

NGU Rapport 97.123

TFEM-målinger Kong Oscar-feltet  
Sulitjelma, Fauske, Nordland

Rapport nr.: 97.123		ISSN 0800-3416	Gradering: <del>Fortrolig til 14.10.2004</del> Åpen	
Tittel: TFEM-målinger Kong Oscar-feltet, Sulitjelma, Fauske, Nordland				
Forfatter: Einar Dalsegg		Oppdragsgiver: Elkem Salten		
Fylke: Nordland		Kommune: Fauske		
Kartblad (M=1:250.000) Sulitjelma		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000) 2129 II Sulitjelma		
Forekomstens navn og koordinater: Kong Oscar-feltet 33W 5495 74394		Sidetall: 87	Pris: Kr. 140,-	
Feltarbeid utført: 16.07 - 30.07 og 27.08 - 05.09 1997		Rapportdato: 14.10. 1997	Prosjektnr.: 2759.00	Ansvarlig: <i>Jens S. Kjøglund</i>
<p><b>Sammendrag:</b> På oppdrag fra Elkem Salten har NGU utført TFEM-målinger over Kong Oscar-feltet i Sulitjelma. Kong Oscar-feltet ligger ca. 7 km SSØ for Sulitjelma og er tidligere kjent for flere små kisrike skjerp med bl.a. kobberkis, sinkblende og høye Ag- og Au-gehalter. Oppgaven var å kartlegge utgående av Kong Oscar-sonens bergarter, samt eventuelle dyptliggende mineraliseringer i bergartenes forlengelse mot dypet.</p> <p>Målingene har innenfor det undersøkte området påvist flere grunne elektrisk ledende soner langs utgående av Kong Oscar-sonens bergarter, i tillegg til noen markerte dypanomalier. De sterkeste av de grunne anomaliene er knyttet til et forholdsvis lite område ved hovedskjerp. Den godt ledende mineraliserte sonen i hovedskjerp ser ut til å ha en utstrekning på ca. 450 meter, men måledata gir ikke grunnlag for å angi noen sikker avslutning mot sørvest. Anomaliårsaken til en sterk grunn sone parallell med malmsonen i skjerp, er trolig grafittskifer. De øvrige grunne sonene som ble påvist skyldes trolig svake sulfidimpregnasjoner.</p> <p>Det ble påvist tre markerte soner på dypet. En sydøst for hovedskjerp og en meget lang sone som ligger like ved kabelen og trolig fortsetter ut av måleområdet i nordøst. Anomaliårsaken til den første er usikker, men anomaliårsaken til den siste er mest trolig grafitt. På grunn av beliggenheten synes den tredje dypanomali som strekker seg fra 3600 Y - 1625 X til 5400 Y - 1800X å være mest interessant. Anomaliene ser ut til å ligge i Kong Oscar-sonens bergarters forlengelse mot dypet og kan skyldes en sulfidmineralisering. Sonen har derimot en strøklengde på ca. 1800 meter, noe som gir grunn til mistanke om at anomaliårsaken også her kan skyldes grafitt. En grunn til at sonen kun har gitt anomalier i frekvensdomenet kan være at sonen er dårlig ledende, noe som heller mest mot at anomaliårsaken <u>ikke</u> er grafitt. For eventuell bekreftelse av anomaliårsaken synes profil 3800 Y - 1600 X å ha gitt den sikreste angivelse for beliggenheten og anbefales derfor som borpunkt.</p>				
Emneord: Geofysikk	Elektromagnetisk måling		Malm	
Sulfid				
			Fagrapport	

## INNHold

1. INNLEDNING .....	4
2. MÅLEMETODE OG UTFØRELSE .....	4
3. RESULTATER OG TOLKNING .....	5
3.1 Resultater tidsdomenet, primærfelt og 25 Hz frekvensdomenet. ....	6
3.2 Beregning av tidskonstanter .....	11
4. KONKLUSJON OG ANBEFALING .....	12
5. REFERANSER .....	13

## TABELLER

Tabell 1: Gradering av TFEM-anomalier.....	5
Tabell 2: Indikerte ledere i tidsdomenet, Kong Oscar-feltet .....	7
Tabell 3: Indikerte ledere ved primærfeltmålinger, Kong Oscar-feltet.....	8
Tabell 4: Indikerte ledere ved 25 Hz frekvensdomenet, Kong Oscar-feltet.....	10
Tabell 5: Beregnede tidskonstanter, horisontalfeltet, Kong Oscar-feltet .....	11

## TEKSTBILAG

Tekstbilag 1: TFEM, metode- og instrumentbeskrivelse

## DATABILAG

Databilag 1: Figur 1a - 5a, Profilplott av vertikal- og horisontalkanaler i tidsdomenet, anlegg 3	
Figur 1b - 5b, Profilplott av normalisert primærfelt og 25 Hz, anlegg 3	
Databilag 2: Figur 6a - 28a, Profilplott av vertikal- og horisontalkanaler i tidsdomenet, anlegg 1	
Figur 6b - 28b, Profilplott av normalisert primærfelt og 25 Hz, anlegg 1	
Databilag 3: Figur 29a - 34a, Profilplott av vertikal- og horisontalkanaler i tidsdomenet, anlegg 2	
Figur 29b - 34b, Profilplott av normalisert primærfelt og 25 Hz, anlegg 2	

## KARTBILAG

97.123-01	Oversiktskart
-02	TFEM tolkningskart

## 1. INNLEDNING

På oppdrag fra Elkem Salten har NGU utført TFEM-målinger over Kong Oscar-feltet i Sulitjelma. Kong Oscar-feltet ligger ca. 7 km SSØ for Sulitjelma og er tidligere kjent for flere små kisrike skjerp med bl.a. kobberkis og sinkblende. På grunnlag av innsamlede prøver med høye Ag- og Au-gehalter ble det i 1984 boret 6 borhull på ca. 1000 m (Nilsen 1987). Oppgaven var å kartlegge utgående av Kong Oscar-sonens bergarter, samt eventuelle dyptliggende soner i bergartenes forlengelse mot dypet. Oppdragsgiver ønsket i fase 1 å dekke et område på ca. 4.5 km<sup>2</sup> med 400 m profiler på 1500 meter og de mellomliggende 200 m profiler på 1000 meter. Måleresultatene ville avgjøre om området skulle utvides i en fase 2. Målingene i fase 1 påviste svake anomalier på dypet som gikk ut av måleområdet på begge sider og måleområdet ble utvidet med to nye kabelutlegg.

Måleområdenes beliggenhet med elektrodeplasseringer framgår av kartbilag -01.

Målingene ble utført i tiden 15.07 - 30.07 og 27.08 - 05.09 1997 av Einar Dalsegg med Kjell Sture Hugaas og Kjell Misvær som feltmedarbeidere.

## 2. MÅLEMETODE OG UTFØRELSE

Den elektromagnetiske metoden TFEM (Time and Frequency Electro Magnetic) ble valgt som undersøkelsesmetode. Metoden har stor dybderekkevidde (400-500 m) i tillegg til at den gir grunnlag for å vurdere kvaliteten (ledningsevnen) til en leder. Ved undersøkelsen ble NGUs egenproduserte TFEM-utrustning benyttet. TFEM-målinger gjøres både i tids- og frekvensdomenet. En metode og instrumentbeskrivelse er vedlagt i tekstbilag 1. Brukerdokumentasjon og dataprosessering for metoden er beskrevet av Elvebakk (1996).

TFEM-målingene ble utført med konduktiv energisering (jordet kabel). Elektrodeplasseringer og strømstyrke for de tre måleanleggene var:

Måleanlegg			Strøm
1	E 1: 5400 Y - 1130 X	E 2: 325 Y - 1725 X	0.8 A.
2	E 3: 3600 Y - 1600 X	E 4: 7500 Y - 2000 X	0.9 A.
3	E 5: -200 Y - 1400 X	E 6: 1700 Y - 1100 X	0.7 A.

Profilene ble stukket samtidig med målingene med en retning på 312°. Langs utgående av Kong Oscar-sonen ble målepunktavstanden valgt til 25 m, mens den for resten av måleområdet var 50 m. Overlapp i målingene mellom måleanleggene ble utført ved at profil

4600 Y ble målt i måleanlegg 1 og 2, mens profil 1200 Y ble målt i måleanlegg 1 og 3. Profilene er merket i terrenget med trestikker med påførte koordinater for hver 50 m. Tolkningskartet (kartbilag -02) viser måleområdet med kabelplassering og alle målte profiler.

Målingene i fase 1 (måleanlegg 1) foregikk i en periode med meget godt vær og følgelig ideelle måleforhold. Målingene i fase 2 (måleanlegg 2 og 3) ble heftet med en del støy på grunn av til tider meget sterk vind. En del tekniske problemer i fase 1 førte til noe forsinkelser.

### 3. RESULTATER OG TOLKNING

I det følgende blir resultatet fra målingene kommentert. Kvalitetsvurdering av TFEM-anomalier er kort beskrevet i metodebeskrivelsen i tekstbilag 1. Ut fra erfaring fra målinger over kjente forekomster er graderingene i tabell 1 benyttet til å angi styrken på TFEM-anomalier. I tidsdomenet er signalstyrken på kanal H2 benyttet, mens den prosentvise svekningen av det normaliserte vertikalfeltet er benyttet til å angi styrken av 25 Hz- og primærfeltmålingene. Av de tre prinsipielt forskjellige målingene er primærfeltkanalene mest følsom, mens 25 Hz er minst følsom og gir anomalier på soner med relativt god ledningsevne. Dybderekkevidden er best for sene tidskanaler og 25 Hz frekvensdomenet. Ut fra kurveform kan dypet til strømkonsentrasjon og lederens fall tolkes.

**Tabell 1. Gradering av TFEM-anomalier**

Primærfelt	Tidsdomenet	25 Hz	Gradering
> 200 %	> 50 $\mu\text{V}/\text{A}$	> 50 %	Meget sterk
100 - 200 %	25 - 50 $\mu\text{V}/\text{A}$	30 - 50 %	Sterk
50 - 100 %	10 - 25 $\mu\text{V}/\text{A}$	10 - 30 %	Svak
< 50 %	< 10 $\mu\text{V}/\text{A}$	< 10 %	Meget svak

I tidsdomenet kan en i tillegg til anomalistyrken også vurdere ledningsevnen til lederen for å få et begrep om lederens kvalitet. Ledningsevnen kan vurderes ut fra hvor mange kanaler anomalien observeres på.

- Meget god ledningsevne: Anomali på kanal 1 - 7
- God ledningsevne: Anomali på kanal 1 - 5

- Dårlig ledningsevne: Anomali på kanal 1 - 3
- Meget dårlig ledningsevne Anomali på kanal 1

### 3.1 Resultater tidsdomenet, primærfelt og 25 Hz frekvensdomenet.

Måleresultatene er vist som kurveplott i databilag 1, 2 og 3 og de anomaliene som framkom er presentert i tabellene 2, 3 og 4. De indikerte lederne ved de tre metodene er sammenstillt i et felles tolkningskart (kartbilag -02).

Tabellene 2, 3 og 4 viser alle indikerte ledere i tidsdomenet, ved primærfeltmålingene og ved 25 Hz frekvensdomenet. Tabellene viser anomalistyrke, en kvalitativ vurdering av ledningsevnen ut fra hvor mange kanaler lederen indikeres på, stedsangivelse og tolket dyp. Som tolkningskartet viser har målingene påvist flere grunne soner langs Kong Oscar-sonens utgående og noen dyptliggende soner.

Ved Kong Oscar hovedskjerp indikeres to grunne parallelle soner hvor den ene faller sammen med mineraliseringen i hovedskjerp. Sonen i hovedskjerp blir markert dypere på profil 2600 Y og 2500 Y og det er usikkert om dette er en og samme sone. Målingene indikerer fall mot nordvest og god ledningsevne. I følge Nilsen (1987) er det utgående av grafittskifer like sørvest for hovedskjerp, noe som forklarer anomaliårsaken til den sterke og grunne anomalien like sørvest for skjerp. På profilene 2400 Y og 2300 Y indikeres det soner i et noe varierende dyp for de tre målemetodene. For målingene i frekvensdomenet er dypet tolket til 100 - 150 m mens det for de to andre metodene er betydelig grunnere. Målingene gir ikke grunnlag for å si om disse anomaliene har sammenheng med mineraliseringen i hovedskjerp.

Fra 2200 Y og videre sørvestover indikerer primærfeltmålingene to parallelle ledere hvor den ene faller sammen med utgående av kjente mineraliseringer. Sonene gir kun svake og meget svake anomalier og anomaliårsaken er trolig svake sulfidimpregnasjoner.

Lengst i vest ble det kun påvist svake og meget svake anomalier med varierende strøktutstrekning. De fleste av anomaliårsakene er grunne og representerer trolig svake sulfidimpregnasjoner. En dypsoner (100 - 150 m) på profilene 1200 Y og 1400 Y ser ut til å ha en meget begrenset strøktutstrekning da den kun er påvist på to profiler.

Nordøst for Hovedskjerp mot Andreas skjerp er det langs utgående av Kong Oscar-sonens bergarter kun påvist noen meget svake primærfeltanomalier. Dette tyder på at det også i dette området kun er meget svake sulfidimpregnasjoner langs utgående. Plasseringen av Andreas skjerp er tatt fra Nilsen (1987) og er den riktig ligger anomalien ca. 60 meter nord for skjerp.

Øst for Andreas skjerp er det ingen indikasjoner på mineraliseringer langs utgående av Kong Oscar-sonens bergarter.

Sørøst for hovedskjerp indikerer primærfeltmålingene og delvis tidsdomenemålingene en anomali med et dyp på 100 til 200 meter. Både beliggenhet og dyp er her meget usikkert da anomaliårsaken ligger for nært energiseringskabelen. Fra profil 3400 Y og nordøstover viser både tidsdomenet- og primærfeltmålingene at det er en sone beliggende like nordvest for energiseringskabelen. Både beliggenhet og dyp blir også her usikkert, men på enkelte profiler tyder måledata på at dypet trolig er i størrelsesorden 100 - 150 meter. Sonen er meget godt ledende og anomaliårsaken er trolig grafitt. Det ser ikke ut til at denne sonen og dypanomalien like sørøst for hovedskjerp er samme sonen.

Fra 3600 Y - 1625 X og ut av måleområde 1 (4600 Y) i nordøst påviste målingene i frekvensdomenet en leder på 250 til 300 meters dyp. Da sonen trolig ligger i antatt forlengelse av Kong Oscar-bergartenes forlengelse mot dypet ble sonen vurdert så interessant at oppdragsgiver ønsket å utvide måleområdet mot nordøst med et nytt kabelanlegg (måleanlegg 2). Disse målingene viste at sonen fortsetter til profil 5400 Y noe som gir en strøkutstrekning på 1800 meter. Som tidligere nevnt inneholder måledata i dette måleanlegget en del støy på grunn av til tider meget sterk vind. Dette gjør at tolkning av dyp og beliggenhet øst for profil 4600 Y er mer usikkert enn vanlig. Anomalien kan skyldes en sulfidmineralisering, men den lange strøkutstrekningen gir også grunn til mistanke om grafitt. En grunn til at sonen kun har gitt anomalier i frekvensdomenet kan være at sonen er dårlig ledende, noe som heller mest mot at anomaliårsaken ikke er grafitt. Skulle fortsatt anomalien være av interesse er anomalien sterkest på profil 3800 Y - 1600 X og et eventuelt borhull anbefales i dette profil. Det er ikke mulig ut fra måledata å angi sonens fall.

