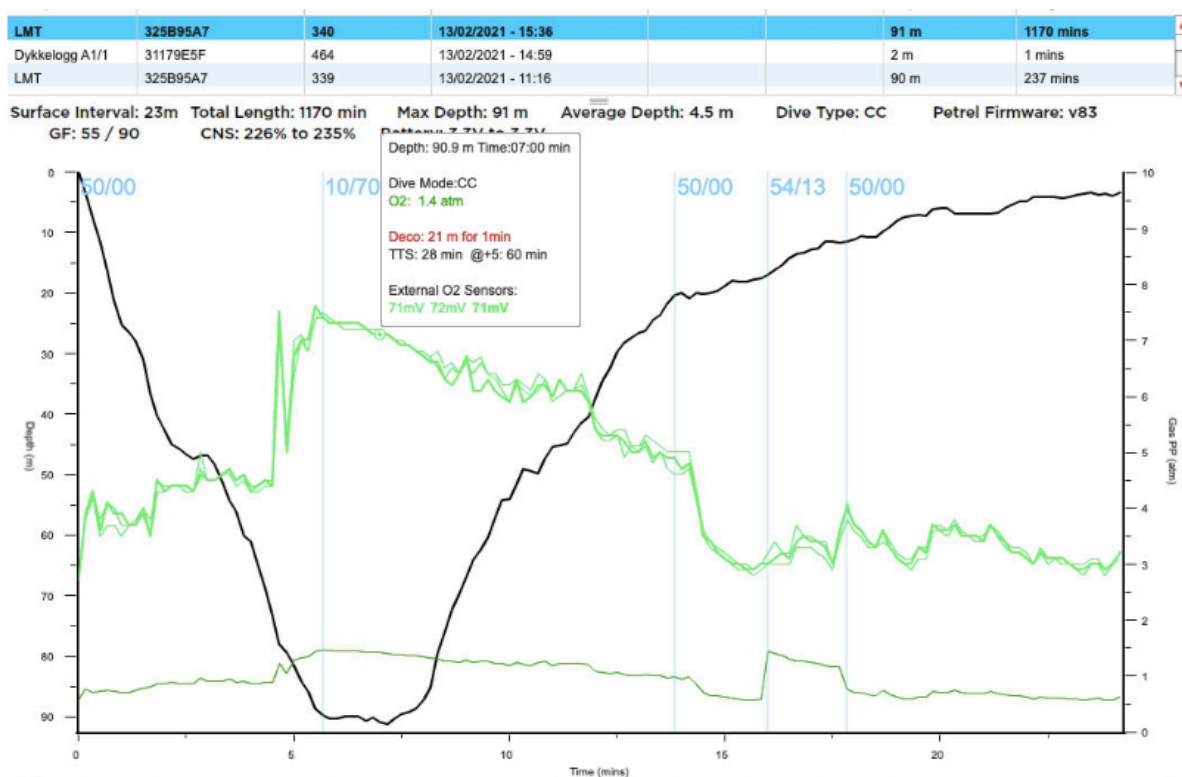
4)Endring til OC (bailout gass) 54/13 etter 16 minutter (17m). Byttet kan indikere at forulykkede opplevde symptomer, eller hadde utfordringer med ventilering (som tung pustemotstand), og byttet til bailout gass.

5)Endring til CC (closed circuit) 50/00 etter 18 minutter (11m). Byttet kan indikere at forulykkede byttet tilbake til rebreatheren og ønsket å fortsette på maskinen.

