

FFU-seminar

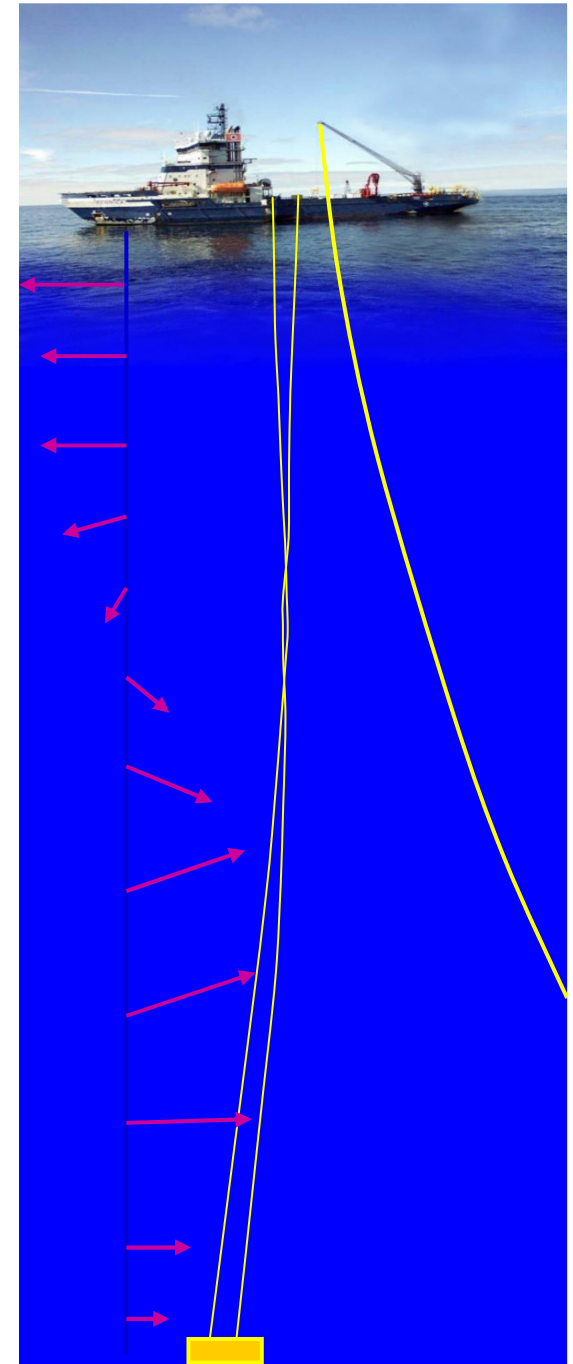
Stavanger 25. januar 2007

Positioning of suspended loads

Svein-Arne Reinholdtsen
MARINTEK

Løfting på store havdyp

- Vertikalresonans gir økt dynamikk
- Line-sammenvikling (styreliner, ROV umbilicals)
- Line-rotasjon, 'kink'
- Dybdebegrensning ved bruk av stålwire
- Høyt trykk – bøyer
- Store strømkrefter - strømhastighet og -retning varierer over dypet, og med tiden
- Strømkrefter kan gi betydelig offset (lette lastobjekter)
- Manøvrering fra overflaten vanskelig (lette lastobjekter)



Løftedynamikk i vann

Rykk og Vertikalresonans

- **Rykkklaster (etter slakk)**

$$F_{\max} = (Mg - \rho g V) + V_{\text{rel}} \sqrt{k (M + M_a)}$$

- **Vertikalsvingninger i vann**

- ved ekstrem hydrodynamisk masse
- store havdyp
- uheldig bruk av 'soft slings' eller passiv hivkompensator

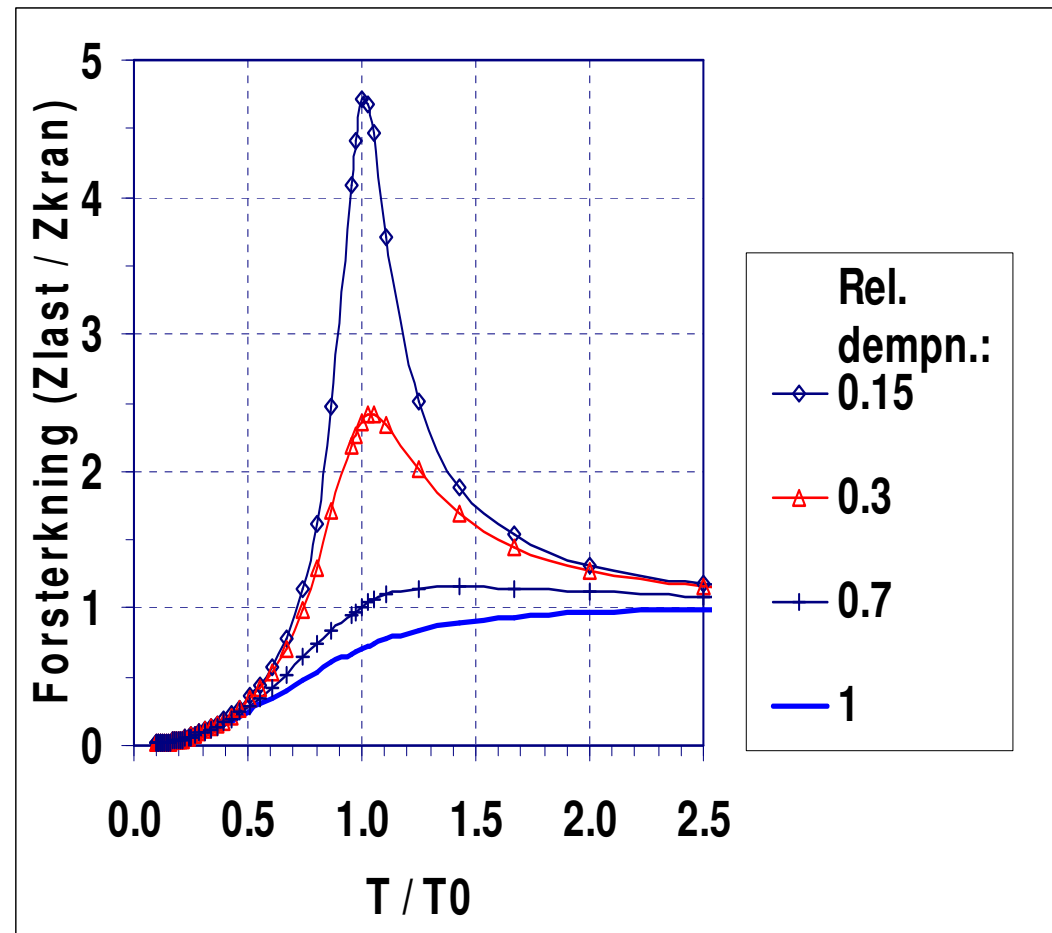
Forsterkning på grunn av vertikal resonans

Dynamikk i løftelinen må tas hensyn til.

Påvirker løftelinestrekke fartøysbevegelsen (krantoppbevegelsen)?

