

FAGRAPPORT

Prosjekt nr. 1562

Datert: 17.10.05

Oppdragsgiver:

FRED. OLSEN RENEWABLES

Innhold:

GULAFJORD VINDPARK

Elektrisk overføringssystem



JØSOK PROSJEKT AS



INNHold.

1. FORUTSETNINGER.....	2
1.1 VINDPARKEN, ALTERNATIVE NETTILKNYTNINGER.....	2
1.2 ØKONOMISKE FORHOLD.....	2
2. INTERNT KABELSYSTEM I VINDMØLLEPARKEN.....	3
2.1 TERMISKE BEGRENSINGER.....	3
2.2 OPTIMAL KABELDIMENSJON.....	4
2.3 VURDERING AV RESERVE, AVBRUDDSKOSTNADER.....	5
3. NETTILKNYTNING TIL 132 KV REGIONALNETT.	5
3.1 NETTILKNYTNING	5
3.2 ETABLERING AV NYE 132 KV LINJER.....	6
4. TRANSFORMATORSTASJON OG SERVICEBYGG I VINDPARKEN.	6
4.1. ALTERNATIVE BYGGEMETODER.....	6
4.2. ELEKTRISK UTRUSTNING.....	7
5. VURDERINGER/BEREGNINGER.	7
5.1 LASTFLYTBREGNINGER.....	7
5.2 KORTSLUTNINGSBEREGNINGER.....	8
5.3 JORDSLUTNINGSSTRØMMER.....	9
5.4 BEHOV FOR KOMPENSERING.....	9
5.5 OVERFØRINGSTAP.....	9
6. ØKONOMISKE BEREGNINGER.....	10
6.1 FORUTSETNINGER.....	10
6.2 KOSTNADSOVERSLAG ALTERNATIV 1.....	10
6.3 KOSTNADSOVERSLAG ALTERNATIV 2.....	11
7. EVALUERING.....	12

VEDLEGG.

1. Kostnadsberegninger.
2. Resultat lastflytberegninger.
3. Resultat kortslutningsberegninger
4. Transformatorstasjon i vindpark, grunnplan, fasader, enlinjeskjema.
5. T-avgreining Merkesdalen., grunnplan, fasader og snitt.
6. Kart:
Oversiktskart 132 kV ledninger, B-12532.
Oversiktskart T-tilknytning Merkesdalen, A-9115
Oversiktskart 22 kV ledninger i Vindpark, B-12575.



1. FORUTSETNINGER.

1.1 Vindparken, alternative nettilknytninger.

I denne rapporten er det vurdert 2 ulike alternativ for overføring av den elektriske produksjon fra Gulafjorden vindpark og fram til regionalnettet. For begge alternativ er det forutsatt en produksjon på 52,5 MW fra vindparken, 15 vindturbiner à 3,5 MW ytelse og asynkrongeneratorer med omtrent full kompensering i tomgang uten regulering. Ved full produksjon regnes da en $\cos\varphi = 0,99$. Hver generator har egen transformator til 22 kV. Mellom vindturbinene og en sentral transformatorstasjon i vindparken legges et nett av 22 kV jordkabler.

Det er vurdert 2 alternative løsninger når det gjelder tilknytning til overliggende 132 kV regionalnett:

Alternativ 1: Ny 132 kV linje til Frøyset.

Alternativ 2: Ny 132 kV linje til Merkesdalen med T-tilknytning til eksisterende 132 kV linje mellom Frøyset og Mongstad. T-avgreiningen i Merkesdalen utstyres med effektbryter.

Disse alternativene er nevnt i pkt. 6.2.9 i BKK's kraftsystemutredning 2005-2020. I brev fra BKK av 15.03.2005 til NVE gis det uttrykk for at 132 kV nettilknytning i Frøyset er å foretrekke. Dette synes imidlertid å være basert på at alternativet med T-avgreining ikke er utstyrt med effektbryter med eget vern.

I denne rapport søker en å finne det mest optimale alternativ. Dette gjelder så vel plassering av transformatorstasjon som kabeldimensjon, antall kurser og tilknytning til overliggende nett.

1.2 Økonomiske forhold.

De økonomiske beregninger og vurderinger som fremgår av denne rapport bygger på følgende forutsetninger:

Pengeverdi:	ref. år: 2005.
Utbyggingskostnader:	ref. år. 2005.
Kalkulasjonsrente:	6% (flat rente inkl. risikotillegg)
Analysetid:	30 år.
Driftskostnader:	1,5% av investering pr. år, som kapitalisert utgjør 20,65 %.
Avbruddskostnader:	Vurdert som likeverdig for begge alternativ.
Bruktid m.h.p. tap:	1900 timer
Tapspris:	25 øre/kWh
Kapitalisert tapskostnad:	Kr. 6550,- pr. kW maksimaltap.



2. INTERNT KABELSYSTEM I VINDMØLLEPARKEN.

2.1 Termiske begrensinger.

Valg av kabeldimensjon må tilfredsstille krav til termisk grenselast og bør dessuten være optimalt dimensjonert, dvs. gi laveste total kostnader (sum av anleggskostnad, driftskostnad og tapskostnad). Vi kontrollerer også at kabeldimensjonen vil tåle de aktuelle kortslutningsstrømmer i 0,5 sek.

Når det legges flere kabler i samme grøft, reduseres den termiske overføringsevne. Forutsetter vi at kablene er en-ledere av type TSLE 24 kV med Al-leder og at de legges i sand i samme plan med 70 mm mellom kabelsettene kan vi maksimalt tillate følgende termiske begrensing:

Antall kabler i samme grøft	Belastningsgrad.	Maksimal-strøm ved 22 kV	Maksimalt antall vindturbiner.
1	100 %	275 A	2
2	85 %	233 A	1
3	75 %	206 A	1
4	68%	187 A	1
5	64%	176 A	1

Tab. 1 Maksimal belastning av 95 mm² PEX isolert Al-kabel i jord

Antall kabler i samme grøft	Belastningsgrad.	Maksimal-strøm ved 22 kV	Maksimalt antall vindturbiner.
1	100 %	355 A	3
2	85 %	301 A	3
3	75 %	266 A	2
4	68%	241 A	2
5	64%	227 A	2

Tab. 2 Maksimal belastning av 150 mm² PEX isolert Al-kabel i jord

Antall kabler i samme grøft	Belastningsgrad.	Maksimal-strøm ved 22 kV	Maksimalt antall vindturbiner.
1	100 %	455 A	4
2	85 %	387 A	4
3	75 %	341 A	3
4	68%	309 A	3
5	64%	291 A	3

Tab. 3 Maksimal belastning av 240 mm² PEX isolert Al-kabel i jord

Antall kabler i samme grøft	Belastningsgrad.	Maksimal-strøm ved 22 kV	Maksimalt antall vindturbiner.
1	100 %	600 A	6
2	85 %	510 A	5
3	75 %	450 A	4
4	68%	408 A	4
5	64%	384 A	4

Tab. 4 Maksimal belastning av 400 mm² PEX isolert Al-kabel i jord



Antall kabler i samme grøft	Belastnings- grad.	Maksimal-strøm ved 22 kV	Maksimalt antall vindturbiner.
1	100 %	745 A	8
2	85 %	633 A	6
3	75 %	558 A	6
4	68%	506 A	5
5	64%	476 A	5

Tab. 5 Maksimal belastning av 630 mm² PEX isolert Al-kabel i jord

2.2 Optimal kabeldimensjon.

For å finne optimalt antall vindmøller som kan tilkobles på hver kurs, må en finne optimal last på en kabel, dvs. det antall turbiner som gir laveste overføringskostnad, (sum av anleggskostnad og tapskostnad).

Parameter:

Pris pr. kWh: 25 øre.

Analysetid : 30 år. Rente 6%.

I diskontert form gir dette 3,44 kr/kWh.

Maksimal strøm fra hver mølle: 92 A

Bruktid m.h.p. tap: t = 1900 timer pr. år. (Tilsvarende en reell brukstid på ca. 2850 timer)

Grensekostnad for anleggskostnader inkl. variabel del av kapitalisert driftskostnad = Gka.

GKa = 740 kr. pr. km.pr.mm².

På dette grunnlag kan vi regne ut det optimale antall turbiner som tilknyttes samme kabel:

Ant Vindmøller	Optimalt tverrsnitt	Valgt tverrsnitt
1	84,1 mm ² Al	3 x 1 x 95 mm ²
2	168,2 mm ² Al	3 x 1 x 150 mm ²
3	252,1 mm ² Al	3 x 1 x 240 mm ²
4	336,4 mm ² Al	3 x 1 x 400 mm ²
5	420,5 mm ² Al	3 x 1 x 400 mm ²
6	504,6 mm ² Al	3 x 1 x 400 mm ²
7	588,7 mm ² Al	3 x 1 x 630 mm ²

Tab. 6 Optimal belastning av 22 kV kabler. (Maksimallast ved 1900 tapsbrukstimer)

Kommentar: Termisk reduksjon samt høye kortslutningsstrømmer, kan i noen tilfeller utløse valg av andre tverrsnitt.



2.3 Vurdering av reserve. Avbruddskostnader.

Problemstillingen går ut på å finne hvor mye det kan investeres for å redusere utkoblingstiden (ubrukbarhetstiden) ved kabelfeil.

Jøsok Prosjekt har tidligere gjennomført analyser av det interne kabelnettet i vindparker av en slik størrelse som Gulafjorden. Resultatet er da at den økonomiske konsekvensen ved å etablere full reserve, er ca. 10-12 ganger så stor som de forventede avbruddskostnadene.

Kostnadene ved å etablere reserve står derfor ikke i rimelig forhold til de besparelser i avbruddskostnader som kan oppnås. Det er vanskelig å tenke seg tiltak som er lønnsomme for å redusere avbruddskostnadene i det interne kabelnettet i vindparker.

3. NETTILKNYTNING TIL 132 KV REGIONALNETT.

3.1 Nettilknytning

I denne rapport er det vurdert to forskjellige løsninger for nettilknytning av Gulafjorden vindpark.

- Alt. 1 Ny 132 kV ledning frem til eks. sekundærstasjon på Frøyset. Linjelengde 11,4 km.
- Alt. 2 Ny 132 kV ledning frem til Merkesdalen. Etablering av utendørs koblingsfelt med T-tilknytning til eks. 132 kV ledning Mongstad – Frøyset. Linjelengde 7,38 km.

I Frøyset forutsettes at utendørs 132 kV bryterfelt kan plasseres i eksisterende uteanlegg og at vern og fjernstyring plasseres i eksisterende stasjonsbygning. Det må regnes med noe utvidelse av stasjonen. Bestykningen av bryterfeltet blir likt til de eksisterende linjefeltene i Frøyset.

I Merkesdalen bygges et helt nytt utendørs 132 kV effektbryterfelt. Tilknytningen blir utført som en T-tilknytning til eks. 132 kV ledning Mongstad-Frøyset. Koblingsfeltet utrustes noe enkelt, herunder effektbryter, skillebryter m/ jordkniv, strømtransformator, overstrømsvern og fjernstyringsutrustning. Det tas sikte på å opprette strømforsyning til koblingsstasjonen fra det lokale 22 kV distribusjonsnettet. Det blir nødvendig å opparbeide et areal på ca. 225 m² og ca. 25 meter veg frem til eks. fylkesveg. Det må også regnes med et lite bygg for plassering av vern, overvåking og styring, ca. 10-15 m².



3.2 Etablering av nye 132 kV linjer

Dersom man legger til grunn de økonomiske forholdene i kap. 1.2, samt bruker en grensekostnad for 132 kV ledninger, (GKa), på ca 1025 kr pr. km pr. Feral nr, så blir økonomisk tverrsnitt Feral nr. 150. Da regnes nye 132 kV ledninger som rene produksjonslinjer for Gulafjorden vindpark.

Nye 132 kV ledninger utføres som H-master med planoppheng. Det er også lagt til grunn gjennomgående jordforbindelse, som toppline, på hele linjen. Det er ikke vurdert/medregnet kostnader for fremføring av fiberforbindelse fra vindparken. Dette pga. at fiberkommunikasjon til Gulafjorden vindpark, kan utføres på flere alternative måter, f.eks ved etablering av fiberforbindelse på eks. 22 kV ledninger.

Alternativ 1 medfører totalt en 132 kV linjelengde på 11,4 km fram til eksisterende stasjon i Frøyset. Her er et fjordspenn over Eidsfjorden på ca 2.2 km inkludert. Fjordspennet kan utføres med legert Feral 390, faseavstand ca. 20 meter. På hver side av fjordspennet monteres fjordspennbukker som er ca. 10 meter høye.

Alternativ 2 medfører en linjelengde på 7.38 km fram til T-tilknytning i Merkesdalen.

4. TRANSFORMATORSTASJON OG SERVICEBYGG I VINDPARKEN.

4.1. Alternative byggemetoder.

132 kV transformatorstasjonen bør ligge i et plant område relativt sentralt i vindparken. Det er forutsatt en plassering som vist på tegn. B-12574 og B-12575

132/ 22 kV transformatorstasjon kan i prinsippet bygges på 2 måter:

- a) Krafttransformator og (132 kV) koblingsanlegg plasseres utendørs på inngjerdet område, og resten av funksjonene samles i ett bygg.
- b) Alt samles under tak i ett bygg.

Det er lite å tjene på å bygge utendørsanlegg, og det foreslås at alt samles under tak i ett bygg, b). Det antas at NVE ikke vil stille beredskapsmessige krav til transformatorstasjonen (klasse III). Det anbefales likevel at trafocellen utstyres med beskyttelse i form av bjelkestengsel for å hindre sabotasje (hærverk).

Nyttes det tørrisolerte stasjonstransformator og måletransformatorer, SF₆ eller vakuumbrytere og batterier av NiCd-typen eller tilsvarende, stilles det ikke spesielle branntekniske krav til bygget i FEA-F, bortsett fra cellen for krafttransformatoren. Denne må utføres i klasse A60 og skal også ha dør i klasse A60S. Høyspenningsrommet bør imidlertid være utført av stål, eller med kledning av stål.

