



Seismisk datainnsamling – Teknisk utvikling

Fisk & Seismikk - 12-13 februar 2014 – Britannia Hotell - Trondheim

Jon Kåre Hovde - Statoil



Seismisk datainnsamling – Teknisk utvikling

- Tauet seismikk
 - Teknologitvikling, båt, lyttekabel, luftkanoner, posisjons bestemmelse
- OBN & OBC & PRM
 - Teknologitvikling, utleggsmetodikk, geofoner, autonome systemer, permanente systemer
- Fold og geometri (belysningsproblematikk)
 - «Rose» diagrammer som viser dekning og forventet signal/støy forhold
- EM Elektromagnetisk Kartlegging
 - Sammenligner resistiviteten i undergrunnen med modelldata etablert fra seismikk

H.U.Sverdrup

Institutt for den faste jords fysikk (Jordskjelvstasjonen) ved Universitetet i Bergen

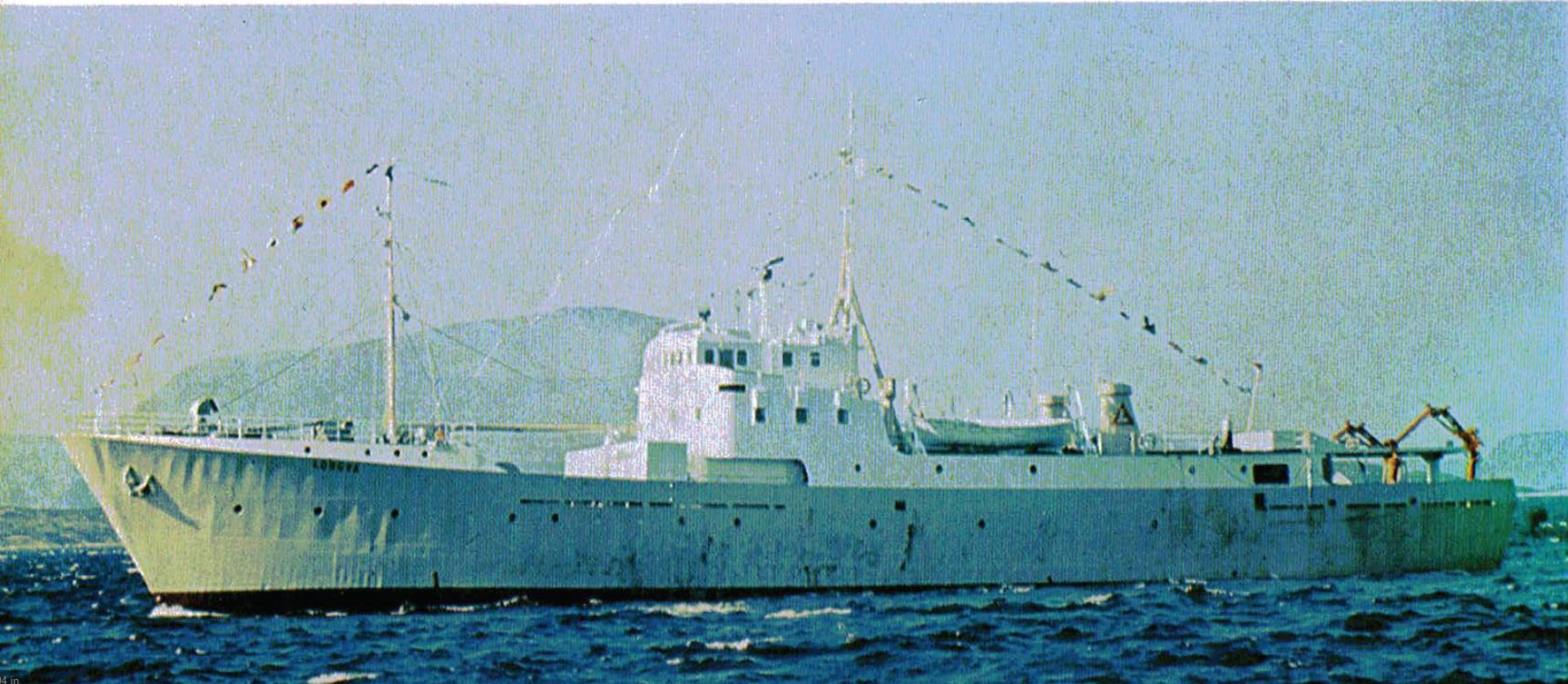
Seismikk med analog registrering og dynamitt som energikilde. Nordsjøen 1969



Longva – Første båten til Geco 1973

«Longva» var Norges første fabrikktråler, konstruert og bygd av A.M. Liaaens Mek Verksted i Ålesund 20. november 1962. Den ble ombygd til å samle inn seismikk for Geco, 1. mai 1973 i Ulsteinvik.

Båten's seismiske utrustning var "state of the art" Bolt luftkanoner, 48 ch DFS IV fra T.I.og Magnavox INS.



Fabrikknye spesialbygde seismiske fartøy fra 1980



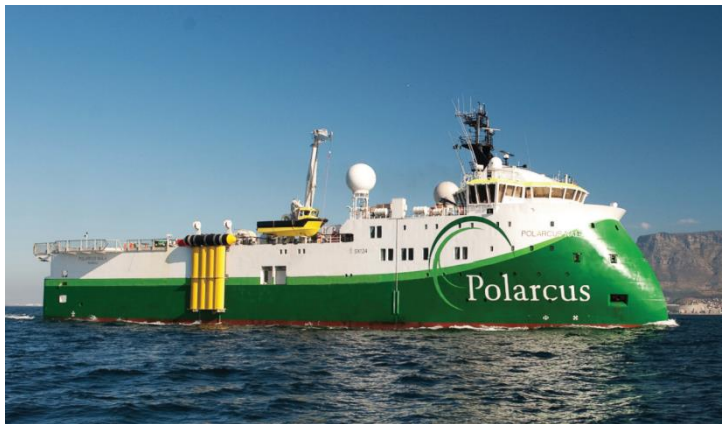
Geco seismikk fartøy



WG GEM Class



PGS 1 gen. Ramform



Polarcus X-Bow



PGS 2 gen. Ramform

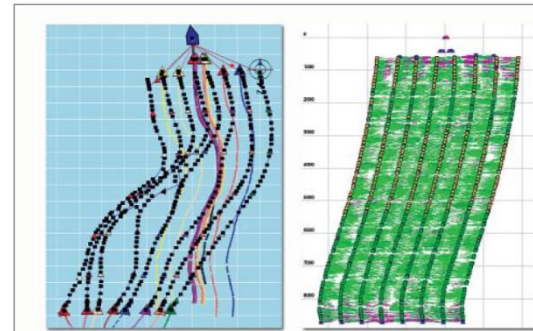
Lyttekabelutvikling



- 1965 Analog parafinfylte hydrofoner
 - For mange ledere, problemer med sjøvann i plugger, vedlikeholdutfordring
- 1970 Analog parafinfylte kabler – Digitalisert ombordregistreing
 - Digitalisering muliggjorde flere kanaler og lengre kabler
- 1980 Digitale parafinfylte kabler 2 – 4 – 8 kabler
 - Ferre leder, lettere vedlikehold, muliggjør lengre og flere kabler
- 1990 Flere “Solid streamer” Kabler uten parafin
 - Mindre diameter, Mer miljøvennlig, bedre signal to støyforhold
- 2000 Styrbare kabler med flere hydrofoner med innbygd posisjon betemmelse
 - Fjernstyring av kabler
- 2010 Flerkomponent kabler 1000 + kanaler over 10000 meter
 - Bevegelsesføler (akselerometer) i tillegg til trykk føler (hydrofon)

