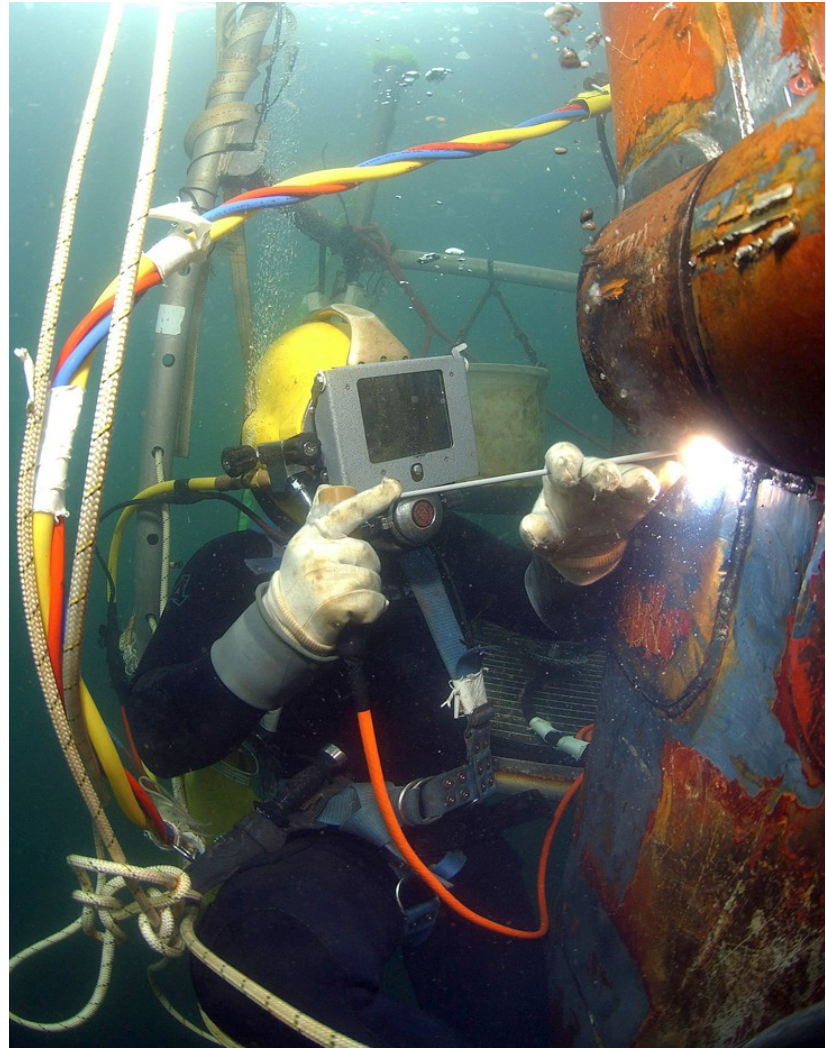


# OPGELET VOOR BUBBELS IN JE BLOED

## EEN DIJK IN DE WERELD VAN DE ONDERWATERLASSER

Onderwaterlassen spreekt tot de verbeelding en behelst logischerwijs het uitvoeren van laswerkzaamheden onder het wateroppervlak. Nagenoeg uitsluitend toegepast op staal, vereist deze techniek aangepaste vaardigheden van de lasser-duiker. De inzetbaarheid is groot: herstellen van pijpleidingen, repareren van offshore olieplatformen en schepen, en plaatsen van anodehouders aan maritieme structuren in het water. In het geval van een herstelling een volledige structuur uit het water halen, is niet alleen een loodzware, maar ook een quasi onbetaalbare opdracht. Door de herstellingen onmiddellijk en onder water uit te voeren, kan er veel tijd en geld worden bespaard. De klus zelf wordt geklaard door getrainde lasser-duikers. Maar hoe zit dat eigenlijk in elkaar?