I denne rapport er det lagt ved en prinsipiell utforming av trafostasjonen i vindparken (se vedlegg). Totalt opparbeidet areal m/parkering og ca. 20 m veg blir da ca. 500 m². Selve bygget m/innendørs bryteranlegg, oppholdsrom, kontrollrom, verksted etc. utgjør ca. 300 m². Det er lagt til grunn at 132 kV ledninger strekkes direkte inn på vegg på trafostasjonen m/vegggjennomføringer, og plassering av stasjon må derfor avpasses med innkommende 132 kV ledning. (se tegn B-12574). Alternativt må det etableres 132 kV kabelendemast utenfor stasjonen, m/132 kV kabelforbindelse inn til stasjonen.



4.2. Elektrisk utrustning.

Den elektriske utrustning i transformatorstasjonen vil variere, avhengig av plassering, turbinenes utførelse (kompensering) og fordelingsnettets spenning. På det nåværende tidspunkt antas følgende:

Alternativ:	1	2
132/22 kV, 55 MVA, kjøling ONAN/ONAF	1	1
132 kV bryterfelt (innendørsanlegg i vindpark)	1	1
132 kV bryterfelt (utendørsanlegg i Frøyset)	1	
132 kV bryterfelt (utendørsanlegg v/ T-avgr. Merkesdal)		1
Antall 22 kV felt for vindturbiner.	3	3
Antall 22 kv felt for kondensatorbatterier.	2	2
Antall 22 kv felt for krafttransformator	1	1
Antall 22 kv felt for måling og stasj.trafo	2	2
Stasjonstransformator 22000/240 volt	1	1
Styrestrømsforsyning og batteri 110 volt DC	1	1
Kondensatorbatterier	12 MVar	12 MVar

Tab.7 Elektrisk utrustning ved at.1 og alt. 2

Enlinjeskjema for begge alternativ er vist i vedlegg.

5. VURDERINGER/BEREGNINGER.

5.1 Lastflytberegninger.

Det er laget en nettmodell for begge alternativene og kjørt statiske lastflytberegninger i beregningsprogrammet "TN-Flyt." Modellen omfatter høyspenningsanlegget regnet fra høyspenningssiden av turbintransformatorene og frem til 132 kV tilknytningspunkt. Hensikten er å klarlegge aktiv og reaktiv effektflyt, spenningsforhold, aktive og reaktive tap og dermed klarlegge behov for kompensering utover det som skjer i turbinene. Vi legger til grunn at det tilstrebes at utveksling av reaktiv effekt mot hovednettet skal være minst mulig.

Det er kjørt lastflytanalyse for 100 %, 75 %, 50 %, og 25 % produksjon i vindparken.

Tabell 8 viser sammenligning av lastflytresultatene for de to alternativene. Aktive tap er oppgitt ekskl. tap i generatorer, trafoer i vindmøllene og tomgangstap i krafttransformatorer. Tapene er regnet frem til Frøyset ved alt.1 og Merkesdalen ved alt. 2. Det vil si at tap i eksisterende 132 kV regionalnett ikke er inkludert.

Kondensatorbatteri-ytelsen som er angitt i tabellen er ytelsen fra innkoblede kondensatorbatteri. Disse er her tenkt på hhv. 4 og 8 MVar, totalt 12 MVar. Batteriene kan dermed kobles inn med 12, 8, 4 eller 0 MVar ytelse, slik at de gir minst mulig utveksling av reaktiv effekt i forhold til 132 kV nettet.

Kommentar: Merk at krav til kondensatorbatteri i vindparken settes av kraftsystemansvarlig i området, muligens også i samsvar med Statnett. Man kan dermed ikke se vekk i fra at det kan bli fremmet krav om at vindparken skal overkompenseres. Imidlertid er det tilstrebet i denne rapport at vindparken skal være tilnærmet indifferent med tanke på utveksling av reaktiv effekt.



Enlinjeskjema i vedlegg 2 viser lastflyten i de ulike alternativene.

Produksjon i vindparken	Alternativ 1		Alternativ 2	
	Aktive tap	Ytelse kond.batteri	Aktive tap	Ytelse kond.batteri
100 %, 52,5 MW	546 kW	11,90 MVA _r	461 kW	11,86 MVA _r
75 %, 39,5 MW	316 kW	7,88 MVA _r	268 kW	7,86 MVA _r
50 %, 26 MW	138 kW	4,03 MVA _r	119 kW	4,01 MVA _r
25 %, 13 MW	32 kW	0 MVA _r	34 kW	0 MVA _r

Tab. 8. Sammenligning av lastflytresultatene.

5.2 Kortslutningsberegninger.

På begge nettmodeller er det foretatt kortslutningsberegninger. Følgende forhold er lagt til grunn ved disse beregningene:

Eksisterende transient kortslutningseffekt på 132 kV samleskinne i Frøyset er oppgitt av BKK Nett til 1510 MVA. Denne vil bli øket til 2150 MVA ved ytterligere innmating fra eventuelt nytt gasskraftverk i Mongstad.

Data for 55 MVA hovedtransformator settes lik: $e_r = 0,35 \%$, $e_k = 12 \%$.

Kortslutningsspennning på 3,5 MVA transformator ved vindturbinene $e_k = 7 \%$.

Transient reaktans på selve vindturbin-generator $X'_d = 25 \%$.

Vi forutsetter at bryterne i transformatorstasjonen med sikkerhet skal koble ut en kortslutning i løpet av 0,5 sek. Maksimal kortslutningsstrøm som da kan tillates på Pex-isolert Al-kabel blir som følger:

95 mm ²	$I_k = 12$ kA
150 mm ²	$I_k = 19,1$ kA
240 mm ²	$I_k = 30,5$ kA
400 mm ²	$I_k = 50,9$ kA
630 mm ²	$I_k = 80,2$ kA

Analysene gir følgende resultater:

Det viser seg å være marginale forskjeller når det gjelder kortslutningsstrømmer ved de to alternative løsningene for 132 kV nettilknytning.

De beregnede kortslutningsstrømmene for de enkelte kabellengder viser at 4 kabellengder på til sammen ca 1220 m må forsterkes fra økonomisk tverrsnitt 95 mm² Al til 150 mm² Al, fordi kortslutningsstrømmen overstiger toleransenivået 95 mm² Al.

Resultatene av beregningene blir da som følger:

Alt. 1 132 kV linje fra vindpark til Frøyset:

132 kV ssk i transformatorstasjon, vindpark:	$S_k = 1475$ MVA, $I_k = 6,4$ kA
22 kV ssk:	$S_k = 514$ MVA, $I_k = 13,0$ kA.



Alt. 2 Ved tilkobling til T-avgreining på linje Frøyset – Mongstad:

132 kV ssk i transformatorstasjon, vindpark:	$S_k = 1557 \text{ MVA}$, $I_k = 6,8 \text{ kA}$
22 kV ssk:	$S_k = 513 \text{ MVA}$, $I_k = 14,0 \text{ kA}$.

Se vedlegg 2 for resultater av kortslutningsberegningene på enlinjeskjema.

5.3 Jordslutningsstrømmer.

Det galvanisk sammenhengende kabelnett i vindparken, vil gi en betydelig jordslutningsstrøm.

Jordslutningsstrømmen parkens 22 kV nett er beregnet til: $I_j = 26,5 \text{ A}$

Vi anbefaler å utstyre hver avgang med jordfeilretningsvern med kort utkoblingstid. Det skulle dermed være unødvendig å installere Peterson-spole på hovedtransformatorens 0-pkt.

5.4 Behov for kompensering.

For begge alternativ blir behovet for kondensatorbatterier omtrent det samme. Med de forutsetninger som her er lagt inn for turbinene, må en regne med en samlet installasjon av kondensatorbatterier i vindparken på ca. 12 MVar. Det forutsettes at disse kobles mot 22 kV samleskinne i transformatorstasjonen. Med en installasjon på to kondensatorbatterier på henholdsvis 4 og 8 MVar kan disse kobles inn med 4 nivåer: 0, 4, 8 eller 12 MVar. Dermed kan spenningsvariasjonene i vindparken holdes på et relativt stabilt nivå og det blir ubetydelig utveksling av reaktiv effekt mot 132 kV nettet.

5.5 Overføringstap.

Følgende maksimale nettap er beregnet i vindparken frem til regionalnettets tilknytningspunkt:

Alternativ I:

100 % produksjon: 546 kW og 5,69 MVar

Alternativ II:

100 % produksjon: 461 kW og 5,65 MVar

Hertil kommer tomgangstap i hovedtransformatorer, aktive tap og reaktivt forbruk i vindturbiner med transformatorer, samt eget forbruk. De aktive tapene kapitaliseres og medtas under kostnadssammendrag, kap. 7.



6. ØKONOMISKE BEREGNINGER.

6.1 Forutsetninger.

Stipulerte utbyggingskostnader er basert på systempriser uten at det foreligger detaljert prosjekt. Kostnadsoverslagene vil derfor bare være av veiledende art, og kan således ikke danne endelig grunnlag for budsjetteringer eller investeringsbeslutninger, men være et godt grunnlag for å utarbeide slikt. Overslagene er eksklusiv grunnerstatning, byggherreadm. og renter i byggetiden men er for øvrig basert på prisnivå og pengeverdi år 2005.

6.2 Kostnadsoverslag alternativ 1.

1. 22 kV kabelanlegg i vindparken.

6441	m. grøfter i vegbane.	Kr	1 744 000
6441	m. optisk fiberkabel i rør (ekskl. term), inkl. legging	"	515 300
2067	m. kabel TSLE 24 kV 3x 95 mm ²	"	460 900
2088	m. kabel TSLE 24 kV 3x 150 mm ²	"	517 800
745	m. kabel TSLE 24 kV 3x 240 mm ²	"	207 900
1772	m. kabel TSLE 24 kV 3x 400 mm ²	"	634 400
1080	m. kabel TSLE 24 kV 3x 630 mm ²	"	534 600
6	stk. 22 kV koblingskasser (3-4 tilkoblinger)	"	300 000
			<u>Kr 4 914 900</u>

2. Transformatorstasjon og servicebygg 132/ 22 kV.

	Planering og opparbeiding av området, ca 410 m ²	Kr	145 000
	290 m ² stasjonsbygning inkl. VVS og strømforsyning	"	2 900 000
	Opparbeiding av vei	"	25 000
	Innredning verksted, oppholdsrom mm.	"	300 000
	Nødv. Jordingsanlegg	"	50 000
1	stk krafttransformator		
	55 MVA 132/22 kV ONAN/ONAF	"	5 500 000
1	stk 145 kV koblingsfelt (kompaktanlegg)	"	2 000 000
8	stk 22 kV koblingsfelt	"	1 600 000
1	stk. stasjonstransformator med nødvendig tilbehør	"	130 000
	Nødv. styrestrømsanlegg og hjelpeanlegg	"	1 000 000
2	stk kondensatorbatteri 4 og 8 MVAr m/utrustning	"	350 000
			<u>Kr 14 000 000</u>

3. Transformatorer ved vindturbinene.

15 stk.	Prefabrikkerte kiosker med plasstøpte fundament	à 70 000	Kr	1 050 000
15 stk.	Transformatorer 22/0,69 kV, 3,5 MVA	à 200 000	"	3 000 000
15 sett	Elektrisk utrustning (effektbr.)	à 220 000	"	3 300 000
15 stk.	Jordingssystemer for kiosk	à 5 000	"	75 000
				<u>Kr 7 425 000</u>



4. 132 kV linjeforbindelse alternativ 1.

11,40 km 132 kV linje, Feral nr. 150, herav ca.2,2 km fjordspenn Kr 10 530 000

Fjordspennet vil utgjøre en kostnad på ca kr 2.480 mill.

5. 132 kV utendørs linjefelt i Frøyset.

1 stk. 132 kV bryterfelt, komplett m/ montasje.	Kr	2 100 000	
Utvidelse av utendørsanlegg, tilpasning innstrekkstativ og SSK	"	150 000	
Utvidelse styring, kontroll og vern	"	200 000	Kr 2 450 000

SUM totale anleggskostnader for alternativ 1 Kr 39 319 900

6.3 Kostnadsoverslag alternativ 2.

1. 22 kV kabelanlegg i vindparken.

6441	m. grøfter i vegbane.	Kr	1 744 000	
6441	m. optisk fiberkabel i rør (ekskl. term), inkl. legging	"	515 300	
2067	m. kabel TSLE 24 kV 3x 95 mm ²	"	460 900	
2088	m. kabel TSLE 24 kV 3x 150 mm ²	"	517 800	
745	m. kabel TSLE 24 kV 3x 240 mm ²	"	207 900	
1772	m. kabel TSLE 24 kV 3x 400 mm ²	"	634 400	
1080	m. kabel TSLE 24 kV 3x 630 mm ²	"	534 600	
6	stk. kabelskap (3-4 tilkoblinger)	"	300 000	Kr 4 914 900

2. Transformatorstasjon og servicebygg 132/ 22 kV.

	Planering og opparbeiding av området, ca 410 m ²	Kr	145 000	
	280 m ² stasjonsbygning inkl. VVS og strømforsyning	"	2 900 000	
	Opparbeiding av vei	"	25 000	
	Innredning verksted, oppholdsrom mm.	"	300 000	
	Nødv. Jordingsanlegg	"	50 000	
1	stk krafttransformator 55 MVA 132/22 kV ONAN/ONAF	"	5 500 000	
1	stk 145 kV koblingsfelt (kompaktanlegg)	"	2 000 000	
8	stk 22 kV koblingsfelt	"	1 600 000	
1	stk. stasjonstransformator med nødvendig tilbehør	"	130 000	
	Nødv. styrestrømsanlegg og hjelpeanlegg	"	1 000 000	
2	stk kondensatorbatteri 4 og 8 MVar m/utrustning	"	350 000	Kr 14 000 000

3. Transformatorer ved vindturbinene.

15 stk.	Prefabrikkerte kiosker med plasstøpte fundament	a	70 000	Kr	1 050 000
15 stk.	Transformatorer 22/0,69 kV, 3,5 MVA	a	200 000	"	3 000 000
15 sett	Elektrisk utrustning (effektbr.)	a	220 000	"	3 300 000
15 stk.	Jordingssystemer for kiosk	a	5 000	"	75 000
					Kr 7 425 000



4. 132 kV linjeforbindelse alternativ 2.

