



OCEANEERING  
*Millennium*

Kristin Øye Gjerde og Arnfinn Nergaard

# SUBSEAHISTORIEN

## NORSK UNDERVANNSPRODUKSJON I 50 ÅR

«Norsk undervannsteknologi er rett og slett et norsk romfartseventyr. Den er blant våre største eksportnæringer, den er bærekraftig og ikke minst: Den er veien videre.»

Owe Hagesæther, CEO, GCE Ocean Technology



# FORFATTERNE



**Kristin Øye Gjerde** (f. 1955) er 1. konservator NMF ved Norsk Oljemuseum og 1. amanuensis II ved Institutt for arkeologi, konservering og historie ved UiO. Hun har vært forfatter og medforfatter av en rekke bøker innen skipsfarts-, elektrisitets-, lokal- og oljehistorie, blant annet *Nordsjødykkerne* (2009), *Stavanger bys historie, Oljebyen*, bind 4, (2012) *Sprenger grenser. Historien om IVAR IKS* (2015). Hun er nå prosjektleder for Industriminne Ekofisk.



**Arnfinn Nergaard** (f. 1947) er professor emeritus ved Universitetet i Stavanger. Han er utdannet sivilingeniør, og fikk sin Ph.D. innen petroleumsteknologi i 1976. Har vært ansatt i Norsk Hydros Oljedivisjon og i flere Smedvig-selskaper bl.a. som teknologidirektør i Smedvig Technologies. Han ble ansatt som professor ved UiS i 2004 med spesielt ansvar for undervannsteknologi, og har utviklet faget Subsea Production Systems i de norske og internasjonale masterprogrammene ved UiS.

## KAPITTEL 2

## NYBEGYNNERE PÅ HAVBUNNEN

Brønn-navn	Boring startet	Boring ferdig	Formål	Innhold
2/4-1	25.08.1969	16.09.1969	WILDCAT	OIL/GAS SHOWS
2/4-2	18.09.1969	24.12.1969	WILDCAT	OIL
2/4-3	27.01.1970	31.05.1970	APPRAISAL	OIL
2/4-4	02.06.1970	01.08.1970	APPRAISAL	OIL
2/4-5	21.06.1970	27.08.1970	APPRAISAL	OIL

Kilde: NPDs faktasider

prosjektet. Det ene ble installert på en konstruksjonsleker, det andre på Gulftide. Dette var de første metningsystemene i norsk sektor av Nordsjøen.

Taylor utførte tilkoblingsarbeidet til den første brønnen, men de tre siste brønnene tok dykkere fra Ocean Systems seg av. Phillips krevde at også Ocean Systems skulle ha et metningsystem i beredskap, men det skjedde ikke. Ocean Systems foretrakk å la dykkerne bruke velprøvd tungt hjelmdykkerstyr. De brukte ikke en gang dykkerklokke for å komme seg ned. Dykkerklokken tålte ikke så mye sjø, men med hjelmdykkerstyr gikk det fint når dykkeren kom ned på tilstrekkelig dyp.<sup>14</sup> Arbeidet var tungt, og det måtte mye tilpassing til for at alt skulle bli som planlagt. Mekaniske koblinger ble brukt. Noen av dem hadde små O-ringer, mens andre hadde dimensjoner som krevde krankapasitet. Den siste brønnen ble gjort ferdig i løpet av fem dager, noe Phillips var godt fornøyd med.<sup>15</sup>

Den 9. juni 1971 ble Gulftide offisielt åpnet av statsminister Trygve Bratteli. Produksjonen startet likevel ikke før 8. juli, og da bare fra én brønn. I september samme år kom brønn nummer to i produksjon, måneden etter var den tredje klar, og i februar 1972 var alle fire brønnene i drift. Produksjonstallene viste at de fire brønnene produserte 10 000 fat olje per døgn hver, noe som ble regnet som svært bra.

