Artikel fra Dykkehistorisk Tidsskrift nr. 54 - 2015

DYKKEHISTORISK SELSKAB

Interspiro ACSC

Sven Erik Jørgensen

I 1974 indkøbte Søværnet deres første blandingsgasapparat, det franske DC55 (se DHT 08). Apparatet skulle primært anvendes af minedykkere, men også frømænd i minerydningsrollen anvendte apparatet. Lav støj og lav magnetisme var da også en del af udvælgelseskriterierne. DC55 afløste et trykluftapparat fra Aqua Lung, som ikke levede op til kravene om lav støj og magnetisme.

Minedykkerne fik ikke tildelt et personligt apparat. Årsagen hertil var, at minedykkerne organisatorisk var tilknyttet de forskellige minedepoter og kun i operativ sammenhæng blev tilsluttet Søværnets Minørtjeneste. Derfor hændte det, at man modtog apparater fra dykkermagasinet, der var mangelfuldt klargjort af tidligere brugere, minedykkere eller frømænd. Dette sammenholdt med, at der skete 3 uheld, dog ikke fatale, med apparaterne, gjorde, at der blev skabt mistillid til apparaterne. Efter forfatterens og andres opfattelse, var dette ikke helt rimeligt over for DC55 apparatet.

I 1989 blev DC55 afløst af det svenske ACSC fra Interspiro AB, og i 1999 fik Dykkehistorisk Selskab et antal DC55 apparater foræret fra Søværnet.

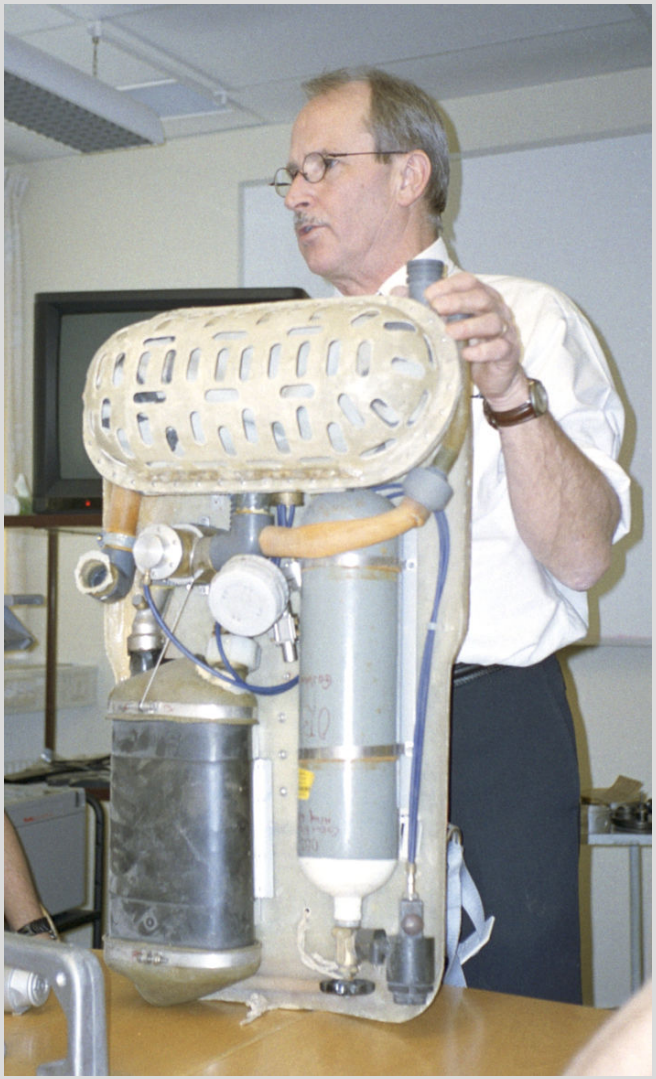
Med erfaringerne fra DC55 i bagagen fik hver af brugerne som noget helt afgørende et personligt apparat udleveret, og Søværnet etablerede en grundig uddannelse af brugerne i teorien bag ACSC og i apparatets anvendelse. Undervisningen var både teoretisk og praktisk. Lige bortset fra at apparatet med en ren apparatvægt på 40 kg var tungt på land, vist ACSC apparatet sig at være velfungerende i praktisk brug, og det blev hurtigt populært blandt minedykkerne.

