

DYP

MAGASINET FRA FORENING FOR FJERNSTYRT UNDERVANNSTEKNOLOGI NR 3. 2014

5:

ONS 40 ÅR



16: Bygger mobilt Bredbånd
i Nordsjøen



26: Første norske lag
i MATE ROV Competition



44: Fjerning av lastebøyer
på Gullfaksfeltet



Meet us at ONS!
Hall C, stand #307

Oceaneering's Integrated Subsea IMR Solutions

We seamlessly integrate our in-house capabilities to solve your IMR challenges

Advanced Subsea
Inspection Technologies

ROVs and ROV Tooling

Pipeline Repair Clamps

Pipeline Repair Tooling

Technical Solutions
Proven Performance



www.oceaneering.com



DYPMAGASINET

FRA FORENING FOR FJERNSTYRT UNDERVANNSTEKNOLOGI NR 3, 2014

Gratulerer med 40-årsjubileum ONS!

Vi kan alle vere stolte av at ei av dei verdas største og viktigaste energi- møteplass i verda er godt etablert i Noreg og Stavanger.

Vi er glad for å kunne presentera tredje utgåve av DYP. Det har blitt ein tradisjon at vi gjer ut eit ONS nummer etter sommaren.

Hovedtema for ONS i år er «changes».

Endring har mange innfallsvinkler og eg vil tru det er eit tema som treff godt. For FFU sin del er vi opptatt av å bidra til rekrutteringa til bransjen. Media har skriva ein del om sparing og nedskjeringar, og vi er redd dette kan ha endra folks sitt syn på vår bransje med svakare rekruttering som resultat. FFU har brukt ein del tid på styremøter til å drøfte korleis vi som foreining kan bidra til å oppretthalde ei god rekruttering. Føregåande år var FFU rundt på skular og utdanningsmesser for å fortelje om ein spennande bransje. FFU sin utdanningskomité og styre jobbar med fleire initiativ for å vekkje interessa til ungdommen, og har fleire idear på bordet.

I denne tredje utgåva av DYP kan du lesa om korleis ONS-utstillinga, konferansen og festivalen blir til i år.

Ein kan vidare lesa om ny teknologi der fastmontert subsea utstyr kommuniserer og får straum frå eksisterande infrastruktur. Eit «Proserv kamera» installert på Gullfaks, og ein motor frå «Oceaneering All Electric» for fjernstyring av ventil er installert på Troll C utan at ny straum og kommunikasjonskabel var nødvendig.

Næringa blir stadig meir avhengig av internettforbindelse på havet. Tampnet skriv om si etablering av 4G breiband i Nordsjøen og moglegheitene dette gir for skip og riggar.

BRI Offshore er nominert til «ONS innovation Award» for sin Subsea Crawler. Denne kan belte seg rundt på eit stålskrog ved hjelp av magnetbelter og eit avansert navigasjonssystem. BRI skriv i artikkelen at dei skal ha den første farkosten klar til lansering på ONS.

Til slutt vil eg gratulera UiS Subsea med vel gjennomført «MATE ROV Competition»! Du kan lesa om korleis det gikk på konkurransen i denne utgåva.

God lesnad!

Arnstein A. Lid
Leder FFU



Sekretariat

Anne M. Mørch
v/Rott regnskap AS
Tlf. 51 85 86 50 Mobil 913 89 714
e-post: post@ffu.no

Web/Design

Digitroll / Cox

Styrets leder

Arnstein Austrheim Lid
e-post: ARLID@statoil.com
Mobil: 92 24 32 53

Styremedlemmer

Christian Knutsen, IK Norway
Rune Høyvik Rosnes, Oceaneering
Nils Rune Drægner, FMC Technologies
Katrine Sandvik, Technip Norge
Knut Sigmund Lende, Subsea 7
Helge Austerheim, DeepOcean
Bjarte Nordvik, Aker Solutions
Revisorer
Hans K. Stakkestad, Mechanica AS
Dag Ringen, Statoil ASA

DYP MAGASINET

Redaktør

Knut Sigmund Lende
e-post: knutsigmund.lende@subsea7.com
Mobil: 91 77 37 55

Redaksjonssekretær

Janne Vibeke Rosenberg
e-post: janne.rosenberg@cox.no

Grafisk design og produksjon

COX - www.cox.no

Forsidefoto

ONS / Kallen

Annonser

COX Bergen AS
Postboks 911 Nordnes, 5817 Bergen
Tlf. 55 54 08 00

Annonsepriser

1/1 side kr. 9.100,-
1/2 side kr. 7.200,-
1/4 side kr. 5.400,-

ISSN 1891-0971



OUR AWARD WINNING PRODUCTS AND SERVICES are market leaders in their field. Our titanium ROV dredgers, unique subsea baskets and premium services have surpassed our expectations in both performance and customer satisfaction.

NEW



THE NEW WE3D TITANIUM ROV DREDGER

WE CAN HELP YOU WITH:

- Excavating and dredging
- Decommissioning
- Removal/relocation of drill cuttings and rock dump
- Loading of cargo into baskets
- Removal and recovery of subsea structures
- Handling of cargo from ship wrecks
- Seabed sampling
- Spud can operations
- Subsea drill well centers
- Scour protections

PRODUCTS AND SERVICES LOCATIONS:



FOR MORE INFO VISIT US AT:

www.wesubsea.com

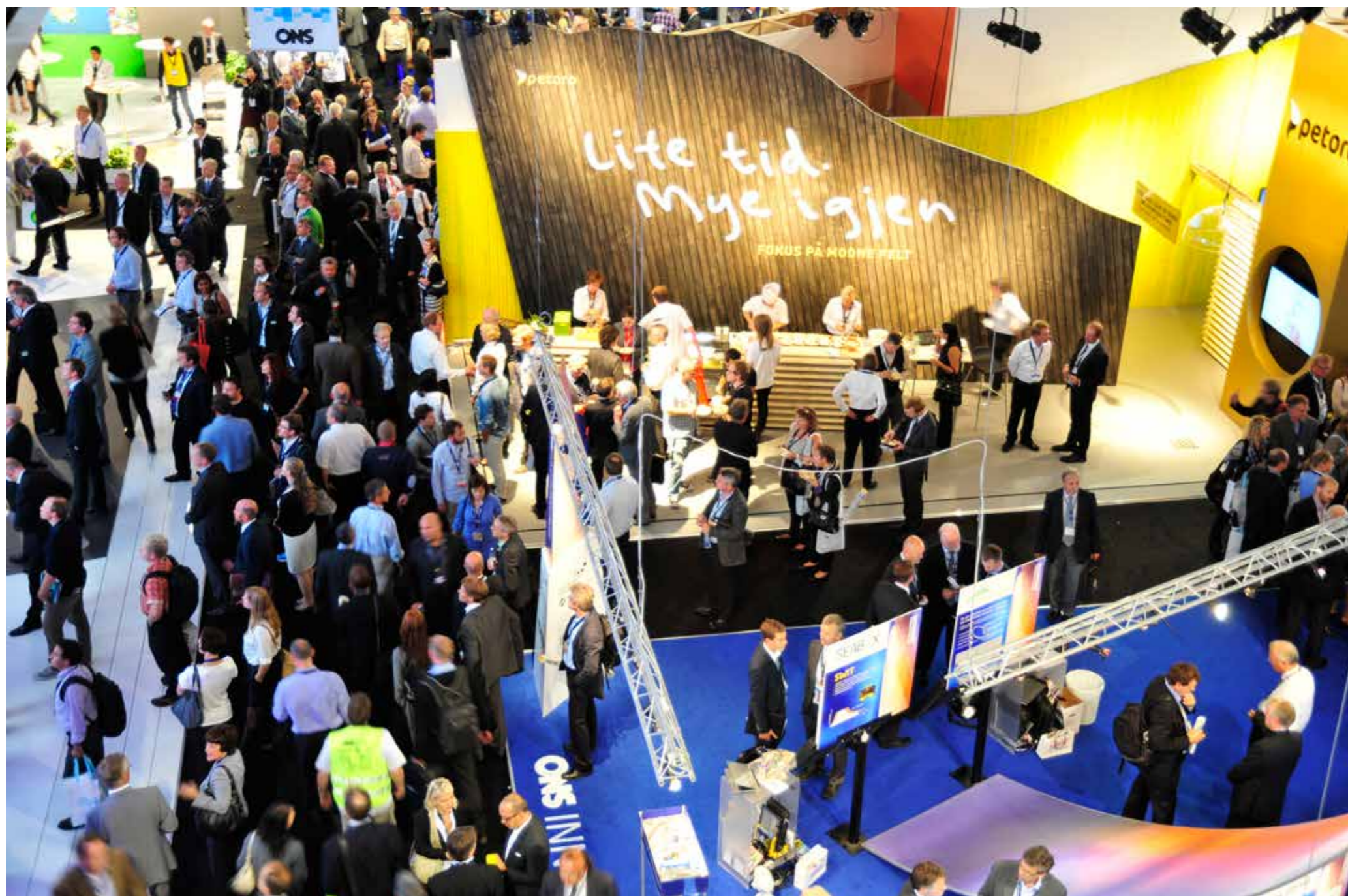
Quality, efficiency and safety first world wide



ONS ER 40 ÅR, MEN LIKE SULTEN PÅ FORANDRING OG UTVIKLING

I år feirer ONS jubileum, og det gjøres med ett viktig mål for øye: Det skal bli det beste ONS noensinne! Selv om de tre hovedpilarene fremdeles er utstilling, konferanse og festival, har det aldri vært gjort flere endringer på arrangementet.

Tekst: Line Grønhaug
Foto: ONS/Stuedal, ONS/Kallen



Budskapene er mange, og de besøkende er sultne på kunnskap og kontakter.

ONS er så mye mer enn bare et møtested for olje- og gassbransjen. Kall det heller et høydepunkt. Her får du vite hvorfor!

Utstilling av topp kvalitet

Utstillingsområdet er stedet du står ansikt til ansikt med verdens olje- og gassindustri. 33 000 kvadratmeter vil fylles av over 1000 utstillere og rundt 60 000 besøkende. Her drar du nytte av ufiltrert tilgang til små og store aktører, hvis samlede investeringer vil passere rekordhøye nivåer de neste årene. Er du spesielt interessert i ny teknologi, er det to områder i utstillingen du bør kikke nærmere på: I Clean Energy Park vil du møte veletablerte

så vel som ferske bedrifter med særlig fokus på fornybar energi, eller tiltak for å minimere utslipp og forurensning. I ONS Innovation Park kan du besøke innovative bedrifter som har utviklet nye løsninger. Disse selskapene er håndplukket av Norges forskningsråd og Innovasjon Norge, og hvem vet – kanskje blir nettopp et av disse selskapene den neste store suksessen i bransjen?

Changes som hovedtema

ONS-konferansen er kjent som en av verdens viktigste olje-, gass- og energifora, og gir en forsmak på fremtiden innen energi. Her møtes nøkkelspillere innen internasjonal olje- og gass-

industri, de største industrispørsmålene blir luftet og debattert. I år vil blant annet store navn som Elon Musk fra Tesla, Sara Akbar fra Kuwait Energy, Maria van der Hoeven fra The International Energy Agency og statsminister Erna Solberg ha innlegg her. Nytt i 2014 er at det blir parallelle foredrag etter lunsj. Det betyr mer innhold og foredragsholdere enn noen gang før. Foredragene har matnyttige temaer hvor man får høre om prosjekter, teknologi – og ikke minst endringene som skjer i bransjen. Hovedtemaet for ONS 2014 er nemlig Changes.

ONS Centre Court – tempo og temperatur

I amfiteatret på ONS Centre Court vil det holdes over

70 foredrag og debatter i løpet av uka. Innleggene er kortere og tempoet er høyere enn i det primære konferanseområdet, men temaene er vel så viktige og relevante. I amfiteatret sitter lytterne nærmere foredragsholderne enn hva som er normalt, noe som inspirerer til en mer personlig dialog mellom foredragsholder og lytter. Og det beste av alt: på Centre Court har alle med billett til utstillingen adgang.

Festivalen – årets beste after-party!

ONS-festivalen gjør ONS til noe helt spesielt. Lokalisert midt i Vågen, selve hjertet av Stavanger, er festivalen den perfekte møteplass for å kombinere forretninger og hygge. Fra mandag til onsdag vil bedrifter og regionale



Statoil-sjef Helge Lund er en av talerne på ONS 2014.



After-party! Senk skuldrene og kos deg på ONS-festivalen om kvelden.



ONS er utstillingsvindu for den ypperste teknologien i verdens energibransje.

DETTE ER NYTT PÅ ONS I 2014

- ONS begynner på en mandag og slutter på en torsdag.
- Ny konferansearena i Clarion Energy Hotel.
- Ettermiddagene på konferansen har parallelle foredrag – og altså mye mer innhold enn tidligere.
- Nye billettløsninger på konferansen – velg mellom fullt konferansepass eller dagpass.
- To nye utstillingshaller: DNB Arena og Forum Expo.
- INTSOK tilbyr program for selskaper med internasjonale ambisjoner.
- ONS Young har et enda bredere tilbud for de unge – alle dagene!
- Helt ny ONS-app, med magisk kartfunksjon som hjelper deg gjennom utstillingen.
- ONS fyller 40 år – og inviterer olje-arbeiderne som jobbet på golvet, på gliden og offshore de første årene til fest!

1700000

operating hours.
And counting.



Up to 100% increased production rate from the industry's only subsea multiphase boosting systems

Delivering increased recovery requires a reliable subsea processing solution that is designed on the premise of the reservoir. OneSubsea™ presents the most comprehensive suite of products providing scalable subsea processing and boosting system solutions for all environments, including extreme conditions up to 15,000 psi and 3000 meters water depth.

