



28.11.2018

# Gjøa – erfaringer med strøm fra land Ingvald Sviland. Ansvarshavende



På Gjøa er alle enige om at  
strøm fra land  
er en kjempesuksess



# WE ARE NEPTUNE ENERGY

FEBRUARY 2018

# History



Gaz de France

GDF SUEZ

BY PEOPLE FOR PEOPLE



# A strategic position in the world

- E&P activity
- E&P main assets or projects
- Partner in the Snøhvit field and LNG plant





# Our main assets



**Gjøa**

Neptune Energy Equity: **30%**  
Gross 2P reserves: **153 Mboe**  
In production since: **November 2010**



**Cygnus**

Neptune Energy Equity: **39%**  
Gross 2P reserves: **110 Mboe**  
In production since: **December 2016**



**Touat**

Neptune Energy Equity: **35%**  
Gross 2P reserves: **432 Mboe**



**Jangkrik**

Neptune Energy Equity: **33%**  
Gross 2P reserves: **250 Mboe**

# Norwegian Assets



Snøhvit (Barents Sea)



Njord (Norwegian Sea)



Gjøa (North Sea)



Fram (North Sea)



Gudrun (North Sea)



# Main Office Stavanger

# Florø Base





# VNG Norge to Neptune Energy Norge

---

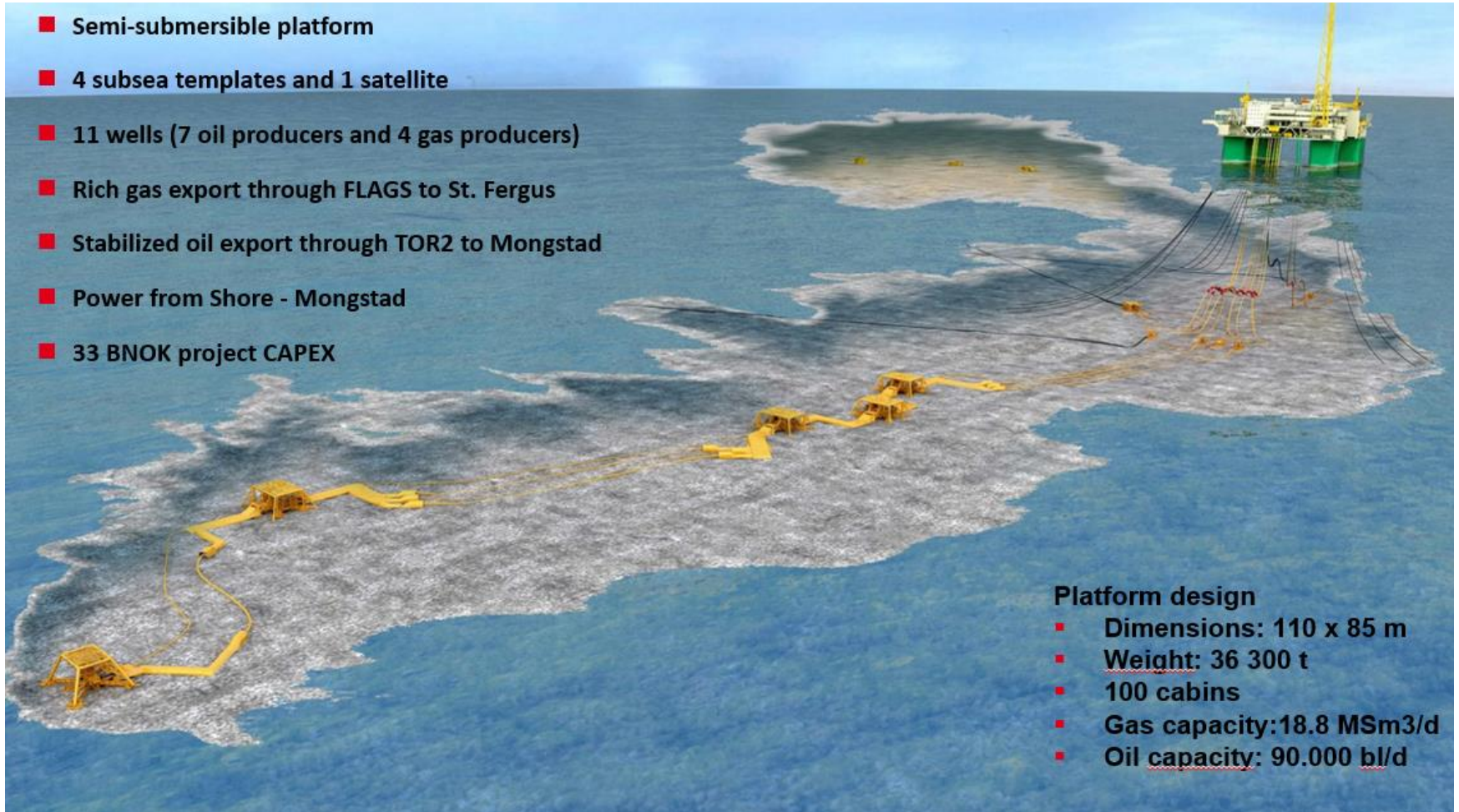
Neptune Energy Group Completes Acquisition of VNG Norge AS



Neptune Energy Group today announces the closing of the acquisition of VNG Norge AS ("VNG Norge"), as signed on 28 June.

# Gjøa – fact sheet

- Semi-submersible platform
- 4 subsea templates and 1 satellite
- 11 wells (7 oil producers and 4 gas producers)
- Rich gas export through FLAGS to St. Fergus
- Stabilized oil export through TOR2 to Mongstad
- Power from Shore - Mongstad
- 33 BNOK project CAPEX

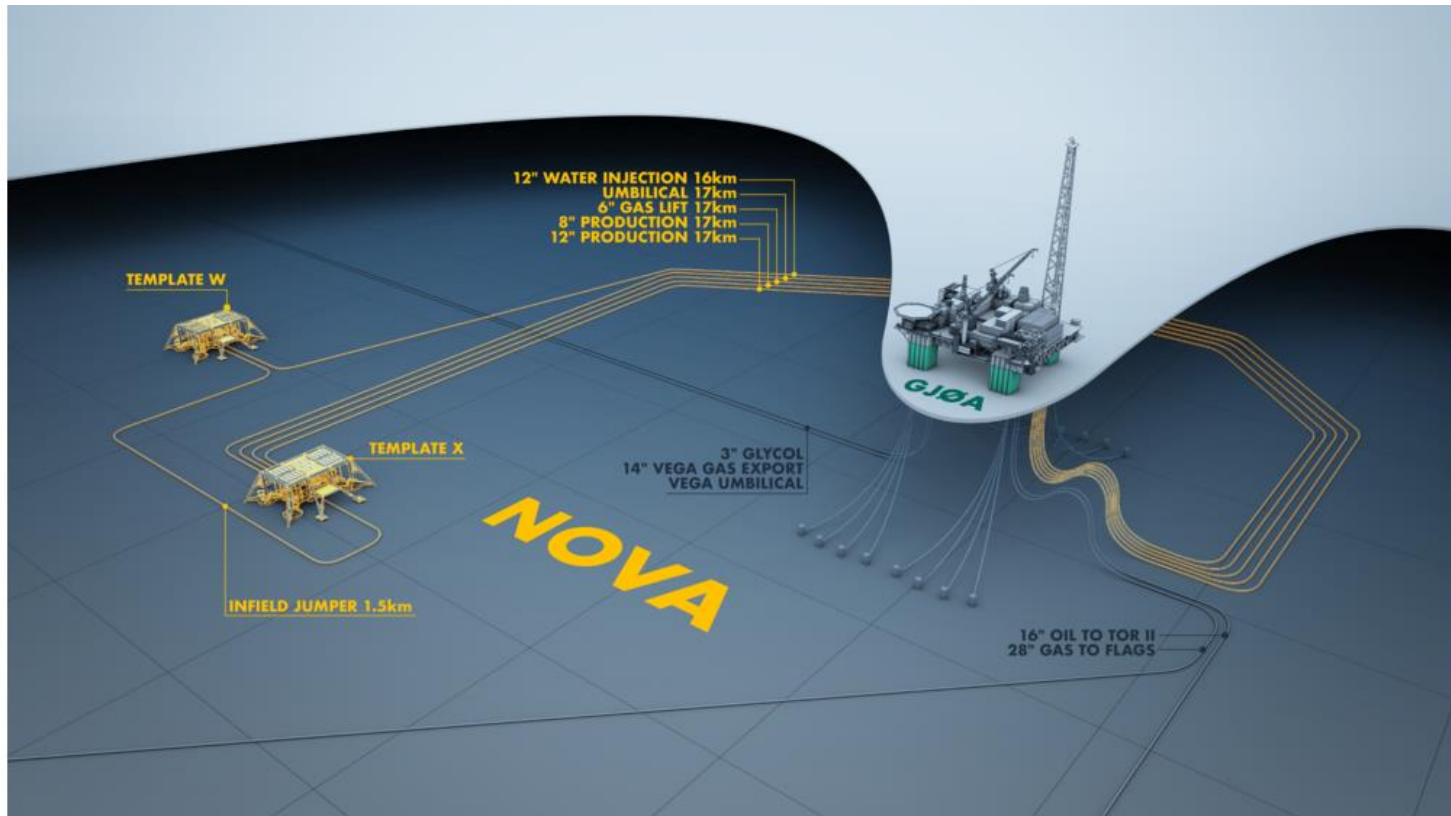


## Platform design

- **Dimensions:** 110 x 85 m
- **Weight:** 36 300 t
- 100 cabins
- **Gas capacity:** 18.8 MSm<sup>3</sup>/d
- **Oil capacity:** 90.000 bbl/d



# Nova field tie-back to Gjøa



Wintershall investerer 9,9 milliarder kroner i Nova-feltet i Nordsjøen. Utbyggingsplanen ble levert til myndighetene onsdag. (Foto: Wintershall)

NOVA-FELTET

## Bygger ut Nova-feltet for 9,9 milliarder kroner



A photograph of three workers in orange safety gear and hard hats, smiling and looking upwards. They are standing in front of a large, complex industrial structure, likely a power plant or offshore facility. The workers are wearing communication equipment, including headsets and microphones. The background shows a dense network of metal beams, ladders, and pipes under a clear blue sky.