ACSC var operativt i Søværnet fra 1989 frem til 2010, hvor det blev afløst af det svenske IS-Mix blandingsgasapparat ligeledes fra Interspiro AB. I denne periode var der ingen nævneværdige uheld med apparatet, hvilket tjener brugerne og apparatet til ros.

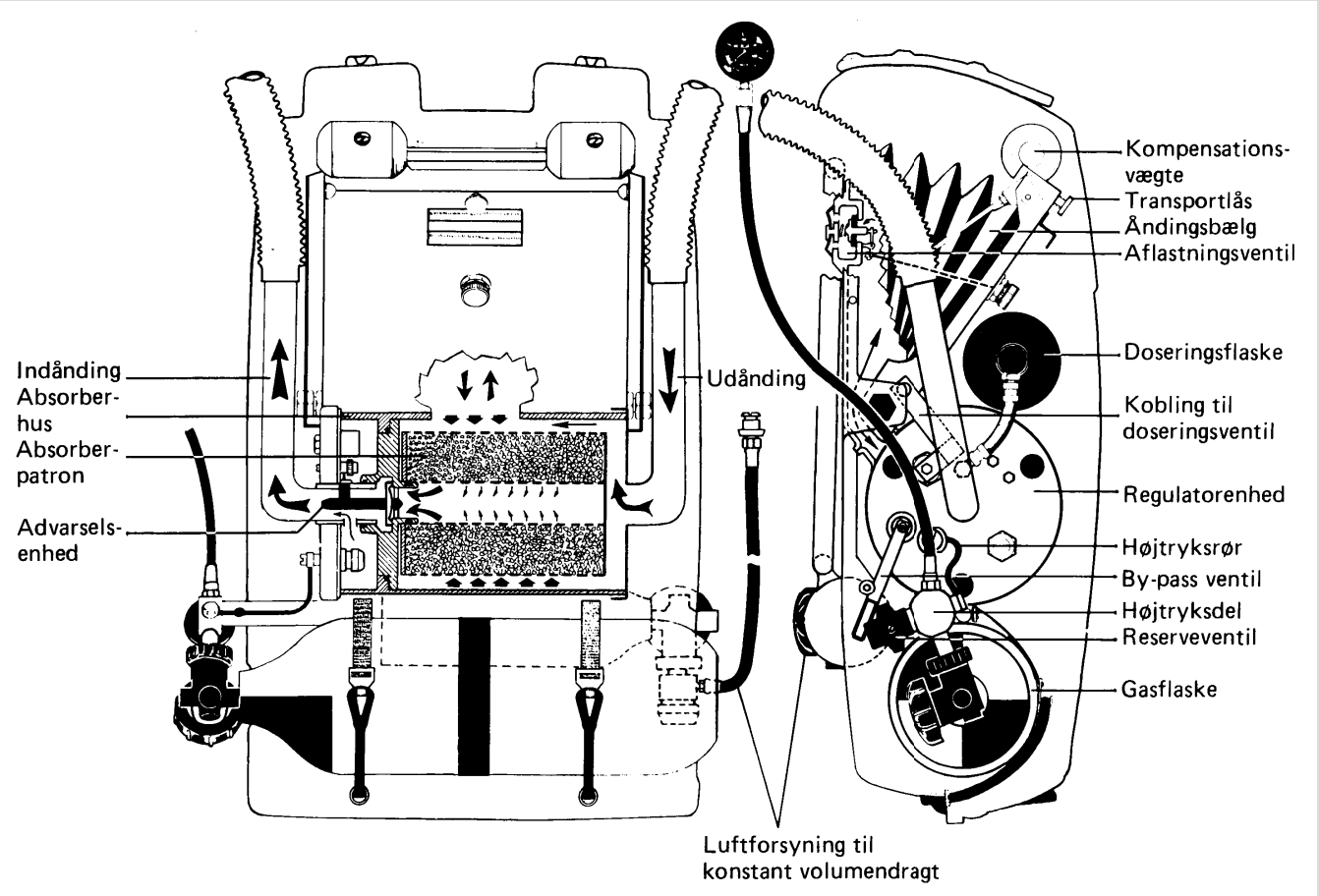
Efter at ACSC var udfaset fik Dykkehistorisk Selskab i 2013 et antal ACSC apparater foræret fra Søværnet.

