

# **Werken onder overdruk Duikarbeid (nat)**

Opgesteld door:  
Helger Siegert  
Joost Kam  
Richard Huisman  
Arco Verhoeven

21 april 2008

# Inhoudsopgave

<b>1.</b>	<b>Beschrijving van risicofactor</b> .....	4
1.1a	Beschrijving effecten .....	4
1.1b	Beschrijving effecten ademgas en druk .....	5
1.1c	Beschrijving overige effecten .....	7
1.2	Omvang problematiek.....	9
<b>2.</b>	<b>Relevante werksituaties</b> .....	11
2.1	Relevante branches .....	13
2.2	Relevante beroepen.....	13
<b>3.</b>	<b>Inventarisatie en evaluatie</b> .....	14
3.1	Risico-inventarisatie .....	14
3.2	Metten.....	15
3.3	Blootstellingsmeting .....	15
3.4	Effectmeting .....	15
<b>4.</b>	<b>Wetgeving</b> .....	16
4.1	Arbowet .....	16
4.2	Arbobesluit .....	16
4.3	Arboregeling .....	17
4.4	Overige nationale wetgeving.....	18
4.5	Europese wetgeving.....	18
<b>5.</b>	<b>Beleid</b> .....	19
5.1	Arboconvenanten .....	19
5.2	CAO afspraken.....	19
5.3	Brancheafspraken .....	19
5.4	Standaardisatie en normalisatie .....	20
5.5	Certificering .....	20
5.5a	Certificering duikers .....	21
5.5b	Certificering duikploegleiders .....	22
5.5c	Certificering duikmedisch begeleiders .....	23
5.5d	Certificering duikerartsen .....	23
5.5e	Certificering onderhoudsysteem .....	24
<b>6.</b>	<b>Beheersmaatregelen</b> .....	25
6.1	Arbeidshygiënische strategie .....	25
6.2	Bronmaatregelen .....	25
6.3	Organisatorische maatregelen.....	25
6.3a	Organisatorische maatregelen, voorbereiding .....	25
6.3b	Organisatorische maatregelen, duikarbeid.....	27
6.3c	Organisatorische maatregelen, calamiteiten .....	29
6.4	Technische maatregelen .....	30
6.5	Persoonlijke beschermingsmiddelen .....	31
6.6	Implementatie van beleid.....	32
<b>7.</b>	<b>Medisch onderzoek</b> .....	32
7.1	Gezondheidseffecten en beroepsziekten .....	32
7.2	Diagnostiek en behandeling.....	33
7.3	Kwetsbare groepen en aanstellingskeuring .....	34
7.4	Preventief medisch onderzoek .....	36
<b>8.</b>	<b>Werkgeversverplichtingen</b> .....	36

<b>9.</b>	<b>Werknemersverplichtingen</b> .....	36
<b>10.</b>	<b>Werknemersrechten</b> .....	36
10.1	Rechten individuele werknemer .....	36
10.2	Rechten medezeggenschapsorgaan .....	36
<b>11.</b>	<b>Praktijkverhalen</b> .....	37
<b>12.</b>	<b>Referenties</b> .....	38
<b>13.</b>	<b>Referentie auteur</b> .....	39
<b>14.</b>	<b>Peer Review</b> .....	39

# 1. Beschrijving van risicofactor

## 1.1a Beschrijving effecten

### Soorten werken onder overdruk

Wie zich wil verdiepen in de effecten van het werken onder overdruk, moet allereerst weten wanneer hier precies sprake van is. Werken onder overdruk valt in de Nederlandse Arbowetgeving in twee delen uiteen. Het eerste deel hangt samen met duiken en het tweede met het werken in caissons en andere hyperbare ruimten. Deze beide vormen van werken onder overdruk brengen uiteenlopende risico's met zich mee.

### Duikarbeid

Het eerste deel, duikarbeid, wordt in het Arbobesluit gedefinieerd als het werken in een vloeistof, of het transport in een droge duikklok, waarbij voor de ademhaling gebruik gemaakt wordt van een gas onder een hogere druk dan de atmosferische druk. Dit wil zeggen dat het ademgas een druk heeft hoger dan  $10^5$  Pa ( $10^5$  Pa is gelijk aan 1 bar). Dit dossier zal zich voornamelijk richten op deze zogenaamde natte overdruk. Op onderstaande websites kan meer algemene informatie worden gevonden over duikarbeid:

- [Het Nationaal Duikcentrum, Nederland](#)
- [OSHA website, Verenigde Staten](#)
- [HSE website, Verenigd Koninkrijk](#)
- [PSA Website, Noorwegen](#)
- [P-193, Duikarbeid](#) (P-bladen zijn niet meer geldig maar bevatten wel nuttige informatie).

### Caissonarbeid

Ook onder droge omstandigheden kan er sprake zijn van werken onder overdruk. Van een caisson is sprake als de werkplek geheel of gedeeltelijk omgeven wordt door een vloeistof. Het werken in deze ruimten staat bekend als caissonarbeid. Volgens de arbowet is er sprake van caissonarbeid als de druk in een ruimte hoger is dan  $10^4$  Pa boven de atmosferische druk. ( $10^4$  Pa is gelijk aan 0,1 bar). Ook het transport náár deze ruimten valt onder de noemer werken onder overdruk.

### Andere vormen van overdruk

Het werken óf verblijven in ruimten die niet (geheel of gedeeltelijk) zijn omgeven door een vloeistof maar waarin de druk wel hoger is dan 1,1 bar wordt ook gedefinieerd als arbeid onder overdruk. Deze vorm van arbeid onder overdruk komt bijvoorbeeld voor in compressiekamers en hyperbare behandelruimten.

### Droge overdruk

Het werken in caissons en de andere vormen van overdruk wordt samengevat als arbeid in "droge overdruk". Deze droge overdruk zal verder worden uitgewerkt in het dossier [droge overdruk](#).

## 1.1b Beschrijving effecten ademgas en druk

Het menselijk lichaam is per definitie niet geschikt voor leven of werken onder water. Het kort wegvallen van de toevoer van ademgas kan bijvoorbeeld al enorme gevolgen hebben. Naast dit voor de hand liggende effect van duikarbeid bestaat er nog een groot aantal andere effecten.

### Hypoxie

De term hypoxie wordt gebruikt om een aandoening aan te duiden waarbij er een afname is van de zuurstoftoevoer naar de orgaanweefsels. Als de partiële zuurstofdruk tijdens het werken onder overdruk te laag wordt ontstaat hypoxie. Oorzaken voor hypoxie zijn onder meer ongeschikte samenstelling van ademgassen en onjuist gebruik van materiaal (bijvoorbeeld rebreathers). Ook het verrichten van zware arbeid kan hypoxie veroorzaken. Een bijzondere oorzaak voor hypoxie is het gebruik van ademgas uit een duikcilinder die lange tijd niet is gebruikt. Door het oxidatieproces in de cilinder wordt zuurstof verbruikt waardoor het aandeel zuurstof in de cilinder afneemt. Langdurige hypoxie kan leiden tot bewusteloosheid, coma of zelfs de dood. Meer informatie over hypoxie is te vinden op [wikipedia](#).

### Anoxie

Anoxie is het geheel ontbreken van zuurstof. Door het ontbreken van zuurstof zullen orgaanweefsels niet meer kunnen functioneren en afsterven. Anoxie kan, net als hypoxie, leiden tot bewusteloosheid, coma of zelfs de dood. Oorzaken voor anoxie zijn bijvoorbeeld het verbreken van de toevoer van ademgas het, gebruik van ongeschikte gassen of aanhoudende hypoxie. Verdrinking is een bijzondere vorm van anoxie. Op [wikipedia](#) is uitvoerige informatie over anoxie te vinden.

### Hyperoxie

Ons lichaam heeft zuurstof nodig om het in stand te houden. Lucht zoals wij die dagelijks inademen bestaat voor ongeveer 21% uit zuurstof. Normaal gesproken ademen we lucht onder atmosferische condities. Als de [partiële](#) zuurstofdruk tijdens het werken onder overdruk echter hoger is dan 1,3 bar kan hyperoxie (zuurstofvergiftiging) ontstaan. Een belangrijke maat voor zuurstofvergiftiging is de Units of Pulmonary Toxicity Dose (UPTD). Deze is afhankelijk van blootstellingstijd en partiële druk. Hyperoxie kan onder andere leiden tot visuele effecten, duizelingen en stuiptrekkingen. Partiële drukken kunnen worden uitgerekend met de [wet van Dalton](#). Meer informatie over hyperoxie in relatie met arbeid onder overdruk is te vinden in [dit](#) onderzoek (2006).

### Stikstofnarcose

Verschillende gassen, waaronder stikstof, veroorzaken bij hogere [partiële drukken](#) (voor ademlucht vanaf ongeveer 30 m) narcoseachtige verschijnselen, de zogenaamde stikstofnarcose. Deze verschijnselen zijn goed te vergelijken met de effecten die optreden na het nuttigen van alcoholhoudende dranken. Met dit verschil dat wanneer de partiële druk weer afneemt de verschijnselen ook afnemen. Opgemerkt moet worden dat er sterke interpersoonlijk verschillen zijn die ook in de tijd kunnen variëren. Door de stikstofnarcose wordt het beoordelingsvermogen sterk verminderd en kunnen gemakkelijk beoordelingsfouten worden gemaakt. Meer informatie over de narcotiserende werking van inerte gassen is te vinden in [dit artikel](#).

### Decompressieverschijnselen

Bij verblijf in een vloeistof (of ruimte) met een hogere dan atmosferische druk zullen weefsels in het lichaam inerte gassen (zoals stikstof) opnemen. Dit gas is onder de dan aanwezige druk opgelost. Zolang deze druk aanwezig blijft, zal het gas in oplossing blijven. Denk maar aan een gesloten colafles: als de dop eraf gaat, komt het gas uit de oplossing en worden belletjes gevormd. In het menselijk lichaam kan bij een te snelle opstijging of het niet nakomen van decompressiestops het in de weefsels opgeloste gas eveneens ontwijken en belletjes vormen. Deze belletjes kunnen in het lichaam grote schade veroorzaken in bijvoorbeeld gewrichten, spieren en de hersenen. Dit probleem kan zich zelfs voordoen als aan alle voorwaarden en regels is voldaan (zogenaamde "onverdiende" decompressieverschijnselen). Oorzaken hiervan zijn onder andere uitdroging, lage watertemperaturen en regelmatig opstijgen en afdalen. Door de [Health and Safety Executive](#) (HSE) in Engeland is in 2004 onderzoek gedaan naar effecten van regelmatig opstijgen en afdalen.

### **Onjuiste keuze/samenstelling van ademgas**

Het wel of niet ontstaan van decompressieziekten, stikstofnarcose of zuurstofvergiftiging is mede afhankelijk van de te maken duik en het gekozen gasmengsel. Wanneer deze niet goed op elkaar zijn afgestemd kunnen een of meerdere van de boven beschreven effecten in meer of mindere mate optreden.

### **Ademgasvervuiling**

De ademgassen die bij het werken onder overdruk worden gebruikt kunnen vervuild zijn met andere gassen of vloeistoffen. Afhankelijk van het soort en omvang van de vervuiling kunnen de gevolgen buitengewoon groot zijn. Deze gevolgen kunnen variëren van hoofdpijn tot overlijden. Vervuilingen kunnen onder andere worden veroorzaakt door vervuiling van de aangezogen lucht, slecht onderhoud van apparatuur en het falen van filters en/of waarschuwingssystemen. Vervuilingen die kunnen optreden zijn bijvoorbeeld verontreiniging met olie, koolmonoxide of kooldioxide.

### **Barotrauma door overdruk**

Een barotrauma is een verwonding (trauma) die wordt veroorzaakt door druk. Doordat het volume van gassen toeneemt bij het afnemen van de druk ([wet van Boyle](#)) waarbij het toegenomen volume geen uitweg kan vinden uit het lichaam kunnen trauma's ontstaan. Door bijvoorbeeld de volumetoename van gassen in de longen bij een opstijging kunnen longblaasjes scheuren. Door deze gescheurde longblaasjes kan het gas zich in het lichaam verspreiden en daar verdere schade aanrichten. Ook bij een slecht gesaneerd gebit kan een barotrauma ontstaan. Door kleine kanalen (foutjes bij het vullen) kunnen gassen zich onder vullingen nestelen. Bij een opstijging kunnen de kanaaltjes verstopt raken waardoor het uitzettende gas niet weg kan. Door deze volumetoename kan de tand of kies bezwijken.

### **Barotrauma door onderdruk**

Een trauma door onderdruk is te vergelijken met een trauma door overdruk. Het mechanisme is min of meer gelijk. Doordat het volume niet (voldoende) afneemt (er vindt geen egalisatie van druk plaats) en de omgevingsdruk stijgt, ontstaat er een onderdruk ten opzichte van de omgevingsdruk. Deze onderdruk kan verwondingen veroorzaken. Voorbeelden hiervan zijn blauwe plekken als gevolg van het samendrukken van duikpakken en gesprongen bloedvaten in de ogen door de onderdruk in een duikmasker. Barotrauma door onderdruk wordt ook wel aangeduid met de term *squeeze*.

### **Verwonding trommelvlies**

Verwondingen aan trommelvlies kunnen ontstaan door zowel onderdruk als overdruk. In de beide varianten is er een onbalans in de druk aan de buitenzijde en de binnenzijde van het trommelvlies. Bij het afdalen ontstaat een overdruk die, als er onvoldoende wordt gecompenseerd (klaren), kan resulteren in een beschadigd trommelvlies. Bij het opstijgen vindt iets soortgelijks plaats. Door een verkoudheid kan het compenseren problemen opleveren. Door bijvoorbeeld het gebruik van een neusspray kan dit probleem grotendeels worden verholpen. Bij het opstijgen kan de buis van [Eustachius](#) (nodig bij het compenseren) echter weer verstopt zijn geraakt. In het binnenoor heerst nu een overdruk terwijl door het water in het buitenoor een onderdruk wordt gecreëerd. Ook hier kan het resultaat een beschadigd trommelvlies zijn.

### **Lange termijn effecten van duikarbeid**

Uit verschillende onderzoeken (onder andere Elliott en Moon 1983 en Bennet en Elliott 2003) zijn sterke aanwijzingen gekomen voor botafsterving (osteonecrose). Consensus uit deze onderzoeken en een conferentie in 2006 in Bergen (2006) is dat er bewijs is voor veranderingen in botten, het centrale zenuwstelsel en de longen. Deze aandoeningen zijn ook aangetoond bij duikers die niet betrokken zijn geweest bij duikongevallen.

### **Onderzoek HSE**

In een onderzoek van de HSE in 2004 is eveneens studie gedaan naar de lange termijn effecten van duikarbeid. In deze studie is een vergelijking gemaakt tussen werknemers werkzaam in de offshore-industrie en professionele duikers. Uit het onderzoek is een aantal lange termijn effecten naar voren gekomen:

- Vergeetachtigheid en concentratiestoornissen
- Gewrichtspijn en spierstijfheid
- [Gehoorschade](#)

Meer informatie over dit onderwerp is te vinden op de website van de [HSE](#).

Opgemerkt moet worden dat in het Verenigd Koninkrijk over het algemeen op grotere diepten wordt gedoken waardoor een rechtstreekse vergelijking met duikarbeid in Nederland wellicht niet mogelijk is. Door Van Hulst is in [onderzoek \(2000\)](#) bij de Koninklijke Marine geen verband gevonden tussen duikarbeid en neurologische effecten.

#### **Meer informatie**

Klik [hier](#) voor een uitgebreide beschrijving van effecten.