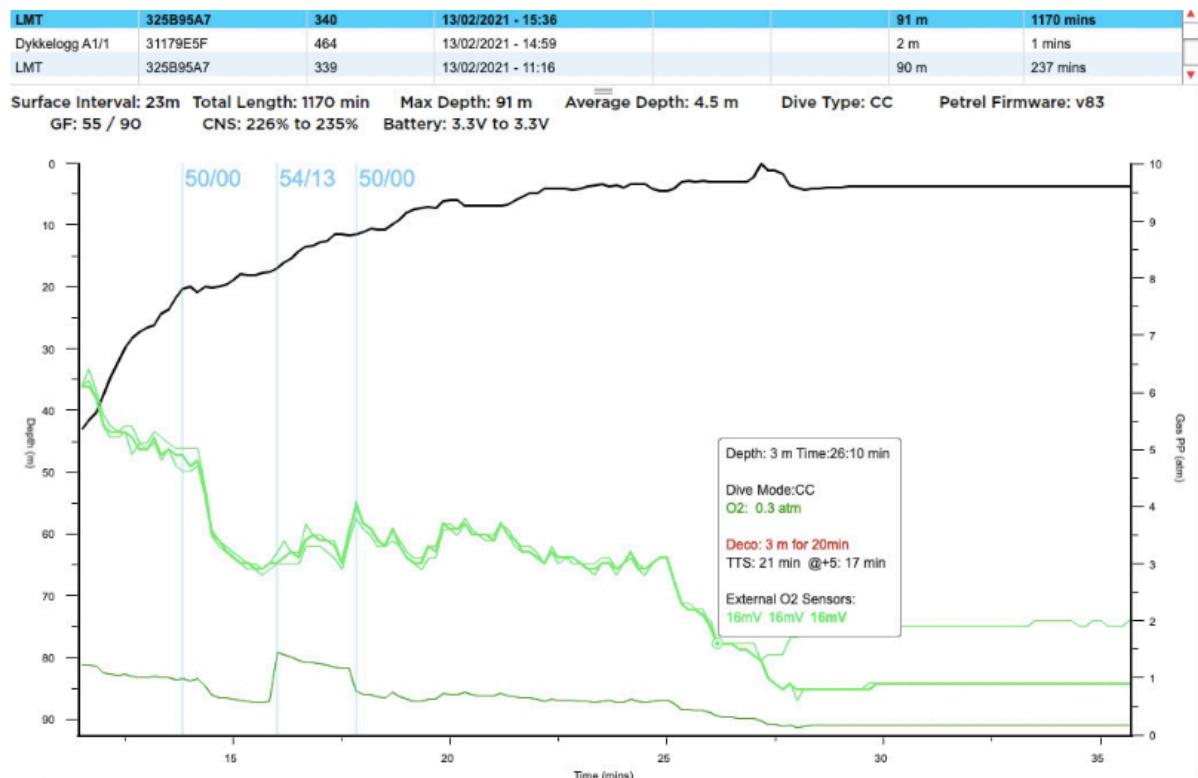
Dette er endringer av innstillinger på controlleren som er på rebreatheren. Endringene gjøres fysisk på controlleren. Endringene av innstillinger bekrefter ikke at byttene er gjennomført i praksis. Ved bytte til ny CC (closed circuit) gass gjøres det en diluent flush. Det gir opp mot tilsvarende deltrykk av oksygenet som gassfraksjonen og ATA tilsier for å oppnå ønsket effekt (reduisert dekompresjon). Ved bytte til bailout byttes det til en pusteventil montert på den aktuelle flasken (21m).



Figur 2: Figur 2,3 og 4 viser dykkeloggen til forulykkede på Dykk 2. Sort linje viser dybde i meter. Tre grønne linjer viser millivolt i de tre ulike cellene. Mørkere grønn linje viser PO2. Beregnet utfra millivolt på de tre ulike cellene. Blå vertikale linjer markerer gassbytter.



Figur 3: Dykkeloggen til forulykkede på Dykk 2



Figur 4: Dykkeloggen til forulykkede på Dykk 2

21.05.2021:

Gjennomgang av tilgjengelig dykkerutstyr.

Utstyret ble holdt hos Politiet inntil straffesaken var avsluttet. Det innebar at pårørende og deretter NDF Ulykkeskommisjon fikk tilgang til utstyret først mer enn tre måneder etter hendelsen. Enkelte målinger og tester var ikke mulig å gjennomføre grunnet skade på rebreather forårsaket av tid.

Utført av: Gunnar Midtgaard, Ronny Arnesen, Martin B. Karlsson og Thomas Solberg.
Sted: Sagbakken 1a, Kodal

Luxfer ALU S80 (11,1L) 200b produsert 06.2017 merket «21»

Trykk: 120Bar
Analyse:
Analyse 1 – 47,7
Analyse 2 – 46,8. Ingen helium.
Analysetape: Merket 52%, LMT, 09/07 (sannsynligvis 2020)
Ventil: Apeks DS4 med XTX 200.