With more than 30 operating systems in subsea regions from the North Sea to Australia, West Africa to Brazil, OneSubsea has a portfolio of proven, reliable boosting and pumping systems successfully increasing production rates from 30% up to 100% for operators. Visit www.onesubsea.com/boosting



With offices on Killingøy Offshorebase, Haugesund, Saga Subsea AS frequently attend offshore mobilizations, offering our clients mobilization support and assistance such as: mob. Coordinators, offshore riggers and rental mobilization machinery with our without operators.

Saga Subsea AS offer our clients a wide range of high quality rental products, for multiple offshore and subsea projects with the main focus on ROV operations.



Photos: Einar Tollaksvik

MULIGHETER MED AUTONOMI OG ROBOTIKK I SUBSEA OPERASJONER

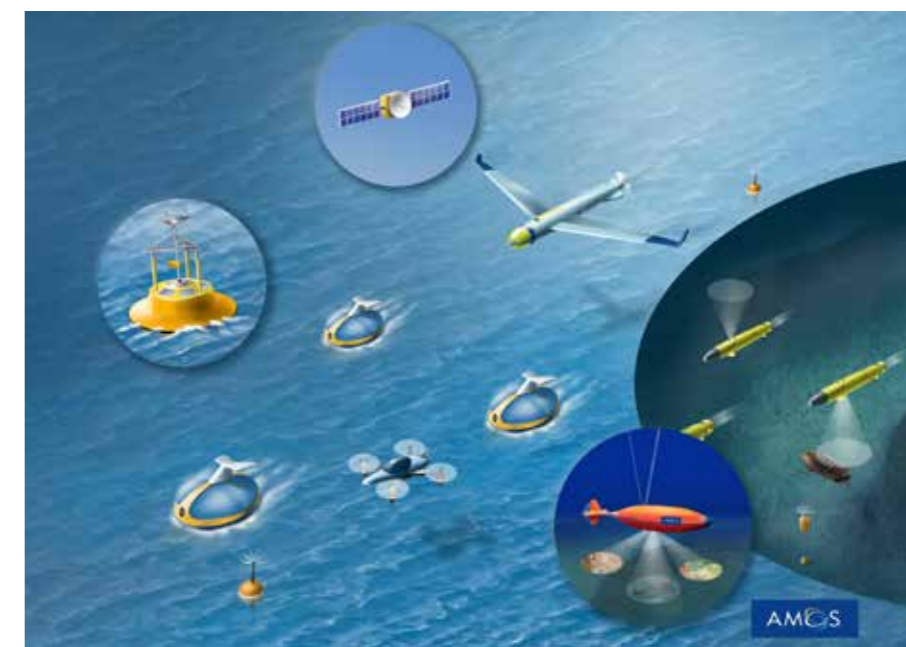
Tekst: Ingrid Schjølberg (NTNU) og Rune Høyvik Rosnes (Oceanering)
Foto: Bjarne Stenberg for AMOS/NTNU

Avanserte robotsystemer brukes i dag i stor skala i serieproduksjon og i operasjoner i områder der mennesker ikke kan oppholde seg. Robotiserte systemer for bruk i verdensrommet og på store havdyp har eksistert i mange år, og de viktigste oppgavene har vært overvåking, inspeksjon og intervensjon. Oppgavene gjennomføres fjernstyrt av operatør eller gjennom forhåndsprogrammerte funksjoner. Forhåndsprogrammerte systemer kan idag i liten grad håndtere uforutsette hendelser, og har sikkerhetsfunksjoner som iverksettes dersom uventede hindringer inntreffer. Det kan innebære å gå tilbake til basen eller gå til overflaten. Utfordringer i utvikling av kostnadseffektive fjernstyrte operasjoner er knyttet til kommunikasjon mellom systemer, operatør interface og operatørens erfaring.

NASA har vært på Mars med roboter, og disse robotene er i stor grad forhåndsprogrammerte. Operasjon i et marint miljø er minst like krevende på grunn av hydrodynamiske krefter, dårlig sikt og kommunikasjonsutfordringer.

En større grad av autonomi i systemer og operasjoner kan bidra til effektivisering og gjøre systemer i bedre stand til å håndtere usikkerhet. Så hva er egentlig autonomi? Autonome systemer er mer intelligente og adaptive enn forhåndsprogrammerte systemer. De er selvgående og opererer uten interaksjon med mennesker, og tar egne beslutninger basert på sensorinformasjon og erfaringsdatabaser. I stedet for å utløse en sikkerhetsfunksjon vil systemet kunne lete etter en ny løsning og reprogrammere seg selv.

Økt aktivitet offshore og aldrende infrastruktur på havbunnen vil medføre økt bruk av roboter som (ROV-er (Remotely Operated Vehicles) og AUV-er (Autonomous Underwater Vehicles)) for inspeksjon, vedlikehold og intervensjon. AUV-er er i dag selvgående farkoster (semi-autonome) som kan operere uten inngrep fra operatør men er i stor grad forhåndsprogrammerte. I fremtiden vil AUV-er utvikles med mer intelligens, bedre evne til å navigere og større grad av autonomi. I dag brukes ROV-er med støtte fra overflatefartøy. Alle ROV og robotarmbevegelser er direkte styrt av en



operatør lokalisert i fartøyet. Slike operasjoner er meget kostbare. Det kreves en trent operatør, man er avhengig av passende værforhold, samt tilgjengelighet av overflatefartøy. Autonomi i ROV-operasjoner vil også være en del av fremtidens løsning.

Operasjoner på store havdyp og i arktisk gjør at vi må ta i bruk det mest avanserte vi har innen robotteknologi. Det vil si 3D-sensorteknologi, intelligent styring, kommunisjons-teknologi og avanserte operatørgrensesnitt.

Utvikling av 3D-kamera, læringsalgoritmer for roboter og nye programmeringsmåter gjør oss i bedre stand til å kopiere menneskers egenskaper. 3D-syn gjør det mulig for en robot å lettere gripe og manipulere ukjente objekt. Det øker fleksibiliteten til robot systemet. Utvikling av læringsalgoritmer for roboter gjør at roboter kan trenes i oppgaver og bygge seg en erfaringsdatabase slik vi mennesker gjør. Robotprogrammet kan da søke i en database etter en løsning og bruke intelligente prøve/feile metoder for å løse en oppgave. Det

blir et alternativ til forhåndsprogrammering av alle oppgaver.

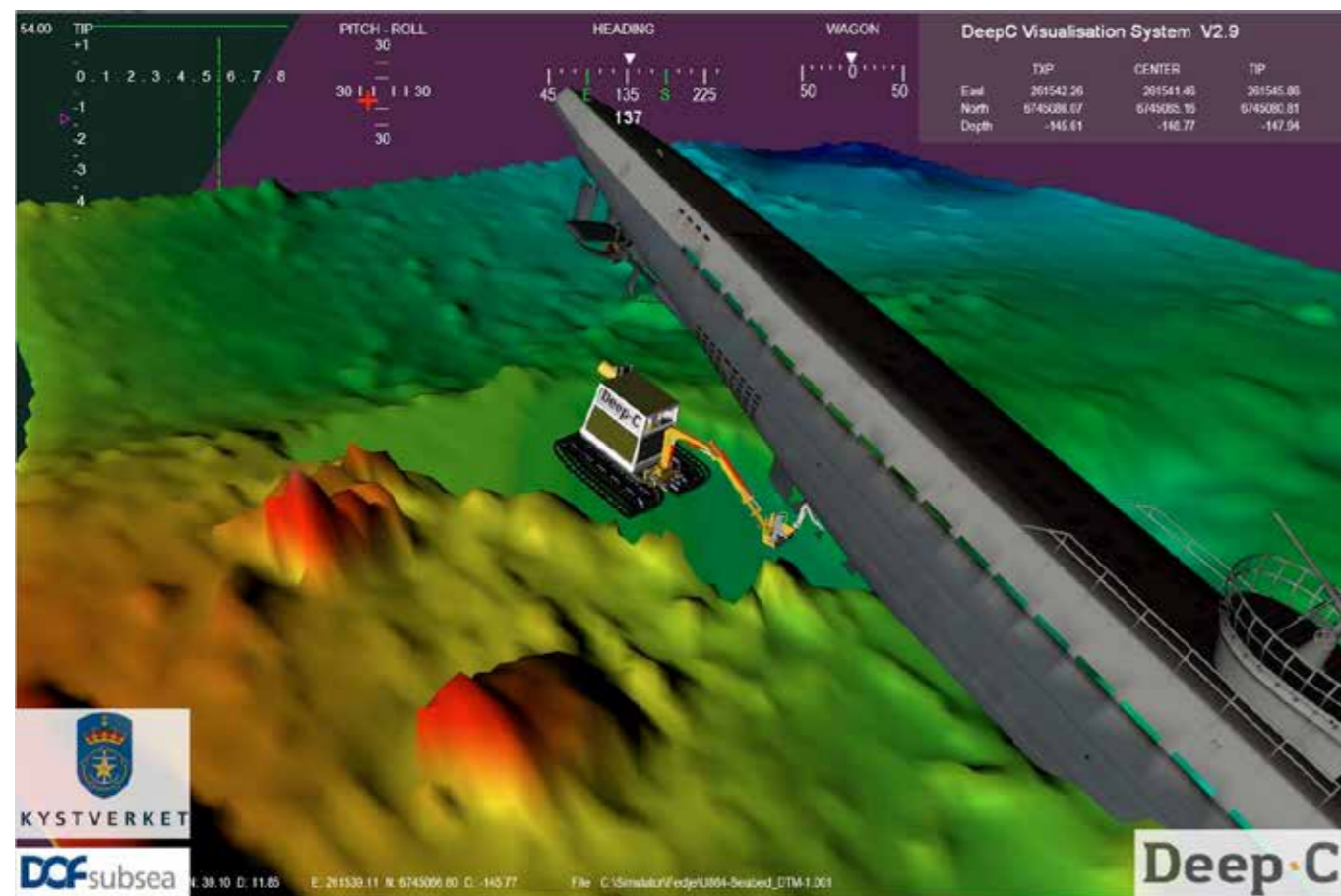
3D-sensorteknologi må taes i bruk i ROV-systemer og det må utvikles programvare og sensorer slik at AUV-er kan navigere basert på sensorinformasjon. Metoder utviklet for roboter i fabrikker for griping og manipulasjon må utnyttes for utvikling av autonome egenskaper i ROV- eller AUV-intervensjon. Alle marine operasjoner vil ha en operatør på land eller i et fartøy som overvåker. Det er viktig å studere hvilken informasjon operatøren behøver og faktisk kan få for å utføre denne overvåkningsoppgaven. Et godt hjelpemiddel for operatøren vil være et virtuelt 3D-miljø som vil kunne oppdateres hver gang nye bilder fra ROV/AUV-en blir tilgjengelig. En slik modell vil øke operatørens forståelse av operasjonen og gi en følelse av å være tilstede.

Kort oppsummert: Autonomi vil muliggjøre en effektiv olje- og gassproduksjon på store havdyp og under vann i arktis, samt gi grunnlag for betydelige inntekter i flere tiår fremover.

DEEP C SUBSEA UTILITY VEHICLE

Siden Deep C SUV ble lansert til markedet i mars 2013, har den gjennom mer enn 300 dager offshore demonstrert effektivitet, pålitelighet og ikke minst dens unike evne til å tilpasses et bredt spekter av skreddersydde løsninger.

Tekst: Odd Gustav Kvalvåg Foto: Deep C



Deep C SUV opererer T4 manipulatorer på tuppen av en teleskoparm, representert i Deep C Visualisation System.

Deep C Subsea Utility Vehicle (Deep C SUV) er en beltegående fjernstyrt under vannsfarkost som er utviklet av- og opereres av selskapet Deep C. I tillegg til å være utstyrt med en kraftig og effektiv dredge, har Deep C SUV kapabiliteter til å operere en rekke verktøy og sofistikerte instrumenter.

Deep C SUV

Deep C SUV er et kraftig og modulært system som kan benyttes til ulike konfigurasjoner. Systemet har hele 400 hestekrefter, og Deep C SUV kan

leveres med ulike typer manipulatorer, dredge løsninger, samt verktøy- og sensorkonfigurasjoner. Selv med kraftig pumpe på dredge, har Deep C SUV fortsatt masse kraft til å operere komplementære operasjoner. Gjennom smarte dredge-operasjoner med andre oppgaver, uten at det er behov for å løfte farkosten tilbake til dekk og/eller sette ut annet utstyr. For eksempel hvis man trenger å dredge fram noe som skal kuttes, så kan Deep C SUV utføre begge deler i samme operasjon. Deep C SUV kan også være

plattform for andre typer jobber der dredge ikke inngår. Systemet kan da benyttes som enhet for tyngre og avansert verktøy, samt sofistikerte måleinstrumenter.

Deep C SUV opererer stabilt på havbunnen og er særdeles mobil. Marktrykket er lavt og kan ytterligere tilpasses, som betyr at Deep C SUV er mobil selv på myke havbunnsmasser. I operasjon har Deep C SUV jobbet i opp til 30 grader pitch og 15 grader roll, som videre betyr at Deep C SUV er svært stabil og kan kjøres i ulent terreng. Operasjoner kan dermed utføres med



Dredging av rock dump rundt protection cover.

høy presisjon og liten fare for skade på utstyr installert på havbunnen.