## **1.1c Beschrijving overige effecten**

### **Hypothermie**

Van hypothermie is sprake als de kerntemperatuur van een slachtoffer is gedaald tot onder de 35° C. Onderkoeling kan door de grote geleidbaarheid van water en de vaak grote verschillen in temperatuur tussen het lichaam en water relatief snel ontstaan. Ook het gebruik van ademgassen (zoals Heliox) kan onderkoeling veroorzaken. De gevolgen van onderkoeling kunnen bijzonder groot zijn. Bij het nog verder dalen van de kerntemperatuur kan dit leiden tot bewusteloosheid, coma of zelfs de dood. Informatie over hypothermie is te vinden op de site van de Zweedse onderzoeker [Hans Ornhagen](#).

### **Hyperthermie**

Van hyperthermie of hittestuwing is sprake wanneer het lichaam niet meer voldoende kan afkoelen tot een normale temperatuur. In de publicatie van Hans Ornhagen wordt aangegeven dat hyperthermie bij duikarbeid normaal niet te verwachten is. Wel kan dit fenomeen zich voordoen voor de duik wanneer de duiker in pak omgehangen wordt en in de duikklok. De effecten van hyperthermie kunnen variëren van hoofdpijn tot bewusteloosheid.

### **Chemische of biologische agentia**

Door contact met vervuild water kan gezondheidsschade zoals misselijkheid, braken en huidirritatie ontstaan. De vervuiling kan bestaan uit zowel chemische als biologische agentia. Blootstelling aan chemische agentia kan bijvoorbeeld plaats vinden bij het uitvoeren van werkzaamheden in havens of aan chemicaliën lekkende installaties of objecten. Blootstelling aan biologische agentia kan in principe vrijwel overal plaats vinden. Denk hierbij aan fecale verontreiniging door vogels en afvalwaterlozingen. Naar de blootstelling aan deze verontreiniging bij beroepsduikers is in 2005 onderzoek gedaan door [het RIVM](#).

### **Fysieke belasting**

Het werken onder water brengt naast de specifieke gevaren van het werken onder overdruk ook blootstelling aan fysieke belasting met zich mee. De effecten van fysieke belasting zijn beschreven in het arbokennisdossier [fysieke belasting](#).

### **Gehoorschade door sonar**

Bij duikarbeid in de nabijheid van schepen die sonarsignalen uitzenden bestaat kans op gehoorschade. In een publicatie (1981) van Diving Medical Advisory Committee (DMAC) wordt hier aandacht aan gegeven. Klik [hier](#) voor informatie van de DMAC. Opgemerkt moet worden dat het een gedateerde publicatie betreft. Naar verwachting zullen op korte termijn nieuwe studies worden gedaan.

### **Stroomdoorgang bij lassen**

Bij het uitvoeren van laswerkzaamheden onder water moet onderscheid worden gemaakt tussen zogenaamde droge en natte technieken. Bij de droge technieken wordt gebruikgemaakt van een droge kamer (habitat). Het natte lassen vindt in het water zelf plaats. Bij de laswerkzaamheden worden speciale voorzieningen (isolatie en schakelingen) getroffen. Het lassen zelf vindt plaats met behulp van gelijkstroom. Door het lassen in een natte/vochtige omgeving bestaat een reële kans op stroomdoorgang door het lichaam. In het dossier [elektrische veiligheid](#) worden de effecten van stroomdoorgang beschreven.

### **Explosiegevaar bij onderwater lassen**

Door het lassen in water kunnen als gevolg van elektrolyse waterstof en zuurstof worden gevormd. Hierbij kan een explosief mengsel ontstaan. Door de energie van de vlamboog kan dit mengsel worden ontstoken. Door de druk van de explosie en rondvliegende delen kunnen bij de duiker verwondingen ontstaan. In het dossier [explosieveiligheid](#) wordt een beschrijving gegeven van de effecten van explosies.

### **Overige effecten van onderwater lassen**

Bij het lassen wordt een vlamboog getrokken die sterke UV-straling geeft. Door deze straling kan het hoornvlies van de duiker beschadigd raken. Dit is met name het geval bij het lassen in een habitat.

Door de elektrische spanning in het water kan versnelde corrosie optreden. Door deze corrosie kunnen zowel de duikapparatuur als de gebruikte arbeidsmiddelen falen. Door het falen van apparatuur ontstaat wellicht een (paniek)situatie waarbij een of meerdere van de beschreven duikspecifieke effecten kan optreden.

### **Lange termijn effecten droge lasprocessen**

Naast het acute effecten van elektrocutie en explosie bij onderwater lassen is er ook een kans op lange termijn effecten. Het gaat hierbij specifiek om de zogenaamde droge lasprocessen in een habitat waarbij lasdampen vrijkomen die ingeademd kunnen worden en waar blootstelling aan lawaai plaats vindt. In het [onderzoek \(2005\)](#) van de HSE worden deze effecten beschreven. De belangrijkste effecten zijn: gehoorschade, klachten aan het houding- en bewegingsapparaat en cognitieve effecten.

### **Effecten van snijden onderwater**

Bij het onderwater snijden van materialen met behulp van vlamboog (en zuurstof) kunnen dezelfde effecten optreden als beschreven bij het lassen onderwater.

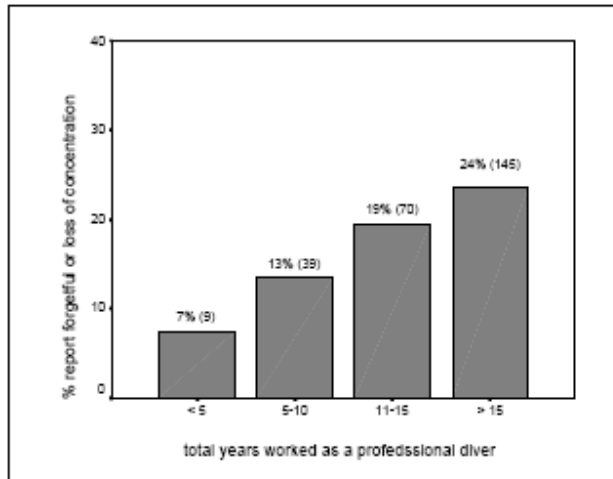
### **Overige effecten**

Naast de effecten die optreden bij situaties die specifiek zijn voor duikarbeid (zoals hierboven beschreven) kunnen uiteraard ook effecten optreden die niet direct gerelateerd zijn aan duikarbeid. Voorbeelden hiervan zijn verwondingen door hogedrukapparatuur, beknellingen, getroffen worden door vallende voorwerpen, snijden en stoten en de effecten van psychosociale arbeidsbelasting. Werkzaamheden, omstandigheden en effecten kunnen worden vergeleken met de situatie op een bouwplaats. Klik [hier](#) voor een link naar het dossier bouwproces.

## 1.2 Omvang problematiek

### Lange termijn effecten

Uit het eerder aangehaalde onderzoek van de HSE blijkt dat er sprake is van lange termijn effecten bij duikarbeid. Van de duikers die deelnamen aan het onderzoek (n=1540) gaf 18% aan last te hebben van vergeetachtigheid en verlies aan concentratie. In de vergelijkingsgroep (werknemers offshore industrie) was dit slechts 6%. In onderstaande grafiek wordt het percentage duikers met vergeetachtigheid en verlies aan concentratie afgezet tegen het aantal jaren duikervaring. Op de website van de [HSE](#) is het onderzoek te vinden.



Bron: Onderzoek HSE, ELTHI diving study (2004)

Ongeveer 30 % van de duikers heeft in ditzelfde onderzoek aangegeven last te hebben van gewrichtspijn en stijve spieren. Ruim 15 % van de duikers gaf aan last te hebben van gehoorproblemen. In een (helaas gedateerde) [publicatie \(1982\)](#) komt naar voren dat het percentage professionele duikers dat symptomen heeft van osteonecrose rond de 4,5 ligt. Recent onderzoek (2006) bij een groep Japanse duikers heeft bij 55 % van de populatie tekenen van osteonecrose aangetoond. Bij het grootste deel van de duikers was echter geen sprake van symptomen.

### Gezondheidsschade door blootstelling aan micro-organismen

Naar de blootstelling aan micro-organismen bij beroepsduikers is [onderzoek \(2005\)](#) gedaan door het RIVM. In dit onderzoek wordt geschat dat door deze blootstelling ten minste één per honderdduizend duikers per jaar het risico loopt op een infectie door wateroverdraagbare ziekteverwekkende micro-organismen. Dit is weliswaar laag, maar dit infectierisico kan in sterk fecaal verontreinigd water (zoals een rioolwaterzuivering) tientallen tot honderdtallen hoger zijn.

### Arbeidsinspectie

Door de arbeidsinspectie zijn in de periode 2000 tot en met 2007 14 ongevallen geregistreerd. Het betreft hier alle zogenaamde "meldingsplichtige ongevallen". Vijf van deze ongevallen kenden een dodelijke afloop. Deze cijfers hebben betrekking op duikarbeid bij zowel particuliere duikbedrijven als op duikers in overheidsdienst (o.a. defensie en brandweer). De gegevens duiden er op dat duikarbeid bijzonder risicovol is. Bij duikarbeid overlijden ongeveer 4,4 op de 100.000 werkenden per jaar. Gemiddeld bedraagt dit kengetal (over de periode 1996-2005) volgens gegevens van het [CBS](#) in Nederland 1,3 per 100.000 werkenden.

### Staatstoezicht op de Mijnen

Door het Staatstoezicht op de Mijnen (SodM) zijn sinds 1995 19 ongevallen geregistreerd. Bij 2 van deze ongevallen was sprake van een dodelijke afloop. Er zijn geen dubbelingen met de registratie van de arbeidsinspectie. Zie onderstaand overzicht.

Soort ongeval	Aantal
Dodelijke ongevallen	2
Duikongevallen/duikerziekten: decompressieziekten, trommelvliesperforatie e.d.	4
Ongevallen tijdens werkzaamheden: beknelde ledematen of als gevolg van gereedschap (schot uit schietthamer in de voet)	6
Ongevallen bij duiker aan boord van schip	7
<b>Totaal</b>	<b>19</b>

### Ongevalregistratie Health and Safety Executive

Uit een publicatie (2007) van de HSE blijkt dat in de periode 2005-2006 zich 3 zware ongevallen hebben voorgedaan bij duikarbeid in de offshore industrie. Helaas zijn geen gegevens bekend over de effecten van deze ongevallen. Er hebben zich in deze branche tijdens de genoemde periode geen fatale ongevallen voorgedaan. Klik [hier](#) voor de publicatie van de HSE.

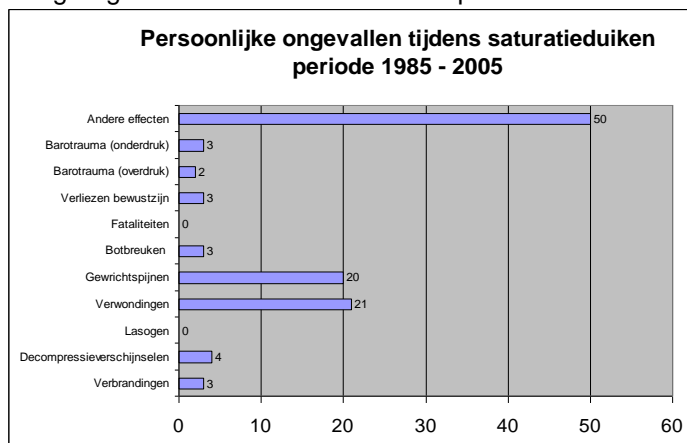
### Onderzoek naar effecten

Uit ander onderzoek (2004) van de HSE zijn wel gegevens over de omvang van effecten bekend. In dit onderzoek geeft 63 % van de respondenten aan ooit betrokken te zijn geweest bij een duikgerelateerd ongeval. Ruim 30 % gaf aan tijdens de duikcarrière decompressieverschijnselen te hebben gehad. In onderstaand overzicht treft u een uitsplitsing van de verschillende effecten aan. Klik [hier](#) voor het volledige onderzoek van de HSE.

Omschrijving	Aantal	Percentage [%]
<b>Decompressieziekten</b>		
Geen	970	68
Pijn, geen neurologische verschijnselen	319	22
Neurologische verschijnselen, geen pijn	47	3
Zowel pijn als neurologische verschijnselen	98	7
Cerebraal gasembolie (barotrauma door overdruk)	18	1
<b>Andere duikgerelateerde incidenten</b>		
Blootstelling aan verontreinigd gas	534	35
Verlies van bewustzijn onder druk	112	7
Onderwater explosie	205	13
Verbrandingen	288	19

### Ongevalregistratie Noorwegen

Uit gegevens van de [Petroleum Safety Authority Norway \(2005\)](#) blijkt dat er zich in de periode 2004 - 2005 geen fatale ongevallen hebben voorgedaan. In onderstaand overzicht vindt u de effecten van alle geregistreerde incidenten over de periode 1985 – 2005 bij [saturatieduiken](#).



Bron: Petroleum Safety Authority Norway (2005)

### **Sportduikers**

Door verschillende organisaties in de wereld worden duik- en duikgerelateerde incidenten, waarbij sportduikers betrokken zijn, geregistreerd. In Nederland vindt deze registratie plaats in de Duikongevallenstatistiek en analyse (DOSA). De DOSA is een samenwerkingsverband van verschillende duiksportorganisaties. Uit deze Nederlandse statistiek blijkt dat het percentage decompressieongevallen, afgezet tegen het totale aantal meldingen van duikongevallen en incidenten, ongewoon fors te zijn toegenomen. Het aantal incidenten als gevolg van materiaalfalen of het verlies van uitrustingsstukken geeft de afgelopen 5 jaar een dalende trend te zien.

- [Ongevalstatistiek Nederland \(DOSA\)](#)
- [Ongevalstatistiek Verenigd Koninkrijk \(BSAC\)](#)
- [Ongevalstatistiek Internationaal \(DAN\)](#)

## **2. Relevante werksituaties**

Alle situaties waarbij duikarbeid wordt verricht zijn relevant voor dit dossier. Wel kan onderscheid worden gemaakt in een aantal verschillende vormen van duiken.

### **SCUBA**

Het acroniem SCUBA staat voor Self Contained Underwater Breathing Apparatus. Bij deze vorm van duikarbeid “draagt” de duiker zijn eigen ademgasvoorziening. Dit wil zeggen dat de duiker een cilinder met ademgas (over het algemeen lucht) op de rug draagt. De duiker is voor zijn ademgas onafhankelijk van de oppervlakte. Deze vorm van duiken komt veel voor bij sportduikers, hulpverlening door de brandweer, defensie, in aquaria en bij opsporing.

### **Rebreatherduiken**

Rebreatherduiken is een bijzondere vorm van SCUBA-duiken. Bij deze vorm van duiken wordt het ademgas hergebruikt. Het uitgeademde ademgas wordt door filters (scrubbers) geleid om vervuiling zoals CO<sub>2</sub> te verwijderen en aangevuld met vers ademgas. Het ademgas kan bijvoorbeeld bestaan uit zuivere zuurstof, nitrox of heliox. Er bestaan bij rebreatherduiken grofweg drie systemen:

- Gesloten systemen
- Gesloten systeem met 100 % zuurstof
- Half gesloten systemen (een deel van de ademgassen wordt afgevoerd)

Met een gesloten systeem op basis van 100 % zuurstof kan slechts op een beperkte diepte worden gedoken in verband met zuurstofvergiftiging. Rebreatherduiken wordt met name gebruikt door defensie, politie en sportduikers. Klik [hier](#) voor meer informatie.

### **Duiken met oppervlakteademgas-voorziening**

In tegenstelling tot het SCUBA-duiken is de duiker bij deze vorm wel afhankelijk van een ademgasvoorziening vanaf de oppervlakte. Door middel van een zogenaamde umbilical (navelstreng) is de duiker verbonden met de oppervlakte. De navelstreng bevat naast de slang voor het ademgas vaak ook voorzieningen voor communicatie. Deze vorm van duiken wordt toegepast bij zowel offshore duiken als bij inshore duiken. Deze wijze van duiken is ook bekend als Surface Supplied Equipment (SSE).