Funn på og utbygging av Ekofisk, Frigg og etter hvert Statfjord, på henholdsvis 70, 100 og 150 meters havdyp, førte til stor økonomisk optimisme blant oljeselskapene. Utfordringen var at to tredjedeler av norsk kontinentalsokkel lå på større havdybder enn 200 meter. Ingen hadde utviklet olje- og gassfelter på så store dybder før. Til det trengtes nye teknologiske løsninger.

### Norske myndigheter satser på subseakompetanse

Norske myndigheter hadde i utgangspunktet lite eller ingen kunnskap når det gjaldt undervannsteknologi. Kompetansen var langt større når det gjaldt havet generelt med landets lange tradisjoner innen skipsfart og fiskeri.

I april 1969, før Ekofiskfeltet ble påvist, etablerte Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Forskningsråd et kontinentalsokkelkontor (NTNFK) i Oslo for å utvikle nasjonal kompetanse for kontinentalsokkelteknologi. NTNFK fikk bevilgninger til et femårig forskningsprogram for den norske kontinentalsokkel - hovedsakelig for området mellom Møre og Lofoten. For første gang ble forskning på undervanns-



De fire ventiltrær som produserte olje på havbunnen på Ekofisk i 1971 måtte betjenes manuelt av dykkere. Et av dem er bevart og står på kaien utenfor Norsk Oljemuseum. Foto: Norsk Oljemuseum

teknologi i Norge nevnt i offentlige papirer: Store deler av kontinentalsokkelen sør for 62. breddegrad var allerede utlyst gjennom de to første konsesjonsrundene i 1965 og 1968. Nå gjaldt det for nasjonen å skaffe seg kunnskap om områdene lenger nord, fortrinnsvis geologisk kunnskap fra seismiske undersøkelser. Da trengtes det blant annet tekniske hjelpemidler for å kunne skaffe seg den nødvendige kunnskapen. Utbygging av undervisningskapasitet og norsk kompetanse i oljeleting og undervannsteknologi ble nevnt som viktige stikkord.<sup>16</sup>



## KAPITTEL 6

# UNDERVANNSTEKNOLOGI PÅ NORSK

Arnfinn Nergaard

I mai 1979 arrangerte Norsk Petroleumsforening det aller første Norsk Undervannssymposium (NUS) i Haugesund. Foredraget «Produksjonssystemer på bunnen» av Bjørn Weiby i Norsk Hydro bar bud om fremtidig satsing på undervannsteknologi. Men det var forbehold: «... det eksisterer ikke konkrete planer om slike utbygginger de nærmeste årene. På tross av dette bør norsk industri forberede seg på de oppgaver som måtte komme». Samme måned som Haugesundssymposiet ble arrangert, presenterte Elf fire konsepter for utbygging av Nordøst Frigg. Noen måneder senere flyttet fem Hydro-ingeniører med familier til Stavanger som partner-representanter i Nordøst Frigg-utbyggingen. Noe var på gang.