**Tabell 2. Indikerte ledere i tidsdomenet, Kong Oscar-feltet**

Profil (Y)	Koordinat (X)	Signal H2 ( $\mu\text{V/A}$ )	Kanaler	Anomali-styrke	Lednings-evne	Dyp (m)
1000	975	5.6	1 - 4	m. svak	god	0 - 25
2000	2275	6.5	1 - 5	m. svak	god	50 - 75
2200	1450	13.8	1 - 6	svak	m. god	0 - 25
2300	1375	2.2	1 - 3	m. svak	dårlig	0 - 25
2400	1400	20.9	1 - 5	svak	god	50 - 75
2500	1375	28.7	1 - 5	sterk	god	25 - 50
2600	1100		1 - 6		m. god	
2600	1375	37.6	1 - 5	sterk	god	50 - 75
2700	1400	35.4	1 - 4	sterk	god	0 - 25
2700	1450		5 - 7		m. god	0 - 25

2800	1050		1 - 7		m. god	
2800	1375	40.6	1 - 4	sterk	god	0 - 25
2800	1425		5 - 7		m. god	0 - 25
2900	1375	46.2	1 - 5	sterk	god	0 - 25
2900	1450	10.4	1 - 5	svak	god	0 - 25
3000	1100		1 - 6		m. god	
3000	1425	25.7	1 - 7	sterk	m. god	0 - 25
3100	1475	9.7	1 - 4	m. svak	god	
3600	1400	2.2	1 - 5	m. svak	god	0 - 25
4000	1050		1 - 5		god	
4200	1050		1 - 7		m. god	
4400	1050		1 - 6		m. god	
4800	1200	15.6	1 - 7	svak	m. god	100 - 150

**Tabell 3. Indikerte ledere ved primærfeltmålinger, Kong Oscar-feltet**

Profil (Y)	Koordinat (X)	Svekning (%)	Styrke	Dyp (m)
400	925	45	m. svak	25
400	1025	40	m. svak	50
600	812	55	svak	25 - 50
600	937	30	m. svak	0 - 25
600	1212	15	m. svak	0 - 25
800	762	?	svak ?	?
800	912	50	svak	25
1000	975	55	svak	0 - 25
1200 (anl.3)	712	?	svak ?	?
1200 (anl.3)	1087	15	m. svak	0 - 25
1200 (anl.1)	1100	50	svak	100
1400	1075	?	?	100 - 150
1400	1250	24	m. svak	25
1400	1362	13	m. svak	0 - 25
1600	1225	40	m. svak	25 - 50
1600	1387	10	m. svak	25
1800	1262	22	m. svak	0 - 25
1800	1387	8	m. svak	0 - 25
1800	1437	44	m. svak	0 - 25
2000	1325	66	svak	25 - 50
2000	1437	50	svak	25 - 50
2200	1325	17	m. svak	0 - 25
2200	1437	38	m. svak	25 - 50
2300	1400	90	svak	50 - 75



2400	1200	27	m. svak	100
2400	1425	53	svak	50 - 75
2500	1362	107	sterk	25 - 50
2600	1075 ?	?	?	150 ?
2600	1350	60	svak	50 - 75
2700	1387	120	sterk	0 - 25
2700	1437	39	m. svak	0 - 25
2800	1037 ?	?	?	?
2800	1387	105	sterk	0 - 25
2900	1375	125	sterk	0 - 25
2900	1437	25	m. svak	0 - 25
3000	1125?	?	?	150 ?
3000	1412	44	m. svak	0 - 25
3100	1475	87	svak	0 - 25
3200	1200	50	svak	200 ?
3200	1462	20	m. svak	25 - 50
3400	1075 ?	?	?	?
3600	1075 ?	?	?	?
3600	1400	41	m. svak	25
3800	1050	?	?	?
3800	1312	10	m. svak	0 - 25
3800	1375	22	m. svak	25
4000	1050	?	?	?
4000	1412	20	m. svak	0 - 25
4200	1062	?	?	?
4200	1412	17	m. svak	0 - 25
4400	1075	?	?	?
4600 (anl. 1)	1125	60	svak	50 - 75
4600 (anl. 1)	1475	14	m. svak	0 - 25
4600 (anl. 2)	1125	55	svak	50 - 75
4800	1075	100 ?	sterk	100 - 150 ?
5000	1050 ?	?	?	?
5200	1050 ?	?	?	?
5400	1050 ?	?	?	?
5600	1150	130	sterk	150 - 200

**Tabell 4. Indikerte ledere ved 25 Hz frekvensdomenet, Kong Oscar-feltet**

Profil (Y)	Koordinat (X)	Svekning (%)	Styrke	Dyp (m)
400	1175	9	m. svak	0 - 25
600	1212	8	m. svak	0 - 25
600	1325	12	svak	0 - 25
800	1137	10	svak	0 - 25
1000	1000	10	svak	0 - 25
1000	1200	5	m. svak	25 - 50
1000	1287	5	m. svak	0 - 25
1200 (anl. 3)	1150	11	svak	50
1200 (anl. 3)	1312	8	m. svak	50
1200 (anl. 1)	1125	6	m. svak	50 ?
1400	1362	4	m. svak	0 - 25
1600	1225	5	m. svak	25 - 50
1800	1450	11	svak	25 - 50
2000	1462	6	m. svak	0 - 25
2200	1462	11	svak	25 - 50
2300	1425	13	svak	50
2400	1450	17	svak	100 - 150
2500	1387	7	m. svak	25 - 50
2600	1412	28	svak	50
2700	1387	17	svak	0 - 25
2700	1437	29	svak	0 - 25
2800	1387	27	svak	0 - 25
2900	1425	13	svak	25 - 50
3000	1437	7	m. svak	0 - 25
3100	1475	8	m. svak	25 - 50
3200	1450	8	m. svak	0 - 25
3600	1625	15	svak	300
3800	1600	24	svak	300
4000	1600	16	svak	300
4200	1600	20	svak	250 - 300
4400	1600	22	svak	250 - 300
4600 (anl. 1)	1625	?	?	250 - 300
4600 (anl. 2)	1700	12	svak	300
4800	1750	12	svak	?
5000	1750 ?	?	?	?
5200	1800	12	svak	300
5400	1800 ?	?	?	?

### 3.2 Beregning av tidskonstanter

For å få en bedre vurdering av kvaliteten til en leder som er indikert i tidsdomenet, kan en studere tidskonstanten og «decay»-kurven til lederen, se tekstbilag 1.

Tidskonstanten beregnes etter formelen:

$$T_n = (t_{n+1} - t_n) / \ln(H_n / H_{n+1})$$

der  $t_n$  er måletidspunkt for kanal n og  $H_n$  er målesignal for kanal n

Tidskonstanten er et mål på hvor fort strømmen dør ut i en leder. Jo større tidskonstant jo lengre varer strømmen i lederen og jo bedre er ledningsevnen. Erfaring har vist at tidskonstanter større enn 3 - 4 ms mellom kanal 6 og 7 (T6) kan indikere massiv kis.

Grafittskifre vil selvsagt også ha stor tidskonstant, gjerne mye større enn for massive sulfider. En har ikke kriterier for å skille grafitte og sulfider ved hjelp av tidskonstantens størrelse.

**Tabell 5. Beregnede tidskonstanter, horisontalfeltet, Kong Oscar-feltet**

Profil (Y)	Koordinat (X)	T1	T2	T3	T4	T5	T6
1000	975	0.07	0.25	0.66	0.52		
2000	2275	0.48	0.62	0.71	0.73		
2200	1450	0.87	0.19	0.91	0.55	1.12	
2300	1375	0.04	-0.21				
2400	1400	0.11	0.34	0.78	0.75		
2500	1475	0.20	0.24	0.88	0.65		
2600	1375	0.37	0.22	0.80	0.49		
2700	1400	-0.33	0.27	0.45			
2700	1450					8.43	3.55
2800	1375	0.13	0.19	0.52			
2800	1425					1.61	2.96
2900	1375	0.26	0.19	0.59	0.39		
2900	1425	-0.13	0.13	0.40	0.22		
3000	1425	-0.30	0.23	0.66	0.38	0.55	
3100	1475	0.17	0.15	0.91			
3600	1400	0.13	-0.26		0.98		
4800	1200	0.08	0.29	0.87	0.71	1.93	9.64

Som tabellen viser er det kun tre anomalier som har gitt tidskonstanter av betydning.

Anomalien på 2700 Y - 1450 X og 2800 Y - 1425 X representerer den grunne sonen som er

påvist like sørvest for mineraliseringen i hovedskjerpet, og de høye tidskonstantene indikerer meget god ledningsevne. Anomaliårsaken er trolig grafitt da det i følge Nilsen (1987) er angitt utgående av grafittskifer i dette området. Den meget høye tidskonstanten for anomalien på 4800 Y - 1200 X indikerer at anomaliårsaken for denne anomalien også kan være grafitt.

#### 4. KONKLUSJON OG ANBEFALING

Målingene har innenfor det undersøkte området påvist flere grunne soner langs utgående av Kong Oscar-sonens bergarter, i tillegg til noen markerte dypanomalier. De sterkeste av de grunne anomaliene er knyttet til et forholdsvis lite område ved hovedskjerpet. Den godt ledende mineraliserte sonen i hovedskjerpet ser ut til å ha en utstrekning på ca. 450 meter, men måledata gir ikke grunnlag for å angi noen sikker avslutning mot sørvest. Anomaliårsaken til en sterk grunn sone parallell med malmsonen i skjerpet, er trolig grafittskifer. De øvrige grunne sonene som ble påvist skyldes trolig svake sulfidimpregnasjoner.

Det ble påvist tre markerte soner på dypet. En sydøst for hovedskjerpet og en meget lang sone som ligger like ved kabelen og trolig fortsetter ut av måleområdet i nordøst. Anomaliårsaken til den første er usikker, men anomaliårsaken til den siste som er meget godt ledende er mest trolig grafitt.

På grunn av beliggenheten synes dypanomalien som strekker seg fra 3600 Y - 1625 X til 5400 Y - 1800X å være mest interessant. Anomalien ser ut til å ligge i Kong Oscar-sonens bergarters forlengelse mot dypet og kan skyldes en sulfidmineralisering. Sonen har derimot en strøklengde på ca. 1800 meter, noe som gir grunn til mistanke om at anomaliårsaken også her kan skyldes grafitt. En grunn til at sonen kun har gitt anomalier i frekvensdomenet kan være at sonen er dårlig ledende, noe som heller mest mot at anomaliårsaken ikke er grafitt. For eventuell bekreftelse av anomaliårsaken synes profil 3800 Y - 1600 X å ha gitt den sikreste angivelse for beliggenheten og anbefales derfor som borpunkt.

## 5. REFERANSER

Elvebakk, H. 1996: NGU-TFEM, brukerdokumentasjon og dataprosessering.  
*NGU Internrapport 96.015*

Nilsen, K.S. 1987: Mineraliseringer i Kong Oscar-sonens bergarter i området sydøst for Sulitjelma. *ASPRO Rapport 1716*

## TFEM, METODE OG INSTRUMENTBESKRIVELSE

### 1 Metodebeskrivelse

TFEM, (Time and Frequency Electro Magnetic) er en elektromagnetisk metode hvor målingene foregår både i tidsdomenet og i frekvensdomenet. Med NGUs egenproduserte TFEM-utrustning blir strømpulser sendt ut i en kabelsløyfe eller jordet kabel som legges langs strøket i måleområdet. Magnetfeltet fra kabelen, primærfeltet, vil indukere sekundære strømmer i eventuelle ledere. Induserte returstrømmer under kabelen vil også diffundere ut og ned og samles i ledere som er tilstede. Ved jordet kabelutlegg vil i tillegg også konduktive strømmer samles i de samme lederne. Strømmen som sendes ut i kabelen slås av og på hvert 10. ms vekselvis med motsatt fortegn. Målinger blir gjort langs profiler ut fra kabelen, og i tidsdomenet måles sekundærfeltet fra strømmene i lederen direkte. I frekvensdomenet må måledata normaliseres mot det teoretiske primærfeltet fra kabelutlegget. Sekundærfeltet er satt opp både av de direkte induserte strømmene i en leder, og av de induserte returstrømmer under kabelen som diffunderer ned og samles i lederen. I tidsdomenet trenger måledata ingen normalisering da målingene blir foretatt i tidkanaler (tidsvindu) i den tiden strømmen er slått av og det ikke er noe primærfelt tilstede. Det induserte sekundærfeltet er faseforskjøvet i tid etter primærfeltet, og induksjon oppstår når primærfeltet slås av og på eller skifter retning. Konduktive strømmer vil være noe faseforskjøvet langt borte fra senderen. Derfor vil feltet fra disse også kunne måles i tidsdomenet og forsterke det målte sekundærfeltet. I løpet av 10 ms måles 7 vertikale og 7 horisontale kanaler ved forskjellig (økende) tidspunkt etter at strømmen er slått av (tidsdomenemålinger). I tillegg måles vertikal- og horisontalkomponent av primærfeltet, kanal 0, som måles like før strømmen blir null. I frekvensdomenet måles vertikalkomponenten av totalfeltet ved 25 Hz som er grunnfrekvensen av strømpulsene som sendes ut. Både reell- og imaginærkomponent måles.

De tidlige kanalene i tidsdomenet indikerer grunne ledere både med god og dårlig ledningsevne, mens de sene kanalene overser grunne dårlige ledere og indikerer gode ledere på dyp ned til 400 - 500 m. På denne måten kan en vurdere kvaliteten til en leder. Med kvalitet menes her elektrisk ledningsevne. Det er flere faktorer å ta hensyn til når en skal vurdere kvaliteten til en leder. En faktor er selve anomalistyrken (styrken på målesignalet) på de forskjellige kanaler. Dette er en konkret verdi som kan leses direkte av måledata (H-kanalene) og en kan sette grenser for å gradere anomaliens styrke. Lederens ledningsevne er avgjørende for styrken på anomalien, men kvaliteten på lederen må også vurderes ut fra hvor fort anomalien dør ut som funksjon av tid. Til dette kan en beregne en tidskonstant som er en indikasjon på hvor god ledningsevnen er. En anomali som dør raskt ut vil ha en liten tidskonstant, mens en anomali som er sterk på de sene kanaler har stor tidskonstant. Tidskonstanten beregnes ut fra en kurve der en plotter

målesignalet (H-kanaler, logaritmisk skala) som funksjon av tid etter strøbrudd (lineær skala), og beregnes der denne kurven er lineær (konstant vinkelkoeffisient). Jo flatere kurven er i den lineære delen jo større er tidskonstanten og jo bedre er ledningsevnen.

En tredje faktor som påvirker anomalistyrken er lederens form og størrelse samt beliggenhet i forhold til kabelutlegg. Lederens lengde, bredde og fall vil ha betydning for den elektromagnetiske koblingen og dermed for styrken på de induserte strømmene. Det er vanskelig å tallfeste betydningen av disse faktorene slik at her må en gjøre en vurdering i hvert enkelt tilfelle ut fra det erfaringsmaterialet en har tilgjengelig.

I frekvensdomenet vil primærfeltmålingene (kanal 0) særlig indikere grunne dårlige ledere godt, men dype ledere vil også indikeres, spesielt ved konduktiv energisering. Målinger på 25 Hz, som er en meget lav frekvens, vil være godt egnet til å indikere dype gode ledere dersom måleforholdene er gode. Ledere med dårlig ledningsevne vil ikke indikeres.

Anomalier fra TFEM-målinger har en form lik anomalier fra tradisjonelle Turam-målinger og tolkningen skjer etter samme manuelle metoder. Ved TFEM-målinger i tidsdomenet måles i tillegg også retningen på magnetfeltet. Dette kan ha betydning for bestemmelse av kantstrømmer. Øvre og nedre kant i en plateleder har strømmer med motsatt retning og dermed motsatt retning på sekundærfeltet.

## 2 Instrumentbeskrivelse

NGU's TFEM (Time and Frequency domain Electro Magnetic) er et instrument utviklet ved NGU i perioden 1982-1985. Senderdelen består av en generator (1,5-2 kW), en strømforsyning som konverterer AC til DC og selve senderen som er mikroprosessorstyrt. I tillegg til dette kommer kabelutlegg som kan variere i form og størrelse. Mottakersystemet består av 4 spoler, selve mottakeren (mikroprosessorstyrt) og en batterikasse.

Prosessoren i mottakeren kan utføre følgende funksjoner:

- stiller inn forsterkning i forhold til signalnivå
- kontrollerer og viser måledata
- utfører statistiske beregninger under måling
- utfører instruksjoner gitt av operatøren
- behandler "overflows"
- lagrer data i bobleminne
- overfører data til PC

Koblingen mellom sender og mottaker er etablert ved hjelp av høyfrekvente oscillatorer koblet opp mot tellere både i sender og mottaker. Ved å nullstille tellerne ved målingenes start (synkronisering), vet mottakeren til enhver tid hvordan strømforløpet er, og kan styre måleprosessen ut fra dette.

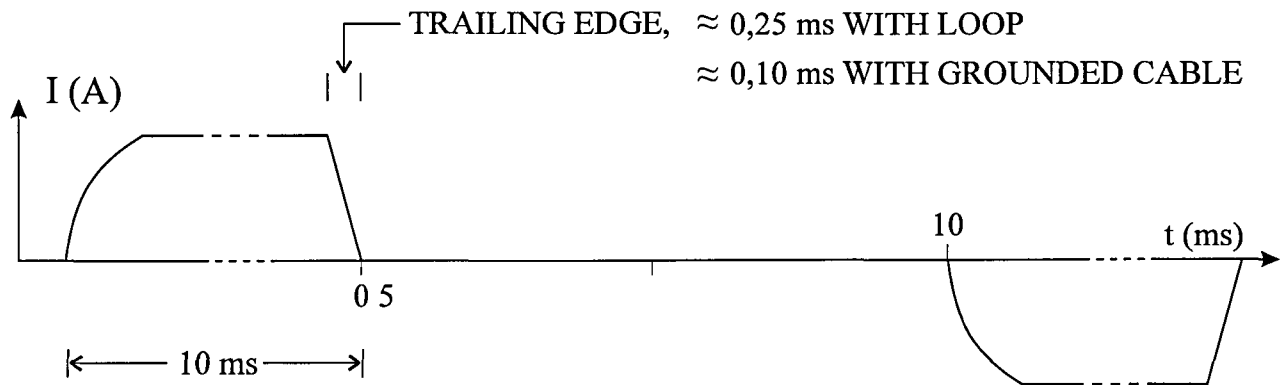
Instrumentet måler 8 vertikale og 8 horisontale kanaler (medregnet kanal 0) i tidsdomenet. Svært gode ledere kan bli oversett ved transientmålinger, og for å gardere seg mot dette måles 2 vertikalkanaler ved 25 Hz i frekvensdomenet. Figur B1 viser strømforløpet ut fra sender og hvordan de 16 tidskanalaene måles i forhold til strømpulsene. For å tilfredsstille krav til følsomhet og frekvensrespons måles de fire første kanalene i tidsdomenet i en spole og de fire siste i en annen spole. Dette gjelder både horisontal- og vertikalkomponenten, derfor 4 målespoler. Figur B2 viser hvordan de to frekvensdomenekanalene måles i forhold til strømforløpet. Periodetiden for den utsendte strømmen er 40 ms, noe som tilsvarer en frekvens på 25 Hz. V8 måles tilnærmet i fase med primærfeltet og V9 tilnærmet ut av fase.