28.11.2018

# Power from Shore

# Why Power from Shore?

---

- Reduced «topside Weight and Size
- Less maintenance and simplified operation
- Working environment (noise, vibration)
- Flexible regard changes in engineering period
- Emission to air
- Governmental directions
- Reduced Capex





# Gjøa startet produksjon høsten 2010

---

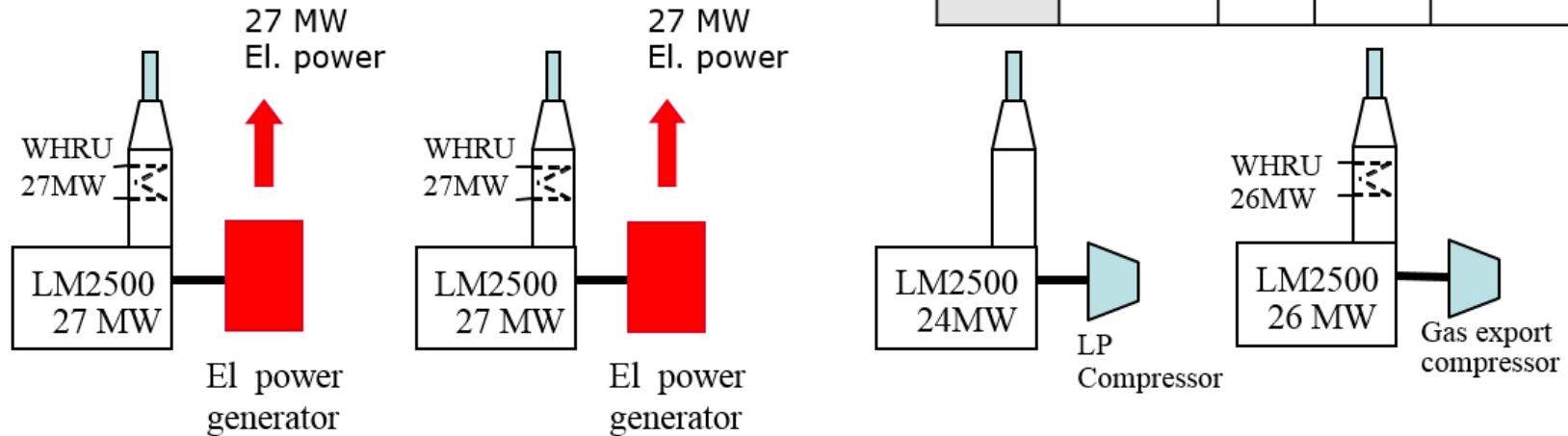
- Verdens første flytende plattform med trefase strøm fra land.
- Kabel 100 kilometer lang fra Mongstad i Hordaland.
- Spenning 90 kV
- Effekt 40 – 45 MW
- Electrify Gjøa ~700 Mill NOK



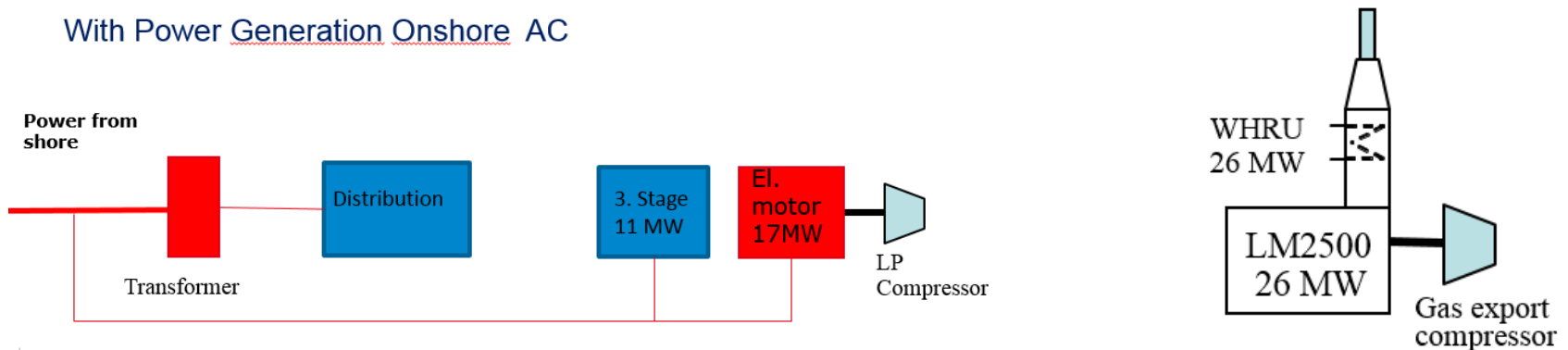


# Gjøa – Power generation alternatives

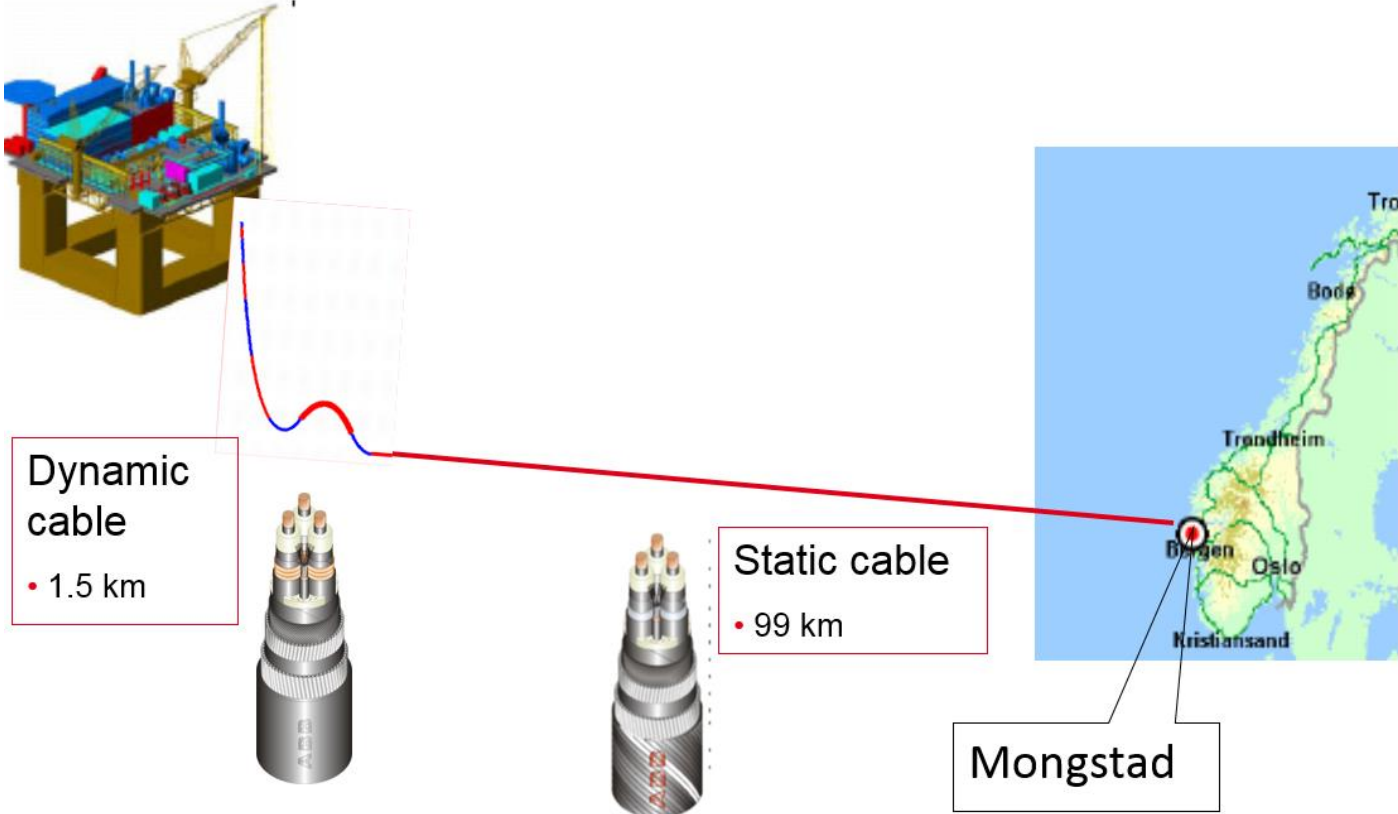
## With Power Generation Offshore



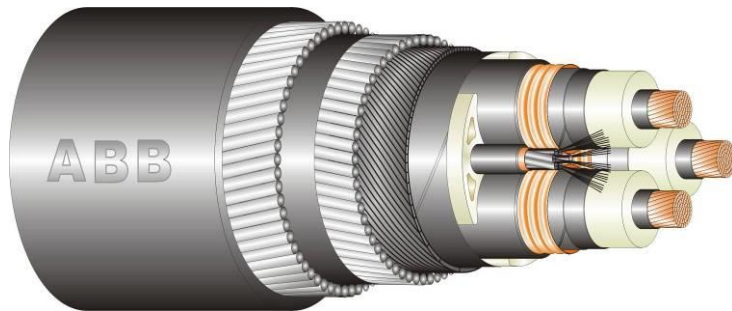
## With Power Generation Onshore AC



# Cable installation Gjøa, Overall picture



# 115 kV XLPE cable system, Gjøa



## Project:

115 kV AC cable system  
for Gjøa floating oil platform  
in the North Sea, Norway  
for StatoilHydro

## Cable type:

XLPE 3 x 240 mm<sup>2</sup> Cu, static cable with lead sheath  
XLPE 3 x 300 mm<sup>2</sup> Cu, dynamic cable with  
corrugated copper sheath

## Length:

99 km static submarine cable  
1,5 km dynamic submarine cable

## Scope of supply:

Cable system including accessories  
and installation.

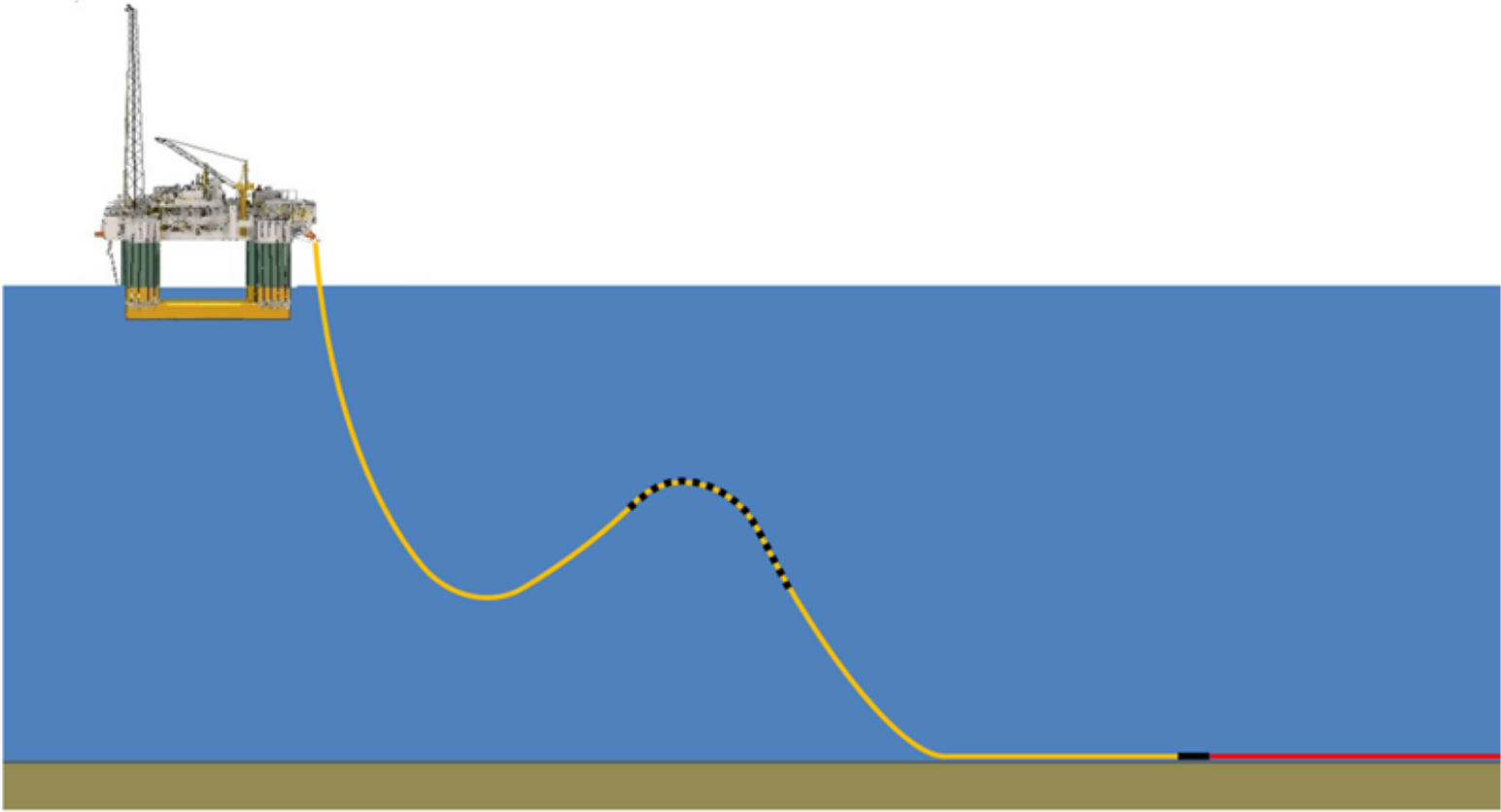
## Year:

Installation 2009-2010



# Gjøa dynamic cable

---



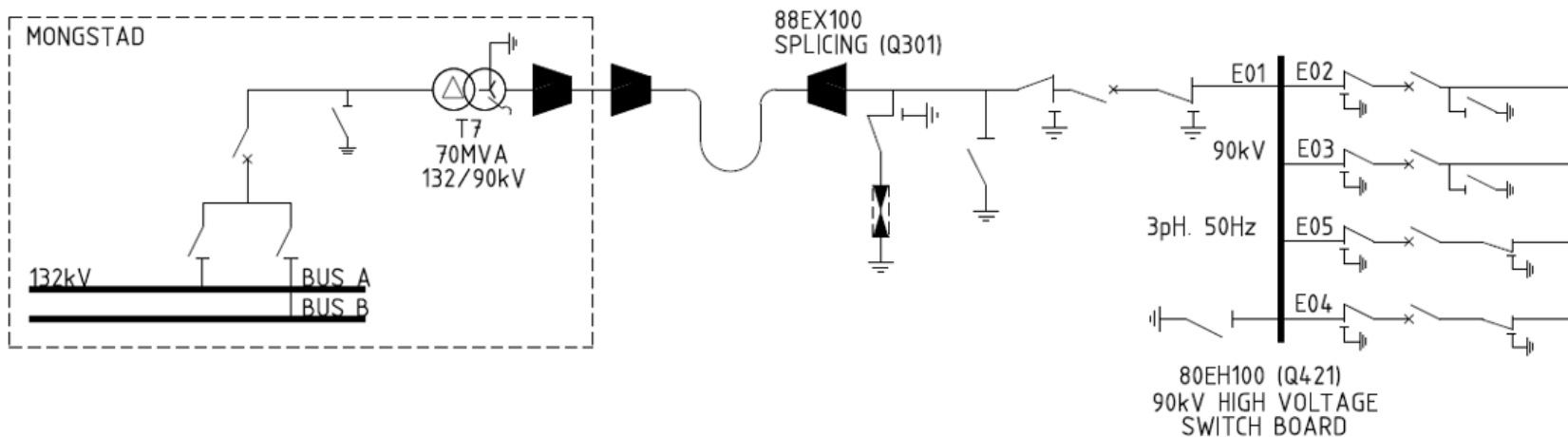
# Mongstad - Gjøa

Mongstad

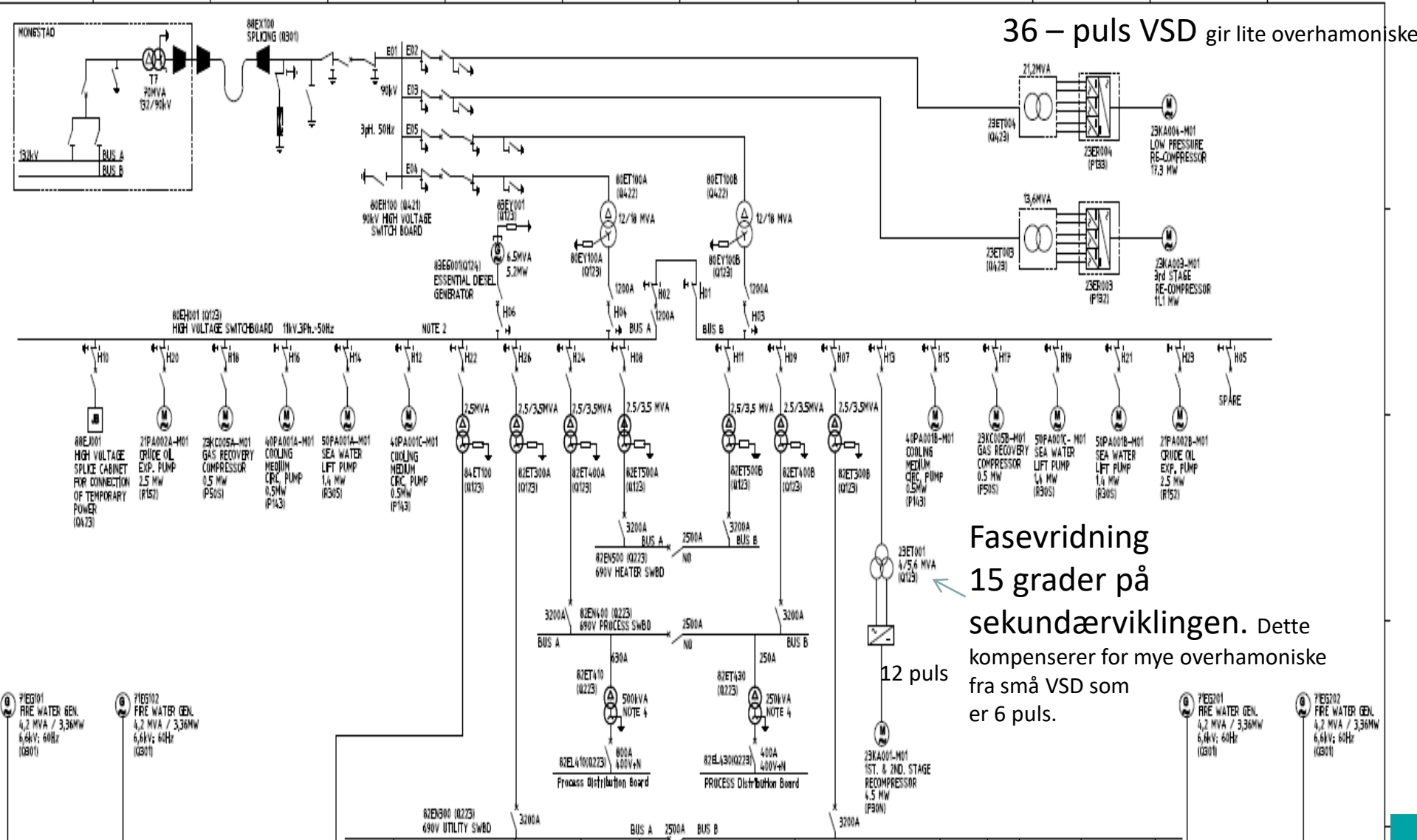
T7

Sjøkabel

Gjøa



# Enlinjeskjema Gjøa

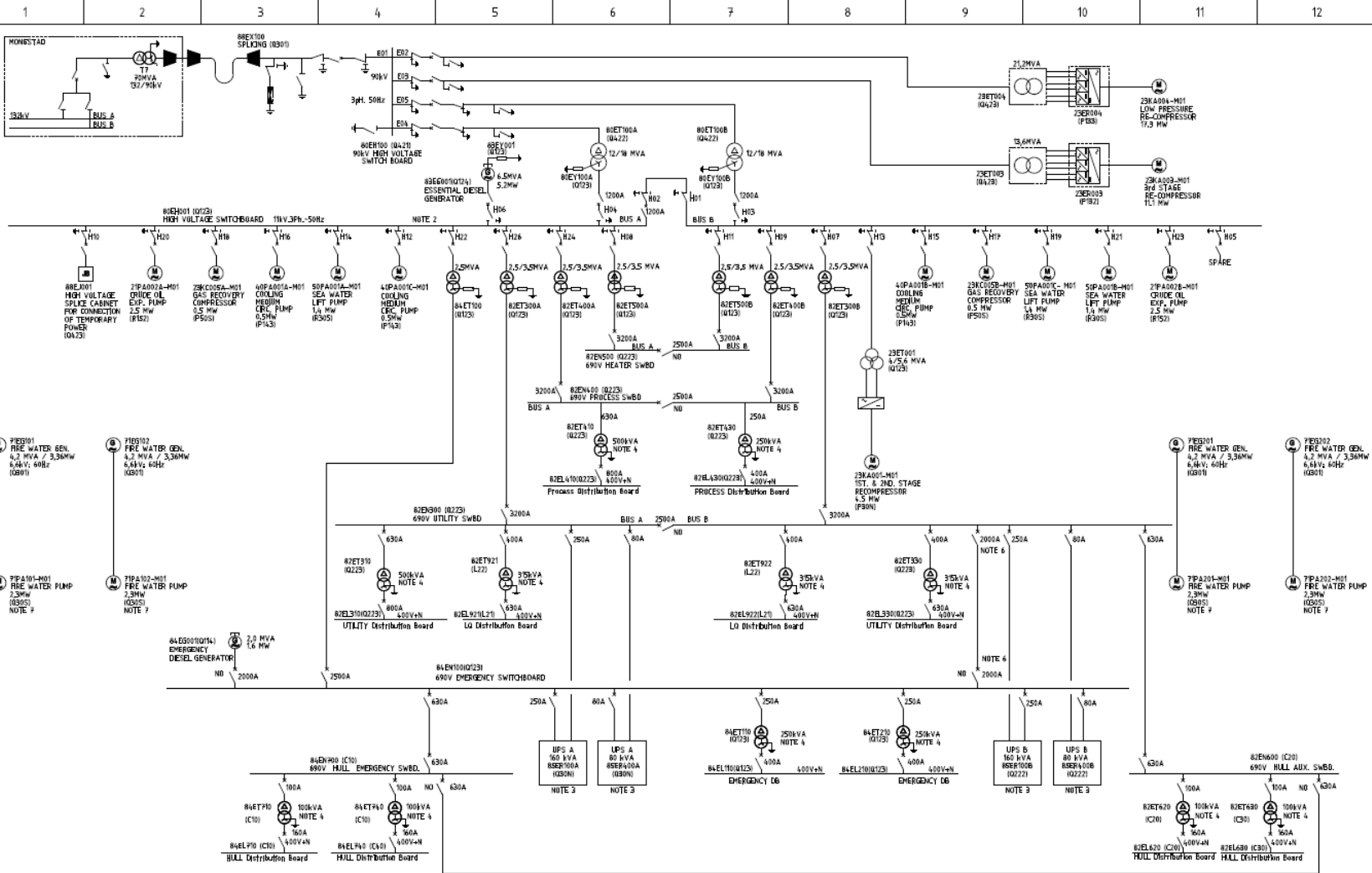


36 – puls VSD gir lite overharmoniske

Fasevridning  
15 grader på  
sekundærviklingen. Dette  
kompenserer for mye overharmoniske  
fra små VSD som  
er 6 puls.

12 puls





- NOTES:
1. ALL FEEDERS, AND BREAKERS ARE NORMALLY CLOSED UNLESS OTHERWISE INDICATED.
  2. ALL HV CIRCUIT BREAKERS ARE RATED 430A UNLESS OTHERWISE STATED.
  3. REF. ELECTRICAL SINGLE LINE DIAGRAM UPS C097-AGK-E-XJ-0005-01/02
  4. REF. ELECTRICAL SINGLE LINE DIAGRAM UPS C097-AGK-E-XJ-0002-01/02
  5. MAX. EARTH FAULT ON 11kV IS LIMITED TO 20A FOR 1 SEC. PER TRANSFORMER/GENERATOR. MAX EARTH FAULT ON 400V IS LIMITED TO 100A FOR 1 SEC. PER TRANSFORMER.
  6. PAD LOCKED IN OPEN POSITION.
  7. REF. CONNECTION DIAGRAM FW CONTAINERS C097-ADC-E-AT-0023-01 SHEET 16/28

05.06.09	ISSUED FOR DETAIL ENGINEERING	EDJ	MJ	JSL
07.05.09	ISSUED FOR DETAIL ENGINEERING	EDJ	MJ	JSL
01.10.07	ISSUED FOR DETAIL ENGINEERING	EDJ	BKL	JSL
03.09.07	ISSUED FOR DETAIL ENGINEERING	EDJ	H20	JSL
31.08.07	ISSUED FOR DETAIL ENGINEERING	EDJ	EP	HDA
16.07.07	ISSUED FOR DETAIL ENGINEERING	EDJ	EP	HDA
26.04.07	ISSUED FOR DETAIL ENGINEERING	EDJ	EP	HDA
28.02.07	ISSUED FOR DETAIL ENGINEERING	AB	EP	HDA