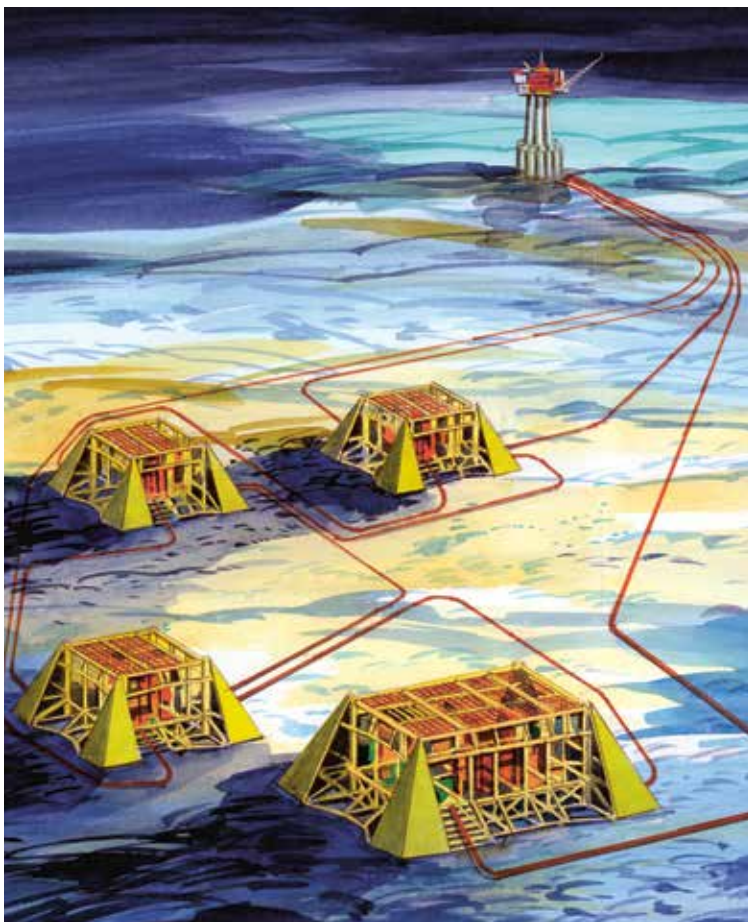
Plan for utbygging og drift (PUD) for Nordøst Frigg ble godkjent 9. september 1980. Elf var dermed først i lag på med norsk undervannsteknologi relatert til undervannsproduksjon. Hydro og Statoil var med på laget med ubeskjødne ambisjoner om etter hvert å kunne måle krefter med de store. I løpet av 1980-årene kom fem norske undervannsanlegg i produksjon. I tillegg til Elfs Frigg-satellitter Nordøst Frigg og Øst Frigg kom Statoil med Gullfaks A-satellitter og Tommeliten og Norsk Hydro med Oseberg-satellitter. Ved inngangen til 1990-årene var dessuten Hydros Troll Oseberg gassinjeksjon (TOGI) langt på vei ferdigstilt, mens Sagas Snorre UPA var godt i gang. Dette var begynnelsen på det som i dag kan beskrives som et moderne norsk industrieventyr. Statoil og Norsk Hydro ble de norske pionerene med flere ferdigstilte prosjekter i 1980-årene.

Med godkjenning av Gullfaks-utbyggingen i 1981 og Oseberg-utbyggingen i 1984 startet prosessen med å kvalifisere Statoil og Hydro som fullverdige oljeselskaper. Begge utbyggingene fikk egne subseaprojekter i prosjektene, og både Hydro og Statoil fikk sin første egenproduserte olje fra subseabrønner.

Ette kapitlet handler om hvordan de to norske selskapene på hver sin kant lærte seg å beherske undervannsteknologien. Hvordan samarbeidet de, og hvordan kunne konkurransen og prestisjekampen dem mellom medføre teknologiske

TOGI bunnramme løftes ut fra Rosenberg i Stavanger.  
Foto: Norsk Oljemuseum

| 91



FRA PROTOTYPER TIL SUBSEASYSTEMER PÅ KONGSBERG

komme raskere i gang med å reparere en skade eller skifte en defekt del slik at produksjonen kunne gå som den skulle.

Subsea-modulene til Draugen og Statfjord-satellitene bar frukter for flere bedrifter. Arbeidet omfattet vertikale undervannstrær, havbunnsrammer med samlerør og kontroll-distribusjonssystem. Brønnsammene ble fabrikkert ved Kaldnes de Groots verft i Tønsberg på underkontrakt for KOS.<sup>44</sup> Undervannstrærne ble fabrikkert i Dunfermline i Skottland som et oppdrag fra FMC. Liaen i Ålesund leverte en helt ny type insertventiler på manifoldene, og Framo i Fusa utenfor Bergen leverte pumper.