### **Inwaterdecompressie duiken**

Bij het inwaterdecompressieduiken maakt de duiker een duik waarbij het lichaam zoveel inert gas heeft opgenomen dat een decompressiestop noodzakelijk is. Tijdens deze stop krijgt het opgeloste gas de tijd om zonder schade aan te richten het lichaam te verlaten. De decompressiestops worden bij deze vorm van duiken aan het einde van iedere duik (in het water) volbracht. Om stoptijden in te korten wordt in sommige gevallen gebruik gemaakt van ademgassen met een zuurstofpercentage hoger dan 21%.

### **Oppervlakte decompressie duiken**

Bij het oppervlakte decompressie duiken worden de stops, zoals boven beschreven, niet in het water volbracht maar in een compressiekamer. De duiker wordt na beëindiging van de duik in de kamer

direct op druk gebracht. De druk in de kamer is onder andere afhankelijk van duikdiepte, duikduur en het gebruikte ademgas. Door de druk in de kamer gecontroleerd af te laten nemen kunnen de opgeloste gassen op een veilige wijze het lichaam verlaten. Om stoptijden in te korten wordt in de compressiekamer gebruik gemaakt van medicinale zuurstof met een zuurstofpercentage tot 100%.

### **Natte duikklok**

De natte duikklok (wetbell) is een open duikklok, waarbij alleen de bovenzijde een luchtbel bevat. De duiker staat met borst en hoofd in de luchtbel. Via een opening kan hij de klok verlaten. De wetbell kan door middel van een hijsinstallatie worden neergelaten in het water en worden opgehaald. Via de hoofd umbilical wordt lucht en het ademgas voor de duiker(s) aan de wetbell toegevoerd. Via deze umbilical lopen tevens de stroom, communicatie, en andere voorzieningen. Daarnaast is de wetbell voorzien van een eigen reserve voorraad ademgas(cilinders). Duiken vanuit de wetbell geschiedt door een duiker, die met een umbilical aan de klok is verbonden. Door deze umbilical loopt de ademgasvoorziening en de communicatielijn. Een tweede duiker (de bellman) blijft stand-by in de duikklok.

### **Droge duikklok**

De droge duikklok is een geheel gesloten duikklok. De klok wordt hoofdzakelijk gebruikt op grotere diepten in combinatie met één of meer aankoppelbare decompressiekamers. Ook wordt de klok gebruikt voor het vervoer van duikers naar een habitat. Om op de werkplek in het water te komen verlaat de duiker de klok door het openen van een bodemluik. Doordat de druk in de klok gelijk is aan de omgevingsdruk loopt er geen water in de klok. Voordeel van de droge duikklok is dat de duiker onder de omgevingsdruk van de werkplek kan worden vervoerd en onder diezelfde druk kan overstappen naar de compressiekamer. In de compressiekamer kan de duiker onder relatief comfortabele omstandigheden decomprimeren. Ook kan hij langere tijd op de omgevingsdruk van de werkplek blijven (saturatieduiken).

### **Saturatieduiken**

Het saturatieduiken is een bijzondere vorm van decompressieduiken. In tegenstelling tot het oppervlakte decompressie duiken wordt de decompressie niet aan het einde van de duik volbracht maar pas na een langere periode (maximaal 28 dagen). Gedurende deze periode wordt de duiker in een compressiekamer "op druk" gehouden. Door de druk in de decompressie wordt voorkomen dat het in het lichaam opgeloste gas belletjes kan vormen. Na de periode van duiken vindt de decompressie, die lang kan duren, plaats. Klik [hier](#) voor meer informatie over saturatieduiken.

### **Ademgas anders dan lucht**

Vaak wordt gebruik gemaakt van lucht als het primaire ademgas. Bij het duiken naar grotere diepten levert het duiken met lucht echter problemen op. Door de toename in druk door de waterkolom nemen ook de partiële drukken in het ingeademde gas toe. Hierdoor kunnen o.a. zuurstofvergiftiging en stikstofnarcose ontstaan. Ook wordt op grotere diepten veel stikstof in het lichaam opgelost waardoor de kans op decompressieverschijnselen toeneemt. Door gebruik te maken van alternatieven voor lucht zoals [nitrox](#), [heliox](#) en [trimix](#) kunnen deze effecten voorkomen of in ieder geval beperkt worden.

## 2.1 Relevante branches

Duikarbeid wordt in Nederland verricht door een beperkte groep mensen. Schattingen van het Nationaal DuikCentrum ([ndc.nl](http://ndc.nl)) en de arbeidsinspectie geven aan dat er rond de 2300 werkenden in de gehele sector zijn. Deze sector kan worden onderverdeeld in verschillende segmenten.

### Commerciële bedrijven

Voor circa 50 verschillende ondernemingen in Nederland zijn bij benadering 500 professionele duikers werkzaam. Hiervan zijn er ongeveer 300 werkzaam in de inshore en 200 in de offshore. Naar schatting is 30 % van deze duikers in dienst bij een onderneming en is 70 % werkzaam als zelfstandige zonder personeel (ZZP). Deze professionele duikers verrichten onder andere de volgende werkzaamheden:

- Constructie, onderhoud en inspectiewerkzaamheden aan boor- en productieplatforms (offshore)
- Constructie, onderhoud en inspectiewerkzaamheden aan bruggen, sluisen, waterzuiveringen en in bouwputten (inshore)
- Berging van (scheeps)wrakken (zowel in- als offshore)
- Inspecties, onderhoud, reparaties en reinigingswerkzaamheden aan schepen

Opgemerkt moet worden dat vooral het offshore duiken bijzonder internationaal georiënteerd is en dat afhankelijk van de vraag buitenlandse duikers actief kunnen zijn.

### Publieke sector

In de publieke sector (overheid) voeren naar schatting ruim 550 medewerkers duikwerkzaamheden uit. Deze duikers verrichten voor de verschillende instanties uiteenlopende werkzaamheden:

- Defensie: diverse duikactiviteiten voor militaire doeleinden en het bergen van explosieven
- Politie: opsporing en observaties
- Douane: opsporing en toezicht

Daarnaast zijn er ongeveer 150 wetenschappelijke medewerkers en studenten van universiteiten en rijksonderzoeksinstituten die in het kader van archeologisch- en marine biologisch onderzoek incidenteel duikarbeid verrichten.

### Brandweer

Hoewel de brandweer thuishoort onder de noemer publieke sector wordt zij apart genoemd. De brandweer kent verreweg de meeste duikers. Bij de brandweer verrichten circa 1200, vooral vrijwillige, brandweerlieden duikwerkzaamheden. Op dit moment hebben, naar schatting van de arbeidsinspectie ongeveer 70 korpsen een duikteam. Voor de meeste duikers in de eerdergenoemde sectoren is het duiken een primaire taak. Bij de brandweer is duiken over het algemeen een neventaak die vaak onder hoge tijdsdruk moet worden uitgevoerd. De belangrijkste taak van brandweerdikers is het redden van mensen en dieren in nood. Zie voor meer informatie over duikarbeid bij de brandweer de site van het [Nibra](#).

### Overige segmenten

Naast deze grotere groepen werknemers die werkzaam zijn in de branche is er nog een aantal kleinere groepen te onderscheiden:

- Dierentuinen: reinigen en onderhoud in aquaria
- Zwembaden of bassins: reparatie en onderhoud
- Duiksport scholen: duikinstructie aan sportduikers
- Trainingscentra: assistentie bij oefeningen

## 2.2 Relevante beroepen

In paragraaf 2.1, Relevante branches, is een onderverdeling gemaakt naar de verschillende segmenten van de sector. Bij ieder van deze segmenten zijn voorbeelden gegeven van werkzaamheden. Deze beschrijvingen geven inzicht in de variëteit van beroepen waarbij duikarbeid voor kan komen.

## 3. Inventarisatie en evaluatie

### 3.1 Risico-inventarisatie

De arbowet (zie paragraaf 4.1) verplicht de werkgever tot het in kaart brengen van de risico's die de arbeid voor de werknemers met zich mee brengt. Om deze risico's in kaart te brengen bestaan verschillende uitgangspunten en hulpmiddelen.

#### RI&E en de ZZP-er

Bij de beschrijving van de branche is aangegeven dat een belangrijk deel van de werkenden in het commerciële segment werkzaam is als ZZP-er. Bij het uitvoeren van risico-inventarisatie en – evaluaties (RI&E) moet de ZZP-er door de inlenende partij als een gewone werknemer worden gezien. Er is immers sprake van een gezagsrelatie tussen de ZZP-er en de inlenende partij. In een [artikel](#) van het Staatstoezicht op de Mijnen wordt deze relatie uitgewerkt.

#### Branchebrochure arbeidsinspectie

Door de arbeidsinspectie is ter voorbereiding op een inspectieproject gericht op duikarbeid een branchebrochure opgesteld. Deze brochure identificeert 3 groepen van belangrijke risico's bij duikarbeid:

- Werken onder overdruk
- Inrichting duiklocaties
- Veiligheid arbeidsmiddelen

Daarnaast spelen ook nog andere risico's zoals blootstelling aan gevaarlijke stoffen en biologische agentia in verontreinigd water, fysieke belasting en arbeids- en rusttijden. Op de website van de arbeidsinspectie kunt u de [branchebrochure](#) vinden.

#### Ongevalanalyses arbeidsinspectie

De bij omvang effecten aangegeven ongevallen zijn met behulp van de storybuilder methodiek geanalyseerd. Bij de analyses zijn twee soorten van ongevallen onderscheiden:

- Gevaarlijke ademlucht
- Te snelle (de)compressie

Klik [hier](#) voor de verschillende analyses, directe- en achterliggende oorzaken.

#### Brandweer

In het onderzoek van de arbeidsinspectie (2007) wordt aangegeven dat er te veel tekortkomingen zijn in het inventariseren van de risico's en het nemen van veiligheidsmaatregelen bij duikarbeid. Klik [hier](#) voor het volledige rapport van de arbeidsinspectie. Voor de brandweer is door de Nederlandse Vereniging voor Brandweezorg en Rampenbestrijding (NVBR) een systematiek ontwikkeld voor het uitvoeren van de zogenaamde "warme RI&E". Deze methodiek richt zich vooral op de repressieve taken van de brandweer. Deze methode is een goed hulpmiddel voor brandweerkorpsen voor het in kaart brengen van de risico's rondom duikarbeid. Op de [website](#) van de NVBR is meer informatie te vinden over dit onderwerp. Daarnaast kunnen vragen over de veiligheidsmaatregelen en de risico's gesteld worden aan het Landelijk Platform Bestrijding Waterongevallen door de Brandweer. Dit platform is te bereiken via 026 - 3515051. Of klik [hier](#) voor meer informatie.

#### RI&E Koninklijke Marine

Door de Koninklijke Marine (KM) is in 2005 een RI&E op de verschillende duikprocessen uitgevoerd. Uit de RI&E is een uitvoerige lijst met risico's naar voren gekomen. Deze lijst bestaat uit de volgende hoofdgroepen:

- Algemeen (waaronder ademgas en persoonlijke factoren)
- Arbeid
- Omgevingsfactoren
- Medisch
- Specifieke werkzaamheden

De meest recente RI&E is te verkrijgen bij het kenniscentrum van de Defensie Duikschool (DDS) (02236-54643).

### **Richtlijn NAVO**

Een goede leidraad voor het in kaart brengen van risico's bij duikarbeid is een document van de NAVO. Hoewel het document een militaire oriëntatie kent is het goed bruikbaar als hulpmiddel bij het uitvoeren van een RI&E. Het document kent een opsplitsing in:

- Analyse van de opdracht
- Identificatie van potentiële gevaren
- Selectie van equipment, personeel en noodprocedures
- Vastleggen en uitvoeren van duikprocedures

Ook deze richtlijn is te verkrijgen via het kenniscentrum van de DDS. Vanaf pagina 2-9 start de checklist.

### **FTA en FMECA**

Een andere benadering voor het onderzoeken van risico's is het uitvoeren van Fault Tree Analysis (FTA) en Failure Mode and Effects Criticality Analysis (FMECA). Beide methodieken zijn door de HSE gebruikt voor het uitvoeren van inventarisaties bij SCUBA-duiken. In een [onderzoek \(2006\)](#) worden de methodieken en uitkomsten beschreven.

## **3.2 Meten**

Deze paragraaf is niet van toepassing op het dossier Werken onder overdruk, duikarbeid

## **3.3 Blootstellingsmeting**

Zoals aangegeven bij de beschrijving van effecten zie paragraaf 3.4 kunnen tijdens of na duikarbeid stikstofbelletjes in de bloedbaan ontstaan. Met behulp van ultrasone metingen kan vastgesteld worden in welke mate dit het geval is. Voor het uitvoeren van deze metingen bestaan verschillende methoden:

- Dopplermetingen met slechts geluidssignalen
- Ultrasone scantechnieken
- Dopplermetingen ondersteund door beelden

Uit onderzoek blijkt dat de genoemde methoden alle bruikbaar zijn en bij metingen in rust vergelijkbare resultaten geven. Bij andere soorten metingen ontstaan onderlinge verschillen. Klik [hier](#) voor het volledige onderzoek.

## **3.4 Effectmeting**

Effecten van duikarbeid kunnen gemeten worden met onder andere de volgende instrumenten: Vragenlijstonderzoek, psychologisch onderzoek, medisch onderzoek en zelf post-mortum onderzoek worden hier voor gebruikt. In dit [artikel](#) worden een aantal mogelijkheden besproken.

### **Vragenlijstonderzoek**

Door het vergelijken van groepen respondenten kunnen verschillen opgespoord worden. Vragenlijsten kunnen bijvoorbeeld bestaan uit vragen over: beroepsmatige achtergrond, algemene gezondheid, klachten, gediagnosticeerde medische aandoeningen en kwaliteit van leven in relatie tot gezondheid. Vervolgens kan onderzocht worden of deze verschillen terug te voeren zijn op het uitvoeren van duikarbeid. In een [onderzoek \(2004\)](#) van de HSE naar de langetermijneffecten van duikarbeid wordt deze methodiek beschreven.

### **Neurologisch en psychologisch onderzoek**

Door middel van neurologisch en psychologisch onderzoek kan onderzocht worden in hoeverre sprake is van neurologische effecten. Voor deze onderzoeken bestaan verschillende standaardmethodieken. In een publicatie (2000) van een onderzoek naar neurologische afwijkingen bij duikers van de Koninklijke Marine wordt een opsomming gegeven van verschillende methodieken. In dit onderzoek is overigens vastgesteld dat de groep duikers niet afweek van de controlegroep. Klik [hier](#) voor het volledige onderzoek.

### **Medisch onderzoek**

In een medisch onderzoek kan gezocht worden naar de medische effecten van duikarbeid. Belangrijke aspecten hierbij zijn:

- Afwijkingen aan de longen;
- Afwijkingen aan de botten (osteonecrose);
- Gewrichtspijnen en spierstijfheid.

Klik [hier](#) voor een richtlijn (2007) van de HSE met betrekking tot de keuring en beoordeling van duikers. [Hier](#) kunt u de richtlijnen voor medische geschiktheid van de European Diving Technology Committee (EDTC) vinden.

### **Post-mortum**

Door het uitvoeren van post-mortum onderzoek bij duikers kunnen eventuele afwijkingen vastgesteld worden. Deze onderzoeken richten zich met name op afwijkingen in de hersenen en het ruggemerg.

### **Audiometrisch onderzoek**

Zie voor een beschrijving van audiometrisch onderzoek het dossier [schadelijk geluid](#).

