



Norsk Oljemuseum
Årbok 2018





Foto: A/S Norsk Shell/Norsk Oljemuseum

Plattformen - et unikt konsept

av Finn Harald Sandberg

I mai 1987 la Shell fram en drivverdighetserklæring for Draugen-feltet. I løpet av tiden fra den andre avgrensingsbrønnen i august 1985 og fram til mai 1986 hadde operatøren vurdert mange ulike alternativer til plattform-løsning, og var kommet fram til fire konsepter som skulle vurderes videre.

Valg av løsning

De fire alternativene var:

- En bunnfast plattform av betong med et integrert dekk
- En halvt nedsenkbar (semi-sub) produksjonsplattform med lagringsmuligheter i et eget skip
- En værbestandig skipsformet produksjonsplattform med muligheter lagring og lossing av olje (FPSO)
- To ombygde boreplattformer

Disse fire alternativene skulle så i løpet av ett års tid være gjenstand for ytterligere detaljering og sammenlignes i forhold til gjennomføringsplan, prosjektøkonomi, generell driftsoptimalisering og viktige usikkerhetsmomenter ved den foreslåtte teknologien. Alle fire konseptene skulle dekke de samme driftsforutsetninger med

hensyn til produksjonskapasitet, brønner og transportkapasitet.

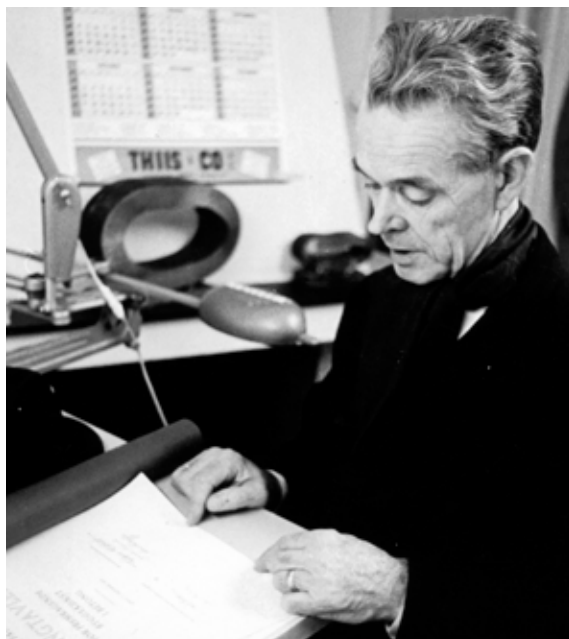
Shell vurderte ulike typer løsninger, flyter, jacket, GBS, osv, og Norwegian Contractors (NC) gjorde sine hoser grønne i konkurranse med andre konsepter. De hadde jo hatt stor suksess gjennom 1970- og 80-tallet med blant annet Statfjord og Gullfaks.

Dag N. Jensen (construction manager fra NC) forteller:

Så ringer Shell til meg, jeg tror det var Serge Leijten, og forteller at nå har de konkludert med at en semi er det beste alternativet. Vi, altså NC, kunne ikke gi oss så lett, så jeg forteller Shell der og da at vi har en bedre løsning og avtaler et møte hos Shell i Stavanger kl 8 neste morgen. Deretter snakker jeg med Tor Ole Olsen i firmaet

Dr. Techn. Olav Olsen og vi blir enige om å lage en ett-tårns plattform. Dr Olsen regner og tegner, Tor Ole legger tegningene i min postkasse i løpet av natten, og jeg tar første fly til Stavanger neste morgen og legger fram tegningene med noen muntlige kost- og planestimater for Shell. Dette vakte så stor interesse at de revurderte konseptvalget, ba om ytterligere dokumentasjon og endte opp med å velge en GBS.