Ledende dredge teknologi

Deep C SUV er utstyrt med en kraftig dredge og leveres med størrelser opp til 16". Ved graving i leire, benyttes spyling til å skjære opp og løse opp massene. Ved spesielle behov kan mekaniske innretninger monteres foran sugehodet for å ytterligere effektivisere operasjonene. Deep C har egen engineering innen seabed intervention, og gjør blant annet havbunnsanalyser i forkant av offshore operasjoner. Gjennom høy sedimentforståelse, operasjonserfaring og riktig anvendelse av dredge- og spyleteknologi, blir dredge systemet optimalisert foran hver jobb. Deep C sine dredger har høy effektivitet og kapasitet til å flytte store mengder masser over lange distanser. Dredge-løsningene komplementeres med et utvalg av sugehoder, spylekonfigurasjoner, deponeringsløsninger, graveskuffer osv.

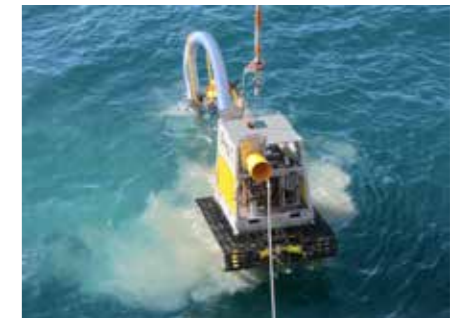
Deep C Visualisation System

Deep C har utviklet et eget visualiseringsverktøy som benyttes i forbindelse med operasjon av Deep C SUV. Visualiseringssystemet integreres med båtens posisjoneringssystem, og sammen med data fra Deep C SUV sine bevegelses-sensorer fremstilles Deep C SUV sin posisjon- og bevegelse i sanntid. DTM og havbunnsstrukturer kan importeres inn i modellen, slik at operasjonen visualiseres i en modell av det faktiske området. Nye DTMer kan importeres i modellen etter hvert som nye DTMer foreligger. Visualiseringssystemet kan også brukes i simulatormodus. Dette er nyttig verktøy som blant annet kan anvendes for planlegging og engineering av offshore

operasjoner, som for eksempel operatør trening, verifisering av tilkomst, bevegelse og utarbeidelse av dredge mønster.

Fleksibilitet og kapabilitet for skreddersøm

Gjennom flere prosjekter har Deep C SUV blitt anvendt i ulike konfigurasjoner som demonstrerer fleksibiliteten og kapasitetene i systemet. En annen fordel er at topside utstyret som anvendes til Deep C SUV, kan benyttes til å operere andre undervannssystemer som leveres av Deep C. På denne måten kan flere undervannsenheter benyttes, med minimal mobilisering om bord på båt. Deep C SUV har vist seg å være et pålitelig system, og har i perioder jobbet opp til seks døgn kontinuerlig før systemet har blitt tatt opp til dekk for vedlikehold. Ved fjerning av H7 strukturen våren 2013, var Deep C kontrahert av Deep Ocean til å grave rundt plattformleggene som senere skulle kuttes. Det måtte dredges ned til ca fire meter under havbunnsnivå rundt åtte legger for å sørge for tilstrekkelig tilkomst for ROV og kutteutstyr. Deep C SUV ble benyttet for gravejobben. I tillegg til forflytting av sedimenter, var det også nødvendig å knuse betongrester, samt fjerning av debris. Deep C SUV var utstyrt med dredge med sugeslange som ble styrt av en teleskoparm med 12 meter rekkevidde fram til sugehodet. Armen ga et gunstig bevegelsesmønster for å komme til i vanskelige områder, som for eksempel under tverrstag på plattformen. I tillegg til dredge opererte Deep C SUV betonghammer og en klo som kunne benyttes for plukking av debris. Systemet ble konfigurert for jobben slik at dredge, betonghammer og klo kunne opereres



Deep C SUV bryter vannskorpen ved utsetting.



Oversikt over video, sonar og visualiseringsverktøy i Deep C sitt kontrollrom.

om hverandre uten at Deep C SUV måtte til dekk for omkonfigurering. Vinteren 2014 var Deep C SUV med på Kystverkets tokt for å inspisere skroget på U-864 – U-båt vraket fra andre verdenskrig som ligger utenfor Fedje. I samarbeid med DOF Subsea, ble Deep C SUV benyttet først til å dredge en trasé fram til skroget. Deretter ble to stk Schilling T4 manipulatorer montert framme på tuppen av teleskoparmen på Deep C SUV. T4 manipulatorene kunne da plasseres i posisjoner som var vanskelig tilgjengelig for en ROV. Manipulatorene var montert på en arbeidsplattform som også hadde kurv for ulike verktøy. Deep C SUV opererte da armene for å kutte hull i skroget og inspisere skroget innvendig med kamera.

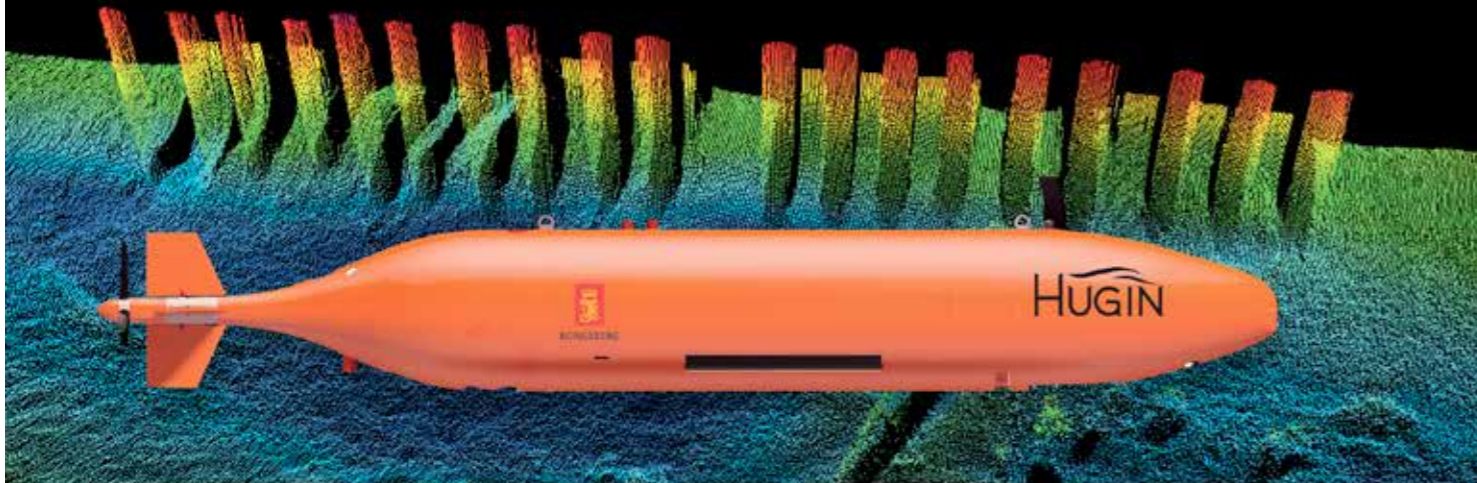
DEEP C

Deep C leverer spesialiserte løsninger for Seabed Intervention. Selskapets kompetanse er bygget på lang erfaring i undervannsindustrien og spisskompetanser innen flere områder. Med egen engineering, en stor utstyrspark og egen fabrikkasjon, leverer Deep C et bredt spekter av spesialtilpassede løsninger. Det seneste året har Deep C lansert flere innovative systemer som har høstet stor suksess i markedet. I tillegg til Deep C SUV, har Deep C utviklet en bred portefølje av seabed intervention utstyr, som for eksempel Deep C Blower og Deep C ROV Jet Trencher.

Les mer om Deep C på www.deepcgroup.com



KONGSBERG



BRINGING THE MOST SUCCESSFUL COMMERCIAL AUV TOOLS TO THE WORLD'S HARSHTEST ENVIRONMENT

HUGIN is the most commercially successful AUV in the world, having completed over 600,000 line kilometres of paid survey. Proven by operations in harsh open ocean conditions from Africa to South America HUGIN is the most robust AUV platform providing IHO standard data quality. Our tightly integrated solutions can bring the most capable AUV to the harshest environments providing the FULL PICTURE for Arctic exploration.

SKOGENREKLAMEN.O

SHARKRANGE

Imenco's reliable and robust subsea cameras are constructed from high quality components and materials ensuring sharp results and durability.

imenco.com
commercial@imenco.com

HUNTING FOR DETAILS

The new THRESHER SHARK is the world's smallest HD (WA) zoom subsea camera

- Titanium housing with scratch- and dig resistant glass dome
- Compact size (L 176mm, D 76mm)
- 97° view angle in water
- 3 x optical zoom
- 6000 MSW



NEK
API NS
ASME
NORSOK
BSI IEC

Standarder for olje og gass

Vi tilbyr et bredt spekter av norske, utenlandske og internasjonale standarder. Med ny leverandøravtale har vi fått et enda bedre utvalg av standarder i vår nettbutikk, tilgjengelig for enkeltkjøp eller abonnement på web.

Nye produkter er ASME, API, IEEE, BSI, NFPA, AiAG, CSA, AGA, AWS, ACI, CFR, NACE, MSS, ASCE, AS. Dette er selvfølgelig i tillegg til ordinære produkter som blant annet NS, ISO, NEK, IEC, NORSOK, ASTM, med fler.

standard.no - din leverandør av norske og utenlandske standarder

Reach depths down to 10,000 meters with DIAB's material solutions for subsea applications

Material solutions for buoyancy, impact-resistance and insulation



DIAB AS Nye Vakåsvei 78, NO-1395 Hvalstad, Norway
Phone: +47 66 98 19 30 | Fax: +47 66 84 64 14

www.diabgroup.com



AVIATION | DIVING | ENGINEERING & DEVELOPMENT | LIFTING & HANDLING | SUBSEA | WORKSHOP

imenco
SMART SOLUTIONS

Proserv's SeaHawk™ provides effective permanent visual inspection of underwater installations

Text: Jan Ulvesten, Inge Sanden, Ole Tom Furu, Proserv, Nils Joar Steinsund, Oceaneering Photos: Statoil

The requirements for subsea installations to be cost-effective and environmentally aware are ever increasing and monitoring their condition is essential to ensure the integrity of these structures. Traditionally visual inspections on satellite fields were undertaken by a remotely operated vehicle (ROV) deployed from a vessel. The costs for these operations were high and could be difficult to plan due to weather.

Proserv has demonstrated through numerous installations of its SeaHawk™ video system that permanent visual inspection is a cost effective alternative, providing the operator with the ability to detect or monitor known leaks. The system is a valuable tool to be used in the monitoring of aging assets and can also be used to help operators work towards zero emissions during activities in vulnerable areas. Low set-up costs can be achieved by using the asset's existing power and communications infrastructure.

Generally, for such an installation, the video system's operational bandwidth requires a separate power line modem to be included within the same umbilical as the line operating the existing well control system. A separate frequency is used to avoid interference with the well control system and ensures a strong enough signal to achieve the required transmission capacity. Challenges arising from this are mainly related to umbilical length, cross section and type. They can also come from noise and overlay frequencies from existing power supplies and communication links.

It is essential to use a fully digitised power-line modem where frequencies can be checked and amended effectively. Testing and simulation in advance is recommended although differing conditions from trial to operation mean an adjustment of frequencies can be expected during installation.

Gullfaks

During May 2014, Proserv installed the SeaHawk™ video system at the Gullfaks field in the Norwegian sector of the North Sea for Statoil.

Statoil gave the following comments with regards to the Gullfaks project: "We're going to install one Proserv control system type 'Co-exist' including two subsea cameras for subsea video surveillance on an XT for condition and environmental monitoring. The Co-exist solution uses the same control lines as the current control system for control of valves on the XT. This is something totally new that is now used by us on Gullfaks."

The SeaHawk™ is capable of supplying high-quality real-time video which can be tailored according to an umbilical's available bandwidth. In cases of lower available bandwidth, the SeaHawk™ records short clips of the desired



Proserv SeaHawk(tm) video camera with mounting bracket.



Proserv Open Communication Hub (OCH) ready to be installed subsea.



Proserv SeaHawk subsea video camera under installation from vessel.

quality which is then transferred to a server on land or the platform. For example, a 100 kbps data link will give approximately two minutes of transmitted video of good quality per hour. Video footage is provided via a computer-based application with data secured by login and access control. The SeaHawk™ camera can monitor multiple points with a remotely operated pan and tilt unit. Automatic and manual focus provide optimal clarity. Light can be controlled depending on the visibility and the distance from the object.

The system on Gullfaks uses existing infrastructure on a 20 km umbilical with a cross section of 6mm². The subsea equipment is supplied from existing 700VAC power supply and co-exists on the umbilical together with a control system from FMC.

After being successfully installed subsea at Gullfaks, the system now transmits topside approximately 30 seconds of high resolution video per hour. Previously the subsea structure was monitored once a month by ROV.

In addition, installation of the SeaHawk™ provides an opportunity to connect new instruments in a cost-effective manner. This benefit is not normally available for well control systems due to low availability and few connecting options. All SeaHawk™ video cameras are connected to a Proserv OCH Hub, which can be configured with the requisite number of available interfaces. All standard industrial protocols are supported on CAN, Ethernet and RS485. Continuous access to the instrument topside is possible and the link is also available for video.

Troll C

Statoil's Troll C Platform in the Norwegian sector of the North Sea provides an example of multiple connection instrumentation. An all electric actuator, provided by Oceaneering Subsea All Electric, connects to a Proserv OCH Hub to enable a valve to be remotely controlled.

The Oceaneering Subsea All Electric actuator has very low energy consumption and fits perfectly into the existing infrastructure for communication and power. The interface is ISO 13628-8, Class 4, 2.7kNm, with a valve-specific adapter.