## **4. Wetgeving**

### **4.1 Arbowet**

De Arbowet zelf bevat geen artikelen die specifiek handelen over overdruk of duikarbeid. Wel bevat de wet algemene artikelen gericht op veiligheid, gezondheid en welzijn. Belangrijke artikelen in de context van duikarbeid zijn onder andere:

- Uitbreiding Toepassingsgebied: artikel 2 lid a t/m c
- Arbobeleid: artikel 3
- Inventarisatie en evaluatie van risico's: artikel 5
- Voorlichting en onderricht: artikel 8
- Melden van ongevallen en beroepsziekten: artikel 9
- Verschillende werkgevers: artikel 19
- Certificatie: artikel 20

Klik [hier](#) voor de volledige tekst van de Arbowet.

### **4.2 Arbobesluit**

In het arbobesluit zijn wel specifieke bepalingen opgenomen met betrekking tot overdruk en duikarbeid. In hoofdstuk 6 (fysische factoren), afdeling 5 (werken onder overdruk) zijn deze bepalingen te vinden. Belangrijke bepalingen met betrekking tot duikarbeid zijn:

- Definities en toepasselijkheid: artikel 6.13
- Geschiktheid: artikel 6.14
- Arbeidsgezondheidskundig onderzoek: artikel 6.14a
- Veiligheidsmaatregelen: artikel 6.15
- Certificering onderhoudssystemen duik- en caissonmaterieel: artikel 6.15a
- Duikarbeid: artikel 6.16
- Melding duikarbeid: artikel 6.17
- Compressiekamer duikarbeid: artikel 6.18
- Duikarbeid leerlingen en studenten artikel 6.31

De volledige tekst van het arbobesluit kan je vinden door [hier](#) te klikken.

### **Melden duikarbeid**

Volgens het arbobesluit moet duikarbeid in onderstaande gevallen gemeld worden bij de arbeidsinspectie of het Staatstoezicht op de Mijnen bij:

- duiken op een diepte groter dan 9 meter
- duiken bij een stroomsnelheid groter dan 0,5 meter per seconde
- duiken met voorgenomen decompressie
- duiken met een ademgas anders dan lucht

- duiken over een periode langer dan een week
- duiken ten behoeve van de ondergrondse winningindustrie of de winningindustrie die delfstoffen wint met behulp van boringen (deze melding dient vergezeld te gaan met informatie over veiligheid- en gezondheidsrisico's van de duiklocatie)

Voor de winningindustrie is het Staatstoezicht op de Mijnen (SodM) aangewezen als toezichthouder, voor de overige sectoren is de Arbeidsinspectie (AI) aangewezen als toezichthouder.

### Hoe melden

Ten minste vijf werkdagen voor aanvang moet de melding schriftelijk aan de aangewezen toezichthouder worden gedaan. De melding van duikarbeid ten behoeve van de ondergrondse winningindustrie of de winningindustrie die delfstoffen wint met behulp van boringen moet vergezeld gaan met informatie over de veiligheid- en gezondheidsrisico's van de duiklocatie.

Wanneer door onvoorziene spoedeisende omstandigheden niet tijdig gemeld kan worden moet deze zo spoedig mogelijk worden gemeld. Voorbeelden hiervan zijn, het repressieve optreden van brandweerduikers en inzet bij calamiteiten. Klik [hier](#) voor een meldingsformulier.

### Arbobesluit en ZZP-ers

In het arbobesluit wordt in artikel 9.5 aangegeven wat de verplichtingen zijn voor zelfstandigen en meewerkende werkgevers. In dit artikel wordt aangegeven dat vrijwel alle bepalingen van het arbobesluit met betrekking tot duikarbeid van toepassing zijn. Het gaat hierbij om de volgende artikelen: 6.14a, 6.15a, 6.16, 6.17 en 6.18.

### Arbobesluit en vrijwilligers

Duikinstructeurs die op vrijwillige basis werkzaamheden verrichten bij een duikvereniging of duikschool hebben ook te maken met bepalingen uit het arbobesluit. In artikel 9.5a wordt aangegeven wat de verplichtingen zijn van degene waarbij vrijwilligers werkzaam zijn (de duikscholen en verenigingen). Aangegeven wordt dat een aantal van de bepalingen met betrekking tot duikarbeid van toepassing is. Het gaat om de volgende artikelen: 6.13, 6.14, 6.14a, 6.14b, 6.15, 6.15a, 6.16, 6.17. Opgemerkt moet worden dat in artikel 6.13 lid 3 een uitzondering voor sportduiken wordt gemaakt:

*Op duikarbeid met Self-Contained Underwater Breathing Apparatus (SCUBA), bestaande uit de instructie van sportduikers tot een duikdiepte van maximaal 50 meter, met een decompressietijd van ten hoogste 20 minuten en met een partiële zuurstofdruk in het ademgas van maximaal 1,4.10<sup>5</sup> PA, zijn uitsluitend de artikelen 6.14 en 6.15, eerste lid, onder a en b en d, van toepassing.*

## 4.3 Arboregeling

Ook in de arboregeling zijn artikelen te vinden die betrekking hebben op duikarbeid. De regeling geeft een nadere invulling aan de artikelen uit het arbobesluit. Onderstaande artikelen hebben betrekking op duikerartsen, duikers, duikploegleiders en duikmedisch begeleiders.

- Certificatie: artikel 6.1
- Opleidingen: artikel 6.5
- Eindtermen opleidingen: artikel 6.6
- Inhoud arbeidsgezondheidskundig onderzoek: artikel 6.7
- Vrijstelling: artikel 6.8

Klik [hier](#) voor de volledige tekst van de arboregeling.

## 4.4 Overige nationale wetgeving

### Beleidsregels

Voor duikarbeid zijn verschillende bepalingen uit het arbobesluit uitgewerkt in beleidsregels. Hoewel deze beleidsregels geen onderdeel uitmaken van het stelsel van wetten rondom arbeidsomstandigheden scheppen ze wel een duidelijk kader. In beleidsregel 6.15 worden de volgende aspecten met betrekking tot duikarbeid verder uitgewerkt:

- Eisen aan werkinstructies
- Ter beschikking te stellen materieel
- Ter beschikking stellen van ademgas
- Duikmedische begeleiding
- Eerste-hulp uitrusting
- Omstandigheden met een voorzienbare kans op moeilijkheden
- Voorzieningen van compressiekamers
- Sportduiken

Klik [hier](#) voor de volledige tekst van de beleidsregels.

### Warenwet

Bij duikarbeid wordt veel gebruik gemaakt van drukapparatuur. Deze apparatuur, instanties en mensen die hier werkzaamheden met of aan uitvoeren moeten aan verschillende eisen voldoen. In het [warenwetbesluit](#) drukapparatuur worden deze eisen weergegeven.

### Arbeidstijdenwetgeving

De ATW geeft regels betreffende de maximale werktijden en minimale rustperiodes. De ATW kent echter uitzonderingen voor defensie, brandweer, toezichthoudende en (bijzondere) opsporingsdiensten. Voor duikers die werkzaam zijn in de mijnbouw gelden naast de normale regels uit de arbeidstijdenwet en het –besluit aanvullende regels. Klik [hier](#) voor informatie over deze regels. (In dit document zoeken op duikers.) Klik [hier](#) voor specifieke informatie van Staatstoezicht op de Mijnen.

### Nationale kop

In een brief van de staatssecretaris van SZW aan de SER van oktober 2004 wordt aangegeven dat Nederland met betrekking tot werken onder overdruk een nationale kop kent. In de brief wordt verder aangegeven dat wanneer de beroepsgroep er in slaagt onderling sluitende afspraken te maken over het werken onder overdruk overwogen wordt detailvoorschriften te schrappen. Klik [hier](#) voor de brief van de staatssecretaris. Uit een inventarisatie van het Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid blijkt dat vrijwel de gehele wetgeving rondom duikarbeid tot de nationale kop gerekend kan worden.

## 4.5 Europese wetgeving

### Europese Richtlijn

In de EG Richtlijn 92/57 wordt het werken met een duikuitrusting en/of onder overdruk genoemd als een specifieke activiteit waarvoor de richtlijn van toepassing is. Het gaat in deze richtlijn om veiligheid en gezondheid voor tijdelijke en mobiele bouwplaatsen. In het Arbobesluit wordt verwezen naar deze richtlijn. Voor werkzaamheden met een duikuitrusting en/of onder overdruk dient volgens artikel 2.28 van het Arbobesluit een veiligheid- en gezondheidsplan opgesteld te worden.

Klik [hier](#) voor de tekst van de Europese richtlijn.

Klik [hier](#) voor de tekst van het arbobesluit.

### Internationale regelgeving

- [Diving at work Regulations, UK](#)
- [U-100, Noorwegen](#)
- [Harmonised Diving Standards of Europe](#)
- [IMCA International Code of Practice](#)

## 5. Beleid

### 5.1 Arboconvenanten

Er zijn in het verleden geen arboconvenanten afgesloten met betrekking tot het werken onder overdruk.

### 5.2 CAO afspraken

Namens de Nederlandse Associatie van DuikOndernemingen (NADO) en CNV Bedrijvenbond is in 1998 een CAO afgesloten. Deze CAO is door het ministerie van SZW algemeen bindend verklaard. Deze CAO is echter niet meer van kracht. Op dit moment is er geen Collectieve Arbeidsovereenkomst binnen de duikbranche.

Klik [hier](#) voor de tekst van de (niet meer geldige) CAO.

### 5.3 Brancheafspraken

#### Organisaties

In de duikbranche zijn verschillende organisaties actief. Onderstaand een overzicht van de belangrijkste Nederlandse organisaties.

#### Nationaal Duikcentrum

Bij het Nationaal DuikCentrum (NDC) zijn vrijwel alle organisaties die activiteiten ontplooiën in de branche aangesloten. Het NDC initieert en coördineert veel initiatieven. Klik [hier](#) voor de website van het NDC. Op deze site kunt u

#### Nederlandse Associatie van Duikondernemingen

Bij de Nederlandse Associatie van Duikondernemingen is een groot aantal ondernemingen waar beroepsmatig wordt gedoken aangesloten. Klik [hier](#) voor de website van de NADO.

#### Nederlandse Vereniging van Beroepsduikers

De Nederlandse Vereniging van Beroepsduikers (NVB) is een organisatie waarbij met name ZZP-ers zijn aangesloten. Klik [hier](#) voor de website van de NVB.

#### Nederlandse Vereniging voor Brandweezorg en Rampenbestrijding

Voor de bestrijding van waterongevallen door de brandweer is een richtlijn opgesteld. Klik [hier](#) om de leidraad en de model werkinstructie duiken te downloaden.

#### Arbocatalogus

Op dit moment loopt een initiatief voor het ontwikkelen van een arbocatalogus voor de branche. Aan dit initiatief nemen onder andere het Nationaal Duikcentrum, de NADO, de Nederlandse Vereniging van Beroepsduikers, de brandweer, defensie, de vakbonden CNV Bedrijvenbond en Nautilus (vakbond voor zeevarenden) en een afvaardiging van sportduikers in Nederland deel.

## 5.4 Standaardisatie en normalisatie

Binnen de duikbranche is sprake van een grote mate van standaardisatie en normalisatie. Er bestaat dan ook een grote verscheidenheid aan nationale en internationale standaarden en normen. Onderstaand een overzicht van instanties die normen of standaarden opstellen, uitgeven of beheren:

- [Nederlands Normalisatie Instituut](#)
- [Deutsches Institut für Normierung](#)
- [European Diving Technology Committee](#)
- [The Diving Medical Advisory Committee](#)
- [International Marine Contractors Association](#)
- [Publications on offshore Diving](#)

### Sportduiken

In verschillende normen worden eisen gesteld aan de opleiding van sportduikers, instructeurs en voor aanbieders van recreatieve scubauitrusting. Het gaat om onderstaande serie normen:

- NEN-EN 14153-1 Dienstverlening voor recreatief duiken - Minimum veiligheidseisen voor het opleiden van recreatieve scubaduikers - Deel 1: Niveau 1 - Begeleid duiker
- NEN-EN 14153-2 Dienstverlening voor recreatief duiken - Minimum veiligheidseisen voor het opleiden van recreatieve duikers - Deel 2: Niveau 2 - Zelfstandige duiker
- NEN-EN 14153-3 Dienstverlening voor recreatief duiken - Minimum veiligheidseisen voor het opleiden van recreatieve duikers - Deel 3: Niveau 3 - Leidend duiker
- NEN-EN 14413-1 Dienstverlening voor recreatief duiken - Minimum veiligheidseisen voor het opleiden van scuba-opleiders - Deel 1: Niveau 1
- NEN-EN 14413-2 Dienstverlening voor recreatief duiken - Minimum veiligheidseisen voor het opleiden van scuba-opleiders - Deel 2: Niveau 2
- NEN-EN 24803 Dienstverlening voor recreatief duiken - Eisen voor aanbieders van recreatieve scubaduitrusting

Bij het [Nederlands Normalisatie Instituut](#) zijn deze normen te koop. Van sommige van deze normen is ook de NEN-ISO uitvoering beschikbaar.

## 5.5 Certificering

In Nederland is in de [arboregeling](#) wettelijk vastgelegd aan welke eisen duikers, duikploegleiders, duikmedisch begeleiders en duikerartsen moeten voldoen. Hierbij is sprake van certificatie van personen. Ook is vastgelegd aan welke eisen het onderhoudssysteem voor duikmaterieel moet voldoen. Hierbij is sprake van systeemcertificatie. Onderstaand wordt aangegeven op welke wijze de certificering rondom duikarbeid is georganiseerd.

### Inrichting certificatie

Het systeem voor certificering is zo ingericht dat het Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid (SZW) verantwoordelijk is voor het beleid rond wettelijk verplichte certificering. Door het ministerie worden vervolgens certificerende en keurende instanties (CKI's) aangewezen. Deze zijn verantwoordelijk voor het verzorgen van het wettelijk verplichte certificatietraject. De Inspectie Werk en Inkomen (IWI) is op haar beurt verantwoordelijk voor het (ministeriële) toezicht op de werking van het stelsel. Op verzoek van SZW voert de Raad voor Accreditatie (RvA) controles uit bij de CKI's. Deze controles zijn er op gericht na te gaan of de betrokken CKI's nog aan de gestelde eisen voldoen. Een Centraal College van Deskundigen (CCvD) is verantwoordelijk voor het ontwikkelen en beheren van certificatieregelingen in overeenstemming met de wettelijke bepalingen zoals beschreven in het arbobesluit en arboregelingen.

### Certificerende instellingen

Het Nationaal Duikcentrum (NDC) is door de minister van Sociale Zaken en Werkgelegenheid aangewezen als certificerende instantie voor het beroepsmatig werken onder overdruk.

De Defensie DuikSchool (DDS) (voorheen duik- en demonteerschool) is door de minister van Sociale Zaken en Werkgelegenheid eveneens aangewezen als certificerende instantie voor beroepsmatig

werken onder overdruk. Ook is de DDS door de minister van Defensie aangewezen als certificerende instantie voor het werken onder overdruk bij defensie.

Het Opleidings- en Trainingscentrum Genie (OTCGenie) is door de minister van Defensie eveneens aangewezen als certificerende instantie voor het werken onder overdruk bij defensie.

Het Nederlands Bureau voor Brandweerexamens (Nbbe), is door de minister van Binnenlandse Zaken aangewezen als certificerende instelling voor duikarbeid door brandweerpersoneel. De opleidingseisen voor duikinstructeurs, brandweerduikers en duikploegleiders zijn op te vragen via het nederlands instituut fysieke veiligheid: [www.nifv.nl](http://www.nifv.nl).

### Rapportage Inspectie Werk en Inkomen

Eind 2007 is een rapportage verschenen van de Inspectie Werk en Inkomen (IWI). In deze rapportage wordt een oordeel gegeven over de werking en uitvoering van certificatie in het werkveld Duikarbeid. Het IWI oordeelt positief over het functioneren van de DDS en het NDC. De overige twee certificerende instellingen zijn slechts zijdelings bij het onderzoek betrokken. In het rapport worden onder andere kanttekeningen geplaatst bij de dubbele aanwijzing van de DDS en het niveau van eisen die worden gesteld aan brandweerduikers. Klik [hier](#) voor het rapport van het IWI.