**STATOIL** Project name: **Gjøa Semi EPCH**

**AKER KVAERNER** Drawing title: **SINGLE LINE DIAGRAM MAIN POWER SYSTEMS**

Project: **C097-AGK-E-XJ-0001-01**

Sheet: **01** of **01**

Drawn: **AB** EP HDA

Checked: **EP** HDA

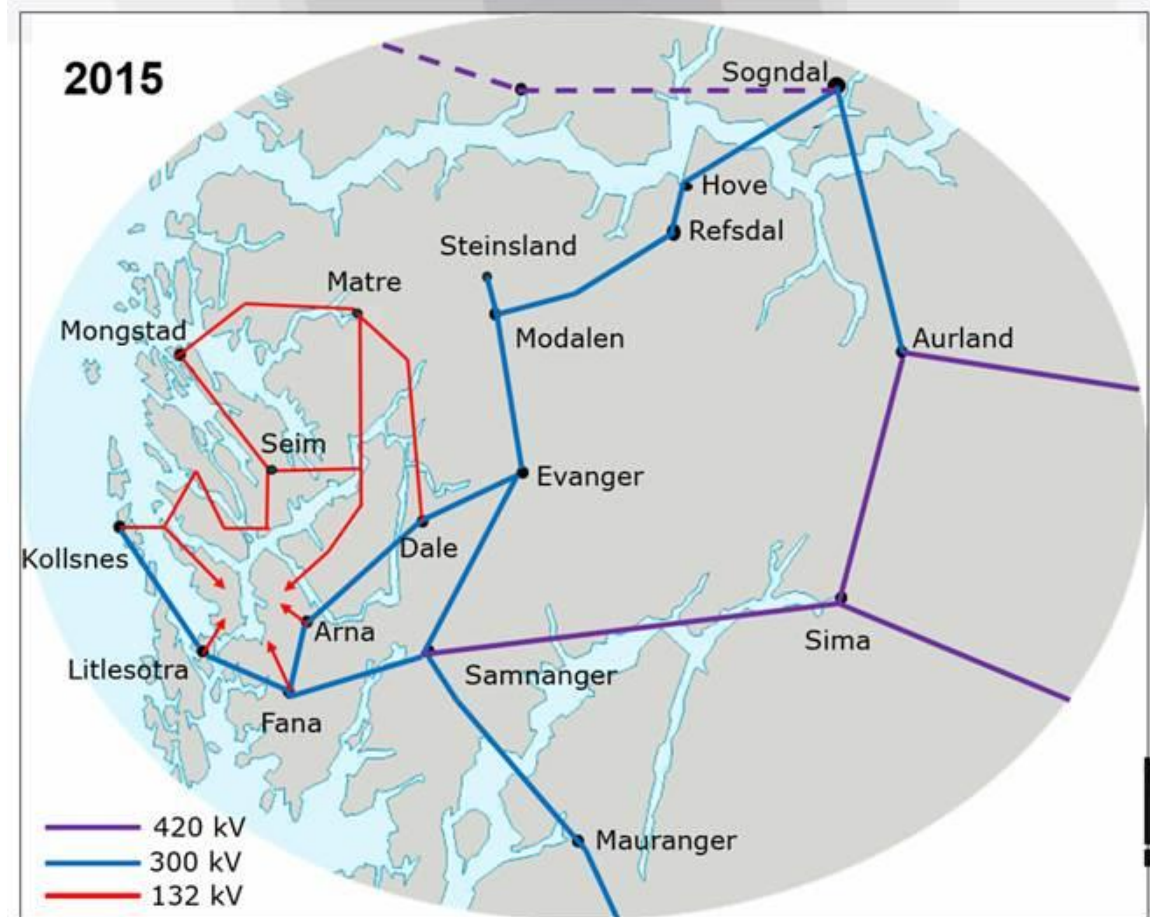
Approved: **AB** EP HDA

Scale: **1:1**

System: **ALL**

# Gjøa kraft kilder på Mongstad fra start til 2018

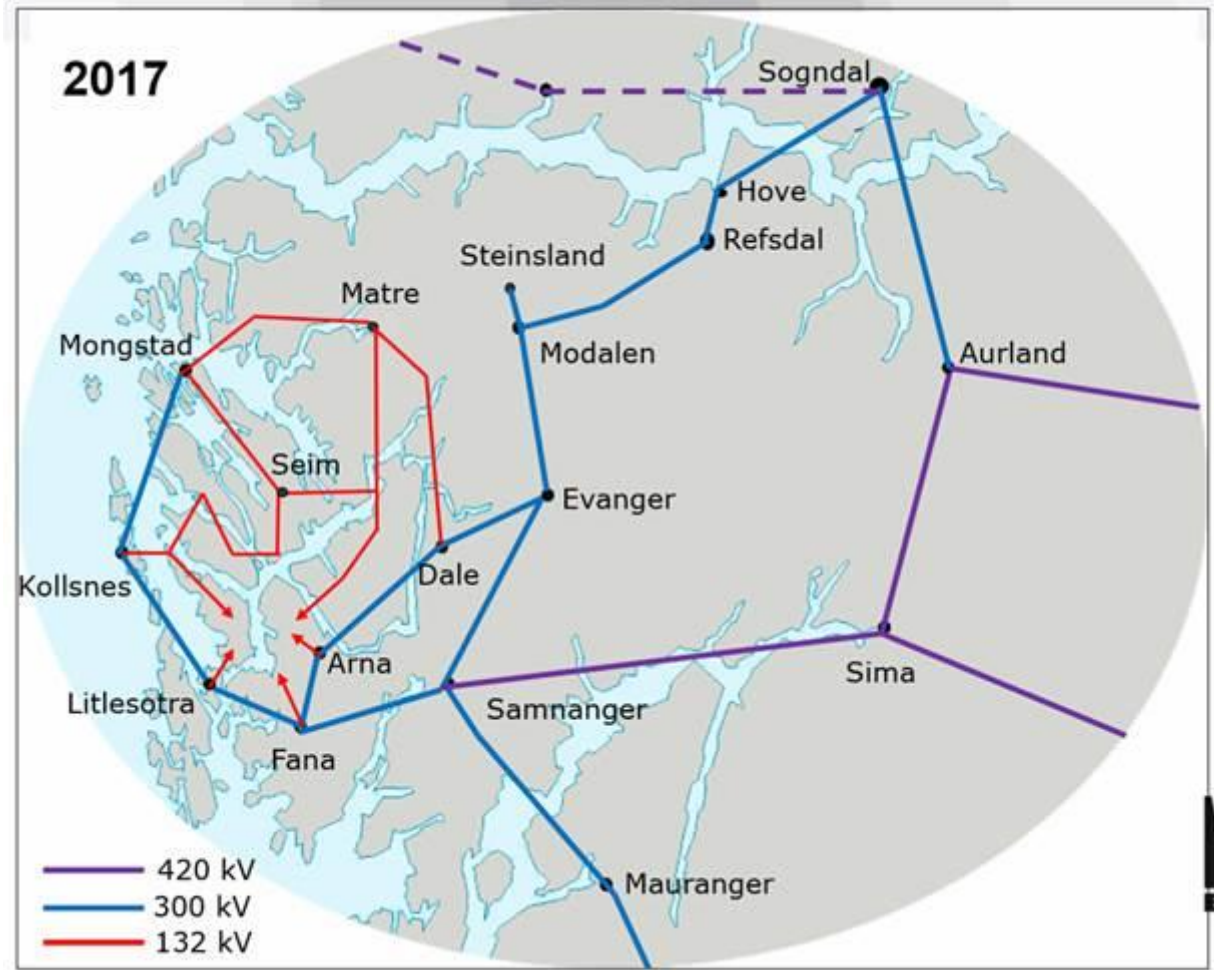
- 132 kV fra Matre
- 132 kV fra Seim
- Mongstad Gasskraftverk



# 2018 er bra

## 2019 Kritisk uten Gasskraftverk og Matre

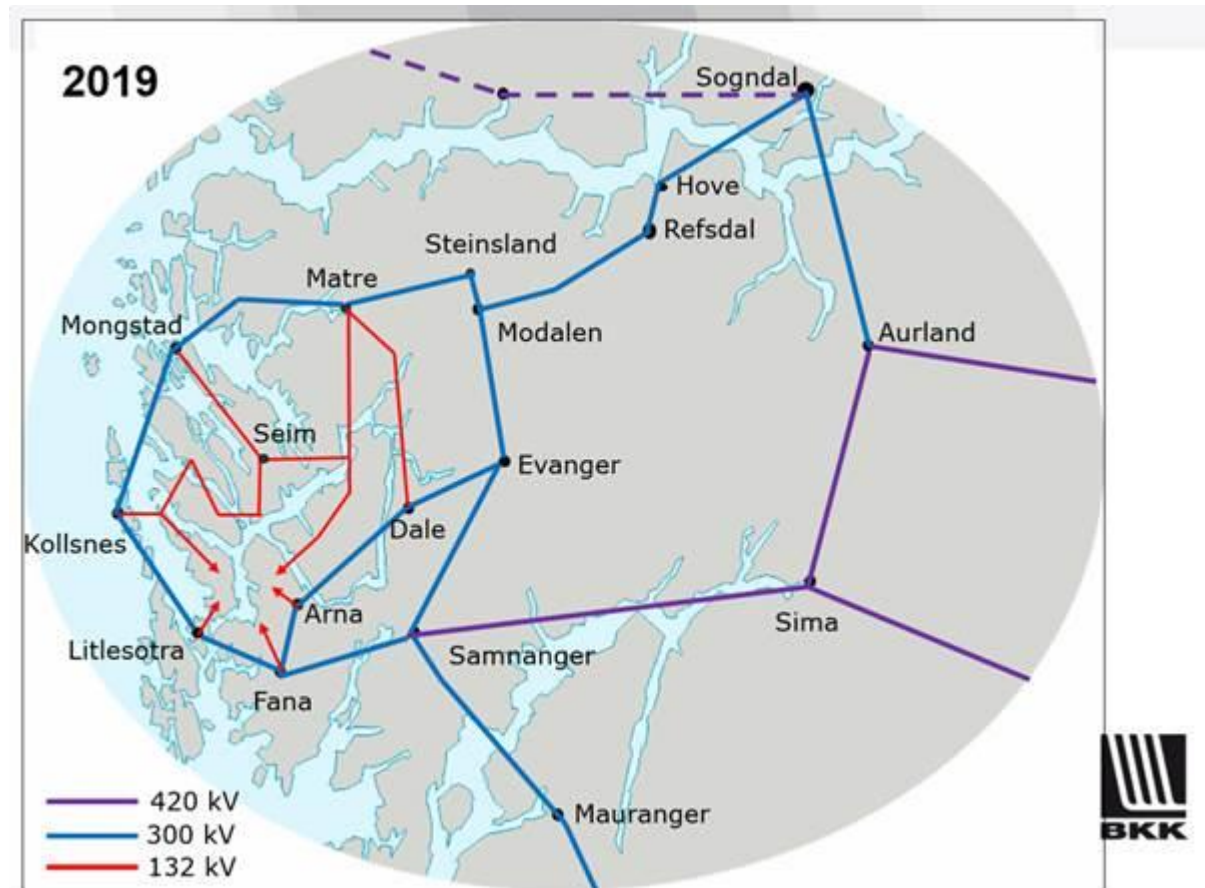
- 132 kV fra Matre
- 132 kV fra Seim
- Mongstad Gasskraftverk
- 300 kV fra Kollsnes  
(Bare en 300/132 kV trafo på Mongstad)





# Fra 2020

- 300 kV fra Matre
- 132 kV fra Seim
- 300 kV fra Kollsnes (1 trafo)