Slange til ventil og inflatorslange til drakt var løse. Det kan indikere bruk. DS4 merket med service 6/2-21. Mellomtrykk 9,5 med en moderat lekkasje som ga 10,0 etter 5min. Både XTX 200 og inflatorslange testet og fungerer tilfredsstillende.
Gassprøve: Utført

11.06.2021:

Resultat av gassprøve utført av Gass og Pusteservice AS viser 43,1% oksygen og ingen avvik.



Bildet viser Luxfer ALU S80, merket «21»

Kommentarer:

– Forulykkede startet gjerne dykk med 160–200bar. Dette indikerer at det er benyttet noe gass på dykk 1 og /eller dykk 2.

– Forulykkede byttet normalt til 50% som CC gass under oppstigning. Dette indikerer at bruk av 50% er naturlig ved dykk 1 og eventuelt dykk 2. Det indikerer også at analysetape ikke gjelder gassen som er på flasken.

26.05.2021:

Mottatt svar muntlig fra politiet vedrørende inflatorslange fra 21M (50%) flaske og tilkobling til MAV ved funn. Denne slangen var tilkoblet ved funn.

12L 232b trykktestet 03/16 merket «150»

Trykk: 195bar
Analyse:
Analyse 1 – 8,1 / 74,8
Analyse 2 – 8,3 / 75,5
Analysetape: Ikke merket

Ventil: Apeks DS4 XTX 50. Slange til ventil plassert under strikk. DS4 merket service 08/04-20. Mellomtrykk 9,2. XTX 50 har en stor stabil lekkasje som indikerer feil ved lavtrykkstestet. Ventilen fungerer å puste på. «cracking resistance» skrudd helt helt ut. Venturi skrudd på «pluss».
Gassprøve: Utført

11.06.2021:

Resultat av gassprøve utført av Gass og Pusteservice AS viser 10,6% oksygen og ingen avvik.



Bildet viser 12L 232b, merket «150»

JJ-CCR maskin

Konfigurert som CE- versjon med unntak av shut off mot ADV og diluent MAV som begge er tatt bort.



Bildet viser forulykkedes JJ-CCR maskin.

Draktgass MES ALU 1,8L 200b produsert 11/12:

Trykk: Knappmanometer viste 10-15bar. Flasken var tom og det var vann i slange og flaske. Ventil: Apeks US4

Diluent ECS 200b produsert 01/15

Trykk: 0 bar. Vann ved DIN kobling ved demontering.

Analyse: Ikke utført

Analysetape: 8/74, 4/2, LMT

Ventil: Apeks US4. Slange til ADV og manometer. Mellomtrykk 9,9b

Oksygen ECS 200b produsert 09/17

Trykk: 0 bar. Vann i 1. trinn. Ikke vann i inflatorslange. Ingen indikasjon på vann i flaske. Inflatorslange koblet fra MAV.

Analyse: Ikke utført

Analysetape: Ikke merket

Ventil: Apeks US4. Slange til MAV, Solenoid og manometer. Mellomtrykk 8,2b.

Negativ / positiv test

Positiv test: Ikke mulig da det er korrodert hull i kannister.

Negativ test: Ikke mulig da det er korrodert hull i kannister.



Bildet viser korrodert hull i kannister.

Scrubber

Fuktig Sofnolime hele veien gjennom. Merker i kannister indikerer at vann har stått over tid 6cm opp fra bunn av kannister på scrubber. Prøve av Sofnolime tatt.



Merker i kannister indikerer at vann har stått over tid 6cm opp fra bunnen.

26.11.2021:

Begrenset mulighet for å hente meningsfull informasjon basert på prøve av Sofnolime. Prøve kasseres.

Celler

Produksjonsdato på samtlige tre celler 12/2019. Ved kammertestene fungerte celler tilfredsstillende.



Celler: Ved kammertestene fungerte celler tilfredsstillende.

Gassprøver lunger

Sprøyteprøve på 20ML tatt fra begge lunger.

