



## ARBOCATALOGUS

### Werken onder Overdruk

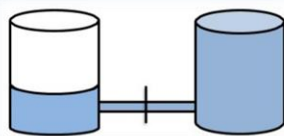
### Informatieblad Duiken Nr 1

### Risico's en Beheersmaatregelen van

### Drukverschillen

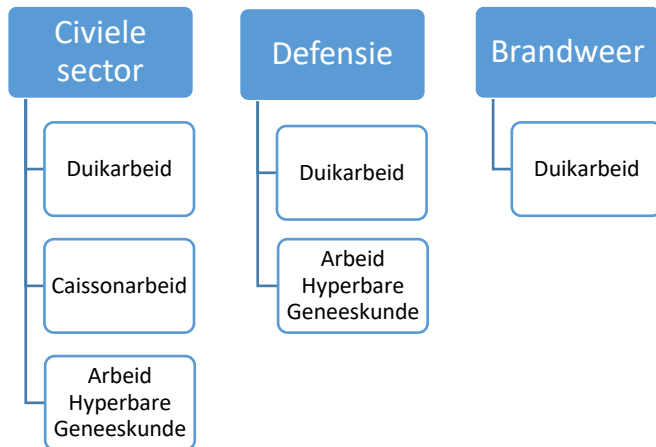
### (Delta P)

Documentcode: CAT 005.1



# Voorwoord

**De Beheerstichting Werken onder Overdruk – kortweg SWOD – vertegenwoordigt de drie werkvelden, duikarbeid, caissonarbeid en arbeid hyperbare geneeskunde binnen de drie subsectoren Defensie, Brandweer en Civiele sector op het gebied van Arbeidsomstandigheden**



Het Informatieblad duiken nr. 1 “Risico’s en Beheersmaatregelen van Drukverschillen (Delta P)” is gebaseerd op richtlijnen en informatie van de duikindustrie uit diverse landen, alsmede van de Nederlandse duikindustrie en werknemersorganisatie.

Dit informatieblad is op 23 juni 2020 goedgekeurd door het SWOD Centraal College van Deskundigen (CCvD) en is van kracht vanaf 1 oktober 2020.

## Disclaimer

Hoewel het Informatieblad duiken nr. 1 “Risico’s en Beheers Maatregelen van Drukverschillen (Delta P)” met de grootst mogelijke zorgvuldigheid is samengesteld, aanvaarden de Stichting Werken onder Overdruk, noch de websitebeheerder, noch de auteurs aansprakelijkheid voor eventuele onjuiste gegevens en de mogelijke gevolgen daarvan.

Projectgroep Arbocatalogus Werken onder Overdruk

Penvoerder: A Morriën  
 Brandweer: M. van Hattum  
 Civiele Sector: J. Koelewijn  
 Defensie: M. Lieverse

Beheerstichting Werken onder Overdruk – SWOD –

Ambachtsweg 27  
 2641 KS PIJNACKER  
 T 015 – 2512026

W [www.werkenonderoverdruk.nl](http://www.werkenonderoverdruk.nl)

E [Info@werkenonderoverdruk.nl](mailto:Info@werkenonderoverdruk.nl)

Documentcode	Vervallen versie	Huidige versie d.d.	Status	Goedgekeurd door CCvD	Goedgekeurd door Bestuur
CAT 005.1	concept	23 juni 2020	Openbaar	23 juni 2020	26 juni 2020

# Inhoudsopgave

1	Termen en definities .....	4
2	Introductie .....	5
3	Risico's van Delta P .....	6
3.1	Gegenereerde krachten door drukverschillen .....	6
3.2	(On-)Bekendheid met de risico's van Delta P .....	6
4	Locaties: gevaren en risico's van drukverschillen .....	7
4.1	Waar komt Delta P vaak voor? .....	7
4.2	Soorten gevaren van Delta P.....	7
4.2.1	Voorbeelden van voorkomende situaties.....	8
5	Delta P: kenmerken en gevaren.....	9
5.1	Water mechanisch aangezogen.....	9
5.2	Inlaten en sluisen, stuwen en schepen.....	10
5.3	Vorstuwingsmiddelen door middel van waterjets en schroeven .....	10
5.4	Enkele voorbeelden van Delta P risico's: .....	12
6	Preventie en beheersing van risico's van Delta P .....	13
6.1	Verantwoordelijkheden Opdrachtgever .....	13
6.2	Project RI&E en Werkplan.....	13
6.3	Risicobeheersing .....	15
6.3.1	De maximale stroming voor een duiker tijdens duikwerkzaamheden.....	16
6.3.2	Isolatie duiker van DVGZ.....	17
6.3.3	Leidingen en holle ruimtes geheel of gedeeltelijk gevuld met een gas.....	17
6.3.4	Wijziging van het Werkplan .....	18
7	Maatregelen voor aanvang van en tijdens de duikwerkzaamheden.....	19
8	Referenties.....	20
	BIJLAGE 1: Voorbeeld stappenplan duikwerkzaamheden bij Delta P .....	21
	BIJLAGE 2 Delta P: Isolatie van scheepsmachine systemen bij duikwerkwerkzaamheden van, op of nabij schepen .....	22
	DuikOperaties – Voorbeeld Checklist Schip.....	23