Figur B3 viser datastrømmen fra målespoler frem til presentasjon av data. Hele måleprosessen og all dataoverføring styres av den sentrale prosessoren. Fra målespolen går data via prosessoren til midlertidig lagring i RAM. Under måling utføres kontinuerlig statistiske beregninger, og data overvåkes slik at perioder med mye støy kan vrakes. Antall måleserier kan bestemmes ved å stille krav til standardavvik i de enkelte kanaler, eller ved å sette et øvre tak for antall måleserier. Etter avsluttet måleserie kan beregnede data for alle kanaler listes ut på display for sjekk. Er data OK legges de inn på boblelageret. Etter endt måledag overføres data fra boble via mikroprosessoren til PC. Her kan en liste ut måleverdiene og en kan få profilplott av de forskjellige kanaler. For hver målestasjon blir følgende data lagret i bobleminnet:

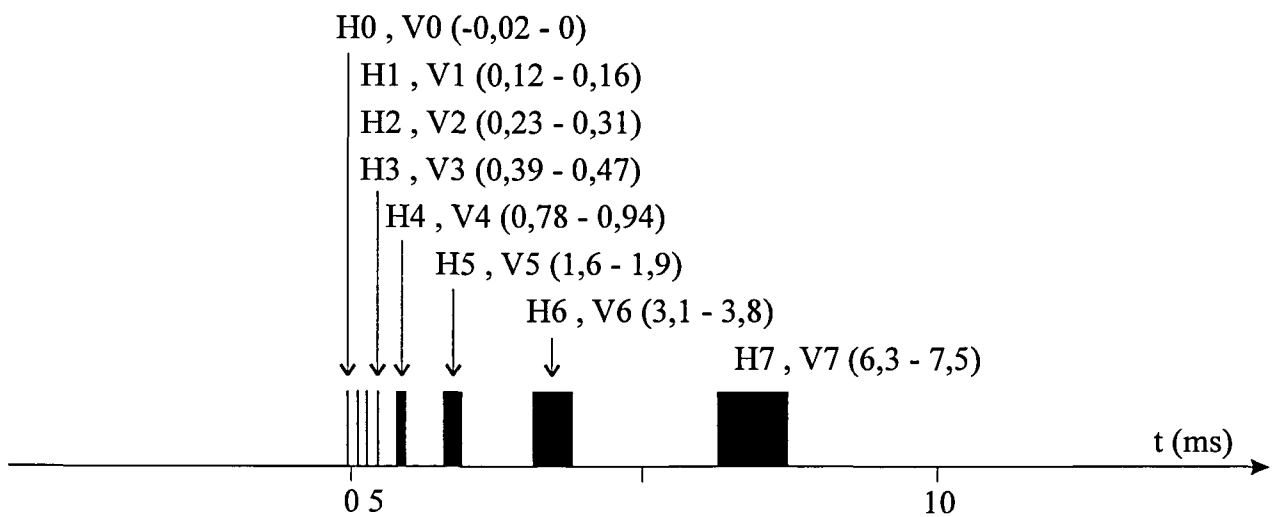
- middelvei i 18 kanaler
- usikkerhet i 18 kanaler
- forsterkningskode i 18 kanaler
- antall målesykluser
- informasjon om "overflows"
- tid (måned, dato, time, minutt, sekund)
- koordinater (X,Y)
- senderparametre (strømstyrke, sløyfestørrelse m.m)



### CURRENT TIME, $T = 40 \text{ ms}$ ( $f = 25 \text{ Hz}$ )

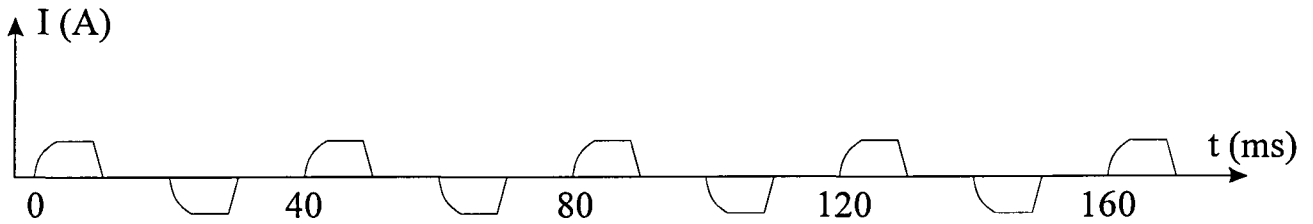


### MEASURING TIME (TIME DOMAIN)

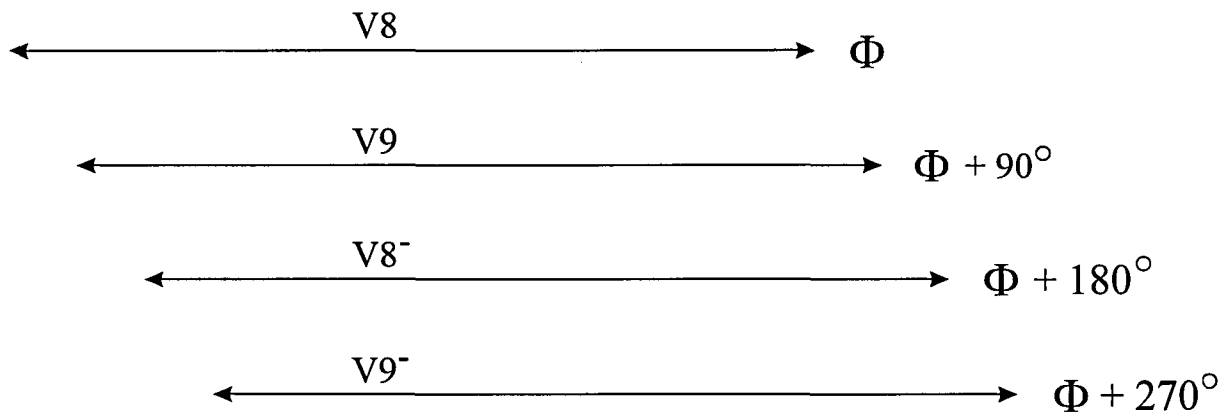


Figur B1. Strømforløp og måletidspunkt for tidsdomenekanalene

CURRENT TIME,



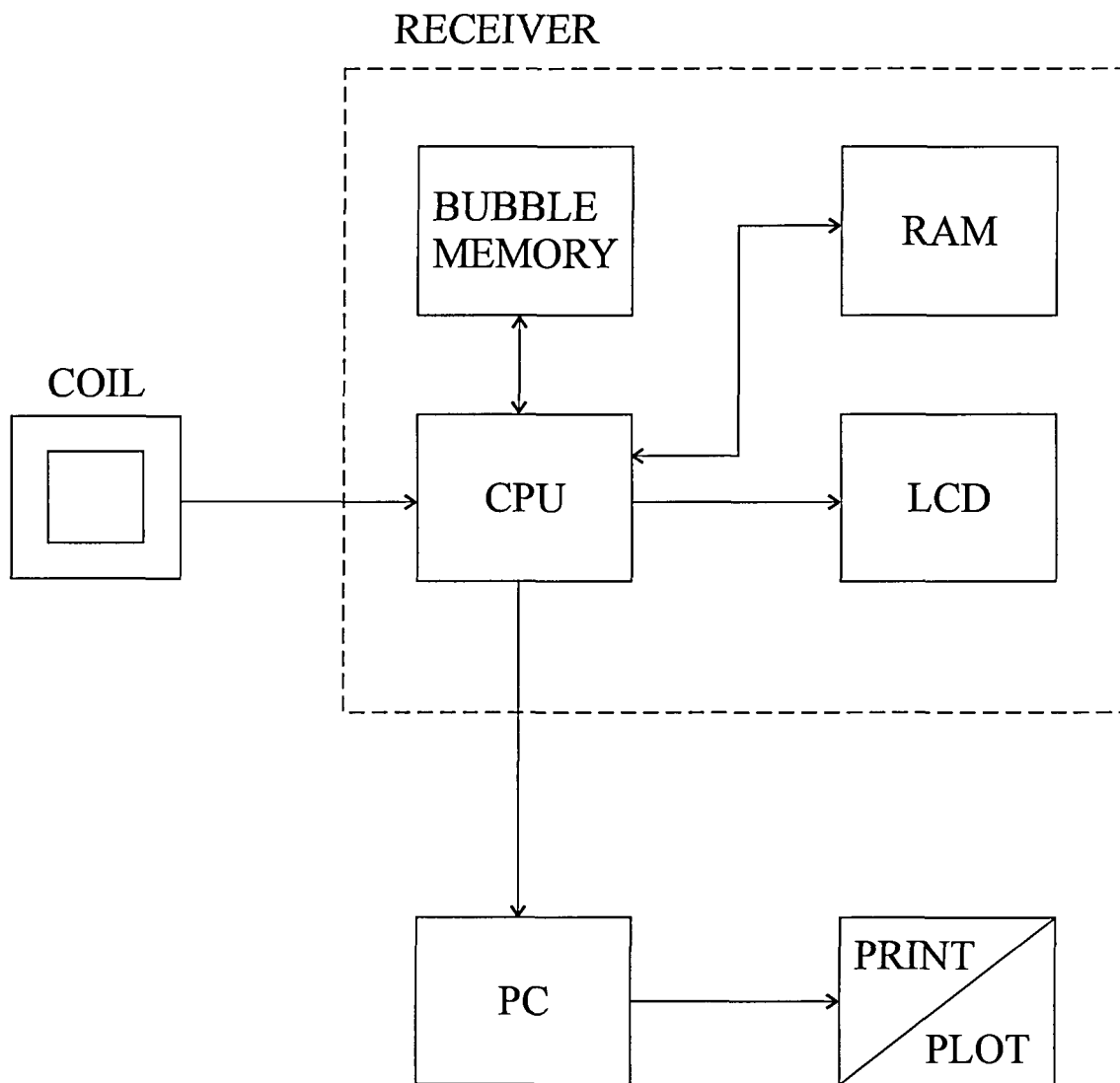
MEASURING TIME (FREQUENCY DOMAIN)



$$V8 = V8 - V8^- \quad (\approx \text{IN PHASE})$$

$$V9 = V9 - V9^- \quad (\approx \text{OUT OF PHASE})$$

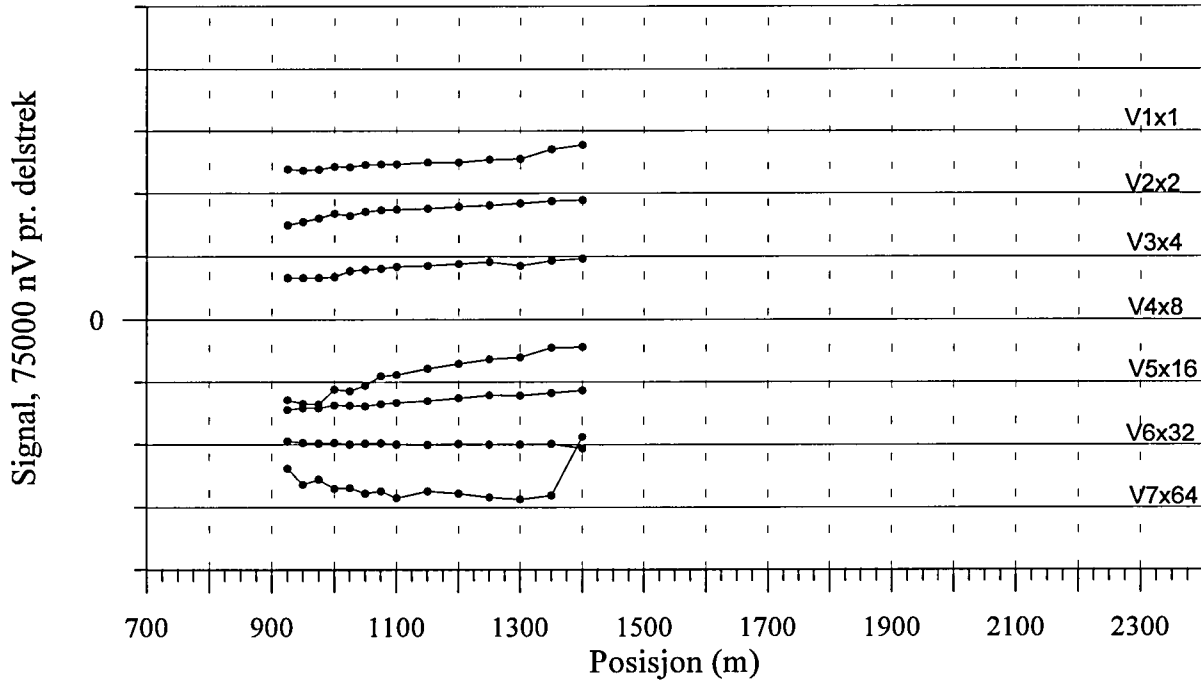
Figur B2. Strømforløp og måletidspunkt for frekvensdomenekanalene



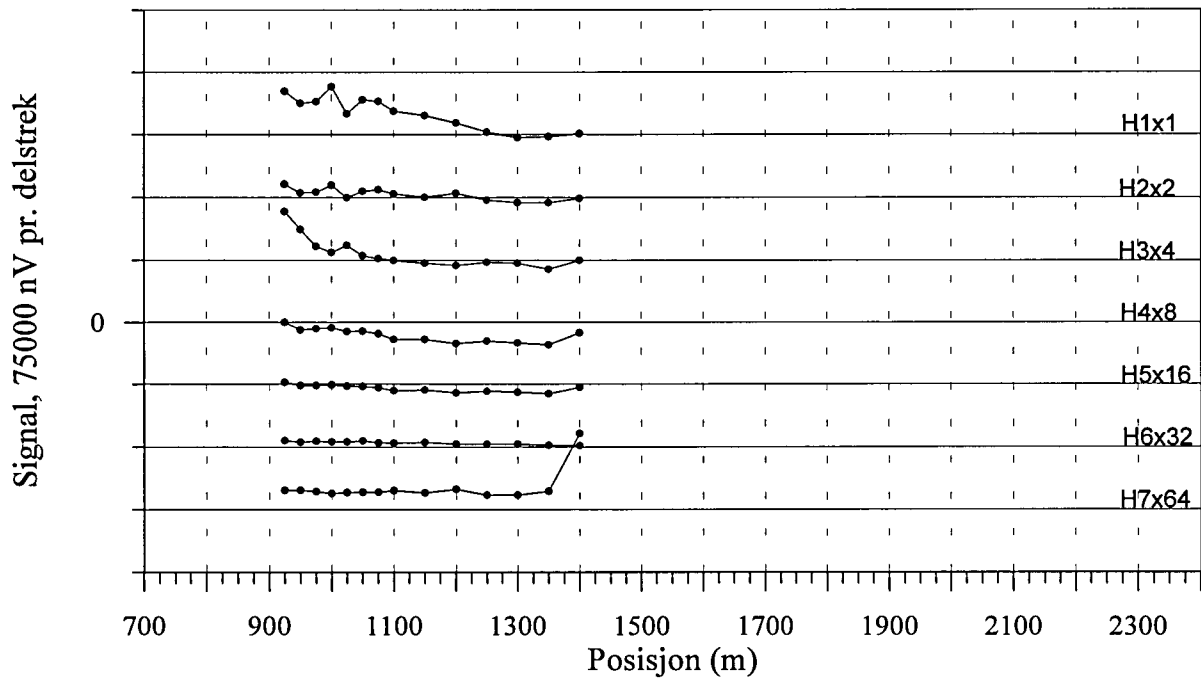
Figur B3. Flytskjema for måleprosessen ved TFEM-målinger

Databilag 1: Figur 1 - 5 TFEM profilplott av tidsdomenet, primærfelt og 25 Hz frekvensdomenet, anlegg 3.

KONG OSCAR, TFEM-målinger  
Profil 400Y, V1-V7

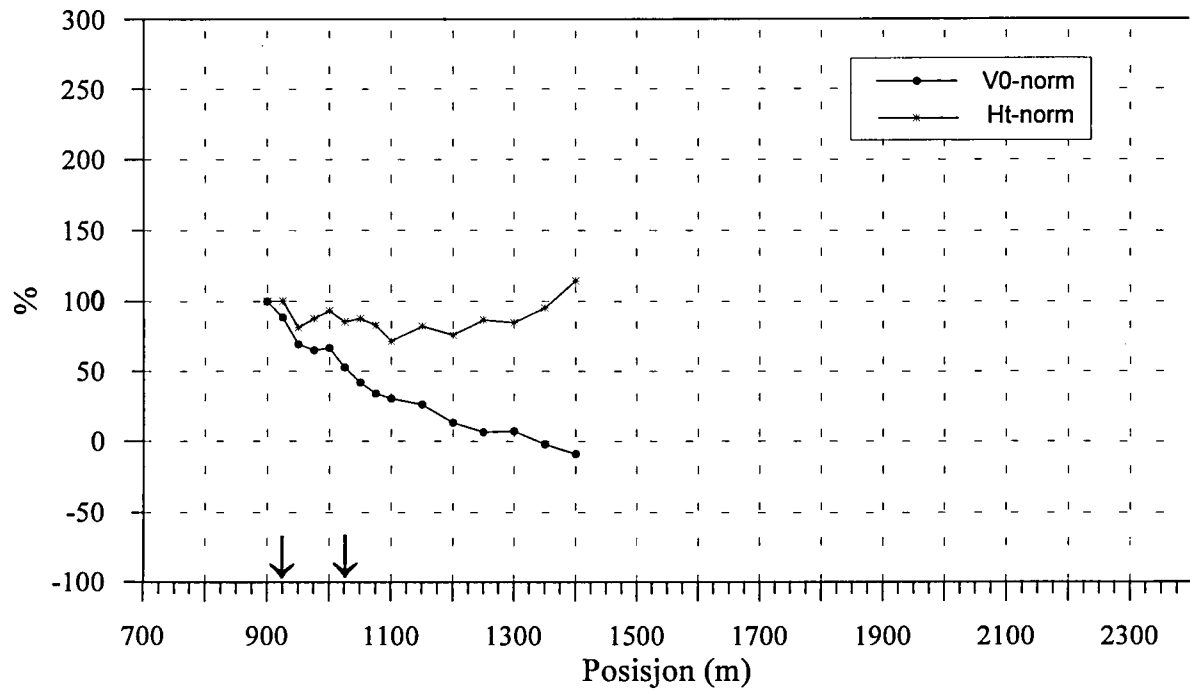


KONG OSCAR, TFEM-målinger  
Profil 400Y, H1-H7



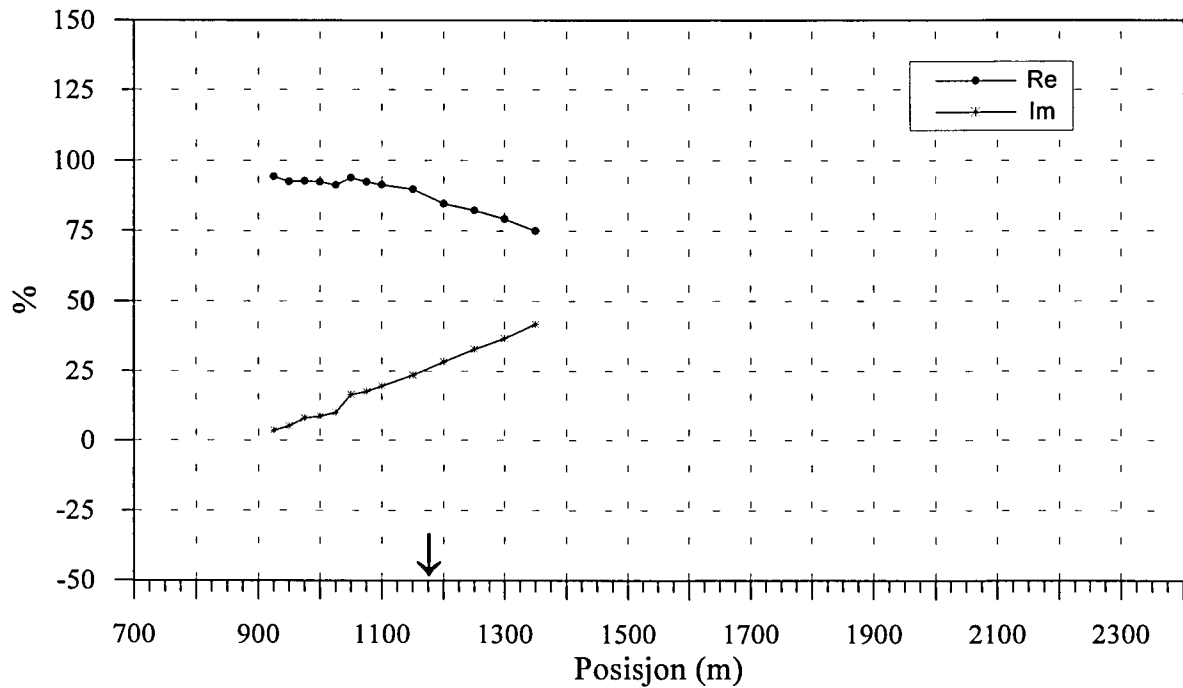
Figur 1a. Vertikal- og horisontalkanaler, profil 400Y