The actuator is compact due to the control system being placed in a compensated, oil-filled enclosure – thus eliminating the need for a large atmospheric chamber. Installation is straight-forward and does not require power to be connected. Communication and power are provided by a wet-mate connector of choice. The Oceaneering Subsea All Electric actuators can also be delivered with a built-in 'Power Bank', featuring super-capacitor technology. This allows for high-power operation with 'trickle-charging' between cycles from a limited power supply.

Communication for the video system and the electric actuator co-exist on the umbilical with the subsea control system provided by Aker Solutions. This is a cost-effective alternative to frequently deploying ROVs.

Ongoing development

Proserv works to support a field's existing infrastructure and control systems. The multi-channel high speed modem can be sensitive to noise from older equipment, yet still provides

downlink speeds in the megabit-per-second range.

A separate project aimed to ensure video analysis automatically detects gas bubbles and oil leaks is on-going.

Parties involved in the Gullfaks and Troll C delivery projects:

- The **Statoil Gullfaks Operations Group** in Bergen is the operator and end user of the solution.
- The **Statoil Troll C Operations Group** in Bergen is the operator and end user of the solution.
- The **Statoil IMR department** has carried out valuable work in placing and connecting cameras on the structure and organising installation of the SeaHawk™ in collaboration with Deep Ocean.
- The **Statoil SMOD department** has been responsible for coordination of the projects. The organisation has Statoil project managers and is responsible for the implementation of the Gullfaks and Troll C project. This group has been very solution-oriented in its implementation.
- **Proserv Trondheim** has developed the communication and subsea camera solution and has manufactured and delivered the system to Gullfaks and Troll C.
- **Oceaneering Subsea All Electric** department in Stavanger has delivered the electrical actuator system to Troll C.

Proserv has been delivering technology of this type since 2001.



Oceaneering All Electric actuator.



Proserv Open Communication Hub (OCH) for connection of cameras and other instrumentation.



Example of a SeaHawk(tm) video picture from an installation.

BYGGER MOBILT BREDBÅND I NORDSJØEN



Nå pågår utrulling av 4G til båter og skip for fullt. Det betyr bedre kvalitet og raskere kommunikasjon for offshore-bransjen.

Tekst: Hilde Sander Meling
Foto: Tampnet

For et par år siden fikk fibernettet som forbinder over hundre olje- og gassinstallasjoner i og rundt Nordsjøen en kraftig oppgradering. Noe som også har gjort det mulig for norske Tampnet å gå i gang med utrulling av mobil bredbånd i samme område. Dermed er olje- og gassindustrien på norsk sokkel i ferd med å få sitt eget høyhastighets mobile bredbånd av siste generasjon, populært kalt 4G.

– Vi gir offshore-bransjen muligheter de ikke har hatt tidligere. Nå kan båter og skip som beveger seg i nærheten av de faste installasjonene med fibernet, koble seg på 4G kun ved å montere en liten antenne om bord, forklarer Anders Tysdal, teknisk direktør hos Tampnet.

Nye muligheter

Tampnet er i dag de eneste i verden som tilbyr 4G skreddersydd til offshore-bransjen. Tysdal understreker at denne tilpasningen gjør at kundene kan sende datatrafikk i lukket nett til kontoret, eller andre de har behov for å kommunisere med, uten å være redd for at sensitive data kommer på avveie.

– Vi lanserte den første basestasjonen i fjor og har fått testet den i uværet som herjet i desember 2013. Vi kan med sikkerhet si at nettet er godt egnet til stabil kommunikasjon i både uvær, høye bølger samt på fine sommerdager, som tradisjonelt er utfordrende på grunn av refleksjon av radiosignalet fra flatt hav, sier Tysdal.

Raskere enn satellitt

Tampnets tekniske direktør trekker frem to viktige fordeler med mobil bredbånd.

– Den ene er en kraftig reduksjon i forsinkelsen mellom sender og mottaker. I dag bruker man i all hovedsak satellitter fra skip og rigger, og forsinkelsen er høy. Ved å bruke mobil bredbånd kuttes denne forsinkelsen slik at den ikke lenger er merkbar for brukere eller IT-systemer, sier han og legger til at også bildekvaliteten blir bedre i videokonferanser.

En annen fordel er muligheten til å sende mye høyere kapasitet over 4G-nettet.

– Samhandlingene mellom hav og land blir rett og slett bedre, sier Tysdal.

Videokonferanser er en viktig funksjon som blir mulig med høyere kvalitet og lav forsinkelse, enten det er på Skype med familien hjemme, i møter med kollegaer på andre skip eller med hovedkontoret på land. Bedre datakontroll, større stabilitet i IT-systemene og en enklere hverdag med tanke på overvåking av boring og operasjoner nevnes som konkrete eksempler.

TAMPNET

- Tampnet er i dag de eneste i verden som tilbyr 4G skreddersydd til offshore-bransjen.
- Leverer nettverk til mer enn 100 olje- og gassplattformer. Målet er å bli verdensledende på bredbåndsløseleveranse til offshore-installasjoner, flyttbare rigger og fartøyer.
- Har 20 ansatte i Norge og Skottland. Elleve i USA.
- Omsatte for 204,5 millioner kroner i 2013.
- Per i dag har Tampnet installert tre basestasjoner, holder på med seks nye og vil bygge ut til det er så god dekning som mulig offshore.
- 10-12 rigger, båter og skip benytter seg i dag av 4G fra disse basestasjonene.
- Har kunder både i Norge og utlandet.
- Leverer løsninger slik at skip og andre brukere kan benytte utstyret ombord til også å koble seg på internett på land (Telenor, Netcom etc) når de ligger til kai eller er på verft, og dermed er utenfor rekkevidden til det mobile bredbåndet i Nordsjøen.
- Ser på muligheten for at 4G kan bli et velferdsnett for de ansatte i offshore-bransjen.

Vecora

ENVIREX G R O U P

WE CARE ABOUT THE DETAILS WE DRIVE FOR PERFECTION

Envirex Group offers a complete value chain of product design, control systems, engineering, manufacturing, rental, testing, verification and certification for the Norwegian oil and Gas industry.

Full service provider within hydraulics and engineering

Customized project rental and support for offshore equipment

Intelligent control systems for topside and subsea operations

Envirex Group: Hattelandsveien 92, Klepp Stasjon Tel: +47 477 77 500 Email: post@envirex.no visit us: envirent.no • envirex.no

MacArtney UNDERWATER TECHNOLOGY

MERMAC A Foldable A-frame

NORSOK compliant

DNV certified

Low weight

Extensive telescopic reach

Ultra compact for road transport

World wide solutions

Denmark | Norway | United Kingdom | USA | France
Netherlands | Germany | Bahrain | Australia | Singapore

By
MacArtney

Innovative Deepwater solutions

High Tech ROVs - Made in Norway

Argus Bathysaurus XL 6000msw 90 - 175HP

Hybrid solution

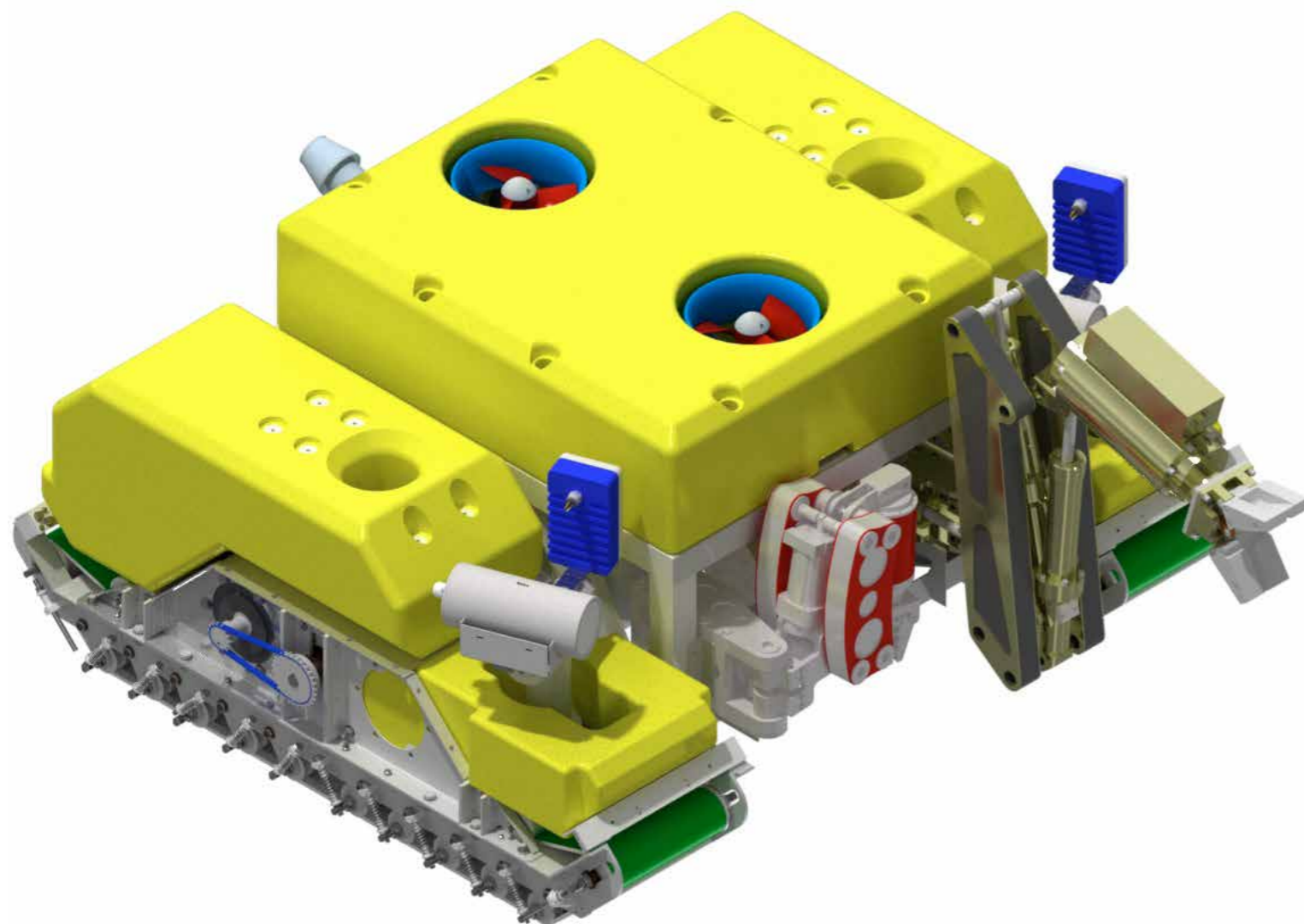
Work Class, Medium Class
and Observation Class ROVs

ARGUS | Remote Systems as
Nygårdsviken 1, 5164 Laksevåg
Tlf. 56 11 30 50 Faks 56 11 30 60, www.argus-rs.no

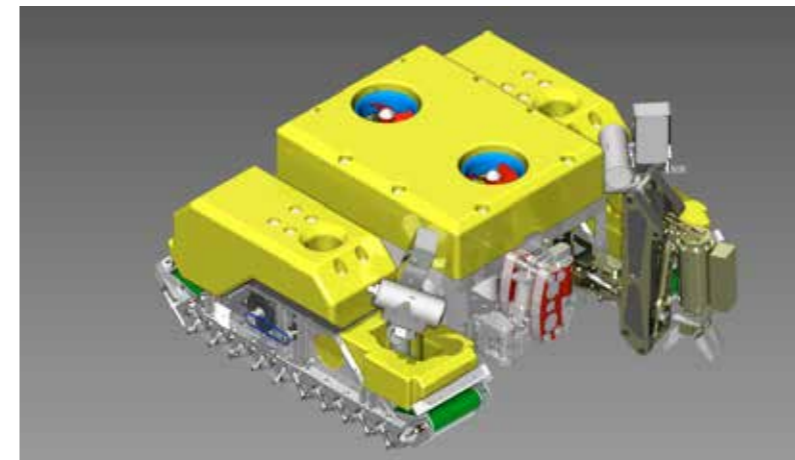
HULL INSPECTION WITH UNIQUE NAVIGATION SYSTEM

BRI Offshore is a new company within the BR Industrier group, with a focus on the subsea segment. Their team of motivated engineers and sales department has an innovative focus in combination with distribution of various products.

Text: Oscar Olsson Photos: Annelin R. Erslund, BRI Offshore



Drawing of the vehicle that will be presented for first time during ONS.



After a long development process, BRI Offshore looks forward to launch their product during ONS.



Lead Engineer, Arild Nesbjørg, working with design of the new vehicle, an interesting task!

One of their main projects is to develop a new splash zone concept based on a subsea crawler that uses permanent magnets as holding force to the hull, together with a neutral vehicle in water and thrusters to achieve positive buoyancy when needed.

“Our goal is to make a vehicle that can use much of the same tools as a normal ROV, but will stick to a steel hull so it’s not as affected by hydrodynamic forces in the splash zone as a normal Work Class ROV would be”, says Managing Director Morten Urrang.

The vehicle uses DC power on belt actuators, thrusters and a fiber multiplexer. To reduce the weight, which is critical for a splash zone concept, they use 300VDC supplied from topside by the use of advanced DC power supplies, which can adjust the power based on tether length. As regular ROV equipment are often rated to 3000m and will therefore be of heavy weight, due to the housing, all parts has been carefully evaluated and re-designed if possible. In addition, the belts are specially made from fabric for this purpose, in order to achieve a thin belt, with the correct coefficient of friction, and strength.

One of the more critical parts when developing the new concept was navigation; as the system is used on the hull above the HiPAP, a regular acoustic system was not suitable for the purpose, nor was standard measurement through odometry, as the belt would slip on the surface, due to the wet environment. The solution was to build an in-house navigation system based on an optical sensor.