Posisjonering

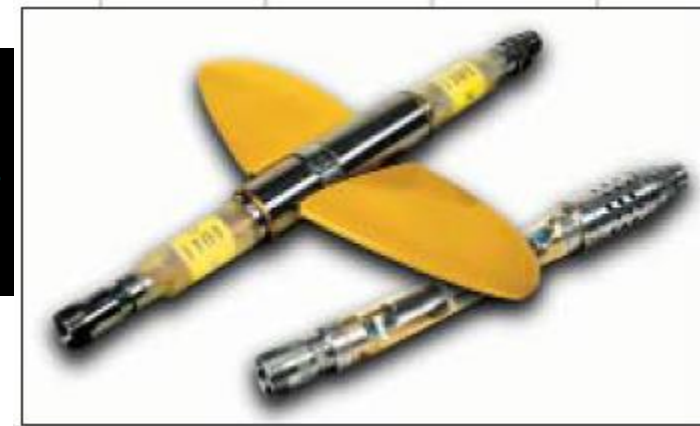
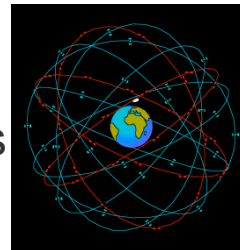
- 1970 Radionavigasjon med Transit satellite støtte (50 m)
- 1985 Delvis GPS dekning muliggjør kalibrering av radionavigasjon (25 m)



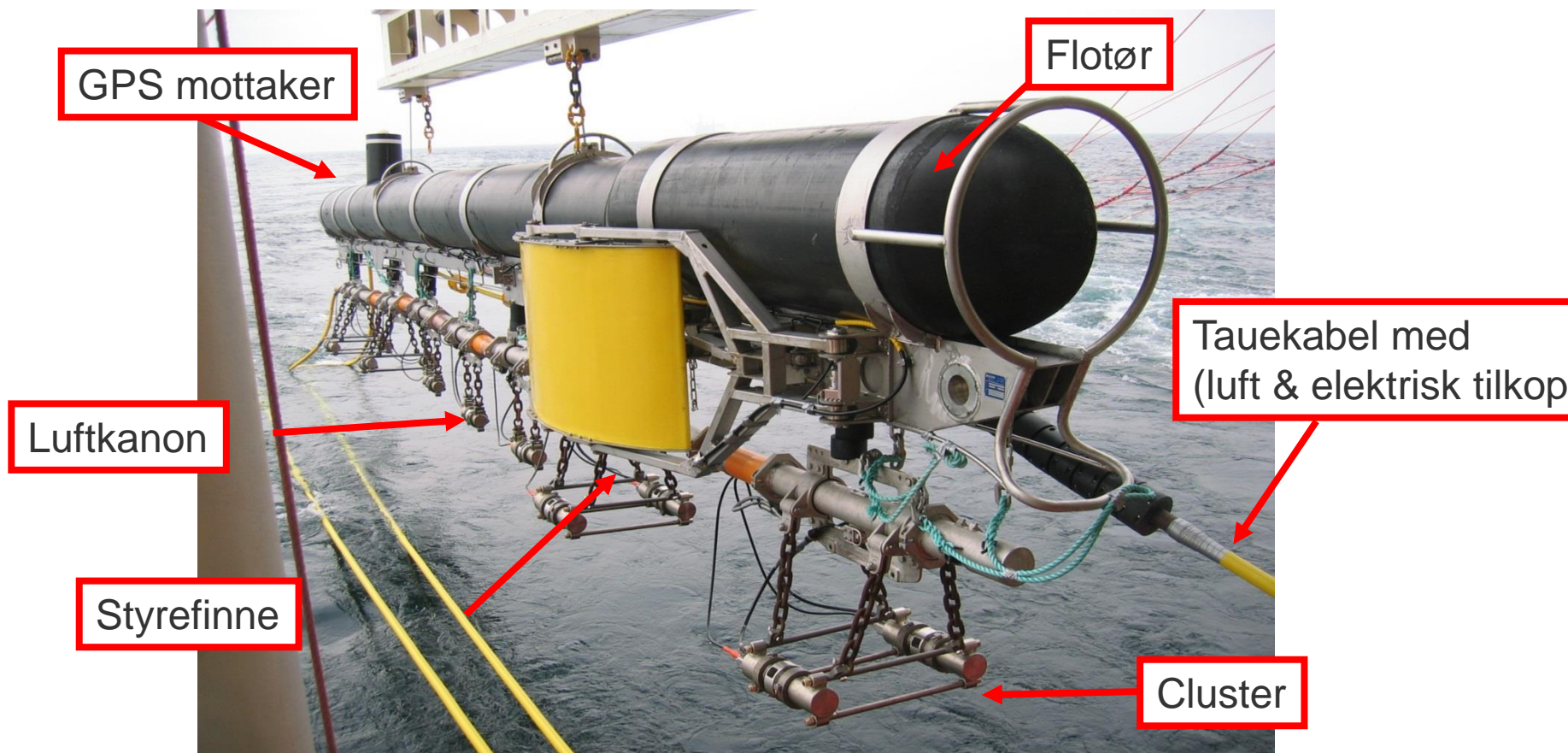
Overgang til 3D krever kunnskap om posisjon til kabelen

Gjennom kjent båt posisjon, magnetkompass og endebøyeposisjon

- 1990 GPS fører til en revolusjon i posisjonsnøyaktighet og derigjennom forbedret datakvalitet. Åpner mulighet for 4D reservoir monitorering (5 m)
- 2000 Akustikk mellom kablene med mulighet til å styre kablene til “ønsket posisjon” (1m)
- 2016 Combined Satellite Systems
 - Galileo, GPS, Glonass, Compass