KONG OSCAR, TFEM-målinger  
Profil 400Y, Primærfelt



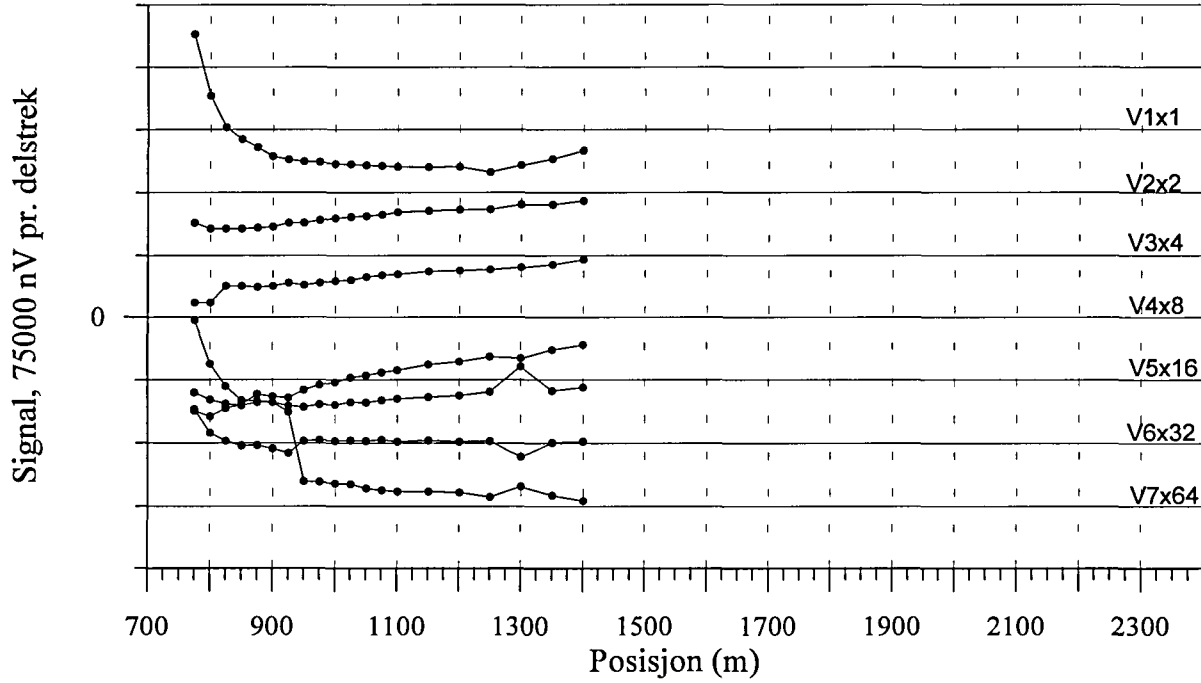
↓ indikert leder

KONG OSCAR, TFEM-målinger  
Profil 400Y, norm. 25 Hz

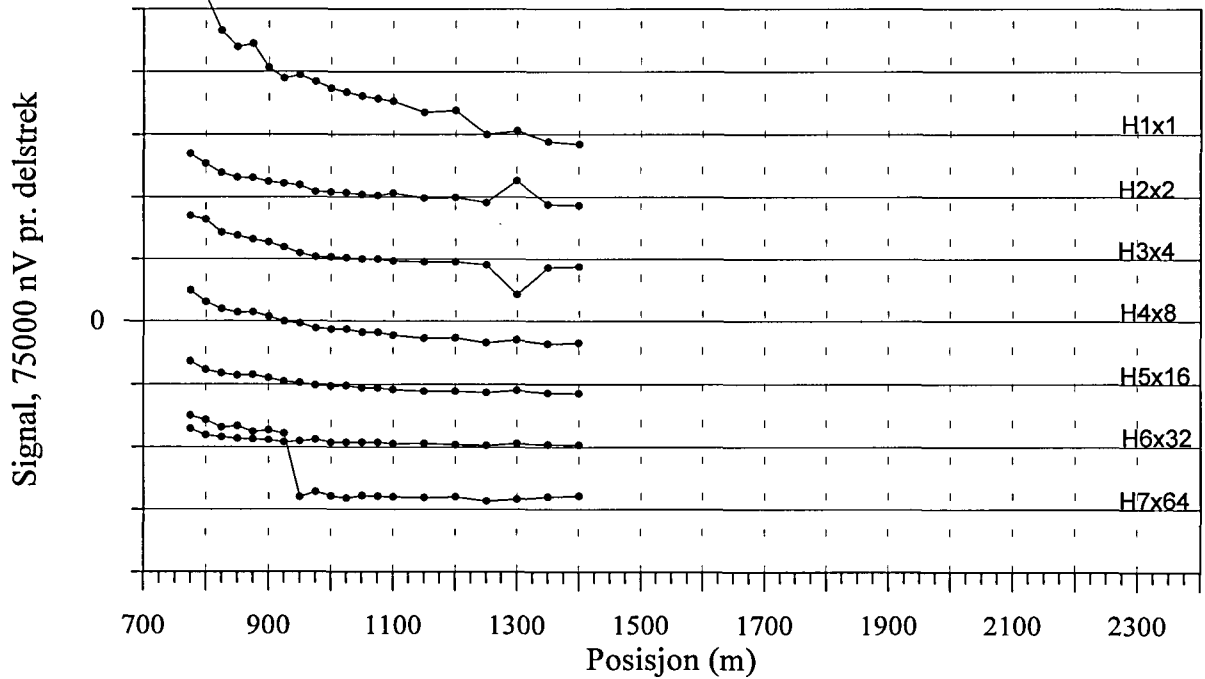


Figur 1b. Normalisert primærfelt og 25 Hz, profil 400Y

KONG OSCAR, TFEM-målinger  
Profil 600Y, V1-V7

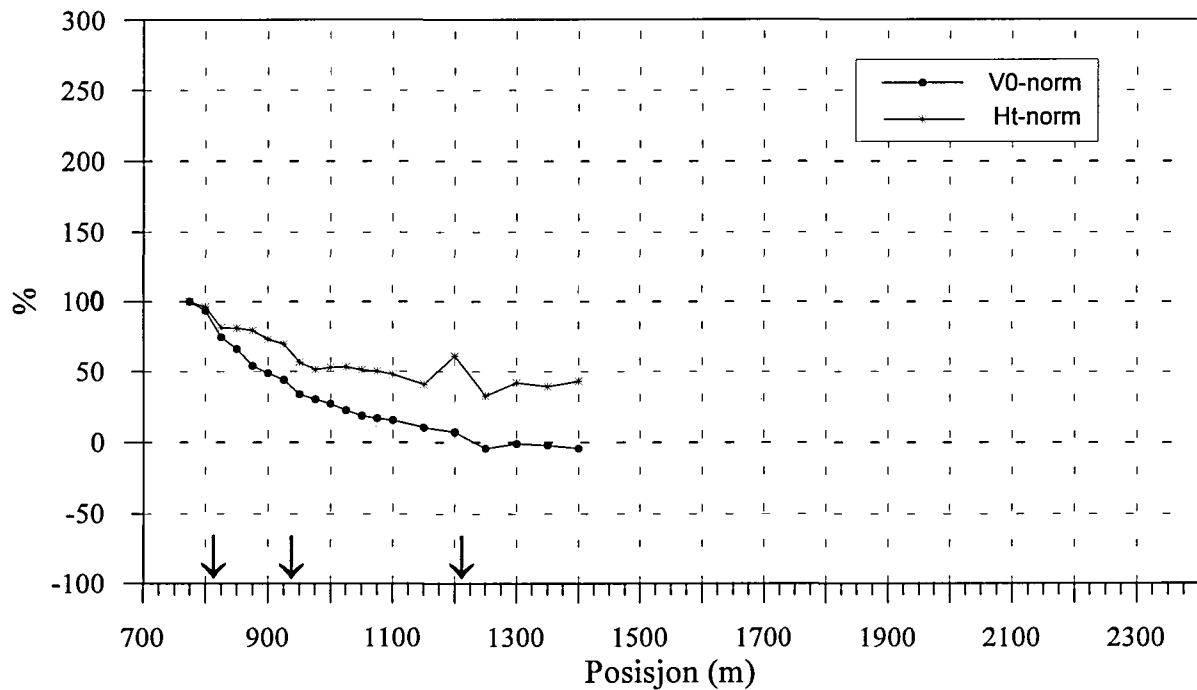


KONG OSCAR, TFEM-målinger  
Profil 600Y, H1-H7



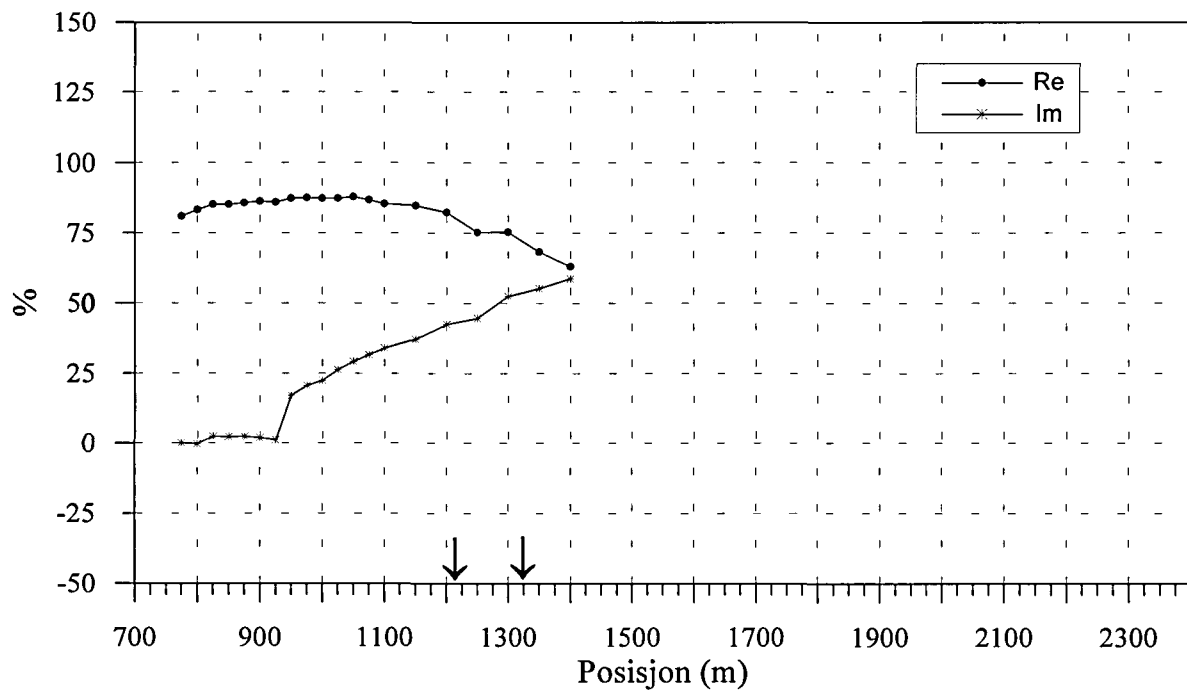
Figur 2a. Vertikal- og horisontalkanaler, profil 600Y

KONG OSCAR, TFEM-målinger  
Profil 600Y, Primærfelt



↓ indikert leder

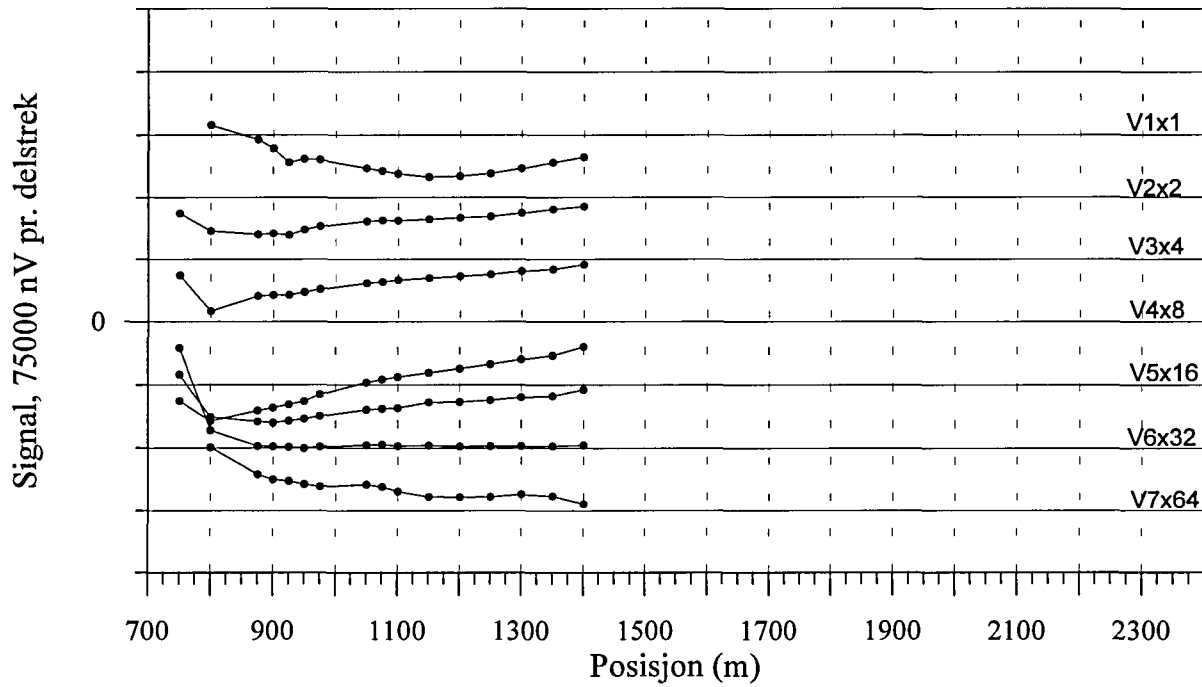
KONG OSCAR, TFEM-målinger  
Profil 600Y, norm. 25 Hz



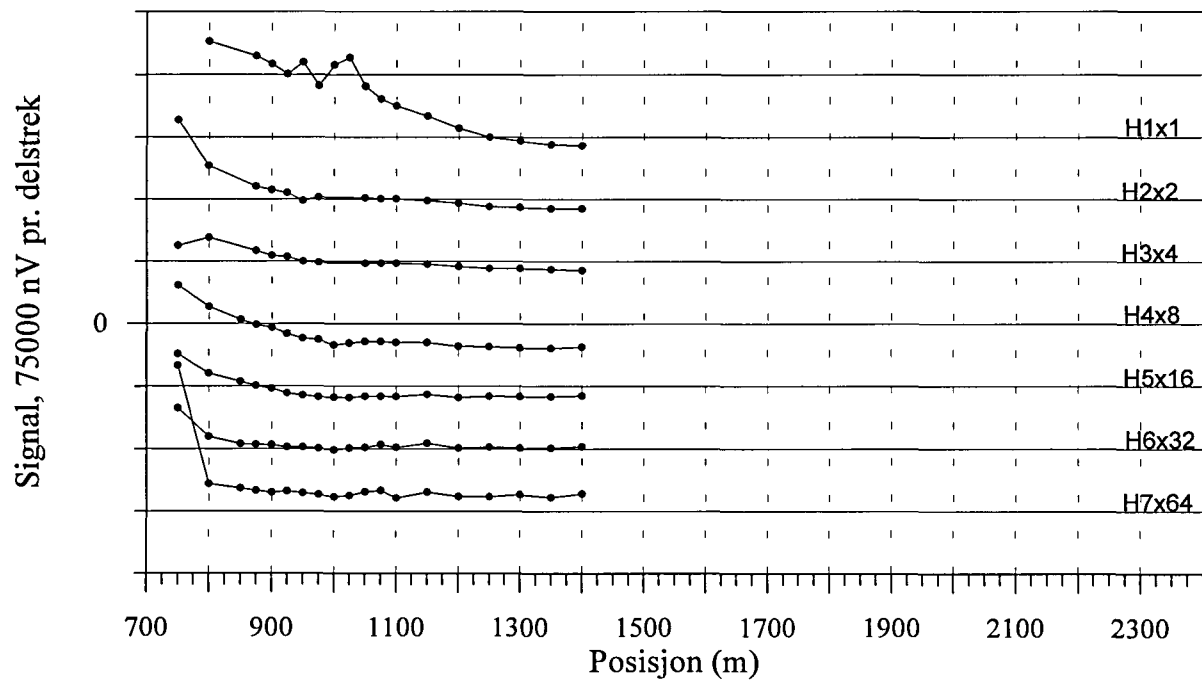
Figur 2b. Normalisert primærfelt og 25 Hz, profil 600Y



