

# Een kijkje in hyperbare kamers

Een hyperbare kamer kan omschreven worden als een container die met lucht of andere gassen onder druk gezet kan worden en die drukken hoger dan de normale atmosferische druk aankan. Als mensen de kamer ingaan is de juiste term voor dit apparaat dat in de Verenigde Staten gebruikt wordt een “drukvat voor menselijke bewoning”. Organisaties zoals de American Society of Mechanical Engineers (ASME) en de American Bureau of Shipping (ABS) hebben schriftelijke standaards voor dit soort apparaat voor kamers die in de Verenigde Staten gebouwd worden.

Als beroepsduiker breng ik een behoorlijk deel van mijn leven door in en rondom hyperbare kamers van alle soorten. Ik heb het loodgieterwerk bij nieuwe kamers geïnstalleerd, heb kamers in allerlei maten ingericht en ermee gewerkt (waaronder saturatiesystemen) en heb duikers er in behandeld (en ben zelf behandeld) voor decompressieziekte (DCZ).

In termen van configuratie, werking en menselijk comfort die ze bieden, heeft iedere kamer zijn eigen, unieke karakter. Hoewel de wereld van de hyperbare kamers complex mag lijken, zijn de meeste in feite eenvoudig.

## Kamer constructie

Aan het eind van de 19de en het grootste deel van de 20ste eeuw waren hyperbare kamers bijna exclusief van staal gemaakt omdat het het enige economische materiaal was dat de drukken die in de meeste kamers optraden veilig kon weerstaan. Tegenwoordig worden kamers van andere materialen gemaakt, waaronder acryl en paramide vezels (zoals Kevlar®). Het leidingwerk dat de ademgassen van en naar de meeste kamers transporteert is een mengsel van koperen en rvs buizen en bronzen pijpen. Verschillende soorten kleppen regelen de stroom van lucht, zuurstof en nitrox naar de kamer. De meeste kamerpatrijspoorten zijn van acryl en extreem dik. Ze worden verzegeld met o-ringen, net als de kamer “deuren” of luiken. Communicatie vanuit de kamer naar de operateur(s) er buiten verloopt meestal via een elektronische communicatiebox, meestal “com box” of “duikerstelefoon” genoemd. Beroepsduikers die duiken met materiaal vanaf het oppervlak (navelstreng) met volgelaatsmasker of helmen gebruiken dezelfde communicatieboxen.

Kamers kunnen ofwel een “enkele sluiting” inrichting hebben met een compartiment of een “dubbele sluiting” met twee compartimenten. Het voordeel van een dubbele-sluiting kamer is dat mensen of materiaal via “insluiting” of “uitsluiting” via het buitencompartiment kunnen gaan terwijl de binnenste sluis op een constante diepte wordt gehouden.

Dit is vooral belangrijk bij de behandeling van mensen met DCZ daar het artsen en anderen de gelegenheid geeft de kamer in en uit te gaan zonder dat ze de hele duur van de behandeling, die meestal zes of meer uren duurt, vast zitten. Vrijwel alle grotere kamers hebben “medische sluisen” waardoor verzorgers medische zaken en voedsel kunnen doorgeven aan de mensen in de kamer. Deze zijn eenvoudig om mee te werken en ze werken door de kamerdruk gelijk te brengen met de ruimte in de sluis. De typische kamer die gebruikt wordt bij het beroepsduiken is meestal 125 of 150 cm in diameter met een totale lengte van 4,3 meter. Helder acryl kamers, zoals die in veel ziekenhuizen aangetroffen worden, zijn vaak groot genoeg voor een persoon om te kunnen liggen. Als je claustrofobisch bent, kan deze kamer een uitdaging voor je betekenen.

## Hoe kamers gebruikt worden

Bij militair en commercieel duiken worden hyperbare kamers routinematig gebruikt voor een procedure die bekend staat als “surface decompression on oxygen (oppervlakte decompressie met zuurstof) of “sur-d-

O<sub>2</sub>". Deze techniek laat de duiker een reeks decompressiestops in het water maken, daarna snel naar het oppervlak opstijgen en binnen vijf minuten de kamer binnengaan. In de kamer wordt de duiker weer op druk gebracht, meestal naar een equivalente diepte van 12 meter, waar hij gedurende 20 minuten periodes zuivere zuurstof ademt, onderbroken door vijf minuten periodes op lucht.