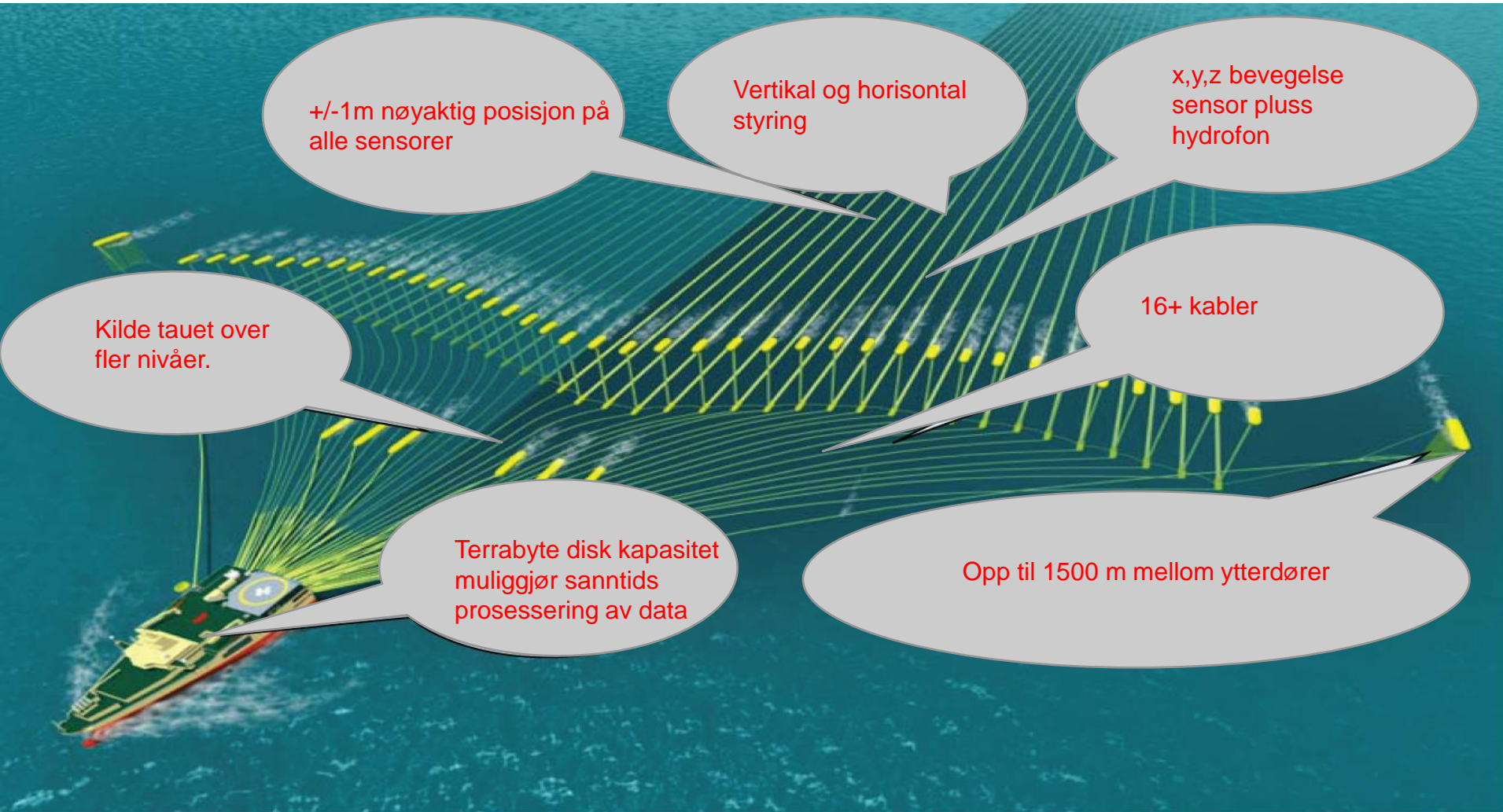


Seismisk energi kilde



NB: Bildet er tatt under utlegg. Flotør flyter, kanonene senkes til 6-9 m dyp.

Tauet seismikk



+/-1m nøyaktig posisjon på alle sensorer

Vertikal og horisontal styring

x,y,z bevegelse sensor pluss hydrofon

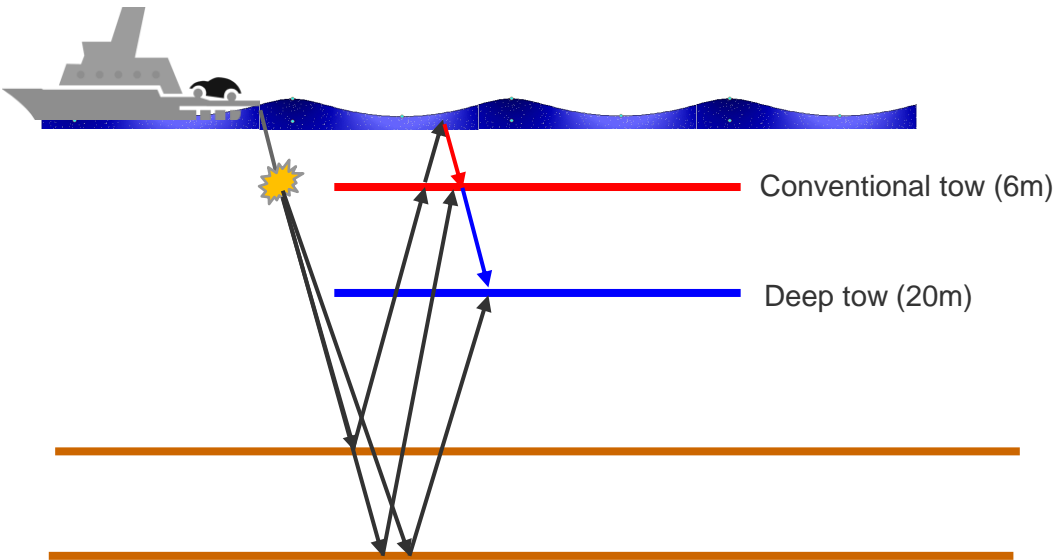
Kilde tauet over fler nivåer.

16+ kabler

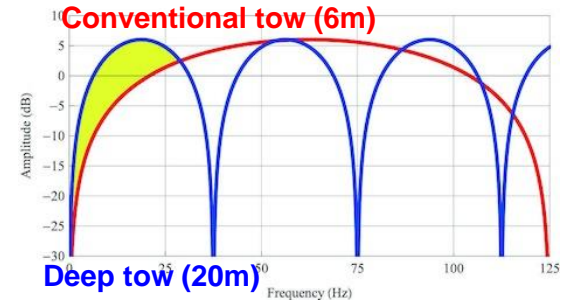
Terrabyte disk kapasitet muliggjør sanntids prosessering av data

Opp til 1500 m mellom ytterdører

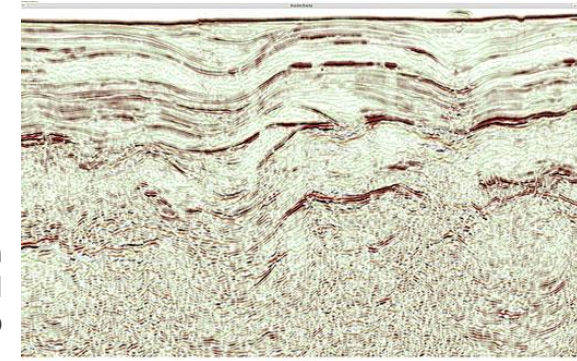
Bredbåndsteknologi – bedre oppløsning



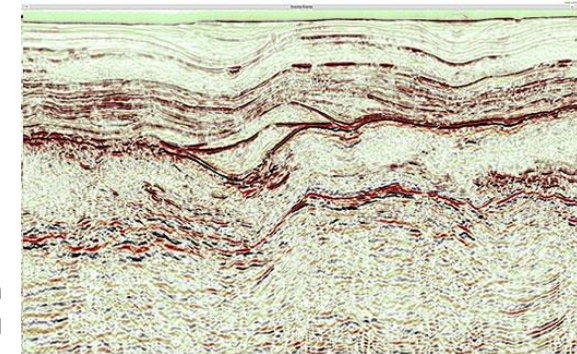
- Havoverflaten er en tilnærmet perfekt reflektor
- Refleksjonen fra havoverflaten forstyrrer det oppadgående bølgefeltet (destruktiv interferens)
- Interferensen kan fjernes dersom man har flerkomponent-kabler (hydrofoner og geofoner)
- Muliggjør å taue dypt, som også gir operasjonell gevinst og bedre signal-støy forhold