KONG OSCAR, TFEM-målinger  
Profil 800Y, V1-V7

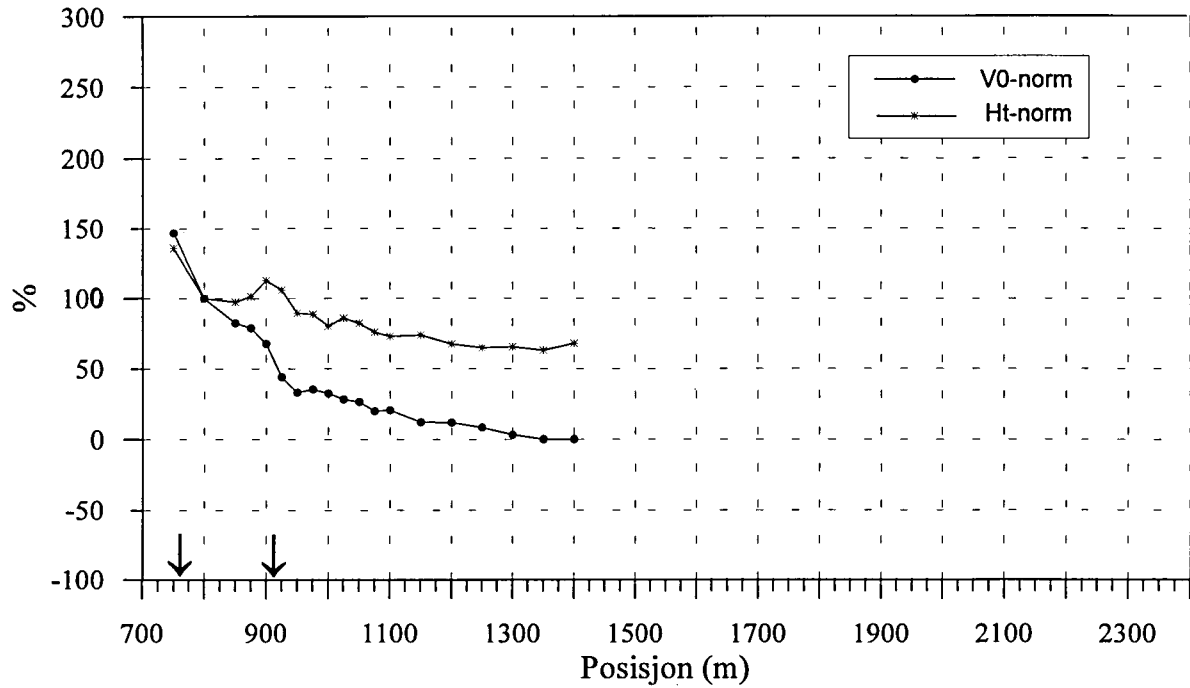


KONG OSCAR, TFEM-målinger  
Profil 800Y, H1-H7



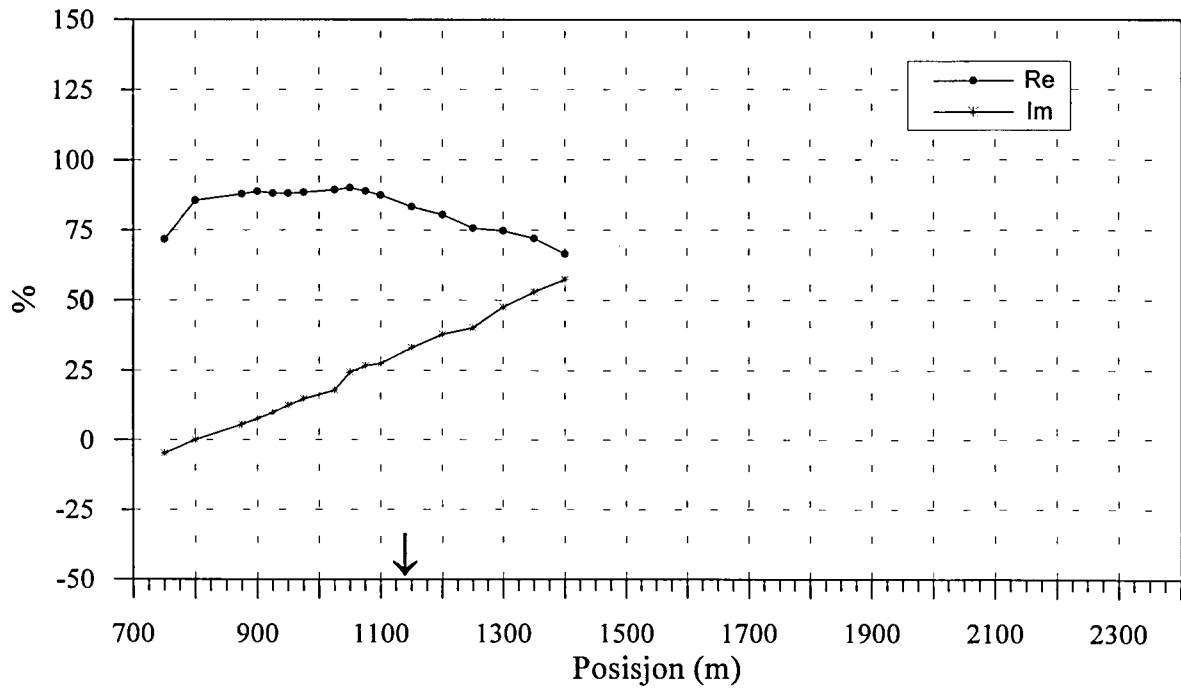
Figur 3a. Vertikal- og horisontalkanaler, profil 800Y

KONG OSCAR, TFEM-målinger  
Profil 800Y, Primærfelt



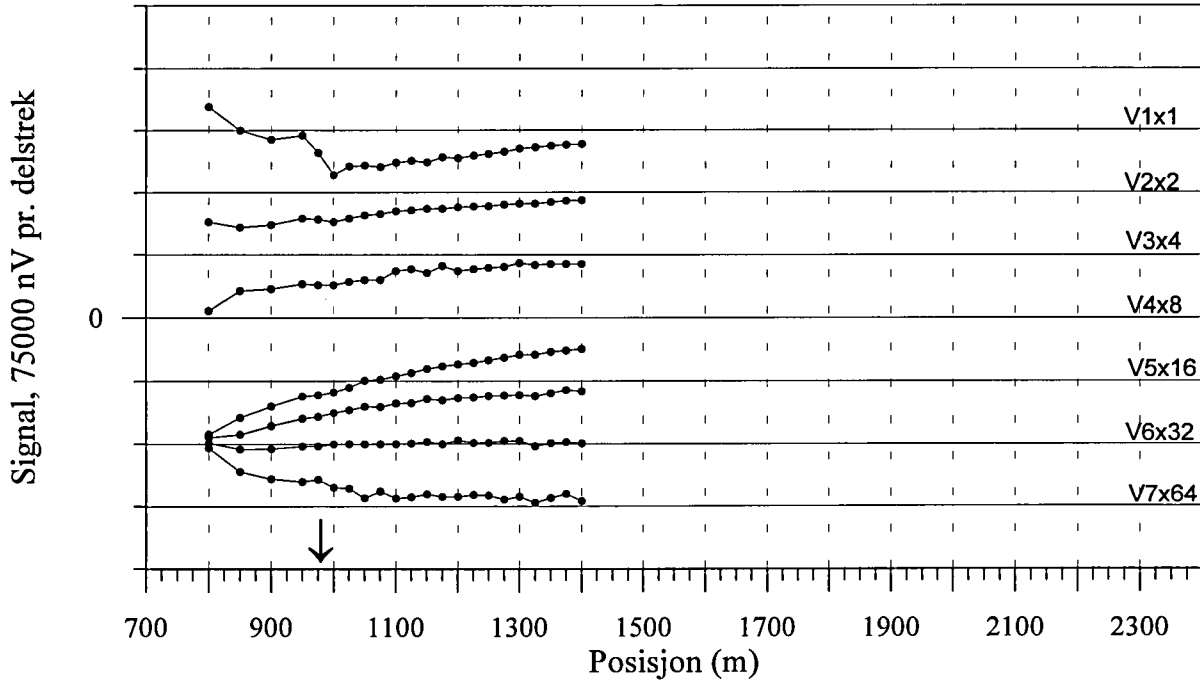
↓ indikert leder

KONG OSCAR, TFEM-målinger  
Profil 800Y, norm. 25 Hz



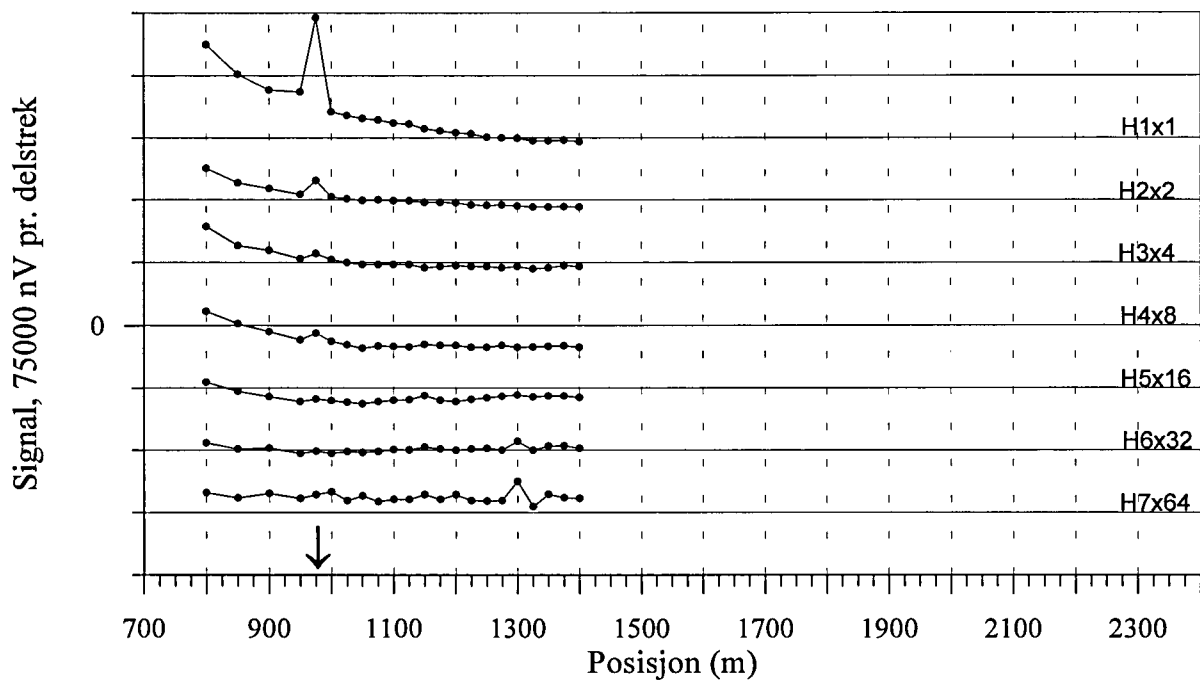
Figur 3b. Normalisert primærfelt og 25 Hz, profil 800Y

KONG OSCAR, TFEM-målinger  
Profil 1000Y, V1-V7



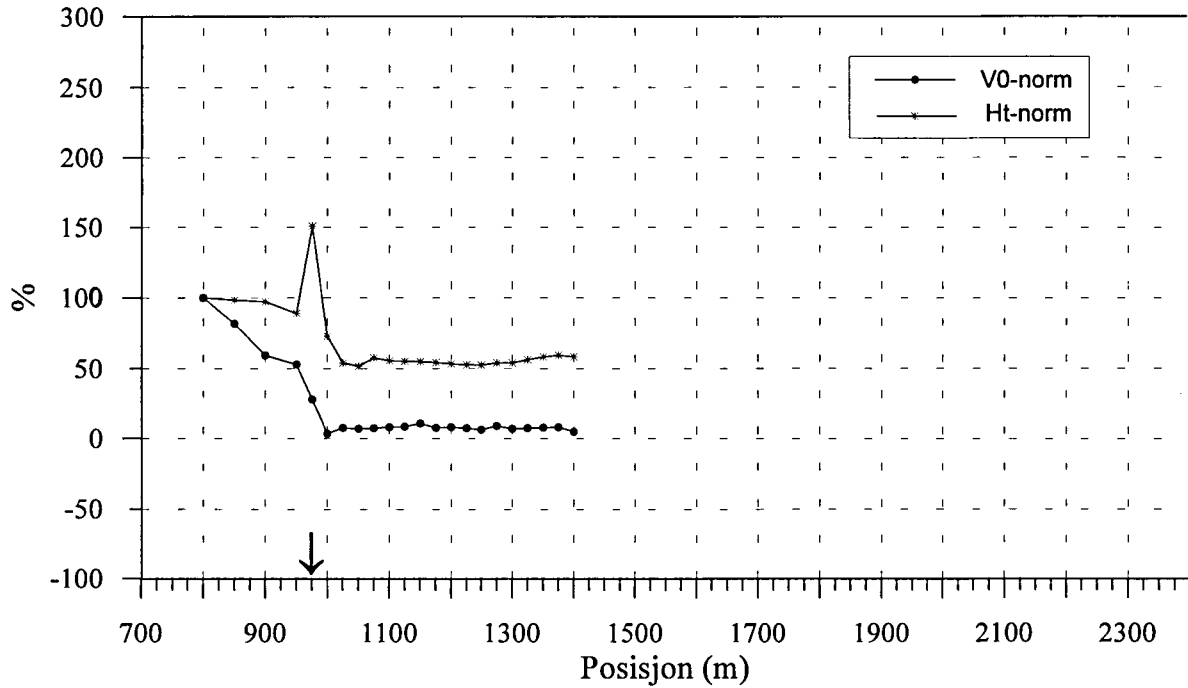
↓ indikert leder

KONG OSCAR, TFEM-målinger  
Profil 1000Y, H1-H7



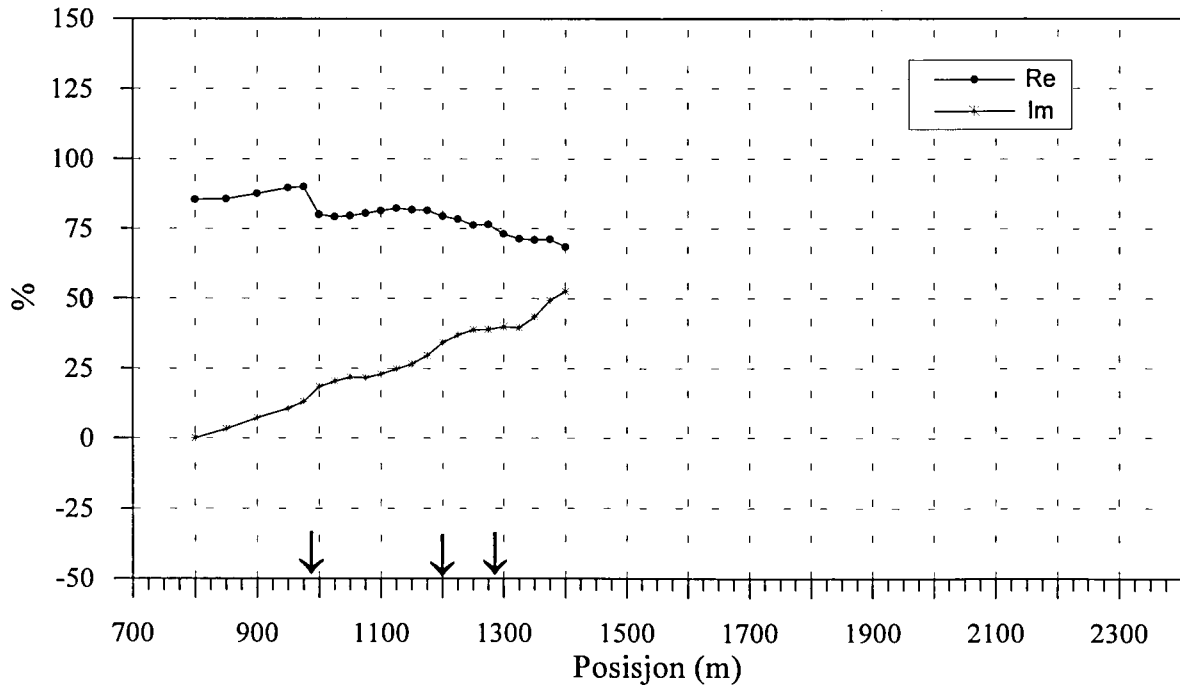
Figur 4a. Vertikal- og horisontalkanaler, profil 1000Y