7,38 km 132 kV linje, Feral nr. 150

Kr 6 458 000

5. T-avgreining/ koblingsfelt i Merkesdalen

Vegforbindelse	Kr	30 000	
Planering/ opparbeiding av tomt	"	80 000	
Gjerde og kjøreport	"	60 000	
Stasjonsbygning komplett m/ strømforsyning og VVS	"	180 000	
Fundamenter for apparater	"	100 000	
Jordnett	"	50 000	
Innstrekkstativ, komplett m/ montasje	"	225 000	
132 kV apparatanlegg	"	950 000	
Vern, kontrollanlegg og styring	"	150 000	
Diverse	"	50 000	Kr 1 875 000

Totale anleggskostnader for alternativ 2

34 672 900

7. EVALUERING.

I det følgende fremgår en sammenstilling av alle kostnader for alt. 1 og alt. 2. Dvs. nåverdi av anleggskostnader, fremtidige driftskostnader og kapitaliserte tapskostnader.

Alternativ	1	2
Anleggskostnader	Kr 39 320 000	Kr 34 673 000
Kap. Driftskostnad	Kr 8 120 000	Kr 7 160 000
Kap. Tapskostnad (belastningstap)	Kr 3 576 000	Kr 3 020 000
Kap. Tapskostnad (tomgangstap i 132/22 kV transformator)	Kr 1 200 000	Kr 1 200 000
Total kostnad	Kr 52 216 000	Kr 46 053 000

Tab. 9 Kostnadssammendrag for de to alternativene.

Tabell 9 viser at alternativ 1, med 132 linjeforbindelse direkte til Frøyset er ca **kr 6,16 mill.** dyrere enn alternativet med T-avgreining. Dersom T-tilkoblingen i Merkesdalen, er utstyrt med effektbryter med tilhørende vern og fjernstyring, vil ikke dette alternativet representere ekstra driftsproblemer sammenlignet med alternativ 1. I utgangspunktet vil alternativ 2 også medføre mindre inngrep i naturen, på grunn av kortere linjetrase samt at man unngår et nytt fjordspenn over Eidsfjorden.

Merk at tapskostnadene bare inkluderer produksjonslinje frem til 132 kV regionalnett. Avhengig av hvordan BKK kjører sitt regionalnett kan de systemmessige tapene slå ut noe annerledes.

Kokstad 17.10.2005

Kjetil Andersen

Nils Bjarte Dyrøy



Vedlegg 1

SAK 1562 Gulafjorden Vindpark
15 stk vindmøller a 3 500 kW

JØSOK PROSJEKT AS
VEDLEGG 1

Type/enhet	Pris	Alt. 1.		Alt. 2.	
		132 kV linje til Frøyset		132 kV linje til T-avgreining	
		Mengde	Sum kr,-	Mengde	Sum kr,-
24 kV kabel TSLE 3*95 Al	223	2 067	460 941	2 067	460 941
24 kV kabel TSLE 3*150 Al	248	2 088	517 824	2 088	517 824
24 kV kabel TSLE 3*240 Al	279	745	207 855	745	207 855
24 kV kabel TSLE 3*400 Al	358	1 772	634 376	1 772	634 376
24 kV kabel TSLE 3*630 Al	495	1 080	534 600	1 080	534 600
Grøft mont. i veg 1 kabel	270	5 214	1 407 780	5 214	1 407 780
Grøft mont. i veg 2 kabler	273	877	239 421	877	239 421
Grøft mont. i veg 3 kabler	276	300	82 800	300	82 800
Grøft mont. i veg 4 kabler	280	50	14 000	50	14 000
Fiberkabel inkl. rør kompl.	80	6 441	515 280	6 441	515 280
22 kV kabelskap	50 000	6	300 000	6	300 000
Nettstasjoner 22kV	495 000	15	7 425 000	15	7 425 000
132 kV linje (til Frøyset eller T-avgr.)			10 530 000		6 458 000
132 kV bryterfelt i Frøyset			2 450 000		-
132 kV koblingsfelt Merkesdalen			-		1 875 000
132 kV transformatorstasjon/ servicebygg			14 000 000		14 000 000
Sum anleggskostnader			39 319 877		34 672 877
Kapitalisert driftskostnad			8 119 555		7 159 949
Tomgangstap i hovedtransformatorer			1 200 000		1 200 000
Tap/tapskostnad (belastningstap)	6 550	546	3 576 300	461	3 019 550
Total sum:			52 215 732		46 052 376
Total kabellengde 22 kV		7 752		7 752	
Sum grøftelengde i veg 22 kV		6 441		6 441	
Sum kabelanlegg i vindpark			4 914 877		4 914 877
Transformatorstasjoner			14 000 000		14 000 000
Sum 132 kV linje og bryteranlegg Frøyset eller T-avgr.			12 980 000		8 333 000
Sum nettstasjoner og transformator ved vindturbiner			7 425 000		7 425 000
Sum anleggskostnader ekskl. reservemateriell			39 319 877		34 672 877



Vedlegg 2

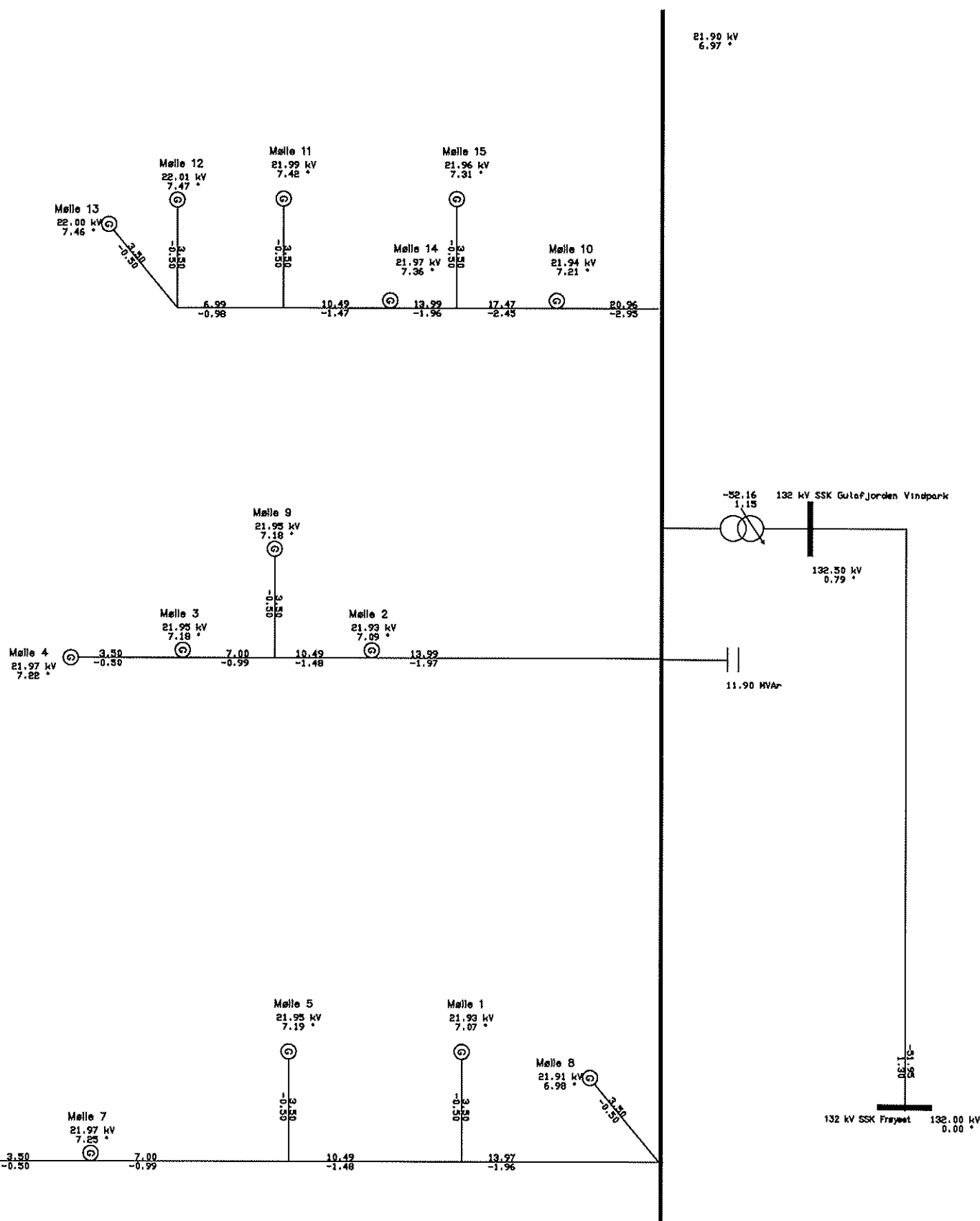
Gulafjord vindpark.

Alt.1: 132 kV linje direkte til Frøyset

100 % produksjon i vindmøllene.

PROSJEKT : Gulafjord vindpark
OPPDRAGSGIVER .. : Fred Olsen Renewables
UTFØRT (dato) ... : 17.10.2005 kl.11:07:55
ANSVARLIG : NBD, Jesok Prosjekt AS
FILNAVN : O:\TN-FLYT\DATA\1562\FOR\ALT1_100.LFR

Total produksjon : 0.55 MW -6.21 MVar
Total belastning : 0.00 MW 0.00 MVar
Sum kompensering : 11.90 MVar
Totale tap : 0.55 MW 5.69 MVar



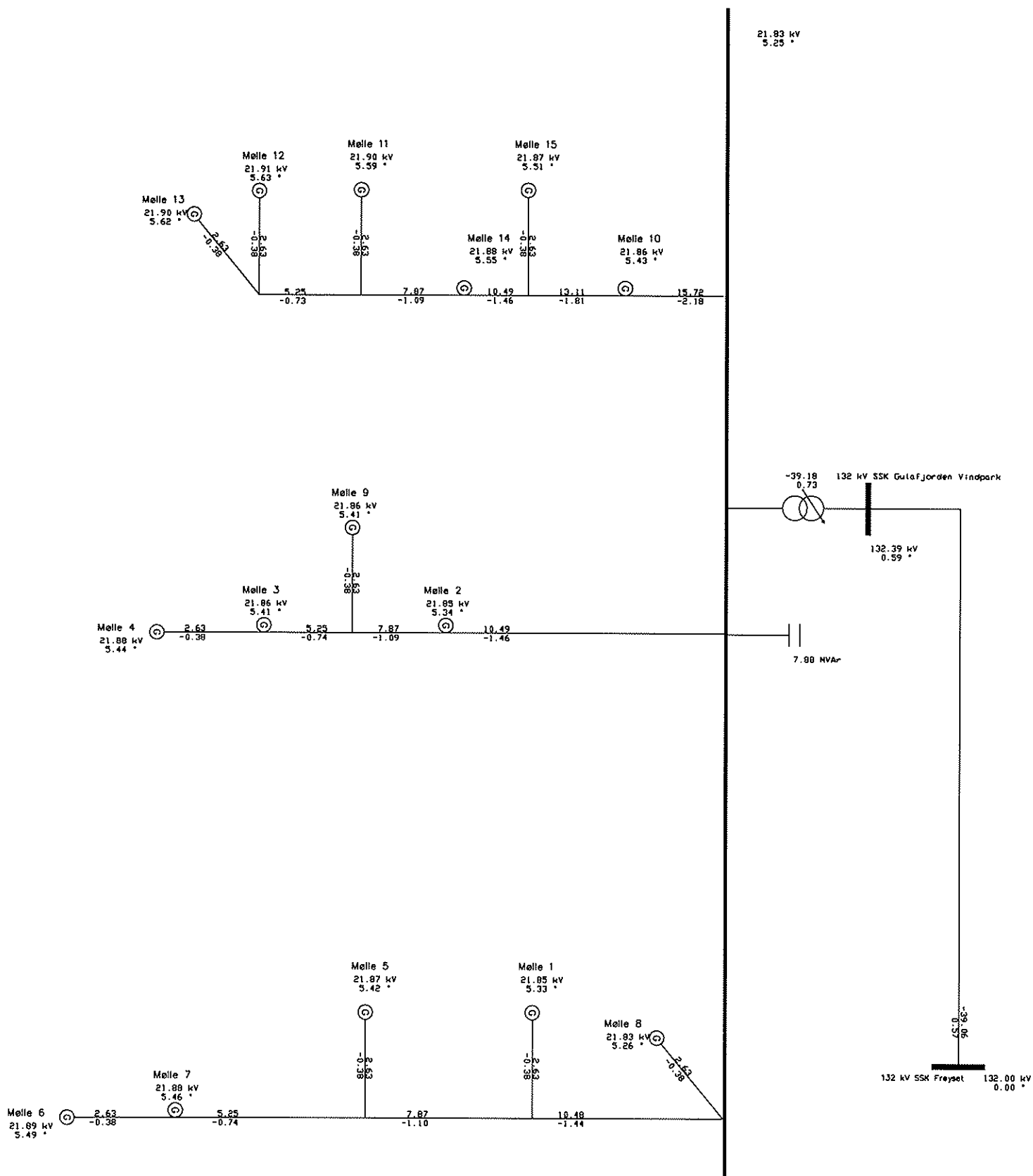
Gulafjord vindpark.

Alt.1: 132 kV linje direkte til Frøyset

75 % produksjon i vindmøllene.