Oppervlaktedecompressie met gebruik van zuurstof wordt over het algemeen als veiliger beschouwd dan decomprimeren in het wateren. De diepte van de duiker kan precies in de hand gehouden worden, er is minder risico voor de duiker in de kamer dan in het water en de temperatuur in de kamer kan ook geregeld worden. Hoewel de duiker zuivere zuurstof ademt op de diepte die de maximum aanbevolen diepte voor dit gas overschrijdt ondervindt een duiker in een droge omgeving en een die volledig ontspannen is, zelden problemen. Kamers die qua leidingwerk ingericht zijn voor commercieel duiken hebben meestal een identiek set instrumenten binnen en buiten de kamer, hoewel de instrumenten erbuiten meestal de werking van de instrumenten van de duikers opheffen. De gedachte achter deze inrichting filosofie is dat in een noodgeval duikers hun eigen decompressie kunnen regelen. In de burgerwereld zijn er niet veel kamers die van binnenuit bediend kunnen worden.

Militaire en commerciële duikers kunnen ook een techniek gebruiken die bekend staat als saturatieduiken, waarbij duikers in een saturatiesysteem, onder druk, dagen achtereen wonen. Typerend voor dit systeem is dat er meerdere kamers aan elkaar gekoppeld zijn plus een duikklok die ook een hyperbare kamer is en met het systeem verbonden kan worden. Het systeem staat normaliter aan dek van een aak, schip of ander vaartuig dat boven de locatie waar de duikers op de bodem aan het werk zijn, voor anker ligt. Als het tijd is om aan het werk te gaan klimmen de duikers in de duikklok, die dan los van het systeem luchtdicht wordt vergrendeld en het systeem wordt ook afgesloten. Zodra het luik binnen in de klok gesloten is, wordt hij neergelaten tot de diepte waarop de duikers gaan werken. Als de druk in de klok gelijk is aan de druk erbuiten, kunnen de duikers het luik openen. Een duiker zwemt dan naar buiten om het werk uit te voeren, terwijl de andere duiker binnen in de klok blijft om zorg te dragen voor de slang van de duiker en om als veiligheidsduiker dienst te doen in een noodgeval. De eerste duiker werkt gewoonlijk maximaal vier uur in het water en ruilt dan van plaats met zijn klokmaatje. Het is niet ongebruikelijk dat een klok "run" 10-12 uur duurt vanaf de tijd dat de klok het dek verlaat totdat de duikers weer op het saturatiesysteem aangesloten zijn.

Het principe achter saturatieduiken is dan na 24 uur onder druk een duikers "verzadigd" raakt met ieder inert gas in het ademmengsel en dat zijn decompressie gelijk blijft of hij nu gedurende een dag, een week of een maand onder druk is geweest. Daar het meeste saturatieduiken plaats vindt op diepte onder de 50 meter is het inerte gas dat in het mengsel gebruikt wordt helium, dat niet dezelfde narcotische bijwerkingen heeft als stikstof.

Natuurlijk kunnen militaire en commerciële duikers ook DCZ krijgen en hyperbare kamers worden gebruikt om ze te behandelen, precies zoals sportduikers ook behandeld worden. Nog een groot verschil tussen civiele en commerciële en militaire duikoperaties is beschikbaarheid: veel commerciële en militaire vaartuigen hebben een kamer ter plaatse zodat de duiker snel behandeld kan worden voor ieder type duikongeval. Daar behandelen van een duikongeval een medische procedure is, zal in bijna alle gevallen een hyperbare arts de behandeling van de duiker voorschrijven. Hyperbare kamers worden ook gebruikt voor het uitvoeren van research in duikfysiologie en voor het testen van duikmaterialen. Dergelijke kamers zijn meestal extreem van afmeting. Ze kunnen heel erg groot zijn, zoals die in de U.S. Navy Ocean Simulation Facility in Panamastad of ze kunnen net groot genoeg zijn om een uitrustingsstuk, zoals een duikhelm, automaat of duikcomputer te huisvesten. Kleine, eenpersoonskamers worden ook gebruikt voor het evacueren van slachtoffers van duikongevallen vanaf afgelegen locaties naar een kliniek waar men een meer uitgebreide medische zorg kan verlenen. Meestal zijn ze klein en licht genoeg om vervoerd te kunnen worden met een helikopter of vliegtuig. Ze zijn meestal ook ontworpen om gekoppeld te worden aan een grotere kamer of ze kunnen klein genoeg zijn zodat ze in een grotere kamer geplaatst kunnen

worden; hierdoor kan een gewonde voortdurend onder druk gehouden worden.

### **De hyperbare ervaring**

Het maken van een "duik" in een hyperbare kamer lijkt heel veel op binnen in een grote duikfles zitten. Net als in je duikfles wordt de kamer warm als de druk erbinnen toeneemt en koelt hij af als de druk verminderd wordt. Als je een duik in een kamer maakt, moet je je oren klaren net zoals je moet als je onderwater duikt. Alles wat je met je mee naar binnen neemt,, zoals een horloge, moet de druk kunnen weerstaan. Als je de kans krijgt om een kamerduik te maken alleen maar voor de ervaring, en niet omdat je behandeling nodig hebt, moet je eraan denken dat als de duik lang en diep genoeg is je "deco" kan krijgen als gevolg van je duik, net zoals bij iedere duik in buitenwater.

