



## MOSJØEN Carbon Plant

Ramming og testing av betongpeler

Morten Alstad  
Multiconsult AS



Dato: Side: 2



### Oversiktsbilde før etablering av nytt areal



Dato: Side: 3



### Planlagt nytt areal



Dato: Side: 4



Dato: Side: 5



### Deltagere

- Utbygger: Elkem Aluminium Mosjøen
- Construction: Bechtel International INC
- Peleentreprenør: Kynningsrud Fundamentering AS
  
- Multiconsult AS har utført:
  - Rådgivning for Kynningsrud
  - PDA-målinger
  - CAPWAP-analyser
  - Rapportert statisk prøvebelastning

Dato: Side: 6



## Pelearbeider

- Ca 2800 stk betongpeler
- 39 m lange
- Totalt ca 110 000 lm
  
- 270x270 mm Jærbetong (Norge) Utgikk
- 345x345 mm Jærbetong (Norge)
- 350x350 mm forspente betongpeler (Oudenalen Holland)) for opptak av strekkrefter

Dato: Side: 7



## Grunnforhold

- Sand og silt, med lokale grus og humus lag. Noe fyllmasser i toppen.
- Mer enn 100 m til fjell.
- Variasjoner i lagringstetthet fra fast til løst.
- Opprinnelig gikk strandlinjen gjennom området.
- Området er opparbeidet, fra 1960 og opp til i dag, ved å spyle sand og siltmasser inn i fra Vefсна
- Området er dypkomprimert

Dato: Side: 8



## Dypkomprimering



Dato: Side: 9



Dato: Side: 10



## Fremdrift

- Oppstart med prøveping våren 2005
- Oppstart pelearbeider sensommeren 2005
- Pelearbeider ferdig våren 2006

Dato: Side: 11



## Krav til testforsøk på peler

Ved prøveping:

- Statisk trykkforsøk (7 stk.) med krav  $F = 4000$  kN
- Statisk strekkforsøk (3 stk.)
- Statisk lateralforsøk (6 stk.)
- PDA målinger kontinuerlig under ramming av pelene (39 m)
- PDA målinger ved etterramming av pelene

Ved produksjon:

- PDA målinger ved ramming; 2.5% av alle pelene (ca 70 stk)
- PDA målinger ved etterramming; 7.5 % av alle pelene (ca 210 stk)
- CAPWAP analyser

Dato: Side: 12



### Trykktest forsøk - Kapping av pel



Dato: Side: 13



### Kum rundt testpel



Dato: Side: 14



### Bygging av ramme



Dato: Side: 15



### Bygging av ramme



Dato: Side: 16



### Statisk trykkforsøk. - oppsett



Dato: Side: 17



### Installering av hydraulisk jekk



Dato: Side: 18



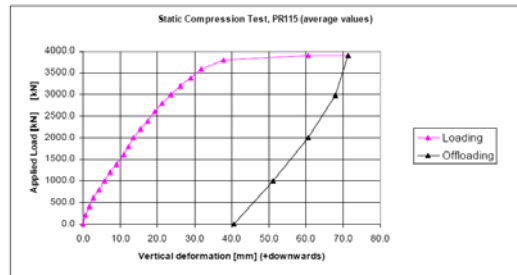
## Instrumentering



Dato: Side: 19



## Last-forskyvningskurve trykk



Dato: Side: 20



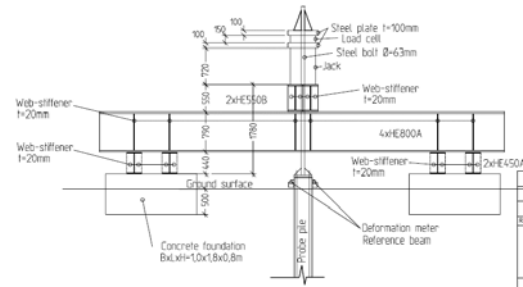
## Sammenligning av bæreevne fra statisk prøvebelastning, PDA and CAPWAP-analyser