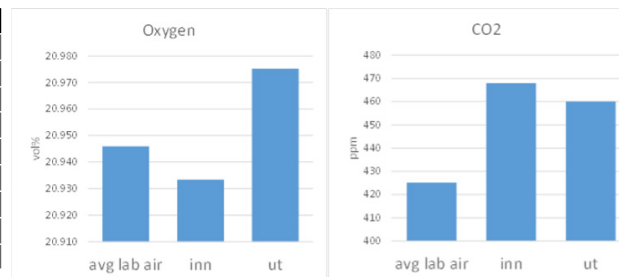


25.06.2021:

Resultat av gassprøver viser svært lave forskjeller mot luft. Grunnet oppbevaring og korrusjonsskade på kannister, er gassen hentet med sprøyte fra inn og ut lunge trolig homogenisert med omgivende luft. Målingene viser små forskjeller på inn og ut lunge, som potensielt kan ansees som en indikasjon. På tabellen under kommer det frem at konsentrasjon av O2 og CO2 var motsatt av hva en normalt ville sett.

Air = Laboratorieluft, Inn = innlunge, Ut = utlunge

	vol%			ppm		
	Ar	O2	N2	CO2	N2O	CH4
air	0,94	20,95	78,10	425,20	0,57	2,01
air	0,93	20,93	78,03	423,19	0,57	1,99
air	0,94	20,97	78,17	423,18	0,57	2,01
inn	0,94	20,93	78,35	467,94	0,57	1,98
ut	0,94	20,98	78,36	460,03	0,56	1,98



Figur 5 og 6: Tabell og figur viser at konsentrasjon av O2 og CO2 var motsatt av hva en normalt ville sett.

Kommentar Peter Dörsch, NMBU:

Nok O2 i inn og utluft, men rart at det er mer O2 i ut- enn innluft. CO2 vice versa men ikke faretruende.

Funksjonstester

ADV: Fungerer som den skal.

MAV: Fungerer som den skal.

Solenoid: Har fungert tidligere (solenoid har aktivert i etterkant av ulykke ref. Thomas Solberg). Ved undersøkelse fikk vi ikke funksjon i solenoid. Ved nærmere undersøkelse ble det bekreftet at ledninger inn til solenoid er irret av og solenoid er irret fast. Det var saltvann inni solenoid som indikerer tom for oksygen og som naturlig forklarer at solenoid har irret fast etter dykket / før undersøkelse den 21.5.2021.

OPV: Fungerer som den skal.

Øvrig utstyr:

Det er ikke funnet avvik eller indikasjoner på at øvrig utstyr kan ha hatt en svakhet eller skade av betydning for hendelsesforløpet.

Kammertest 1:

Test oksygencyeller, trykkammer

Ullevål Sykehus mandag 21. juni 2021

Grunnet korrosjonsskade på ledninger til solenoid og solenoid kunne ikke hodet fra forulykkedes re-breather benyttes. Derfor ble cellene montert på en tilsvarende rebreather under gjennomføring av testen.

Målet med denne undersøkelsen var primært å se om det kunne være avvik på en eller flere av de tre cellene. Dette oppnår man like godt ved bruk av en annen maskin.

Mv i luft:	Celle 1: 9,6	Celle 2: 10,3	Celle 3: 10,7
Forventet Mv			
100% oksygen:	Celle 1: 45,7	Celle 2: 49,0	Celle 3: 50,9
Kalibrering 1:	Celle 1: 45	Celle 2: 45	Celle 3: 49
Kalibrering 2:	Celle 1: 45	Celle 2: 48	Celle 3: 49



Test oksygenceller, trykktank Ullevål Sykehus mandag 21. juni 2021.

Linearitet:
Diluent 9/70. Ved oppstart er loop lukket, SET punkt 0,7 alle kraner i åpen stilling.

Nedstigning 0-15m

3min

– Switch SET Punkt 0,7 -> 1,2

4min

– Alle celler stabile. Celle 2 bruker noe mer tid på å stabilisere seg (ikke unormalt mye)

4-18min

– Alle celler oppfører seg normalt og det er stabilt.

18min

– Switch til 2,0 manuelt. Alle celler er responderer som normalt.

19min

– Øker PO2 yttligere til 2,3. Alle celler er responderer som normalt.

21min

– Diluent flush for å se cellenes respons på reduksjon av PO2. Alle celler responderer som normalt.

28min

– Switch til 2,0 manuelt. Igjen responderer alle celler som normalt.

29min

– Diluent flush ned til 0,4. Alle celler responderer som normalt. (0,4/2,5ata = 0,16)

31min

– Oppstigning 15-9m

32min

– Diluent flush. Alle celler når etter skikkelig hard diluent flush 0,2. (0,2/1,9ata = 0,10) Diluent PO2 på 9m er 1,71. Dette ansees for å være god be- kreftelse på at cellene viser korrekt.