Egenperiode med løfteline:

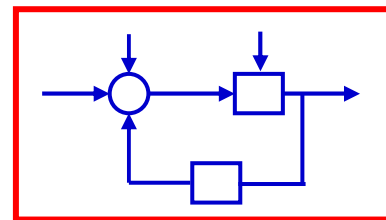
$$T_0 \approx 2\pi\sqrt{(M + Ma + m'l/3)/k}$$



Tradisjonell metode

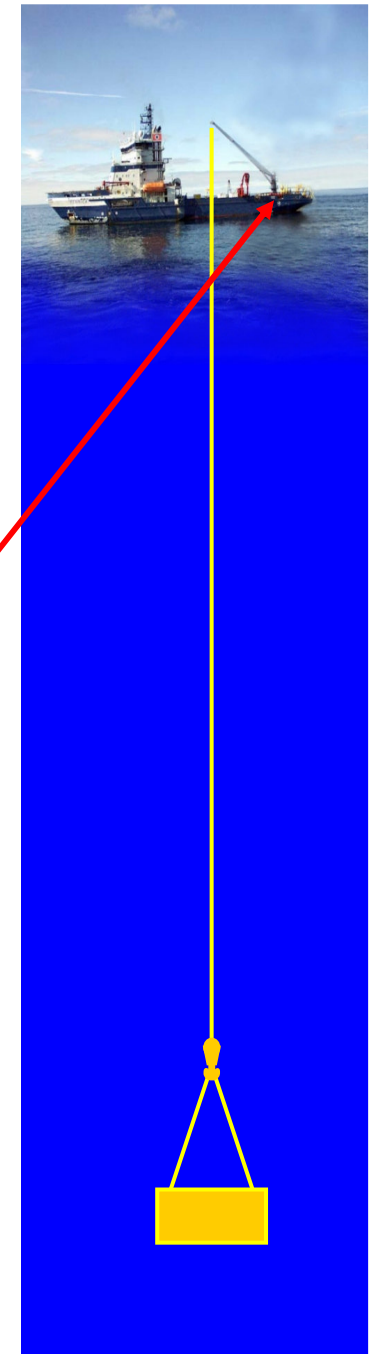
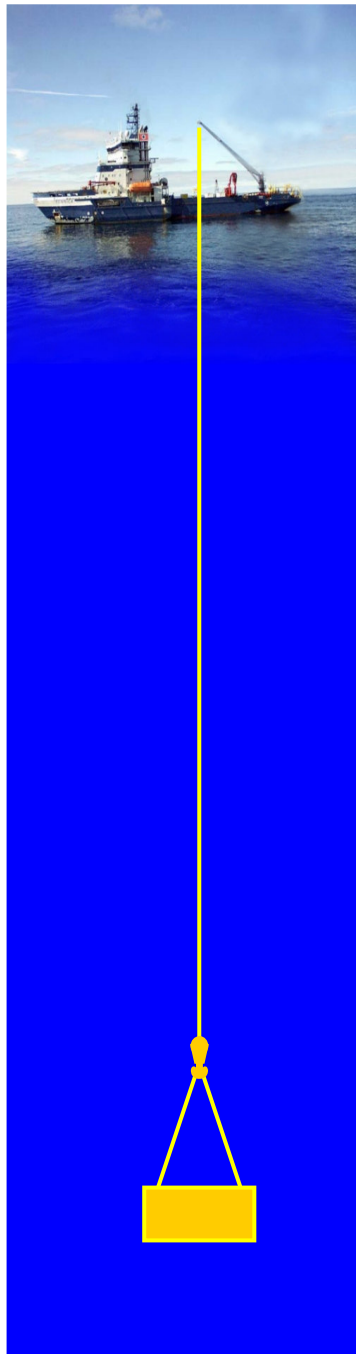
Dypvannsutfordringer:

- Få fartøyer med nødvendig kapasitet
- Vertikal resonans
- Horizontal posisjonering i variabel strøm
- Osv. osv.

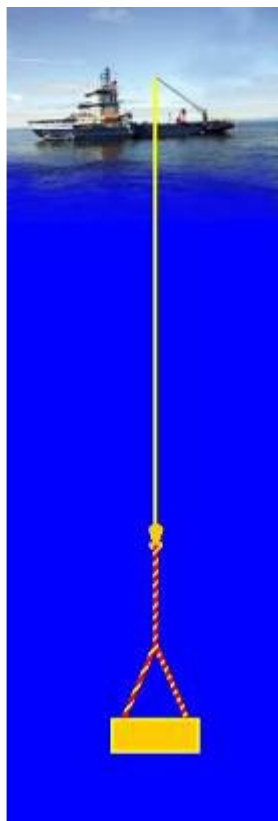


Aktive kontroll systemer (f.eks.: hiv-kompensator):

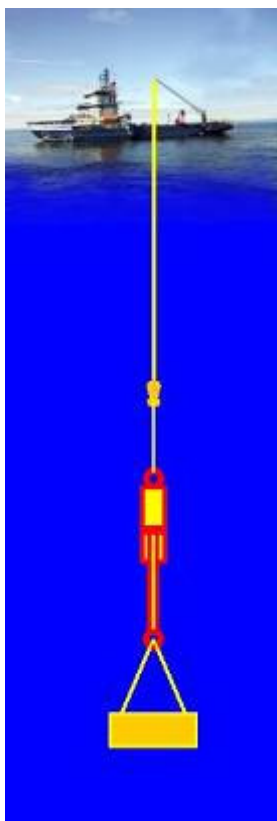
- + Effektiv under landing
- + Flere arbeids-modi
- Ineffektiv i bølgesonen



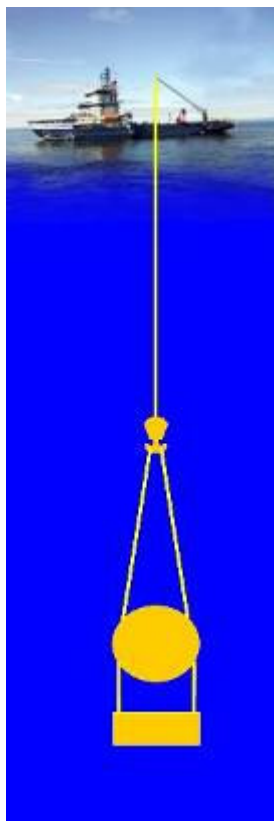
Metoder for installasjonsoperasjoner



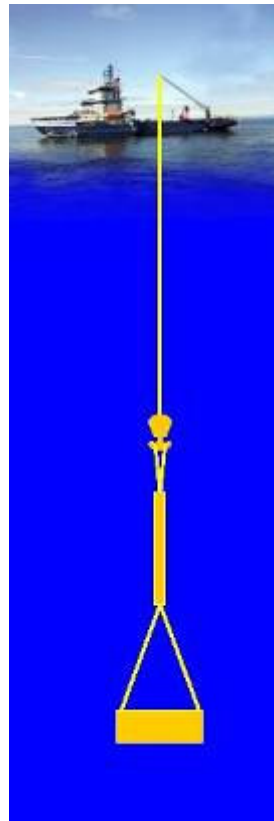
'Soft slings'