## 1 TERMEN EN DEFINITIES

ADC	Association of Diving Contractors (UK & Ireland).
ALARP	As low as reasonably practicable/ zo laag als redelijkerwijze uitvoerbaar is.
AODC	Association of Offshore Diving Contractors (tegenwoordig onderdeel van IMCA).
Barrière	Een fysieke scheiding tussen twee waterlichamen.
Delta P	Differential Pressure/ Drukverschil ook wel genaamd positieve en negatieve druk (IMCA).
DVGZ	Druk Verschil Gevaren Zone is het gebied van niet beheersbare waterstroming, zuiging of turbulentie (hetzij op natuurlijke wijze tot stand gebracht of geproduceerd door de werking of uitval van machines en installaties).
DP	Dynamic Positioning. Een computersysteem inclusief referentiesystemen dat automatisch de gewenste positie en koers van een schip bewaakt en handhaaft, door middel van de voortstuwsystemen.
IMCA	International Marine Contractors Association.
LMRA	Laatste Minuut Risico Analyse. De LMRA wordt uitgevoerd op de werkplek voorafgaande aan de werkzaamheden om na te gaan of van tevoren ingeschatte risico's en maatregelen kloppen met de situatie op de werkplek en eventueel aangepast moeten worden (management of change).
Lockout - Tagout (LoTo)	Lockout-Tagout (LoTo) Een veiligheidsprocedure waarbij machines, pompen en andere krachtbronnen worden uitgeschakeld tijdens onderhouds- en herstelwerkzaamheden. Deze procedure moet ervoor zorgen dat personeel beschermd wordt tegen de risico's van machines, pompen en andere vormen van energie die onverwachts ingeschakeld kunnen worden.
Project RI&E	Een RI&E uitgevoerd voor een specifiek project door de duikcontractor, opdrachtgever en ter zake deskundige personen.
RI&E	Risico-Inventarisatie en -Evaluatie (RI&E); elk bedrijf met personeel moet door een arbo dienst of Arbo deskundige laten inventariseren of en hoe het werk gevaarlijk of ongezond kan zijn voor medewerkers. Dit moet schriftelijk worden vastgelegd. In deze RI&E moet ook een Plan van Aanpak (PVA) zijn opgenomen. Daarin staat beschreven welke maatregelen een werkgever gaat nemen om de geconstateerde risico's aan te pakken.
ROV	Remotely Operated Vehicle (ROV), is een onderwaterrobot die op afstand kan worden bestuurd.
Voorstuwingsinstallatie	De gehele mechanische positionering en/of voorstuwingsinstallatie zoals bijvoorbeeld schroef-, thrusters-, jet-, en voith-systemen.
Werkplan	Omschrijving van project specifieke taken en risico's.

## 2 INTRODUCTIE

Dit SWOD informatieblad duiken nr.1 maakt deel uit van een reeks informatiebladen. Het doel van deze informatiebladen is het creëren van bewustzijn van mogelijke risico's die aanwezig zijn bij duiken met drukverschillen.

Vergeleken met andere duikwerkzaamheden bestaat er bij duiken met drukverschillen een hogere kans op fatale duikongevallen. Onveilige situaties, incidenten en ongevallen veroorzaakt door bewegende schroeven en waterjets op schepen zijn bijna altijd fataal. (Zie ook hoofdstuk 8: Referenties in dit document met links naar voorbeelden van risico's van Delta P)

Door de risico's te benadrukken en daarbij richtlijnen te geven over methoden om deze risico's te beoordelen en zo goed mogelijk te beheersen kunnen de risico's van duiken met drukverschillen verminderd of zelfs weggenomen worden.

### 3 RISICO'S VAN DELTA P

#### 3.1 GEGENEREERDE KRACHTEN DOOR DRUKVERSCHILLEN

We weten dat vloeistof niet samendrukbaar is. Het verplaatsen van water heeft dus ook onder water direct effect op de omgeving en daarmee ook op een hierin aanwezige duiker. De krachten die hierbij vrijkomen hoeven niet per se groot te zijn om een (groot) effect op de duiker te hebben. Denk hierbij aan inlaat-, en spuikanalen van vaartuigen, industrie, offshore platformen, FPSO's, boorplatformen, werkeilanden, gemalen, infrastructurale kunstwerken, energiecentrales, rioolinstallaties maar ook voorstuwing-, en positioneringsinstallaties.

Wanneer een duiker een (inlaat-)opening nadert, kan een levensbedreigende situatie optreden als de duiker vast- of naar binnen gezogen wordt. In dergelijke situaties kunnen de krachten op het lichaam zeer groot zijn, kan de duiker de controle over zijn adembescherming verliezen, gedesoriënteerd raken, kan vast of verstrikt raken en kan zonder ademlucht komen door lege cilinder(s). De afgelopen decennia hebben duikers ernstig letsel opgelopen of zijn overleden bij Delta P incidenten. Denk daarbij bijvoorbeeld aan het verwijderen van een tijdelijke afdichting of het openen van een pijpleiding waarbij ze vervolgens in de leiding werden gezogen.

Fatale gevaren voor duikers door waterstroming bij drukverschillen ontstaan als volgt:

- De beweging van water als gevolg van drukverschillen zoals bijvoorbeeld bij niveauverschillen in waterstanden. De kracht die wordt gegenereerd tussen twee waterlichamen is afhankelijk van het hoogteverschil tussen de waterstanden en de grootte van elke opening in de barrière. Wat vaak niet wordt onderkend, is dat ook zeer aanzienlijke (zuig-)krachten kunnen worden gecreëerd wanneer een bescheiden verschil in waterniveau wordt gecombineerd met een relatief grote opening.
- Een actief proces van waterverplaatsing waarbij een (mechanische) installatie of delen daarvan betrokken zijn. Denk daarbij aan voorbeelden zoals o.a. pompen, kleppen en voortstuwingsinstallaties. Dit kan bijvoorbeeld het gevolg zijn van een bedieningsfout, storing of het onvoldoende veiligstellen van de installatie tijdens duikwerkzaamheden.

#### 3.2 (ON-)BEKENDHEID MET DE RISICO'S VAN DELTA P

Risico's ten gevolge van drukverschillen kunnen onder andere ontstaan doordat:

- Een duiker zonder een referentiepunt (zicht) zelf niet de verplaatsing door stroming zal waarnemen (en als het opgemerkt wordt het vaak te laat is);
- Duikers, duikploegleiders en overig betrokken personeel niet op de hoogte zijn van
  - een drukverschilsituatie;
  - de juiste locatie waar dit zich bevindt;
  - de sterkte van de stroming;
- Er bedieningsfouten worden gemaakt, geautomatiseerde systemen gebruikt worden en er onvoldoende borging van afschakeling t.b.v. veiligheid duikarbeid is;
- Er onvoldoende kennis van de risico's is.