### Certificering in de toekomst

Op dit moment bestaat een situatie waarin normstellende- en certificerende instanties in één organisatie verenigd zijn. Dit staat haaks op het kabinetsstandpunt over het gebruik van certificatie en accreditatie in het kader van overheidsbeleid. Om in lijn te komen met het kabinetsstandpunt zal de wijze waarop certificering in de duikbranche is georganiseerd moeten worden herzien.

#### 5.5a Certificering duikers

##### Duikers commerciële bedrijven

Certificaat	Omschrijving
Diver First Aid (DFA)	Is geïntegreerd in de Opleiding Duikarbeid Categorie A en de MAD-A Opleiding. Wordt incidenteel ook apart verzorgd.
Categorie A	SCUBA-duiken
Categorie B	Duiken met ademgasvoorziening van de oppervlakte (SSE)
Categorie C	Closed bell / saturatie duiken
Categorie D	SCUBA-duiken in aquaria of zwembaden tot 9 meter

In bijlage XVI van de arboregelingen zijn de eindtermen van de verschillende categorieën duikers opgenomen. Klik [hier](#) voor de volledige tekst van de arboregelingen.

##### Nieuwe categorie D

De Nederlandse wetgeving kende voor "lichte" duikarbeid onder gunstige omstandigheden geen certificaat. Voor iedere vorm van duikarbeid (met uitzondering van [sportduikinstructeurs](#)) was dan ook ten minste het certificaat categorie A vereist. Sinds 01 januari 2008 is het certificaat categorie D opgenomen in de wet. Dit certificaat is van toepassing voor duiken met SCUBA tot 9 meter in aquaria, zwembaden of vergelijkbare omstandigheden en daarbij lichte duikwerkzaamheden verrichten in de bassins in het kader van het onderhoud hiervan. Ook het observeren en assisteren bij simulaties van ongevallen, het verzorgen van dieren en bewaking, onderzoek en instandhouding van kunstmatige ecosystemen valt onder dit certificaat.

##### Geldigheid certificaten

De certificaten duikarbeid zijn geldig tot twee jaar na de datum van afgifte, en behouden daarna hun geldigheid wanneer de duiker aan kan tonen (logboeken!) de volgende duikervaring te hebben:

- Categorie A en B: ten minste 30 duiken in de voorafgaande twee jaar;
- Categorie C: ten minste 10 keer een bellrun (gesloten bell) in de afgelopen twee jaar hebben gemaakt, waarbij 5 keer is opgetreden als bellman en waarbij 5 keer een lock-out is gemaakt;
- Categorie D: ten minste 30 duiken in de voorafgaande twee jaar.

## Internationaal

Door de International Diving Schools Association (IDSA) is een document opgesteld waarbij de eisen aan opleidingen in verschillende landen met elkaar worden vergeleken. Klik [hier](#) voor de tabel van de IDSA. Door de IDSA is ook een document opgesteld met "[Diver Training Standards](#)".

## Duikers defensie

Voor en door defensie worden gespecialiseerde duikers opgeleid. Deze specialisaties hebben als basis de opleidingen en certificaten zoals boven beschreven. Een militaire duiker is dus ten minste opgeleid tot categorie A duiker. Voor deze opleidingen worden specifieke militaire certificaten afgegeven. Voor meer informatie over certificaten en geldigheid hiervan kunt u contact opnemen met het kenniscentrum van de Defensie DuikSchool (02236-54643).

## Brandweerdikers

Er zijn twee routes die leiden tot het certificaat brandweerdiker. Bij de eerste route wordt bij de DefensieDuikSchool het categorie A duikarbeid behaald waarna de specialisatie tot brandweerdiker wordt gevolgd. In de tweede route vindt de volledige opleiding plaats door brandweerinstructeurs. De opleidingseisen voor brandweerdikers zijn op te vragen via [www.nifv.nl](http://www.nifv.nl).

## Geldigheid

De geldigheid van een certificaat brandweerdiker is 2 jaar. Voor het geldig houden van het certificaat brandweerdiker moet betrokkene aan de volgende eisen voldoen:

- De duiker moet ten minste 20 duiken met een totale onderwatertijd van ten minste 600 minuten in de voorgaande 2 jaar hebben uitgevoerd.
- De duiker moet in deze 2 jaar ten minste de onderdelen genoemd in [deel E](#) van het examenreglement brandweerdiker 1995 hebben doorlopen.
- De duiker moet 1 maal per 4 jaar een theoretische toets maken die wordt afgenomen door het Nbbe.

## Leerlingen en studenten

Leerlingen en studenten die in het kader van hun opleiding duikarbeid verrichten dienen ten minste een 2 sters certificaat van de Nederlandse OnderwatersportBond (NOB) of (naar het oordeel van de minister van SZW) een gelijkwaardig certificaat te bezitten.

## 5.5b Certificering duikploegleiders

Een duikploegleider geeft leiding aan de duikploeg en is verantwoordelijk voor een veilige uitvoering van de duikoperatie in overeenstemming met de eisen van de wet. Sinds 1 januari 2003 moeten deze duikploegleiders beschikken over een geldig certificaat.

### Duikploegleiders commerciële bedrijven

Certificaat	Omschrijving
Duikploegleider	Werkzaamheden als duikploegleider
Duikploegleider Cat. D	Werkzaamheden als duikploegleider tbv duikarbeid Categorie D

In bijlage XVI van de arboregelingen zijn de eindtermen van de verschillende soorten duikploegleider opgenomen. Klik [hier](#) voor de volledige tekst van de arboregelingen.

## Geldigheid

De certificaten duikploegleider zijn geldig tot twee jaar na de datum van afgifte, en behouden daarna hun geldigheid wanneer de duikploegleider aan kan tonen de volgende ervaring te hebben:

- Duikploegleider: ten minste 30 duiken begeleid in de voorafgaande twee jaar.
- Duikploegleider ten behoeve van Duikarbeid Categorie D: ten minste 30 duiken begeleid in de voorafgaande twee jaar.

## Duikploegleiders defensie

Voor en door defensie worden gespecialiseerde duikploegleiders opgeleid. Deze specialisaties hebben als basis de opleidingen en certificaten zoals boven beschreven. Voor deze opleidingen worden specifieke militaire certificaten afgegeven. Voor meer informatie over certificaten en geldigheid hiervan kunt u contact opnemen met het kenniscentrum van de Defensie DuikSchool (02236-54643).

### Duikploegleiders brandweer

Voor het leiden en begeleiden van de inzet van brandweerdikers worden onder de verantwoordelijkheid van de Nbbe duikploegleiders opgeleid. De opleidingseisen voor deze duikploegleiders zijn op te vragen via [www.nifv.nl](http://www.nifv.nl).

### Geldigheid

De geldigheid van een diploma duikploegleider bij de brandweer is 2 jaar. Voor het geldig houden van het diploma duikploegleider moet de duikploegleider aan de volgende eisen voldoen:

- De duikploegleider moet aan ten minste 20 duiken leiding hebben gegeven.
- De duikploegleider moet in deze 2 jaar ten minste de onderdelen genoemd [deel D](#) van het examenreglement duikploegleider 2004 hebben doorlopen.
- De duikploegleider moet 1 maal per 4 jaar een theoretische toets maken die wordt afgenomen door het Nbbe.

### 5.5c Certificering duikmedisch begeleiders

Met duikmedische begeleiders bedoelt de wetgever begeleiders daadwerkelijk op de werkplek met specifieke duikmedische kennis.

### Duikmedisch begeleiders commerciële bedrijven

Voor de juiste medische begeleiding van duikers is de aanwezigheid van speciaal opgeleide medewerkers noodzakelijk. Voor de verschillende soorten duikarbeid bestaan verschillende certificaten duikmedisch begeleider.

Certificaat	Omschrijving
Diver First Aid (DFA)	Medische begeleiding van tweemansduikploeg en Categorie D duiken
MAD-A	Medische begeleiding duikarbeid Categorie A, B en duiken met een gesloten duikklok niet zijnde saturatie- duikwerkzaamheden
MAD-B	Medische begeleiding van saturatieduiken en duiken op afgelegen plaatsen

In bijlage XVI van de arboregelingen zijn de eindtermen van de verschillende soorten duikmedisch begeleiders opgenomen. Klik [hier](#) voor de volledige tekst van de arboregelingen.

### Geldigheid

De duikmedische certificaten moeten geldig gehouden worden door het volgen van herhalingscursussen: de Diver First Aid en de MAD-A tweejaarlijks, de MAD-B jaarlijks.

### Duikmedisch begeleiders defensie

Voor en door defensie worden gespecialiseerde duikmedische begeleiders opgeleid. Deze specialisaties hebben als basis de opleidingen en certificaten zoals boven beschreven. Voor deze opleidingen worden specifieke militaire certificaten afgegeven. Voor meer informatie over certificaten en geldigheid hiervan kunt u contact opnemen met het kenniscentrum van de Defensie DuikSchool (02236-54643).

### 5.5d Certificering duikerartsen

Iedereen die duikarbeid wil verrichten is wettelijk verplicht zich jaarlijks duikmedisch te laten keuren door een duikerarts. Het Nationaal Duikcentrum en de Defensie Duikschool zijn door de minister van Sociale Zaken en Werkgelegenheid aangewezen als certificerende instantie voor duikerartsen. Op basis van de uitgangspunten in de arboregeling worden door het NDC en de DDS onderstaande indeling gehanteerd.

### Duikerarts A

Deze duikerarts is bevoegd om de jaarlijkse herkeuringen van beroepsduikers en de inkeuringen en herkeuringen van sportduikers uit te voeren. Ook zijn ze bevoegd om de duikmedische begeleiding van projecten uit te voeren. Een duikerarts A is een geregistreerde bedrijfsarts.

### Duikerarts B

Deze duikerarts is bevoegd om de inkeuringen en de jaarlijkse herkeuringen van beroepsduikers en de inkeuringen en herkeuringen van sportduikers uit te voeren. Ze zijn ook bevoegd om de duikmedische begeleiding van projecten uit te voeren en de behandeling van duikersziekte te leiden.

Een duikerarts B is een geregistreerde bedrijfsarts.

Klik [hier](#) voor een overzicht van duikerartsen A en B. In bijlage XVI van de arboregelingen zijn de eindtermen van duikerartsen opgenomen. Klik [hier](#) voor de volledige tekst van de arboregelingen.

### **Geldigheid**

Voor de jaarlijkse verlening van het certificaat moet de duikerarts A minimaal tien keuringen per jaar verrichten en deelname aan minimaal één herhalingscursus per twee jaar. De duikerarts B moet een continue ervaring op duikmedisch gebied aantonen en deelnemen aan en/of participatie in een cursus of congres.

### **Soorten keuringen**

Voordat men voor de eerste keer beroepsmatig gaat duiken, of wanneer men de keuring heeft laten verlopen, moeten duikers een inkeuring ondergaan. Inkeuringen mogen alleen verricht worden door een duikerarts B. Na de inkeuring dient jaarlijks herkeurd te worden. De herkeuring voor duikers die duikarbeid verrichten mag uitgevoerd worden door naar keuze een duikerarts A of een duikerarts B.

## **5.5e Certificering onderhoudssysteem**

### **Onderhoudssysteem duik- en caissonmaterieel**

Materieel dat wordt ingezet bij duikarbeid moet in een goede staat van onderhoud verkeren. Storingen kunnen immers leiden tot grote gevolgen. In het [arbobesluit](#) is dan ook vastgelegd dat het onderhoud aan duik- en caissonmaterieel moet worden uitgevoerd volgens een omschreven systeem. Deze omschrijving is vastgelegd in "De beoordelingsrichtlijn voor het onderhoudssysteem Duik- en Caissonmaterieel". In [dit](#) artikel wordt stilgestaan bij de achtergronden van de richtlijn.

### **Inhoud beoordelingsrichtlijn**

In de beoordelingsrichtlijn (BRL) zijn bepalingen opgenomen met betrekking tot:

- registratie van het gebruik van duik- en caissonsysteem
- deugdelijk onderhoud van componenten
- minimale onderhouds- en keuringseisen van duik- en caissonsysteem
- technische eisen aan de componenten
- competenties van de personen die onderhoud plegen, keuringen uitvoeren en zorgen voor het samenstellen van de duik- en caissonsysteem

De BRL is van toepassing op alle werkzaamheden die onder overdruk worden uitgevoerd: beroepsduikers, duikers overheid, semi-overheidsduikers, brandweerdikers, categorie D duikers, werknemers van hyperbare behandelcentra en werknemers in de caisson/tunnelbouw.

### **Certificering onderhoudssysteem**

Door certificerende instanties wordt door middel van audits nagegaan of ondernemingen voldoen aan het gestelde in de richtlijn. Bij het voldoen aan de voorwaarden wordt door de certificerende instantie een certificaat afgegeven. Bij het van kracht worden van deze richtlijn mogen werkzaamheden onder overdruk nog slechts verricht worden door een werkgever of zelfstandige die in het bezit is van het certificaat Duik- en Caissonmaterieel.

## 6. Beheersmaatregelen

### 6.1 Arbeidshygiënische strategie

De [arbeidsomstandighedenwet](#) verlangt dat knelpunten in eerste instantie bij de bron worden aangepakt, zodat de oorzaak van het probleem wordt weggenomen. Wanneer bronaanpak redelijkerwijs niet mogelijk is, kunnen andere maatregelen worden genomen. Voorbeelden hiervan zijn afscherming van de bron en afscherming van werknemers. Wanneer dit het risico onvoldoende reduceert kunnen organisatorische maatregelen worden genomen. Bijvoorbeeld rouleren van de werkzaamheden, zodat de blootstelling per persoon minder lang is. Als met de hiervoor genoemde maatregelen het risico nog niet aanvaardbaar laag is moeten persoonlijke beschermingsmiddelen verstrekt worden. De inzet van persoonlijke beschermingsmiddelen moet gezien worden als een tijdelijke maatregel totdat betere oplossingen voorhanden zijn.

### 6.2 Bronmaatregelen

#### Ontwerpfase

De opdrachtgever moet (volgens artikel 2.26) van het [arbobesluit](#) al in de ontwerpfase rekening houden met de arbeidsomstandigheden zoals die zullen ontstaan tijdens de uitvoeringsfase. Hiermee geeft de wetgever aan dat de opdrachtgever al bij het ontwerp moet nadenken over de arbeidsomstandigheden die zullen ontstaan tijdens de bouw en het gebruik van het bouwwerk.

#### Inzet van duikrobots

Steeds vaker worden duikrobots ingezet om bepaalde werkzaamheden onder overdruk uit te voeren. De inzet van robots (Remote Operated Vehicle ROV) vindt veelal plaats aanvullend op werkzaamheden van duikers of op diepten waar de mens eenvoudigweg niet kan komen.

#### Afscherming van de bron

Afscherming van de bron (de bron van het risico is de omgeving waar een hogere druk heerst) is alleen mogelijk wanneer wordt gewerkt in een, op atmosferische drukgehouden ruimte zoals een duikboot of 1-atmosfeer duikpak. Deze toepassingen vallen buiten het begrip duikarbeid.

### 6.3 Organisatorische maatregelen

Bij duikarbeid kan een breed scala aan ongewenste effecten 9 (zie paragraaf 3.4) optreden. Door het treffen van maatregelen kunnen deze effecten beperkt en over het algemeen zelfs voorkomen worden. Uit de analyse van [formeel risico-identificatie technieken](#) door de HSE is bijvoorbeeld gebleken dat het uitvoeren van pre-dive checks, een juiste training en goed onderhoud het ontstaan van incidenten in grote mate kan beperken. Doen incidenten zich ondanks alle maatregelen toch voor is het van belang hier adequaat op te reageren.