I lighed med andre særligt interessante apparater der et tilgået Dykkehistorisk Selskabs samling, vil jeg i denne artikel beskrive apparatet teknisk og funktionsmæssigt. Målet med artiklen er ikke en detaljeret mekanisk gennemgang af apparatet; hertil er flere af apparatets mekaniske funktioner for komplicerede.

ACSC (Alternative Closed Semi-closed Circuit) blev udviklet i perioden 1977-1979 og var Interspiros første blandingsgasapparat. Apparatet er et halvåbent nitrox



Imre Botos var den ledende tekniker bag udviklingen af ACSC. Her er Imre Botos fotograferet i 2003 ved Interspiro sammen med en tidligere prototype af ACSC - på svensk en "lappetaske"



Arrangementtegning af Interspiro ACSC. Kilde: Interspiro AB

genåndingsapparat bygget efter militære specifikationer, som et apparat der bl.a. kan anvendes i forbindelse med rydning af moderne søminer. Dette stiller krav om, at apparatet er lydsvagt, og at afgivelse af gas til havet ikke kompromittere dykkeren. Endvidere er det et krav fra Nato, at apparatets magnetisme ikke må overskride 5 nanotesla (nT). Opnåelse af en så lav magnetisme stiller store krav til primært materialevalget. Som illustration af hvor lidt magnetisme der kan accepteres, kan nævnes, at da Søværnet havde malet et af de gule skjold sorte, blev skjoldet for en sikkerheds skyld testet med at nanotesla-magnetometer. Skjoldet faldt for testen med et brag. Det tynde malingslag var for magnetisk. Ligeledes viste det sig, at såfremt minedykkeren foretog en rulning om egen akse nær måleapparatet, blev apparatets 5 nT grænse overskredet.

Apparatet er fuldt mekanisk og indeholder ikke elektriske komponenter.

Apparatets fysiske udformning

Som angivet tidligere er der tale om et tungt apparat på 40 kg. At svinge 40 kg på ryggen er ikke let, og påtagningen af apparatet sker da også ved, at dykkeren først tager seletøj og bærestel på. Herefter hægtes apparat på bærestellet ved overkanten af apparatet, og når apparatet herefter trykkes ind mod bærestellet,

Interspiro ACSC har et bærestelstøj, som dykkeren tager på, hvorefter det 40 kg tunge apparat bliver hægtet på bærestellet.

låses det mekanisk fast til bærestellet. Skal dykkeren ud af vandet og op i en gummibåd, kan dykkeren ved et træk i en knap nederst på seletøjets højre side frigøre apparatet, når han har sikret sig, at mandskabet i båden har et sikkert tag i apparatet.

Under det gule skjold, der er fastgjort med gummistropper, findes åndebælgen, absorberen, gasflasken, en doseringsflaske og den mekaniske reguleringsenhed. Det gule skjold er for anvendelse i fredstid. Ved indsats i en skarp situation udskiftes skoldet med et sort skjold.

En trykluftflaske på 1 liter er fastgjort nederst på bærestellet. På flasken er monteres en reduktionsventil for levering af dragtluft.

Til apparatet hører dels et slangesæt med bidemundstykke og dels et slangesæt med helmaske.

Den gas, der undviger fra apparatet til vandet, undviger gennem en overtryksventil placeret mod dykkerens ryg. I en skarp situation vil der over denne ventil blive monteret en diffuser, som frigiver gassen i meget små bobler, således at gassen i større omfang optages i vandet, inden boblerne når overfladen.

Gasforsyning

Nederst under skjoldet findes en 5 liter flaske med et fyldetryk på 200 bar. Interspiro har designet apparatet for anvendelse af 2 nitrox-blandinger (kvælstof-ilt blanding):

- Rød blanding med et iltindhold på 46 % anvendes til dykning på dybder fra 0 – 30 meter.
- Grøn blanding med et iltindhold på 28 % anvendes til dykning på dybder fra 0 – 57 meter.