**Figuur 1:** Duikwerkzaamheden aan leidingen

## 4 LOCATIES: GEVAREN EN RISICO'S VAN DRUKVERSCHILLEN

### 4.1 WAAR KOMT DELTA P VAAK VOOR?

Delta P komt voor in, maar is niet beperkt tot:

- Inlaten, kolken, spuigangen en andere holle structuren in:
  - kunstwerken zoals dammen, dijken, sluisen, stuwen, waterreservoirs;
  - zwembaden/duiktorens;
  - (koel) water- en/of brandbluspompen;
  - Waterkrachtcentrales;
  - zuiveringsinstallaties, rioolsystemen (overstort bij hevige regenval);
  - ontziltinstallaties en andere installaties.
- Inlaten en schroefinstallaties van schepen en werkeilanden:
  - voorstuwinginstallaties (schroef-, voith-, schneider- of waterjet-systemen);
  - positioneringinstallaties (schroeven en thrusters);
  - (koel) water- en/of brandbluspompen.
- Offshore platformen, FPSO's en boorplatformen:
  - (koel)water- en/of brandbluspompen.
- Subsea-installaties en pijpleidingen.

### 4.2 SOORTEN GEVAREN VAN DELTA P

Drukverschillen kunnen worden onderverdeeld in vier soorten:

1. Water wordt mechanisch aangezogen naar voortstuwinginstallaties op schepen of werkeilanden.
2. De waterniveaus aan beide zijden van aangrenzende gebieden variëren (bijvoorbeeld bij stuwdammen, dijken, sluisdeuren en waterreservoirs).
3. Een geheel of gedeeltelijk ondergedompelde holle structuur gevuld met een gas (dus ook lucht) dat een hogere of lagere druk dan het omringende water heeft. Denk hierbij aan voorbeelden als subsea-installaties, onderzeese pijpleidingen en andere onderwaterstructuren met holle componenten (bijvoorbeeld gezonken schepen, holle poten etc.).
4. Water wordt mechanisch aangezogen door inlaten (bijvoorbeeld bij inlaten voor (koel)water- en brandbluspompen aan land en op offshore platformen, FPSO's, boorplatformen, circulatiepompen in zwembaden en duiktorens en inlaten op schepen en werkeilanden).



Foto: Rijkswaterstaat

**Figuur 2:** Bouwactiviteiten onderwater

### 4.2.1 Voorbeelden van voorkomende situaties



**Figuur 3:** Stroming als gevolg van verschillende waterstanden (Sambeek)



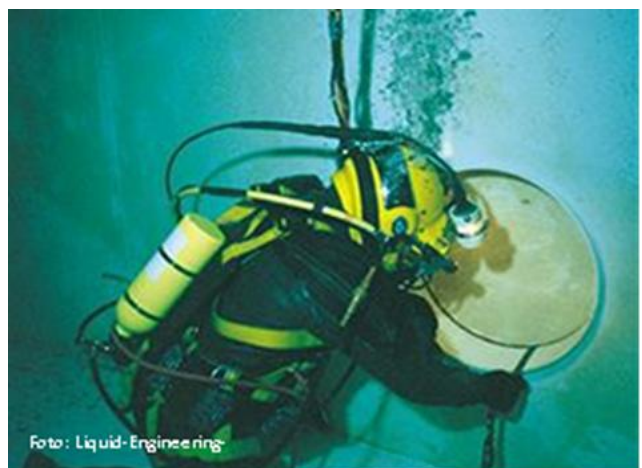
**Figuur 4:** Aanwijzingen aan de oppervlakte van stroming



**Figuur 5:** Stuw in een rivier (Hagestein)



**Figuur 6:** Duikwerkzaamheden nabij een schroef

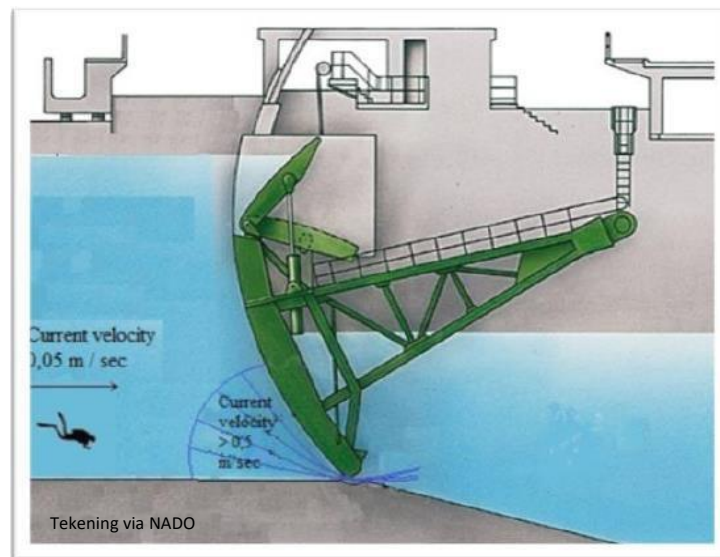


**Figuur 7:** Duikwerkzaamheden nabij een inlaat/doorgang

## 5 DELTA P: KENMERKEN EN GEVAREN

Enkele kenmerken en gevaren zijn:

- Drukverschillen kunnen zich op alle waterdiepten voor doen.
- Duikers kunnen onderwater zelden bijtijds een drukverschilgevaar (stroming) detecteren om deze te kunnen vermijden. Eenmaal in een Druk Verschil Gevaar Zone (DVGZ) is het erg moeilijk voor duikers om te ontsnappen aan de zuigkrachten. Opheffen van het drukverschil is meestal nodig voordat duikers kunnen worden bevrijd (zie onderstaande figuur 8).
- Duikers die het water in gaan om een reddingspoging te ondernemen, om de duiker die vast zit te bevrijden, lopen het risico zelf gewond of gedood te worden.
- Drukverschilgevaren zijn vaak dodelijk en bieden geen gelegenheid voor effectieve interventie van hulpverleners.
- Pogingen van redders aan de oppervlakte om een duiker te bevrijden met brute kracht, voorafgaand aan het opheffen van het drukverschil, resulteren vaak in verdere verwondingen aan de vastgezogen duiker.