The unique navigation-system on the crawler is based on the principle of dynamic real-time Speckle-tracking. Speckle-tracking is a technique that is commonly used in computer mice, in order to track the movement of the mouse relative to the surface, on which it is traversing.

Speckle, is the scientific term used in Physics in order to describe the Quantum-phenomenon

of a spatial field distribution of constructive and destructive interference of narrow-wavelength light (i.e. laser), due to the matching or mismatching of spatial frequencies. In laymen’s terms, this means that when a monochrome light source – such as a laser – hits a surface which has a relative surface-roughness of at least one wavelength, the image of the reflection as seen by the receiving sensor will be a 2D-field of black and white spots, i.e. a Speckle-pattern.

In order to receive a clear and focused image of the surface, a double-telecentric lens is implemented into the system. This highly specialized lens enables us to image the surface, independent of the working distance between the lens and the surface. This means that when traversing over a rough surface that varies a lot in structure – such as surfaces commonly encountered in a subsea environment – the system is still able to capture a clear and sharp image of the Speckle-pattern.

These images are then processed by a sensor which takes pictures at a remarkable speed of 12,000 frames per second. The sensor operates according to a well-defined algorithm, which detects feature-points in the image (i.e. the white spots).

The movement of the speckle as seen by the sensor is relative to the movement of the Crawler, and thus new areas in which we experience constructive matching of spatial-frequencies will be introduced into the image as seen by the sensor. That means that the sensor will detect these feature points in each of the images it is fed, and hence it will be able to track the detected feature-point from successive images.

“As the Crawler traverses over the surface, may it be an oil-rig or the surface of a ship-hull, unique images of the speckle pattern at that exact location will be fed into the system, and through the technique described above, we are able to track the movement of the Crawler relative to the surface down to millimeter precision”, says Oscar

Olsson – the scientist working with development of the system.

However, since the system is using a sensor with an incredibly high frame rate, we are facing a problem in which we accumulate an enormous amount of data, which slows down the processing speed, and may give rise to positioning error. This is solved by implementing a Hall-effect sensor into the navigation system.

The Hall-effect sensor will detect the ribs of the ship-hull, and since the distance between rib to rib is known in most cases, we are able to calibrate the position of the Crawler according to the position of the rib. Hence, the sensor will delete all of the accumulated data gathered, and “reset” its position according to the input of the Hall-effect sensor.

The movement of the Crawler will then be expressed graphically in a map, where one will be able to see the exact movement of the Crawler. In addition, a corrosion and crack-detecting sensor will be incorporated into the system, which will be able to detect areas of the surface over which it is traversing, that may be the subject of corrosion or other defects.

The system will then be able to give the exact position of these faults, and highlight these graphically on the trajectory-map as described previously. In the system, we have also incorporated an INS, and hence we are able to express the map as a 3D-model, which will provide for a more user-friendly, intuitive, and holistic analysis of the surface. The plan is that this navigation system combined with the vehicle itself can perform accurate inspection of hull and be a valuable tool when the condition of the hull must be determined.

After several years of development, the system is now under construction. The launch of the very first system will be during the ONS Exhibition where the system is one of the candidates for the ONS Innovation Award.

Buoyancy

offshorerental.no



Subsea Floating Elements

Our modular buoys consist of several product families, where the need for buoyancy and use dictates the type. The buoys are adapted for both temporary and permanent use.

Air Lift Bags

Underwater air lift bags are designed for supporting and lifting loads from any depth. While their single point attachment is ideal for lightening underwater structures such as pipes and templates, their main application is for lifting vessels and other loads from the seabed to the surface.

Visit us at:



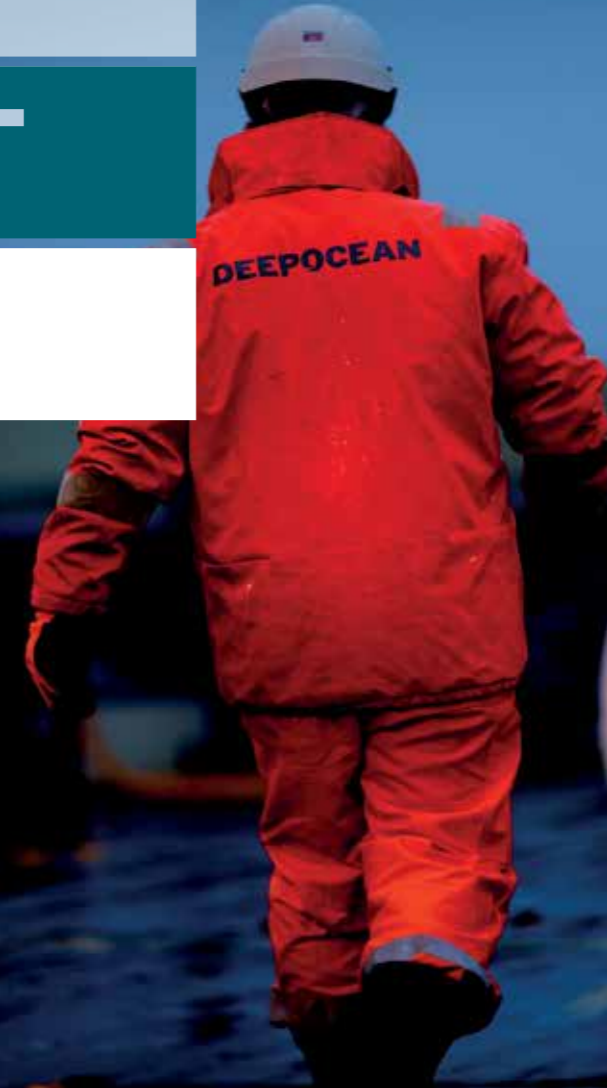
Hall B
Stand: 3300

Call us for more information
+47 955 00 421
or email post@offshorerental.no

THINK

INVENT

SOLVE



Sikkerhet, Teamwork, Kundefokus, Innovasjon og Integritet er våre kjerneverdier. De gjenspeiles i våre forretningsprinsipper og operasjonsfilosofi. Vi ivrer alltid etter å finne de beste subsealøsningene for våre kunder. Vi tror kundene merker forskjellen.

I DeepOcean er det menneskene som utgjør forskjellen. Vi er stolte av den lidenskap, iver og engasjement våre kollegaer viser for å løse stadig mer utfordrende subsea oppdrag. Hos oss er det kort vei mellom planleggingsarbeid og offshore operasjoner i Nordsjøen, Brasil, Mexico, Vest-Afrika eller Asia. Det gjør hverdagen spennende, og gir følelsen av at hver enkelt av oss utgjør en forskjell i suksessen til selskapet.



DEEPOCEAN

www.deeпоceangroup.com

DEEPOCEAN ER EN GLOBAL LEVERANDØR AV SIKRE, INNOVATIVE HØYKVALITETSLØSNINGER FOR SUBSEA INDUSTRIEN. VI HAR EN FLÅTE AV EFFEKTIVE SUBSEA SERVICE- OG KONSTRUKSJONSFARTØYER SOM ER GODT TILPASSET VÅRE KUNDER SINE BEHOV. VÅRE ANSATTE ER NØKKELEN TIL VÅR SUKSESS OG GJØR AT VI STADIG LEVERER KOSTNADSEFFEKTIVE OG SPESIALTILPASSEDE SUBSEATJENESTER I ET GLOBALT MARKED.

READY FOR WEB SHOP

TRY

<http://e-sea.bluelogic.no>



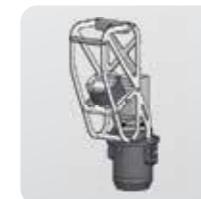
BLUE LOGIC
Creative
Subsea
Solutions

CONSIDER
IT DONE



SUBSEA TIE-IN TOOLS AND EQUIPMENT

SUBSEA – development, engineering & project management



Industrivegen 6, Håland Øst, 4340 Bryne Tel: +47 51 48 21 90 www.depro.no

DEPRO

FØRSTE NORSKE LAG I MATE ROV COMPETITION

Etter et halvt år med utvikling og produksjon av sin egen ROV, har studentene fra UiS Subsea nå vært i ilden. Studentprosjektet vi skrev om i forrige utgave av DYP har vært siktet mot den internasjonale MATE ROV Competition i USA.

Tekst: Sigurd Karolius Holand
Foto: UiS Subsea



UiS Subsea klare til dyst.



Stabilisering av ROV-en for first run.



Konkurranserbassenget.

Årets finale ble avholdt i Alpena, Michigan, rundt det lokale miljøet for bevaring av de mange skipsvrakene som er å finne i Lake Huron.

Stavangerstudentene har tidligere uttalt høye ambisjoner for konkurransen, og spenningen var stor på vei over dammen. ROV-en, som har blitt døpt Njord, ble fraktet i deler som vanlig bagasje og montert sammen på hotellet i Alpena, kvelden før konkurransen.

Imponerte dommerne

Første dag av konkurransen bestod av sikkerhetsgodkjenning, presentasjon av organisasjonen og ROV-en til hvert enkelt lag.

«Safety check-en» ble fort unnagjort, med alt av koblingsskjemaer og dokumenter laget hadde å vise frem. Språkforskjeller åpnet for diskusjon, men både dommerne og studentene var fornøyde til slutt.

Så til presentasjonen. Hele laget stilte og presenterte sine respektive fagområder og komponenter på ROV-en. Dommerene som representerte både Crysler og Pratt & Withney strødde om seg med superlativer og ord som «magnificent», «extraordinary» og «wow» var flittig brukt. Noe de fikk spesielt skryt for var deres egen-designede thrusterer som de var alene om å ha i konkurransen.

Utfordringer

Videre utover dagen ble konkurranse-bassenget stilt til lagenes disposisjon for trening og siste finpuss. Her viste det seg at UiS-ROV-en hadde dratt på seg et par barnesykdommer siden siste flight hjemme i Stavanger. Dagen ble dratt godt ut, uten at feilsøkingen konstaterte hvor feilen lå, annet enn at spenningsfall fikk kontrollsystemene til å koble ut.

Etter omsider å ha fått seg noen timer på øye var det opp å søke videre etter hva som skapte spenningsfallet. Uten resultat kom tiden for det første av to forsøk til å gjennomføre det

annonserte oppdraget i bassenget. Tross mye frustrasjon stilte seks av guttene med godt mot til første forsøk, under nøye oppsyn av to dommere fra Oceanering. ROV-en satte kursen ut fra bassengkanten før pilotene mistet kontakt etter et par meter. Gjennom 15 minutter lå ROV-en i overflaten, fem meter over der poengene skulle sannes. Strøm av og på, men fortsatt med signaltap hver gang thrusterene begynte å gi skyv.

Til slutt blåste dommeren i fløyta og laget måtte pakke sammen. God lagånd og «kombaya» ga 30 poeng. Høyeste mulige score uten at ROV-en gjorde noe som helst.

Endte midt på treet

Med tre timer til rådighet før andre forsøk, ble det besluttet og koble fra alle overflødig elektrokomponenter og senke gain på thrusterene til 50 prosent.

Tilbake i bassenget, uten å ha fått testet om det faktisk ville fungere. Og ROV-en gikk til bunns, under pilotenes kontroll.

ROV-en ble satt rett i arbeid med å utføre oppdragene på bunnen. Utbygging av sensorer, rydde inn-gangen til et skip for så å ta seg inn i det. Visuell observasjon av objekter for å identifisere skipet samt opphenting av gjenstander ble utført, men tiden strakk ikke til for alle oppgavene.

En total score på 95 poeng av 300 for second run. Resultatet stod ikke helt til lagets forventninger, men den selvbygde farkosten og studentenes presentasjon bidro godt til at «The Norwegian Team», UiS Subsea, endte på en 14. Plass av 30 totalt.

UiS Subsea sier at det nå må nye hoder til for å videreutvikle ROV-en til neste års konkurranse. Mange av årets deltakere vil stille som mentorer for de kommende bachelorstudentene i 2014-15, og har fått med seg mye kunnskap hjem fra konkurransen i USA.

MATRIX MKII+

NEW GENERATION SUBSEA MULTIPLEXER

- Reliable
- High data capacity
- High power capability
- ISO 13628-6 Tested
- Flexible



The latest fibre-optic multiplexer from Innova, Matrix MKII+, ensures the latest technology at a very competitive price.

Matrix MKII+ allows you to take control of all your subsea sensors and data.



Innova brings all your data to surface!

Contact us for more information or mobilisation support.

Visit us at: Innova AS, Jakob Askelandsvei 13, 4314 Sandnes. Postal addr: Innova AS, PO Box 390, 4067 Stavanger. Phone: +47 51 96 17 00. E-mail: post@innova.no

Marwin is a supplier for subsea companies, subsea suppliers and other main contractors in the oil and gas industry.

Marwin delivers small, medium sized EPC and development projects.