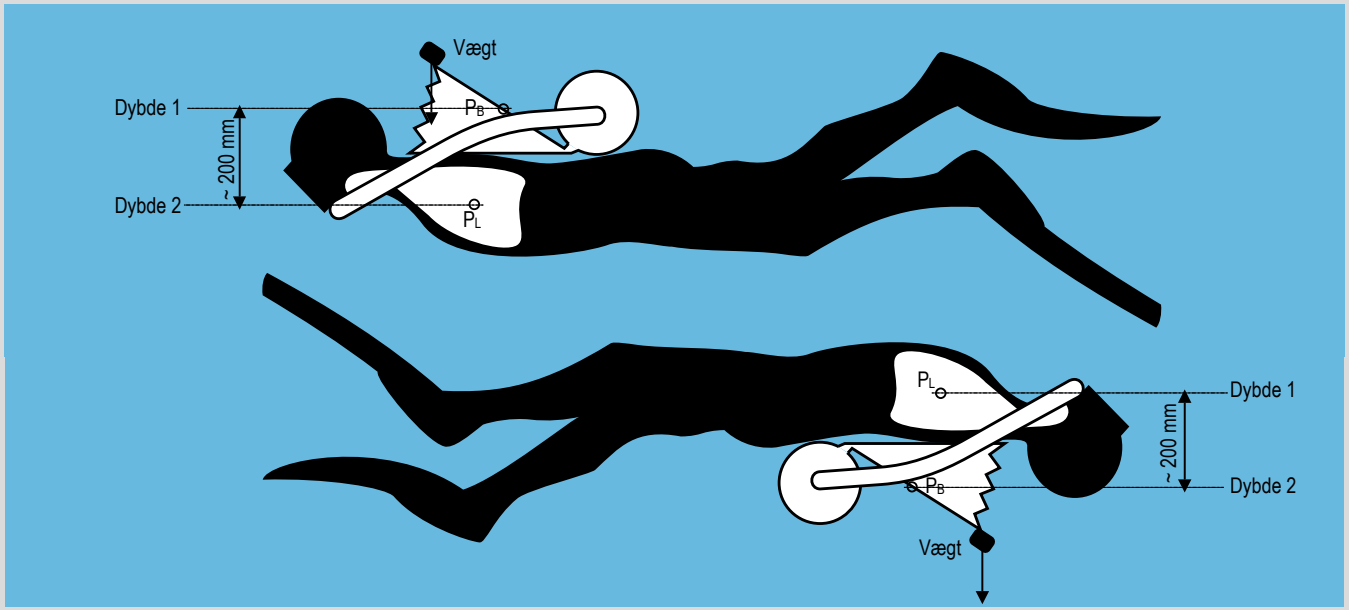
Disse blandinger harmonerer ikke med Nato standardiserede nitrox-blandinger, som er:

- 60/40 med 60 % iltindhold
- 40/60 med 40 % iltindhold
- 32,5/67,5 med 32,5 % iltindhold

For at sikre, at der kunne dykkes sikkert også på Nato standardiserede blandinger, udarbejdede Søværnet maksimale dybdegrænser og dekompressionstabeller for de standardiserede Nato blandinger.

Øverst ses ACSC apparatet fra højre side med bidemundstykke monteret. Herunder er apparatet vist med helmaske og set fra venstre side.

Den røde doseringsflaske indeholder 0,75 liter gas mod 1,5 liter for den grønne flaske



Uden monteret kompensationsvægt på bælgen, er gastrykket i åndekredsen og dermed i dykkerens lunger det samme som vandtrykket i punkter PB. Dette betyder, at en dykker, der svømmer på brystet, skal suge med ca. 200 mm VS, og bliver blæst op med ca. 200 mm VS ved svømning på ryggen. Kompensationsvægten øger henholdsvis reducerer gastrykket i åndekredsen med ca. 200 mm VS, og letter dermed dykkerens respiration.

Åndebælgen

Åndebælgen er en formstøbt gummibælg, der er monteret mellem to aluminiumsplader, hvoraf den ene er hængslet. Volumenet er på 4,3 liter. Apparatets overtryksventil er monteret i den aluminiumsplade, der vender mod dykkerens ryg. Til den anden og bevægelige aluminiumsplade er der fastgjort en metalarm, som er forbundet til regulatorenheden. Armen overfører aluminiumspladens vinkeldrejninger under dykkerens udånding til regulatorenheden. Det er summen af disse vinkeldrejninger, der styrer doseringen af frisk gas.