Hydrofon
konvensjonell
tauedyp



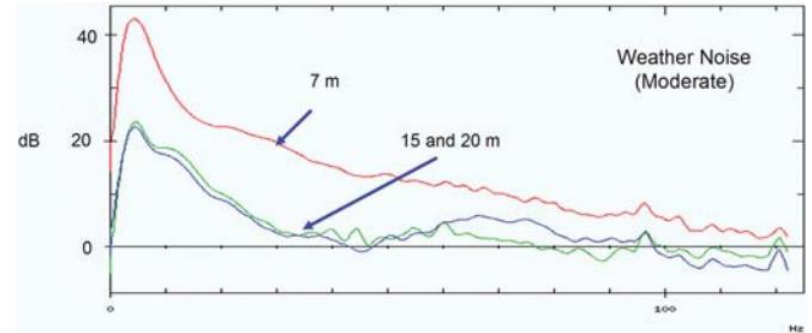
Hydrofon+geofon
dyp tau



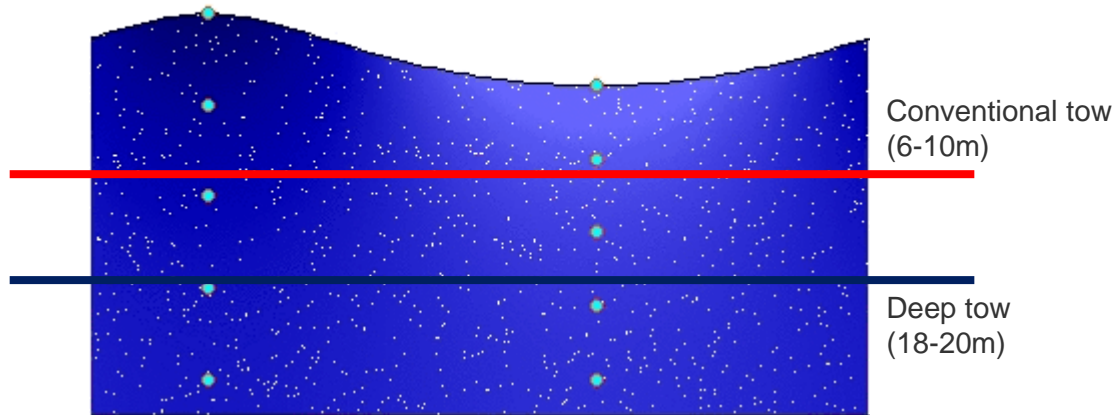
<http://www.pgs.com/en/Geophysical-Services/GeoStreamer-GS/Benefits/Better-Imaging/>

Bredbåndsteknologi – bedre signal-støy-forhold

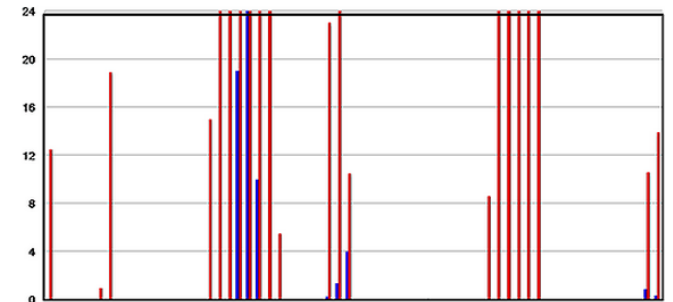
- Å taue dypere gir bedre signal-støy-forhold siden det er mindre bevegelse i vannet og dermed mindre trykkvariasjoner



wave phase : $t / T = 0.000$



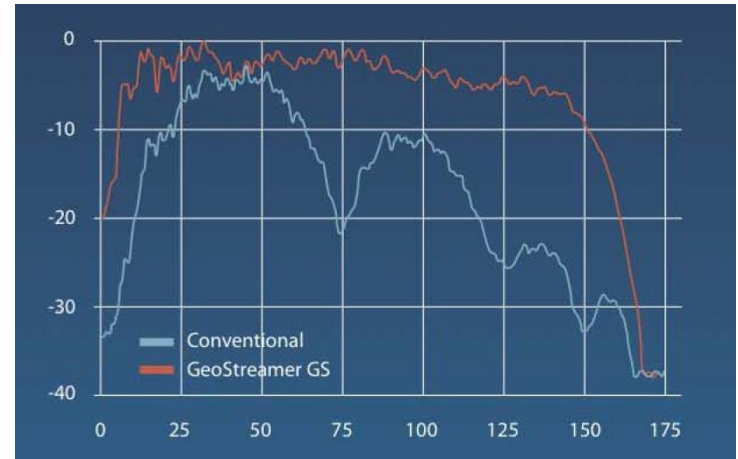
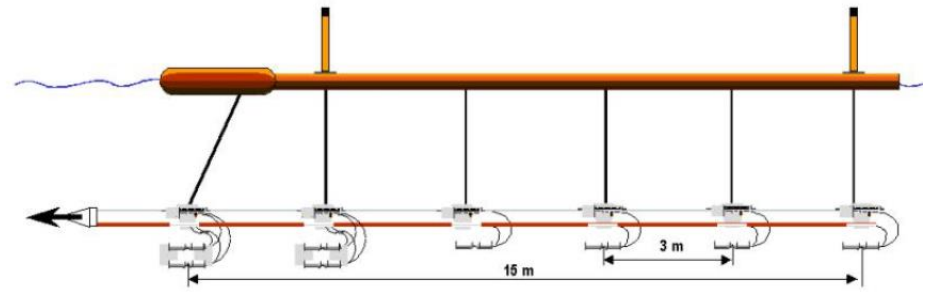
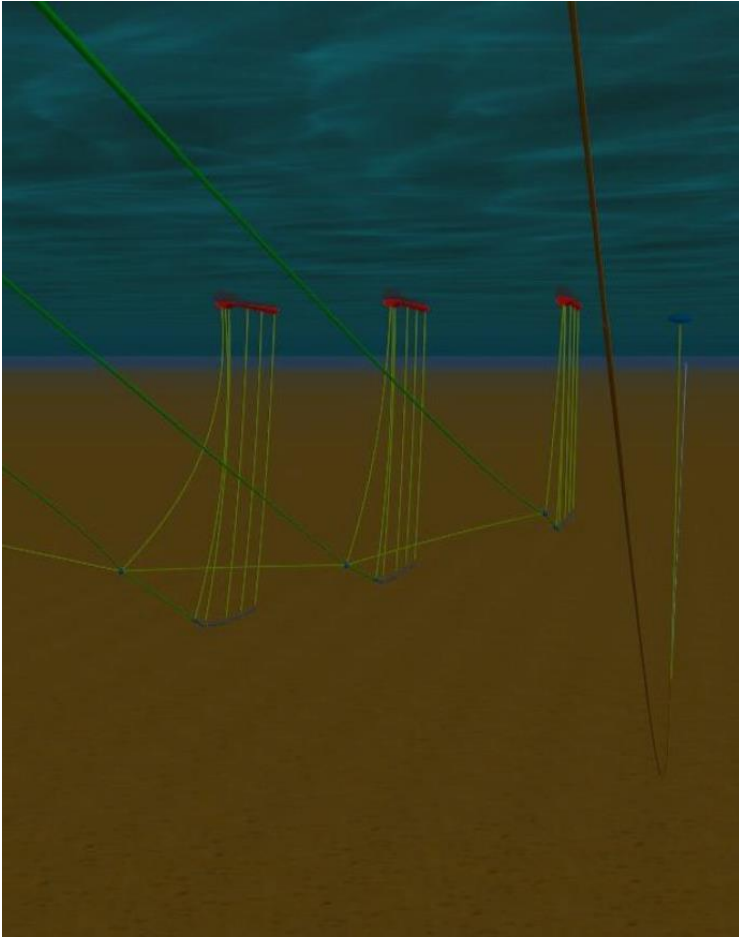
http://en.wikipedia.org/wiki/File:Deep_water_wave.gif