### **Het bedienen van hyperbare kamers vereist vaardigheid en onderhoud**

Een verblijf in een hyperbare kamer is relatief veilig, maar wees je bewust van deze risico's: onjuiste bediening van de kamer, structurele tekortkomingen en vuur. Vuur heeft een ontstekingsbron nodig, iets om te kunnen branden en voldoende zuurstof om de verbranding in stand te houden. Daarom zijn kameroperateurs extreem zorgvuldig betreffende de soorten materialen die mee naar binnen mogen. Bovendien moeten alle kamerpassagiers hun schoenen uittrekken voordat ze naar binnen gaan om inlopen van brandbare olie te voorkomen. Daar kamers gebouwd zijn volgens veeleisende standaards, zijn structurele fouten zeldzaam. Maar als een kamer oud is en slecht onderhouden, of als hij beschadigd is door krachten van buitenaf, zou hij wel eens snel druk kunnen verliezen. Deze situatie kan resulteren in een explosieve decompressie, een ernstige of zelfs fatale gebeurtenis. Hoewel de meeste operateurs goed opgeleid zijn, kan zelfs de beste wel eens een fout maken. Als jij, of je buddy, op een onbekende plek recompressie nodig heeft, kijk dan naar de algehele conditie van de kliniek: is het er schoon en netjes? Lijken er zaken te zijn die aandacht nodig hebben of gerepareerd moeten worden? Als je vragen hebt, worden die dan naar tevredenheid beantwoord? Als je ook maar enige twijfel hebt over de kliniek waar je bent, bel dan DAN.

### **Kamers in perspectief**

Om een heleboel redenen zijn hyperbare kamers essentieel voor het duiken. Laten we hopen dat je er nooit een nodig zult hebben, maar het is goed te begrijpen wat ze zijn, hoe ze werken en waarom ze belangrijk zijn. DAN recompression Chamber Assistance Program (RCAP) begint het 18de jaar dienstverlening aan de recompressiekamers Via zijn lopende programma van kamerassistentie houdt DAN contact met ongeveer 30 kamers in de DAN America regio. Deze kamers kunnen om assistentie vragen onder het DAN Recompression Chamber Assistance Program (RCAP).

Het programma begint haar 18de jaar van dienstverlening aan de recompressiekamer gemeenschap.

Joel Dovenbarger, DAN America Vice President for Medical Services, zei dat door communicatie met de kamers DAN algemene behoeftes identificeert en tegemoet komt aan specifieke behoeftes van individuele kamers. "We horen direct van de kamers, helpen hen om hun prioriteiten te stellen en te ontdekken hoe DAN ze het best kan assisteren," zei Dovenbarger. Dit jaar gaat de RCAP zich focussen op opleidingsprogramma's en patiëntenmonitoren aanbrengen in de kamers die op dit moment geen kans zien om de hartslag, ademhaling en zuurstofverzadiging te bewaken tijdens het behandelen van duikers. "DAN gaat ook een assessment ter plekke uitvoeren om het kamerpersoneel te ondersteunen bij het upgraden van hun faciliteiten, of , indien nodig, het aanbrengen van verbeteringen." Via RCAP assisteert DAN kamers met beurzen voor onderhoud, reparaties en nieuw materiaal en continu educatie forums of medische congressen voor kamerpersoneel. Dit onderstreept het belang van de RCAP. RCAP kan voorzien in zaken die de kamers zich niet altijd kunnen veroorloven. DAN's Recompression Chamber Assistance Program werd in 1993 ingesteld om recompressiekamers en medische staf te ondersteunen met financiële assistentie en training. Het programma heeft getracht ervoor te zorgen dat er recompressiebehandelingen

van een goede kwaliteit beschikbaar zijn voor duikers in het gehele DAN America gebied.

**Om meer te horen over de RCAP ga naar <http://www.daneurope.org/web/guest/rcapp1>.**

### **Over de auteur**

Steve Barsky is DAN lid en voltijds werkzaam in de duikindustrie. Hij werkt als vrijwilliger bij de Catalina Hyperbaric Chamber. Zijn boeken zijn ondermeer The Simple Guide to Commercial Diving (with B. Christensen) en Underwater Digital Video Made Easy (met L.Milbrand en M. Thurlow). [www.hammerheadpress.com](http://www.hammerheadpress.com).