Det er et kendt forhold, at en dykker der anvender en rygmonteret åndesæk skal suge gassen ud af sækken, når man svømmer på brystet og bliver pumpet op af gassen i bælgen, når man svømmer på ryggen. På ACSC apparatet er dette forhold afhjulpet så godt som muligt ved at anbringe en kompensationsvægt på aluminiumsdækslets øverste kant. Som det fremgår af skitserne, der er hentet fra brugervejledningen, vil vægten, når dykkeren svømmer på brystet, påføre gassen i åndebælgen et ekstra tryk, der svarer til ca. 200 mm vandsøjle eller trykforskellen mellem trykket i en ubelastet bælg og trykket i dykkerens lunger. Ligger dykkeren på ryggen, vil vægten reducere gastrykket i åndebælgen med ca. 200 mm vandsøjle således, at dette svarer til gastrykket i dykkerens lunger.

Bælgen er forsynet med en mekanisk lås, som under transport kan låse bælgen fast i bundstillingen.

Absorberen

Absorberhuset er placeret mellem åndebælgen og gasflasken. I absorberhuset er indsat en løs absorberpatron, hvori der kan fyldes 20 liter eller 2,5 kg åndekalk, som fjerner kuldioxiden fra dykkerens udåndingsgas. Der er adgang til absorberpatronen for udskiftning af åndekalken fra absorberhusets højre side.

I den modsatte ende af absorberhuset er regulatorenhedens ventiler og mekanik placeret.

Doseringen

Imellem åndebælgen og absorberen ligger doseringsflasken. Doseringsflasken er udskiftelig. Ved anvendelse af "Rød blanding" skal den røde doseringsflaske på 0,75 liter anvendes og ved anvendelse af "Grøn blanding" anvendes den grønne doseringsflaske, der er på 1,5 liter.

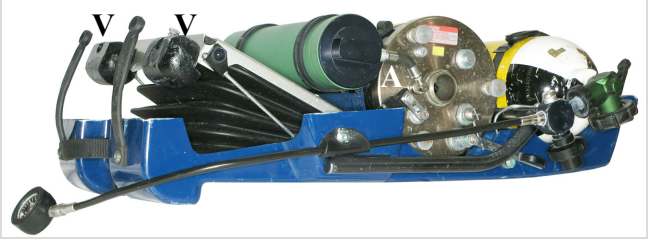
Det er dykkerens udånding, der styrer doseringen. Som tidligere angivet overføres åndebælgens bevægelse under dykkerens udånding til reguleringsenheden. Armen, der forbinder åndebælgen med reguleringsenheden, er koblet til en aksel, der drejes rundt af bælgens bevægelser. Akslen drejes kun under udåndingen.

På akslen er der monteret to kamhjul. Hvert kamhjul har 6 kamme, dvs. at der er 60° mellem kammene. De to kamhjul er forsat 30° indbyrdes. Det ene kamhjuls kamme aktiverer den doseringsventil, som fylder doseringsflasken med gas fra gasflasken, og det andet kamhjul aktiverer den doseringsventil, der tømmer doseringsflaskens indhold over i kredsløbet.

Trykket i gasflasken reduceres over 2 reduktionsventiler anbragt i serie. Den første reduktionsventil reducerer flasketrykket til 7 - 8 bar over det omgivende tryk, og den anden reduktionsventil reducerer dette tryk til 3 bar over det omgivende tryk.

Doseringsventilerne arbejder således i en cyklus, der styres af dykkerens udånding. Én cyklus dvs. perioden mellem 2 tømninger af doseringsflasken svarer til en udåndet gasmængde på omkring 7 liter.

Doseringen af frisk gas er således demandstyret og sker under udåndingsfasen. Sammen med dykkerens



*ACSC apparatet set fra venstre side med opblæst bælg. **V** er kompensationsvægtene og **A** er armen, der overfører bælgens vinkeldrejninger til reguleringsenheden*

udånding medfører doseringen, at åndebælgen når sin maksimale størrelse. Den mængde gas fra dykkerens udånding og fra doseringen, der ikke kan være i kredsløbet, undviger til vandet gennem overtryksventilen.

Doseringen over doseringsflasken sikrer, at den doserede gasmængde (målt ved 1 bar) er uafhængig af dybden og lig med doseringsflaskes volumen x 3. Frekvensen af doseringen er proportional med dykkerens respiration og dermed med hans arbejdsindsats og iltforbrug.