Denne løsningen var altså en forbedret, men ikke endelig versjon, av det konseptet som ble vist i Plan for Utbygging og Drift (PUD). En løsning med FPSO (ikke semi-sub) var i utgangspunktet



Olav Olsen. Foto: BP Norge A/S/Norsk Oljemuseum

den billigste løsning, ble det allikevel anbefalt å velge en bunnfast plattform. Fordi den var det konseptet som best tilfredsstilte de uttalte kravene fra Shell med hensyn til driftssikkerhet og lagerkapasitet. I tillegg viste en økonomisk analyse at det var den bunnfaste plattformen som ga den beste internrenten for de store investeringene.

Av de ulike design for den bunnfaste betongplattformen – fra ett til fire skaft – var den en-beinte

løsningen (monotower) den billigste. Den ga nok understøttelse til dekkskonstruksjonen og nok rom for de ti brønnene som skulle føres opp til prosessanlegget.

Samtidig ble det viktig å vise at risikonivået for å bore brønner og ta opp og produsere olje samtidig i det ene skaftet var innenfor de sikkerhetsmarginer som krevdes. Det ble gjennomført risikoberegninger som viste at risikoen for ulykker ved en løsning med ett skaft, ikke var vesentlig forskjellig fra ulike



Illustrasjon av Draugen. Tidens Krav

løsninger med flere skaft. I tillegg viste disse beregningene at risikonivået for en samtidig boring og produksjon var det samme for de ulike designene.

Kravet til betongkonstruksjonen var at den skulle kunne bære en dekkvekt på 22 000 tonn og ha lagerplass til en million fat olje.

Plan for utbygging og drift (PUD) ble sendt i september 1987 og godkjent i Stortinget 19. desember 1988.

Shell ville prøve å unngå at den tradisjonelle leverandøren av betongplattformer – Norwegian Contractors (NC) – skulle være det eneste alternativ. Derfor ble det forsøkt å skape konkurranse gjennom å invitere Peconor, en gruppe bestående av flere selskaper, blant annet Skanska, til å komme med anbud på byggingen. Det var den opprinnelige versjonen som ble vist, men Peconor ble oppfordret til å finne fram til et optimalisert design (slik NC allerede hadde lagt fram). Det viste seg at Norwegian Contractors endelige tilbud var langt lavere og dermed kunne de beholde sitt monopol på bygging av store betongplattformer.

Konseptet med en betongplattform med ett skaft var ikke en helt ny ide. Allerede i 1975 ble det lagt planer på Heimdal-feltet som skulle benytte seg av en slik plattformløsning. Heimdal ble bygd ut tidlig på 1980-tallet med en jacket løsning.

Etter PUD-innlevering ble det satt i gang en optimalisering av understelet. Det viste seg at det ville være mulig å bygge sylindere med større diameter. Fram til da mente man at skallkonstruksjonen ikke kunne ha større diameter enn ca. 30 meter. Ved å øke diameteren kunne man flyte på skaftet alene og dermed få lavere tanker som ga nok lagervolum. I tillegg økte man skjørtlengden (den delen som skulle trenge ned i havbunnen) for på denne måten sikre en bedre innfesting for å motstå bølgekraftene. Det store skaftet utgjør altså flytelegemet for plattformen ved utslep. Dette innebar at man fikk til en løsning som ga betydelig lavere betongvolum og vekt. Et annet gunstig forhold var at vanddyppet i utslepstraseen var meget gunstig i forhold til høyden på plattformen. Dette kunne utnyttes fullt ut slik at fribordet ble relativt lavt ved utslep. Dette ga god stabilitet og sikkerhet.

Kontrakten ble undertegnet september 1989 og byggingen startet i juli 1990.