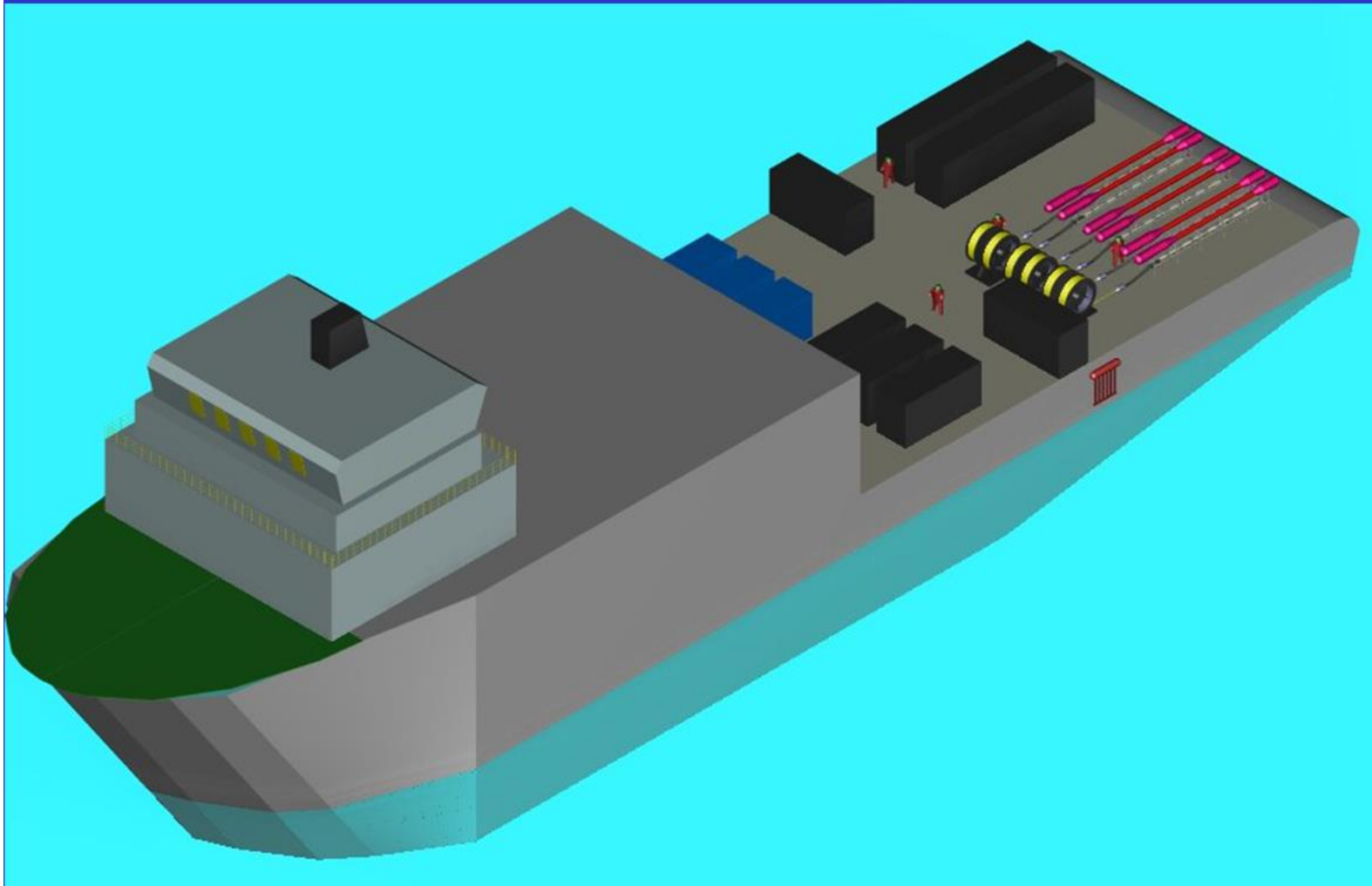
Atlantic Explorer 3D GeoStreamer Weather standby 62hrs (4%)	Ocean Explorer 3D Conventional Weather standby 405hrs (24%)
--	--

<http://www.pgs.com/en/Geophysical-Services/GeoStreamer-GS/Benefits/Efficient-Performance/>

Energikilde på flere nivå(Luftkanoner)



Portable energikilder



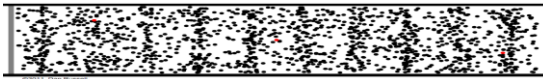
To ti år med havbunnseismikk 1993-2013

- Hvorfor havbunnseismikk?

- Havbunnseismikk mulig-gjør logging av både P- og S-bølger

- P-primær og S-ekundærbølger (P & S bølger)

- P-bølger (trykkbølger)

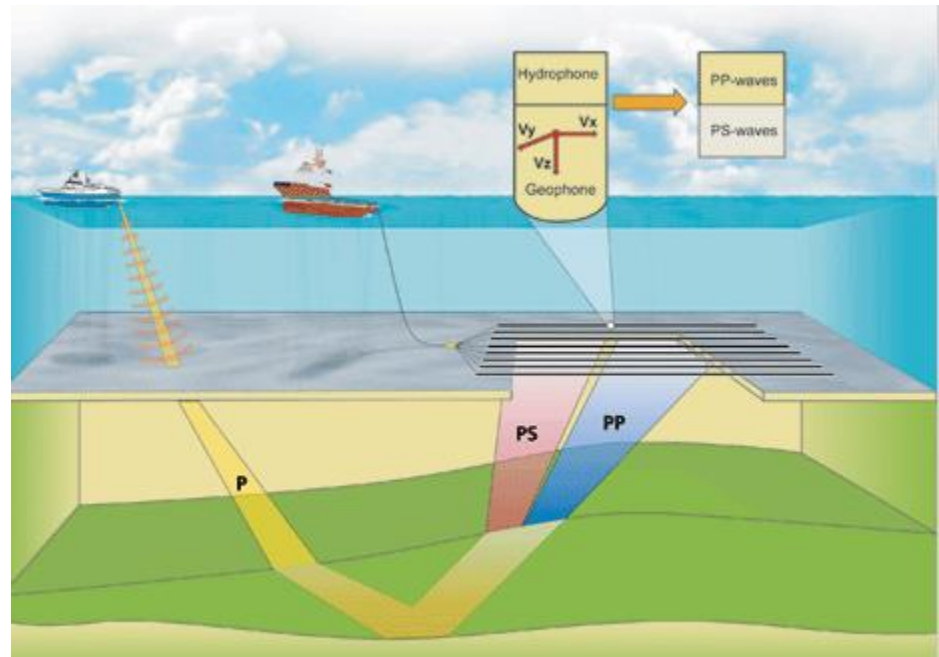


går dobbelt så fort som

- S-bølger (skjærbølger)