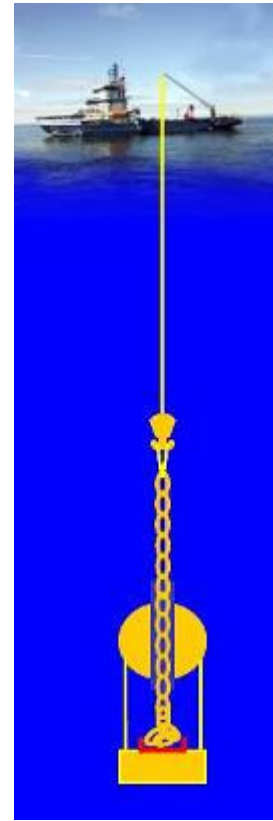
Sylinder



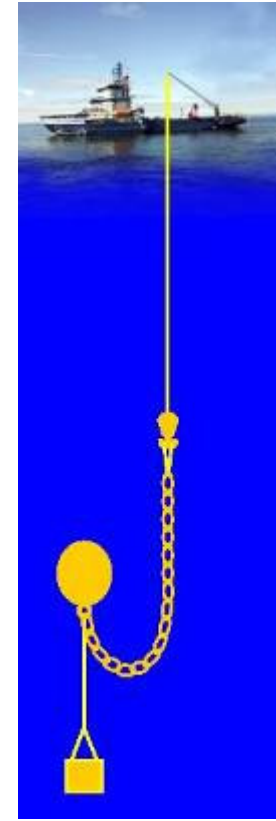
Bøye 1



Bøye 2



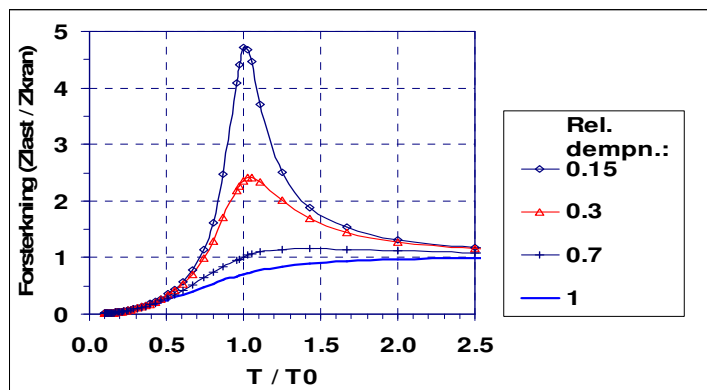
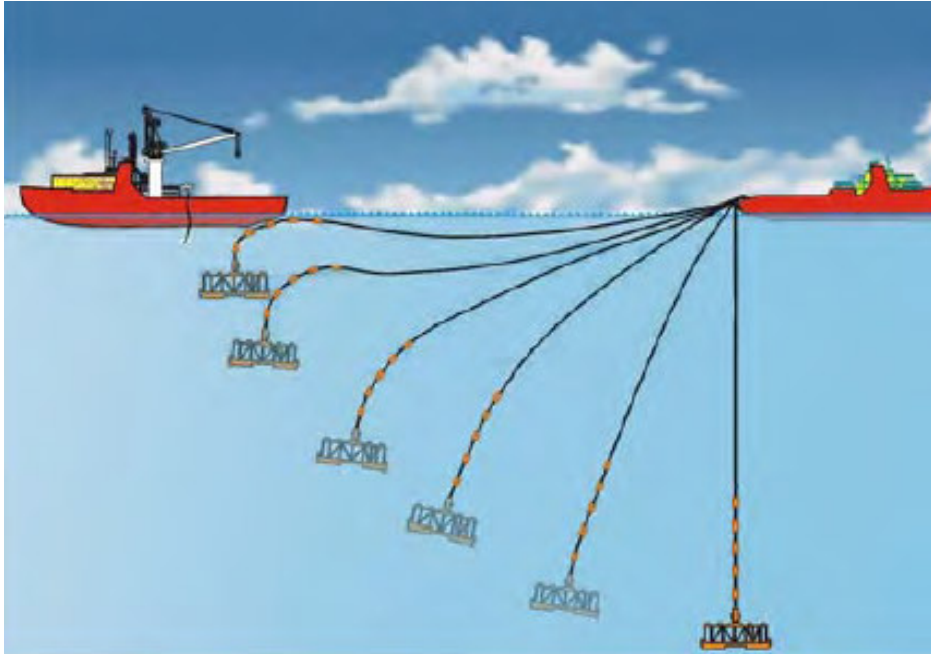
Kjetting 1



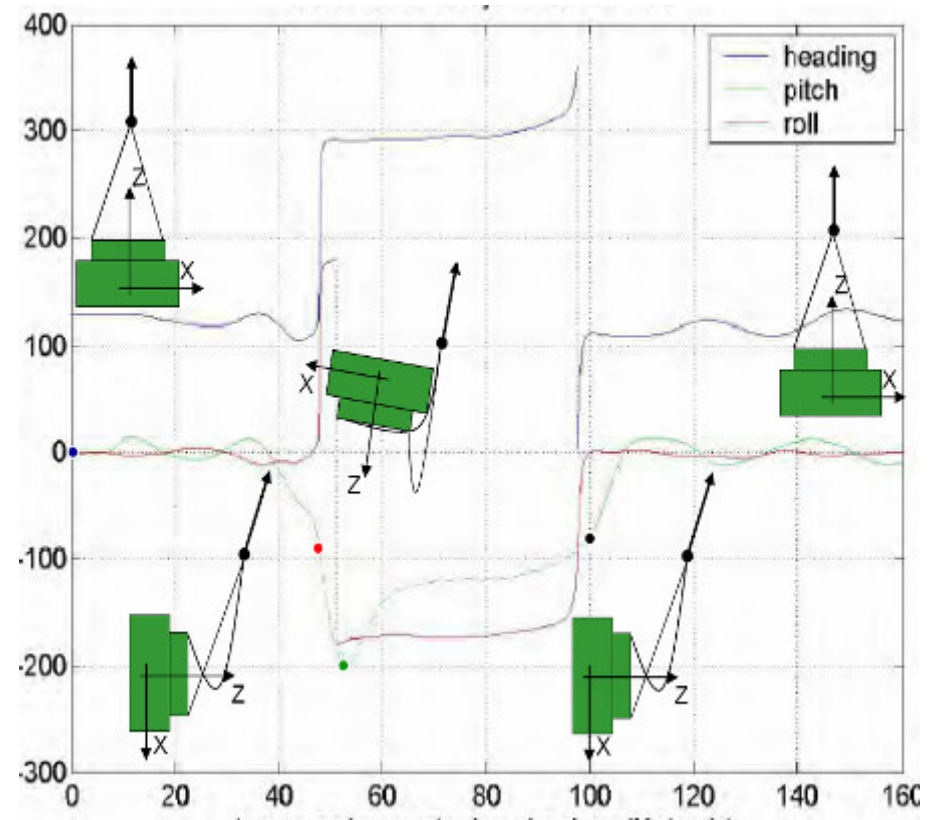
Kjetting 2

Fritt-fall pendel

Formål: Unngå vertikalresonans!

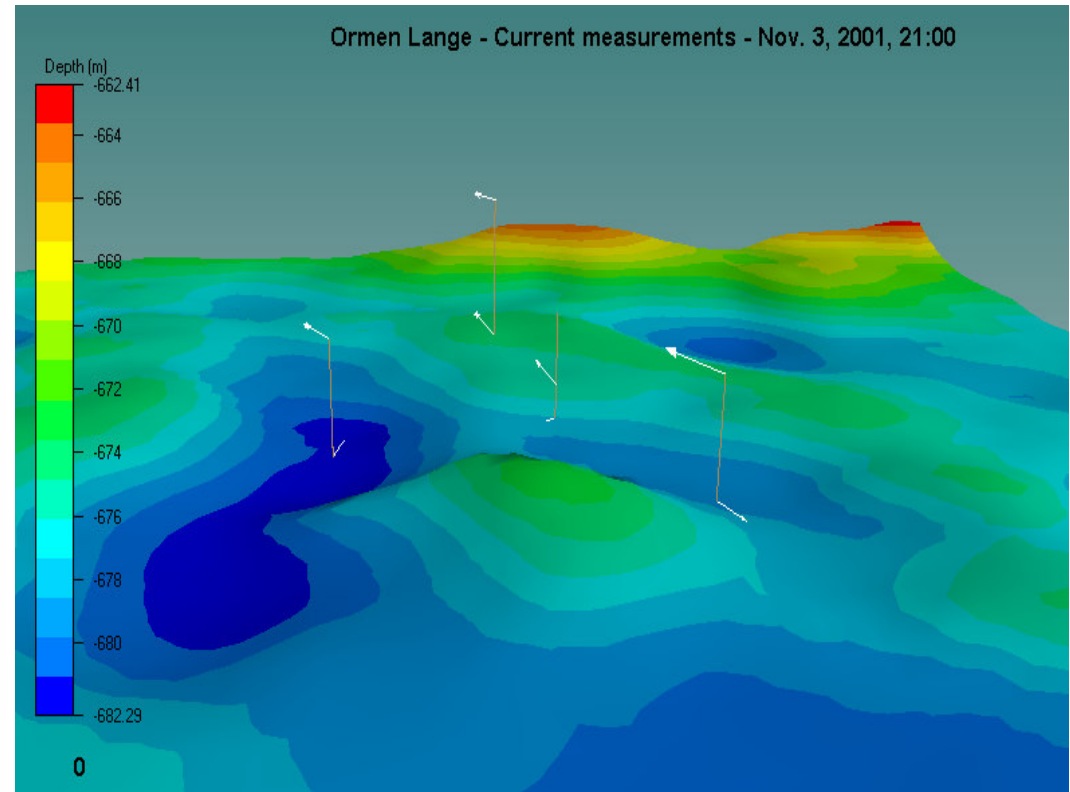
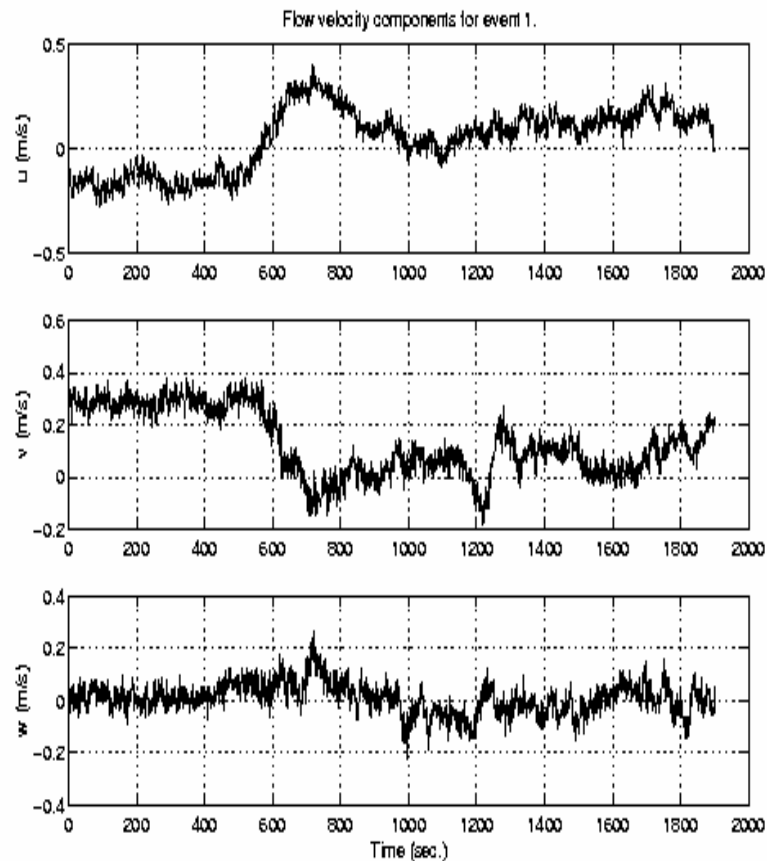