Door Ing. Tim Buyle, IWE



Bij nat onderwaterlassen maakt men meestal gebruik van het elektrodelassen (MMA)

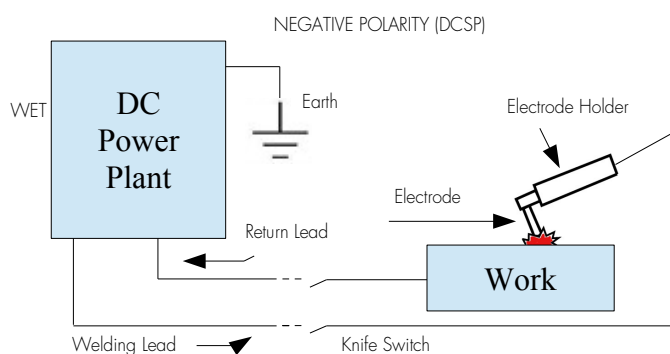
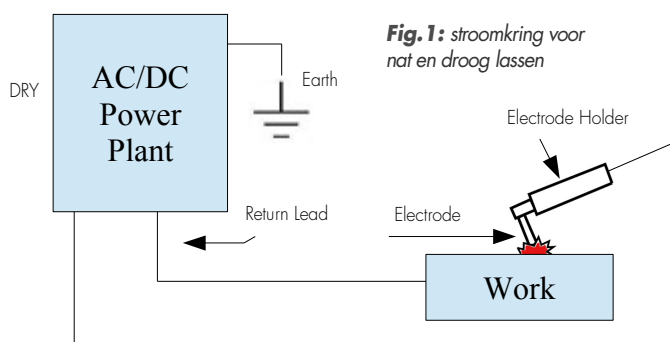
## HOEZO, ONDER WATER?

Het onderwaterlassen kan worden ingedeeld in twee groepen: het 'droog' lassen en het 'nat' lassen. In beide gevallen worden de lasnaden uitgevoerd in hyperbare omstandigheden (hoge druk).

Bij de 'droge' techniek echter, voorziet men de zone waarin wordt gelast van een omhulsel. Alle water daarbinnen wordt vervolgens weggepompt, zodat de lasser-duiker zijn taak kan uitvoeren in een volledig droge omgeving, weliswaar nog steeds onder het wateroppervlak.

De 'natte' techniek daarentegen is de meest eenvoudige en wordt gewoon uitgevoerd door een duiker in het water. Het nat onderwaterlassen werd in 1932 uitgevonden door de Russische ingenieur, Konstantin Konstantinovich Khrenow, en veelvuldig gebruikt door de Russische marine tijdens WO II.

De techniek is uitgegroeid van een oplossing in noodgevallen tot een volwaardige herstellastechniek. De meest toegepaste natte techniek is die van het elektrodelassen (MMA). De gasontwikkeling in de lasboog, door verbranding van de elektrodebekleding, zal het water omheen het smeltbad verdringen.



## TYPISCHE LASPARAMETERS VOOR NATLASSEN STAAL

ELEKTRODEDIAM.	LASPOSITIE	STROOM
3,2 mm	PC	145-180
3,2 mm	PG	145-180
3,2 mm	PA	140-170
4,0 mm	PC	170-210
4,0 mm	PG	170-210
4,0 mm	PA	170-190

## TYPISCHE MECH. WAARDEN OP 8 METER DIEPTE (IN TESTOMSTANDIGHEDEN)

STAALKWALITEIT	S355J2G3 tot S355J2H
LASPOSITIE	PG (ofwel 3G neerwaarts)
ELEKTRODEDIAMETER	4 mm
Rm	521 MPa (490 - 630 MPa)*
Rp-0,2%	442 MPa (> 414 MPa)*
E (L <sub>0</sub> = 5XD)	17,2% (> 14%)*
Kcv @ -20 °C	31J (> 27J)*
HV (cap -1,5 mm)	225 HV10 (< 325 HV10)*
HV (root -1,5 mm)	19 HV10 (< 325 HV10)*

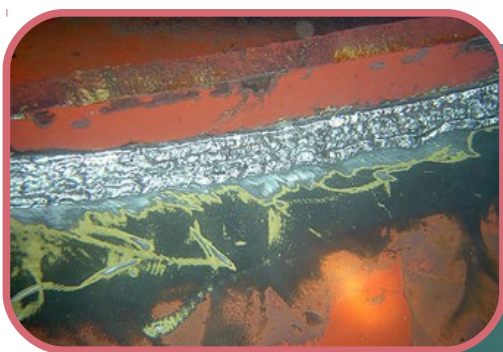
\* vereisten volgens AWS D3.6 Class B



Door overvloedige slakvorming kan een mooi aangevloede lasnaad worden uitgevoerd, vrij van inkarteling.