Figuur 8 Dwarsdoorsnede stuw met voorbeeld van stromingsvariëaties onder water

### 5.1 WATER MECHANISCH AANGEZOGEN

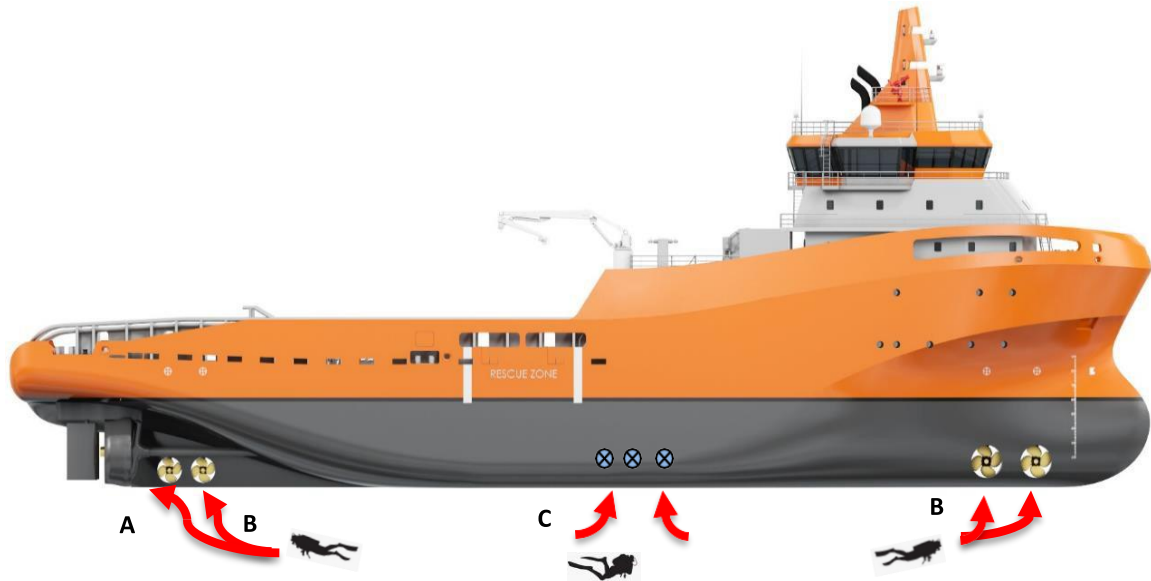
Wanneer duikers nabij of aan een schip moeten werken kan dit hoge risico's met zich meebrengen zoals stroming bij in- en uitlaten, draaiende vaste schroeven, draaiende assen die de schroeven aandrijven, draaiende roterende schroeven (Azimuth) en draaiende schroeven voor zijwaartse beweging van het schip.

Ook zijn er schepen die aangedreven worden door waterjets die een risico vormen wanneer deze worden gestart. (Zie ook ADC GP 001 van IMCA Information Note D 13-09 "Diving on or near vessels and isolating machinery systems" en BIJLAGE 2 DELTA P: Isolatie van scheepsmachine systemen bij duikwerkwerkzaamheden van, op of nabij schepen).

## 5.2 INLATEN EN SLUIZEN, STUWEN EN SCHEPEN

Sluizen, stuwen en schepen zijn voorzien van diverse in- en uitlaten. De in- en uitlaten zitten op verschillende plaatsen onder water, afhankelijk van de functie van het inlaatkanaal. Denk daarbij aan bijvoorbeeld koeling, verplaatsing (waterjet) en water inname (pomp). Het gevaar is dat de duiker hierbij een kanaal ingezogen wordt of tegen een rooster aangezogen wordt zodat deze zich, al dan niet met een grote fysieke impact, niet meer kan verplaatsten.

Wanneer aan of in de nabijheid van in- en uitlaten gewerkt moet worden (bijvoorbeeld schoonmaakwerkzaamheden), moeten er een aantal voorzorgsmaatregelen worden genomen zoals in BIJLAGE 2 zijn aangegeven.



**Figuur 9:** voorbeeld van een schip met diverse risicogebieden zoals; schroefinstallaties voor (A) voorstuwung en (B) positionering en (C) pompinlaten

Foto: Wärtsilä

## 5.3 VOORSTUWINGSMIDDELEN DOOR MIDDEL VAN WATERJETS EN SCHROEVEN

Deze voortstuwingsmiddelen kunnen zich op verschillende plaatsen onder een schip bevinden. Wanneer een duiker in aanraking komt met een draaiende schroef of een waterjet (mechanische impact) kan dit een fatale afloop hebben.



**Figuur 10:** Weergave van een schroefinstallatie



**Figuur 11:** Voorstuwung via Waterjets systemen

Wanneer er gewerkt moet worden aan of in nabijheid van waterjets en/of schroeven, moeten een aantal voorzorgsmaatregelen worden genomen zoals in BIJLAGE 2 zijn aangegeven.

Wanneer er gedoken wordt vanaf een Dynamic Positioned (DP) schip moet de lengte van de duiker umbilical zodanig zijn dat hij niet dichterbij dan 5 meter in de nabijheid van de dichtstbijzijnde schroef kan komen (zie [Arbocatalogus Werken onder Overdruk](#) en IMCA D 010). De lengte van de umbilical van de stand-by duiker moet 2 meter langer zijn dan die van de duiker.

## 5.4 ENKELE VOORBEELDEN VAN DELTA P RISICO'S:

Op internet zijn een tweetal YouTube-filmpjes die een zeer duidelijk illustratie geven van voorbeelden van Delta P risico's:

- 1) <https://www.youtube.com/watch?v=AMHwri8TtNE>
- 2) [https://www.youtube.com/watch?v=AETbFm\\_CjE0&feature=youtu.be](https://www.youtube.com/watch?v=AETbFm_CjE0&feature=youtu.be)



**Figuur 12:** Voorbeeld van Delta P waarbij een krab tijdens doorslijpwerkzaamheden van een ROV de leiding in gezogen wordt (zie filmpje 1)



**Figuur 13:** Risico's Delta P bij werkzaamheden (zie filmpje 2)



**Figuur 14:** Mogelijke gevolgen van Delta P (zie filmpje 2)



**Figuur 15:** Risico's Delta P in een zwembad (zie filmpje 2)



**Figuur 16:** Risico's Delta P bij een inlaat (zie filmpje 2)

## 6 PREVENTIE EN BEHEERSING VAN RISICO'S VAN DELTA P

### 6.1 VERANTWOORDELIJKHEDEN OPDRACHTGEVER

Het is aan de opdrachtgever die werkzaamheden wil laten uitvoeren door een duikcontractor om alle bekende boven en onderwater onderdelen die een gevaar kunnen vormen voor het duikteam, aan de duikonderneming te informeren. Dit vindt plaats voor aanvang van het maken van het Werkplan en uitvoering van de project RI&E. Eventuele wijzigingen moeten ook onmiddellijk doorgegeven worden.