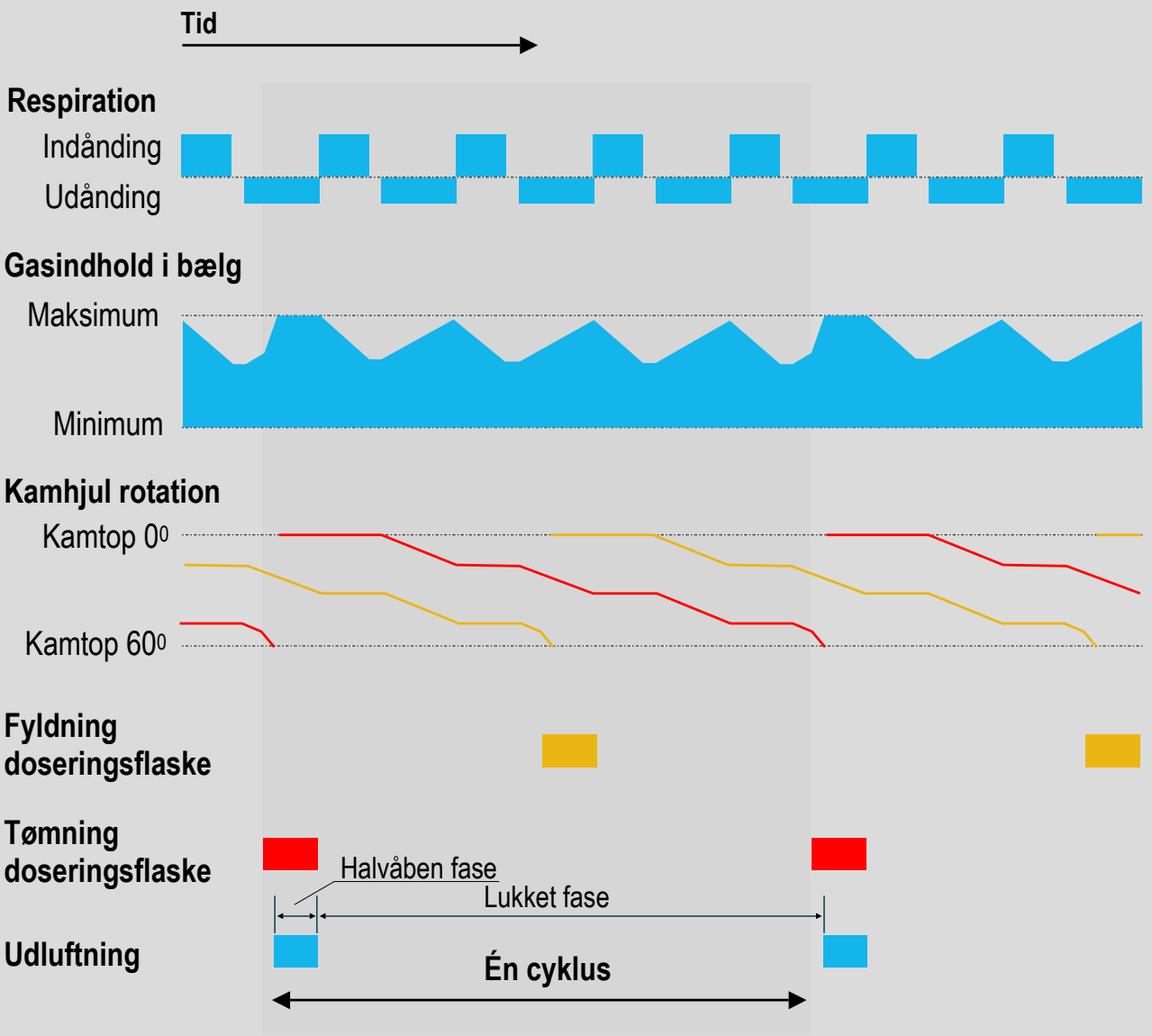
Gasforbruget er således konstant uanset dybden. Dette er helt i tråd med, at iltforbruget er uafhængigt af dybden. Det tilførte gasvolumen målt ved det aktuelle tryk reduceres således med dybden.

Princippet styrer iltpartialtrykket på dybden inden for snævre grænser, og sikrer en god udnyttelse af iltressourcerne.