## APPARATUUR

Het grootste verschil met de klassieke lastoestellen uit de werkplaats is de praktische uitvoering van de apparatuur en de stroomkring. In de elektrische kring wordt altijd een stroomonderbreker toegevoegd die de duiker moet beschermen tegen de elektrische gevaren onder water. De onderbreker moet de benodigde lasstroom kunnen in- en uitschakelen. De DC-stroombron (gelijkstroom) en de onderbreker worden bediend door een operator, op instructies van de lasser-duiker: 'Make it hot' (lasstroom aan) en 'Make it cold' (lasstroom uit). De stroomkring is volledig onderbroken wanneer er niet gelast wordt, of wanneer de lasser-duiker een elektrode wisselt. De laskabels zijn dubbel geïsoleerd. De doorsnede van de kabels wordt aangepast aan de lengte i.f.v. de lasstroom. Ze moeten zo flexibel mogelijk zijn om de lasser niet te hinderen. Onder water wordt steevast met gelijkstroom gelast. Wisselstroom is niet aan de orde vanwege de elektrische gevaren en de moeilijkheden om de lasboog stabiel te houden. De elektrode wordt in het algemeen negatief gepoold. In het andere geval zullen de metalen onderdelen in de elektrodehouder snel slijten door elektrolyseverschijnselen in de houder. Voorts is de elektrodehouder aangepast aan de nadelige inwerking van water en zijn enkele handigheidjes aangebracht om een elektrode te wisselen onder water bij beperkte



Zowel bovenaan als onderaan mooie voorbeelden van onder water afgewerkte hoeknaden



zichtbaarheid. De lasser-duiker kan de juiste polariteit snel herkennen aan het optreden van een hevige bellenstroom aan het uiteinde van de elektrode. Het is van belang om de juiste lasstroom vooraf in te stellen. De duiker kan de stroom immers zelf niet regelen onder water. Hij is hiervoor volledig afhankelijk van de communicatie met een operator aan het wateroppervlak. Algemeen moeten de stroomsterktes 20% hoger zijn voor eenzelfde elektrodediameter in droge omstandigheden door de hoge afkoeling in het water. Hoe dieper er wordt gelast, des te kleiner zal de door de lasboog ontwikkelde gasbel zijn die het water verdringt, en des te moeilijker zal het lassen zijn.

## ONDER DE HAND OF IN POSITIE?

Nat onderwaterlassen heeft zo zijn typische eigenaardigheden: zo zal het lassen onder de hand (PA) moeilijker zijn dan boven water en is de meest eenvoudige laspositie verticaal dalend (PG). Dat lijkt tegenstrijdig met de ervaring van een constructielasser, maar heeft alles te maken met de stroom van de gasbellen en de invloed van de zwaartekracht. Om deze redenen kijkt een lasser-duiker bij voorkeur weg van het smeltbad en van de bellenstroom. In de PG-positie zal hij steevast van onderen naar boven kijken en lager in het water hangen dan de hand waarmee hij last.

## CONSUMABLES

Het verschil tussen een elektrode voor het klassieke MMA-lassen en voor het nat onderwater-lassen is de aanwezigheid van een watervaste, niet elektrisch geleidende coating (epoxy, lak, celluloid) en daarbij soms nog een extra was- of paraffinelaag.

Zonder die beschermende coating zou de bekleding van de elektrode aangetast worden door het water en totaal onbruikbaar worden. Voorts beschermt deze laag de lasser-duiker tegen elektrisch contact. De keuze van de elektrode hangt af van:

- samenstelling basismateriaal;
  - mechanische eisen;
  - risico op scheuren;
  - laspositie;
  - diepte van het uit te voeren werk.
- De laatste twee criteria zijn de meest belangrijke voor het nat onderwaterlassen. De bekleding van de elektrodes kan zowel rutiel als van het type Fe-oxide (zuur) zijn. De elektrodes worden slepend en in volledig contact met het werkstuk gelast. Legeringen zijn doorgaand ferritisch. De mechanische waarden kunnen worden verbeterd door toevoeging van Ni en Mo. Anderzijds zijn er ook toevoegmaterialen op Ni-basis (austenitisch). Ni-houdende legeringen zijn wel gevoeliger voor porositeiten in de las.