Normalt hadde man gjort seg ferdig med glidestøpingen i Gandsfjorden i nærheten av NCs anlegg i Hinnavågen. For Draugen (og senere Troll) måtte man endre denne praksisen. På det dypeste er Gandsfjorden (fjordarmen som strekker seg fra Stavanger til Sandnes) mer enn 400 meter dyp. Imidlertid er det ved utløpet av fjorden en «terskel» som er mye grunnere som gjør at plattformene ikke kunne stikke mer enn



Anleggsområdet med byggedokken i Jåttåvågen ved Stavanger der Draugen skal bygges. Forberedende arbeider er i gang i tørrdokken.
Foto: Norwegian Contractors/ Norsk Oljemuseum

70 meter. Derfor måtte man stoppe gliden når skaftet var ca. 50 meter høyt.

Deretter skulle den «halvferdige» plattformen bli slept til Vats hvor den avsluttende støpingen og utrustningen av skaftet ble foretatt. Vats skulle altså være stedet der dekket ble plassert på toppen av skaftet – den såkalte matingen.

Bygging av betongunderstellet

Byggingen eller støpingen av betongdelen til Draugen skulle by på flere utfordringer enn det prosjektorganisasjonen hadde sett for seg.

I juni 1990 ble spuntveggen bygd samtidig som man planla utslepet til Gandsfjorden (rett utenfor Jåttåvågen) av Gullfaks C-cellene fra tørrdokken

som utgjorde nærmeste nabo. På fjorden lå allerede understellet til Sleipner A. I løpet av sommeren var dokken tørrlagt og arbeidet med de 7 lagercellene og det sentrale bæreskaftet kunne starte i august.

Det første som måtte støpes var skjørtene på 9 meter som skulle sørge for at plattformen kunne forankres og stå trygt i all slags vær ute på feltet. Samtidig ble også støpingen av ankerfestene til Snorre-plattformen bygd på to lektere som var fortøyd ved siden av tørrdokken. Dette var ekstremt travle dager for NC siden man bygde fire veldig ulike plattformer samtidig!

I oktober var skjørtene ferdigstøpt og arbeidet med å gjøre klar forskalingene til selve lagercellene kunne starte. Før støpearbeidet kom skikkelig i gang, ble de første mekaniske installasjonene i bæreskaftet satt på plass i februar 1991.

Nedre del av plattformen består av syv oljelagerceller som ligger rundt den midtre cellen som er nedre del av tårnet. Rør som fører oljen til og fra lagercellene går gjennom celleveggene og inn i midtcellen der de munner ut i et samlerør (manifold) som er 80 cm i diameter. Denne er formet som en smultring med diameter på omtrent 30 meter. Alle rørene er laget av glassfiberarmert plast som er omstøpt med armert betong.



Støpearbeidene er så vidt i gang i byggedokken i Jättåvågen. Representanter fra byggherren setter arbeidet i gang ved å slippe ut den første betongen av betongtobben. Foto: Norwegian Contractors/Norsk Oljemuseum

Fra manifolden går et rør med en diameter på 65 cm som fører oljen opp til dekket for behandling/prosessering og videre transport til en lastebøye. Under trykkprøving av dette rørsystemet ble det oppdaget en lekkasje i den innstøpte manifolden, som måtte tettes. Reparasjonsmetoden som ble valgt var å sende ned folk i det smale røret fra ca. 4 meter over manifolden. Disse gutta hadde med seg alt de trengte for å reparere lekkasjen med epoxy. Bare det å få plass til en mann på taustige ned et så trangt rør, ble ansett som nærmest umulig, men disse fyrene greide det! Og at de greide å ta seg frem til lekkasjepunktet med



Betongunderstellet til Draugen støpes i Gandsfjorden. Foto: Norsk Fly og Flyfoto A/S

verktøy og tilbehør i et 80 centimeters rør var jo også en bragd. Men de klarte det, og kom seg helskinnet ut. De hadde med seg videokamera for å kunne dokumentere reparasjonen, og på et av opptakene, der de sitter krumbøyde på verdens trangeste arbeidsplass, kan vi se og høre en av dem si med et flir: «This is a pipe show!»