# Lastflyt målinger og beregninger

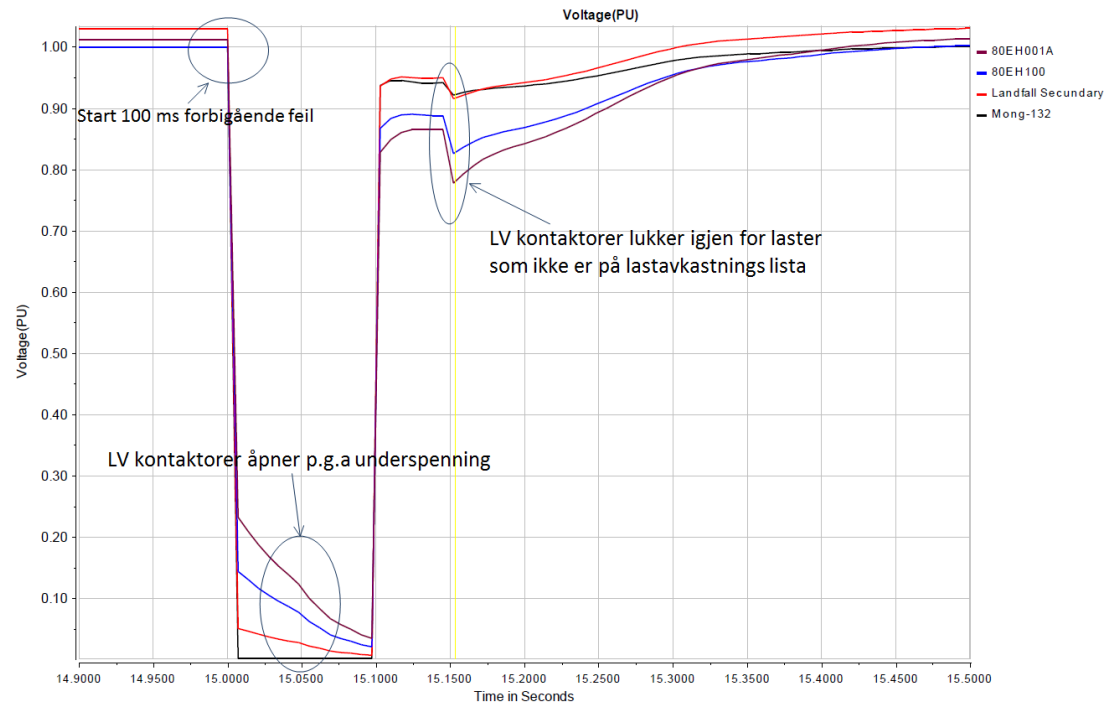
- Lastflyt beregningene viser god samsvar med målingene
- Tap i transmisjon er fra om lag 540 kW til 5% fra tomgang til normal last
- Kabelen representerer det største tapet
  - 83 % av tapene i tomgang
  - 90 % av tapene i normal last
- For beregningene er det antatt en konservativ kabelresistans
  - Gir et for stort tap (248 kW avvik i tomgang)
  - Gir et større spenningsfall ut til Gjøa (1.5 % avvik for 90 kV Gjøa i tomgang)
  - Resulterer i en ikke konservativ tilbakemating av reaktiv effekt (4.4 % avvik inn til 132 kV Mong)

		Tomgang			Normal last 29.1 MW $\cos(\phi)=0.938$		
		Målt	Beregnet	Avvik	Målt	Beregnet	avvik
Tap transmisjon	P [kW]	540	788	248	1450	1740	290
	P [%]				5.0	6.0	
Mong 132	U [kV]	138	138		138	138	
	I [A]	145	142	1.9 %	165	163	1.2 %
	P [MW]	0.54	0.79	45.9 %	31	31	0.9 %
	Q [MVar]	-35	-34	3.1 %	-25	-24	4.4 %
Mong T7 sekundær	Trinn	6	6		9	9	
	U [kV]	86	85	0.8 %	91	90	0.5 %
	I [A]	242	237	1.9 %	256	256	0.0 %
	Q [MVar]		-35			-26	
	P [MW]					31	
	$\Delta P$ [kW]		135			180	
	$\Delta Q$ [MVar]	3.4	2.8		-1.3	-2.9	
kabel	$\Delta U$ [kV]	3.4	2.8		-1.3	-2.9	
	$\Delta I$ [A]	242	237		-55	-52	
	$\Delta P$ [kW]		653			1560	
	$\Delta Q$ [MVar]		-35			-36	
Gjøa 90 kV	U [kV]	89.6	88.2	1.5 %	89.2	87.2	2.3 %
	I [A]	0	0		201	204	1.5 %
	P [MW]	0	0		29	29	
	Q [MVar]	0	0		10	10	

Verdier satt i lastflyt program

# Drift gjennom forbigående feil i BKK nett

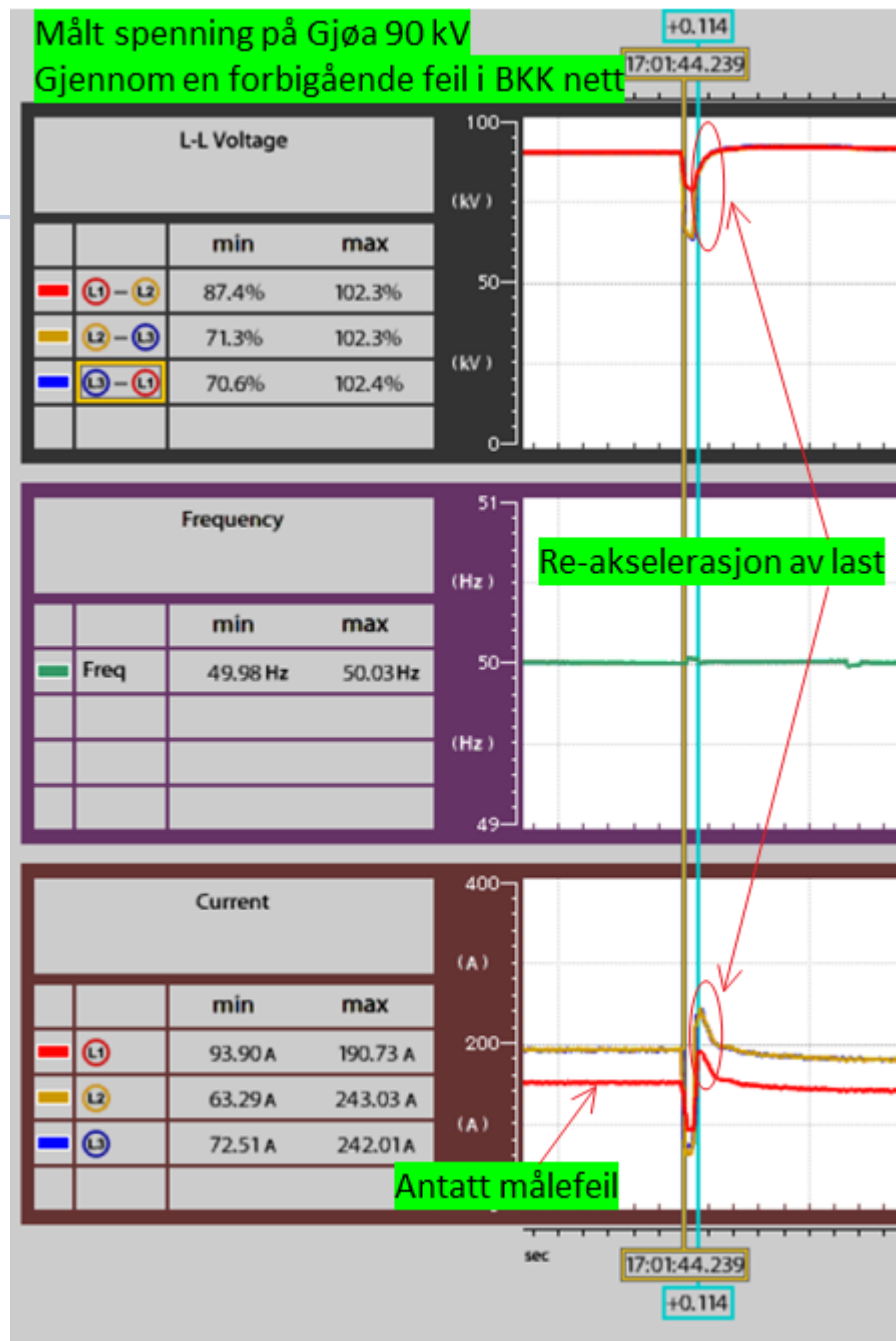
- Forbigående feil i BKK nettet vil forplante seg ut til Gjøa
- En forsterking av nettet ved hjelp av flere linjer inn til Mongstad vil gi flere forbigående feil
- Viktig at spenninga på Gjøa kommer raskt tilbake etter en forbigående feil
  - Motorer skal re-akselerere
  - Kontaktorer som har falt ut skal ha tilfredsstillende spenning for å lukke igjen
- Underspenningsvernene ble koordinert slik at all last som ikke var nødvendig for å holde produksjonen i gang blir kastet raskt
- Opprinnelig var målet at Gjøa skulle gå gjennom en feil på 500ms
- Den faktiske grensen er trolig opp mot 350ms for en 3-fase feil med ingen spenning ved Mongstad





# Underpenningsvern koordinert med BKK nett

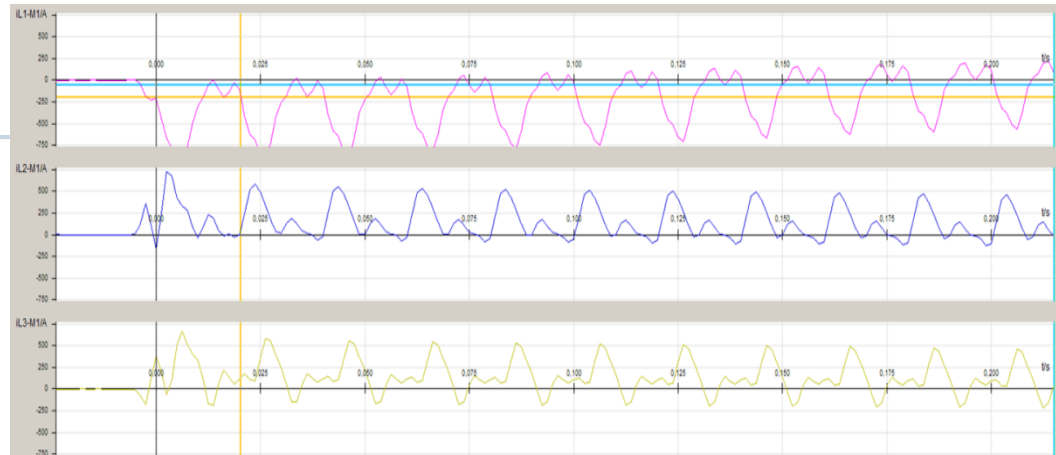
- Olje eksport pumpene (11 kV 2.5MW) ble forholdsmessig ofte koplet ut pga underspenning
  - ikke nødvendige for å opprettholde produksjonen
  - Trip satt til 100ms ved spenning under 80 %
- BKK vil koble bort en linje med feil innen 100ms
- Fordeling av feil:
  - 50 % av feila er fase til jord feil
  - 50 % av feila er trefase eller linje til linje feil
- For en verst tenkelig fase til jord feil i BKK nettet vil spenningen ute på Gjøa bli om lag 60 %
- Nye settinger for underspenningsvern for eksport pumpene ble satt til
  - 120 ms for å bli selektive med BKK vern