#### 6.3a Organisatorische maatregelen, voorbereiding

In dit deel van het dossier worden maatregelen die verband hebben met de voorbereiding uitgewerkt. In Nederlandse wetgeving is veel aandacht voor duikarbeid. Veel van de maatregelen vinden hun oorsprong dan ook in deze wetgeving (arbowet, arbobesluit, arboregelingen en de beleidsregels).

#### Uitvoeren RI&E

Een belangrijke eerste stap in het treffen van maatregelen is het uitvoeren van een Risico-inventarisatie en –evaluatie (RI&E). Een RI&E kan op verschillende niveaus worden uitgevoerd:

- Ondernemingsniveau (procedures, onderhoudsystemen, inkoop etc.)
- Functieniveau (keuringen, opleiding, voorlichting etc.)
- Activiteitsniveau (omgeving, gebruik gereedschappen, specifieke voorlichting, etc.)

Zie paragraaf 5.1, risico-inventarisatie, voor een overzicht met specifieke instrumenten voor duikarbeid.

### **Lokale omstandigheden**

In de voorbereiding op duikwerkzaamheden is het uiteraard van groot belang op de hoogte te zijn van lokale omstandigheden zoals:

- Waterstand en -diepte
- Getijde
- Stroomsnelheid
- Watertemperatuur
- Meteorologische gegevens

Klik [hier](#) voor actuele gegevens over de verschillende variabelen.

### **Opstellen Veiligheids- en Gezondheidsplan**

Voor werkzaamheden met een duikuitrusting en/of onder overdruk moet volgens artikel 2.28 van het [arbobesluit](#) een Veiligheids- en Gezondheidsplan (V&G plan) opgesteld worden. In dit V&G plan worden onder andere de volgende aspecten beschreven:

- een RI&E van specifieke gevaren die samenhangen met het werken door meerdere bedrijven
- de maatregelen die volgen uit de uitgevoerde RI&E
- afspraken met betrekking tot de uitvoering van de maatregelen
- wijze waarop toezicht op de maatregelen wordt uitgeoefend
- wijze waarop voorlichting en instructie aan de werknemers op de bouwplaats wordt gegeven.

In het dossier [bouwproces](#) wordt het V&G plan verder uitgewerkt.

### **Duikmedische keuring**

Om de kansen op het ontstaan van ongewenste effecten te verkleinen is het van belang dat duikers aan bepaalde geestelijke en lichamelijke eisen voldoen. Iedere duiker moet dan ook beschikken over een duikmedische goedkeuring afgegeven door een gecertificeerde duikerarts. De goedkeuring is geldig voor de termijn van 1 jaar. Duikerartsen B zijn bevoegd voor zowel het inkeuren als herkeuren van duikers. Duikerartsen A zijn bevoegd voor het herkeuren van duikers. De verplichting voor de keuring is vastgelegd in het [arbobesluit](#). In bijlage XVII van de [arboregelingen](#) is de inhoud van de keuring vastgelegd. Tussen Nederland en het Verenigd Koninkrijk zijn afspraken gemaakt over de erkenning van uitgevoerde medische onderzoeken.

### **Opleiding en certificering**

Duikarbeid is een vorm van arbeid met bijzondere risico's. Deze risico's ontstaan onder andere door het werken onder overdruk, het werken met bijzondere arbeidsmiddelen en vaak samen werken van meerdere werkgevers. Het is dan ook belangrijk om voldoende kennis en vaardigheden te bezitten om duikarbeid veilig en gezond uit te kunnen voeren. Aan opleiding en certificering zijn dan ook wettelijke eisen gesteld. In bijlage XVII van de [arboregelingen](#) zijn de eindtermen van de verschillende opleidingen vastgelegd.

### **Ter beschikking te stellen materiaal**

In beleidsregels artikel 6.15 lid 1 wordt precies aangegeven welke materialen ten minste aan duikers ter beschikking moeten worden gesteld. Onderstaand op hoofdlijnen de opsomming uit de beleidsregels:

- een voorziening waarmee de ploegleider en de duikers met elkaar kunnen communiceren
- een voorziening waarmee de duiker op veilige wijze in en uit het water kunnen komen
- een voorziening waardoor de ploegleider voortdurend op de hoogte kan zijn van de diepte waarop de duiker zich bevindt
- een voorziening om bij duisternis de positie van de duiker en de duikplaats weer te geven
- voorzieningen om de lichaamstemperatuur van de duiker op peil te houden
- een duikstelsel (waaronder in ieder geval een duikklok), indien wordt gedoken naar een diepte van 50 meter of meer;
- een voorziening die tijdens duikarbeid het ademgas aan de duiker toevoert
- een voorziening om bij het duiken met oppervlakteademgasvoorziening bij het gebruik van ademgas anders dan lucht, de kwaliteit van het ademgas aan de oppervlakte permanent te bewaken en een alarmsysteem dat een afwijking van de vereiste samenstelling onmiddellijk meldt.

### **Werkinstructie**

In de beleidsregels (artikel 6.15 lid 1) worden eisen gesteld aan werkinstructies die voor de duikarbeid worden opgesteld. De werkinstructie, wordt als deugdelijk aangemerkt wanneer bij de weergave van de veiligheidsvoorzieningen en de noodprocedures ten minste aandacht is besteed aan:

- Verantwoordelijkheden en bevoegdheden
- Materieel en onderhoud
- Duikprocedures
- Inschakeling reserveduiker
- Voorzieningen en procedures voor situaties die afwijken van de algemeen voorkomende werksituaties
- Richtlijnen voor decompressie
- Ongevalsmelding en medische hulp
- Samenstelling en gebruik van de EHBO-uitrusting

### **Psysociale arbeidsbelasting (PSA)**

Om goed te kunnen functioneren hebben we een bepaalde mate van spanning nodig. Wanneer de hoeveelheid spanning die het werk met zich meebrengt echter groter is dan we kunnen hanteren is er geen sprake meer van een functionele spanning maar van stress. Effecten van stress zijn onder andere: verminderd concentratievermogen, verminderd vermogen om prioriteiten te bepalen, sneller vergissingen en fouten maken, besluiteloosheid, blikvernaauwing, prikkelbaarheid, haastgevoelens en verwardheid. Stress leidt dus tot verminderde prestaties en verstoort onze gemoedsgesteldheid. Tijdens duiken kunnen deze effecten verstrekkende gevolgen hebben. Beoordelingsfouten door verminderde concentratie kunnen leiden tot ongevallen met ernstig letsel tot gevolg. Aandacht door werkgevers voor PSA is van belang om stress en (fysieke) uitputting door stressreacties te voorkomen. Klik [hier](#) voor meer informatie over werkdruk.

### **Werken onder tijdsdruk**

Daar waar de noodzaak voor een snelle actie vereist en wenselijk is, zoals bij reddend optreden door de Brandweer of tactische inzet van duikers (arrestatieteams van Politie of Douane) kan er sprake zijn van een hogere ervaren werkstress. Ook bij inzet van duikers bij het voorkomen of beperken van calamiteiten dienen werkgevers en duikers dan vooral aandacht te besteden aan de extra risico's die dergelijke werkzaamheden met zich mee brengen en de mate van getraindheid in het werken onder (tijds)druk.

### **IMCA safety flashes**

Door de IMCA worden naar aanleiding van ongewenste gebeurtenissen regelmatig zogenaamde safety flashes uitgebracht. Deze safety flashes bevatten vaak waarschuwingen, beschrijvingen van situaties of aanpassingen in maatregelen.

Klik [hier](#) voor het archief en de meest recente safety flashes. Zoek binnen de flashes op diving.

### **6.3b Organisatorische maatregelen, duikarbeid**

In dit deel van het dossier worden maatregelen die verband hebben met de duikarbeid zelf uitgewerkt. In Nederlandse wetgeving is veel aandacht voor duikarbeid. Een aantal van de maatregelen vinden hun oorsprong dan ook in deze wetgeving (arbobesluit, arboregelingen en de beleidsregels).

### **Pre-Dive checks**

Uit onderzoek van de HSE (2006) is gebleken dat door het niet of slecht uitvoeren van pre-dive checks de kans op het ontstaan van incidenten toeneemt. Hoewel het onderzoek zich heeft toegespitst op het SCUBA-duiken is het waarschijnlijk dat deze conclusie ook van toepassing is op andere vormen van duikarbeid. Het uitvoeren van goede, gestructureerde pre-dive checks is dan ook een belangrijk element in het voorkomen van incidenten.

Klik [hier](#) voor het onderzoek van de HSE.

### Vaststellen omvang duikploeg

Normaal gesproken bestaat een duikploeg uit minimaal 3 personen: de duiker, de duik-ploegleider en de reserveduiker. De duikploegleider mag tevens functioneren als reserveduiker als:

- Er wordt gedoken in een vloeistof grotendeels bestaand uit water
- De Maximale diepte van het water 9 m is
- De maximale stroomsnelheid 0,5 meter per seconde is
- Er geen voorzienbare kans is op het in problemen komen van de duikers

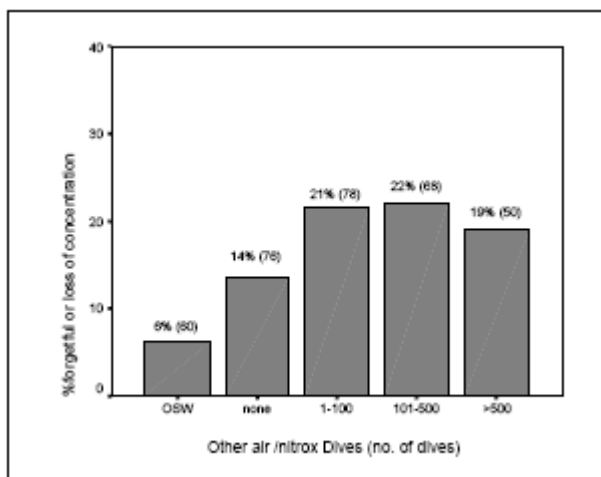
### Voorzienbare kans op problemen

Er is sprake van een voorzienbare kans op het in problemen komen van duikers als:

- De reserveduiker de duikuitrusting niet zelf kan aantrekken
- Minder dan 1 m zicht
- Onmogelijkheid vrij op te stijgen
- Aanwezigheid obstakels;
- Betreding van holle ruimten

### Type duikarbeid

In het eerder aangehaalde onderzoek van de HSE (2004) wordt een relatie gelegd tussen het type duikarbeid en het ontstaan van de lange termijn effecten vergeetachtigheid en verlies van concentratie. Het onderzoek geeft aan dat bij SCUBA- en SSE-duiken minder sprake is van vergeetachtigheid en verlies van concentratie. Bij andere typen van duikarbeid zoals saturatieduiken en oppervlaktedecompressieduiken is wel een sterke relatie aangetoond.



Bron: Onderzoek HSE, ELTHI diving study 2004

Klik [hier](#) voor het volledige onderzoek van de HSE.

### Gebruik duiktabellen

Om het ontstaan van decompressieziekten te voorkomen wordt gebruik gemaakt van duiktabellen. Afhankelijk van onder andere duikdiepte, duiktijd en het gebruikte ademgas kan een keuze gemaakt worden voor een of meerdere duiktabellen. Door Prof. Dr. Sterk, bijzonder hoogleraar onderwaterfysiologie aan de Universiteit van Leiden, zijn tijdens het uitvoeren van de Oosterscheldewerken duiktabellen ontwikkeld. Deze duiktabellen zijn specifiek toegesneden op de omstandigheden in de Nederlandse civiele waterbouw. In samenwerking met de duikindustrie zijn deze tabellen verder verfijnd en in 1995 vrijgegeven algemeen gebruik. Bij defensie wordt overwegend gebruik gemaakt van DCIEM-tabellen. Sportduikers maken over het algemeen gebruik van US-Navy en DCIEM tabellen. Door de HSE is in 2004 onderzoek gedaan naar de tabellen die gebruikt worden voor het saturatieduiken in relatie met het duiken in de UK. Klik [hier](#) voor het onderzoek van de HSE.

### Keuze ademgas

Door een juiste keuze van het ademgas kunnen effecten als zuurstofvergiftiging, stikstofnarcose en decompressieziekte voorkomen worden. Deze keuze hangt onder andere af van duiktijd en duikdiepte. Bij gebruik van individuele onafhankelijke ademgasvoorziening moet ervoor gezorgd

worden dat, bij het gebruik van ademgas anders dan lucht, net vóór aanvang van een duik de samenstelling van het gasmengsel wordt gecontroleerd.

Klik [hier](#) voor een overzicht van verschillende soorten ademgassen.

### **Back-up voorziening ademgas**

Om het ontstaan van hypoxie of anoxie te voorkomen moeten duikers altijd voorzien worden van een ademgas met voldoende zuurstof. Het kan voorkomen dat de primaire ademgasvoorziening faalt. Duikers moeten dan ook altijd uitgerust zijn met een back-up voorziening. Bij het SCUBA-duiken met meerdere personen kan in geval van nood gebruik gemaakt worden van de ademgasvoorraad van de andere duiker. Bij geïsoleerd SCUBA-duiken of het duiken met een umbilical moeten duikers uitgerust zijn met een noodvoorziening.

### **Blootstelling aan sonar**

Blootstelling aan sonarsignalen kan o.a. worden beperkt door het dragen van een duikhelm. Ook kan het houden van voldoende afstand tot de bron een forse beperking van de blootstelling geven. Zie voor meer informatie de Diving Medical Advisory Committee (DMAC).

### **Duiken door de brandweer**

Door de NVBR zijn de maatregelen bij het duiken (maar ook de voorbereiding daar op) vastgelegd in een leidraad (2005). De leidraad gaat onder andere in op wetgeving, organisatie van duikhulpverlening, voorbereiding, de duikinzet en duikongevallen.

Klik [hier](#) voor de leidraad bestrijding waterongevallen.

### **Lassen en snijden**

In een werkvoorschrift van de Amerikaanse Marine worden aanwijzingen gegeven voor het voorkomen van ongewenste situaties tijdens het lassen en snijden onder water. Klik [hier](#) voor het werkvoorschrift.

### **Vastleggen van duiken**

Volgens artikel 6.16 van het arbobesluit moet iedere duiker van de door hem gemaakte duiken aantekeningen maken in een persoonlijk duiklogboek. In dit logboek worden, naast de aard van de duik, ten minste het gevolgde duikschema inclusief het gevolgde decompressieverloop en de verblijftijd in de vloeistof aangetekend. Dit vastleggen van duiken is enerzijds van belang voor het aantonen van gemaakte duiken maar anderzijds van groot belang voor vervolgdruiken en de behandeling in het geval van calamiteiten.

### **6.3c Organisatorische maatregelen, calamiteiten**

In dit deel van het dossier worden maatregelen die verband hebben met de voorbereiding op calamiteiten uitgewerkt. In Nederlandse wetgeving is veel aandacht voor duikarbeid. Veel van de maatregelen vinden hun oorsprong dan ook in deze wetgeving (arbobesluit, arboregelingen en de beleidsregels).

### **Reserveduiker**

In artikel 6.16 van het arbobesluit wordt aangegeven dat een reserveduiker slechts duikarbeid verricht die is gericht op het verlenen van hulp aan en het redden van in moeilijkheden geraakte duikers. De reserveduiker mag dus geen andere duikarbeid verrichten. Bij het gebruik van een duikklok is de reserveduiker in de klok aanwezig.

### **Duikmedische begeleiding**

Wanneer duikarbeid wordt verricht moet, volgens het arbobesluit artikel 6.15 ervoor gezorgd worden dat nabij de arbeidsplaats een daartoe opgeleid persoon aanwezig is die de duiker(s) adequaat medisch kan begeleiden. Dit is de zogenaamde duikmedische begeleider. Beleidsregel 6.15 lid 4 geeft verder aan dat de wanneer de duikmedisch begeleider deel uitmaakt van de duikploeg hij niet zelf mag duiken maar ook dat hij in de 12 uur voorafgaand aan zijn inzet niet dieper gedoken mag hebben dan 9 meter.