### Framo og verdens første subsea flerfasepumpe

En av utfordringene med olje- og gassproduksjon fra en havbunnsbrønn til prosessplattform er at rekkevidden er begrenset på grunn av trykkfall og strømningsforhold. Dette blir spesielt merkbart når brønnens eget trykk synker over tid.<sup>45</sup> For å holde trykket oppe og øke produksjonen på Draugen ble Framo Engineerings tekniske nøyning - den første flerfasepumpen - installert på 275 meters dyp uten bruk av dykkere.<sup>46</sup> Avstanden fra havbunnsbrønnen til plattformen var seks kilometer.

Framo Engineering var opprettet midt i 1980-årene, med utløp fra utviklingsavdelingen i Frank Mohn AS i Bergen. Allerede i 1986 innledet Norske Shell et samarbeid med Framo Engineering i Poseidon-prosjektet for å utvikle forskjellige konsepter for pumping av flerfasebrønnstrøm. Flerfasepumpen ble utviklet for å kunne gi strømningsøkning, «boosting», av strømmen av olje, gass, vann og sandpartikler som ble ført gjennom samme ledning fra produksjonsbrønn til plattform. Poseidon-pumpen var verdens første av såkalt helico-axial type med høyt turtall for å generere trykket. Pumpe-enheten hadde en kompakt utforming spesielt for bruk på havbunnen.

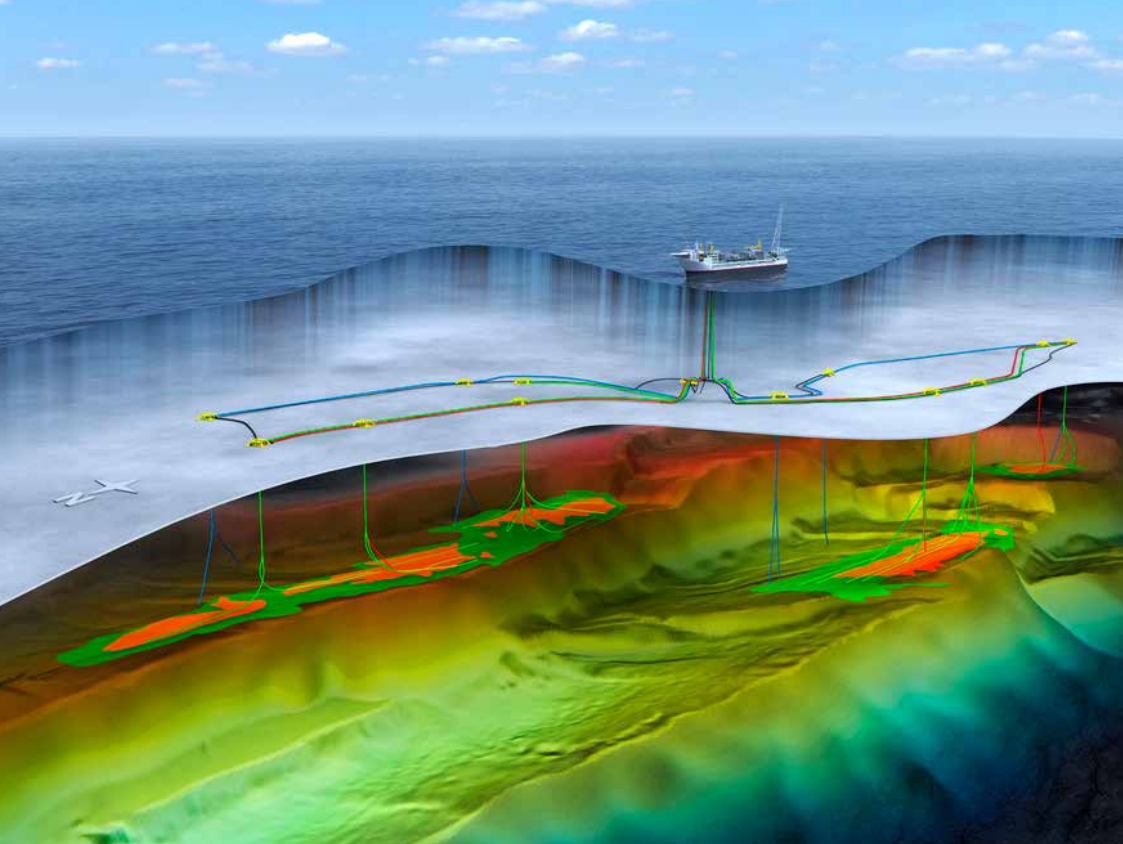
Fordelen med å øke farten i brønnstrømmen er at det blir skapt et undertrykk på pumpens sugeside i retning reservoaret. Undertrykket gjør at oljen strømmer lettere opp av reservoaret og på den måten øker utvinningsgraden.