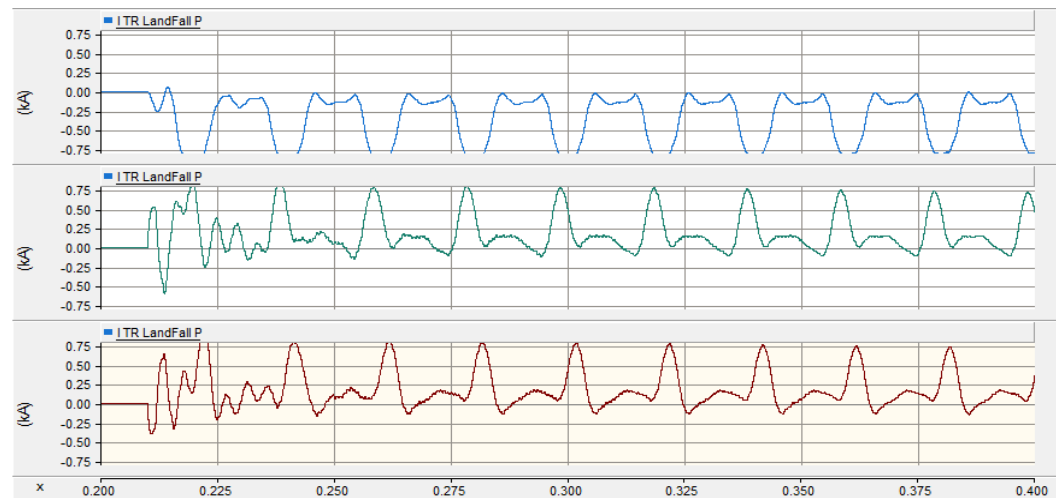
# Innkobling av transformator og kabel

- Målinger og simuleringer av strøm på primærsiden av T7 ved innkobling av transformator og kabel
- Målinger og simuleringer har de samme trendene men..
- Målingene viser en mindre toppverdi enn simuleringene
  - Vet ikke hvor på spenningsbølgen transformatoren ble koblet inn
  - Remanens i transformator ukjent
  - Oppstrøms konfigurasjon på nettet er ikke kjent
- Målingene viser en raskere demping enn simuleringene
  - Antakelig en større resistans i oppstrøms nett enn hva som er brukt i simuleringen
  - Transformatorens tidskonstant kan være litt feil i simuleringene
- Målingene viser mer høye harmoniske komponenter enn simuleringene
  - Representasjon av kabel

## Målinger



## Simuleringer



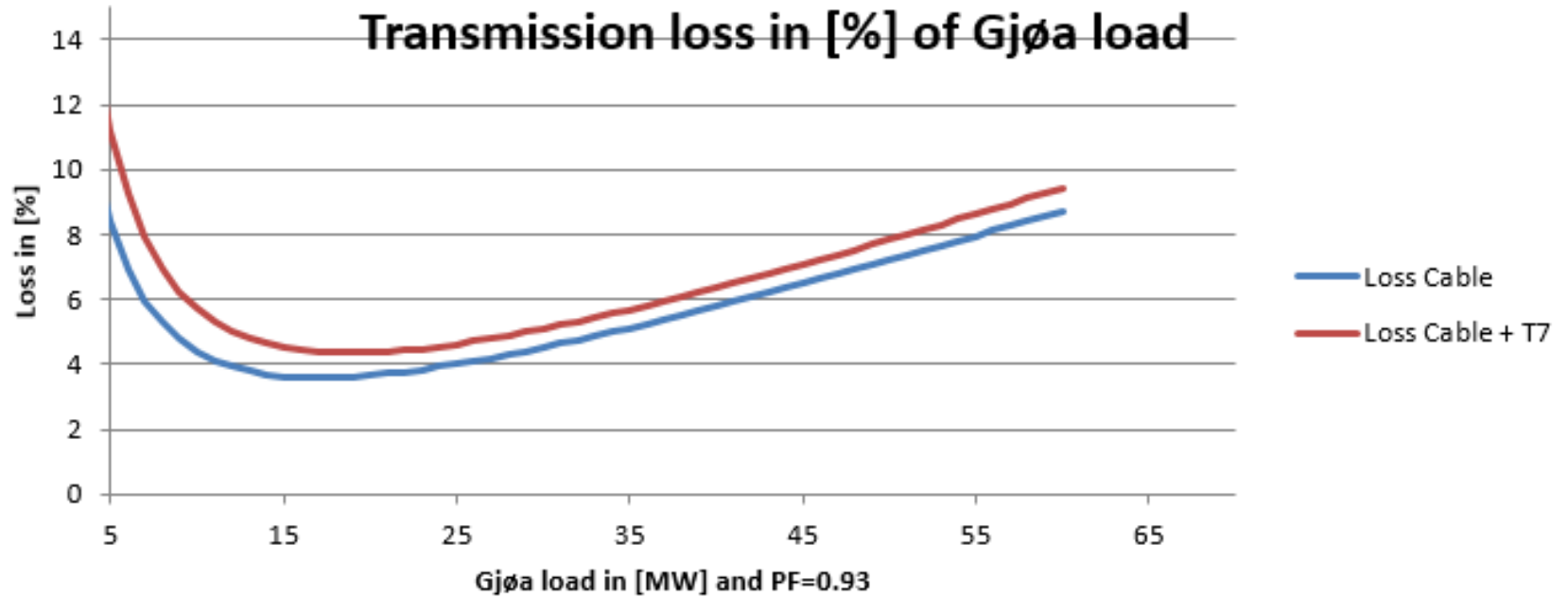


A photograph of three workers in orange safety suits and white hard hats with blue communication equipment. They are standing in front of a large, complex industrial structure made of metal scaffolding and pipes. The workers are smiling and looking upwards. The background is a clear blue sky.