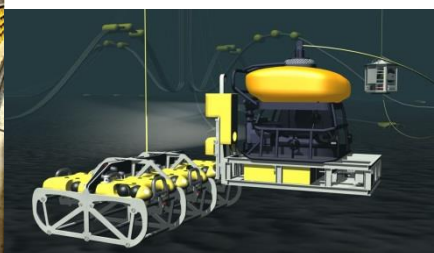
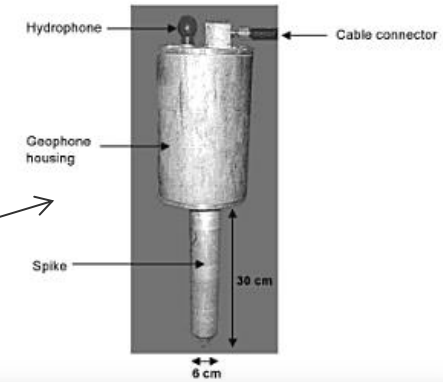
som ikke forekommer i vann



Animation courtesy of Dr. Dan Russell, Grad. Prog. Acoustics, Penn State

Havbunnsnoder lagt ut med ROV

- 1993 Sumic 2D4C Tommeliten (16 sensors)
- 2000 Seabed node, første genrasjon
- 2010 Seabed Geosolution, dagens noder



Autonom node

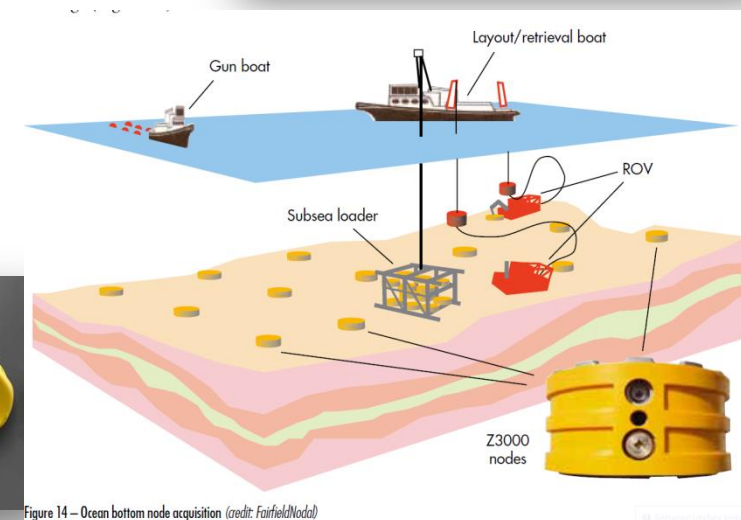
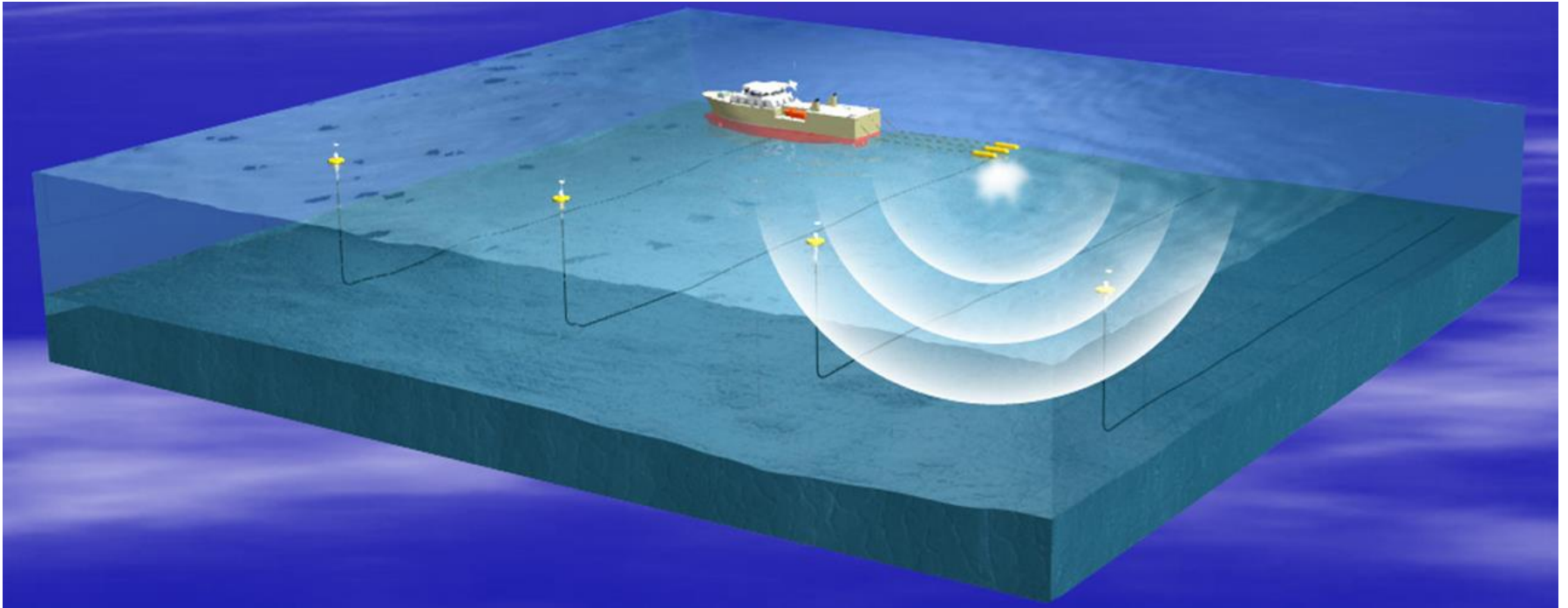


Figure 14 – Ocean bottom node acquisition (credit: FairfieldNodal)

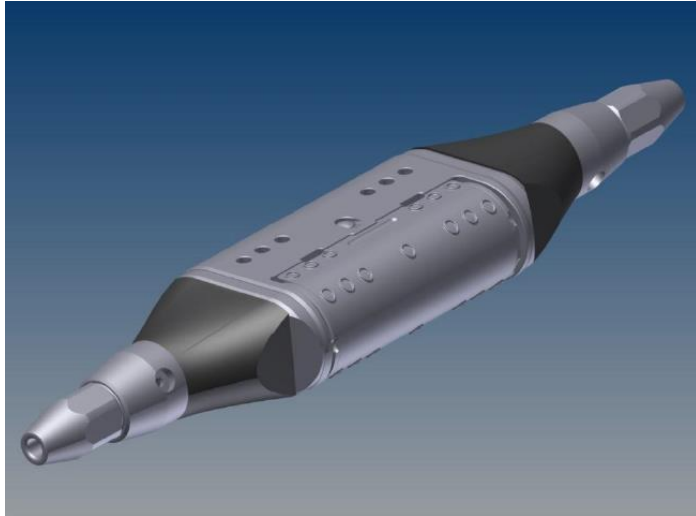
Havbunnsystemer lagt ut som kabel

- Sanntids dataregistrering og kvalitetskontroll



Havbunnsystemer “Node on a string systemer”