Det spesielle på Draugen var at Shell valgte å drive pumpen med vanntrykk fra injeksjonsvann. Injeksjonsvannet gikk innom pumpeanlegget på sin vei fra plattformen til en injeksjonsbrønn og sørget for den nødvendige kraft til brønnstrømpumpen. Den tekniske nøyningen ble kalt Shell Multiphase Underwater Booster Station (SMUBS). Testingen for forholdene på Draugen skjedde ved Frank Mohns testanlegg for flerfasepumper på Flatøy.<sup>47</sup>

Systemintegrasjonen av Framo-pumpene var et stort teknologisk gjennombrudd. Prinsippet med å drive pumpen med injeksjonsvann var likevel ikke så vellykket. Det viste seg at kraften som ble brukt til å drive pumpen gikk ut over vanninjeksjonen og i neste hånd oljeproduksjonen. Pumpen var derfor bare i drift i et halvt år.

I 1980- og 90-årene ble ofte kunstnere brukt til å gi et visuelt bilde av installasjoner på havbunnen. Denne akvarellen viser Statfjord Nord satellittelt. I bakgrunnen er Statfjord C-plattformen synlig. Kunstner: Jan Ulriksen

| 127



---

# INNHOOLD I BOKEN

---

## 1. Ny industri møter norsk politikk

I 1965 lyste Industridepartementet ut flesteparten av blokkene på den norske kontinentalsokkelen sør for 62. breddegrad. Oljeletingen var i gang med norske rammebetingelser.

## 2. Nybegynnere på havbunnen

I 1969 ble det gigantiske oljefeltet Ekofisk funnet, og i juni 1971 kom produksjonen fra de første havbunnsbrønnene i Norge i gang. Teknologien kom i stor grad fra USA.

## 3. Fra dykking til fjernstyring

Forsøksdykket i Skånøvikfjorden i 1978, hvor en amerikansk dykker omkom, viste at dykkerindustrien ikke var tilstrekkelig utviklet til å beherske dypdykking. Undervannsteknologi ble utviklet og erstattet etter hvert dykkerne.

## 4. Undervannsteknologi på fransk

1980-årene ble gjennombruddets tiår for undervannsproduksjon og tilhørende teknologi på norsk sokkel. Det startet med fransk fascinasjon for nye teknologiske løsninger.

## 5. Flerfase – dypere, lengre og kaldere

Kjemiske prosesser som kan gjøre stor skade i rør og prosessanlegg, oppstår når en blanding av olje, gass og vann transporteres over lange avstander. Norsk undervannsteknologi løste utfor-

dringene og gjorde det mulig å bygge ut flere felt mer effektivt og lønnsomt.

## 6. Undervannsteknologi på norsk

Elf var først i løypa med norsk undervannsteknologi relatert til undervannsproduksjon. Hydro og Statoil var «læregutter» med ubeskjedne ambisjoner. De ble raskt ledende på dette feltet.

## 7. Fra prototyper til subseasystemer på Kongsberg

Med havbunnsbrønnene som var installert i 1980-årene, var teknologien så utprøvd at den for alvor utfordret bruken av tradisjonelle bunnfaste plattformer. I Norge ble NORSOK-prosjektet lansert i 1993.