28.11.2018

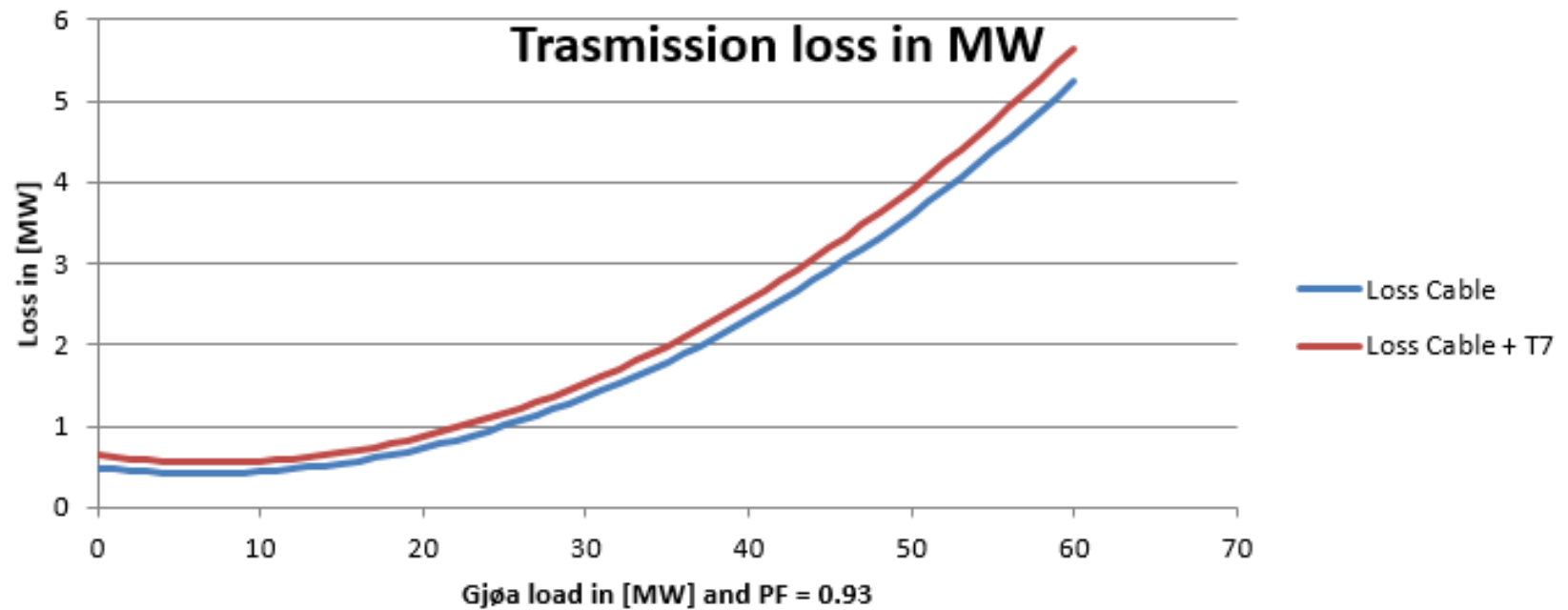
# Loss / Tap i kabelen

# % loss

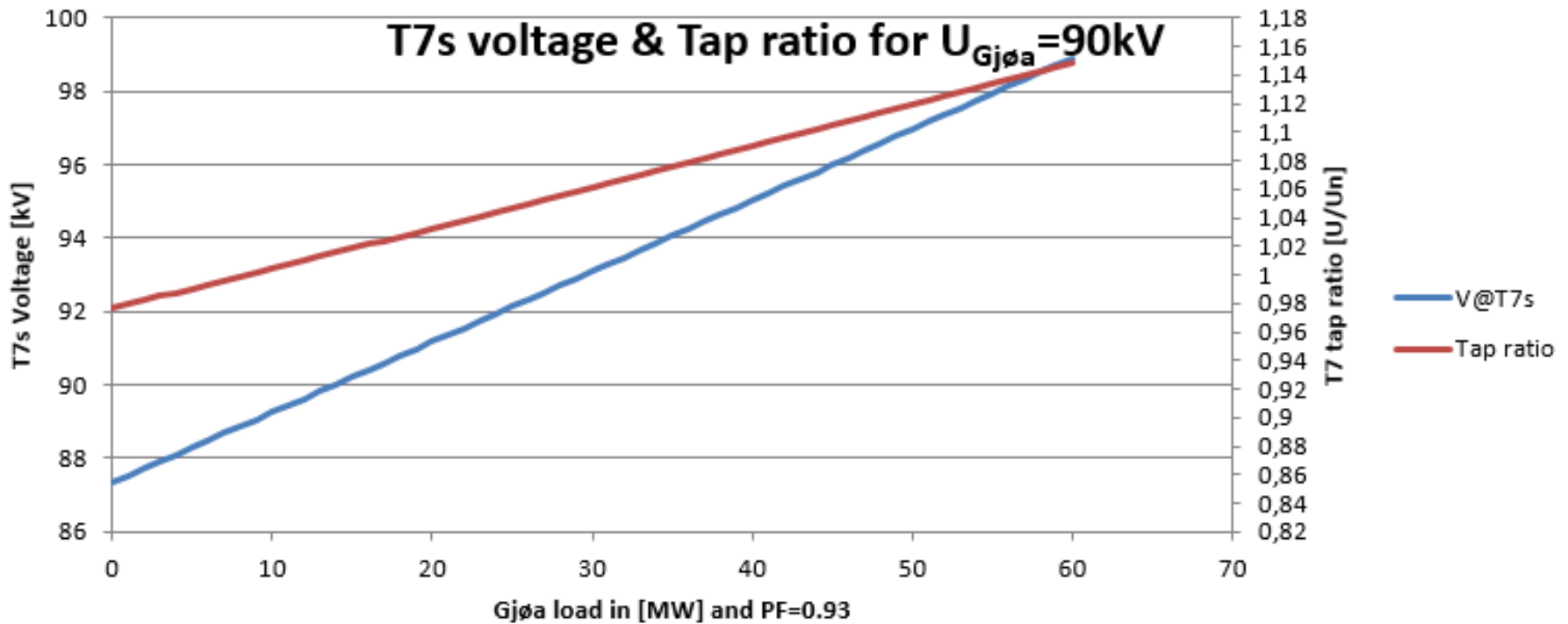




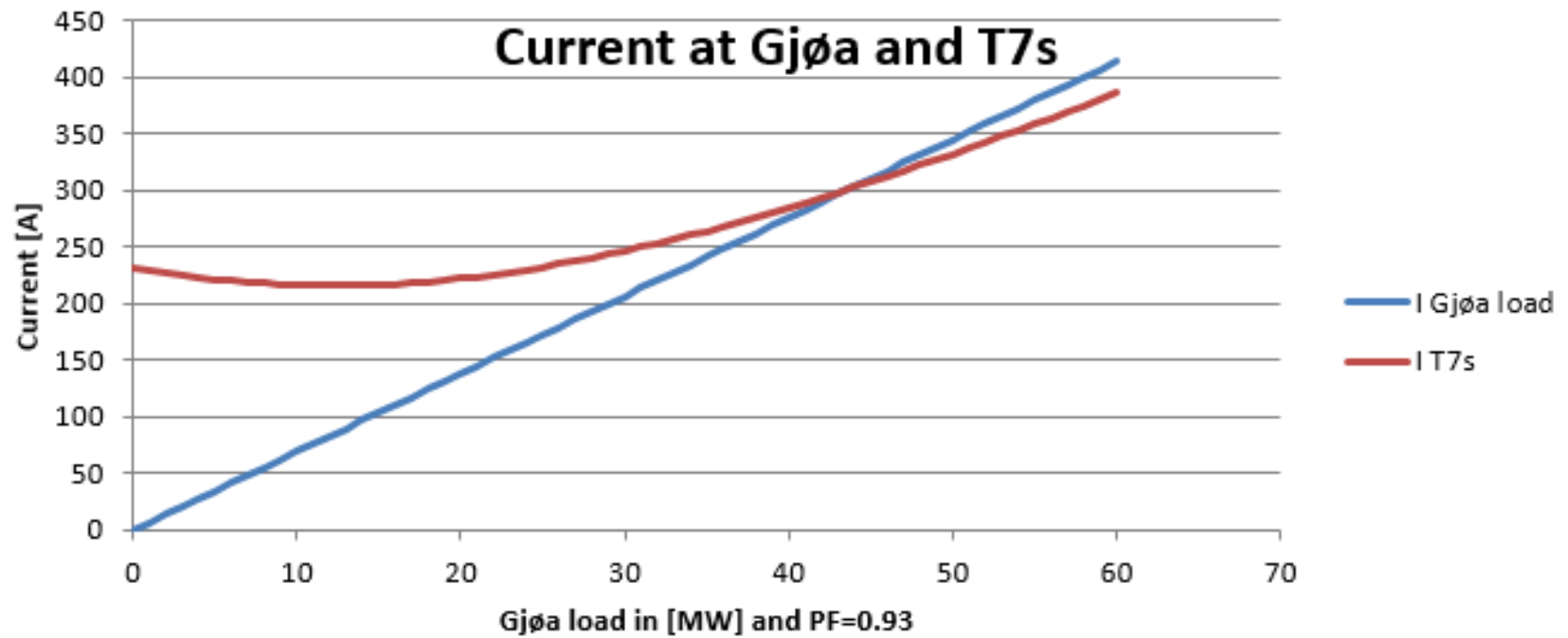
# MW loss



# Voltage



# Current



A photograph of three workers in orange safety suits and white hard hats with blue communication equipment. They are standing in front of a large, complex industrial structure made of white metal frames and pipes. The workers are smiling and looking upwards. The scene is brightly lit, suggesting a clear day.

28.11.2018

# Lastøkning



# Current in the cable sections

Document No. UPS-2013007-R01

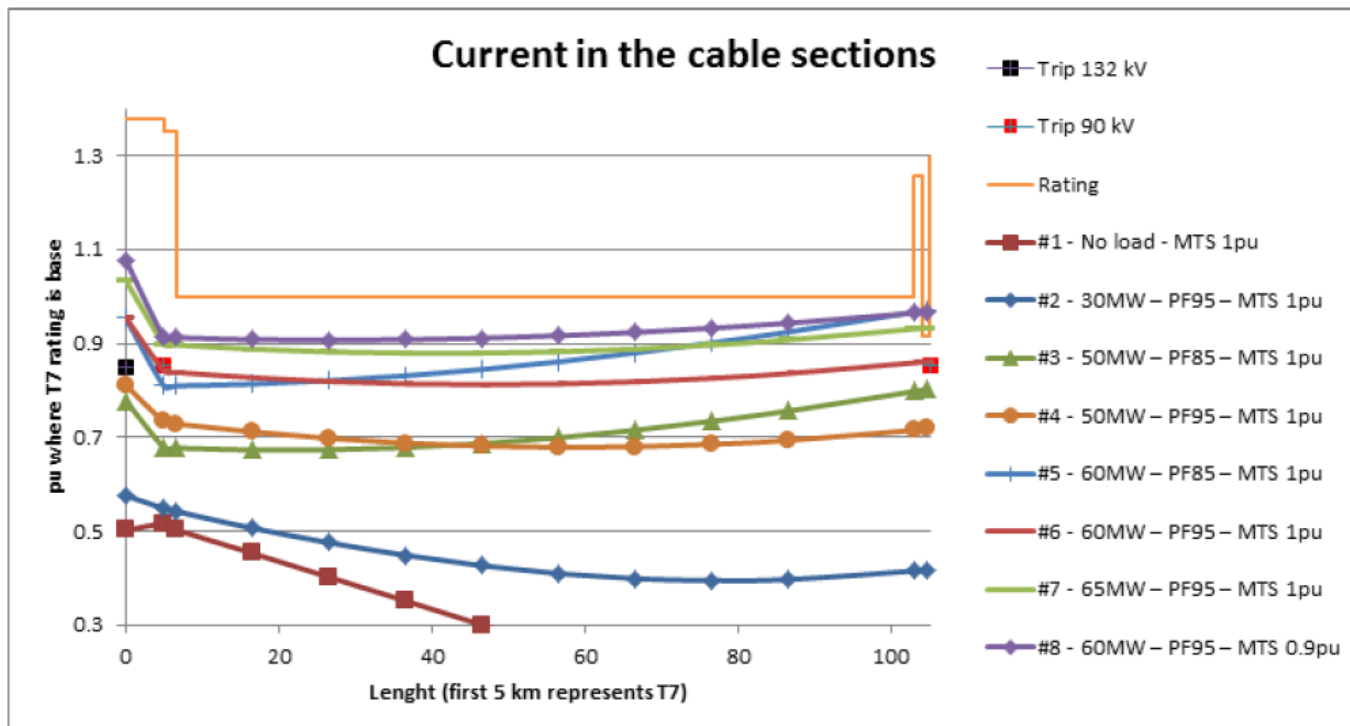


Fig 9-3. Current through the transmission

# From 40 MW - Up to 65 MW

---

- Hang-off arrangement at Gjøa represents the bottleneck
- It is recommended to install a temperature monitoring of the cable if a significant load increase is made.
- The cable temperature could be increased to from 80°C to 90°C
- Up to 65 MW with restricted PF to minimum 95 %
  - Hang-off arrangement e.g. water flushing has been proposed

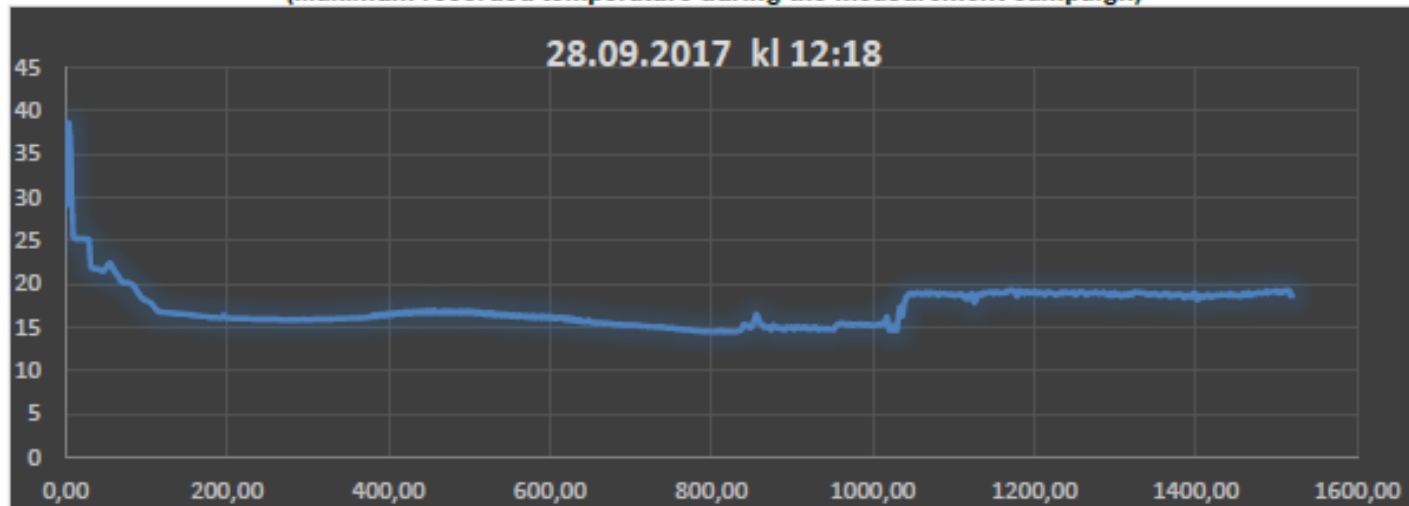
# Cable temperature monitoring

September 2017

## DTS single mode instrument



Figure 5-4: Temperature distribution along the power cable (1520 meters) on 28.09.2017 at 12:18  
(Maximum recorded temperature during the measurement campaign)



# Conclusion

---

- The measured and the calculated conductor temperatures show that the temperature evolutions are consistent with each other.
- The measurements also suggest that the current capacity limit at 404A due to the hot spot located within the bending stiffener at Gjøa is still valid.



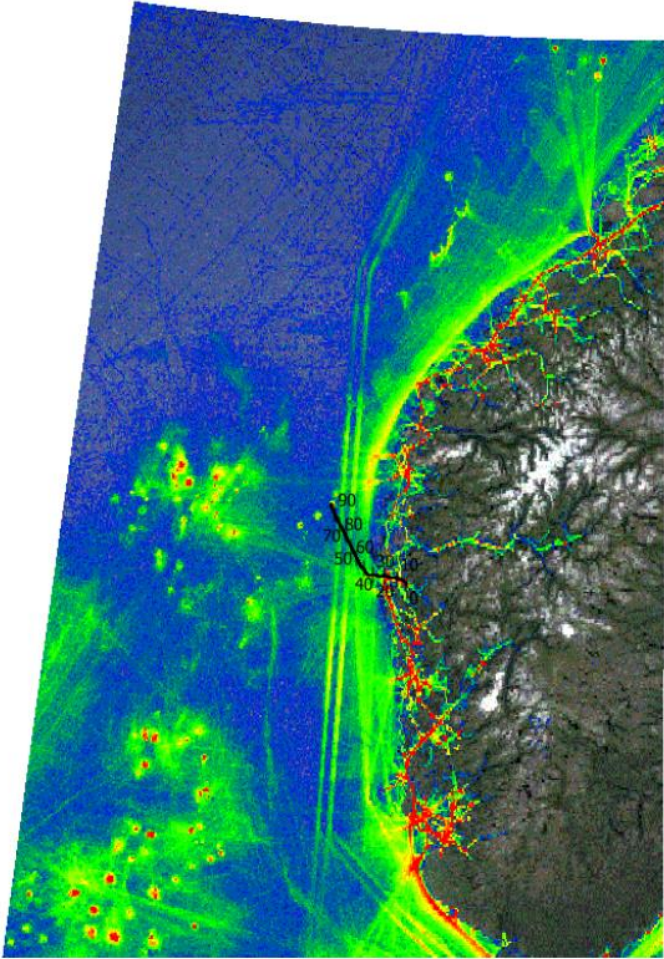
# BEREDSKAP

Emergency preparedness



# Ship traffic

---



# Water Depth 545 m

The cable protection along the route is shown in Figure 2. The colours differentiate the different protection methods. Note the areas in the first 25 km that are buried flush with seabed due to soft sediments.

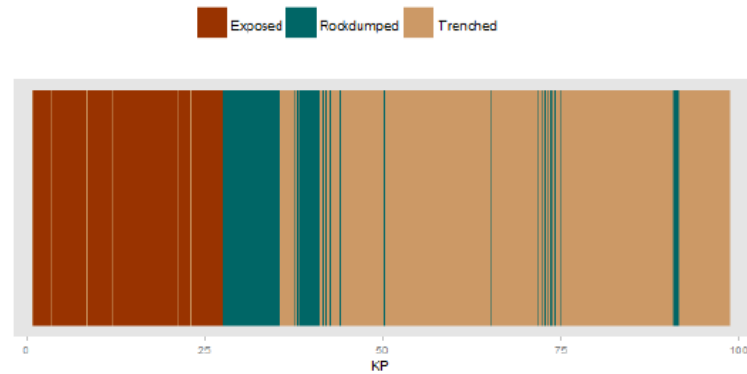


Figure 2 - KP vs Condition

Figure 3 shows the water depth along the Gjøa power cable. KP 0 is at Mongstad and KP ~100 is at Gjøa SEMI.