### 6.2 PROJECT RI&E EN WERKPLAN

Bij het uitvoeren van een project RI&E moet ervan worden uitgegaan dat er een gevaar van drukverschil aanwezig is wanneer er gewerkt wordt in, aan of in de nabijheid van:

- twee naast elkaar gelegen gebieden waar de waterstanden (kunnen) verschillen;
- holle ruimtes, pijpleidingen en subsea-installaties;
- inlaten waar water mechanisch kan worden aangezogen door offshore platformen, FPSO's, boorplatformen, werkeilanden, scheeps- en/of wal-installaties;
- schepen en andersoortige vaartuigen waardoor water mechanisch kan worden aangezogen naar voorstuwing-, en positioneringsinstallaties.

Tijdens het opstellen van het Werkplan door de duikondernemer moeten deskundigen betrokken zijn. Denk hierbij aan bedrijfs- en gebiedsdeskundigen en de opdrachtgever. In het Werkplan worden project specifieke taken, -verantwoordelijkheden, -bevoegdheden en de resultaten van de project RI&E en de controlepunten van een LMRA vastgelegd.

Indien het falen van een maatregel tot de mogelijkheden behoort, bijvoorbeeld een tijdelijke constructie ter bescherming van de duiker (zie AODC 055 Protection of water intake points for diver safety), dan moet deze ook deel uitmaken van de project RI&E. Er moet ook bepaald worden wat de grootte van de DVGZ is, inclusief de krachten en stroming. Formules om deze te berekenen staan onder andere in een HSE duikdocument (zie Differential pressure hazards in diving, RR 761, section 6 en Annex F).

Voorbeelden van methodes om te kunnen bepalen of er een kans is op DVGZ zijn:

- zichtbare tekenen aan de oppervlakte;
- ROV inspectie;
- controle van constructietekeningen waar inlaten zitten, pompcapaciteiten en aanwezige obstructies;
- bespreking met de (bedrijfs-)deskundige die bekend is met de locatie/schip;
- doppler current profiler inspectie;
- de aanwezigheid van stroming bepalen m.b.v. schiet/peillood;
- het monitoren van scheepvaartverkeer en bewegingen.



Foto: Wärtsilä

Figuur 17: Voorbeeld scheepschroef ( $\pm 7,5$  meter)

Als er gewerkt moet worden met een Lockout- Tagout (LOTO) systeem dan dient dit opgenomen te zijn in het Werkplan. Daarbij dienen borgingsmethoden te worden toegepast ter voorkoming dat pompen of andere mechanische aanzuigmiddelen, tijdens de duikwerkzaamheden, kunnen worden gestart/geopend. Toepassingen van deze methode zijn het afsluiten met een slot, verwijderen van zekeringen in een schakelkast of een andere veilige methode en de vermelding “duikers in het water” (Ref: EU Richtlijn Arbeidsmiddelen (2009/104/EG) en Arbobesluit hfst 7). Zie ook BIJLAGE 2.



**Figuur 18:** Voorbeeld van een vergrendelingstang met de mogelijkheid voor bevestiging van meerdere sloten.



**Figuur 19:** Voorbeeld van een label.

### 6.3 RISICOBEBEERSING

Omdat het voor de duiker tijdens de duikwerkzaamheden moeilijk is om stroming (Delta P) waar te nemen (noch drukverschillen kan inschatten), moeten deze vooraf zoveel mogelijk ingeschat en beperkt (project RI&E) worden. Tracht daarbij het gevaar zoveel als mogelijk te beperken bij de bron en pas, als dat niet mogelijk is, een andere tactiek toe. Neem daar waar mogelijk het drukverschil weg door bijvoorbeeld de waterniveaus gelijk te maken, de lege ruimten met water te vullen of laat de duiker de werklocatie van de benedenstroomse zijde (stroom afwaartse/lage kant) benaderen. Ook kan het mogelijk zijn dat een duiker beschermd kan worden door te werken vanuit een kooiconstructie.

Wanneer het drukverschil absoluut niet kan worden vermeden en het werk moet worden uitgevoerd van de hoge (bovenstroomse) zijde, moeten er maatregelen worden getroffen om de risico's zoveel mogelijk te beperken (ALARP). Om te voorkomen dat de duiker in de DVGZ kan komen.



**Figuur 20:** Duikwerkzaamheden nabij een schroef



**Figuur 21:** Inzet van een ROV nabij een schroef

Naar aanleiding van de risicoanalyse kan het noodzakelijk zijn dat er gekozen wordt voor een ander alternatief dan werkzaamheden met een duiker, bijvoorbeeld door het inzetten van een ROV.



**Figuur 22:** Dichtgegroeide inlaat

Ook dient de duiker alert te blijven dat zijn werkzaamheden gevolgen kunnen hebben op een Delta P.

Denk hierbij aan het reinigen van dit rooster waarbij de gaten nu hoofdzakelijk zijn dicht gegroeid en er nagenoeg geen stroming mogelijk is. Tijdens het schoonmaken van het rooster zal bij een Delta P de stroming verhogen, als de pomp niet is uitgeschakeld of afsluiters lekken, met de daarbij behorende risico's.

Ditzelfde geldt ook bij het opheffen van een verstopping. Ook hier zal worden zal bij een Delta P de stroming verhogen met de daarbij behorende risico's.



**Figuur 23:** Voorbeeld van een verstopping in een leiding

### 6.3.1 De maximale stroming voor een duiker tijdens duikwerkzaamheden

Over het algemeen wordt maximaal 0.5 m/sec aangehouden. Afhankelijk van de omstandigheden waar werk wordt uitgevoerd moet in de LMRA worden vastgesteld of het veilig is voor de duiker. Ook moet rekening gehouden worden met de feedback van de duiker op de onderwater werkplek. (Ref. AODC 047 "Effects of underwater currents on diver's performance & safety").