- Autonome noder lagt ut som kabel



2003 BP Valhall PRM

- Permanente nedgravde kabel systemer

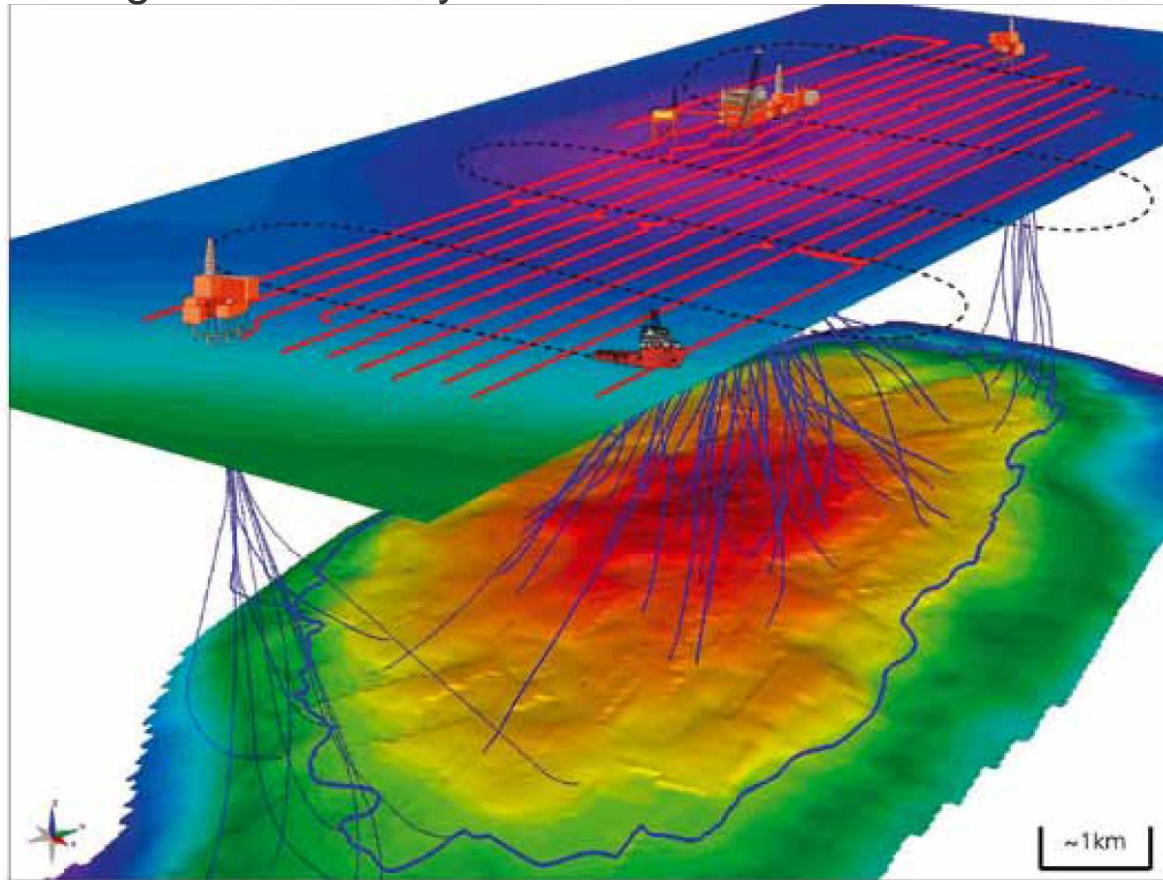
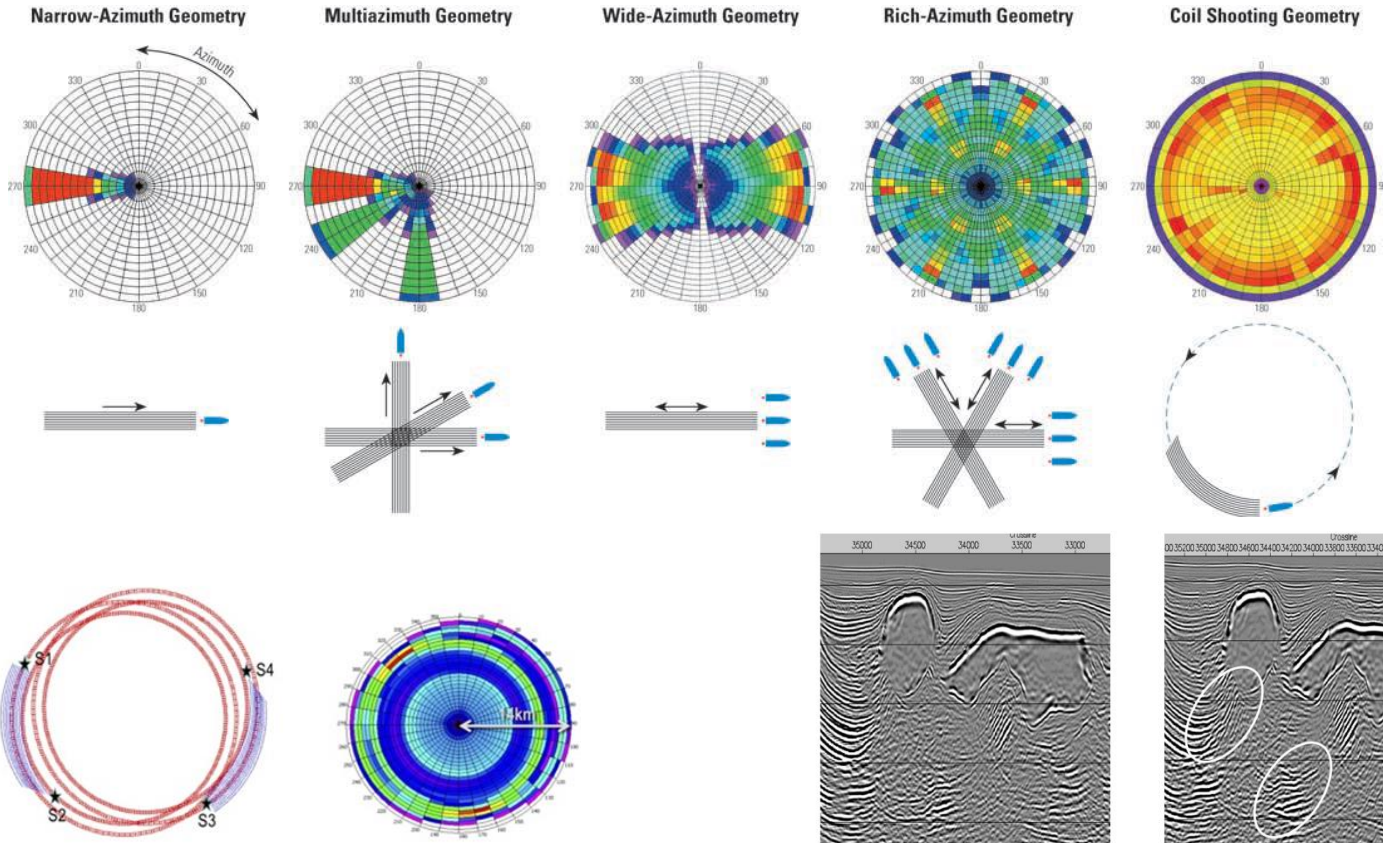


Figure 15 (credit: BP; van Gestel et al. 2008. Continuous seismic surveillance of Valhall Field. TLE 27; 1616-1621)

Innsamlings geometri og belysningsvinkel



Dual coil configuration: two receiver vessels and two source vessels. Source: WesternGeco