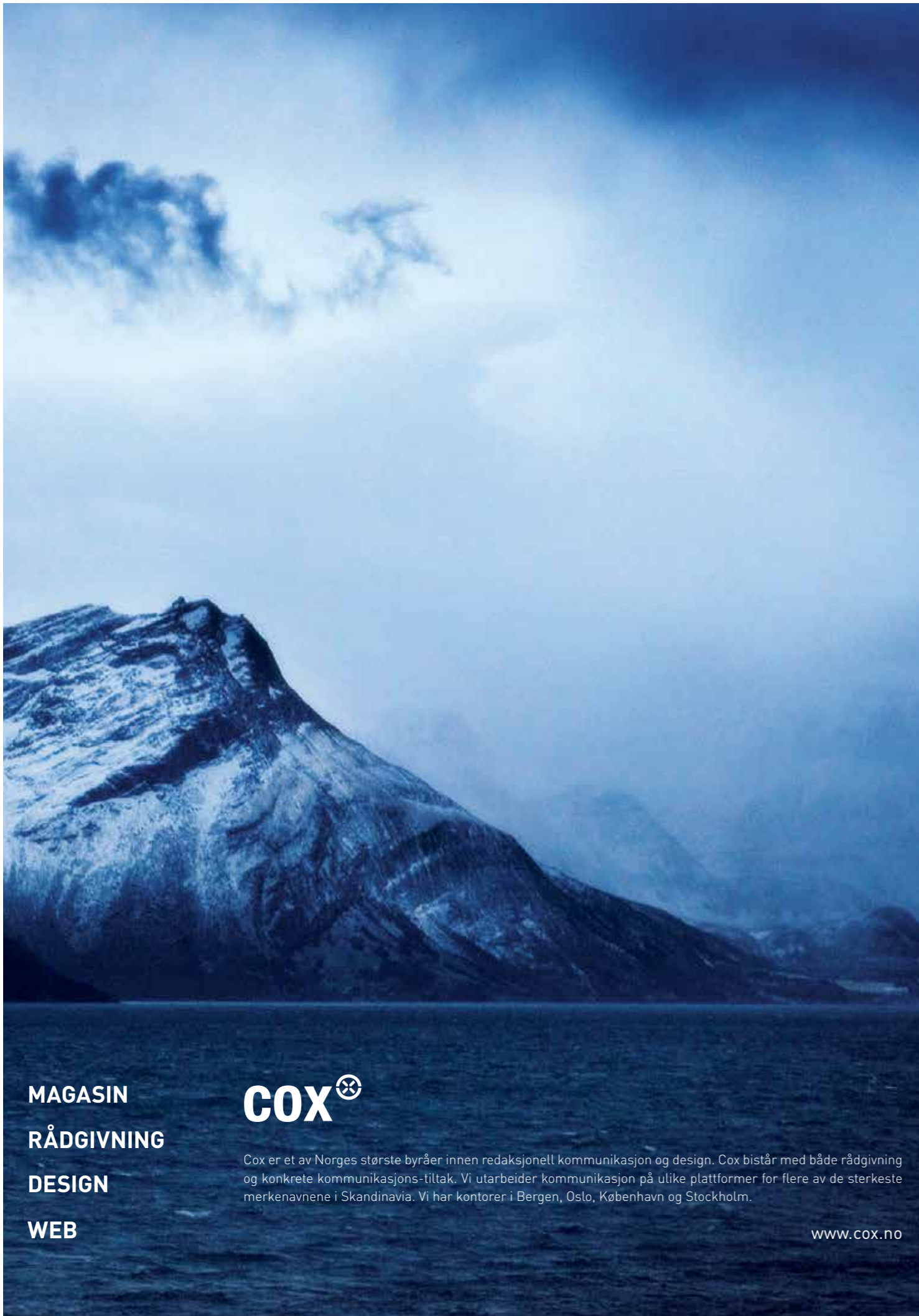
Our focus is always to improve our efficiency in our project execution and work methods for our clients benefit. Through Lean management and best practice systems we always try to eliminate non-efficient activities ensuring our competitiveness.

Marwins priority is to keep our customers best interest in focus, through flexibility and punctuality.

We have divided our core business areas into following:

- > Engineering and design
- > Service
- > Fabrication
- > Assembly & testing
- > Lifting

Clever solutions - Efficient execution



MAGASIN
RÅDGIVNING
DESIGN
WEB

COX®

Cox er et av Norges største byråer innen redaksjonell kommunikasjon og design. Cox bistår med både rådgivning og konkrete kommunikasjons-tiltak. Vi utarbeider kommunikasjon på ulike plattformer for flere av de sterkeste merkenavnene i Skandinavia. Vi har kontorer i Bergen, Oslo, København og Stockholm.

www.cox.no



Unique Subsea Template installation tool.

The industry's #1 choice.
Gen 5 Mux.

Norway's leading provider
of subsea electronics

RTS is supplier of engineering services, equipment rental, product sales and offers complete rental solutions to the subsea industry both in Norway and around the world. More at rts.as

Devoted to solutions - since 2002.



rts

SAGA SUBSEA



Einar Tollaksvik, Managing Director.

Saga Subsea AS was founded in 2011 based on the philosophy that many areas of the subsea industry could be improved with regards to cost and complexity, and that experience and new thinking can realize major cost savings for the clients.

Text: Tor Alme
Photos: Einar Tollaksvik

At the present, Saga Subseas services are divided into four main areas:

- Subsea tooling development, sales and rental.
- Maintenance services on subsea assets and tooling.
- Mobilization support.
- In- and offshore inspection services.

Subsea Tooling

Saga Subsea provides rental of various tooling for all typical offshore operations, and is often the sole provider of all required tooling for subsea mobilizations. Experience combined with a large network of affiliates ensures that the clients needs are met, with the added convenience of one single point of contact.

The dedication to meet the clients requirements has also caused the business to expand to tooling development and manufacturing. When specialized tooling is required, Saga



Quayside support, is one of Saga Subsea's main services, provided from Killingøy Offshorebase and the Haugesund region. We provide our clients with mobilization machinery, mob coordinators and services, and are able to provide our clients with a single point of contact, to make the mobilization as smooth, rapid and safe as possible.

Subsea will design and manufacture what the client needs, ensuring that all requirements are met. Einar Tollaksvik, general manager, says: «We have received many requests for custom made ROV tooling to be used for a specific task, and the time we have available to deliver the tool is often very limited. We have always succeeded in delivering on time, and to the clients specifications, and we hope that this will always be the case. Our existing client trust us to deliver, and we will do our best to keep delivering.»

Saga Subsea have designed and manufactured brushing tools, drilling tools, ROV dredgers, cutting tools, among other things. Although tooling rental is the main strategy in the business area, tooling is also developed on request, for sale to clients.

Maintenance Services

The nature of subsea operations is such that tooling is required, both simple ROV tools, and large, complex tooling packages, often designed for use on a specific interface. This results in large quantities of tooling requiring maintenance, and often also storage. Saga Subsea provides all services related to maintenance and storage of tooling and subsea equipment, from the provision of a technician to carry out simple repairs at our clients workshop, to major overhauls, or full a full storage plan. A storage plan will include a refurbishment of the equipment, storage, follow-up of maintenance routines, and a full check and testing prior to shipping on clients request.

Mobilization Support

A vessel mobilization for an offshore project requires strict coordination and control of logistics, and delays are a costly consequence for the client. Saga Subsea provide the service of coordinating full mobilizations, including

logistical management of on- and offgoing equipment, provision of services (steel fabrication, testing, technical personnel, forklifts, man riding lifts), and coordination of all ongoing activities, from vessel arrival to sail-away. A full package of certificates and documentation is naturally provided.

Inspection Services

Since 2011, Saga Subsea has performed inspections and verifications using mini-ROV systems, both inshore on power cables and pipelines, but also on vessels and offshore installations. The ROV systems are contained in flight cases, and can be shipped by helicopter if required. The response time from request to the ROV is in the water is very short, making the solution ideal for unexpected inspection needs, but also for planned work.

Tollaksvik says: «We got a call out from one of the major oil companies, about a year ago, for an offshore inspection job that had to be done asap, where the company asked if this can be done with a Mini-ROV solution. We looked at the job, accepted and mobilized ROV system and personnel. From when we got the call, the ROV system was sent out the same day, and personnel mobilized and sent out the day after, where the ROV system was mobilized and ready to launch that same evening, 24 HRS after we accepted the job»



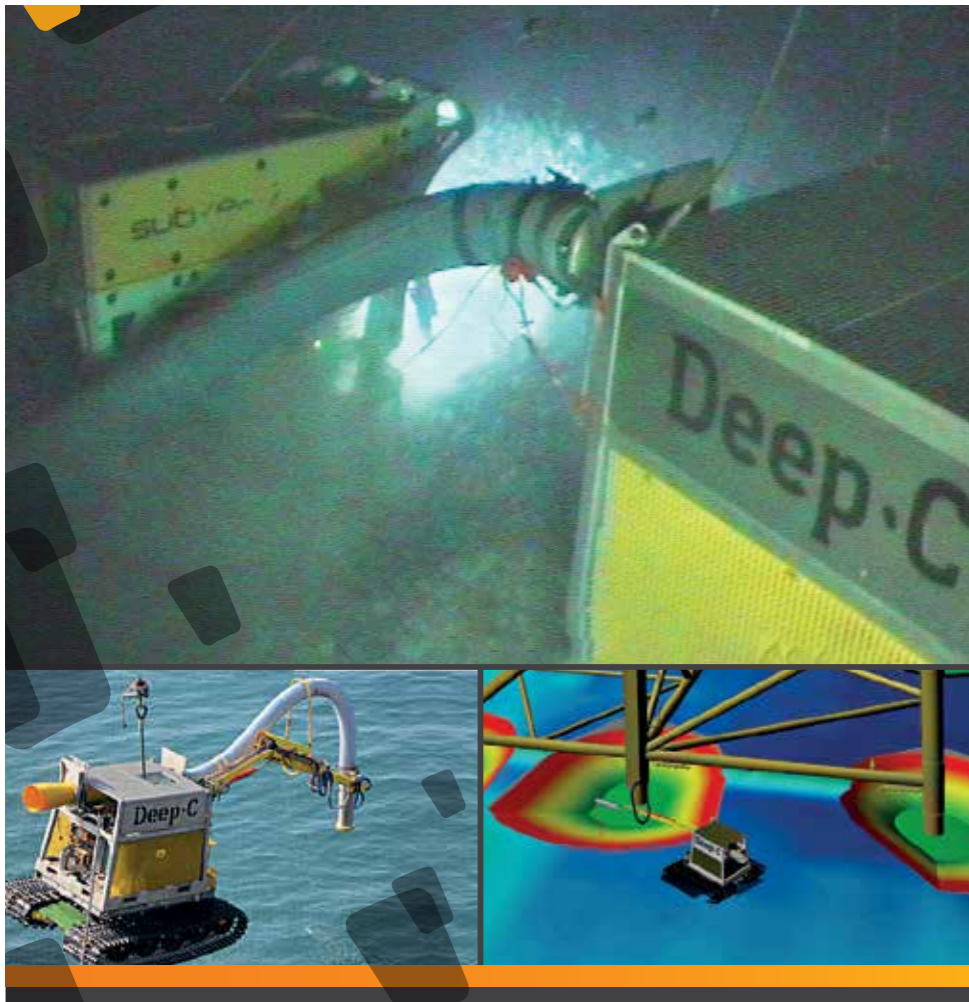
Saga Cleaning Tool, for rental or purchase, designed and manufactured by Saga Subsea AS. With a slim and light weight design, proven just as efficient as any cleaning tool on the market today.



Saga Drilling Tool, first produced for a specific job in the North sea for one of our clients, now included in our rental ToolPool.



Saga Subsea provide our client with rental DMA's and clumpweights for subsea projects every week. On several occasions, also special designed for specific jobs.



Seabed Intervention Expert

Deep C provides specialized seabed intervention services which add value to the customer. Through in-depth knowledge on technology, operational know-how and high focus on HSEQ, Deep C delivers solutions which are adaptable to the most challenging projects.

- Bespoke solutions
- Dredging & jetting technologies
- Sediment engineering
- Remote intervention



Deep C • mail@deepcgroup.no • www.deepcgroup.no • (+47) 03505



Allinvent AS is an engineering, design and fabrication company providing advanced solutions and products to various industrial segments.

- Mechanical and structural design engineering
- Prototyping and concept development
- Turn-key delivery Industrial Robotic system
- Special tooling for ROV
- Subsea operational experience

Visiting address
Allinvent AS, Midtgårdveien 34, 4031, STAVANGER

+47 45 60 82 55 post@allinvent.no

Visit us at OTD 2014 Hall B Stand 3455



The 16th Offshore Technology Days
Bergen, Norway (14)-15-16 October 2014

www.allinvent.no



SUBSEA

Custom solutions & ROV tooling



Join us!
We are looking for
Mechanical Design Engineers

OFFSHORE

Custom equipment & tooling



AUTOMATION

Custom machinery, robotic logistic & tooling



BUOYANCY

• Tailor - made



MECHMAN

buoyancy.no - oppdrift.no

SMART USE OF BUOYANCY MATERIALS

Subsea buoyancy material has weak material properties in its nature and this can cause complications. A combination of materials can be the solution.

Text: Åsmund Voster Photos: Mechman AS



High precision machines and highly skilled personal at Exact Production AS secure accuracy to the products.

Retrofit Subsea Insulation

The task for the client was to inspect a subsea pipeline at about 70 meters water depth. Technip Norge AS, Stavanger, was the contractor for inspection of the pipeline and had a challenge to bring the pipeline back to the same condition as before inspection took place. The pipeline was original covered with thermal insulation and fabric made onshore. The insulation had to be removed to get a proper inspection of the pipeline. Then a new insulation material should be applied to the pipeline.

Mechman AS provided a solution for this project using non-metallic materials and a high precision

shape. The base material is a closed-cell material with approximately same thermal properties as original insulation materials. To strengthen and give the construction insulation properties, a combination of core cell materials, PU- and a spray able polyurea based material was used. The base material/insulation material has weak mechanical properties, thus, in order to reinforce the insulation, a 5 millimeter layer of PURsub© was applied.

In order to make it user friendly for the diver, the insulation construction was provided with special straps with Velcro, which works as a quick lock. Finally it has been permanently strapped

together - using strong metallic or non-metallic straps. The right product was delivered on time to meet client's satisfaction.