Pel nr.	Pel type	Dybde i jord	Ved endt ramming	Etter 5 dager	Statisk bæreevne
101	270x270	38 m		1987 kN	1587 kN
205	270x270	37 m	1227 kN	1984 kN	1595 kN
112	350x350	36 m	1973 kN		3200 kN
125	350x350	35 m	1986 kN	3886 kN	3300 kN
115	345x345	35 m	1274 kN	3260 kN	3900 kN
116	345x345	28,5 m	1470 kN	2566 kN	2320 kN

Dato: Side: 21



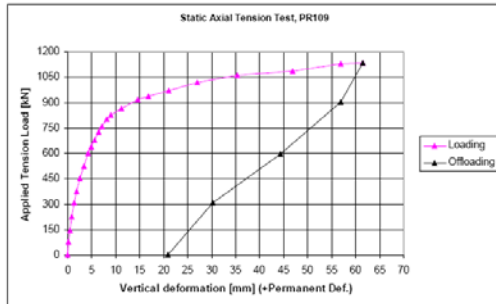
## Statisk strekk forsøk - Oppsett



Dato: Side: 22



## Last-forskyvningskurve strekk



Dato: Side: 23



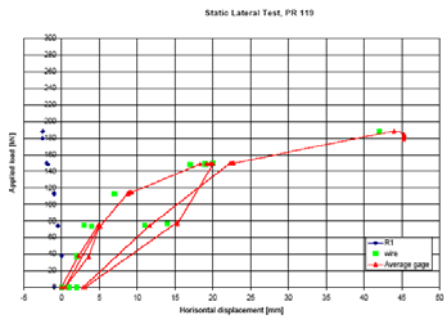
## Sammenligning av dokumentert bæreevne og strekkforsøk

Pel nr.	Dybde i jord	Ved endt ramming	Etter 5 dager	Statisk strekkforsøk	Strekk/trykk
109	37,5 m	1414 kN	3681 kN	825 kN	0,22
114	36,2 m		4478 kN	800 kN	0,18
117	37 m	1766 kN	2619 kN	975 kN	0,37

Dato: Side: 24



## Last-forskyvningskurve lateralt



Dato: Side: 25

## Lateral test

Pel nr.	Pel type	Dybde i jord	PDA [kN]	Statisk [kN]
103	345x345 Jærbetong	37,2 m	RS 2879	188
111	345x345 Jærbetong	37 m	RS 2560	188
113	345x345 Jærbetong	37 m	RS 3998	188
127	270x270 Jærbetong	38 m	RS 2775	125
119	350x350 Hollandsk	34,5 m	RS 4437	188

Dato: Side: 26



Dato: Side: 27



Dato: Side: 28

## Innledende pelearbeider

Bruk av **8 tonns** lodd gav:

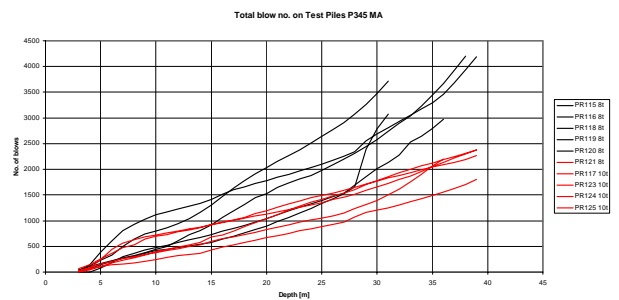
- Dårlig fremdrift, mange slag pr pel
- Ca 70-80 lm pr dag pr rigg
- Knusning av peletopp