## 8. Standardisering for økt konkurransekraft

En annen måte å gjøre olje- og gassektoren mer lønnsom på, var standardisering. Ideene til dette kom fra Storbritannia, hvor standardiseringsprosjektet CRINE så dagens lys i 1993.

## 9. Hoffleverandører

EØS-avtalen som ble innført i 1994, bidro til å opprettholde konkurranse og et rikt subseamiljø. Kravet om tre tilbydere på store kontrakter var med på å gi liv til de tre store subsealleverandørene KOS, Kværner og ABB.



#### 10. Flyternes gjennombrudd

Flyterløsningen innebærer at alle brønnene er subsea-brønner som er knyttet opp mot en eller flere flytende enheter. På få år ble denne løsningen den dominerende.

#### 11. Subsea til land

2007 var det store året for åpning av «subsea til land»-prosjekter. Den 21. august ble Snøhvit-feltet i Hammerfestbassenget satt i drift, mens Ormen Lange i Møre-bassenget offisielt åpnet 7. oktober.

#### 12. Havets sjauere

En kombinasjon av praktisk erfaring, fra ingeniørene på toppen til folk på land og på båten, er avgjørende i subseaarbeidet. Norske selskaper med maritime tradisjoner og store utenlandske industriselskaper konkurrerer i dette markedet.

#### 13. Teknologitvilling – en risikosport

Veien frem til suksesser har vært kronglete og uforutsigbar. Selv en teknisk god oppfinnelse vil bare være vellykket hvis det finnes et marked for den i etterkant.

#### 14. Norge rundt med subsea

Subseanæringer har satt sitt preg på mange steder i Norge, fra Egersund i sør langs kysten til Trondheim. Og ikke minst «Subsea Valley»-aksen fra Kongsberg til Oslo. Hvert område har utviklet sine spesialiteter.

#### 15. Dypere vann, mer eksport

I 1980- og 1990-årene ble 300 meter regnet som maksimal dybde det kunne utvinnes petroleum fra på norsk sokkel. I dag er grensen flyttet ned mot 3000 meter. Norske aktører er til stede på store havdyp i hele verden.

#### 16. Oljekriser og nye muligheter

Krise, omstilling og vekst er nyttige begreper for å forstå og å se hvilke nye muligheter en krise åpner for. Etter oljekrisen 2014–17 peker det seg ut nye satsingsområder innen undervannsteknologi.

#### 17. Norsk lagspill i subsea

I 2019 er det 50 år siden det første drivverdige funnet ble gjort på norsk sokkel. I løpet av denne perioden har norsk undervannsteknologi utviklet seg med sjumilssteg! Havrommet byr på nye muligheter i fremtiden.