## LASKWALITEIT

Door de moeilijke lasomstandigheden (water, hoge druk, gasontwikkeling, snelle afkoeling) worden lasnaden veelal gekenmerkt door een beperkte taaiheid, een hoge hardheid, de aanwezigheid van waterstofscheuren en brosheid. Door de recente ontwikkelingen van de consumables en specificaties voor de kernraad is de kwaliteit sterk toegenomen. Om de hardheid in de warmtebeïnvloede zone (HAZ) te beperken zijn een hoge



Lasser-duiker met proefstuk in opleidingsbad van Divewise Tec



**NIET ZONDER GEVAAR**

Om ervoor te zorgen dat onderwaterlassen zo veilig mogelijk kan worden uitgevoerd, werden diverse regels en procedures opgesteld. Geen enkele set van regels is echter 'foolproof' en zeker niet wanneer iemand onder water met elektriciteit werkt. Veiligheid is van levensbelang. Bovendien zijn de risico's in zout water nog groter dan in zoet of vers water vanwege de hoge elektrische geleidbaarheid. Het risico op een elektrische schok is nooit ver weg, net zoals het gevaar van een explosie. De elektrische vlamboog zorgt voor de elektrolyse van water, waardoor waterstof en zuurstof ontstaan. Een ophoping van die gassen kan voor een ontploffing onder water zorgen met extreme afloop. Opletten dus met holle ruimtes en beschadigingen aan het duikpak. Naast de gevaren verbonden aan het proces, zijn er nog de gevaren eigen aan het duiken:

- decompressieziekte waarbij stikstofbelletjes in de bloedsomloop kunnen leiden tot spierpijn, verlamming en zelfs de dood;
- onderkoeling;
- afbraak tandvullingen (als gevolg van magnetische velden en opgewekte stromen in mondweefsel);
- chronische gevolgen met betrekking tot spieren, skelet en gehoor door het herhaaldelijke duiken.

Ten slotte mag niet vergeten worden dat de duikuitrusting aan extreme slijtage onderhevig is vanwege elektrolyse-effecten tijdens het lassen. Een permanente controle en onderhoud van de duikuitrusting is primordiaal. □

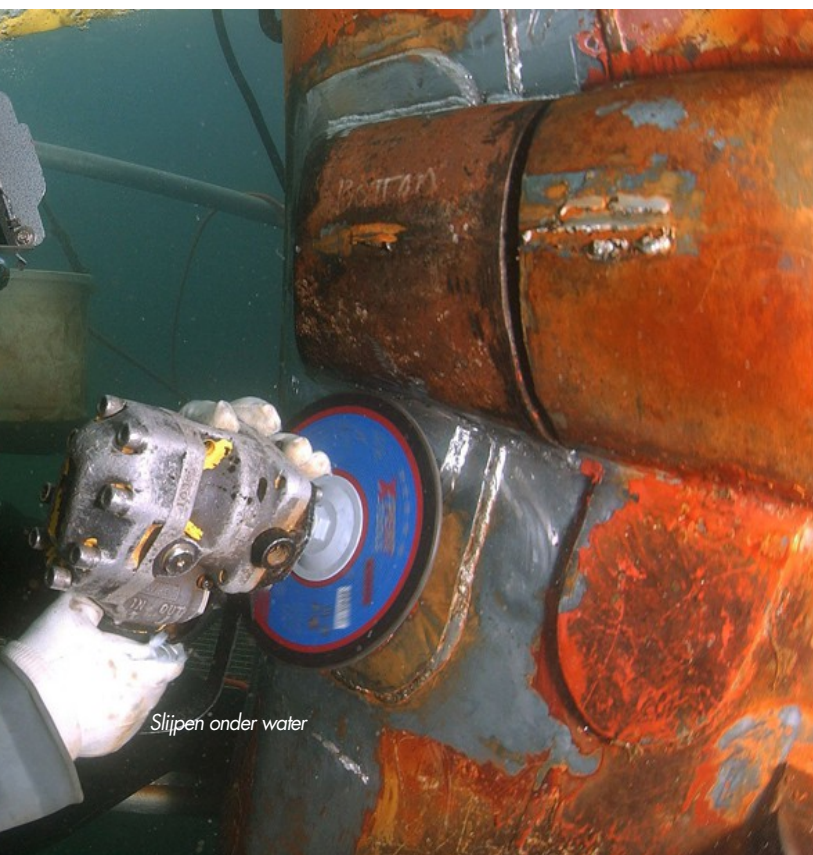
Het gedrag van de vlamboog, de afhankelijkheid van de blaaswerking in functie van de diepte (hoogte van de waterkolom) en de gevoeligheid van bepaalde legeringen voor porositeiten liggen aan de basis van deze wezenlijke verschillen.