### 6.3.2 Isolatie duiker van DVGZ

Om te voorkomen dat de duiker in de DVGZ komt kunnen onder andere de volgende maatregelen worden genomen:

- Beperking van de lengte van de uit te geven lengte van de umbilical of seinlijn;
- Gebruik maken van een (tijdelijke) constructie van tralies of schermen, een kooi of afsluiter(s) zodat de duiker in de veiligheidszone blijft (waar de stroming niet sterker is dan 0.5 m/s) waardoor er wordt voorkomen dat de duiker wordt vastgezogen;
- Gebruik maken van een stromingsmeter als dat mogelijk is;
- Gebruik waar mogelijk dubbel uitgevoerde water of stromingskeringen zoals b.v. dubbel uitgevoerde, kleppen, afsluiters en schuiven;
- Tref voorzorgsmaatregelen wanneer aan leidingen en holle ruimtes geheel of gedeeltelijk gevuld met gas moet worden gewerkt;
- Tref voorzorgsmaatregelen wanneer aan en nabij schepen moet worden gewerkt (Zie ook BIJLAGE 2);
- Airlift operaties alleen uitvoeren met een onder en bovenwater bediening.

### 6.3.3 Leidingen en holle ruimtes geheel of gedeeltelijk gevuld met een gas

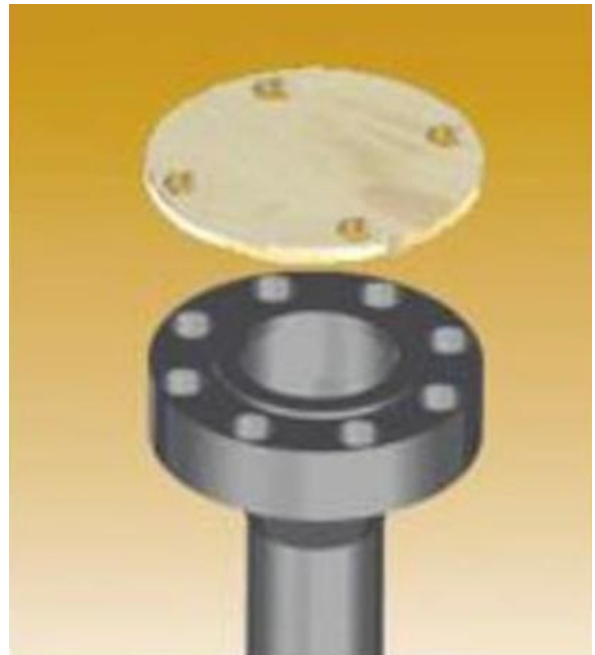
Het werken aan ondergedompelde of gedeeltelijk ondergedompelde holle structuur die een gas bevat met een lagere en ook met een hogere druk dan het omringende water vormen een groot risico voor duikers.

De volgende maatregelen kunnen onder andere worden genomen:

- Gebruik waar mogelijk extra of dubbel uitgevoerde kleppen of afsluiters;
- Laat de duiker niet werken aan een afdichting die op dat moment een in-/uitstroom moet voorkomen;
- Installeer afsluiters om een lege of gedeeltelijk lege leiding of holle ruimte gecontroleerd vol te laten lopen en instaleer een 'diffuser' ter voorkoming dat een duiker vast wordt gezogen (Zie figuur 24);
- Probeer geen afdichting te verwijderen van een leiding geheel of gedeeltelijk gevuld met een gas (Zie figuur 25);
- Positioneer duikers niet voor de inlaat van een afsluiter wanneer die wordt opgedraaid (Controleer een stroming daarbij nooit met de hand!);
- Laat waar mogelijk een ROV observeren wanneer men een leiding of holle ruimte vol laat lopen;
- Wanneer in een leiding gesneden moet worden ga er niet vanuit dat deze gevuld is met een vloeistof en controleer wat de situatie en staat van de leiding is. Een kleine opening in een lege of gedeeltelijk gevulde leiding kan ernstige verwondingen veroorzaken;
- Wanneer aan een subsea-installatie gewerkt moet worden, moet ervoor gezorgd worden dat er voldoende isolaties zijn aangebracht ter voorkoming van verwonding en vervuiling van het milieu (Zie IMCA D 044).



**Figuur 24:** Een diffuser die kan voorkomen dat een duiker vastgezogen wordt



**Figuur 25:** Een voorbeeld van een houten afdichting die een ernstig gevaar voor de duiker kan betekenen daar er geen voorzieningen zijn om de leiding gecontroleerd vol te laten lopen en zo te voorkomen dat de duiker vastgezogen kan worden.

### 6.3.4 Wijziging van het Werkplan

Bij wijziging van het werkplan of werksituatie:  
Voer opnieuw de project RI&E uit met alle betrokken partijen.

Documenteer dit in een gewijzigd werkplan (Management of Change), communiceer dit vervolgens met het uitvoerend personeel. (Zie ook BIJLAGE 1)



**Figuur 26:** Tijdens onderhoud kan het voorkomen dat er andere actie dan gepland nodig zijn

## **7 MAATREGELEN VOOR AANVANG VAN EN TIJDENS DE DUIKWERKZAAMHEDEN**

1. Controleer met de betrokken partijen, bekend met de betreffende werklocatie, of alle veiligheidsmaatregelen (inclusief Lockout en Tagout) die vastgelegd zijn in de project RI&E en in het Werkplan, ook genomen zijn en leg dit vast (Zie ook BIJLAGE 1 en 2).
2. Meet indien mogelijk de actuele stroming, op en nabij de locatie waar de duiker moet werken.
3. Bespreek met de duikploeg en overig betrokken personeel het risico van elk potentieel gevaar op de werklocatie zoals bijvoorbeeld in-, en uitlaten, schroeven, waterjets en pompinstallatie, en eventueel passerend scheepvaartverkeer.
4. Bespreek de noodscenario's en de te nemen acties mochten er onverwachte gebeurtenissen plaatsvinden.
5. Voorzie al het betrokken personeel van de benodigde informatie om de werkzaamheden veilig te laten verlopen.
6. Controleer of de beheersmaatregelen effectief zijn voor de start van de duikwerkzaamheden.
7. Gebruik SSE voor het uitvoeren van de werkzaamheden of een andere duikmethode na het maken van een gedetailleerde project RI&E.
8. Pas een werkvergunningstelsel/ permit to dive stelsel toe en controleer dat die maatregelen zijn getroffen die voorkomen dat pompen of andere mechanische aanzuigmiddelen tijdens de werkzaamheden kunnen worden gestart en/of worden geopend. Voorbeelden hiervan zijn het afsluiten met een slot, het verwijderen van zekeringen of een andere veilige methode en het zichtbaar plaatsen van de waarschuwing "duikers in het water" (Zie ook BIJLAGE 2).
9. Gebruik vooraf geïnstalleerde middelen ter voorkoming van aanzuiging door drukverschillen.
10. Voer een Laatste Minuut Risico Analyse (LMRA) uit voor de duiker te water gaat.
11. Bij wijziging van het Werkplan of werksituatie: pas het Werkplan aan en voer opnieuw een project RI&E uit met alle betrokken partijen (Management of Change Procedure). Communiceer dit vervolgens met het uitvoerend personeel (Zie ook BIJLAGE 1).