# SUBSEAHISTORIEN

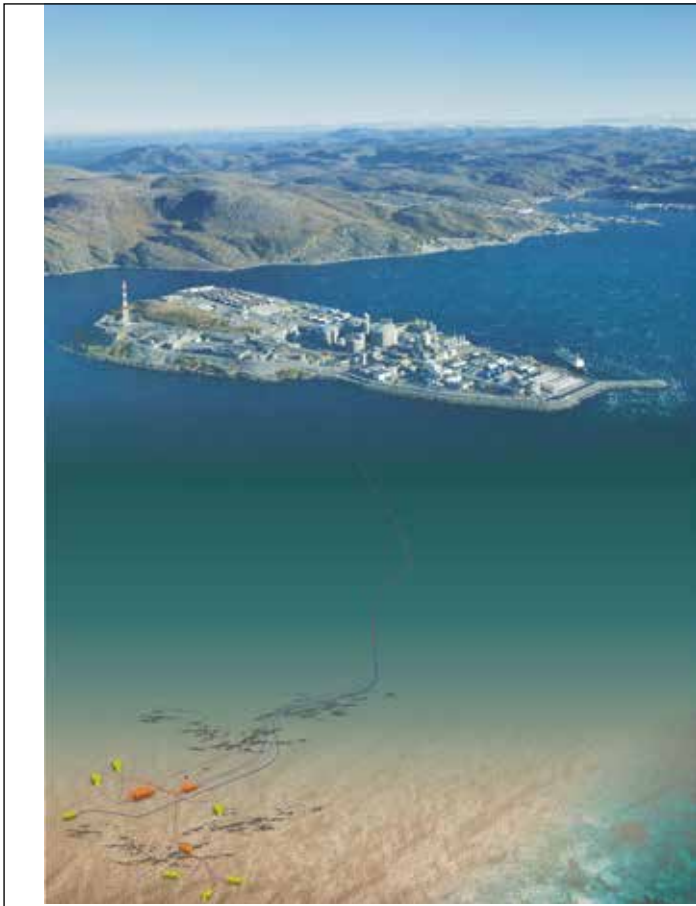
## NORSK UNDERVANNSPRODUKSJON I 50 ÅR

Norsk subseahistorie er en fortelling om pionerånd og pågangsmot, innovasjon og dristighet, og om teknologiløsninger og ingeniørkunst i verdensklasse. Det er en fortelling om at veien blir til mens du går, og om hvordan Norge – til tross for barske og ugjestmilde værforhold, store havdyp og strenge statlige reguleringer – har gått fra å være en importør av subseautstyr til Ekofiskfeltet i 1971, til å bli en verdensledende eksportør av undervannsteknologi i 2019.

I dag står subseabrønner for omkring halvparten av produksjonen på norsk sokkel, men norsk undervannsteknologi har også en betydelig overføringsverdi til andre, beslektede næringer som havvind, fiskeoppdrett og mineralutvinning på havbunnen. Næringen danner grunnlaget for ny industriutvikling i de kommende tiårene. Det er derfor verdifullt å kjenne fortiden – for å forstå samtiden – og gå inn i subseanæringen i fremtiden.

Subseanæringen er ikke bare en viktig del av olje- og gassvirksomheten, men også en helt sentral del av norsk industri- og samtidshistorie.

Boken er skrevet for et bredt publikum, den er rikt illustrert og presenterer stoffet dels kronologisk, dels tematisk. Historien om norsk undervannsteknologi har både et nasjonalt og et internasjonalt marked. Boken utgis separat og parallelt både på norsk og engelsk.



## KAPITTEL 11

# SUBSEA TIL LAND

Kristin Øye Gjerde

2007 var det store året for åpning av «subsea til land»-prosjekter. Den 21. august ble Snøhvit-feltet i Hammerfestbassenget satt i drift, mens Ormen Lange i Møre-bassenget offisielt åpnet 7. oktober. Snøhvit ble som det første feltet bygd ut i Barentshavet, med ekstreme klimatiske forhold og ny distanserekord for landføring av brønnstrøm. Ormen Lange ble bygd ut på 1000 meters dyp, med høyt trykk, lave temperaturer og et svært utfordrende terreng for legging av rørledninger og kontrollkabler.

Flere faktorer påvirket løsningene for å føre gassen fra Snøhvit og Ormen Lange direkte til land. For det første måtte utbyggingsløsningene anses som lønnsomme av eierselskapene. For det andre spilte myndighetene en rolle ved valg av operatør for lisensene, siden oljeselskapene hadde ulike tilnæringer til hvilken utbyggingsløsning de gikk inn for. Også underleverandørene hadde mye å si for valg av tekniske løsninger.

Det trengtes å utvikles nye undervannsteknologiske løsninger, men hvordan lyktes forskningsmiljøene med utfordringene innen flerfaseteknologi for så store dyp og over så lange avstander som det var snakk om fra Ormen Lange og Snøhvit? Og hvilken betydning hadde oljeprisutviklingen for utviklingen av subsea til land-løsningene?