En av de teknologiske nyvinningene på Draugen var at de aller fleste rørsystemene var av glassfiberarmert plast. Dette var en bra utvikling, men det innebar noen overraskelser for NC som ikke var vant med dette materialet. Mens stålrør nærmest kan garanteres å være tette, innebar skjøtene i plastrørene en risiko for lekkasje, som de ikke kunne se bort fra. Og med et betydelig trykk i de innstøpte rørene, kunne de risikere at betongen simpelthen ville revne. En betydelig økning av armeringsmengdene måtte til for å dokumentere at veggene var sterke nok .

Så fulgte tre hektiske måneder hvor skaftene ble støpt opp til ønsket høyde før utfløting av dokk. Spunteveggen i tørrdokken ble fjernet og luft ble pumpet inn i rommet som ble dannet under skjøtene for å gi konstruksjonen nok oppdrift til å fløtes ut på fjorden.

Etter at plattformen var blitt trygt forankret i Gandsfjorden i løpet av juni, begynte man å støpe bæreskaftet opp til planlagt høyde – 70 meter over framtidig havbunnsnivå (altså ikke medregnet skjøtene). Samtidig gjorde man også

klar lagercellene slik at domene (som utgjør taket på cellene) kunne forskales.

Fra august og ut resten av 1991 ble lagercellene gjort ferdig og ytterligere utrusting av bæreskaftet ble installert. Men ytterligere overraskelser skulle ramme Draugen-prosjektet.

Om morgenen 23. august forsvant Sleipner-plattformen i dypet og alle som var involvert i de ulike prosjektene som var i gang ble veldig bekymret for hva som hadde skjedd og om det ville få noen virkning på blant annet Draugen. I et intervju med Stavanger Aftenblad ga imidlertid Shells prosjektdirektør Mahdi Hasan uttrykk for at hans selskap hadde full tillit til NC og at de ikke så noen grunn til bekymring for framdriften i prosjektet.

I løpet av januar 1992 ble konstruksjonen gjort klar for sleping til Vats i Yrkesfjorden, der ferdigstillingen av betongplattformen skulle gjøres og sammenkopling (mating) med dekket skulle finne sted.

Eivind Wolff prosjektleder for Draugenprosjektet for NC, forteller: «Det mest spektakulære problemet vi måtte løse, ble oppdaget under forsøk som ble utført på en modell av plattformen på marinteknisk laboratorium i København sommeren 1992. Forsøkene ble utført for å bekrefte at de beregningene som allerede var gjort, var riktige. Det 230 meter høye



Dragen er under bygging i Yrkjefjorden i Vats, og dekkedeler som skal monteres inn i betongskaffet til plattformen ligger klar på land, før de fraktes ut med flytekran og monteres på plass. Foto: Norwegian Contractors/Norsk Oljemuseum



Toppen av skaffet med glideforskaling. Foto: Eivind Wolff/Norsk Oljemuseum

tårnet har form for en kjegle, som øverst vider seg ut til en firkant med flate sider. Modellforsøkene viste at når en høy bølge traff den flate siden, fikk tårnet et ekstra smell som ga ekstreme krefter nedover i konstruksjonen, med inntil 70 prosent overskridelse av det som var beregnet, og tildels allerede bygget! Denne voldsomme responsen ble i fagmiljøet omtalt som «nærmest en ny naturkraft». Fenomenet fikk betegnelsen «Ringing», fordi det har likhet med det som skjer når hammeren i et gammeldags ringeapparat treffer selve ringeklokken.

Byggingen av tårnet, som allerede var kommet halvveis, ble øyeblikkelig stanset, for å finne mulige løsninger. Dette var en svært dramatisk situasjon, som ingen hadde vært oppe i før, og mange begynte å tvile på om plattformen overhode kunne brukes! Ganske snart ble løsningen likevel funnet. Den besto i å forlenge tårnet så mye at de høyeste bølgene ikke ville treffe den flate betongsiden. I tillegg måtte man øke styrken i selve skaffet. Dette ble ordnet ved at man tok i bruk de ekstra forspenningskanalene som var lagt som reserver i tårnveggen, for det

tilfelle at noen av dem skulle bli fylt med betong under støpearbeidene. Da var det mange som pustet lettet ut!»