Problem: Rotasjoner av lasten



Presisjonsplassering av lastobjekt på bunn

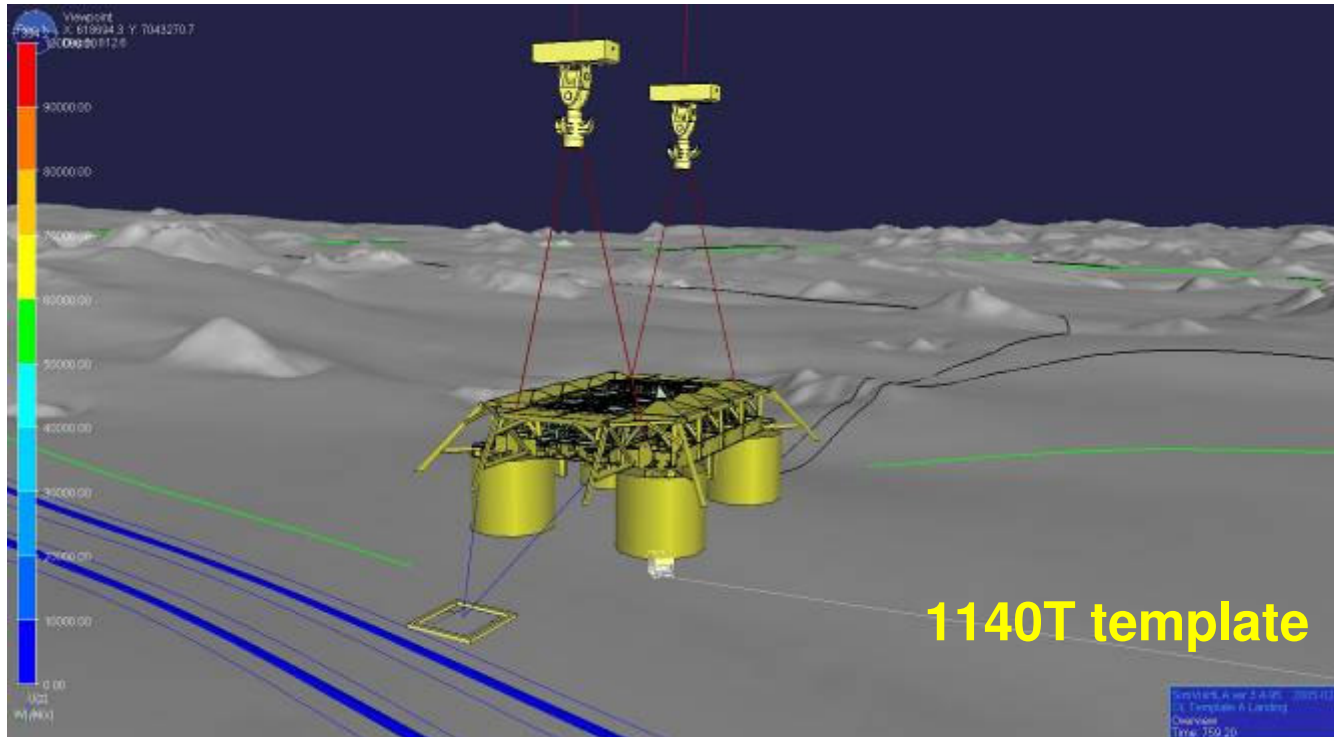
Høyfrekvente strømshastighets-variasjoner nær bunn



➔ Styring ved thrustere, pæler, ankere eller lokale styrelinjer?