**LASNAADVOORBEREIDING**

Ook onder water moeten lasnaadvoorbereidingen kunnen worden aangebracht of moeten stukken staal gesneden worden. Snijden kan met een zuurstof-/benzinetoorts of een zuurstof-/propyleenbrander. Door de hoge drukken van de brandbare mengsels en de speciale uitvoering van de branders is zelfs ontsteking onder water perfect mogelijk. Dit kan elektrisch of via een aansteker. Het gutsen met de koolboog kan ook, maar dan niet met perslucht, maar met waterjet. Perslucht bemoeilijkt de zichtbaarheid door de hevige luchtbelenstroom. Om die reden is ook het gebruik van ander pneumatisch gereedschap (borstels, slijpschijven ...) onder water minder geschikt.

**INSPECTIES**

De controle op de integriteit en de kwaliteit van een onder water gelaste lasnaad gebeurt door middel van klassieke NDO-technieken, door de samenwerking van een duiker-NDO-operator onder water en een NDO-inspecteur aan het oppervlak. Visueel onderzoek, radiografie, magnetisch onderzoek en ultrasoon testen behoren tot de mogelijkheden.



*Slijpen onder water*

warmte-inbreng en een temperatuurtechniek aangewezen. Anderzijds is de vaardigheid van de lasser-duiker doorslaggevend, alsook de diepte, de zichtbaarheid en de stroming in het water.

**PROCEDUREKWALIFICATIES**

Naast de essentiële variabelen van het lasproces, wordt de geldigheid van procedurekwalificaties voor nat

onderwaterlassen verder beperkt door een dieptorange. De norm AWS D3.6 beschrijft de aspecten van het nat onderwaterlassen. Zo zal een kwalificatie voor staal uitgevoerd op 10 meter diepte slechts geldig zijn in de range van 2 - 20 meter. Indien er austenitische legeringen gebruikt worden, dan zal een kwalificatie op 10 meter diepte geldig zijn voor een bereik van 2 - 13 meter.

**OPLEIDINGEN**

In Antwerpen is er een opleidingscentrum aan het Technicum Noord voor beroepsduikers die het tot onderwaterlasser willen schoppen: Divewise Tec. Aan het hoofd staat Bart Cassiers, een man met een passie voor het beroep en decennia lange ervaring. Het centrum is uitgerust met een bassin van 4 meter diepte waarin simultaan vier duikers kunnen werken bij een aangename temperatuur van 21°C. De opleiding duurt elf dagen en leidt tot certificatie van onderwater elektrodolasser volgens ISO 15618 en/of AWS D3.6M, onder supervisie van Lloyd's, en dit geheel volgens de EWF-richtlijnen. Er zijn zowel theoretische als praktische modules. Het praktijkgedeelte richt zich tot het ontwikkelen van de nodige vaardigheden om op een veilige manier foutenvrije hoeknaden uit te voeren onder water. De overdracht van ervaring door het meerkoppige team van lasinstructeurs maakt dat de aspirant-laslerduikers op korte tijd heel veel knepen van dit unieke vak leren. Opleidingen zijn beschikbaar in drie talen en worden in de nabije toekomst verder uitgebreid tot zes. Na het afronden van een geslaagde opleiding zijn de laslerduikers wereldwijd inzetbaar.



*De uitrusting van een lasser-duiker bestaat o.a. uit een duikershelm met opklapbaar lasglas en verplichte rubberen handschoenen*