Reinforced Deepwater Buoyancy Module

A client needed a deep water buoyancy module to float at 4000 meters water depth. The original buoyancy module became too heavy submerged due to water ingress into the foam core. The original material could not withstand the >400bar hydrostatic pressure. The product had to consist of a buoyant compact material with very low density, reliable for long-term use on great depth. Most important was the product



Combination of materials with subsea buoyant materials allow tougher handling and keeps the base material properties.

should float when submerged to 4000 meters depth. In addition, the buoyancy module had to provide structural functions and resist longitudinal tensile loads. The length of the product was approximately 7 meters with a diameter of 0.2 meters, including a strict dimension tolerance of the outside diameter.

A slight redesign was performed on the client's equipment and a new material was selected. The client's equipment required a compact buoyancy module, by selecting a high performance low density composite buoyancy system such as TG28/4000, the dimensions of the product could be minimized. TG28/4000 has an extensive history of use in subsea environments and can operate at its full design depth for periods of >20years.

All TG grade materials are factory tested hydrostatically to design depth +10%. To reinforce the product and increase the mechanical strength, a layer of GRP reinforcement was cast onto the surface of the TG28/4000. To complete the module a 5 mm thick layer of PURsub© made the module surface more resistant to impact and abrasion.

Re-use of Buoyancy Raw Materials

The TG28/4000 is designed for a 20 years lifetime at 4000 meters depth - without permanent loss of buoyancy. This makes re-use of "out of date" products acceptable. In other words we can use the raw material from old products in new products.

This method also gives better economy in the project and provides environmental benefits. The re-use method was performed on the first deliveries in the "Reinforced Deepwater Buoyancy Module" project and gave a successful result. Exact Production AS provided a precision product and secured safe supply to the project.



Re-use of TG28/4000 is possible without loss of buoyancy. Here is a 7 meters long floater with green GRP and white PURsub© in production progress.

PRODUCT FACTS:

- Mechman AS has developed several methods to reinforce buoyancy materials.
- PURsub© is a polyurea based spraying application which makes a strong, waterproof surface. It can be applied in various thicknesses with 2 millimeters as minimum.
- TG28/4000 is a syntactic foam material in TG family, and is the lightest deep-water buoyancy material available for 4000 meters water depth.
- Divinycell is a closed core cell product which can withstand up to 600 meter water depth.
- Precision production: Exact Production AS can make products with precision up to 7 meters length in full 3D axis for soft materials.
- GRP-fiberglass reinforced polyester can be used in combination with syntactic foam materials, especially when tension loads is an issue.

NORSK SUBSEA TEKNOLOGI I VERDENSKLASSE



KYSTDESIGN AS er verdensledende i utvikling av fjernstyrte farkoster (ROV'er), utstyr og verktøy for undervannsintervensjon.

ALT IN-HOUSE
Våre ansatte besitter høy kompetanse innen programmering av kontrollsystemer, elektronikk, hydraulikk og mekanikk.

FRA IDÉ TIL FERDIG PRODUKT
Ingen oppdrag er like. Vi løser de fleste utfordringer for våre kunder. Skreddersøm er vår hverdag.



MEMBER OF
IMCA
Achilles JQS
empowered by **ActiBox**

Haugesund, Norway, post@kystdesign.no - phone: 0047 52 70 62 50

KYSTDESIGN
SUB-SEA TECHNOLOGY

Something new and exciting has just taken the plunge into the splash zone.



ACFM® TSC Inspection Systems

Visit us at ONS 2014
B290/11

Take a closer look if you are working with subsea inspection.

Something new and exciting has just taken the plunge into the splash zone. The LBO Splash Zone Equipment consists of a remotely operated robotic arm, fixed to the offshore installation by tailor made access tools to provide a stable platform for inspection, repair and maintenance in the harsh splash zone. The equipment allows close up inspection. Recently, we have added ACFM® - electromagnetic technology - to our inspection tool box, for detecting and sizing surface breaking defects in metal structures.



Committed to excellence.

Linjebygg Offshore AS. +47 975 07 000
www.lbo.no



PRS-basen på Killingøy.

Hot tap maskin.
Foto: Statoil

PIPELINE REPAIR SYSTEM

– AVANSERTE UNDERVANNSSOPE RASJONER PÅ RØRLEDNINGER

PRS-basen på Killingøy i Haugesund startet som en beredskapsbase i 1987 for å kunne reparere rør på havets bunn når det oppstår skader. Den gang hadde organisasjonen beredskapsansvar for 1000 kilometer med gass- og oljerør. I dag er ansvarsområdet utvidet til nærmere 15 000 kilometer rør.

Tekst: Tommy Jensen
Foto: Tor Inge Vormedal, Vormedal Forlag Haugesund

Technip Norge AS har idag en rammeavtale med Statoil om drift, vedlikehold, engineering og videreutvikling av PRS-systemet. I samarbeid med DeepOcean ASA har de vært etablert ved Statoils base på Killingøy siden januar 2007. Denne kontrakten var på fem år med en opsjon på tre år og går ut i november 2014.

Technip Norge AS er en ledende marine leverandør på norsk kontinentalsokkel for utbygging/installasjon av undervannsfelter, med fokus på avanserte undervannsinstallasjoner og rørledninger.

En brannstasjon for Nordsjøen

Det er reparasjon av rørledninger som er hovedoppgaven til PRS. Men for å holde utstyr, mannskap og kompetanse ved like og i beredskap, har miljøet tatt på seg flere oppgaver. PRS-utstyret har fra 1988 blitt brukt til planlagte dykkeropererte sveiseoperasjoner for utvidelse av infrastrukturen eller bypass av gamle installasjoner. Totalt har det pr. i dag blitt 89 sveiseoperasjoner på rørstørrelser helt opp til 48 tommer. Den siste operasjonen var i mai 2014 hvor det ble koblet på et Y-stykke inn på Grane transportrøret hvor Edvard Grieg plattformen skal kobles til.

De første 13 årene var det ingen reparasjoner, men det var teknologimiljøet på Killingøy som sto bak utskiftingen av det skadde gassrøret fra Kvitebjørn-plattformen i 2008. Røret ble påført stor skade av et skipsanker som var ute av kontroll. Hele 26 meter rør måtte kappes og erstattes med nytt ved hjelp fjernstyrte operasjoner med utstyr fra basen på Killingøy. PRS-basen er engasjert i utvikling av ny teknologi på havbunnen. Dette er nødvendig ettersom rørdimensjoner, materialbruk og havdybdene stadig endres. Samtidig holdes personell trent og utstyret holdes up-to-date ved å drive med teknologit utvikling.

Hot-tap operasjoner

PRS-miljøets siste teknologimiljøepæl, hot-tap-operasjonen på Åsgard, ble av Teknisk Ukeblad nominert til Årets Ingeniørbragd 2012. Koblingspunktet ble sveiset på produksjonsrøret til Åsgard B-plattformen på 265 meters dyp. Enkelt forklart består en fjernstyrt hot-tap-operasjon av at en fjernstyrt robot sveiser et T-stykke på røret mens det strømmer gass gjennom det. Når det er utført brukes en fjernstyrt boremaskin til å bore hull i det produserende røret. Trykk og produksjon gjennom røret er upåvirket. Arbeidet med å utvikle teknologien startet i 1999.

Fornytt kontrakt

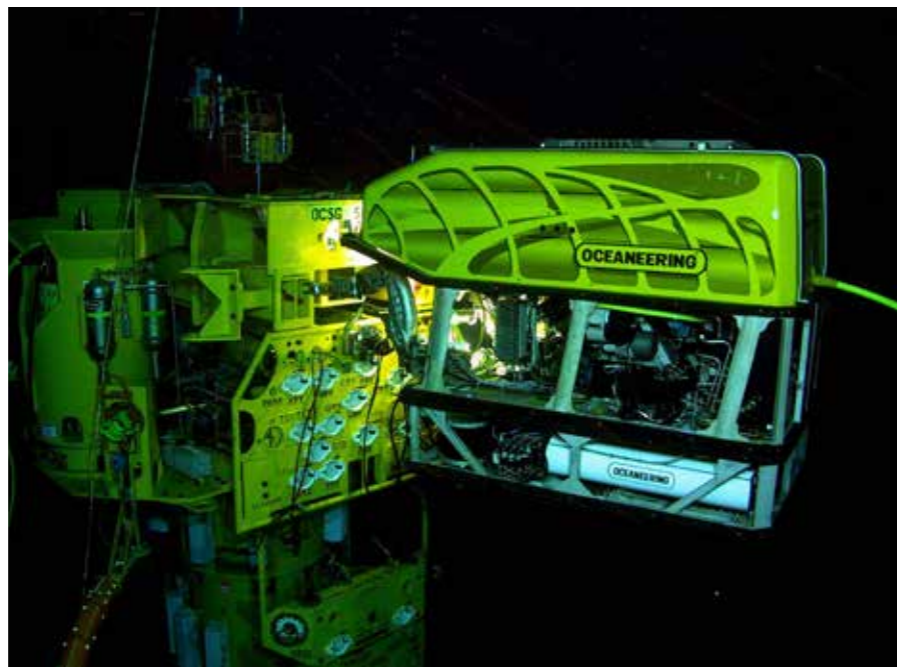
Technip Norge AS og DeepOcean ASA har kapret en ny fem års kontrakt med opsjon på 3 x 2 år på drift av PRS-basen på Killingøy. Basen vil de neste årene bli drevet gjennom det nystartede firmaet Technip DeepOcean PRS JV.

SUBSEA PERFORMANCE SIMULATION

– A TOOL FOR SUBSEA PERFORMANCE OPTIMIZATION AND RISK CONTROL



Subsea valve.



Underwater operation with ROV.

Risk is always an issue in subsea operations. The risk is present in many sizes and shapes; in day to day operations, when something unwanted happens or during IMR operations. Risk both with respect to cost and environment.

Text: Haaken Anfelt Moe
Photos: Oceaneering

The odds of a dropped object damaging part of the installation is usually calculated, but what about the effect on production in the longer term? This depends on a series of external factors; spares available, mobilization times, vessels available and their capacities. In addition, production and environmental risks and effects change with installation age, wear and status.

The Performance Simulation

This is the essence of the subsea performance simulation. The performance of a complete subsea/FPSO production facility depends on a lot more than the availability of single pieces of equipment.

The simulation builds a complete picture of the installation, modeling production impact and net present value based on reservoir properties, product pricing, vessel support, spares, topside support equipment and equipment age and status.

Such a complete picture provides a powerful tool in estimating risks and costs associated to risk. It also makes it simple to make clear comparison of scenarios. The direct cost of buying a spare choke valve and storing it is very clear, but the cost of not having this spare is a lot harder to estimate. But the subsea performance simulation answers this question precisely.

Risk Control

Returning to the possible dropped object; the direct cost of dropping it is simple to calculate. But the costs might vary a lot if it hits a part of the installation. And this cost will vary with changing conditions, delays with suppliers will slow repair, vessel status might make repair difficult or easy.

And knowing such risks gives a much better chance of controlling and mitigating them, leading to predictable and cost-efficient subsea operations.



Independent ROV operator

IKM Subsea have highly qualified ROV personnel and cutting edge ROV technology for safe ROV operations in the offshore industry.



Safe ROV operations

IKM Subsea are building and operating our own Merlin WR200, we have 20 ROV systems in our asset pool. IKM Subsea are one of the leading ROV operators in the world.

Services:

- Drill support
- Inspection, maintenance and repair (IMR)
- Subsea construction
- Survey support
- Leak detection / pig tracking / tracing
- Excavation and dredging
- Cutting operations
- Tie-in operation



IKM
Subsea

Norway office:
Nordlysvegen 7, 4340 Bryne, Norway
T: +47 962 00 210

Singapore office:
48 Loyang Way, Singapore 508740
T: +65 6592 8597

www.ikm.no/ikm-subsea



Zero injuries -
an overall objective!

FJERNING AV LASTEBØYER PÅ GULLFAKSFELTET

Utfordringer og løsninger knyttet til frigjøringsoperasjonen.

Tekst: Christian Knutsen, IK Norway AS
Foto: Stefan Lindholm, IK Norway AS

Generell bakgrunnsinformasjon

Siden Gullfaksfeltet kom i drift, har den produserte oljen blitt skipet i land gjennom to lastebøyer som har betjent de tre Gullfaks plattformene; A, B og C.

Lastebøyene står på ca. 136 meters vanddyb og er lokaliserte ca 2 km nordvest og sørøst for Gullfaks A.

Som et ledd i forlengelsen av feltets levetid fram til 2040 har operatøren av feltet, Statoil, besluttet at de to opprinnelige lastebøyene skal byttes ut i løpet av sommeren 2014.

De eksisterende lastebøyene på ca 6 000 tonn hver skal, etter at de er løsnet fra bunnrammen, slepes inn til Stord for opphugging hos Scanmet hvor det planlegges med 98 prosent gjenbruk av materialene.