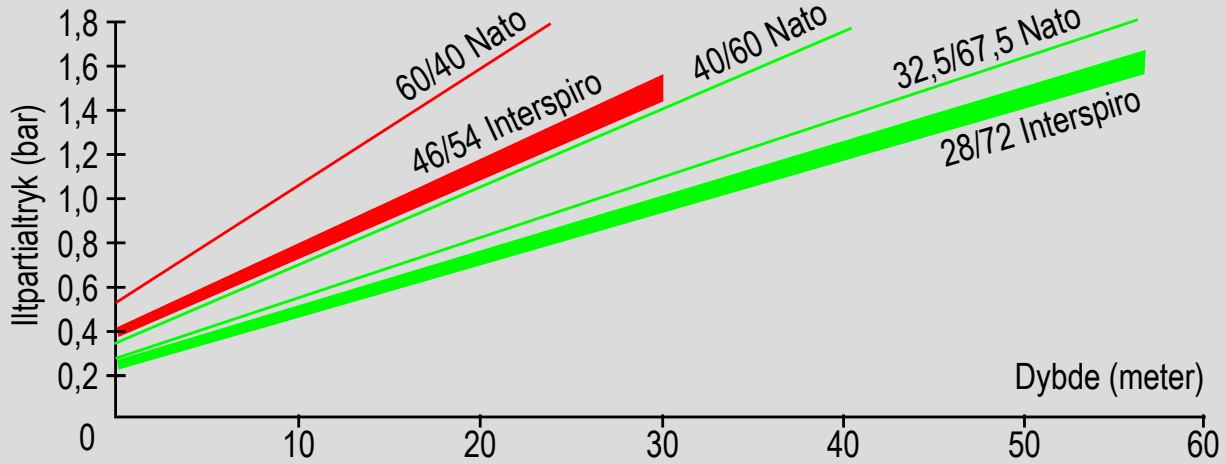
Det skal her nævnes, at en af forudsætningerne for det mekaniske design er, at respirationen er 20 gange så stor som iltoptagelsen.

ACSC apparatet vist fra højre side med absorberpatronen udtaget. Inde i absorberhuset ses åbningen til bælgen. Evt. kondensvand fra huset eller slangerne kan løbe gennem åbning og ud i bælgen, hvor det blæses ud gennem overtryksventilen.

Grafisk fremstilling af doseringsfunktionen



Orange streg angiver kamhjul, der styrer fyldning, og rød streg kamhjul der styrer tømning af doseringsflasken



Grafer visende iltpartialtrykket i ACSC apparatet på dybden og ved anvendelse af forskellige nitrox-blandinger og anvendelse rød hhv. grøn doseringsflaske. Grafer for Interspiro rød og grøn blanding er jf. Interspiros brugervejledning. Grafer for anvendelse af Nato standardiserede blandinger er kalkuleret ud fra gasformler i Interspiros brugervejledning.

På apparatets venstre side findes en by-pass ventil, med hvilken dykkeren manuelt kan dosere gas ved omkring 8 bar uden om doseringsflasken og igennem reguleringsenheden og ind i kredsløbet.

Den hydrostatiske ventil

Reguleringsenheden indeholder en hydrostatisk ventil, som doserer frisk gas til kredsløbet, når dykkedybden øges. Doseringen sker for hver ca. 2 meter, som dybden øges. Doseringen fortsætter indtil åndebælgen er tilbage i en bestemt vinkel.

Den hydrostatiske ventil sikrer derved, at gasmængden i kredsløbet ikke reduceres under neddykning, og forhindrer at åndebælgen klapper sammen ved en hurtig neddykning.

Sikkerhed

Apparatet advarer dykkeren ved lavt tryk i gasflasken, ved at advarselsventilen lukker, når der er 25 bar tilbage i gasflasken, hvilket svarer til en driftstid på ca. 10 minutter. En lukning af advarselsventilen medfører en øget åndedrætsmodstand, som fortæller dykkeren, at dykningen er ved at være slut. Et træk i reservegasventilen, der sidder lige oven for flaskeventilen, frigiver de sidste gasreserver og aflaster advarselsventilen således, at der igen er lav åndedrætsmodstand.