Resultat kammertest 1:

Testen viser etter gruppens vurdering at celler ved tidspunkt for gjennomføring av test fungerer normalt. Det indikerer at cellene har fungert ved ulykkestidspunkt og at målte verdier i profil for dykket er korrekt.

Kammertest 2

Test av mulighet for vanninntrenging ved tom oksygenforsyning.

Ullevål Sykehus 29. juni 2021

Gruppen ønsket å utrede muligheten for vanninntrenging ved tom oksygenflaske montert på rebreather.

Hypotese: Dersom det ikke er trykk på oksygenflasken montert på rebreather, kan potensielt vann trenge inn gjennom 1. trinn, slange og via solenoid trekke inn i scrubber. Kan volumet være tilstrekkelig til at dette har påvirket pustemotstand eller funksjonen i scrubber?

Rebreather fullstendig rigget for dykking ble plassert i et vannfylt kar. Loop ble lukket for å unngå vanninntrenging. Oksygenflaske koblet til 1. trinn, men ikke åpnet slik at det ikke var trykk til 1. trinnet. Testen ble utført uten personer inne i trykkammer.

Ved første av to dykk var diluenttilførsel (ADV) i åpen stilling. Ved dykk 2 var diluenttilførsel i lukket stilling.

Dykk 1

Nedstigning 0-50m

7min – 50m

17min – 0m

Dykk 2

Nedstigning 0-10m

3min – 10m

9min – 0m

Resultat kammertest 2:

Testen resulterte i at hypotesen om at det kan trenge inn vann på denne måten bekreftes. Det ble målt 194 gram forskjell på scrubber før og etter dykk. Altså en vannmengde på ca 2dl. I og med at testen ble utført over relativt kort tid og kun 50 m viser testen at det potensielt kan trenge inn betydelige vannmengder. Det er sannsynlig at hvor hardt 1. trinn er strammet til ved montering har betydning for hvor mye vanninntrengning som vil skje. Ved denne testen ble 1. trinn montert normalt. Altså ikke strammet hardt, men heller ikke løst.

Vurdering av ulike mulige årsaker

Det er slik NDF Ulykkeskommisjon ser det ingen åpenbar fasit på hva som har forårsaket dødsulykken. Sannsynlighet er forsøkt vurdert rundt følgende:

- Trykkfallsyke
- Hyperoksi
- Hypoksi
- Hyperkapni
- Medisinsk hendelse / illebefinnende

Trykkfallsyke

Forulykkede hadde betydelig erfaring med belastende dykking (høy dekompresjonsforpliktelse). I april 2020 deltok forulykkede på en dykketur hvor det ble gjennomført en rekke dype dykk. Et av døgnene ble det dykket tre ganger til dybder mellom 95– 124 meter med bunntider opp mot 33 minutter. I forbindelse med dykkingen ble det testet med Doppler. Testene viste lav bobledannelse. En slik erfaring kan indikere at forulykkede var en person som ikke lett utviklet symptomer på trykkfallsyke. Samtidig er det mange eksempler på at erfaringer fra en periode med dykking ikke gir noen fasit for hva som skjer senere. Det er sannsynlig at denne erfaringen bidro til selvtillit i forhold til trykkfallsyke.

NDF Ulykkeskommisjon har ikke tilgang til obduksjonsrapport, og kan derfor ikke gi avklaring på om trykkfallsyke ble påvist eller avkreftet her.

Møte Jan Risberg 29. juni 2021

Møtet ble gjennomført av Martin B. Karlsson, Gunnar Midtgaard og Thomas Solberg. Jan Risberg hadde på forhånd satt seg inn i profilene. Gjennomgangen gikk ut på å å forklare de ulike verdiene og punktene i profilen som PO₂, gassbytter og PO₂ skifte. Dette for at Jan Risberg skulle ha et korrekt bilde av profilene.

Målsetning med møtet var å få en vurdering rundt sannsynlighet for akutt nevrologisk trykkfallsyke/arteriell gassemboli / choke.

Jan Risbergs vurdering var at det er svært lite sannsynlig at en trykkfallsyke kan ha gitt bevissthetstap og vært årsak til ulykken. Forulykkede vil le med stor sannsynlighet merket symptomer og det vil i tilfeller hvor en dykker merker symptomer normalt være synlig på profilen. Her er det ingen tegn til dette.