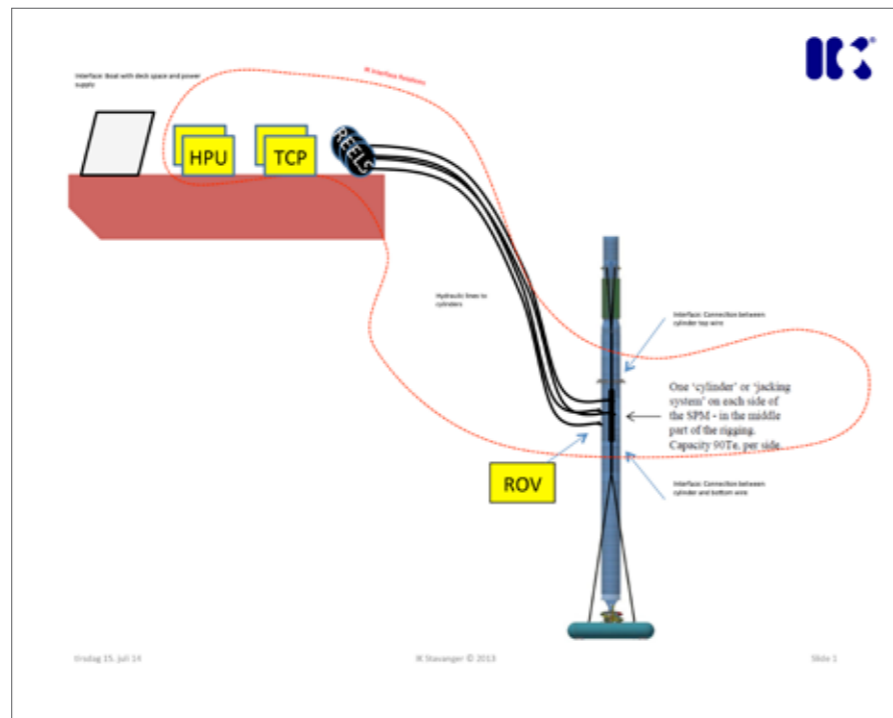
Det nye lastesystemet er av samme type som er installert på Statfjord, levert av National Oilwell Varco i Arendal, og det vurderes som et enklere system enn nåværende lastebøyer.

Oppdraget

Utskiftingen av første lastebøye ble gjennomført i mai i år. Denne operasjonen er omtalt både i Statoils interne magasin og i Teknisk Ukeblad i begynnelsen av juni. I disse to artiklene finner man litt mer overordnet informasjon om feltet og prosjektet for forlengelse av levetiden til Gullfaks.

Utfordringene og løsningen knyttet til den marine operasjonen og undervannsoperasjonen er derimot ikke omtalt i TU eller i Statoils magasin, og for leserne av DYP så er det svært mange interessante utfordringer som ikke blir omtalt der.

I denne artikkelen så omhandles kun operasjonen og utstyret knyttet til frakoblingen av lastebøya fra bunnrammen, og den kontrollerte hevingen



Komplett system med de vesentlige grensesnittene.

av bøya til «free floating» og klar for inntauing til land og opphugging.

Utfordringen over er bare en av mange som den marine kontraktøren måtte håndtere. Technip fikk totaloppdraget for fjerningen av bøya av Statoil. IK fikk oppdraget med å designe, bygge og kvalifisere et system som kunne fasilitere en kontrollert heving av bøya.

Denne artikkelen gir en forenklet beskrivelse av systemet og operasjonen. Enkelte detaljer er upresise eller fraværende, men hensikten med artikkelen er å gi en prinsipiell forståelse av utfordringen og løsningen. Denne artikkelen kan ikke nyttes som referanse når det gjelder dimensjoner og tall, kun som en beskrivelse av prinsipper.

Teknisk beskrivelse av oppdraget

Hovedfunksjonen til hevesystemet var å sørge for sikker frigjøring av bøyen og deretter en sikker og kontrollert heving av bøya.

Følgende overordnede funksjonskrav ble etablert:

- Systemet skal fjernopereres eller opereres av ROV.
- Systemet skal kunne trekke ned med 180 Te for sikker frakobling, bunnramme og bøye.
- Systemet skal gi et slag på minimum 8 meter for sikker heving til «free float».
- Systemet skal være fullstendig stivt ved frakoblingsoperasjonen.
- Systemet skal gi tilstrekkelig fleksibilitet ved heving for å håndtere dynamikk og bølgelaster.
- Slag og last i systemet skal overvåkes kontinuerlig under hele operasjonen.

Teknisk løsning

Flere tekniske løsninger ble vurdert av IK i anbudsfasen. I utgangspunktet så ble en lang mekanisk jekk vurdert til å være den mest optimale løsningen og denne ble først utredet. Utfordringene knyttet til dette systemet viste

seg i midlertidig å bli betydelige når det gjaldt nødvendig demping og prinsippet ble forlatt.

Etter at jekken ble forlatt så ble bruk av sylindere vurdert. Dette var en løsning som var blitt sett på innledningsvis, men da vurdert til å være for svak og sårbar for håndteringen under installasjon og fjerning.

Etter en del interne vurderinger og kommunikasjon med vår sylindereleverandør, Bauer Hydraulics AS, så ble det bestemt at dette ville gi den beste løsningen. Selve operasjonen ble da planlagt gjennomført med to stk doble sylindere, plassert 180° på hver side av bøyen. Hver av sylindere ble designet med to stk stempel stenger med fire meter slag hver, som til sammen da gav total åtte meter.

Begge sylindere ble designet med separate ROV-paneler for ROV-operasjon og egne hydraulikk-kabler opp til fartøyet for direkte operasjon derfra. Sylindere ble koblet opp med både akkumulatører og kompensatorer monteret i panelet for å sørge for tilstrekkelig demping under operasjonen. Samtidig ble et eget system installert for å gi en fullstendig stiv operasjon under selve frakoblingen av bøya, hvor relative bevegelser mellom bøye og bunnramme ikke skulle forekomme.

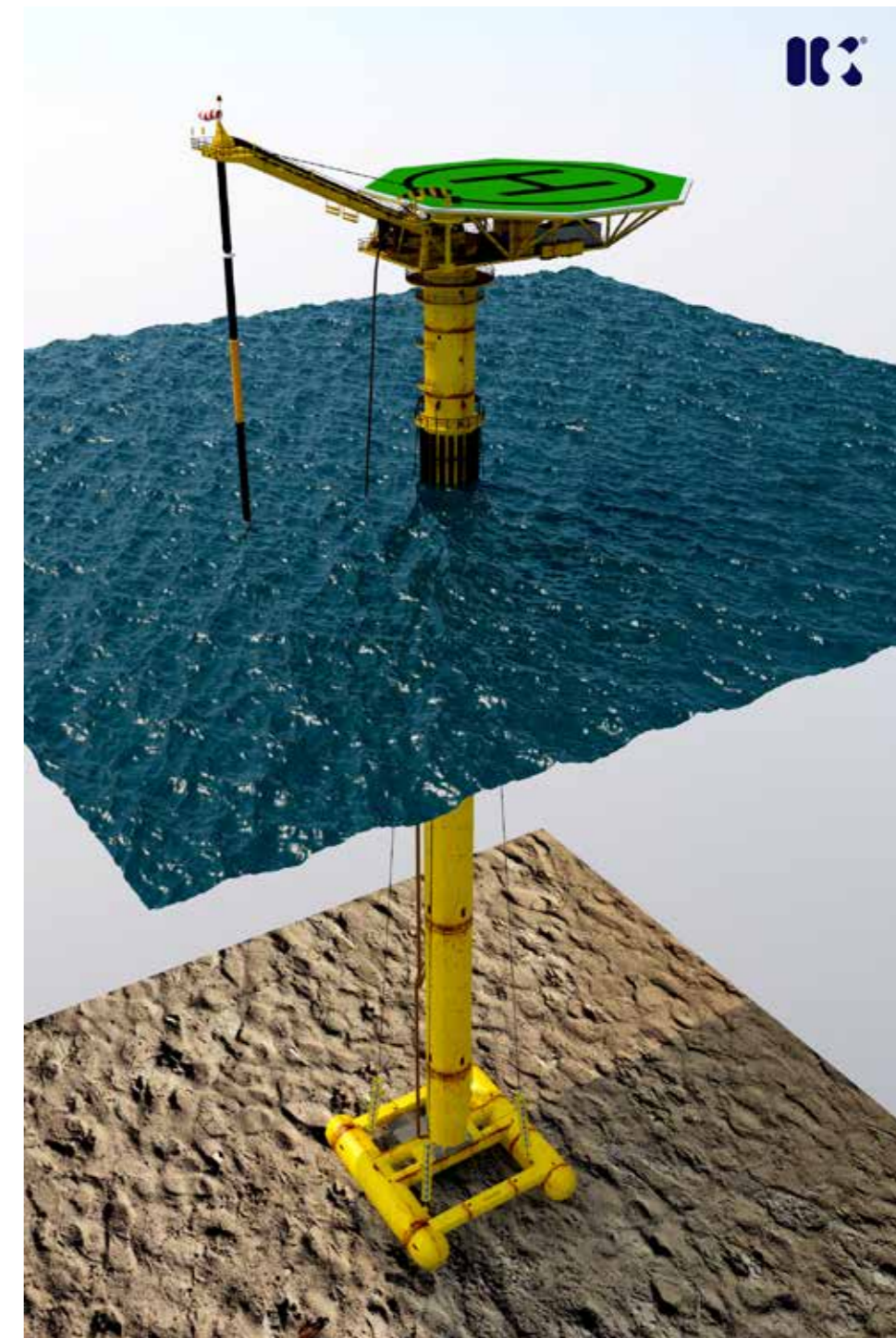
Operasjonen

Under operasjonen, som ble gjennomført i mai i år, ble både dykkere og ROV benyttet. Dykkeren klargjorde selve frikoblingsoperasjonen ved selve universalledet mellom bunnramme og bøye.

Etter at dykkeren hadde klargjort for selv frikoblingsoperasjonen ble kreftene i leddet redusert ned til null, ved at oppdriftskreftene ble erstattet av de to sylindere som ble strammet opp. Låseanordningen mellom bunnramme og bøye ble nå fjernet ved fjernoperasjon / hydraulikk.

Når låsepinnen var bekreftet fjernet, ble sylindere satt inn i dempmodus og deretter begynte heveoperasjonen ved at sylindere ble kjørt ut. Krefter og slag ble overvåket under operasjonen, både fra dekket av ROV-fartøyet og fra ROV.

Ved fullstendig slag på begge sylindere ble bøya holdt på lokasjonen av slepebåtene som var ferdig oppkoblet. Nedtrekksystem ble løsnet fra bøyesystemet, sylindere ble kjørt inn i lukket posisjon og deretter heist om bord i ROV-fartøyet. Deretter var bøya klar for inntauing til huggelokasjon.



Lastebøye med bunnramme – «artistic view»

Konklusjon

Fjerningsoperasjonen ble gjennomført som planlagt uten noen form for betydelige hendelser. Sylindersystemet fungerte slik det skulle, både ved fast sikring og ved fleksibel operasjon under hevingen av bøya.

Samtidig så skal det ikke underslås at lista til prosjektingeniøren fra operasjonen var relativt betydelig når det gjaldt forslag til forbedringer

etter mai operasjonen, men som hovedkonklusjon kan vi slå fast at bruk av sylindere med integrert dempefunksjon er en effektiv metode ved fjerning av lastebøyer dersom ikke man har andre integrerte løsninger som kan benyttes.



H4 18 3/4" WELLHEAD MODEL

STAB RECEPTACLE MODEL

VERTICAL HUB MODEL

SOLID CITRIC

ACID CLEANING THE SMART WAY

SolidCitric is a field proven product for performing subsea acid cleaning. The product is based on an "install and forget" philosophy where solid acid (patent pending) mitigates the need for using the ROV or vessel/rig during the acid treatment.

Simply install the tool and let the acid dissolve on its own. Return later with the ROV and remove any scale and rust with a brush or waterjet.

Jupa will stock rental tools for the most common interfaces and will also deliver custom tools for any interface.



www.jupa.no



FFU arbeider for å:

- Formidle kunnskap og erfaring innen fjernstyrte undervannsoptimeringer.
- Skape kontakt mellom utdanningsinstitusjoner, forskning, brukere, operatører, produsenter og offentlige instanser.
- Holde kontakt med andre aktuelle foreninger.
- Formidle kunnskap om næringen ut i samfunnet.

FFU i dag

FFU har siden opprettelsen i 1988 opparbeidet en solid økonomi. FFU har over 70 medlemsbedrifter og har gjennomført flere utredninger knyttet til aktuelle undervannsteknologiske problemstillinger.

Hvem kan bli medlem?

Medlemmene og styrets sammensetning består av representanter fra brukere, operatører, produsenter, myndigheter og utdanningsinstitusjoner. Se under for priser og kategorier.

Utstillinger og konferanser

FFU er faglig representert ved undervannsteknologiske arrangementer i Norge. På denne måten søker foreningen å bidra til at tidsaktuelle tema blir tatt opp. FFU arrangerer hvert år et fagseminar i slutten av januar, hvor bedriftsmedlemmer og andre ressurser møtes til seminarer og bedriftsutstillinger.

Utredninger

Som et ledd i foreningens virksomhet har FFU initiert og deltatt i flere utredninger knyttet til bransjen. Typiske eksempler er:

- Behovskartlegging av forskning og utvikling innen fagfeltet fjernstyrte undervannsoptimeringer.
- Behovskartlegging for utdanning innen fagfeltet fjernstyrte undervannsoptimeringer.

TYPE MEDLEMSKAP

Bedriftsmedlem	kr. 5000,- (inkluderer inntil 10 medlemmer)
Personlig medlem	kr. 1050,-
Offentlig instans - Ny kategori!	kr. 1250,-
Studentmedlem	kr. 125,-

Priser er inkl.mva.

Ønsker du å bli medlem i FFU?

Kontakt oss på mail: post@ffu.no eller finn mer informasjon på vår nettside www.ffu.no

ROV and Diving Services

- **Observation-/Inspection ROVs**
SubAtlantic Mohican, Sperre, Seaeye Falcon
- **ROV Manning**
Supervisors, ROV Pilots, ROV Pilot Trainees
- **ROV Training**
Training and education of ROV Pilots
- **Commercial Diving**
In-water survey of rigs and ships
Underwater repairs, thruster change
Hull cleaning / propeller polishing

abys-subsea.no