KONG OSCAR, TFEM-målinger  
Profil 1000Y, Primærfelt



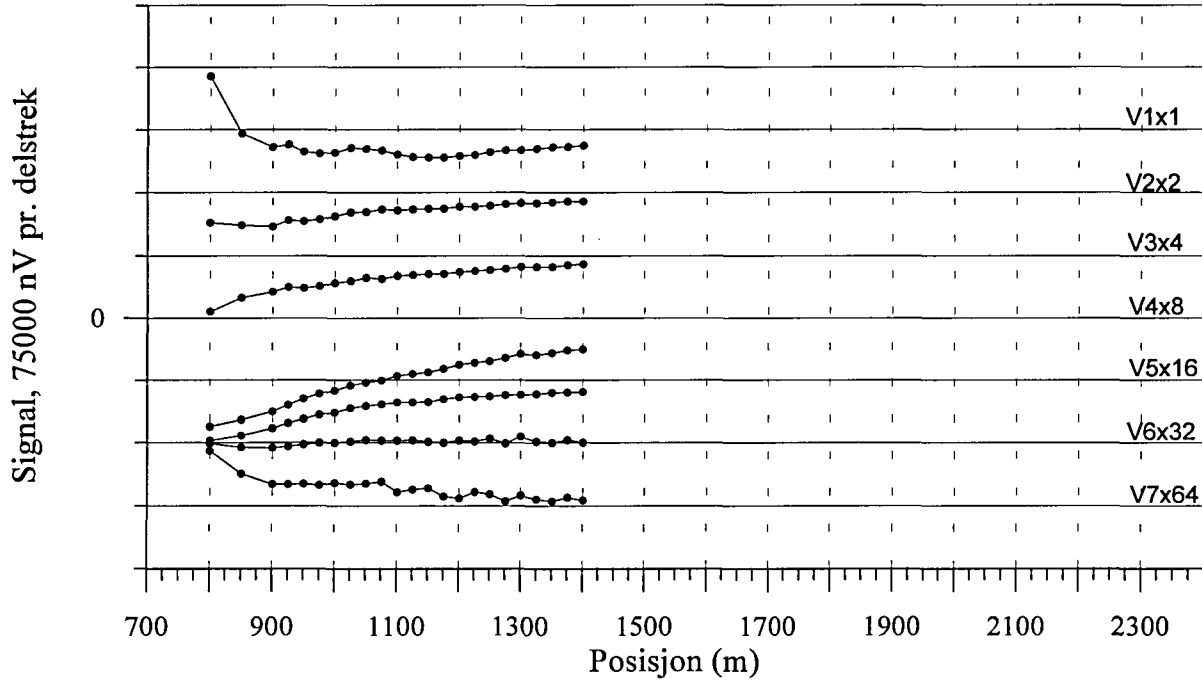
↓ indikert leder

KONG OSCAR, TFEM-målinger  
Profil 1000Y, norm. 25 Hz



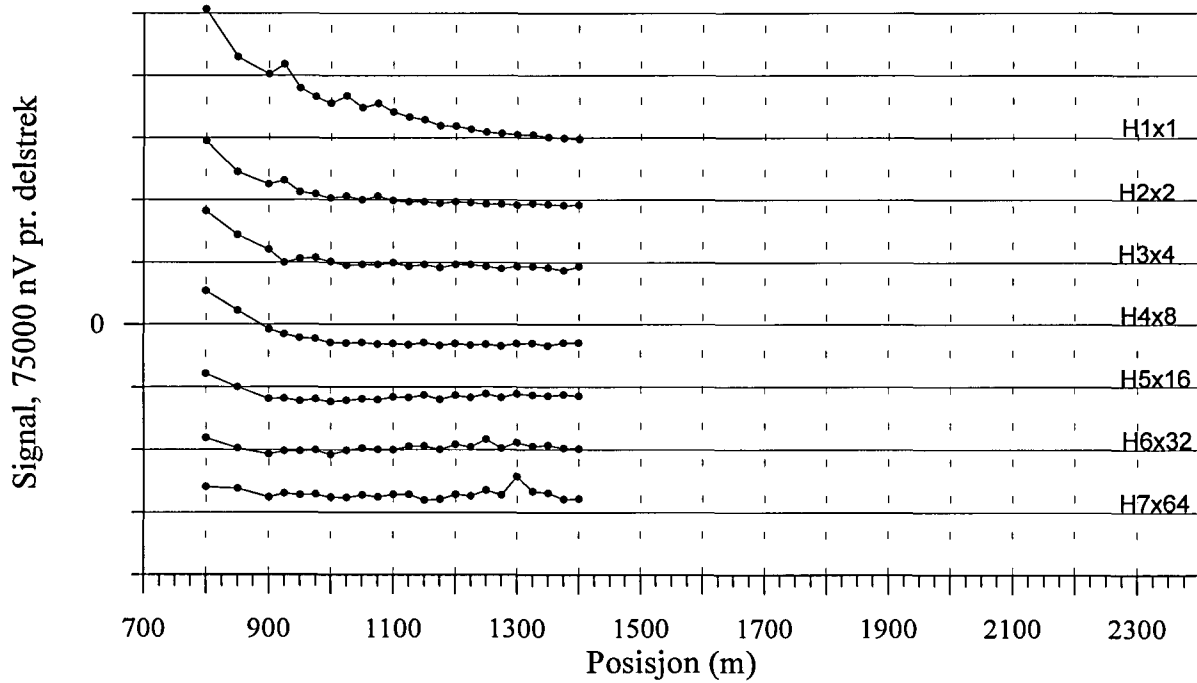
Figur 4b. Normalisert primærfelt og 25 Hz, profil 1000Y

KONG OSCAR, TFEM-målinger  
Profil 1200Y, V1-V7



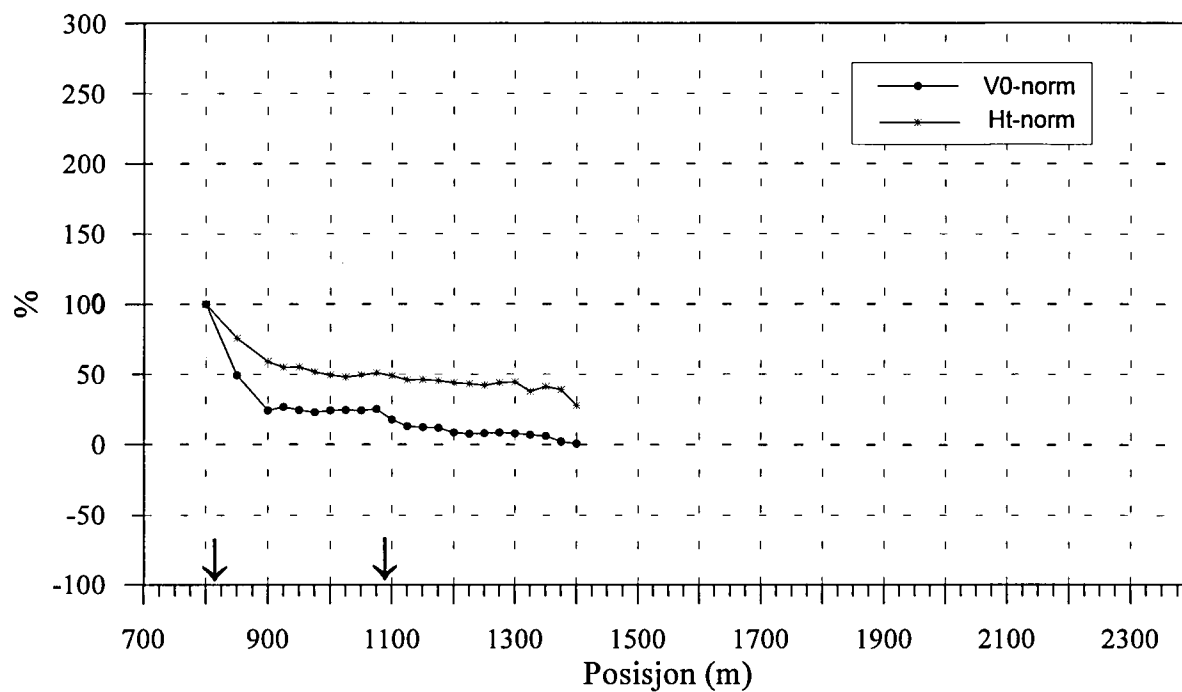
↓ indikert leder

KONG OSCAR, TFEM-målinger  
Profil 1200Y, H1-H7



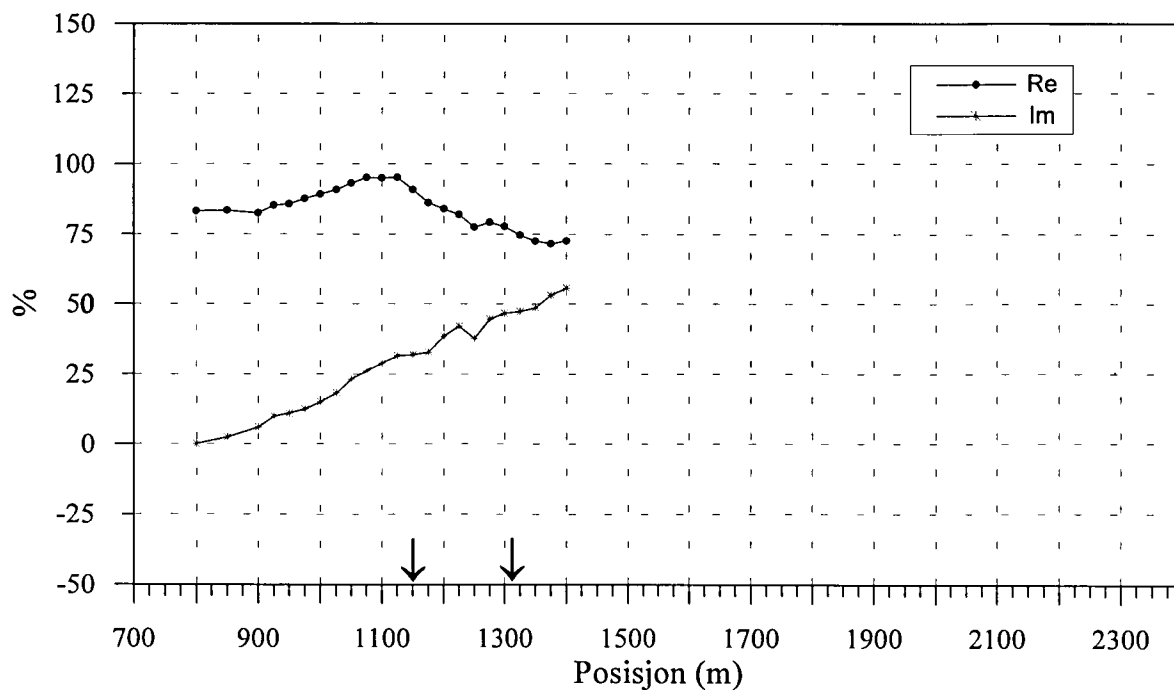
Figur 5a. Vertikal- og horisontalkanaler, profil 1200Y

KONG OSCAR, TFEM-målinger  
Profil 1200Y, Primærfelt



↓ indikert leder

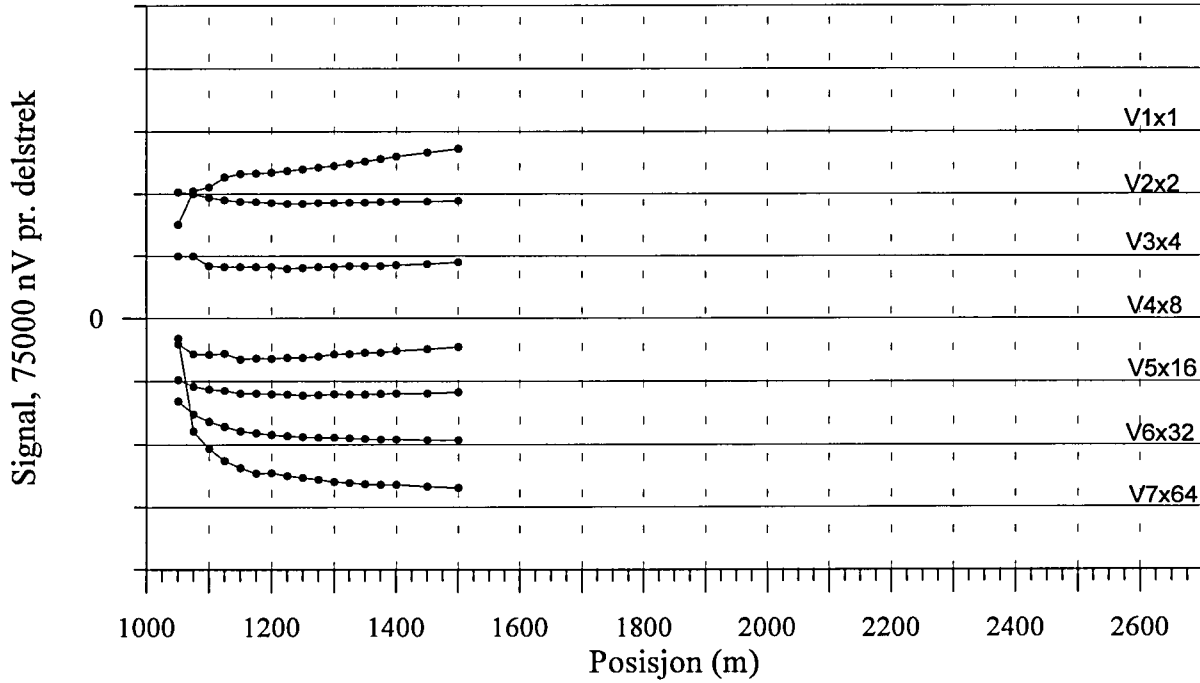
KONG OSCAR, TFEM-målinger  
Profil 1200, norm. 25 Hz



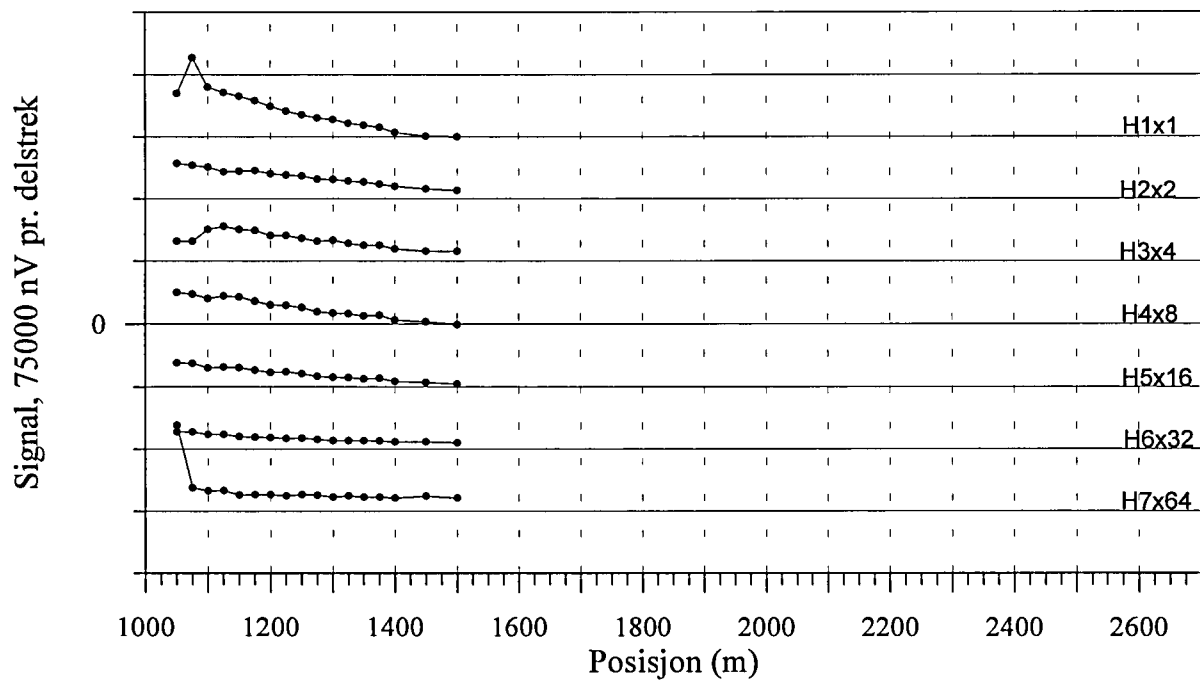
Figur 5b. Normalisert primærfelt og 25 Hz, profil 1200Y

Databilag 2: Figur 6 - 28 TFEM profilplott av tidsdomenet, primærfelt og 25 Hz frekvensdomenet, anlegg 1.