PROSJEKT : Gulafjord vindpark
 OPPDRAGSGIVER .. : Fred Olsen Renewables
 UTFØRT (dato) ... : 12.10.2005 kl. 08:39:02
 ANSVARLIG : NBD, Jøssak Prosjekt AS
 FILNAVN : 0:\TN-FLYT\DATA\1562FOR\ALT1_075.LFR

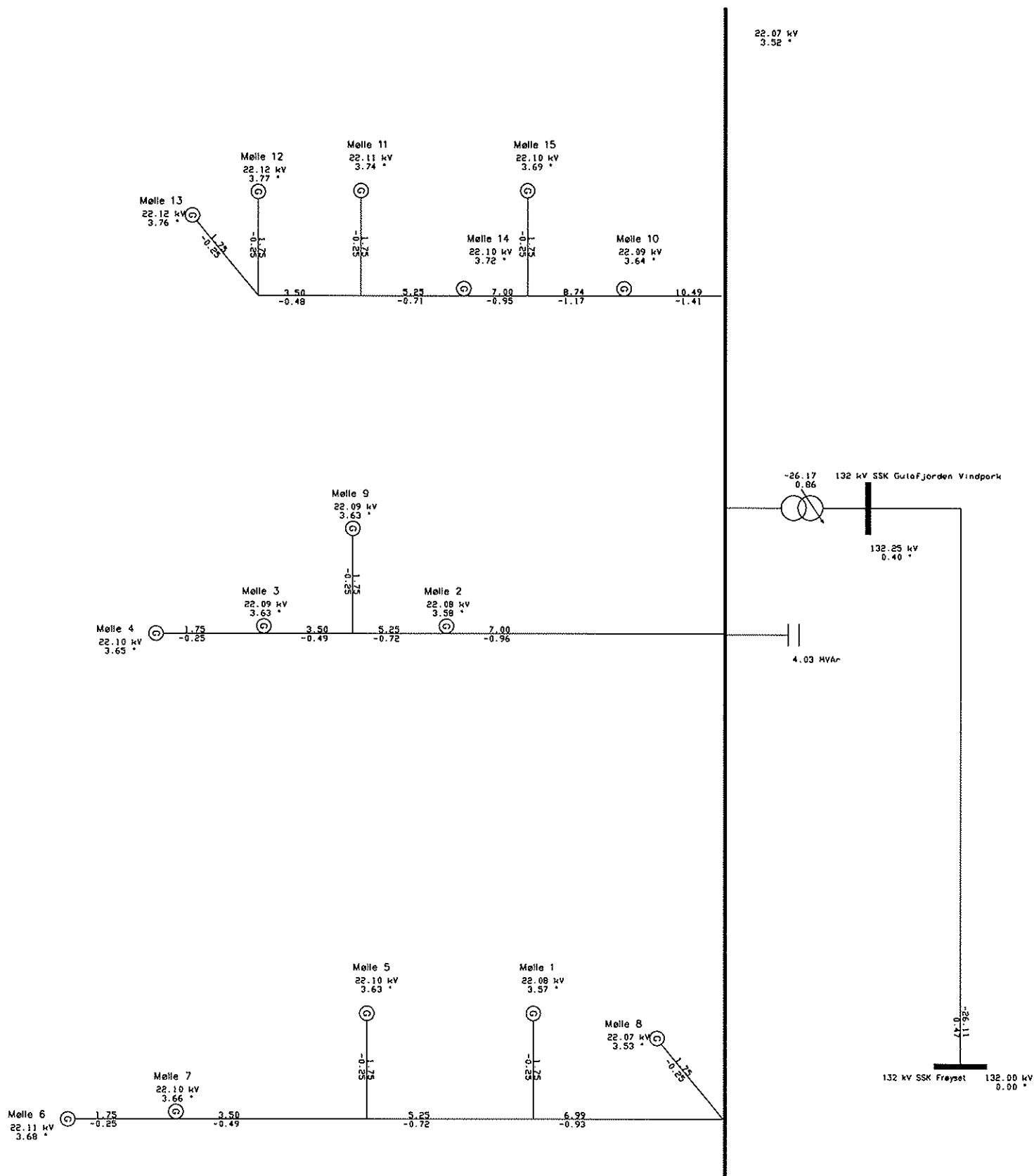
Total produksjon : 0.32 MW -5.05 MVAR
 Total belastning : 0.00 MW 0.00 MVAR
 Sum kompensering : 7.88 MVAR
 Totale tap : 0.32 MW 2.83 MVAR



50 % produksjon i vindmøllene.

```
PROSJEKT ..... : Gulafjord vindpark
OPPDRAAGSGIVER : Fred Olsen Renewables
UTFØRT (dato) .. : 12.10.2005 kl.10:09:31
ANSVARLIG ..... : NBD, Jesok Prosjekt AS
FILNAVN ..... : Q:\XIN-FLYT\DATA\1562FOR\ALT1_050.LFR
```

Total produksjon :	0.14 MW	-3.28 MVar
Total belastning :	0.00 MW	0.00 MVar
Sum kompensering :		4.03 MVar
Totale tap :	0.14 MW	0.75 MVar



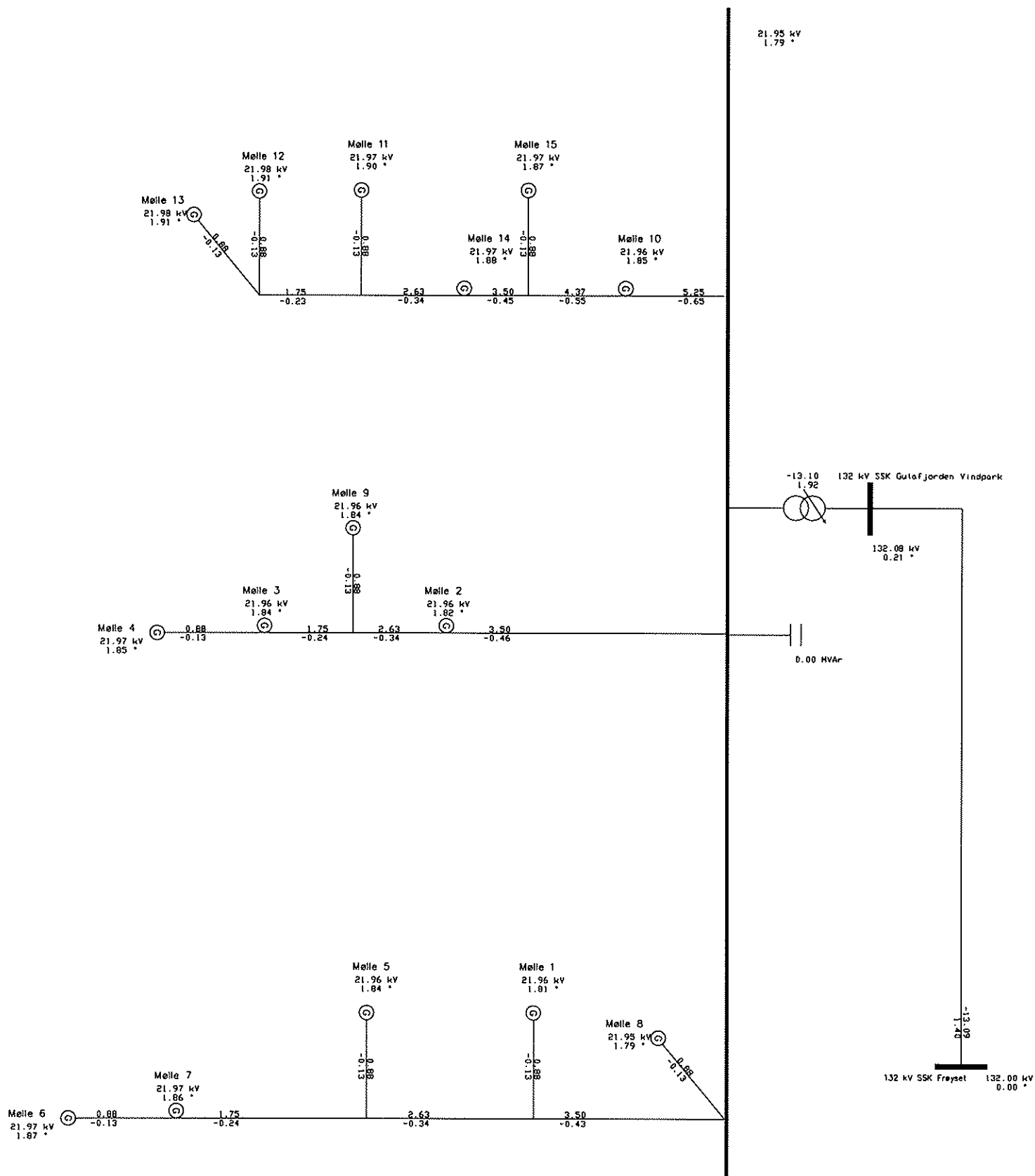
Gulafjord vindpark.

Alt.1: 132 kV linje direkte til Frøyset

25 % produksjon i vindmøllene.

PROSJEKT : Gulafjord vindpark
OPPDRAGSGIVER : Fred Olsen Renewables
UTFØRT (dato) : 12.10.2005 kl.10:19:13
ANSVARLIG : NBD, Jesok Prosjekt AS
FILNAVN : O:\TN-FLYT\DATA\1562FOR\ALT1_025.LFR

Total produksjon :	0.03 MW	-0.48 MVar
Total belastning :	0.00 MW	0.00 MVar
Sum kompensering :		0.00 MVar
Totale tap :	0.03 MW	-0.48 MVar



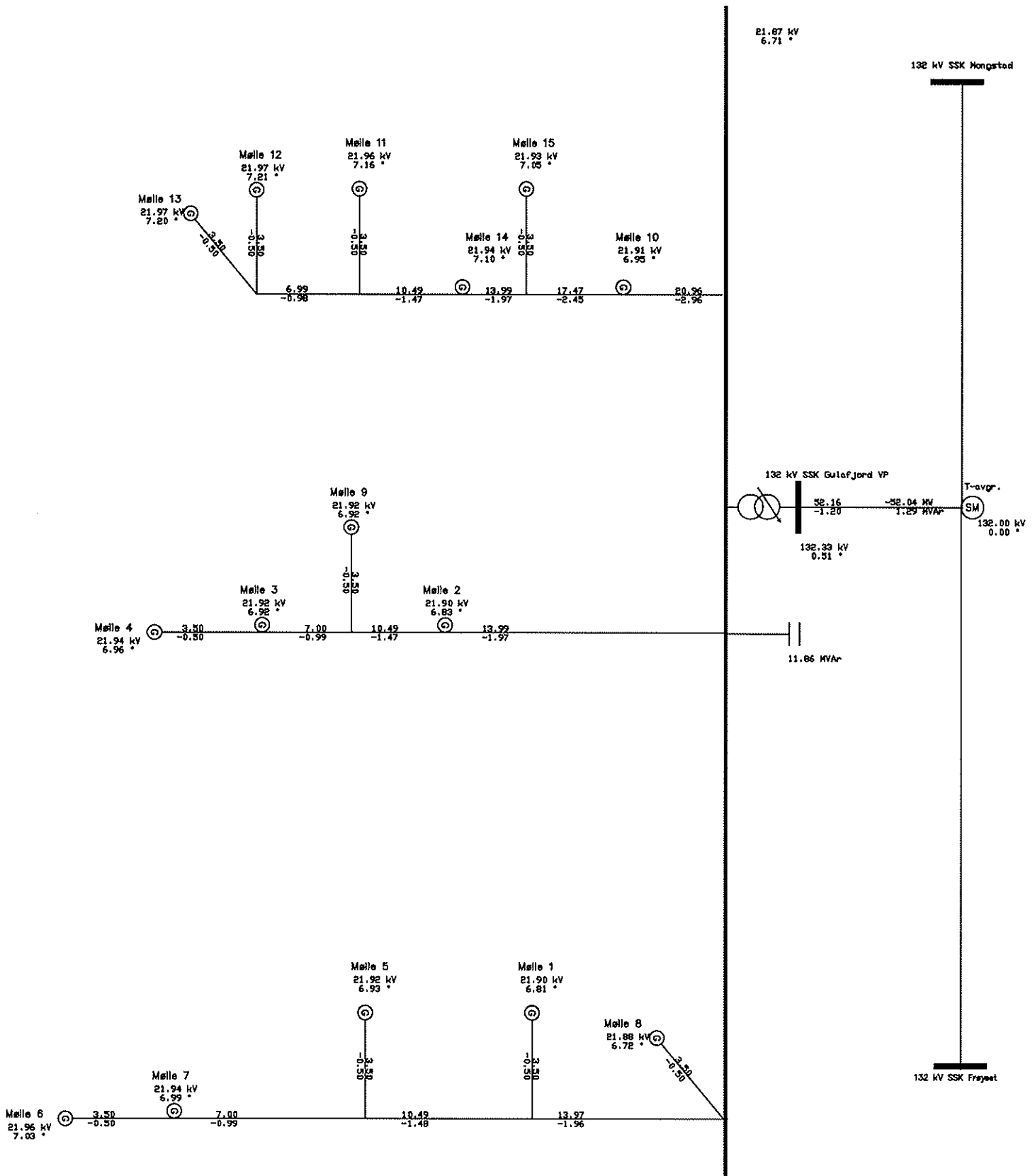
Gulafjord vindpark

Alt. 2: 132 kV linje til T-avgr. på forbindelse Mongstad - Frøyset

100 % produksjon i vindmøllene.