Uitsluitend in het geval de duikploeg uit 2 personen mag bestaan kan de duikmedische begeleider als ploegleider en reserveduiker optreden, het eerder genoemde 12-uurs criterium vervalt dan.

### **Oproepbaarheid duikerarts**

Volgens het Arbobesluit 6.15 lid 2 moet de duikmedisch begeleider voortdurend (24 uur per dag) in contact kunnen treden met een duikerarts A of B. Het duikbedrijf zal dan ook een contract met een deskundige of een deskundige dienst moeten afsluiten.

### **Zuurstofkoffer en EHBO-voorzieningen**

Beleidsregel 6.15 lid 5 geeft aan dat bij het uitvoeren van duikarbeid een zuurstofkoffer aanwezig moet zijn. Ook moet een EHBO-koffer aanwezig zijn die is afgestemd op de duikwerkzaamheden. De inhoud van deze EHBO-koffer moet zijn afgetekend door een duikerarts A of B.

### **Compressiekamer duikdiepte >15 m**

Wanneer (volgens artikel 6.18 van het arbobesluit) op een diepte dieper dan 15 m duikarbeid wordt verricht moet **altijd** een geschikte compressiekamer aanwezig zijn. Deze compressiekamer moet voorzien zijn van een personen- en medicijnsluit. Deze bepaling geldt overigens ook wanneer in een andere vloeistof dan water op de duikdiepte een druk heerst van  $1,5 \cdot 10^5$  Pa boven de atmosferische druk. De aanwezige compressiekamer dient in omvang en inrichting te zijn afgestemd op het aantal personen dat duikarbeid verricht en de aard van de werkzaamheden en biedt ten minste plaats aan twee personen.

### **Compressiekamer duikdiepte <15 m**

Wanneer (volgens artikel 6.18 van het arbobesluit) minder diep wordt gedoken (of wanneer de druk op duikdiepte minder is  $1,5 \cdot 10^5$  Pa boven de atmosferische druk) **én** de reisafstand naar een compressiekamer is korter dan 2 uur dan hoeft bij de plaats waar men de duikarbeid verricht **geen** compressiekamer aanwezig te zijn. Wanneer een compressiekamer niet binnen 2 uur bereikbaar is dan moet een compressiekamer nabij de duikplaats aanwezig zijn.

De aanwezige compressiekamer dient in omvang en inrichting te zijn afgestemd op het aantal personen dat duikarbeid verricht en de aard van de werkzaamheden en biedt ten minste plaats aan twee personen. Klik [hier](#) voor een lijst met hyperbare centra

### **Tijd tot behandeling**

Door de HSE is onderzoek gedaan naar de relatie tussen de tijd tussen een duikongeval en behandeling en de resultaten van de behandeling. Klik [hier](#) voor dit onderzoek.

## **6.4 Technische maatregelen**

### **Onderhoudssysteem duik- en caissonmaterieel**

Uit onderzoek van de HSE (2006) is gebleken dat door het niet of slecht uitvoeren van onderhoud de kans op het ontstaan van incidenten toeneemt. Het is dan ook niet zonder reden dat de wetgever heeft besloten tot de certificeringplicht voor onderhoudssystemen van duik- en caissonmaterieel. In paragraaf 5.5 in dit dossier over certificering is een beschrijving gegeven van dit verplichte onderhoudssysteem. In de richtlijn wordt aanwijzingen gegeven voor de inrichting van het systeem:

- registratie van het gebruik van duik- en caissons systemen
- deugdelijk onderhoud van componenten
- minimale onderhouds- en keuringseisen van duik- en caissons systemen
- technische eisen aan de componenten
- competenties van de personen die onderhoud plegen, keuringen uitvoeren en zorgen voor het samenstellen van de van duik- en caissons systemen

### **Kwaliteit ademgas**

De kwaliteit van ademgas is van groot belang bij duikarbeid. Zelfs kleine verontreinigingen kunnen leiden tot grote gevolgen. Vaak zijn ademgas systemen voorzien van meet- en alarmerings systemen om een goede kwaliteit te kunnen garanderen. Voor de kwaliteit van ademplucht bestaat de internationaal erkende norm NEN-EN 12021. In een [brochure](#) van de HSE worden aanwijzingen gegeven voor de kwaliteit van ademplucht. Ook de [IMCA](#) geeft verschillende publicaties uit met betrekking tot de kwaliteit van ademgas.

### **Omgang met zuivere zuurstof**

Hoewel zuurstof zelf niet brandbaar is bestaat bij het werken met zuurstof wel brand- en explosiegevaar. Zuurstof is een zogenaamde brandbevorderende stof. Het is dan ook van belang, zeker bij hogere drukken, te voorkomen dat zuurstof in aanraking komt met ontstekingsbronnen en brandbare stoffen. Zelfs het verontreinigen van de schroefdraad van een cilinder met lichaamsvet kan voldoende zijn voor het ontstaan van een brand of explosie. Aangeraden wordt dan ook om voor het werken met zuurstof protocollen op te stellen en technische voorzieningen te treffen. Klik [hier](#) voor een publicatie van de HSE met betrekking tot de omgang met zuurstof.

## **6.5 Persoonlijke beschermingsmiddelen**

In zijn algemeenheid kan bij duikarbeid de duikuitrusting als persoonlijk beschermingsmiddel worden gezien. Er zijn echter situaties dat er nog aanvullende eisen aan de duikuitrusting worden gesteld of dat er aanvullende persoonlijke beschermingsmiddelen noodzakelijk zijn.

### **Bescherming tegen koude**

Om het ontstaan van onderkoeling bij het uitvoeren van duikarbeid onder koude omstandigheden te beperken of zelfs te voorkomen zijn bijzondere maatregelen nodig. Er kan onder andere gebruik gemaakt worden van verwarming in het duikpak. Ook kan gebruik gemaakt worden van isolerende gassen om warmteafgifte zoveel mogelijk te beperken. Goede informatie over hypothermie is te vinden op de site van de Zweedse onderzoeker [Hans Ornhagen](#).

### **Bacteriologisch verontreinigd water**

Door het RIVM is in 2005 onderzoek gedaan naar de blootstelling van duikers aan micro-organismen. In het rapport wordt aanbevolen om in verontreinigd water gebruik te maken van een gesloten helm. Verder dient het contact met het water zoveel mogelijk voorkomen te worden. Verontreiniging kan ontstaan door het lozen van (on)gezuiverd afvalwater en/of de aanwezigheid van veel vogels. De gegevens geven verder aan dat misselijkheid, braken en diarree vaker optreden in de koude maanden van een jaar. Oorklachten lijken juist vaker tijdens de warmere maanden op te treden. Klik [hier](#) voor het volledige onderzoek van het RIVM.

### **Chemisch verontreinigd water**

Voor het duiken in chemisch verontreinigd water is het van belang te weten welke stof(fen) het betreft en of het gebruikte materiaal (pak, handschoenen, etc.) daartegen bestand is. Verschillende fabrikanten geven tabellen uit, waarin per stof is aangegeven hoe lang het tegen die stof bestand is. Deze "Permeation time" geeft aan hoe lang het duurt voor de chemische stof zich door het materieel heen vreet. De aanvaardbare blootstellingstijd wordt bepaald door het "zwakste" materiaal van de uitrusting. Let op, fabrikanten testen meestal op nieuwe spullen. Gebruikte materialen kunnen eerder doorslaan. Door de [IMCA](#) wordt het boekje "Diving in Contaminated Waters" uitgegeven.

### **Gehoorschade**

Door de HSE is in 2000 onderzoek gedaan naar blootstelling aan geluid onder hyperbare omstandigheden. In het onderzoek wordt geconstateerd dat geluid zich onder deze condities volledig anders gedraagt dan onder atmosferische omstandigheden. De resultaten van het onderzoek conflicteren gedeeltelijk met eerder uitgevoerd onderzoek door onder andere Molvaer (1981) en Curley (1986). Geconcludeerd wordt dat het gedrag van geluid onder hyperbare omstandigheden op dit moment onvoldoende doorgrond kan worden. Geadviseerd wordt om programma's voor geluidsreductie en gehoorbescherming op te zetten. Klik [hier](#) voor het onderzoek van de HSE.

Door de Koninklijke Marine is eveneens onderzoek gedaan naar de blootstelling aan geluid. Uit deze metingen blijkt dat aan de binnenzijde van een duikhelm normen overschreden worden. Binnen de KM wordt eveneens geadviseerd gehoorbescherming te dragen.

## 6.6 Implementatie van beleid

### Implementatie van beleid

Om maatregelen te implementeren is het over het algemeen aan te raden voor een projectaanpak te kiezen. Niet alleen de maatregelen zelf, maar ook hoe die worden geïmplementeerd is belangrijk: hoe groter het draagvlak hoe beter de implementatie. Een projectaanpak biedt onder andere de mogelijkheid medewerkers uit de verschillende geledingen van de organisatie erbij te betrekken en (externe) deskundigen te raadplegen (arbodienst of gespecialiseerde deskundigen en instituten).

### Handhaving beleid

Na de implementatie van het beleid is het noodzakelijk dit beleid te handhaven en in stand te houden. Dit kan door bijvoorbeeld in een rapportage een evaluatie van het beleid op te nemen. Uit de evaluatie en de rapportage komen eventueel onderdelen van het beleid naar voren die bijgesteld/geactualiseerd moeten worden.

### Verankering

Naast het stellen van doelen is het aan te bevelen prestatie-indicatoren te benoemen. Daarover kan gerapporteerd worden in rapportages. Door de resultaten van beleid te koppelen aan de algemene beoordelingscycli in de organisatie wordt de motivatie om actie te ondernemen verhoogd. Het beleid krijgt zo meer status.

### Samenwerking branches

Naast preventieve maatregelen in de organisatie is het ook aan te bevelen samenwerking te zoeken op brancheniveau of met andere instanties. Veelal hebben brancheorganisaties al het initiatief genomen om een voorbeeldpakket van mogelijk te nemen maatregelen aan te bieden, dat soms op eenvoudige wijze op maat gemaakt kan worden voor de eigen organisatie. Ook kunnen afspraken met collega-organisaties gemaakt worden over maatregelen op basis van onder andere de uitkomsten van de RI&E.

## 7. Medisch onderzoek

### 7.1 Gezondheidseffecten en beroepsziekten

#### Duikongevallen

Acute gezondheidseffecten ten gevolge van duiken zijn incidenten of duikongevallen. Duikarbeid betekent dat de werknemer zich begeeft in een omgeving waarin niet zonder speciale apparatuur geademd kan worden; verdrinking als gevolg van ongelukken, menselijke of technische fouten is steeds mogelijk - en vormt als zodanig een belangrijk risico.

#### Barotraumata

Als gevolg van door duiken ontstane drukverschillen in luchthoudende lichaamsruimten kan een barotrauma ontstaan; longen, bijholten, het middenoor en slecht aansluitende tandvullingen zijn de bekende risicoplakken.

#### Squeeze

Bij het afdalen (compressiefase) ontstaat onderdruk in de neus, bijholten, het binnenoor en in de ruimte achter het duikmasker ('squeeze'). Wanneer de duiker niet tijdig deze drukverschillen opheft door te klaren kan beschadiging optreden van onder andere trommelvliezen. De paniek en desoriëntatie die gepaard gaan met de pijn en duizeligheid als gevolg van door het kapotte trommelvlies binnentredende koude water in het middenoor kunnen ernstige gevolgen hebben. Hoewel bij goed getrainde en ervaren beroepsduikers een dergelijk barotrauma niet waarschijnlijk is, zou de kans op een dergelijk barotrauma - ook voor een beroepsduiker - reden moeten zijn niet te duiken bij een verkoudheid of met een beschadigd trommelvlies.

#### Arteriële gasembolie

Bij snelle decompressie kan een barotrauma optreden in de longen (pulmonaal barotrauma). Dit leidt doorgaans tot een arteriële gasembolie (luchtbel in de slagaders); in het gebied achter de embolie, kan vervolgens zuurstofgebrek ontstaan met soms ernstige gevolgen. Soms ontstaat als gevolg van het pulmonaal barotrauma, een mediastinaal emfyseem of pneumothorax ('klaplomp'); alle drie genoemde aandoeningen zijn - zeker onder water - levensbedreigend. Er zijn aanwijzingen dat het

risico op arteriële gasembolie toeneemt wanneer de duiker in de longen luchthoudende ruimtes heeft (anders dan de normale longblaasjes; cystes, blebs of bullae). Ook astma (zogenaamd obstructief longlijden; vooral vormen van astma die worden uitgelokt door inspanning, emotie of kou) is - waarschijnlijk - verbonden met een verhoogd risico op arteriële gasembolie (zie hieronder).

### **Decompressieziekte**

Door (te snelle) decompressie ontstaat stapeling van stikstofgas in de bloedbaan en weefsels waarbij meer vethoudende en slecht doorbloede weefsels gedacht worden het meest kwetsbaar te zijn. Traditioneel wordt een onderscheid gemaakt in type 1 en type 2 decompressieziekte. Type 1 gaat gepaard met verschijnselen in gewrichten ('bends') en van de huid. Type 2 gaat gepaard met neurologische uitvalverschijnselen zoals coördinatieverlies ('staggers'), gevoelsstoornissen ('pins and needles') of zelfs bewustzijnsdaling.

### **Late gevolgen**

Naast acute gevolgen zijn er ook - moeilijk kwantificeerbare gevolgen - van decompressieziekte. Het langdurige verrichten van duikarbeid wordt gedacht verbonden te zijn aan min of meer subtiele - en moeilijk te objectiveren - cognitieve defecten. Hiervoor is echter nog nauwelijks goed epidemiologisch onderzoek beschikbaar. Een recent leerboek geeft een goed overzicht van bekende gezondheidseffecten op de langere termijn (referentie boek: Hope A, Risberg J (eds.) Long-term health effects of diving. The Godoyssund 1993 consensus conference revisited. NUI Bergen 2006. ISBN 13:978-82-7280-549-3 (302 pag).

### **Beroepsziekte osteonecrose**

De enige duidelijke en onomstreden beroepsziekte onder beroepsduikers is botnecrose (Engels: dysbaric osteonecrosis). Dit kan - hoewel zeer zelden - ook optreden bij duikers die nooit waren blootgesteld buiten de algemeen aanvaarde decompressietabellen en nooit symptomen van decompressieziekte hadden maar komt wel meer voor onder duikers die ooit behandeld werden voor decompressieziekte, onder hen die dieper doken dan 30 meter en vooral onder saturatieduikers. Er zijn daarentegen geen beschrijvingen van duikers met osteonecrose die binnen no-compression stop range bleven.

### **Blootstelling aan geluid**

Onderzoek van onder andere de Koninklijke Marine geeft aan dat er bij het werken onder overdruk blootstelling aan hoge geluidsniveaus mogelijk is. Er is echter geen informatie bekend waaruit blijkt dat deze blootstelling bij werkenden onder overdruk heeft geleid tot beroepsziekten zoals die worden geregistreerd door het [Nederlands Centrum voor Beroepsziekten](#). Zie voor meer informatie over geluid het dossier [schadelijk geluid](#).

## **7.2 Diagnostiek en behandeling**

### **Duikgeneeskunde**

Diagnostiek en behandeling van ziektebeelden verbonden met duiken vereist specialistische kennis en kunde die in Nederland aanwezig is bij een selecte groep medici en enkele expertisecentra ( [DMC Marine](#), [EWO ArboUnie](#). Er is een Nederlandse Vereniging voor Duikgeneeskunde ([website NDV](#)) die zich overigens primair richt op het medisch begeleiden van sportduikers. Voor de geïnteresseerden is er een Nederlandstalig boek over duikgeneeskunde beschikbaar, getiteld Duikgeneeskunde - Theorie en praktijk (tweede 'licht gewijzigde' druk, 2007, ISBN: 978-90-6228-688-1).