KONG OSCAR, TFEM-målinger  
Profil 1200Y, V1-V7



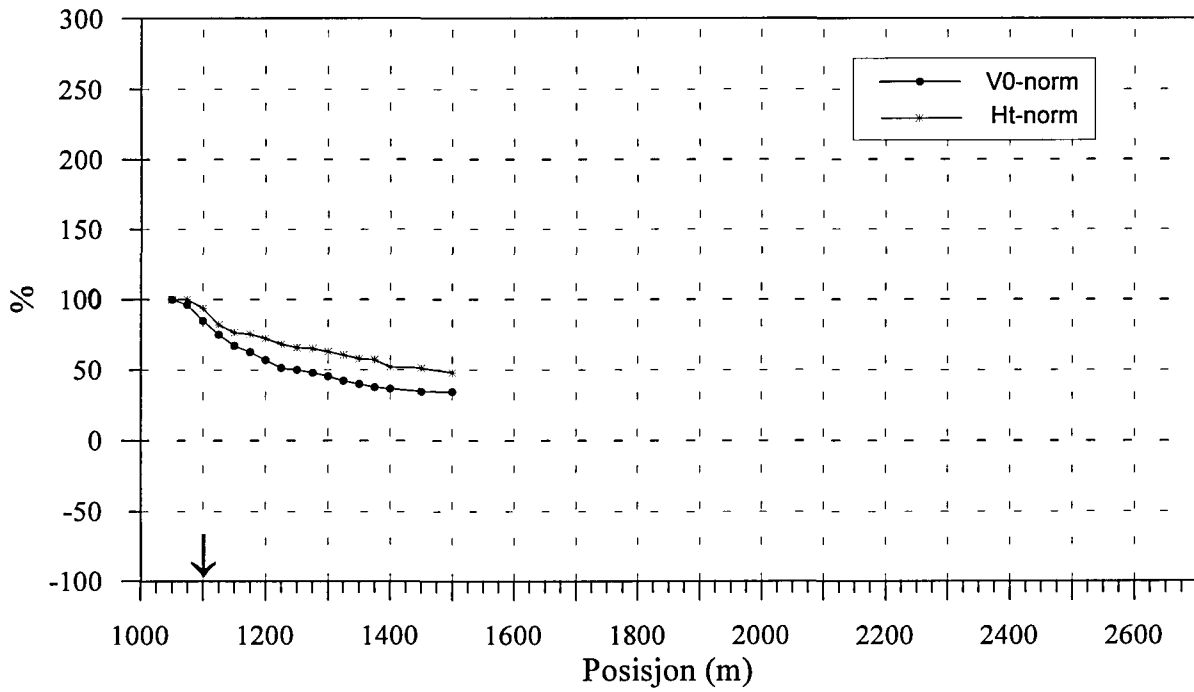
KONG OSCAR, TFEM-målinger  
Profil 1200Y, H1-H7



Figur 6a. Vertikal- og horisontalkanaler, profil 1200Y

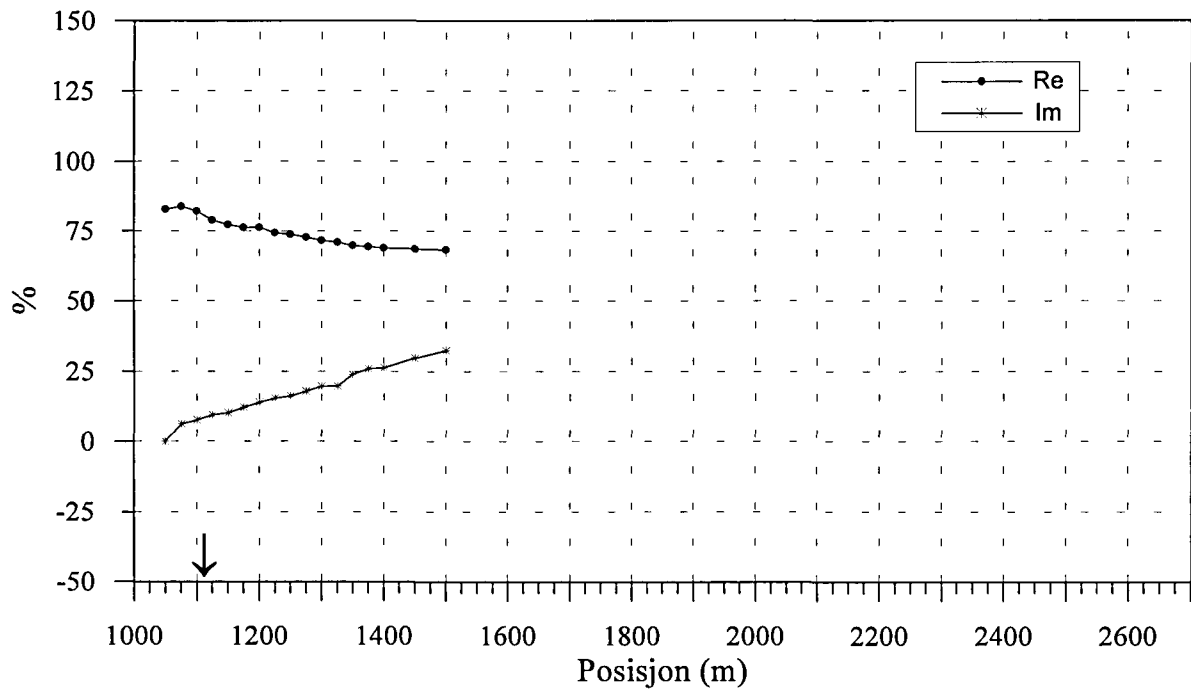


KONG OSCAR, TFEM-målinger  
Profil 1200Y, Primærfelt



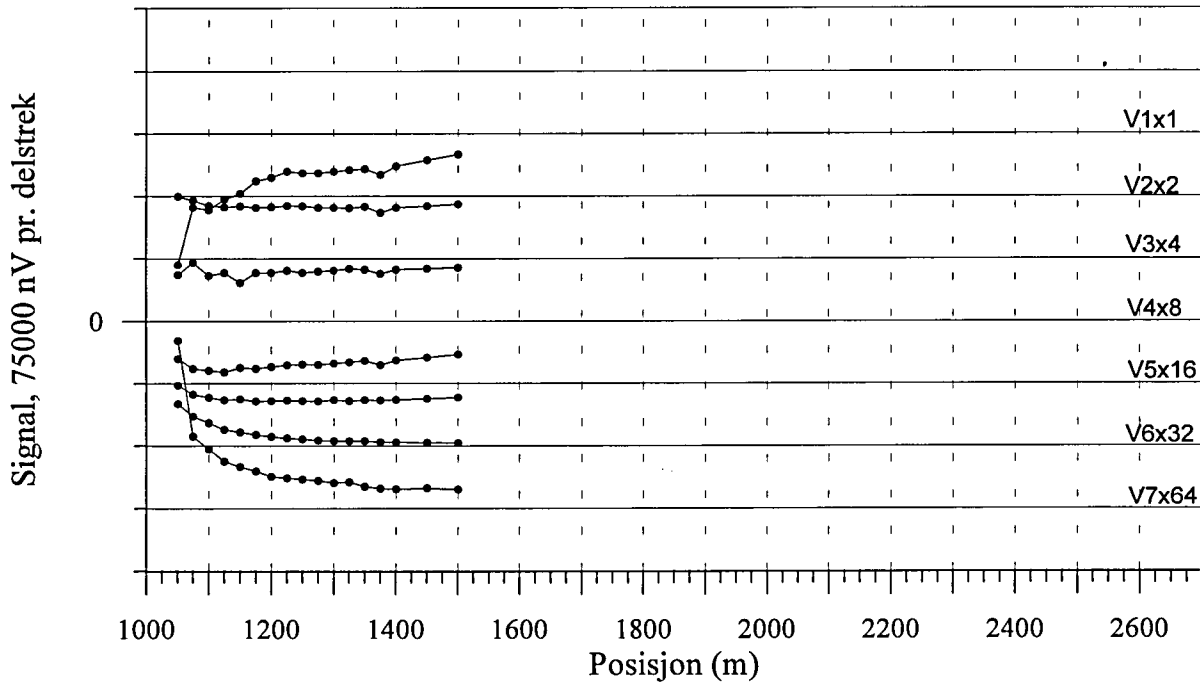
↓ indikert leder

KONG OSCAR, TFEM-målinger  
Profil 1200Y, norm. 25 Hz

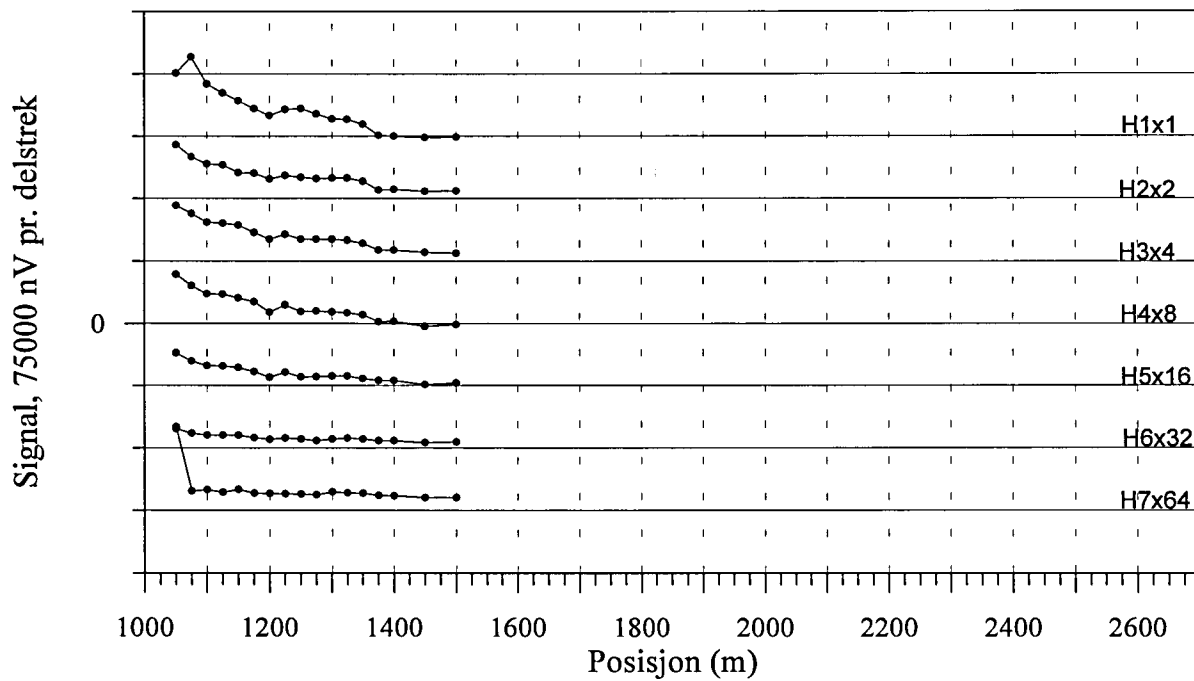


Figur 6b. Normalisert primærfelt og 25 Hz, profil 1200Y

KONG OSCAR, TFEM-målinger  
Profil 1400Y, V1-V7

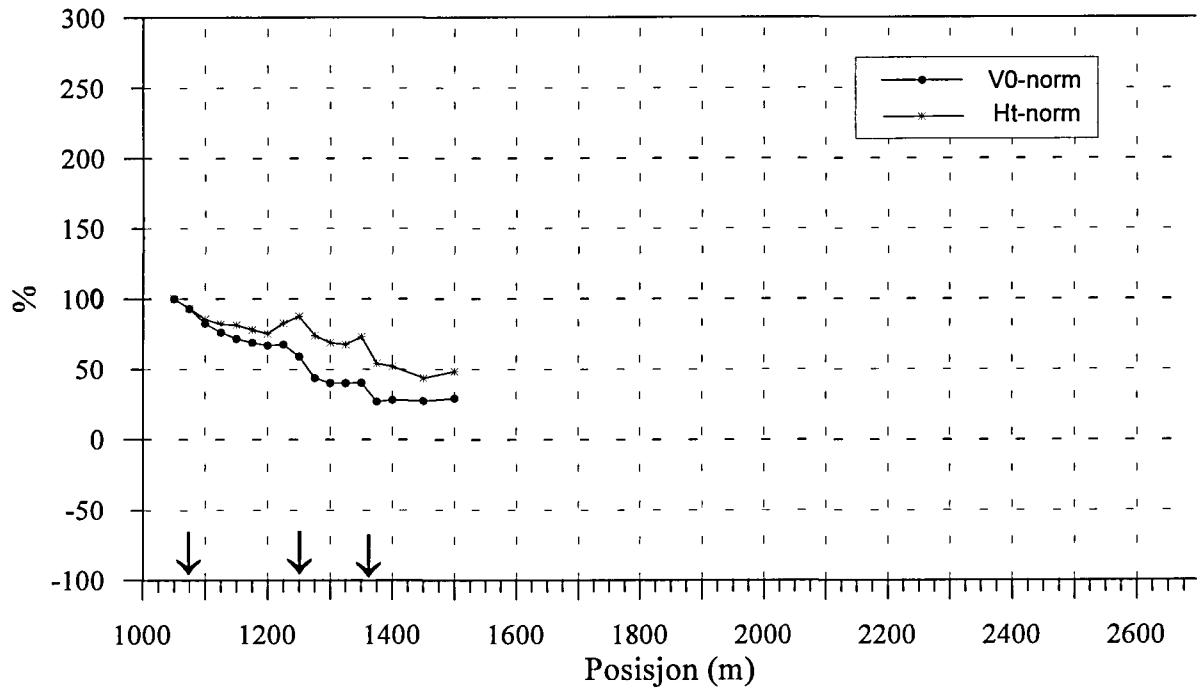


KONG OSCAR, TFEM-målinger  
Profil 1400Y, H1-H7



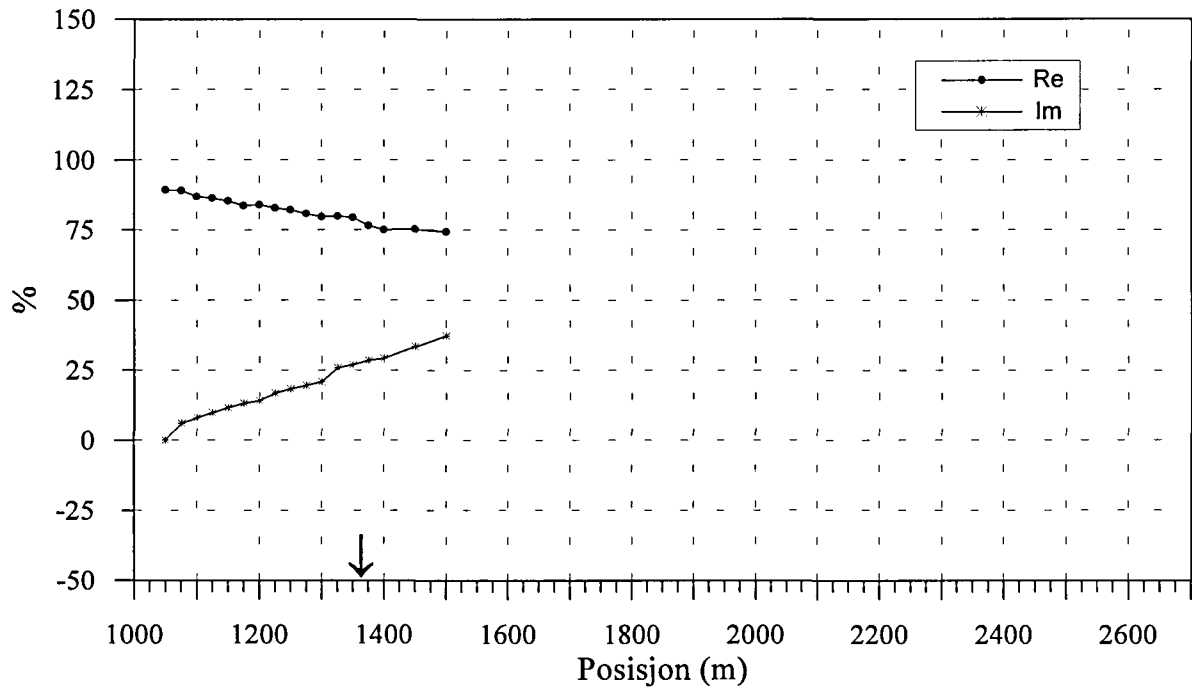
Figur 7a. Vertikal- og horisontalkanaler, profil 1400Y

KONG OSCAR, TFEM-målinger  
Profil 1400Y, Primærfelt



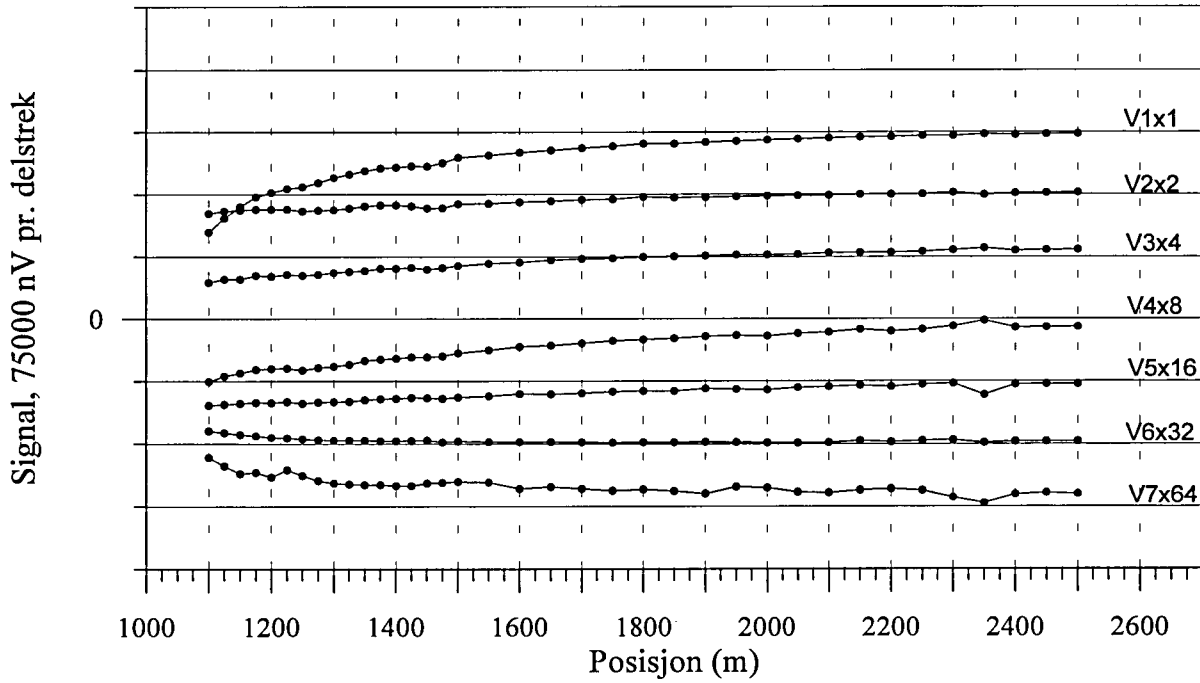
↓ indikert leder

KONG OSCAR, TFEM-målinger  
Profil 1400Y, norm. 25 Hz



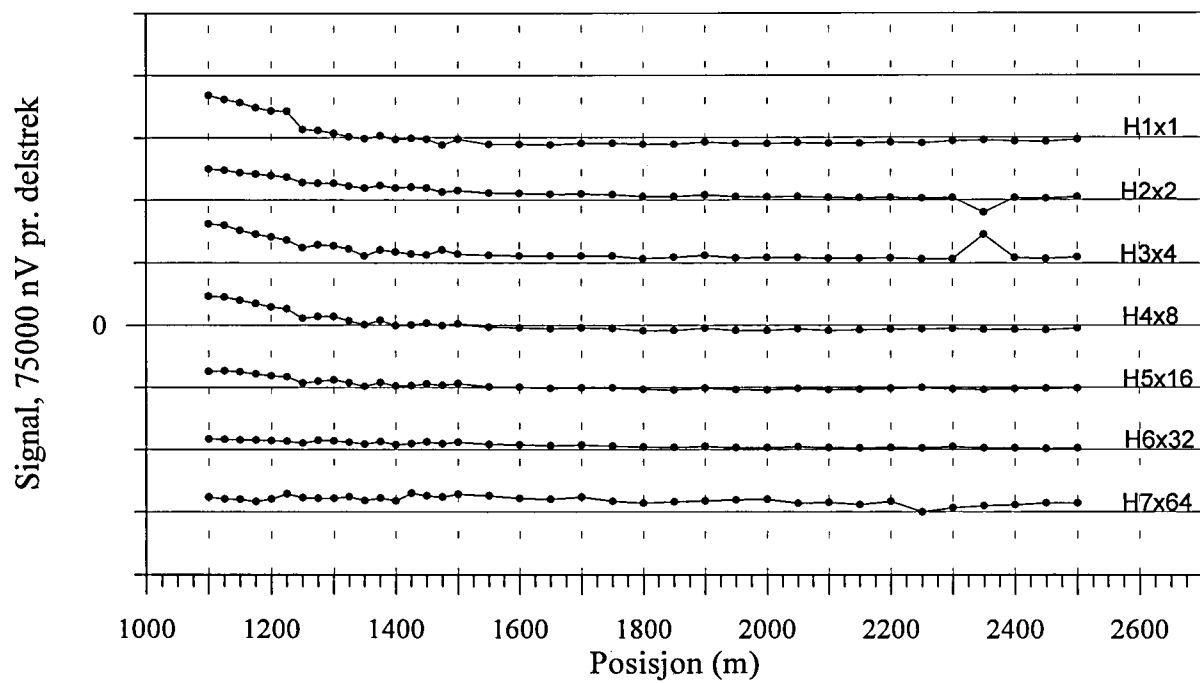
Figur 7b. Normalisert primærfelt og 25 Hz, profil 1400Y