De glassfiberarmerte rørene som er nevnt tidligere, ble også utsatt for en ekstra belastning som ikke var påtenkt under utviklingen av plattformen. Selv om veggen som rørene fra lagercellene går gjennom er over to meter tykke, med tungt armert betong, ville disse veggene bli trykket sammen under maksimalt vanntrykk, så mye at plastrørene ikke ville tåle det. Da dette ble oppdaget, var konstruksjonen ferdig støpt, med en total høyde på 289 meter. Og den raget nesten 220 meter over overflaten i Yrkjefjorden. For å hindre at rørene skulle få store skader som følge av stor deformasjon, ble den nedre delen av plattformen forsterket med mer enn 1000 tonn armert betong. Betongen ble laget i et flytende betongblandeverk og heist med kran 220 meter opp til toppen av tårnet, og så ned de ca 280 meterne til innvendig bunn av plattformen.

Eivind Wolf forteller videre: «Plattformen lå fortøyd i fjordkrysset der Vatsfjorden møter Yrkjefjorden, godt synlig fra anleggsområdet på vestsiden av Vatsfjorden. Like etter at bunnforsterkningen var fullført, fikk jeg en telefon fra Norske Shells prosjektleder, som var min motpart under kontrakten. Han utbrøt: «Hva har skjedd med plattformen min, jeg kan ikke se den lenger!» Jeg kikket ut av kontorvinduet, og trodde ikke mine egne øyne,

plattformen var ikke der! Men over det østre neset mot Yrkjefjorden kunne jeg se toppen av tårnet. Det sakk i meg: «Kjettingbrudd!» Og det var akkurat det det var. En av våre kjempekjettinger hadde røket! Hvert ledd i disse fortøyningskjettingene var over en meter langt, 60 cm bredt og hadde en godstykkelse på over 20 centimeter. Og likevel, brudd. Vi regnet ut etterpå at hadde dette skjedd mens vi skulle sette på dekket, og plattformen hadde et dypgående på over 250 meter, da ville den gått på grunn med skader som det ville vært umulig å reparere, et nytt Condeep-havari!»

I påvente av resultatene fra modellforsøkene i København og de endringene som ble gjennomført, ble sammenkoplingen med dekket utsatt fra den opprinnelige datoen i desember 1992 til 26. mars året etter. Dette førte imidlertid ikke til noen forsinkelser knyttet til ferdigstilling av prosjektet. Det ble bare mindre tid til å kontrollere at alt var som det skulle være med hensyn til oppkopling av rør og kontrollsystemer. Alt så ut til være i skjønneste orden, men som Eivind Wolff forteller:

«Dagen etter den vellykkede sammenkoplingen kommer en av mine nærmeste medarbeidere inn på mitt kontor med et særlig alvorlig uttrykk i ansiktet, og sier: "Du, jeg tror ikke vi greier å installere plattformen på feltet!" Da syntes jeg det fikk være nok av motgang på ett og samme prosjekt, men vi hadde jo løst alle de andre

problemene ...! Han forklarte at det hadde skjedd en katastrofal feil da underste del av plattformen ble bygget i tørrdokken på Hinna. Skjørtene i konstruksjonen fortsetter åtte-ni meter ned under bunnen for å trenge ned i sjøbunnen og bidra til å stabilisere plattformen og overføre krefter. Dette er tykke vegger som fortrenger mye av materialet i sjøbunnen. Dette materialet presses oppover og fyller de hulrom som finnes, blant annet i de trekantede rommene som dannes når tre sylindriske celler ligger inntil hverandre. Noen hadde nettopp sjekket hvordan betongen faktisk var støpt i dette området, og oppdaget at disse trekantede rommene ikke var hule, men fylt av betong! Da hadde ikke bunnmaterialet noe sted å

gjøre av seg når skjørtene trengte ned. Det kunne resultere i grunnbrudd, noe som ville bety at hele plattformfundamentet ville bli skadet og kanskje ubrukelig!»