PROSJEKT : Gulafjord vindpark
 OPPDRAGSGIVER : Fred Olsen Renewables
 UTFØRT (dato) ... : 17.10.2005 kl.10:34:52
 ANSVARLIG : NBD, Jesok Prosjekt AS
 FILNAVN : O:\TN-FLYT\DATA\1562FOR\ALT2_100.LFR

Total produksjon	0.46 MW	-6.21 MVar
Total belastning	0.00 MW	0.00 MVar
Sum kompensering	0.00 MW	11.86 MVar
Totale tap	0.46 MW	5.65 MVar



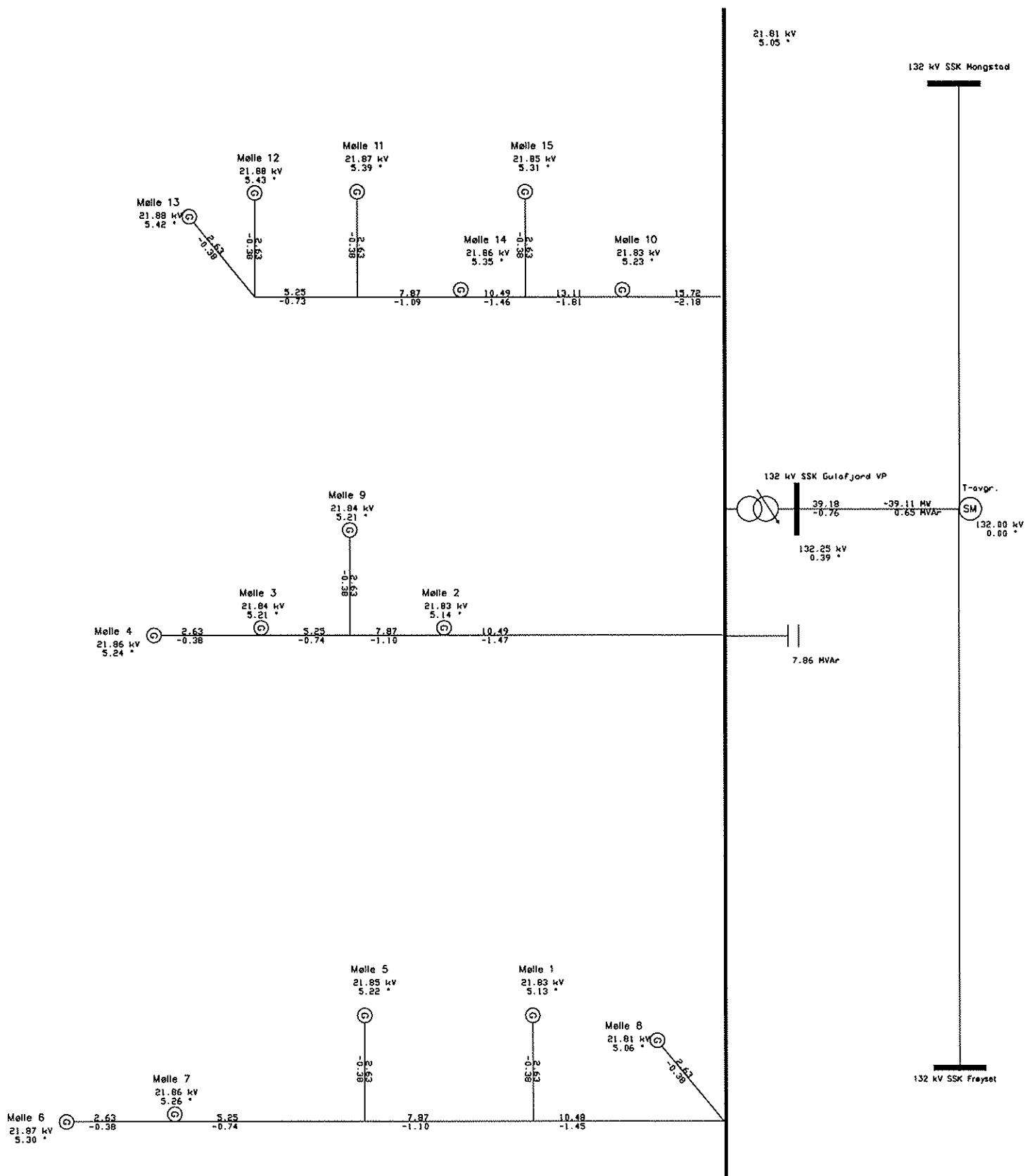
Gulafjord vindpark

Alt. 2: 132 kV linje til T-avgr. på forbindelse Mongstad - Frøyset

75 % produksjon i vindmøllene.

PROSJEKT : Gulafjord vindpark
 OPPDRAGSGIVER : Fred Olsen Renewables
 UTFØRT (dato) : 11.10.2005 kl.17:47:53
 ANSVARLIG : NBD, Jesok Prosjekt AS
 FILNAVN : O:\TN-FLYT\DATA\1562FOR\ALT2_075.LFR

Total produksjon : 0.27 MW -4.97 MVAR
 Total belastning : 0.00 MW 0.00 MVAR
 Sum kompensering : 7.86 MVAR
 Totale tap : 0.27 MW 2.89 MVAR



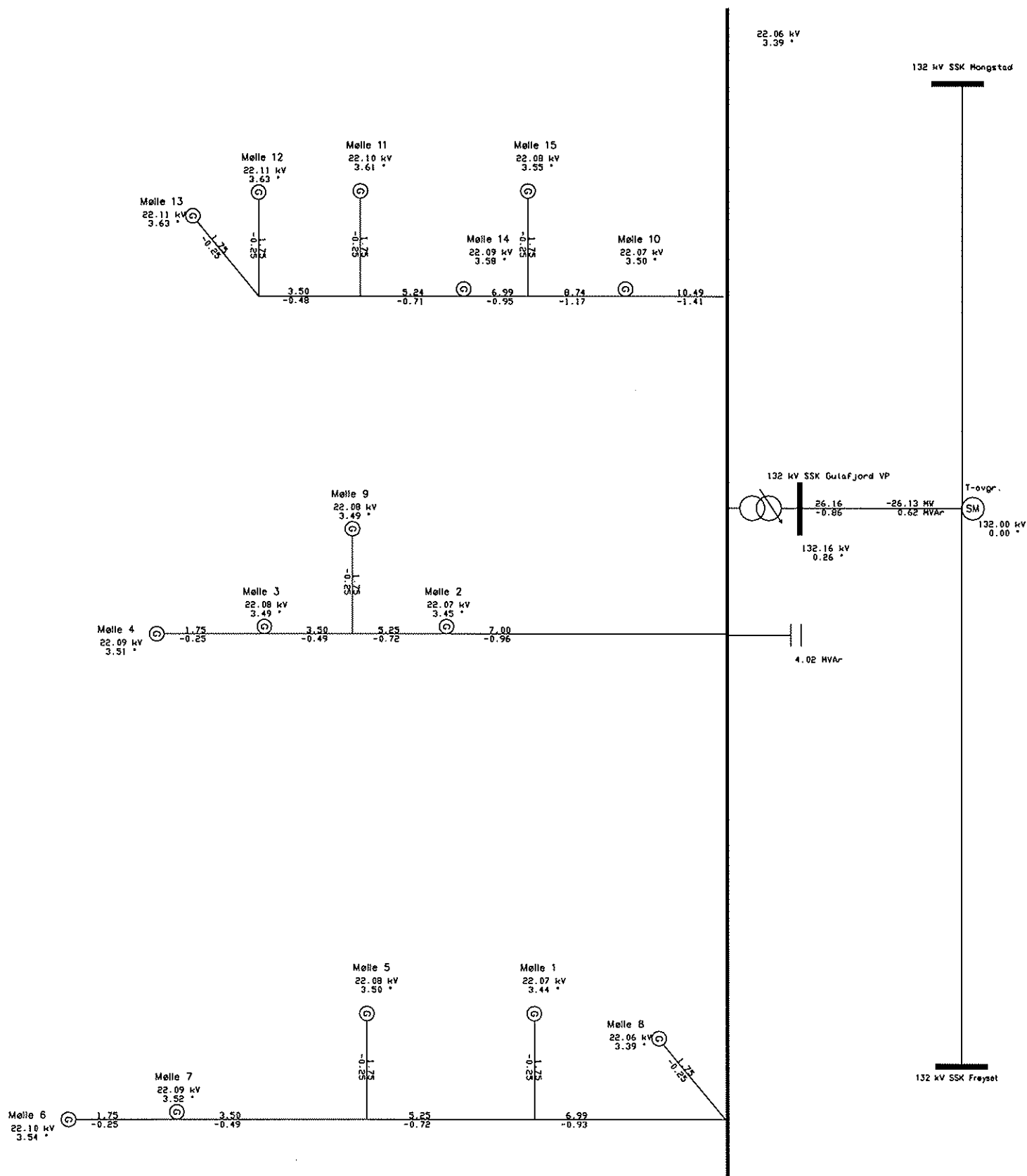
Gulafjord vindpark

Alt. 2: 132 kV linje til T-avgr. på forbindelse Mongstad - Frøyset

50 % produksjon i vindmøllene.

PROSJEKT : Gulafjord vindpark
 OPPDRAGSGIVER : Fred Olsen Renewables
 UTFØRT (dato) .. : 11.10.2005 kl.18:17:45
 ANSVARLIG : NBD, Jasok Prosjekt AS
 FILNAVN : D:\TN-FLYT\DATA\1562FOR\ALT2_050.LFR

Total produksjon :	0.12 MW	-3.13 MVAR
Total belastning :	0.00 MW	0.00 MVAR
Sum kompensering :		4.02 MVAR
Totalt tap :	0.12 MW	0.09 MVAR



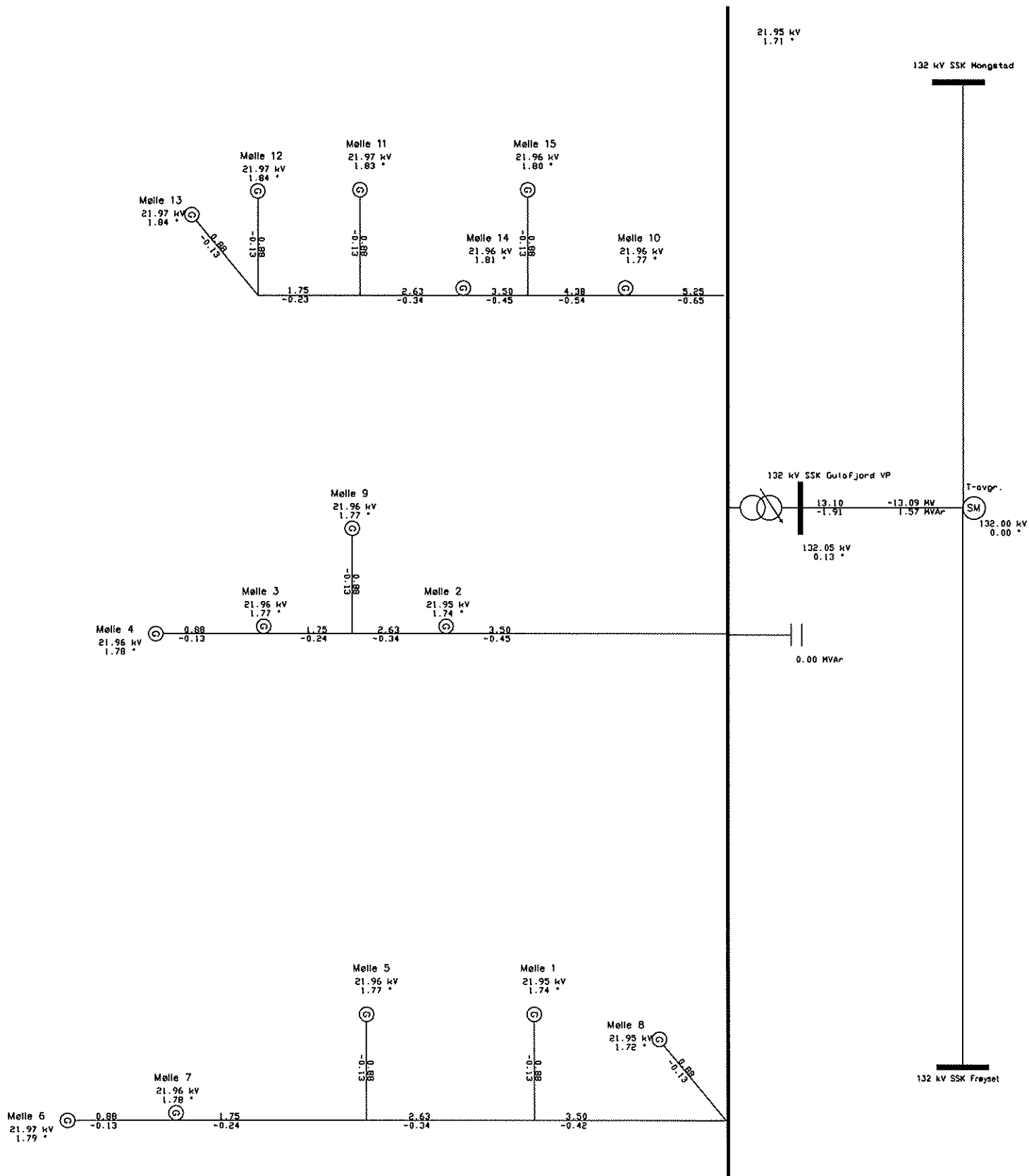
Gulafjord vindpark

Alt. 2: 132 kV linje til T-avgr. på forbindelse Mongstad - Frøyset

25 % produksjon i vindmøllene.

PROSJEKT : Gulafjord vindpark
 OPPDRAGSGIVER : Fred Olsen Renewables
 UTFØRT (dato) : 11.10.2005 kl.18:25:13
 ANSVARLIG : NBD, Jøsef Prosjekt AS
 FILNAVN : O:\TN-FLYT\DATA\1562\FOR\ALT2_025.LFR

Total produksjon : 0.03 MW -0.30 MVAR
 Total belastning : 0.00 MW 0.00 MVAR
 Sum kompensering : 0.00 MW 0.00 MVAR
 Totale tap : 0.03 MW -0.30 MVAR