Kommentar fra Simon Mitchell:

– Possible. I think it is largely irrelevant that he was complying with a particular decompression algorithm. Those decompression algorithms have never been tested with a surface interval of 23min between 90m bounce dives. I never do more than one dive to 90m in a day. If he formed a massive venous bubble load on reaching 3m on that second dive he could easily have developed acute right heart failure and suffered a cardiac arrest from cardiopulmonary DCS.

Vurdering:

Basert på tilgjengelige opplysninger kan ikke trykkfallsyke utelukkes med sikkerhet

Hyperoksi

Ved funksjonstest av celler i trykkammer gjennomført 21. juni 2021 viste alle celler verdier som forventet. I loggen for dykkene var PO₂ nivå innenfor moderate nivåer. Spesielt ved dykk 2 var PO₂ på et moderat / lavt nivå siste del av dykket frem mot forulykkedes død.

Vurdering:

Det ansees som svært lite sannsynlig at hyperoksi har forårsaket ulykken eller vært en del av hendelsesforløpet.

Hypoksi

Ved funksjonstest av celler i trykkammer gjennomført 21. juni 2021 viste alle cellene verdier som forventet. I loggen for dykkene var PO₂ nivå hele tiden på pustbart nivå. Det var aldri under 0,3. Det har vært problem med oksygentilførselen. Derfor var dykk 2 under SET punkt forulykkede hadde innstilt rebreather til å holde. Forulykkede hadde tilgjengelig 47% (47% oksygen /53% nitrogen) som ble benyttet til å vedlikeholde pustbart (ikke hypoksisk). Denne muligheten ble riktignok ikke utnyttet fullt ut. Det er usikkerhet rundt årsaken til hvorfor ikke PO₂ ble løftet ytterligere ved hjelp av denne tilgjengelige 47% gassen som ble benyttet. Normalt ville forulykkede ønsket å heve PO₂ høyere enn hva som ble gjort. Dersom cellene avlestet korrekt, slik trykkammertest indikerte, har dette sannsynligvis ikke medført at forulykkede har pustet hypoksisk gass. Det kan være en indikasjon på at forulykkede ikke var ved 100% mentalkapasitet under siste del av oppstigningen.

Vurdering:

Mye ser ut til å passe godt med teorien rundt hypoksi. Verdiene cellene viser mot slutten av dykket og resultatet av trykkammertest, indikerer at hypoksi ikke er dødsårsak.

Hyperkapni (CO₂)

Forulykkede gjennomførte et anstrengende dykk fysisk og mentalt. Det er sannsynlig at han arbeidet fysisk med slangen som hadde sunket ned igjen. Det ser ut til at forulykkede har hatt utfordringer med tom oksygenflaske og tom diluentflaske. Angående vann i scrubber er det fra dykkemiljøet rundt forulykkede blitt fortalt at han hadde erfaring med dette.

Scrubberkapasitet:

Dagens første dykk varte i 233 minutter. Tap av bevissthet ser ut til å ha inntruffet etter 27 minutter under dykk 2. Scrubber er altså benyttet 260 minutter (ca. 4 timer og 15 minutter).

Scrubber som var brukt er CE godkjent til 180 minutter. Til tross for at eksponeringen på scrubberen er betydelig, ansees ikke dette for å være urovekkende høy belastning av scrubber under normale forhold (CO₂ produksjon). Belastningen av scrubberen kan bidra til såkalt «break through» eller gjennomslag av CO₂. Det vil si en redusert CO₂ absorberende funksjon og mindre margin i forhold til dette.

Vann i scrubber:

Ved gjennomgang av utstyr ble det funnet vann i kannister og scrubber. Det var indikasjon i form av «radialt korrosjonsmerke» på innsiden av kannister som tilsier at det var ca 2 liter vann i kannister under oppbevaring. Dette kan ha kommet inn gjennom munnstykke etter at bevissthetstap.

Vann kan ha kommet inn via 1. trinn fra oksygenflaske etter at oksygenflasken ble tom. En slik vanninntrenging kan skje. Det ble påvist gjennom kammertest 2.

Dersom det var vann i scrubber under det ene eller begge dykkene, vil det kunne gi to problemstillinger.