### Gassfunn i Barentshavet

Barentshavet ble åpnet for oljeleting i 1979. Det første gassfunnet ble gjort i 1981 på feltet Askeladd. Året etter ble Albatross påvist like i nærheten. Disse funnene ga håp om sårt tiltrengt industrivirksomhet og arbeidsplasser for en hel landsdel i nord. «En flamme er tent ute på Tromsøflaket, og skal man være bortimot lyriske, kunne man tilføye at forventningens flamme er tent i nordlendingene på land», skrev avisen Nordlys på lederplass sommeren 1981.

Men det ble mange opp- og nedtureer og runder med forskjellige teknologiske

Uten verken plattform eller produksjonskip på feltet føres gass og kondensat fra havbunnsbrønnene på Snøhvit direkte til prosessanlegget på Melkøya utenfor Hammerfest.  
Illustrasjon: Equinor

| 193

# DET GJELDER Å VÆRE FØRST



Torstein Vinterstø, mest kjent for store oppgaver på Åsgard-feltet, sist som prosjektdirektør for Åsgard havbunnskompresjon, som resulterte i oppstart av verdens første subsea kompresjonsanlegg høsten 2015. Her foran kompresjonsmodulen.

**Teknologisprangene kom som et resultat av konkurranse mellom de norske teknologimiljøene. Her er eksempler på hvor Norge var først med nyvinninger;**

- Gullfaks Subsea, første dykkerløse ferdigstillelse, 1986
- TOGI, først med fjernstyring og brønnstrømsoverføring over 48 km, 1990
- Troll Olje, de første horisontale brønner fra en flyter, 1990
- Snorre UPA, den til da mest kompliserte subseastasjonen i verden, 1992
- Draugen, undervannspumping, 1993
- En rekke spesialbygde produksjonsflytere fra 1995
- Åsgard, gigantutbygging med tre flytere og kompliserte prosesser, 1999
- Troll Pilot, undervannsseparasjon og -injeksjon, 2001
- Ormen Lange og Snøhvit, «subsea til land», 2007
- Åsgard og Gullfaks, første subsea kompressor, 2015

---

# INITIERT AV INDUSTRIEN SELV

---

En gruppe Statoil-veteraner med Hans Jørgen Lindland i spissen tok initiativ for å få dokumentert norsk subseahistorie.

Bokprosjektet ble satt i gang høsten 2016 av Norsk Oljemuseum i samarbeid med Universitetet i Stavanger. I tillegg til forfatterne Kristin Øye Gjerde og Arnfinn Nergaard ble det oppnevnt en bokkomité som har bestått av både historikere og subseaveteraner. Professor Finn Erhard Johannesen ved Universitetet i Oslo har ledet komiteen. Øvrige medlemmer har vært professor Helge Ryggvik ved Universitetet i Oslo/TIK-senteret, og subseaspesialistene Mikal Sjur Lothe og Hans Jørgen Lindland. Direktør Finn E. Krogh ved Norsk Oljemuseum har holdt i de administrative trådene.

## Fakta om SUBSEAHISTORIEN

- Utvikling av norsk undervannsteknologi i 50 år
- Stort format: 22 x 27,5 cm
- Ca. 380 sider
- Gjennomillustrert
- Stikkordregister
- Separate utgaver; norsk og engelsk
- Lanseres våren 2019
- Utgitt med støtte fra UiS, Oceaneering, Equinor og Total

## Utsalgspris Kr 495,-

ISBN 9788281402492, Norsk

ISBN 9788281402522, Engelsk

### NB! Ved bestilling innen 12. april 2019:

Utsalgspris i bokhandel kr 495,-

10–50 eksemplarer kr 470,-

51–100 eksemplarer kr 445,-

101–200 eksemplarer kr 415,-

201–350 eksemplarer kr 375,-

351–500 eksemplarer kr 320,-

Bestillinger over 500 eksemplarer prises individuelt.

NB! Ved bestilling, husk å oppgi fordelingen mellom norsk og engelsk

Bestillinger sendes til Wigestrands Forlag AS,

e-post [oyvind@wigestrands.no](mailto:oyvind@wigestrands.no)



**Wigestrands**