## 8 REFERENTIES

Diverse documenten, websites en YouTube filmpjes over Delta P zijn bestudeerd bij het schrijven van dit informatieblad en staan hieronder vermeld. Het wordt sterk aangeraden ook deze informatie te bestuderen:

1. **UK Health & Safety Executive (UK HSE)**  
<http://www.hse.gov.uk/pubns/diveindx.htm>
2. **Diving Information Sheet No. 13:**  
Differential pressure hazards in diving
3. **UKHSE research report:**  
RR761 - Differential pressure hazards in diving  
<http://www.hse.gov.uk/research/rrhtm/rr761.htm>
4. **ADCI**  
Association of Diving Contractors International (ADCI) video on the dangers of differential pressure: <http://videos.adc-int.org/dangers-of-delta-p>  
<http://videos.adc-int.org/expanded-approach-to-calculating-the-effects-of-differential-pressure-delta-p-on-working-divers>
5. **Ontario Ministry of Labour**  
[Video produced by the Ontario Ministry of Labour, this video talks about the hazards of Delta P around dams \(Courtesy Ontario Ministry of Labour. 2011\)](https://www.youtube.com/watch?v=7yEmC-z-dRU)  
<https://www.youtube.com/watch?v=7yEmC-z-dRU>
6. **Delta P in Diving -Risks and Prevention (Francis Hermans)**  
[https://www.academia.edu/36102784/Delta\\_P\\_in\\_Diving\\_-\\_Risks\\_and\\_Prevention](https://www.academia.edu/36102784/Delta_P_in_Diving_-_Risks_and_Prevention)
7. **ADC**
8. **ADC- GP -001**  
<https://www.imca-int.com/briefing/975/diving-from-on-or-in-close-proximity-to-merchant-vessels-protocol-for-isolating-machinery-systems-new-industry-guidance-published/> (IMCA Information Note D 13-09 Diving on or near vessels and isolating machinery systems)
9. **ADC-GP-002** Identification, Assessment, and control of differential pressure hazards.
10. **IMCA**
  - **AODC 055** Protection of water intake points for diver safety
  - **AODC 047** Effects of underwater currents on diver's performance & safety
  - **IMCA D 044** Guidelines for Isolation and Intervention: Diver access to Subsea Syst

## BIJLAGE 1: VOORBEELD STAPPENPLAN DUIKWERKZAAMHEDEN BIJ DELTA P

Stap	Actors	Actie
1	Duikonderneming Duikploegleider Bedrijfskundige Opdrachtgever	<b>1A/</b> Project RI&E en Werkplan: → maken en afstemmen met alle betrokken partijen
		<b>1B/</b> Management of Change procedure: → aanpassen werkplan en project RI&E uitvoeren
		<b>Werk locatie</b>
2	Duikploegleider	LMRA voor aanvang werk Controle zoals:  <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Weersgesteldheid en voorspelling</li> <li>✓ Stroomsnelheid water</li> <li>✓ Overige werkzaamheden in de omgeving</li> <li>✓ Veilige Arbeid locatie</li> <li>✓ Geschikte Arbeidsmiddelen en ademgas</li> <li>✓ Personeel gecertificeerd en ervaring</li> <li>✓ Communicatie en nood communicatie</li> <li>✓ Noodvoorzieningen redden duiker</li> </ul> <p><b>Uitkomst LMRA:</b></p>
		V Werkomstandigheden volgens werkplan → <i>vervolg met stap 3</i>
		✗ Werkomstandigheden <b>niet</b> volgens werkplan → <i>ga terug naar stap 1B</i>
3	Duikploegleider	Bespreking werkplan en gevaren Delta P met duikers, opdrachtgever en bedrijfskundige
4	Duikploegleider Bedrijfskundige	Werkvergunning (schriftelijke goedkeuring) voor duiken werkzaamheden
5	Duikploegleider Bedrijfskundige	Lock out Tag out procedure uitvoeren en controleren
6	Duikploegleider Bedrijfskundige	Veiligheidsvoorzieningen aanbrengen volgens werkplan
7	Duikploegleider	Isolatie duiker van Drukverschil Gevaren Zone
8	Duikploegleider	Duikplan duiker bespreken met duikploeg
9	Duiker	<b>Uitvoeren werkplan:</b>
		V Geen afwijkingen van Werkplan tijdens duikwerkzaamheden → <i>vervolg met stap 10</i>
		✗ Afwijkingen van Werkplan tijdens duikwerkzaamheden → <i>ga terug naar stap 1B</i>
10	Duikploegleider	Controle tijdens werkzaamheden boven- en onderwater
11	Duikploegleider	Bij verzoek extra werk → <i>ga terug naar stap 1B</i>
12	Duikploegleider	Werkzaamheden gereed: Afmelden Werkvergunning/ schriftelijke goedkeuring voor duikwerkzaamheden
13	Duikploegleider Bedrijfskundige	Duikwerkzaamheden hervatten na verlaten duiklocatie → <b><i>ga terug naar stap 2</i></b>

## **BIJLAGE 2 DELTA P: ISOLATIE VAN SCHEEPSMACHINE SYSTEMEN BIJ DUIKWERKWERKZAAMHEDEN VAN, OP OF NABIJ SCHEPEN**

Kort Overzicht van: ADC-GP—001 Aug. (09) Guidance Procedure Diving From, On or In Close Proximity to Merchant Vessels

### **Duiken van, op of nabij schepen – Overzicht algemene aanbevelingen**

Het volgende is een overzicht van algemene aanbevelingen voor scheepsbedrijven/ bemanningen en voor duikondernemingen:

1. Wanneer er gevaar bestaat voor ernstig of dodelijk letsel als gevolg van het op afstand opstarten van machines, moet een veilige isolatie worden verwezenlijkt, afsluitbare isolatiemethoden zijn het meest robuust/ betrouwbaar en moeten waar mogelijk worden gebruikt (Zie bijvoorbeeld figuur 18 in dit informatieblad).
2. Een formeel "Permit-to-Dive" (duik werkvergunning) systeem moet aanwezig zijn waarin de relevante isolaties worden gespecificeerd en die moeten strikt worden nageleefd.
3. De kapitein, de hoofd werktuigkundige en de duikploegleider moeten de Permit-to-Dive ondertekenen.