1. Tungt å ventilere:

Vann i scrubberen vil gi høyere pustemotstand da tettheten øker. Arbeidet ved å inhalere gassen blir tyngre. Avhengig av hvor mye vann det er i scrubberen vil det kunne bidra til å opparbeide CO₂. Dersom det blir mye vann i scrubberen og denne tettheten blir høy, vil det være ubehagelig å puste rent fysisk. Det er sannsynlig at en erfaren dykker identifiserer dette og går over til reservegass (bailout).

2. Mindre effektiv Sofnolime 797 (scrubber):

Vann i scrubberen vil til en viss grad påvirke Sofnolime 797 sin egenskap til å absorbere CO₂. Når overflaten (porene) på granulene er dekket av fuktighet vil det redusere effektiviteten. Sofnolime 797 vil fremdeles absorbere CO₂ i fuktig / våt tilstand. Dersom drukningen av scrubberen er betydelig vil det ikke absorberes tilstrekkelig CO₂ for at et pusteapparat skal fungere. En slik drukning av scrubberen vil i midlertid medføre meget høy pustemotstand og det vil være utfordrende å ventilere.

Vurdering:

Det er som beskrevet flere muligheter for at forulykkede kan ha hatt utfordringer med CO₂. Ulykkeskommisjonen anser det som sannsynlig at CO₂ har hatt betydning i hendelsesforløpet.

Medisinsk hendelse / illebefinnende

NDF Ulykkeskommisjon har ikke tilgang til obduksjonsrapport, og kan derfor ikke gi avklaring på om det er identifisert noe medisinsk som kan forklare ulykken.

Forulykkede fremstod som sterk fysisk og hadde bakgrunn som skiløper og idrettsutøver. Mentalt hadde han vist sterke evner i pressede og utfordrende situasjoner under dykking gjentatte ganger.

Forulykkede hadde diabetes og behov for insulin. Vi kjenner ikke til administrasjonsform (enkelthinjeksjoner eller sprøytepumpe). Han hadde ifølge dykkemiljøet gode rutiner for mat og håndtering av sykdommen. Dette var en lang dag i kaldt overflateklima og lav vanntemperatur. Dykkene var fysisk krevende. I løpet av det korte overflateintervallet ble det ifølge mannskapet i båten sannsynligvis ikke spist noe eller administrert insulin.

Det er utfordrende å avklare post-mortem om forulykkede hadde hypoglykemi (lavt blodsukker) før bevissthetstapet inntraff (Palmieri. *Croat Med J* 2015;56(3):181-93.) Forhøyet oksygentrykk i pustegassen (hyperoksi) er i seg selv neppe en medvirkende årsak til eventuell hypoglykemi (Stevens *SL et al. UHM* 2015;42(3):191-6).

Vurdering

Vår oppfatning er at den mest sannsynlige årsaken til denne dødsulykken er bevissthetstap etterfulgt av drukning. Uten tilgang til obduksjonsrapporten, kan ikke Ulykkeskommisjonen utelukke alternative medisinske årsaker til bevissthetstap. Basert på kjennskap til forulykkedes insulinkrevende diabetes, varigheten av dykket og sannsynlighet for manglende inntak av mat i overflateintervallet, mener vi at sannsynlig forklaring er hypoglykemisk bevissthetstap.

Menneskelig faktor

Forulykkede var en ekstremt aktiv og effektiv teknisk dykker. Dykkingen som ble utført på jevnlig basis er avansert og svært krevende. Dagen ulykken inntraff hadde forulykkede allerede gjennomført et meget krevende dykk til 91m med ca. 4 timer i vannet. Under dette dykket arbeidet forulykkede med en slange som skulle benyttes for mudring på bunnen under Blücher. Dybden her er 91m. I arbeidet med slangen ble masken slått av ansiktet. Forulykkede lot seg ikke stresse av dette og tok på seg reservemaske og fortsatte arbeidet. Dette er et av mange eksempler på høy mental styrke, selvtillit og evne som dykker.

En risiko ved utvikling av selvtillit og opplevd trygghet er at det oppstår avvik fra rutiner en i utgangspunktet bør følge. Når disse avvikene blir større og større blir marginene etterhvert små.