Advarselsventilen lukker også i det tilfælde, at der går mere end 50-60 sekunder mellem to tømninger af doseringsflasken, hvilket kan betyde, at der er fejl på apparatet, eller at dykkernes respiration volumenmæssigt er for lille eller at dykkeren er holdt op med at trække vejret. Den øgede åndedrætsmodstand fortæller dykkeren, at der kun er 10 minutter tilbage af dykningen eller at der er fejl på apparatet. Ved kontrol at manometeret kan dykkeren afgøre, om det er lave ressourcer eller fejl på apparatet, der har aktiveret advarselsventilen med forøget åndedrætsmodstand til følge. Er der fejl på apparatet, kan dykkeren manuelt dosere gas ind i åndekredsen ved at aktivere by-pass ventilen, som er placeret ved siden af reservegasventilen. Herved aflastes advarselsventilen og åndedrætsmodstanden er igen lav. Dykkeren kan gentage proceduren under opstigningen for at sikre en lav åndedrætsmodstand og en tilstrækkelig dosering af frisk gas.

Reguleringsenheden

1. Reduktionsventil, der reducerer gastrykket fra flasketryk til 7-8 bar.
2. Reduktionsventil, der reducerer gastrykket fra 7-8 til 3 bar.
3. Doseringsvagten, der advarer om manglende dosering ved at lukke advarselsventilen.
4. Hydrostatisk ventil, som efterfylder bælgen, når dykkeren går mod større dybde.
5. Doseringsventiler, som doserer gas og efterfylder doseringsflasken.
6. Måleenhed med kamhjul.
7. Advarselsventil.
8. By-pass ventil.

Ved selskabets første Dive-in i 1998 på Lyngsbæk Pier demonstrerede Jørn-Peder Larsen såvel DC55- som ASCS apparatets funktion.

Apparatets anvendelse i praksis

Som tidligere angivet blev apparatet populært ved minedykkerne, hvor det gennem 20 år blev anvendt til minerydning og andre af minørtjenestens opgaver.

Som også tidligere angivet var apparatet tungt og voluminøst. I vandet var det dog næsten neutralt. Apparatets størrelse kunne mærkes på vandmodstanden under svømning, og størrelsen medførte også øgende gener ved svømning i strømfyldt farvand.

I forbindelse med indførelse af apparatet var der nogle tilfælde af vandindtrængning i absorberboksen, men disse kunne tilskrives en fejl 40. Da disse fejl var ryddet af vejen, fungerede apparatet upåklageligt.

Med udviklingen af den særlig "Very Shallow Water" rydningsteknik i samme periode, som apparatet var tjenestegørende, opererede man med, at minedykkere skulle kunne foretage skjult rydning helt ind til kysten og fortsætte med konventionel ammunitionsrydning over stranden, og det viste sig, at apparatets størrelse medførte, at det var nærmest umuligt at foretage skjult rydning i området tæt ved kysten, hvor vandybden steg til 3-meter kurven. Det forhold, at doseringen pludseligt øgede apparatets opdrift, var særligt udtalt på lavt hvad, hvor den forøgede opdrift kunne sende dykkeren i overfladen. Operativt blev der derfor set på, om andre apparater på en bedre måde kunne tilfredsstille de nye behov. Apparatet, som skulle anskaffes måtte gerne også dække behovet hos Frømandskorpset for iltsvømning. Valget faldt på de Kanadiske Siva 24 eller 55, men selvom apparatet blev afprøvet, blev det ikke indført i søværnet. Med etablering af de særlige MCM-dykkere på minerydningsfartøjerne, var det derfor tanken, at ACSC alene skulle anvendes af MCM-dykkerne, da apparatet var godt til punktdykninger, men til dels uanvendeligt i skjult holdrydning. Selv om nedsatte arbejdsgrupper vedrørende minedykning og dykning i Søværnet anbefalede nævnte udskiftning, var der ikke i søværnet økonomi til ændringen. Problemet blev for Søværnets vedkommende først løst ved indførelse af Interspiro IS-mix.

Forholdet med den pludseligt forøgede opdrift ved doseringen blev ændret med Interspiros DCSC blandingsgasapparat. DCSC (Demand Controled Semi Closed) doserede ved hvert åndedrag, og blev udviklet i 1990'erne, inden IS-mix var på tegnebrættet. DCSC nok blev afprøvet af Søværnet men ikke indkøbt.

Tak til pensioneret minedykker Jørn-Peder Larsen og pensioneret chef for søværnets minørtjeneste Finn Linnemann for korrekturlæsning og oplysninger om apparatets praktiske anvendelse.

Kilder:

Foredrag af Imre Botos på Minedepotet Dråby 1997 og ved Interspiro i Sverige i 2003
Interspiro ACSC brugervejledning