### **Duikongevallen**

De meeste voorkomende medische complicaties van duikarbeid zijn (bedrijfs)duikongevallen. In Nederland zijn ongeveer 10 duikongevallen per jaar waarvan enkele met dodelijke afloop; in meerderheid (80%) betreft dit sportduikers.

### **Eerste hulp**

De medische behandeling bestaat daarbij uit het adequaat verlenen van eerste hulp; te beginnen met het veilig stellen van luchtwegtoegang, ademhaling en circulatie. Voor duikongevallen met bijna verdrinking, arteriële gasembolie en decompressieziekte bestaat de behandeling in eerste aanleg uit het in veiligheid brengen van het slachtoffer en het toedienen van 100% zuurstof. Zuurstoftoediening is aangewezen ook voorafgaand aan recompressie-behandeling en dient voortgezet te worden wanneer de symptomen van (vermoede) decompressieziekte verdwenen zijn. Er bestaan cursussen

waarbij aan zowel leken als artsen de juiste toedieningswijze en procedures worden onderwezen en gecertificeerd om slachtoffers van duikongevallen optimaal te kunnen bijstaan (bijv. DAN oxygen supplier en opleidingen voor beroepsduikers).

### **Diagnose beroepsziekte**

Voor het vaststellen van een beroepsziekte kunnen de criteria van het Nederlands Centrum voor Beroepsziekte ([NCvB](#)) worden gehanteerd.

### **Diagnostiek botnecrose**

Botnecrose in heupen en schouders kan worden vastgesteld door middel van röntgenografie, MRI en scintigrafie. In verband met stralingbelasting gaat de voorkeur uit naar MRI. MRI en scintigrafie zijn sensitiever maar geven waarschijnlijk aanleiding tot meer vals positieve bevindingen - bij laesies die genezen zonder een necrotisch botinfarct.

### **Bubble load**

Tegenwoordig wordt algemeen aangenomen dat alle duiken (d.w.z. compressie en decompressie met gebruik van ademlucht met inerte gassen) gepaard gaan met (micro)embolieën. Embolieën geven zelden aanleiding tot klachten of symptomen; een onder duikers veelgehoorde gelukwens is: 'may your bubbles be silent'. Spencer heeft met behulp van Dopplerechografie aangetoond dat gasbellen in het veneuze systeem optreden na iedere duik van betekenis. De grote meerderheid van de duikers met aantoonbare gasbellen ervaart geen symptomen van decompressieziekte. Het verband tussen de mate van veneuze bellen (decompressiestress of bubble load) en symptomen van decompressieziekte is zwak. Het gebruik van Dopplerechografie voor monitoring en gradering van de waargenomen veneuze embolieën is specialistisch werk en tot nog toe niet bruikbaar in de alledaagse praktijk van duikarbeid.

## **7.3 Kwetsbare groepen en aanstellingskeuring**

### **Arbeidsverboden**

Op grond van de artikelen 6.27 lid1 en 6.29 gelden arbeidsverboden voor respectievelijk jeugdige en zwangere werknemers voor duikarbeid, caissonarbeid en overige arbeid onder overdruk, bedoeld in artikel 6.13 van de Arbowet.

### **Zwangeren**

Algemeen wordt door experts op dit gebied ontraden om te duiken tijdens de gehele zwangerschap zie onder andere de [adviezen](#) van de Nederlandse Vereniging voor Duikgeneeskunde die ook internationaal navolging vonden. Indien een vrouw gedoken heeft en achteraf reeds zwanger bleek te zijn, is er geen reden om tot zwangerschapsafbreking over te gaan.

### **Aanstellingskeuring**

In Nederland is keuren zonder vooraf vastgelegde bijzondere functie-eisen is niet toegestaan. Voor beroepsduikers gelden uiteraard functiegebonden, strikte eisen ten aanzien van de functiegeschiktheid. Dit wordt toegelicht in de door het Ministerie van SZW uitgegeven [Leidraad Aanstellingskeuringen](#) (2005) en de NVAB leidraad [Verplichte Medische Keuringen](#) (2007).

### **Beroepsgeschiktheid**

De beoordeling van beroepsgeschiktheid voor beroepsduikers ligt in Nederland bij een selecte groep geregistreerde duikerartsen en de bespreking van dit onderwerp valt grotendeels buiten de kaders van dit dossier. Voor duikersartsen wordt onderscheid gemaakt voor hen die slechts herkeuringen mogen doen (de zogenaamde duikerarts A) en zij die tevens 'inkeuringen' mogen uitvoeren (duikerarts B). De [actuele lijsten](#) van geregistreerde duikerartsen kunnen worden geraadpleegd via het NDC.

### **Europese standaard**

In Europees verband is met betrekking tot beroepsgeschiktheid (fysical fitness to dive) een [standaard](#) opgesteld met medewerking van Nederlandse duikerartsen; dit document is direct ter inzage via internet (Fitness to dive standards; Guidelines for medical assessment of working divers. European Diving Technology Committee; J. Wendling, D. Elliot, T. Nome (eds.), maart 2003).

## Beoordeling

De beoordeling vindt plaats op basis van professionele bevoegdheid en bekwaamheid van de duikerarts. Veel meer dan het aflopen van een checklist dient de uiteindelijke beoordeling gebaseerd te zijn op basis van een integrale beoordeling van persoon, diens gezondheidstoestand en het te verrichten werk. Zonodig zal een orgaanspecialist met duikmedische kennis worden geraadpleegd. De beoordeling van een beginnend beroepsduiker is strenger dan een herbeoordeling van een ervaren duikers met weinig belastend omstandigheden of veel regelmogelijkheden.

De volgende aspecten komen bij een beoordeling aan de orde:

- Is er een medisch beeld dat het vermogen om duikarbeid te verrichten in de weg staat? (bijv. kunnen zwemmen, communiceren, verantwoordelijk gedrag te tonen)
- Is er een medisch beeld dat de veiligheid van de duiker of het team in gevaar kan brengen? (bijv. bewustzijnsverlies, paniekaanvallen etc.)
- Is er een medisch beeld dat kan verslechteren a.g.v. duikarbeid? (bijv. status na pneumothorax met dus een verhoogde kans op pulmonaal barotrauma)
- Is er een medisch toestandsbeeld dat - bewezen - de kans vergroot op een duikongeval of beroepsziekte? (bijv. PFO na voorafgaande symptomen van decompressieziekte)

## PFO

Er is wel gesuggereerd dat het bestaan van een zgn. patent foramen ovale een rol speelt bij de gevoeligheid voor decompressieziekte; bij deze toestand kunnen embolieën 'gebypassed' vanuit de rechter naar de linkerboezem en zo in het arteriële systeem komen. PFO heeft een geschatte prevalentie van 30% maar een veel kleiner percentage wordt geacht hemodynamisch relevant te zijn - d.w.z. werkelijk verantwoordelijk voor verschijnselen van decompressieziekte. Onderzoek naar het bestaan van (een relevant) PFO wordt daarom alleen aanbevolen bij duikers die decompressieziekte doormaakte.

## Longaandoeningen

Bestaande longaandoeningen of een medische geschiedenis met spontane pneumothorax of penetrerend letsel van de borstholte zijn reden voor uitsluiting van duikarbeid in verband het verhoogde risico van een pulmonaal barotrauma. Wanneer de medische geschiedenis geen pneumothorax, letsel van de borstholte, actieve sarcoïdose, tuberculose, COPD of astma uitgelokt door kou, emotie of inspanning vermeldt, dan is de betreffende duiker waarschijnlijk geschikt - zelfs bij medicatiegebruik of voorafgaande ademhalingsklachten èn mits ook longfunctiemetingen en röntgenografie geen afwijkingen (bijv. blebs) tonen.

## Screening botnecrose

Tekenen van botnecrose vormen op zich geen reden voor uitsluiting. Het advies te stoppen met duikwerk aan duikers met necrotische afwijkingen dicht bij een gewricht (juxta-articulair) is gebaseerd op de hoge belastingen die de kans op inzakken van het gewricht vergroot. Beeldvormend onderzoek van schouders en heupen wordt aanbevolen bij alle beroepsduikers aan het begin van hun beroeps carrière. Routinematige controles worden ook aanbevolen bij degenen die regelmatig dieper dan 30 meter duiken of gedurende meer dan 4 uren aaneengesloten. Aanvullend onderzoek naar botnecrose kan worden overwogen bij duikers met klachten van een gewricht of zij die decompressieziekte hadden.

## 7.4 Preventief medisch onderzoek

### Preventief onderzoek

Het preventief medisch onderzoek: PMO; de nieuwe term voor het gemoderniseerde PAGO, is een vrijwillig arbeidsgezondheidskundig onderzoek zoals bedoeld in artikel 18 van de Arbowet en diverse bepalingen van het Arbobesluit. Voor beroepsduikers echter, omvat het PMO in ieder geval ook het *verplichte* duikmedisch onderzoek waaraan de werknemer zich **moet** onderwerpen op grond van wet- en regelgeving buiten de Arbowet.

Het [preventief medisch onderzoek](#) kent drie kerndoelen:

1. preventie van beroepsziekten en arbeidsgebonden aandoeningen bij individuele en groepen werknemers
2. bewaken en bevorderen van de gezondheid van individuele en groepen werknemers in het werk
3. bewaken en verbeteren van het functioneren en de inzetbaarheid van individuele werknemers.

## 8. Werkgeversverplichtingen

De werkgeversverplichtingen komen voort uit wetgeving (Zie hoofdstuk 4). Kortweg dient de werkgever beleid te voeren waarbij werkdruk en beheersmaatregelen in ieder geval terugkomen in de RI&E en in voorlichting & onderricht.

Voor meer algemene informatie over dit onderwerp klik [hier](#).

## 9. Werknemersverplichtingen

De werknemer is verplicht zich als een 'goed werknemer' te gedragen. Wat dat inhoudt, staat niet omschreven. Het betekent bijvoorbeeld dat u zich moet houden aan de werkvoorschriften van de werkgever en dat u verplicht bent mee te werken aan uw reïntegratie.

Voor meer algemene informatie over dit onderwerp klik [hier](#).

## 10. Werknemersrechten

Voor meer algemene informatie over dit onderwerp klik [hier](#).

### 10.1 Rechten individuele werknemer

Voor meer algemene informatie over dit onderwerp klik [hier](#).

### 10.2 Rechten medezeggenschapsorgaan

Voor meer algemene informatie over dit onderwerp klik [hier](#).

# 11. Praktijkverhalen

Bij duikarbeid zijn verschillende sectoren te onderscheiden. In dit deel van het dossier wordt voor een aantal van deze sectoren aangegeven waar goede praktijken te vinden zijn.

## Commercieel duiken

Door en voor de duikbranche zal een arbocatalogus opgesteld gaan worden. Het secretariaat voor deze catalogus zal worden gevormd door het [Nationaal Duikcentrum](#). Wanneer meer bekend is over de catalogus zal deze informatie in het dossier opgenomen worden.

Door de International Marine Contractors Association (IMCA) is een publicatie uitgegeven met de code of practice voor offshore duiken. Deze code bevat informatie over goede praktijken bij duikarbeid. Opgemerkt moet worden dat de code voor niet leden van de IMCA uitsluitend tegen betaling is te verkrijgen. Klik [hier](#) voor meer informatie.

## Defensie

Voor de verschillende duikprocessen en duiksituaties zijn door defensie werkinstructies opgesteld. Deze instructies zijn deels geclassificeerd en zijn deels openbaar. Voor meer informatie kunt u contact opnemen met het kenniscentrum van de Defensie Duikschool (02236-54643).

## Politie

Medio 2008 zal naar verwachting een arbocatalogus verschijnen voor duikarbeid door de politie. Wanneer deze catalogus verschenen is zal hier informatie over opgenomen worden.

## Leidraad Brandweer

Voor de duikwerkzaamheden van de brandweer is een leidraad met goede praktijken verschenen. Deze leidraad bevat onder andere informatie over:

- Organisatie
- Werkwijze
- Veiligheidsbeleid
- Uitruk- en inzetprocedures
- Onderhoud

Meer info via [www.nvbr.nl](http://www.nvbr.nl)

## Werkinstructie brandweer

Door de brandweer is naast de leidraad ook een model werkinstructie duiken. Deze instructie gaat gedetailleerd in op de verschillende aspecten van het duiken bij de brandweer. Op de [internetpagina](#) kunt u de werkinstructie vinden.

## Dierentuinen en aquaria

Voor het duiken in dierentuinen en aquaria is door de HSE een handboek opgesteld. In dit handboek wordt, op basis van Engelse wetgeving, een beschrijving gegeven van onder andere:

- Het duikteam
- Veiligheid en gezondheid
- Duiken met dieren
- Onderhoud

Klik [hier](#) voor meer informatie.

### **Wetenschappelijk duiken**

Door onderzoekcentra en universiteiten wordt in het kader van wetenschappelijk onderzoek duikarbeid verricht. Door een aantal buitenlandse universiteiten zijn handboeken opgesteld om wetenschappelijk duiken te reguleren. Door de Universiteit van Maryland is eveneens een handboek opgesteld. Dit handboek bevat onder andere informatie over:

- Procedures
- Duikmaterialen
- Certificatie
- Medische aspecten
- Onderhoud

Klik [hier](#) voor het handboek van de Universiteit van Maryland.

### **Codes of practice HSE**

Door de HSE zijn voor verschillende duiksectoren “goedgekeurde” codes of practice opgesteld. Er zijn codes voor:

- Commercial diving offshore
- Commercial diving inland/inshore
- Recreational diving
- Media diving
- Scientific and Archaeological diving

Deze codes zijn tegen betaling te bestellen bij de HSE. Klik [hier](#) voor meer informatie.

## **12. Referenties**

*Molvaer O. I. (Norwegian Underwater Institute, Norway) and Gjestland T. (University of Trondheim, Norway). Hearing damage risk to divers operating noisy tools under water Scandinavian Journal of Work, Environment and Health, December 1981, Volume 7, Number 4.*

*Curley, M. Downs, E., Jr. Navy Experimental Diving Unit, Helmet Noise and Divers' Hearing, Panama City, FL, USA in OCEANS Publication Date: Sep 1986 Volume: 18, On page(s): 53- 56*

*Long Term Health Effects of Diving: An International Consensus Conference 1993. Best Publishing Company, 1994.*

*Hope A, Risberg J (eds.) Long-term health effects of diving. The Godoyssund 1993 consensus conference revisited. NUI Bergen 2006. ISBN 13:978-82-7280-549-3 (302 pages)*

*Elliot DH, Moon RE. Long-term health effects of diving. In: Elliot D, editor. The Physiology & Medicine of Diving. London: W B Saunders Company Ltd, 1993: 585-604.*

*Bennett and Elliot's Physiology and Medicine of Diving. Fifth ed. London: Saunders Company Ltd., 2003.*

*Reader Diving Safety Course, NDC 1999*

*Cursusboek Civiele onderwaterbouw, NDC 1997*

*Takao, K, Kawashima, M, Tamura, H, Nagayoshi, I en Yamaguchi, T. Dysbaric osteonecrosis in divers Rheumatology (Oxford). 2006 Jul; 45(7):855-8.*

## **13. Referentie auteur**

Helger Siegert (veiligheidskundige)  
Joost Kam (arbeids- en organisatiedeskundige)  
Richard Huisman (arbeidshygiënist)  
Arco Verhoeven (bedrijfsarts)

## **14. Peer Review**

Dit arbodossier is beoordeeld door:  
Ben van de Putten  
ArboUnie