Vedlegg 3

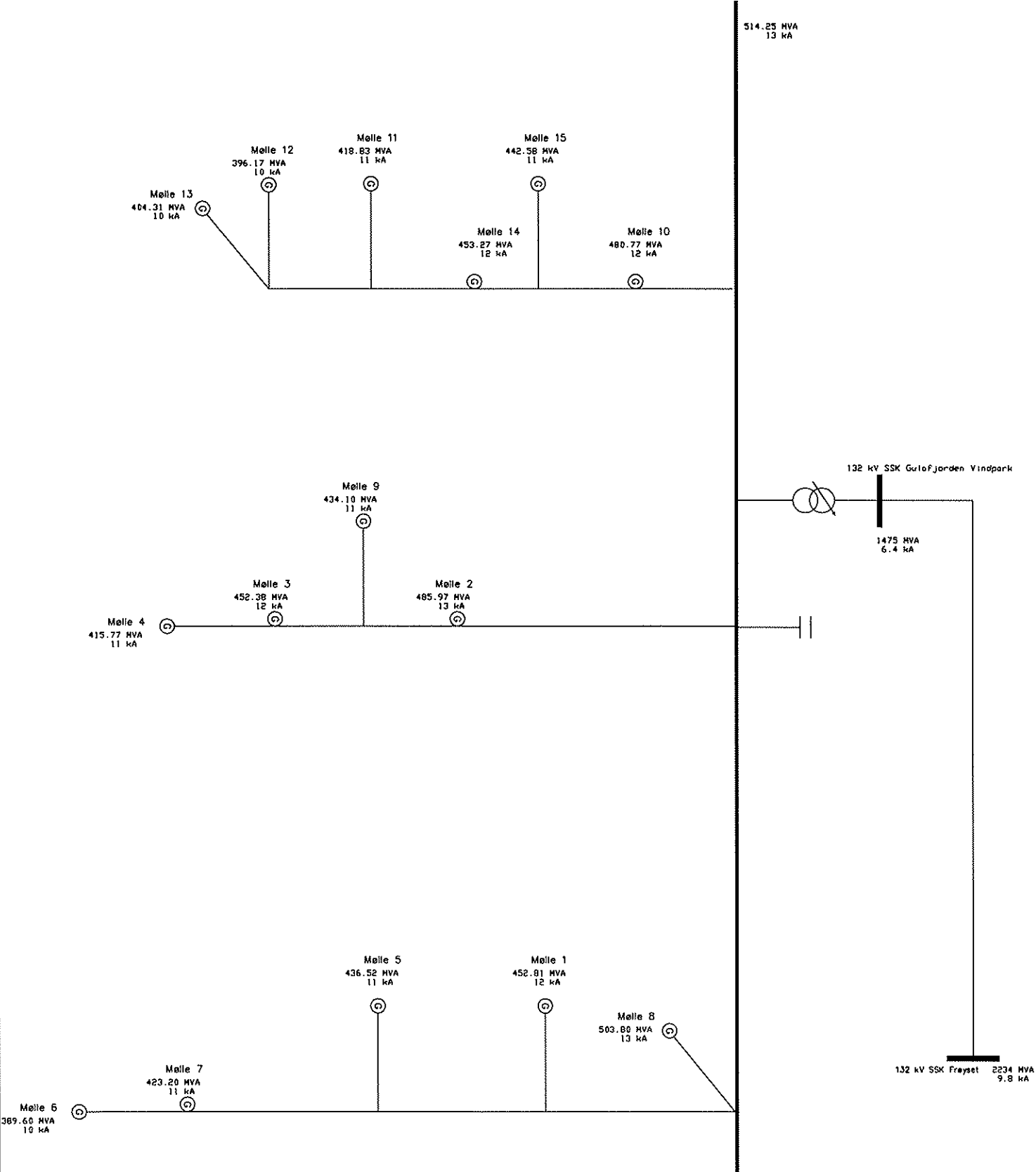
Gulafjord vindpark.

Alt.1: 132 kV linje direkte til Frøyset

Kortslutningsberegninger

PROSJEKT : Gulafjord vindpark
OPPDRAGSGIVER : Fred Olsen Renewables
UTFØRT (dato) : 12.10.2005 kl.13:39:45
ANSVARLIG : NBD, Jøssok Prosjekt AS
FILNAVN : SC.LFR

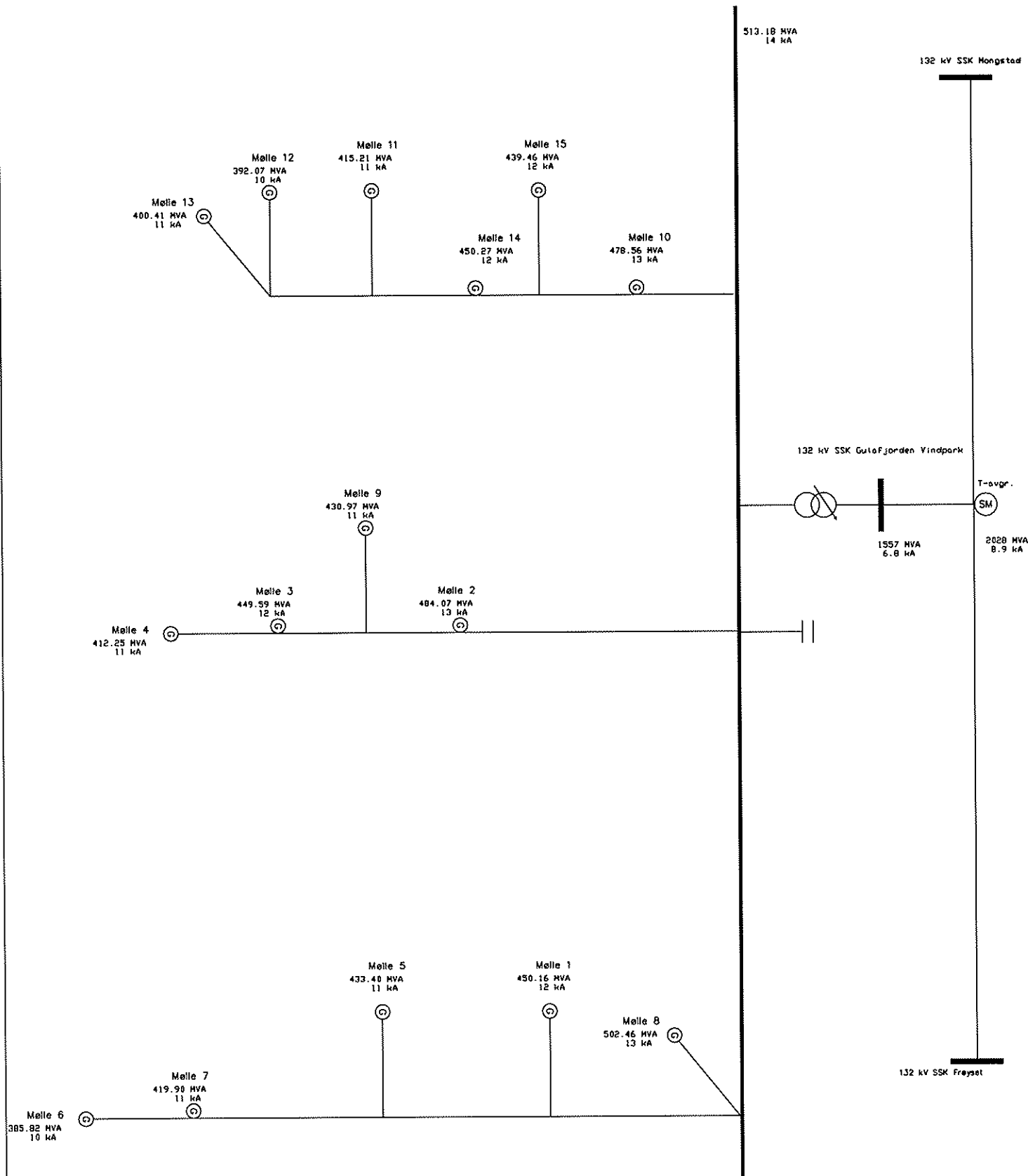
Total produksjon :
Total belastning :
Sum kompensering :
Totale tap :



Gulafjord vindpark
Alt. 2: 132 kV linje til T-avgr. på forbindelse Mongstad - Frøyset
Kortslutningsberegninger

PROSJEKT Gulafjord vindpark
OPPDRAGSGIVER : Fred Olsen Renewables
UTFØRT (dato) : 11.10.2005 kl.16:36:15
ANSVARLIG : NBD, Jesok Prosjekt AS
FILNAVN : SC.LFR

Total produksjon :
Total belastning :
Sum kompensering :
Totale tap :





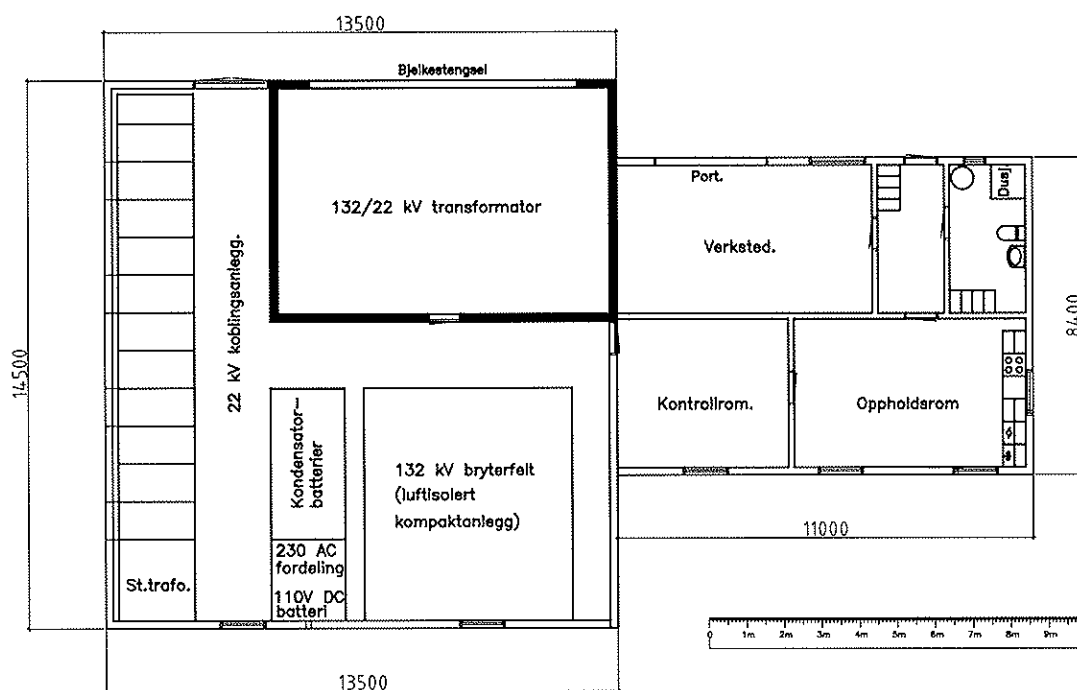
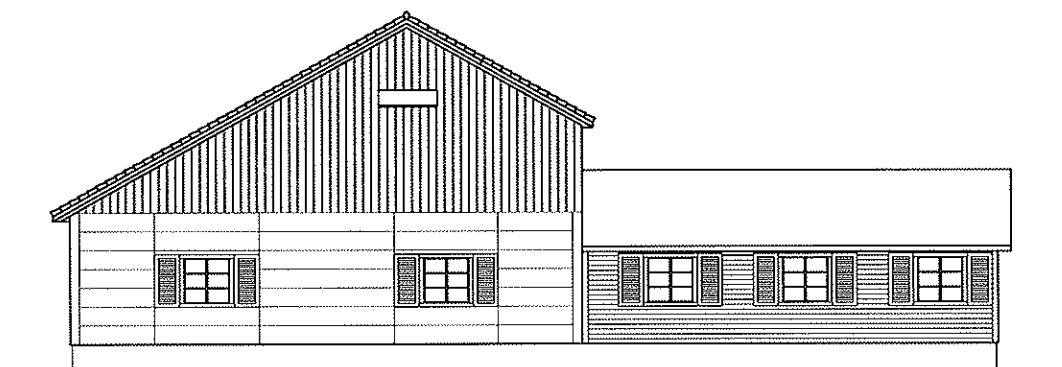
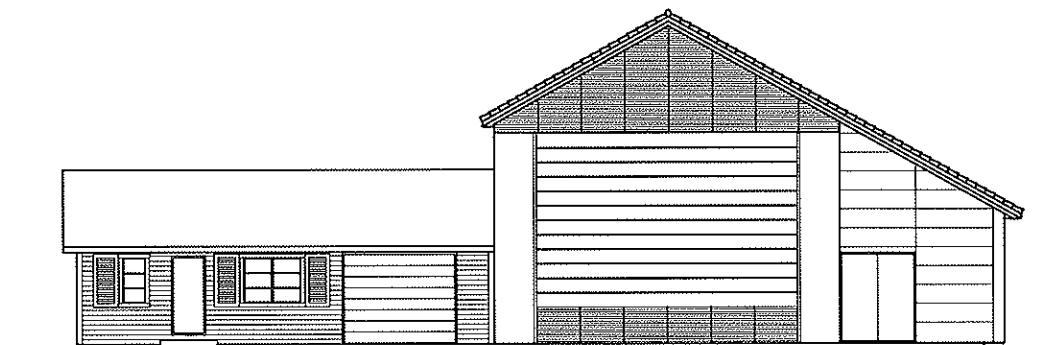
— Vedlegg 4

Kommentar:

Eksempel på utførelse av trafostasjon i Gulafjorden vindpark

Innendørs kompakt 132 kV bryteranlegg.

Ny 132 kV ledning strekkes direkte inn på vegg.



FRED OLSEN RENEAWBLES

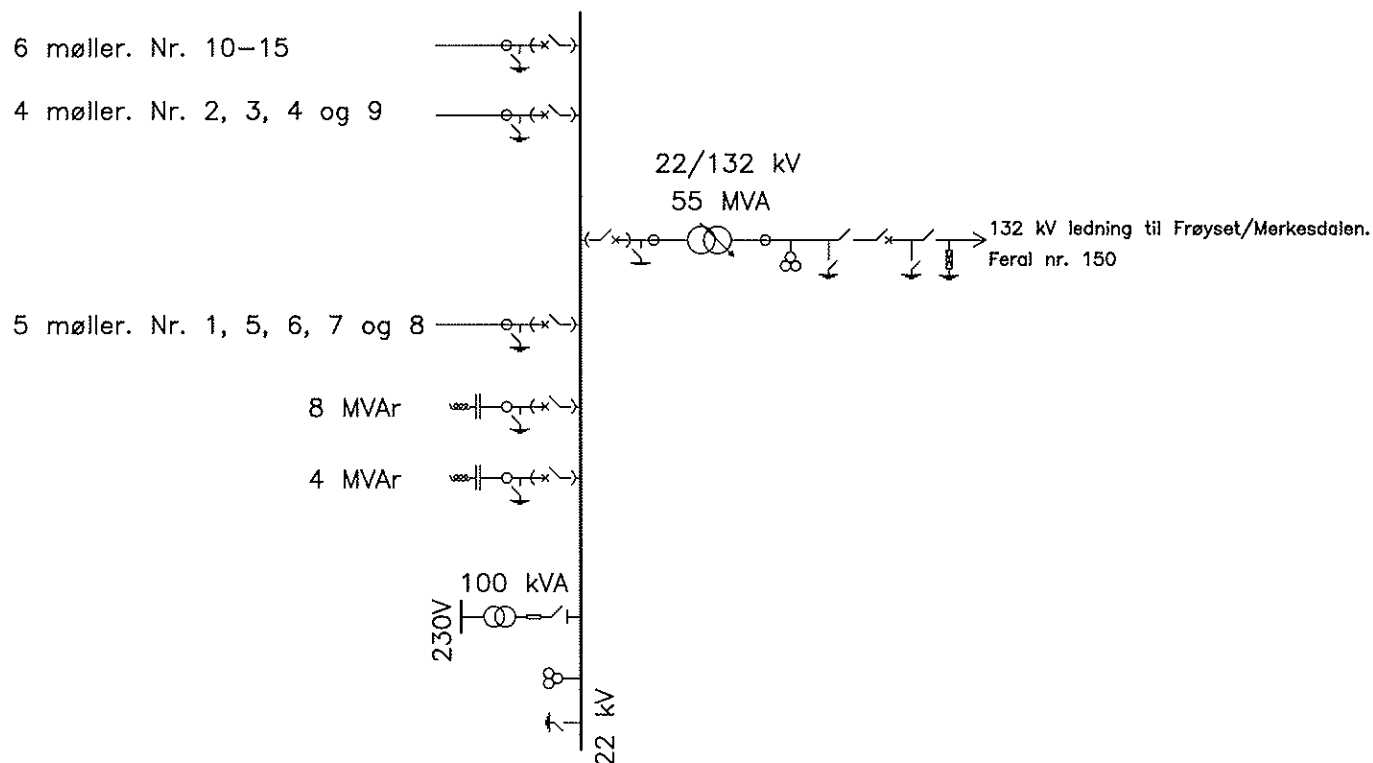
Transformatorstasjon i Gulafjorden Vindpark.