Presisjonsplassering, eksempel 1

Simulator for marine operasjoner: Installasjon av Ormen Lange Template

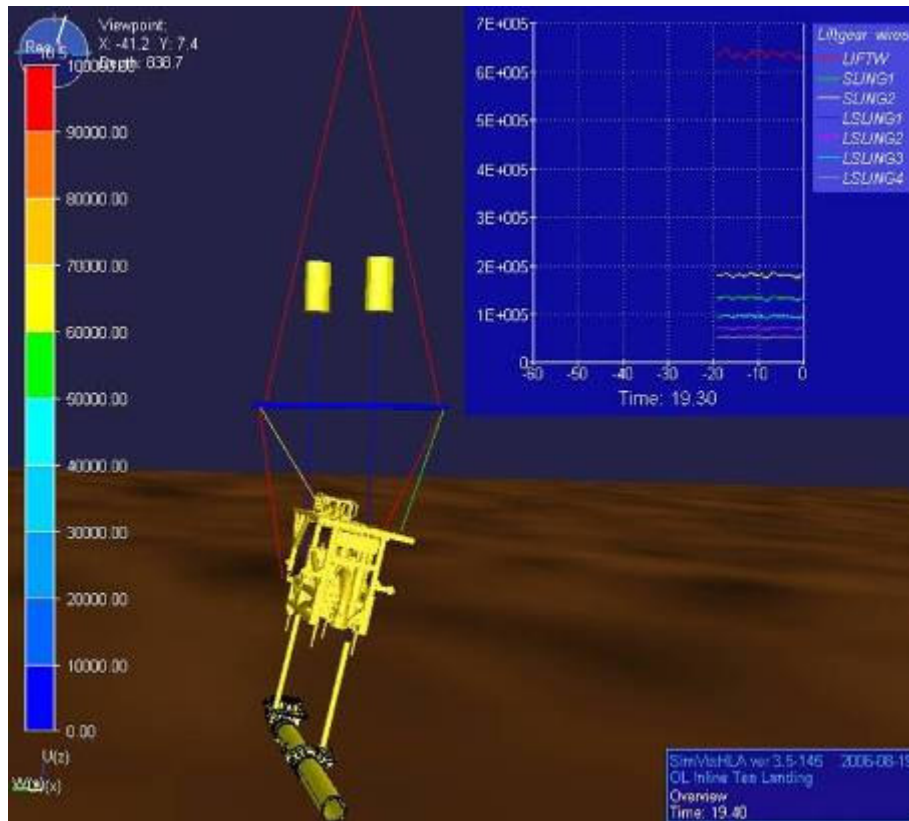


Fokus: Dynamisk strekk i posisjonerings liner

**Installert av
Heerema Marine Contractors 20.08.2005**

Presisjonsplassering, eksempler 2 og 3

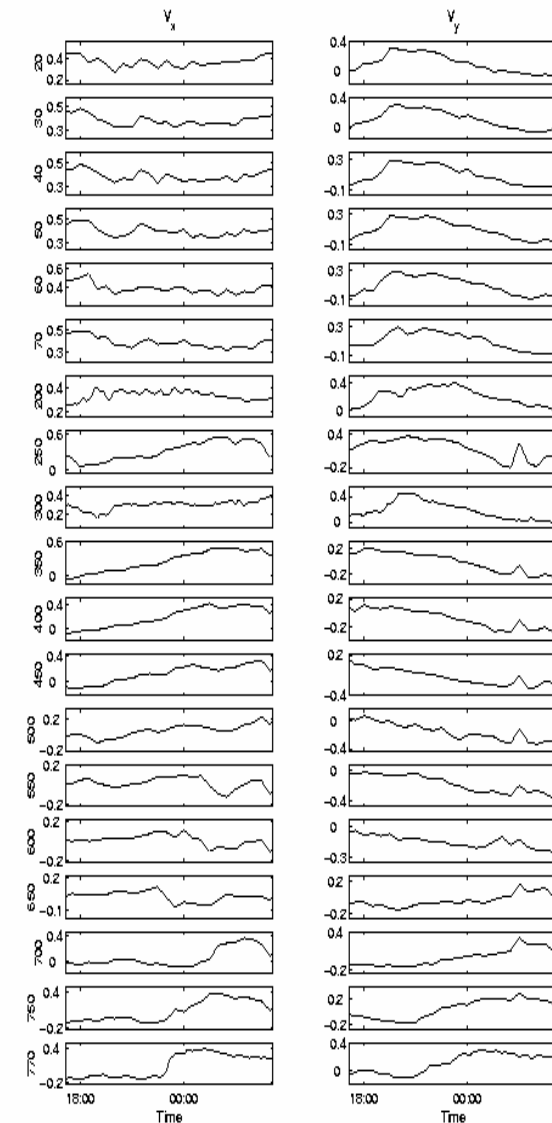
Simulator for marine operasjoner: Bruk av lokale styreliner



Horizontal stivhet: $k \approx F / l$
 F = strekk i styreline,
 l = avstand til festepunkt

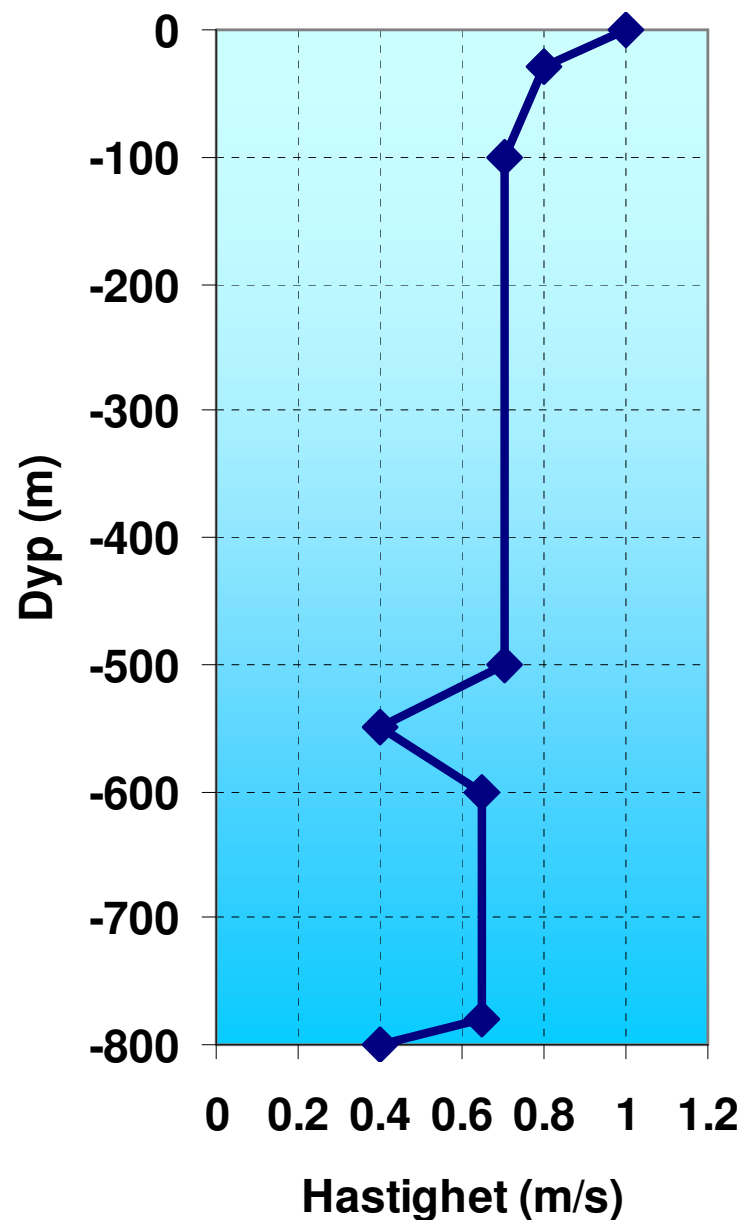
Strømkrefter på store havdyp

- Strømkrefter på løftewiren kan gi stor offset
 - Størst offset for lette kabler og laster
 - Tidsvarierende strøm gir saktevarierende bevegelser av lasten
 - Risiko for kontakt mellom liner
- Presisjonsmanøvrering med fartøyet tar tid
- ROV har liten manøver-evne med last