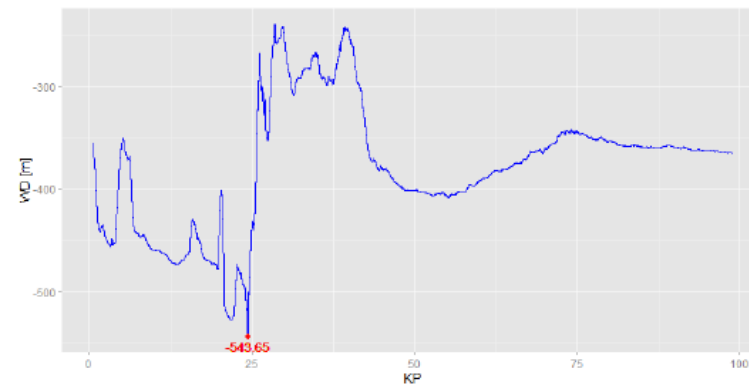


Figure 3 - Water Depth



# Prosedyre for reparasjon av sjøkabel til Gjøa

Document status	Document ref	Version
Approved	192560	2

## Prosedyre for reparasjon av sjøkabel til Gjøa

### 5. Valg av reparasjon og mobiliseringsprosedyrer.

Ved konstatert feil på sjøkabel skal følgende prosedyre benyttes videre:

- C097-UDI-U-KA-0016 Work execution Plan – Engie Power Cable Repair. ref. [21]

[21] Beskriver hvilken reparasjons- og mobiliseringsprosedyre som skal brukes på det relevante skadested.

### 6. Bekreftet feil i sjøkabel

Nøyaktig lokalisering av feilsted, oppgraving, lokalisering av område for nedleggelse av kabelbukt, kutt og forsegling

#### 6.1 Nøyaktig lokalisering av feilsted

Dersom arbeid utført i 4.3 bekrefter at feilen er et sted på selve sjøkabelen og det må igangsettes reparasjon til havs så må feilsted lokaliseres med minst mulig feilmargin slik at kabelen kan kuttes på korrekt sted.

Dersom nøyaktig feilsted ikke er identifisert basert på annen informasjon skal det igangsettes arbeid for dette i henhold til følgende prosedyre:

- C097-UDI-U-KA-0021 Mobilisation Procedure – Preparation campaign [23]

Følgende prosedyre som er utarbeidet av ABB kan brukes ved behov:

- C097-UCP-E-MG-0010 Fault Location Instruction 110 kV [2]

NKT Cables (tidl. ABB) er førstevalg av leverandør for nøyaktig feilsøking. ENGIE sørger for støtte fra Mongstad for oppkobling av utstyr fra NKT på Mongstad.

#### 6.2 Oppgraving og lokalisering av område for nedlegging av kabelbukt

Dersom skadested er nedgravd må det mobiliseres fartøy med utstyr for avdekking av kabel. For oversikt over kabeltrasé og områder hvor kabel er nedgravd se [4] og [7]. Det er forventet to turer for dette arbeidet.

- **Tur 1 – Lokalisering av feil**
  - ENGIE / CR
  - CRC for fault assessment
  - 3. Part teknikker for bruk av feilsøkingsutstyr (ved behov)
- **Tur 2 – Fremgraving av kabel og undersøkelse**
  - ENGIE / CR
  - CRC (ved behov)
  - Operatør av mudningsverktøy (dredge spread)
  - Lokale myndigheter for godkjenning av plassering av skjøt- og kabelnedleggingsområde (dersom nødvendig)
  - Eventuelt kutt og forsegling (Cut & seal)



# Prosedyre for reparasjon av sjøkabel til Gjøa

## 6.3 Kutt og forsegling (Cut & seal)

Ut fra skadeomfang på kabela vurderes det om det er behov for å kappe og tette kabela for å hindre vanninntrenging på skadestedet. Fiberoptisk kabel er mest utsatt for vanninntrenging. Se følgende prosedyrer for info:

- C097-UCP-V-KA-0007 Contingency Omega (Hairpin) Jointing Procedure [10]
- C097-UCP-V-KA-0009 Contingency Repair Options after Post Lay Test [14]

## 7. Forberedelse til reparasjon av sjøkabel

Ved konstatert feil på sjøkabela startes planlegging av reparasjonskampanjen i henhold til prosedyre:

- C097-UDI-U-KA-0017 Preparation Campaign for Engie Power Cable Repair [22]

## 8. Mobilisering til reparasjon av sjøkabel

Ved behov for reparasjon av sjøkabel mobiliseres det i henhold til prosedyre:

- C097-UDI-U-KA-0022 Mobilisation Procedure – Repair campaign [24]

## 9. Reparasjon av sjøkabel

Avhengig av hvor på sjøkabela feilen er lokalisert brukes en av følgende prosedyrer:

- C097-UDI-U-KA-0018 Cable Recovery / Repair / Installation Procedure – Landfall [25]
- C097-UDI-U-KA-0019 Cable Recovery / Repair / Installation Procedure – Gjøa SEMI [26]
- C097-UDI-U-KA-0015 Cable Recovery / Repair / Installation Procedure – Mid Route [27]

## 10. Landanlegg Mongstad

Statoil Mongstad er ansvarlig for kabel fra Gjøa transformator (T7) og frem til landfall. På Mongstad er det lagret følgende reservedeler:

- 132 kV- bryter (Siemens)
- Transformator, 70 MW (ABB)
- Div. kabler, skjøter og endeavslutninger.

Det er ikke reservekabel TSLF 132kV/1000mm<sup>2</sup> (Al) fra trafo til landfall. Dersom det blir feil på TSLF-kabela så finnes det en 1600 mm<sup>2</sup> kabel på Mongstad som er egnet for dette spenningsnivået (ligger hems i substasjonshallen på Mongstad). Skjøtehylse for overgang 1000 mm<sup>2</sup> til 1600 mm<sup>2</sup> er bestilt og leveres uke 33-34 2017).

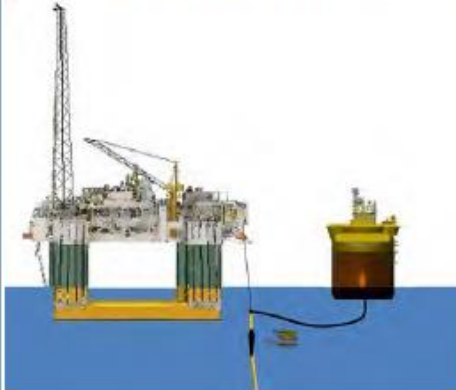
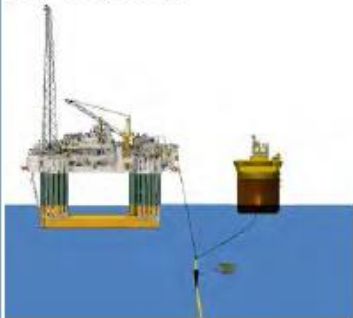
Kontaktperson for reservedeler på Mongstad er listet i kapittel 11.

## GJØA POWER CABLE REPAIR – GJØA METHOD 1

DOC NO: NO.E10840-ENG-PLA-025

VESSEL: EDDA FREYA

REV.2

Step	Power Cable Handover – Platform to Vessel	Resp.	Check
51.	<p>ROV to connect up vessel crane pull-in head rigging.</p> 	<p>DPO SS ROV</p>	
52.	<p>Transfer the load to vessel A/R winch. ROV to monitor.</p> 	<p>Gjøa SS SS ROV</p>	
53.	<p>ROV to disconnect Gjøa pull-in winch rigging from power cable pull-in head.</p>	<p>ROV SS</p>	

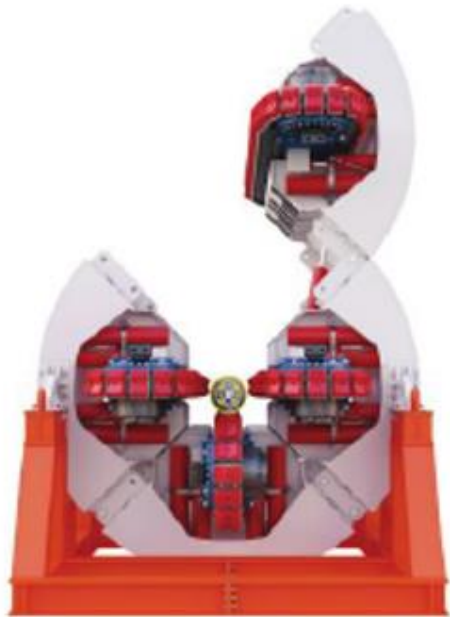
# PRDS – Powered Reel Drive System

---



# 2 Tensioners 50 Te required

---





# Winches

---

- 2 x recovery winches – 50 Te load
- 1 main A&R winch – 100 Te load
- 1 initiation winch on deck 10 Te
- 800 m wire length



# Cable Chutes

---

- Engineering is executed to suit vessel and expected loads
- Fabrication will be done if needed.



# Quadrant

---

- Engineering is executed. 5 m min. bend radius, 100 Te linepull load
- Fabrication will be done if needed.



# Cable pulling & lifting equipment



100mm OD, 23Te, 35kg



150mm OD, 25Te, 700kg

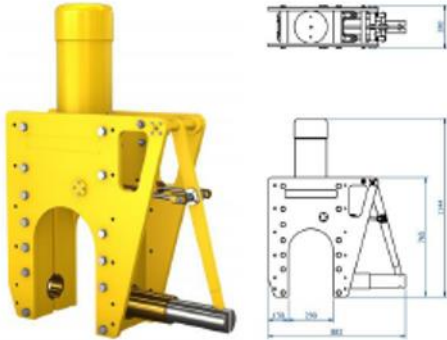


190mm OD, 20Te, 155kg

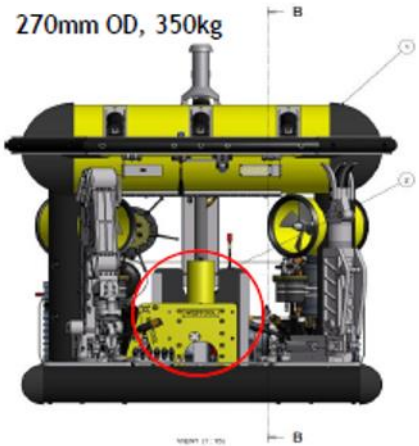




# Cable cutter



270mm OD, 350kg



Circular Saw 200mm OD, 120kg



Diamond blade,



Results

# Erfaringer med strøm fra land på Gjøa

---

- Fleksibel ved design endringer i prosjektfasen
  - Areal og vekt besparelse
  - Effektiv/rask 'commissioning'
  - Stabil spenning og frekvens (få avbrudd gir høyere regularitet = bedre inntjening)
  - Bedre drifts økonomi, strøm er billigere enn drivstoff til gassturbiner
  - Bedre vedlikeholds økonomi. Mye mindre vedlikehold enn på gassturbiner
  - Mindre personell offshore. Trenger ikke personell til drift og vedlikehold av turbiner
  - De ansatte opplever bedre arbeidsmiljø ved mindre støy og vibrasjon i prosessområde og i boligmodul. Personalet kan legge seg uten bakgrunnsstøy. Gir mellom annet bedre søvnkvalitet.
  - Unngår brann- og eksplosjonsfare som følger med gassturbiner
  - Bedre HMS. Mindre tunge løft ved installasjon og vedlikehold. Mindre eksponering av uheldige kjemikalier som brukes ved turbinarbeid
  - Miljømessig gir strømkabel mindre utslipp av CO2 og NOx
  - Kraft tilgjengelig for fremtidig behov
  - Ingen innfasingsproblematikk
- 
- Risiko: Feil på kabel vil gi langvarig produksjonstans

Våre erfaringer tilsier at det er mange fordeler som normalt ikke er med i regnestykket ved vurdering av elektrifisering.

På Gjøa er alle enige om at  
strøm fra land  
er en kjempesuksess