«Nå hadde vi bare noen få uker til å finne en løsning som ville overbevise alle parter. Kartet over sjøbunnen med meget nøyaktig angivelse av dybder i mange punkter der plattformen skulle stå, ble gransket grundig med henblikk på å finne noen litt dypere steder der det ville bli minst mulig masse som skulle fortrenge. Det ble også laget et program for å variere trykket under plattformbunnen slik at jordmassene ble dradd mot områdene under hovedcellene, der det var god plass til dem, og bort fra de trekantede cellene, der det ikke var plass».

Sammenkopling og slep

Sammenkoplingen av dekk og bærestruktur og plassering på Draugenfeltet ble ikke helt uten utfordringer.

For det første var plattformen den høyeste konstruksjonen i verden som noensinne hadde blitt slept og det var den første bunnfaste plattformen som skulle plasseres nord 62 grader nord, noe som også innebar at slepet ble det lengste som var foretatt på norsk kontinentalsokkel.

I mars 1993 ble Condeepen gjort klar til å ta imot dekket som skulle slepes fra Stavanger til Vats.



De små slepebåtene jobber på spreng for å slepe på plass de to lekterne som bærer dekket. Foto: Dag Magne Søyland/Norsk Oljemuseum



Draugen på vei fra Yrkjefjorden til Draugenfeltet på Haltenbanken. Foto: Dag Magne Søyland/Norsk Oljemuseum

Den 24. mars ble betongkonstruksjonen senket ned slik at det bare var noen få meter av skaftet som var synlig over vannflaten. Det var med stor spenning man fulgte operasjonen, for minnet om Sleipner-havariet var ennå ferskt hos de fleste som

overvar prøvenedsenkningen. Men alt gikk som planlagt.

I mellomtiden var dekket gjort ferdig på Rosenberg Verft i Stavanger. 6. mars ble dekket

overført til to kjempestore lektere og slept inn i fjorden av fem taubåter. Da dagen for sammenkopling kom, ble lekterne med dekket manøvrert på plass over betongskaftet og så begynte hevingen av plattformen. Det tillatte avviket fra ideell plassering av dekket i forhold til skaftet var bare 40 millimeter, så det gjaldt å være nøyaktig i alle deler av operasjonen. Etter hvert som man pumpet ut store mengder vann fra lagercellene hevet condeepen seg og overtok vekten fra lekterne og fortsatte å løfte dekket høyt opp over vannet. Sammenkoplingen ble unnagjort helt etter planen og nå stod bare sammenkoplingen av rør og kabelsystemer igjen før plattformen kunne begynne sin ferd mot nord.

Slepet startet 3. mai i strålende vær. Seks store slepebåter med til sammen 75 000 hestekrefter var nødvendig for å greie de 830 kilometerne til feltet. Dette var den lengste slepedistansen for en Condeep-plattform noensinne og mer enn noen gang var man avhengig av en lang godværsperiode for å gjennomføre et risikofritt slep. Slepet ble gjennomført i løpet av ti dager med en gjennomsnittshastighet på 1,5 knop. Om morgenen 11. mai kl. 04:58 passerte slepet 62. breddegrad med stø kurs for sin endelige destinasjon og 13. mai ankom den sitt faste arbeidssted. 17. mai 1993 ble plattformen endelig satt på plass og feiret med et improvisert opptog på helikopterdekket.

Draugen sett fra helikopter en vakker sommerdag. Foto: Jan Soppeland