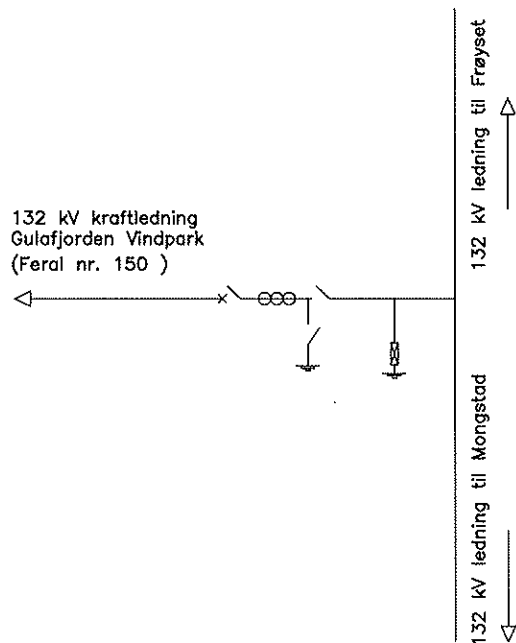
JØSOK PROSJEKT AS

M=1:200. Dat. 12.10.05
Sak 1562.

Enlinjeskjema trafostasjon i Gulafjorden vindpark



Enlinjeskjema v/T-Tilknytning i Merkesdalen



Fred Olsen Renewables
Gulafjorden Vindpark
Enlinjeskjema.

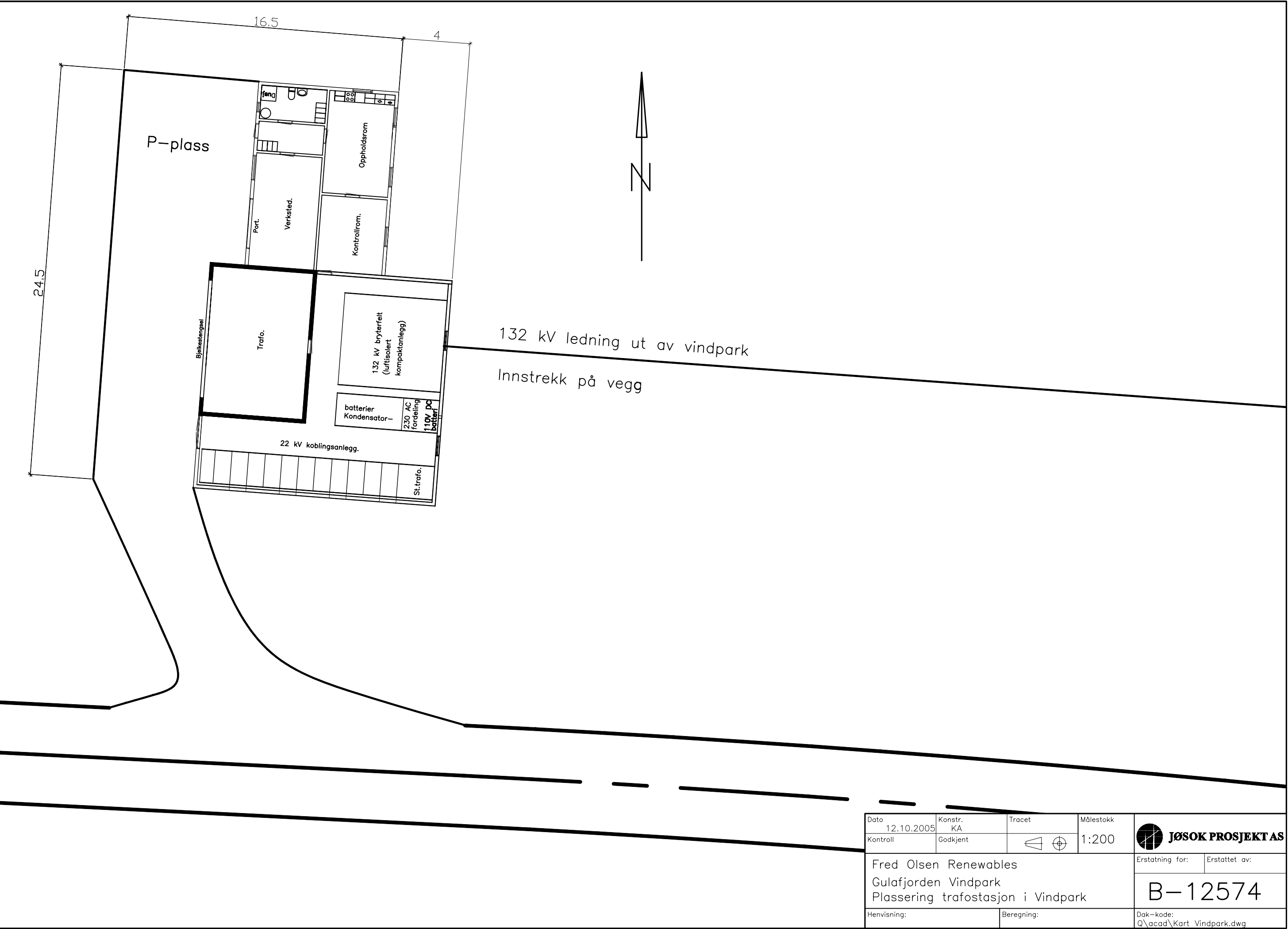


JØSOK PROSJEKT AS

Dat. 03.05.05

Sak 1546

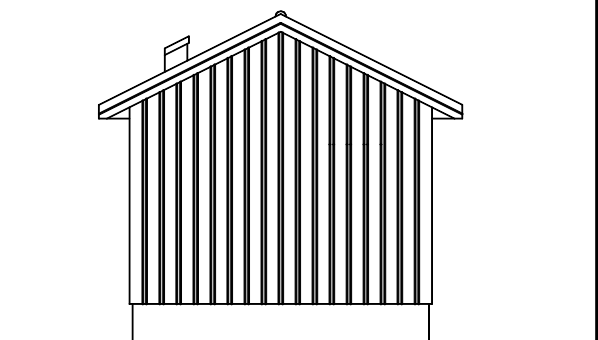
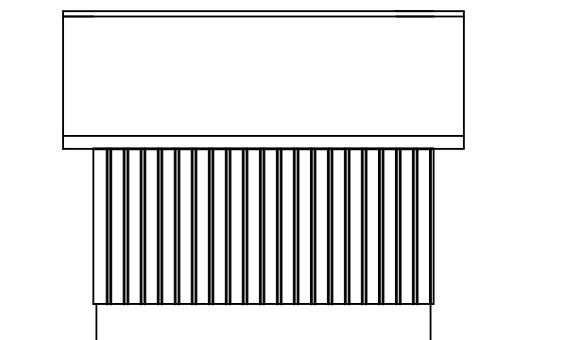
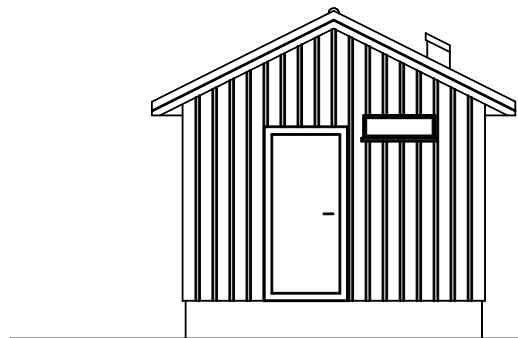
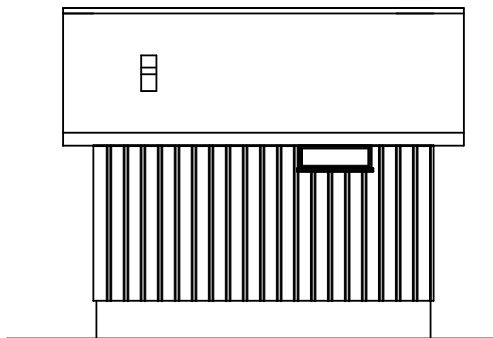
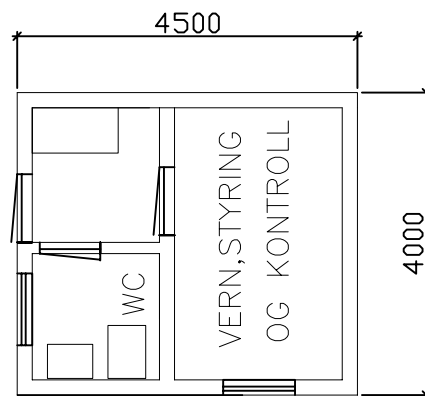
\\1546\\enlinjeskjema stasjon.dwg



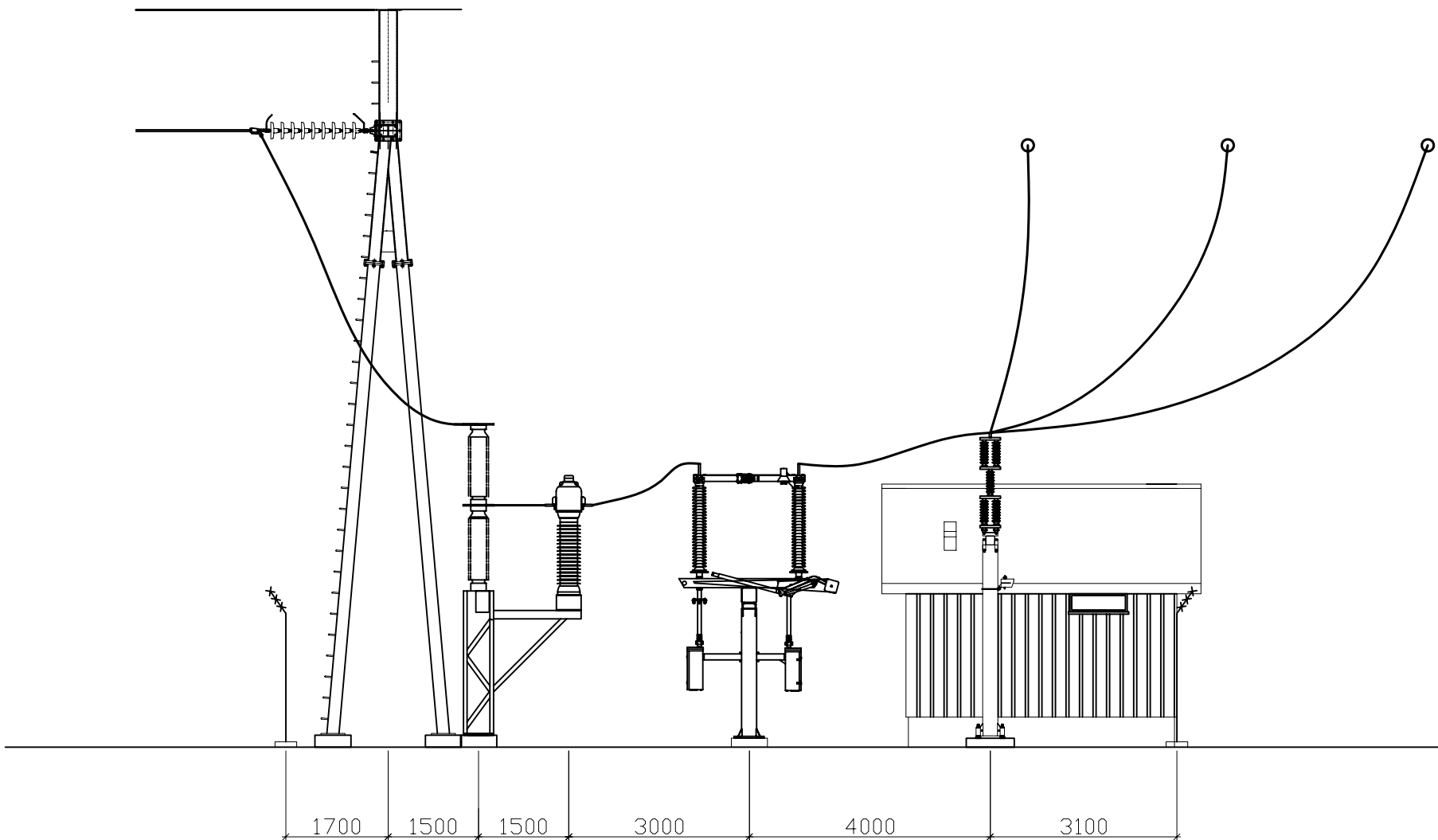
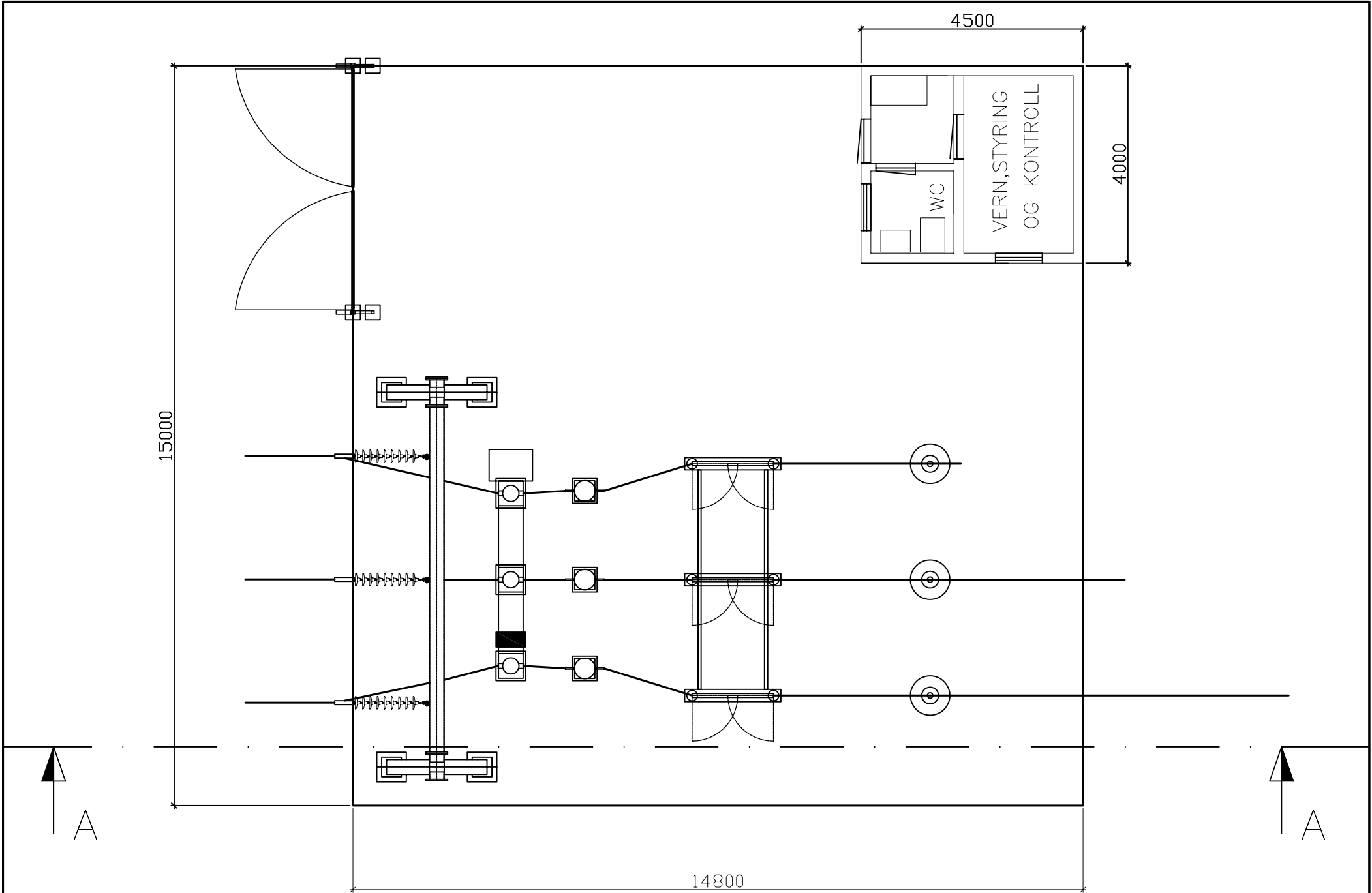
Dato 12.10.2005	Konstr. KA	Tracet	Målestokk 1:200	 JØSOK PROSJEKT AS
Kontroll	Godkjent			
Fred Olsen Renewables Gulafjorden Vindpark Plassering trafostasjon i Vindpark				Erstatning for: Erstattet av:
B-12574				
Henvisning:		Beregning:		Dak-kode: Q\acad\Kart Vindpark.dwg