Utførte forsøk med **10 tonns** lodd

- Ikke benyttet i Norge før på betongpeler

Dato: Side: 29

## Antall slag med 8 og 10 tonns lodd



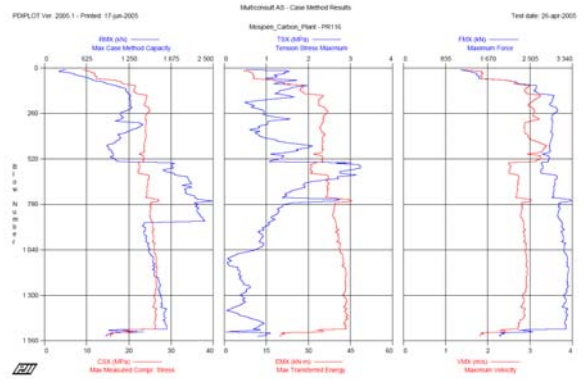
Dato: Side: 30

### Eksempel på PDA målinger for kontroll av rammespenninger



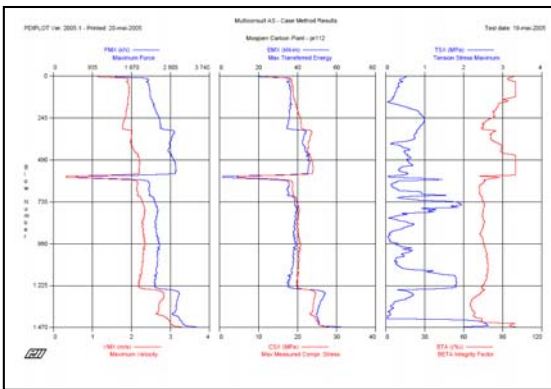
Dato: Side: 31

### Utskrift fra PDA med 8 tons lodd



Dato: Side: 32

### Utskrift fra PDA med 10 tons lodd



Dato: Side: 33

### PDA / Rambarhet eksempel

- 8 t Banut Classic
- 345x345 Jærbetong pel
- Strekkspenninger på maksimalt 3.2 Mpa
- Trykkspenninger på maksimalt ca 27 Mpa
- 1534 slag på 28,5 m
- 10 t Banut Classic
- 350x350 Oudenallen pel
- Dybde i jord = 36,2 m
- Strekkspenninger på maksimalt 2,5 Mpa
- Trykkspenninger på maksimalt ca 25 Mpa
- 1365 slag på 28,5 m (1534 med 8 t)

Dato: Side: 34

### Sammenstilling antall slag pr. 25, 30 og 35 m

Pel nr./ type	Z [m]	8t	10 t	EMX
103 / 345 x 345 Jærbetong	25		1383	40
	30		1638	
	35		2097	
116 / 345 x 345 Jærbetong	25	1460		
125 / 350 x 350 Oudenallen	25		1385	20 – 45
	30		1730	
	35		2150	
109 / 350 x 350 Oudenallen	25		1155	38 – 40
	30		1535	
	35		2005	
117 / 350 x 350 Oudenallen	25		1500	38 – 40
	30		1800	
	35		2080	
111 / 345 x 345 Jærbetong	25	2030		40
	30	2600		
	35	3387		

Dato: Side: 35



Dato: Side: 36



Dato: Side: 37



## Produksjon

- Opp til 7 pelerigger på anlegget
- 9 og 10 tonns fallodd (Banut)
- Dagsproduksjon på ca 900 lm

Dato: Side: 38



## PDA og CAPWAP målinger utført av Multiconsult AS

- Totalt 71 peler med kontinuerlig måling
- Totalt 229 peler på etterramming (5 dager)
- Totalt 266 CAPWAP analyser

Dato: Side: 39



## Erfaring fra peleramming 1

- Bruk av 8 tonn ga ca 70-80 lm pr rigg pr dag
- Bruk av 10 tonn ga ca 150 lm pr rigg pr dag
- Større lodd fører til større synk pr. slag, selv ved bruk av samme energi
- Særlig viktig fra 25 til 38 meter dybde
- Ved å øke fra 8 til 10 tonns lodd ble installasjonstiden forkortet betraktelig (bedre rambarhet). Antall slag ble redusert fra ca 3500-4000 til ca 2000. pr pel
- Pelen opplever færre slag, og det blir redusert risiko for utmatting.

Dato: Side: 40



## Erfaringer fra peleramming 2:

- Lite vrakpeler
- Viktig å skifte treverk ofte (pute)
- Bruk av PDA-målinger og CAPWAP-analyser er helt nødvendig for kontroll av rammespenninger og pelenes bæreevne

Dato: Side: 41



## Hilsen Mosjøen



Dato: Side: 42