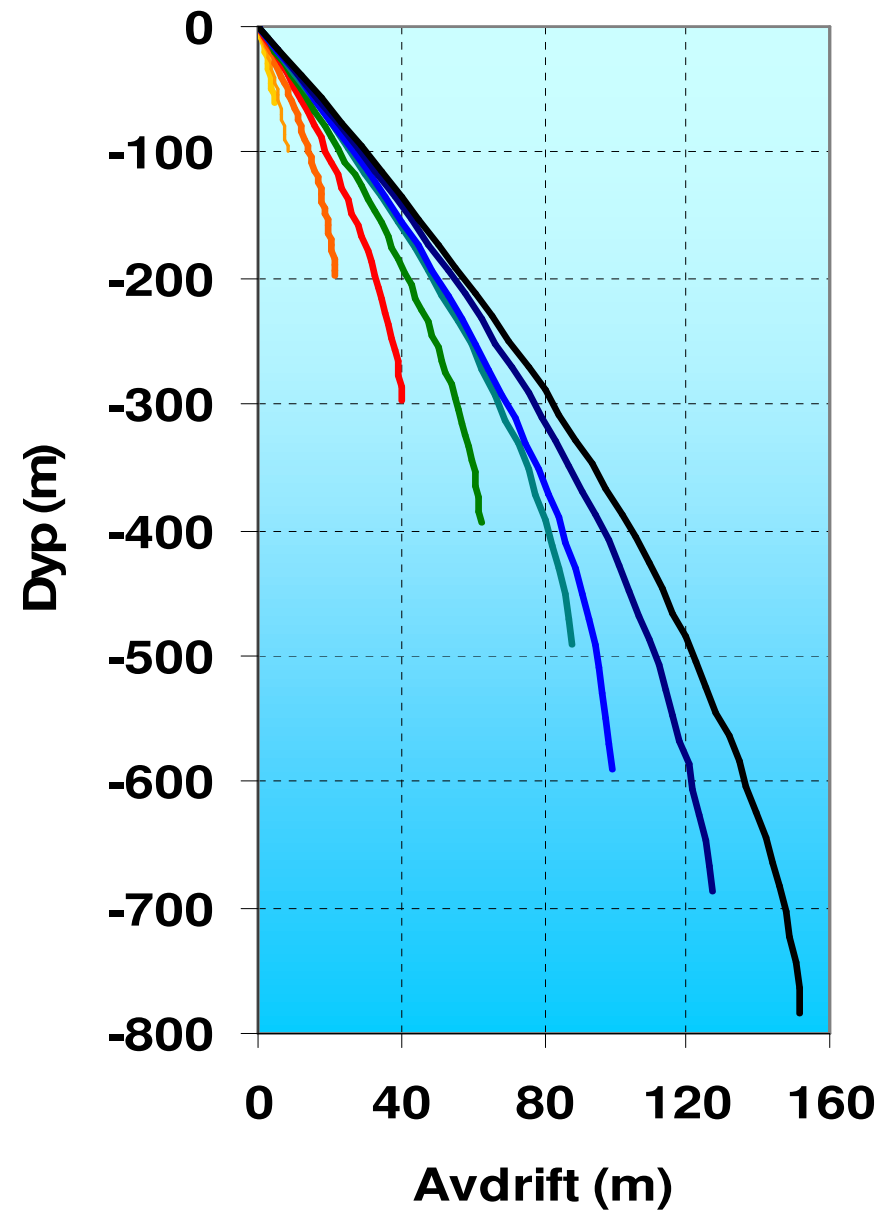
Typisk strømprofil 1, Ormen Lange

- Typisk strømprofil, havdyp 800 m
- Antar at strømmen går i samme retning over hele dypet
- Ser bort fra tidsvariasjon



Nedsenking av ROV, strømprofil 1

Posisjon av ROV og
kabelkonfigurasjon
på vei ned til 800 m dyp



Avdrift av lastenheter, strømprofil 1

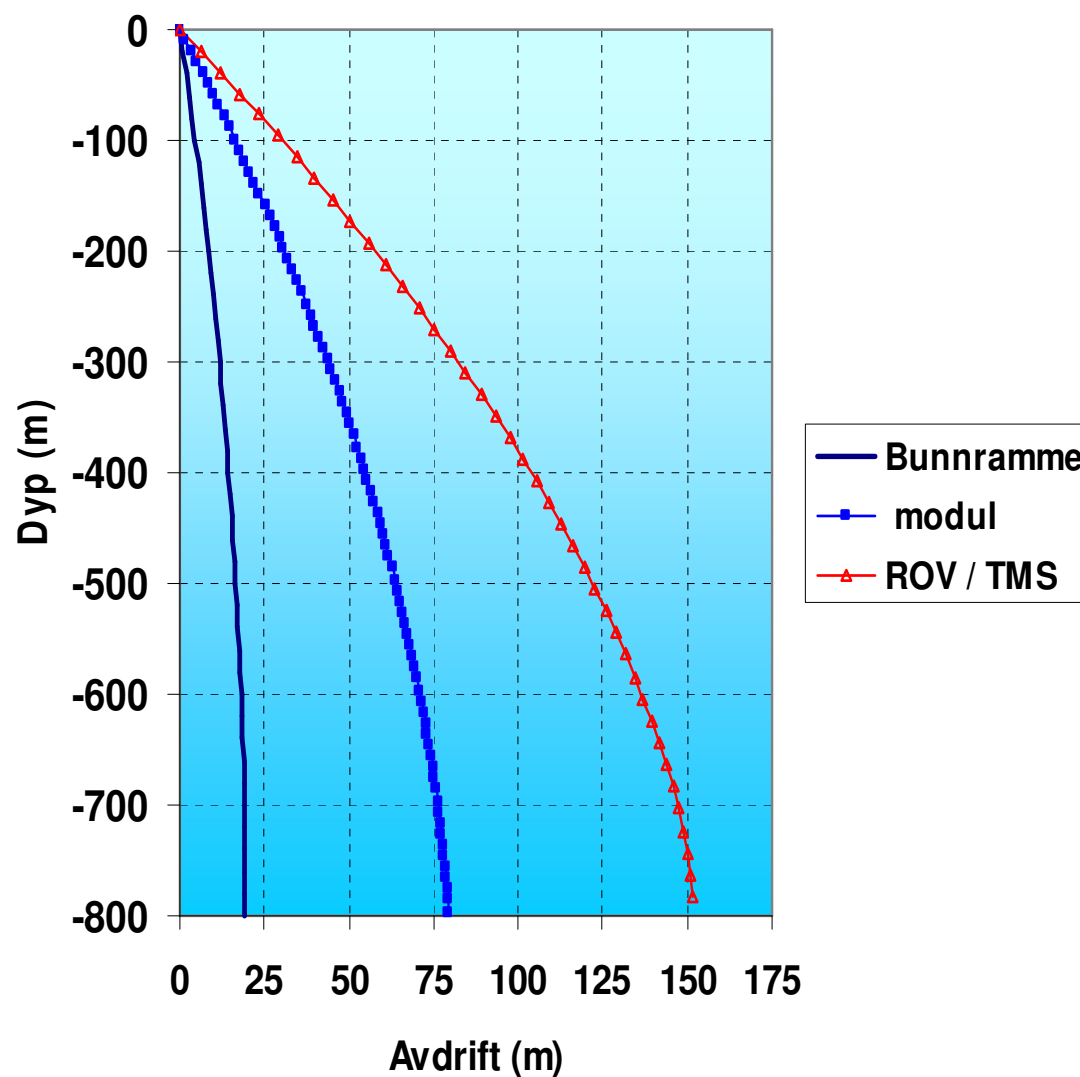
Lastenheter:

1: 100 t bunnramme

2: 25 t modul

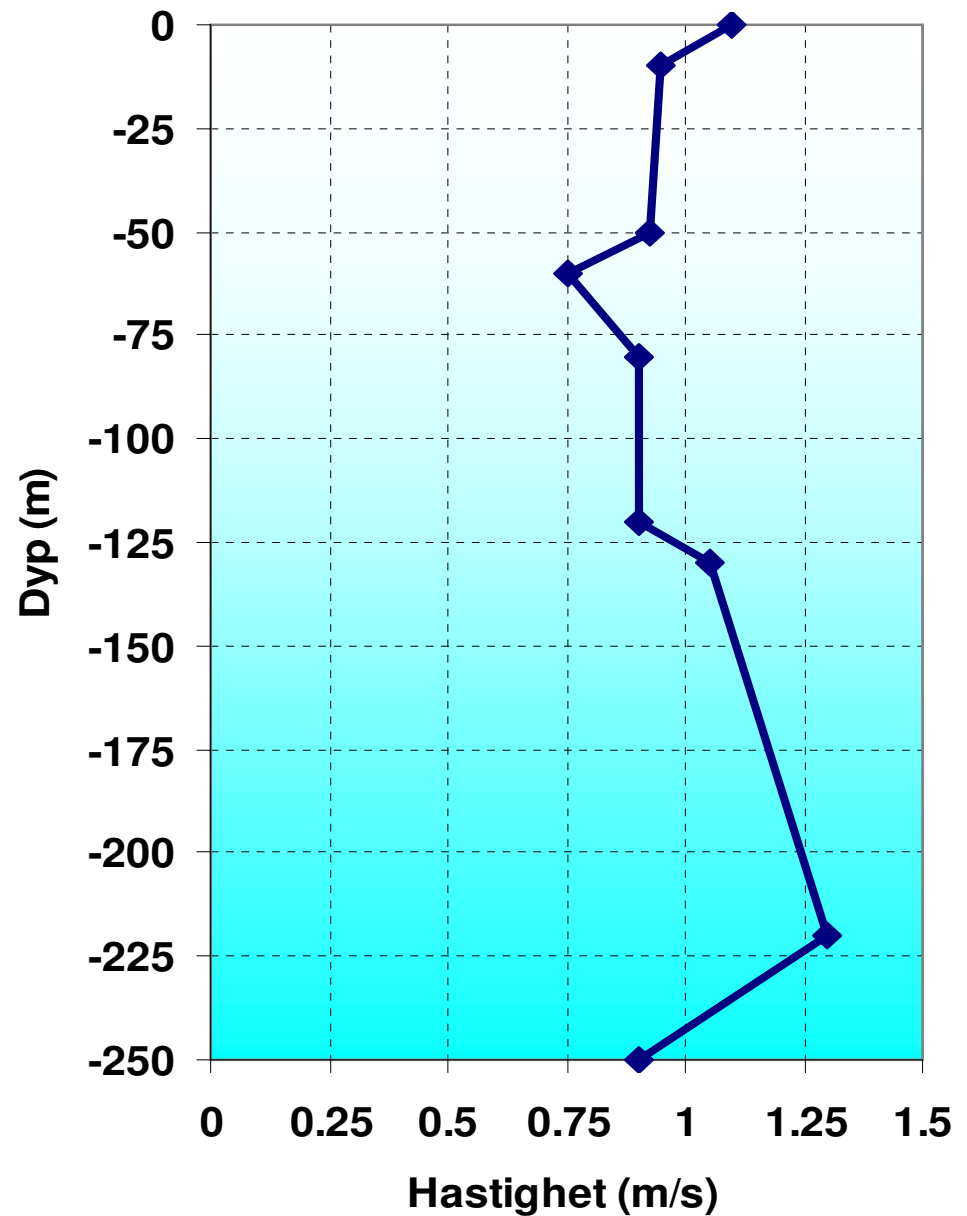
3: ROV med
kabelenhet

Like før landing



Strømsprofil 2, Ormen Lange

- Eksempel på strøm nær Egga-kanten (250 m dyp)
- Konstant retning antatt
- Tidsvariasjon ikke medregnet



Avdrift av lastenheter, strømprofil 2

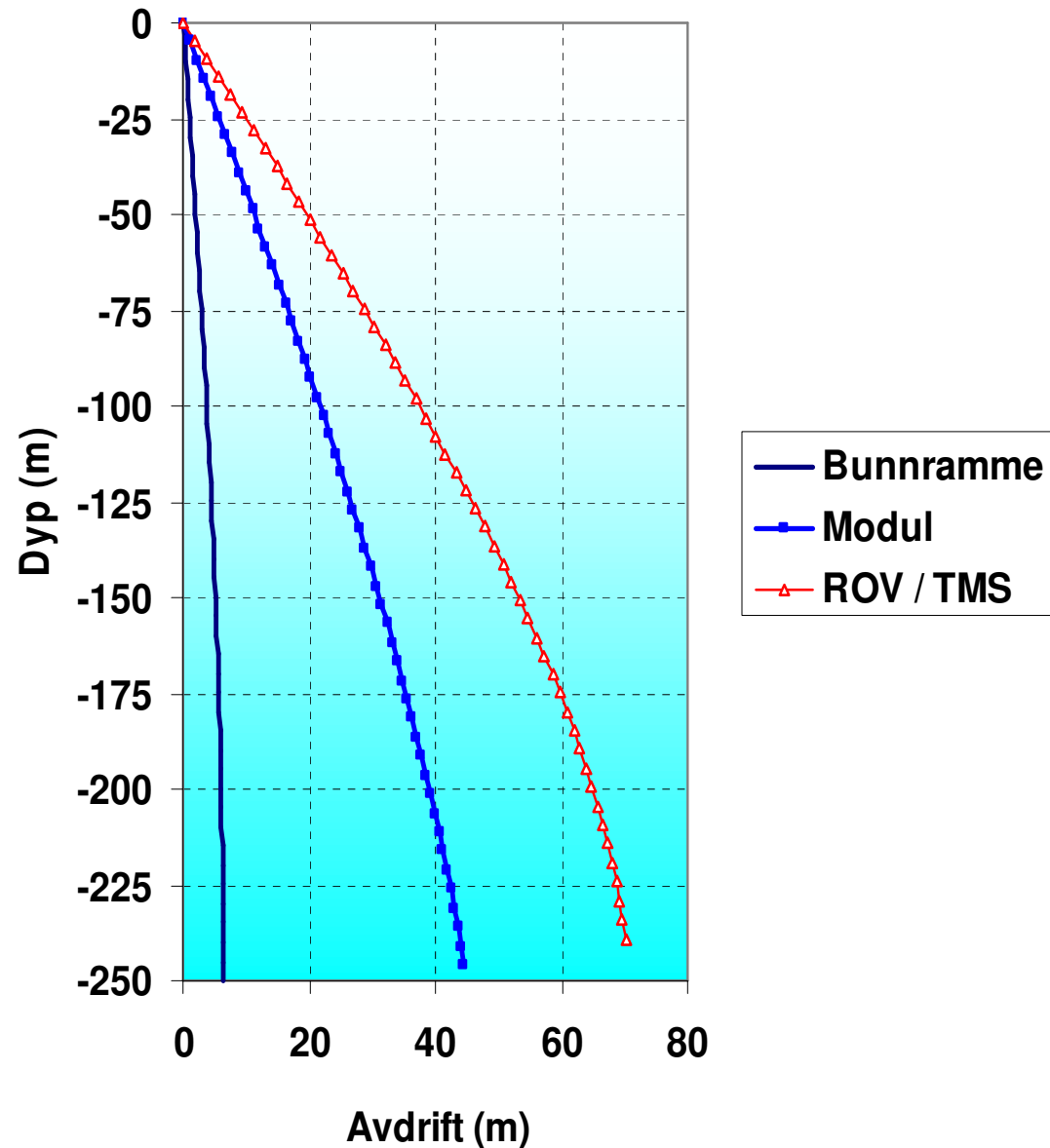
Lastenheter:

1: 100 t bunnramme

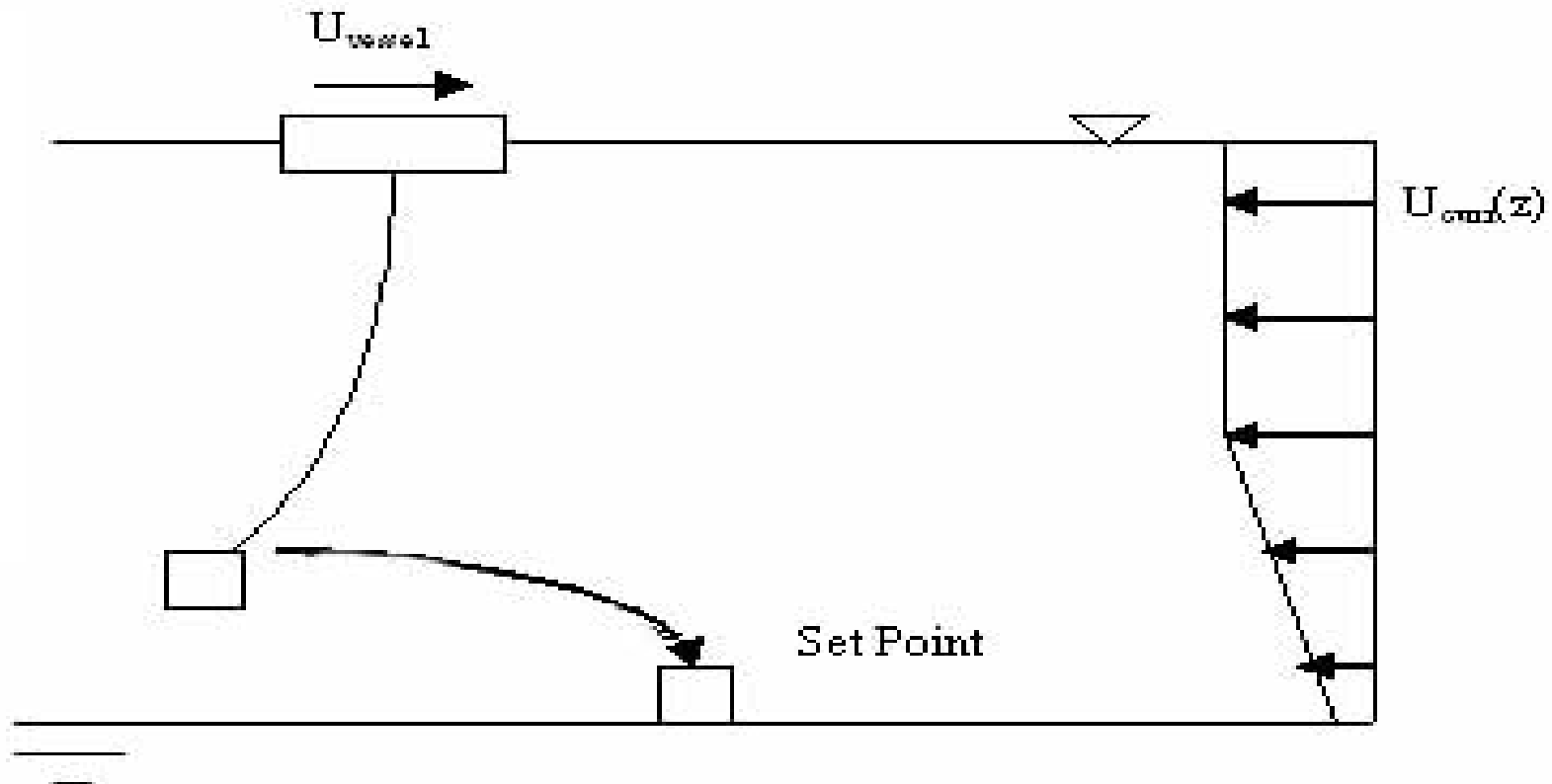
2: 25 t modul

3: ROV med kabelenhet

Like før landing



Effektiv posisjonering av lastobjekter på store dyp

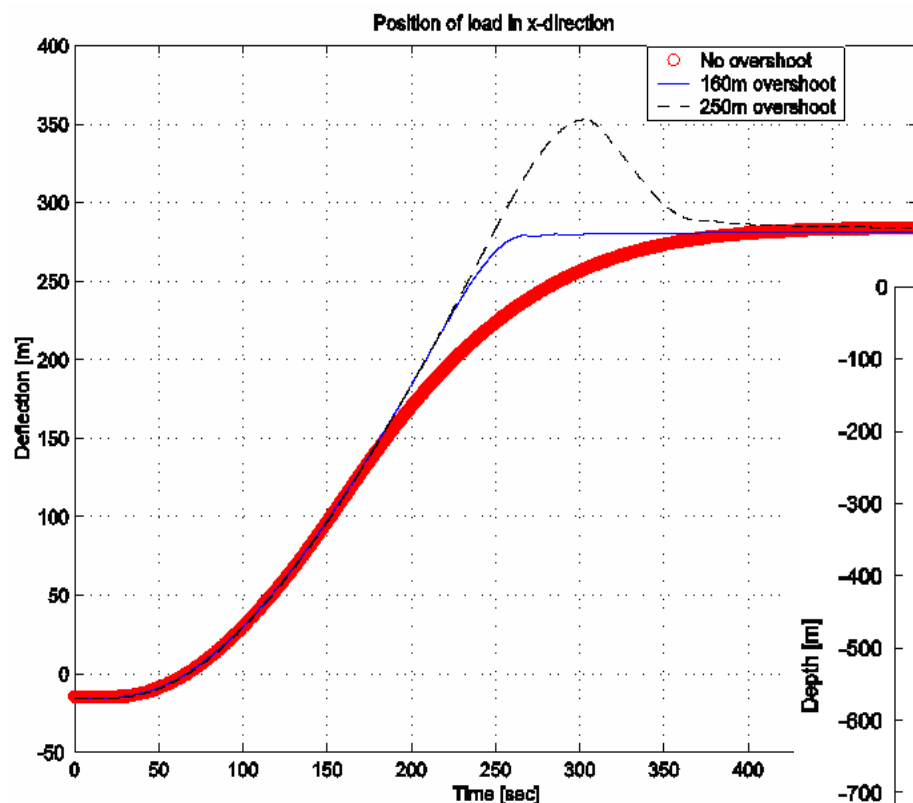


➔ Beregnet optimal bane for overflatefartøy
brukt som input til DP-systemet

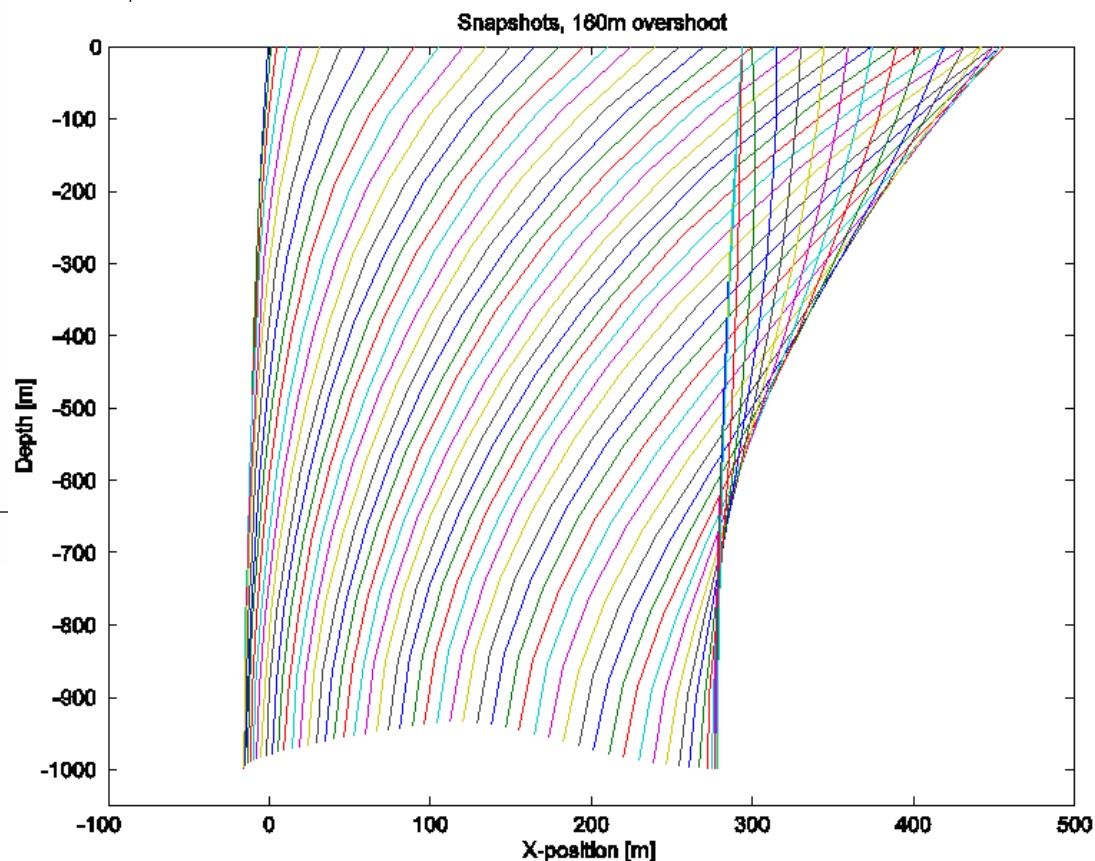
Effektiv posisjonering: Varierende oversvigning

Mål: Flytt last 300 m

‘Snap plot’ for 160 m oversvigning:



Vanndyp: 1000 m
Last vekt: 30 tons
Strøm: 0.8 m/s (motstrøm)



Fremtidens posisjonering av laster på store dyp?