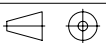
Vedlegg 5

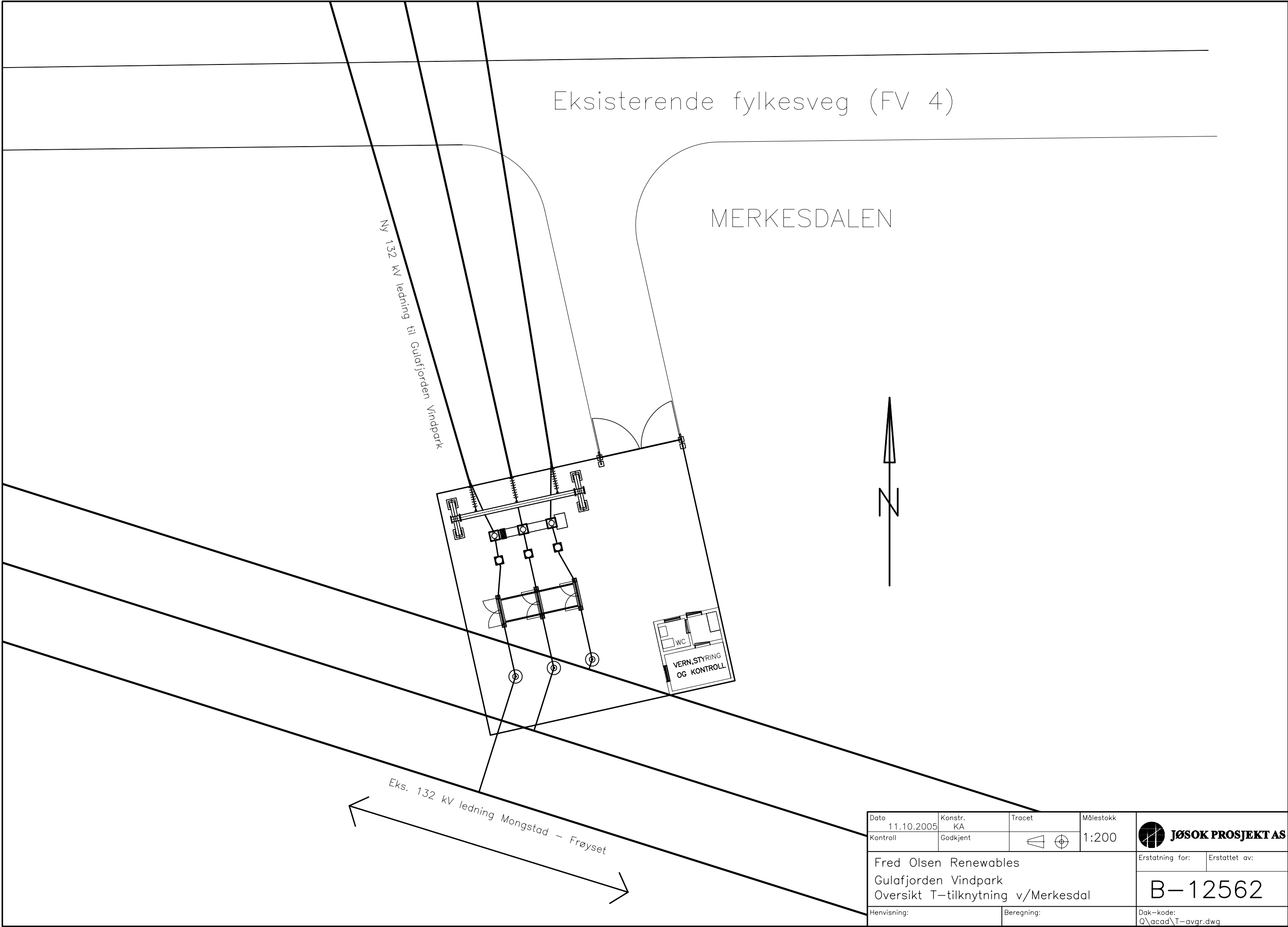


Dato 12.10.2005	Konstr. KA	Tracet	Målestokk 1:100	 JØSOK PROSJEKTAS	
Kontroll	Godkjent	 		Erstatning for:	Erstattet av:
Fred Olsen Renewables Fasadetegninger Bygg, kontrollrom Merkesdalen				A-9116	
Henvisning:		Beregning:		Dak-kode: Q\acad\T-avgr.dwg	



SNITT A-A. 132 kV koblingsfelt Merkesdalen

Dato 12.10.2005	Konstr. KA	Tracet	Målestokk 1:100	 JØSOK PROSJEKT AS	
Kontroll	Godkjent			Erstatning for:	Erstattet av:
Fred Olsen Renewables Layout T-tilknytning Merkesdalen				B-12562	
Henvisning:		Beregning:		Dak-kode: Q\acad\T-avgr.dwg	



Dato 11.10.2005	Konstr. KA	Tracet	Målestokk 1:200	 JØSOK PROSJEKT AS
Kontroll	Godkjent			
Fred Olsen Renewables Gulafjorden Vindpark Oversikt T-tilknytning v/Merkesdal				Erstatning for: Erstattet av:
				B-12562
Henvisning:		Beregning:	Dak-kode: Q\acad\T-avgr.dwg	



Vedlegg 6



Målestokk:

JØSOK PROSJEKT AS

Tegn.nr.: B-12532

Målestokk:

Rev. dato:

Rev.nr.:

Sign.:	
--------	--

odkj.:

1

Ny 132 kV-kraft

Eksist. 132 kV-k

Building

afledning Mongsta

NIJ 4001-V-1-91-1

Eksist. 132 kV-kraftled

Ny 132/22 kV tratostan



FRED OLSEN RENEWABLES

Gulafjorden Vindpark

Oversiktskart T.avgreining Merkesdal

SYMBOL

TEGNFORKLARING

- Ny 132 kV - linje
- Eksisterende 132 kV-linje
- 22 kV - kraftledning

Tegningsnr:

A-9115

Målestokk:

1:5000

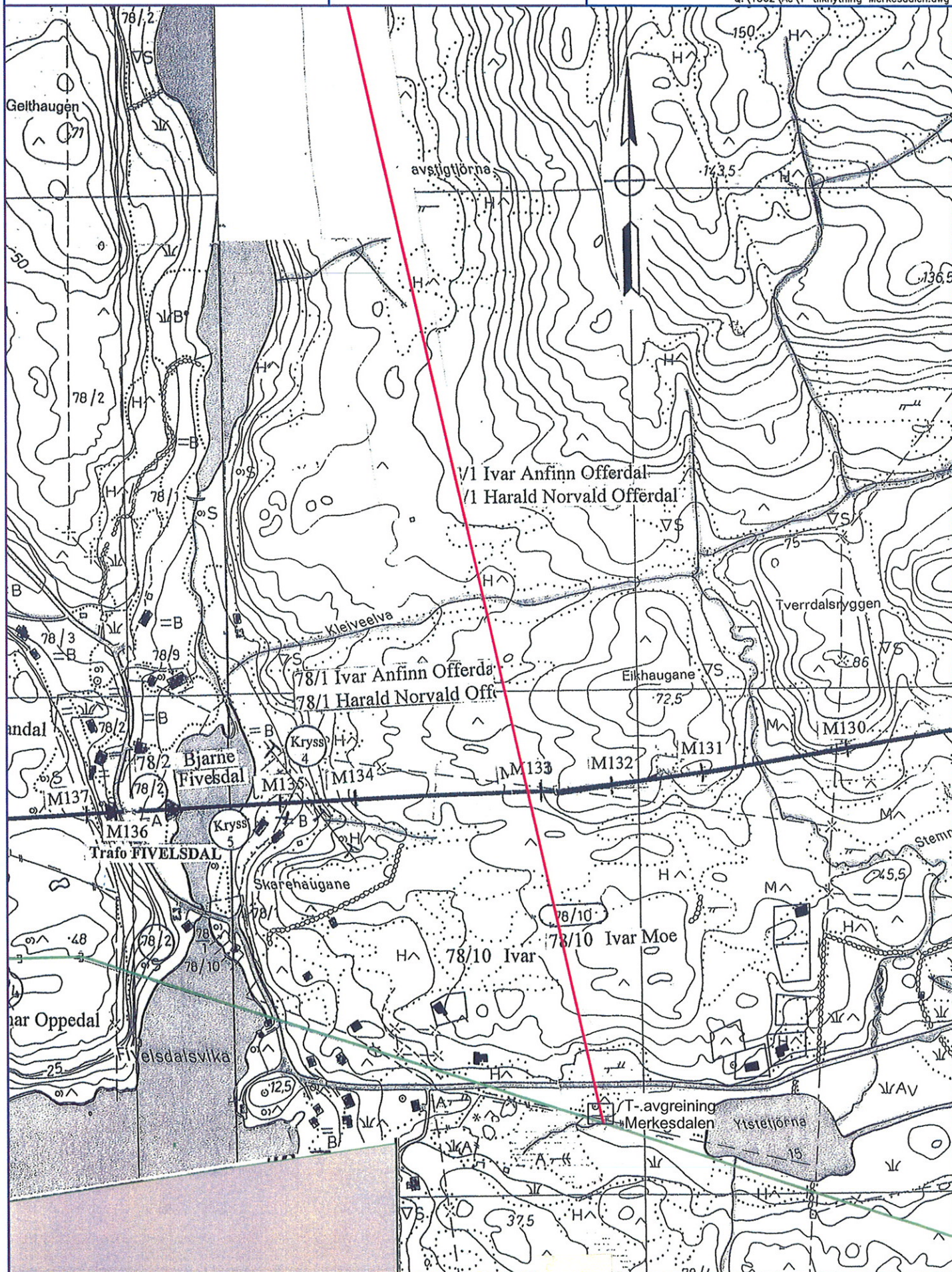
Dato:

12.10.05



JØSOK PROSJEKT AS

Q:\1562\Ac\T-tilknytning Merkesdalen.dwg





Målestokk:
1:6000

Rev.dato:

Rev.nr.:

Sign.:	
--------	--

Godkj.:	
---------	--



Angivelse av ant. 22 kV kabler i veg

Ny 132 kV ledning

.....

Planområde

22 kV koblingskasse

Vindturbin

Fred Olsen Renewables
Gulafjorden Vindpark
Oversikt 22 kV kabler i vindmøllepark

Rev.dato:	
-----------	--

Rev.nr.:	
----------	--

Sign.:	
--------	--

Godkj.:	
---------	--

Beskr.:	
---------	--

Q\ac\kart vindpark.dwg