**Belangrijk: Als de kapitein en de hoofdwerktuigkundige niet op wacht zijn en slapen, dan moeten de officieren die de kapitein en de hoofdwerktuigkundige officieel vervangen de 'Permit-to-Dive' ondertekenen.**

1. Al het personeel op de brug en in de machinekamer moet worden geïnformeerd over de geplande duikwerkzaamheden en het PA-systeem van het vaartuig moet het begin en het einde van de duikoperaties aankondigen.
2. Relevante waarschuwingsborden die aangeven dat de duikers aan het werk zijn, moeten op alle bedieningspunten worden geplaatst waar machines, die gevaarlijk zijn voor duikers, opgestart/ingeschakeld kunnen worden (zie voorbeeld in figuur 19 in dit informatieblad).
3. Wanneer dat mogelijk is, moeten de machines worden vergrendeld. Indien gebruik wordt gemaakt van vergrendelsystemen/ -tangen dient de duikploegleider zijn eigen hangsloten te bevestigen en de sleutels voor deze hangsloten in zijn bezit te houden.
4. Wanneer het niet mogelijk is "lock-off" isolatiemethoden te gebruiken, kunnen leden van het duikteam als wachtsman op de brug en in de machinekamer (of op andere controlepunten waar machines die gevaarlijk zijn voor een duiker in werking gesteld kunnen worden) worden geplaatst met het specifieke doel te voorkomen dat gevaarlijke machines onopzettelijk of onjuist door andere personen in werking worden gesteld.

## DUIKOPERATIES – VOORBEELD CHECKLIST SCHIP

(Deze moet ingevuld worden door de duikploegleider)

<b>Naam Schip:</b>		
<b>Type Schip:</b>		
<b>Naam Kapitein:</b>		
<b>Naam Hoofd werktuigkundige:</b>		
<b>Datum:</b>	<b>Tijd:</b>	<b>Locatie:</b>

### CHECKLIST

Stap	Actie	Bevestigd
1	Heeft de kapitein (of zijn officiële vervanger als de kapitein niet op wacht is en slaapt) de duikwerkzaamheden goedgekeurd?	
2	Heeft de hoofd werktuigkundige (of zijn officiële vervanger als de hoofd werktuigkundige niet op wacht is en slaapt) de duikwerkzaamheden goedgekeurd?	
3	Zijn al het brug personeel op de hoogte van de duikwerkzaamheden?	
4	Zijn al het machinekamer personeel op de hoogte van de duikwerkzaamheden?	
5	Is een voldoende bekwame officier van de wacht aangesteld om de isolatie van de bedieningsapparatuur aan boord te coördineren?	
6	Zal de officier van de wacht beschikbaar blijven tijdens de hele periode van de duikwerkzaamheden?	
7	Als er een ploegdienstwissel wordt verwacht terwijl de duikwerkzaamheden aan de gang zijn, zijn er regelingen getroffen zodat het vervangende personeel wanneer zij op wacht komen weten dat de duikwerkzaamheden aan de gang zijn en dat alle noodzakelijke risicobeheersingsmaatregelen van kracht moeten blijven?	
8	Zijn alle nodige maatregelen genomen om alle voor de duikers gevaarlijke machines op een veilige wijze te isoleren door passende preventieve maatregelen op de brug, in de machinekamer of op andere relevante plaatsen toe te passen?	
9	Zijn de voorgestelde isolatie controlemaatregelen voldoende om welke mogelijke beweging of gevaarlijke situatie dan ook die kunnen gebeuren in de buurt van de duikoperatie volledig uit te schakelen/ blokkeren?	
10	Zijn er op strategische plaatsen waarschuwingen geplaatst om de bemanningsleden, anders dan op de brug of in de controlekamer, te waarschuwen dat de desbetreffende apparatuur om veiligheidsredenen is geïsoleerd?	
11	Zijn er "lock-off" isolatieprocedures gebruikt om de kans op onbedoelde of foutieve her-activering van de installatie/ apparatuur tijdens duikwerkzaamheden binnen de gevarenezones te minimaliseren?  <b>OF</b> Als het onmogelijk is gebleken om "lock-off" isolatieprocedures in te stellen, zijn leden van het duikteam aanwezig als wachtsman met als specifiek doel het voorkomen van het onbedoeld of foutief opstarten van gevaarlijke machines door andere personen terwijl de duikwerkzaamheden gaande zijn?	
12	Toont het vaartuig de juiste duiksignalen? <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vlag Alpha</li> <li>• Bal- Diamant-Bal</li> <li>• Rood-wit-rood (Licht)</li> </ul>	

13	Heeft een VHF-radio-berichtgeving plaats gevonden om te waarschuwen: Havenautoriteiten, Haven schip verkeer controle posten; en alle andere schepen in de buurt, om iedereen in de buurt te informeren dat duikoperaties op het punt staan te beginnen?	
14	Zijn er nog andere controles of waarschuwingen nodig? Als dat wel het geval is, vat het dan hier samen en bevestig het dan:	
	<b>Naam</b>	<b>Handtekening</b>
<b>Kapitein</b> (of officiële vervanger)		
<b>Hoofd werktuigkundige</b> (of officiële vervanger)		
<b>Duikploegleider</b>		
<p><b>Als een van de bovenstaande checklist items NIET BEVESTIGD zijn, zullen er extra controles en acties nodig zijn voordat de duikoperatie kan beginnen.</b></p> <p><b>Deze checklist is bedoeld om te worden gebruikt in combinatie met de eisen van een werkvergunning/ Permit to dive vergunning dat normaal gesproken zou worden gebruikt voor het duiken vanaf een schip.</b></p>		