Sannsynligheten er stor for at dykk 2 denne dagen ikke var planlagt spesielt dypt. Valg ble tatt underveis. Sannsynligvis var forulykkede klar over lavt gassvolum i oksygen, diluent og draktgass. Forulykkede var klar over at han kun hadde en dekogass (21m) med seg. Dykk 1 ble gjennomført med tre dekompresjonsgasser (oksygen, 50% og en dypere dekogass). Til tross for dette ble dykket gjennomført ned til 91m med et opphold på 3min etter nedstigning. Derfra og opp oppstod det utfordringer som er håndtert med tilførsel av gass fra 21m flaske via MAV og noen gassbytter på controller.

Konklusjon:

Som en kan lese i vurderingene av mulige årsaker vurderes hypoglykemisk bevissthetstap og CO₂ å være sannsynlige direkte årsaker. Det ansees også svært sannsynlig at det er en kombinasjon som har bidratt til å redusere forulykkedes evne til å håndtere situasjonen. I det større bildet er valgene som ble tatt er fatale. Forulykkede var på grensene på mange områder. I forhold til sin diabetes, i forhold til dekompresjon / risiko for trykkløslig, i forhold til gassvolum og i forhold til scrubberkapasitet. En kombinasjon av høy risikoaksept og høy selvtillit, i forhold til hva en kan håndtere underveis, er sannsynligvis bakgrunnen for at valget om å gjennomføre dykk 2 ble tatt.

I startfasen var sannsynligvis ikke planen å gå så dypt som det ble på dykk 2. Valget ble tatt underveis om å fortsette til tross for lave marginer på flere områder. Tryggheten om mestring av potensielle utfordringer gjorde forulykkede til en ekstremt dyktig dykker. Samtidig bidro denne tryggheten til at valg ble tatt som innebar for mye risiko. Kanskje helt bevisst, kanskje uten full forståelse i situasjonen. Potensielt har også et mål om å gjennomføre jobben som planlagt, bidratt til at strikken ble dratt for langt under dykk 2.

Oppgavefokus kan påvirke mennesker til å unngå å se helheten.

Erfaring er noe alle vil ha. Hvorfor? Fordi det gir oss en trygghet. Tryggheten kommer av at vi enten kjenner igjen situasjoner fra tidligere eller at vi har blitt «overmettet» med selvtillit. Tryggheten gjør at vi ubevisst slapper litt av. I det den prosessen begynner, blir vi automatisk mer utsatt for uhell. Vi har «senket aktsomhetsnivået» og kommer fort «bakpå» dersom en uønsket hendelse(er) oppstår. Erfaring er like bra som det er farlig!

Sikkerhetstilrådingar

Dykkingen 13.1.2021 var ekstrem og det ble utført av en dykker med spesielle ferdigheter som også var klar over risikoen. Det er vurdert til at det å gi helhetlige sikkerhetstilrådingar i dette tilfellet ikke er hensiktsmessig, men det er avdekket læringspunkter.

1) Vannmengde av betydning kan trenge inn fra 1. trinn, via solenoiden til scrubberen ved tom oksygenflaske. Dykkere som bruker CCR oppfordres til å være oppmerksom på dette.

2) Progresjon, ferdighetsutvikling og risikoaksept er utfordrende tema. Dykkere oppfordres til å være bevisst fordeler og risikomomenter ved egen utvikling som dykker.

Vurdering av utredning

NDF Ulykkeskommisjon har forsøkt å gjennomgå alle muligheter som har vært mulig å identifisere. Dessverre var deler av utstyret skadet grunnet lagring før utlevering. Skadene gjorde det ikke mulig å utføre enkelte kritiske funksjonstester som positiv og negativ test på rebreather.

Tørrdrakt med lommeinnhold ble ikke utlevert fra Politiet. Det kan ha vært sukkerholdig gel i lommen på drakten. Om denne eventuelt er benyttet eller ikke ville vært nyttig å vite.

Sterkere samarbeid med politi og raskere utlevering av utstyret vil ved en potensiell fremtidig hendelse bidra til en mer bekreftende / avkreftende gjennomgang av utstyret. Tilgang på medisinsk informasjon, i dette tilfellet blodsukkernivå kunne bidratt til en konklusjon. Dersom det er mulig via digital logging av blodsukkernivå eller lignende vil denne type informasjon bidra til å gi svar ved en fremtidig hendelse.