2x4 WAZ

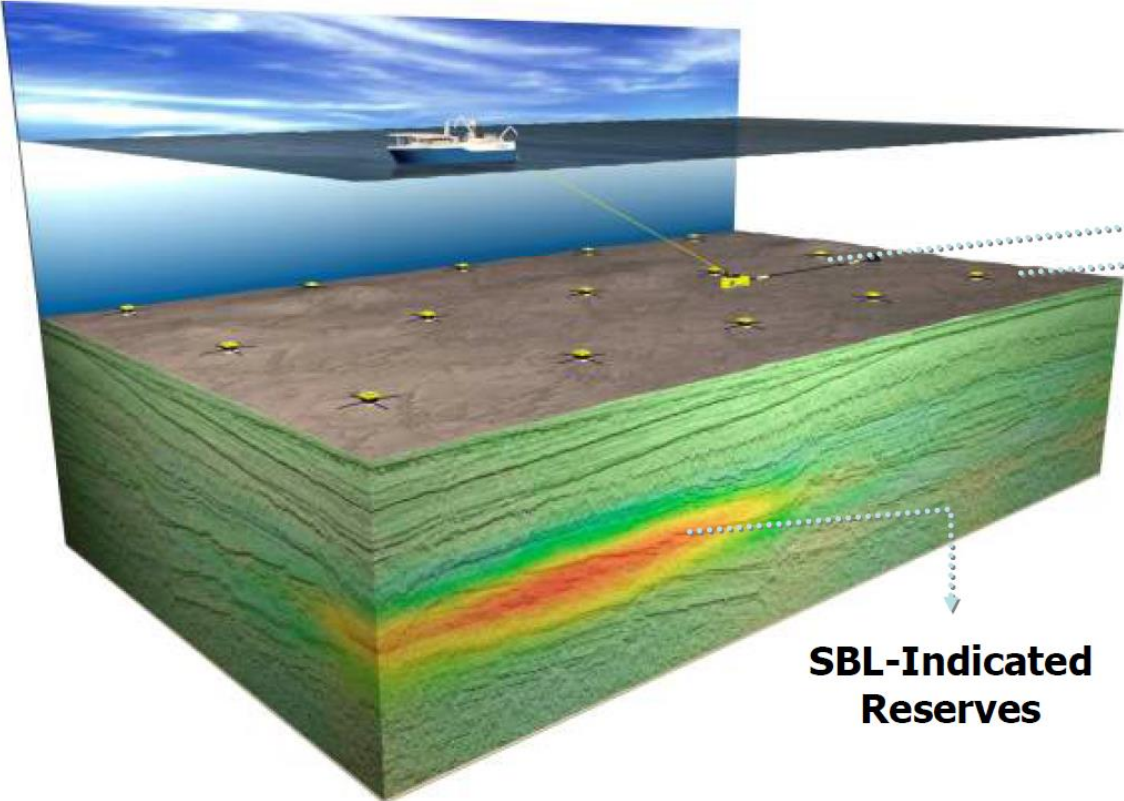
Revolution I Dual Coil



©2011 WesternGeco



EM med node på havbunn



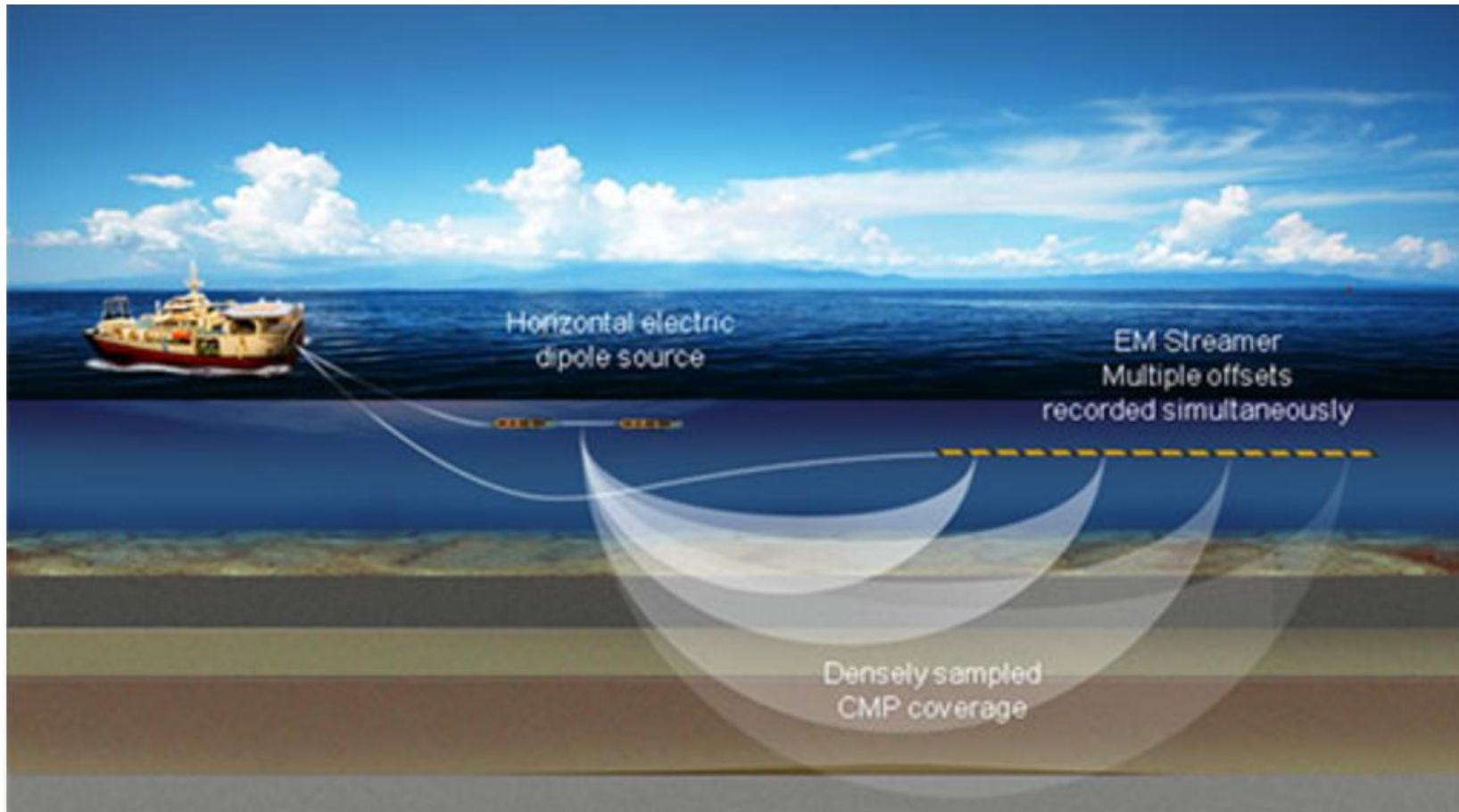
**EM Source
Towed Above
Receivers**

**EM Receivers
Dropped at
Sea Bottom**

**SBL-Indicated
Reserves**



EM - Tauet utstyr



There's never been a better
time for **good ideas**

Seismisk datainnsamling – Teknisk
utvikling

Jon Kåre Hovde
Project Leader - Statoil
jokho@statoil.com
Tel: +47 48052418
www.statoil.com