KONG OSCAR, TFEM-målinger  
Profil 1600Y, V1-V7



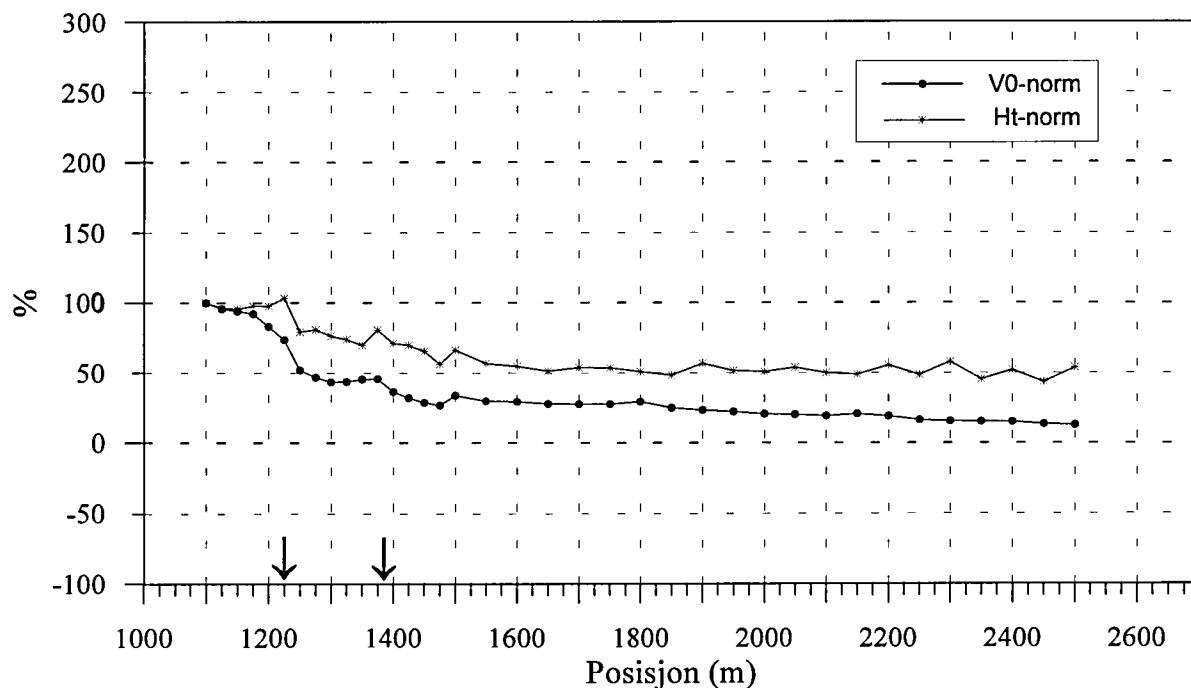
↓ indikert leder

KONG OSCAR, TFEM-målinger  
Profil 1600Y, H1-H7



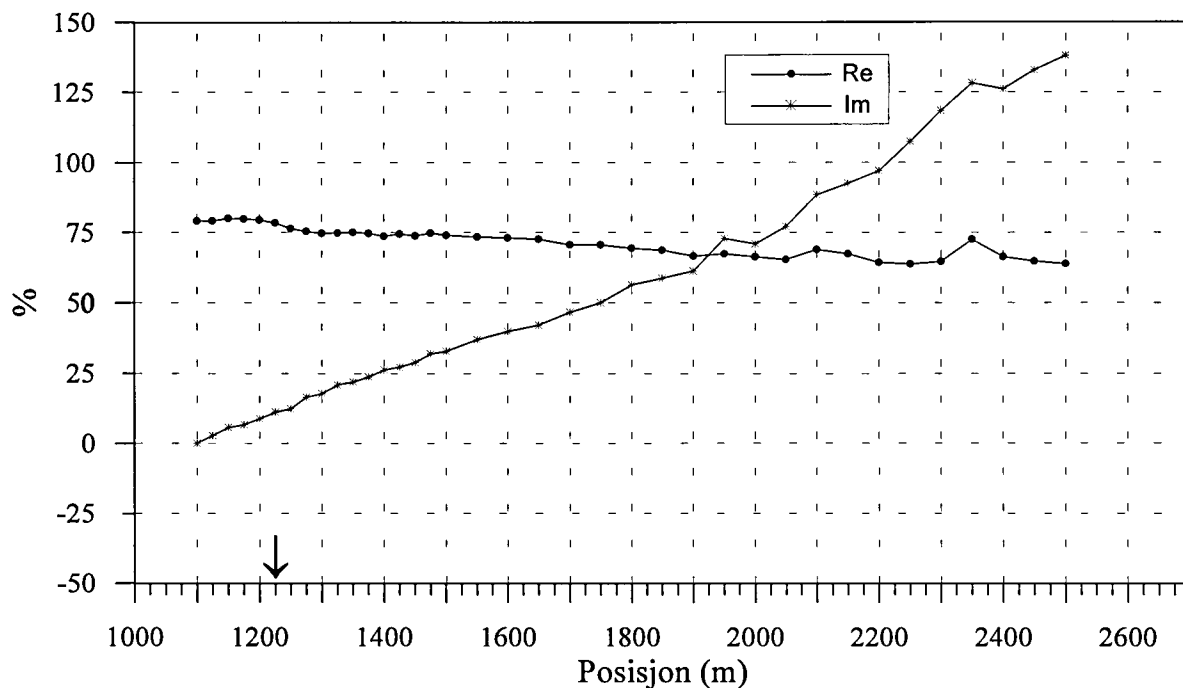
Figur 8a. Vertikal- og horisontalkanaler, profil 1600Y

KONG OSCAR, TFEM-målinger  
Profil 1600Y, Primærfelt



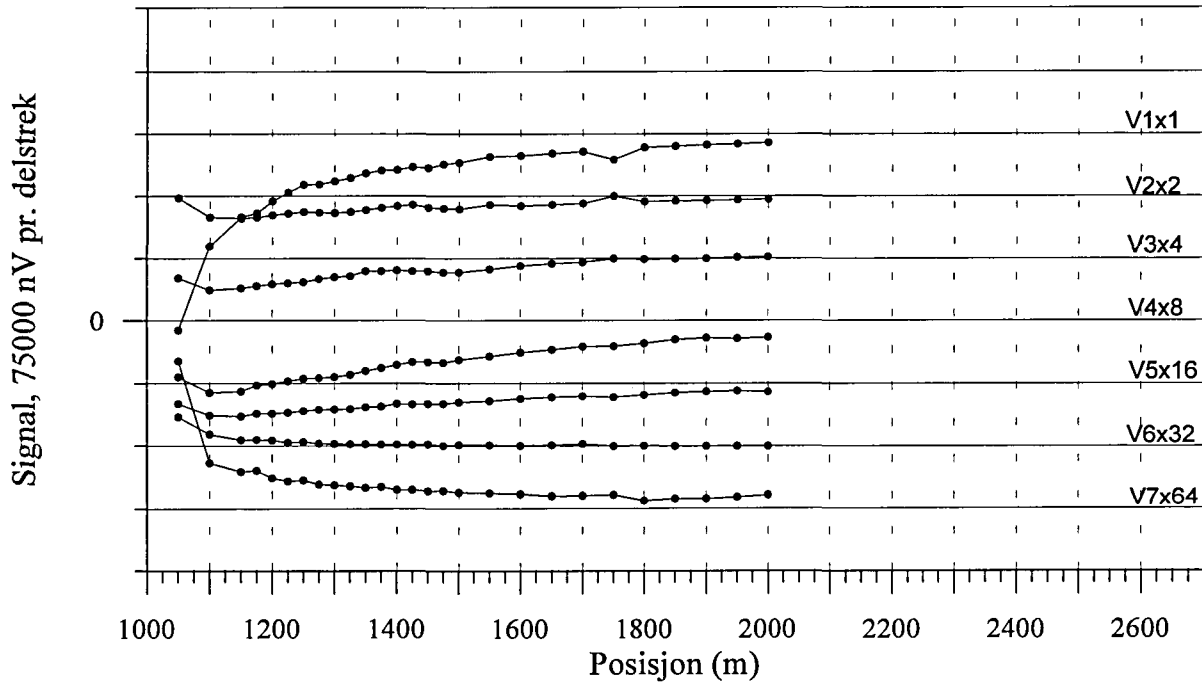
↓ indikert leder

KONG OSCAR, TFEM-målinger  
Profil 1600Y, norm. 25 Hz



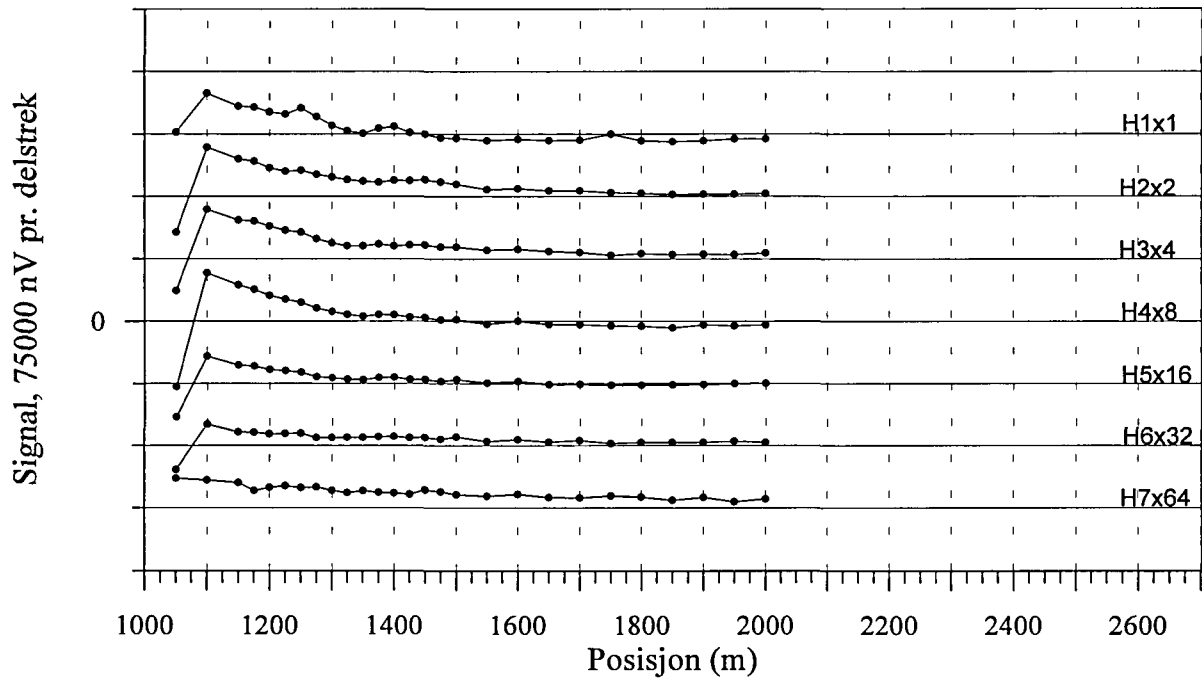
Figur 8b. Normalisert primærfelt og 25 Hz, profil 1600Y

KONG OSCAR, TFEM-målinger  
Profil 1800Y, V1-V7



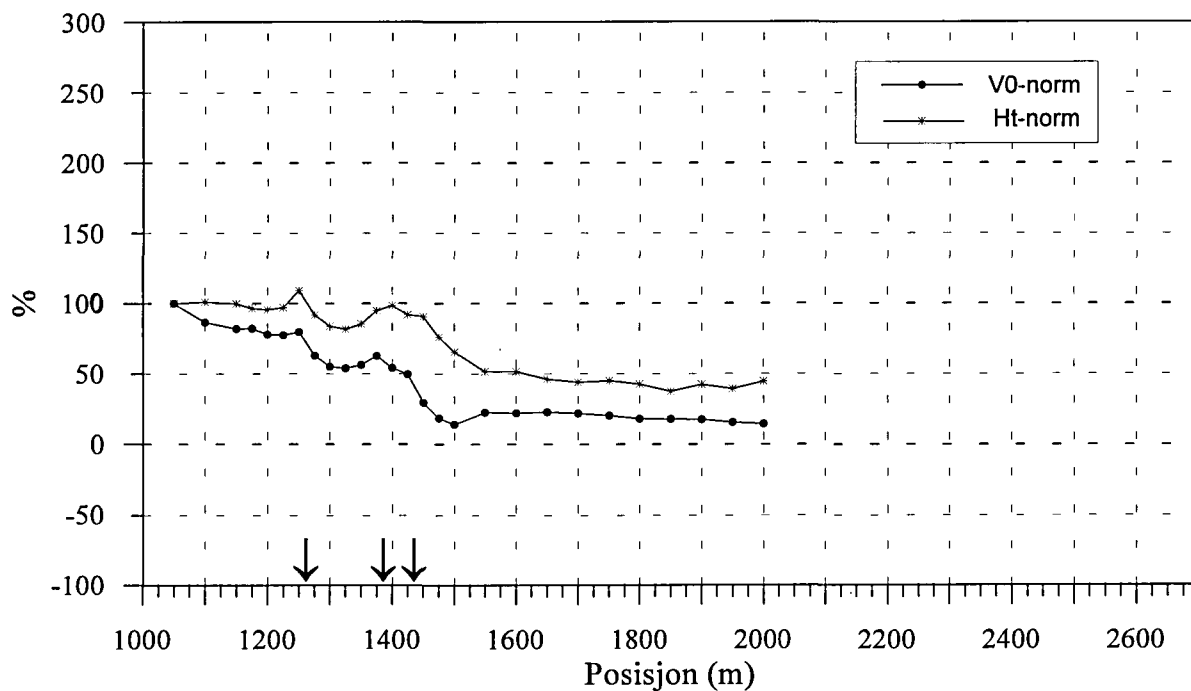
↓ indikert leder

KONG OSCAR, TFEM-målinger  
Profil 1800Y, H1-H7



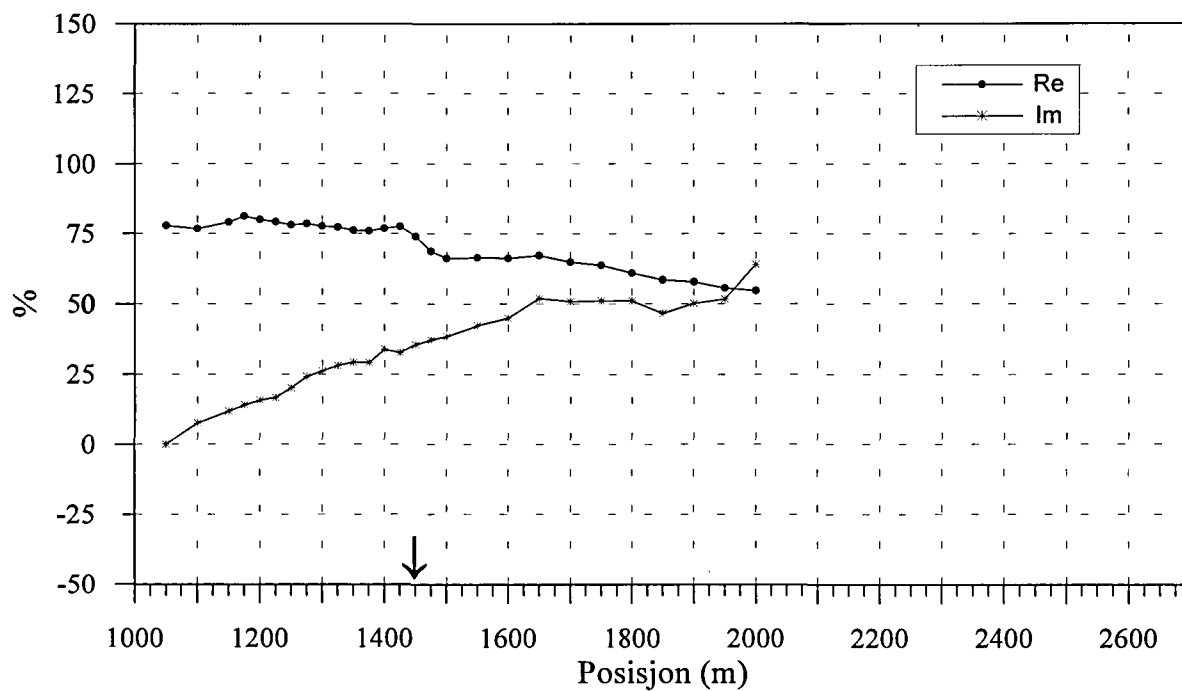
Figur 9a. Vertikal- og horisontalkanaler, profil 1800Y

KONG OSCAR, TFEM-målinger  
Profil 1800Y, Primærfelt



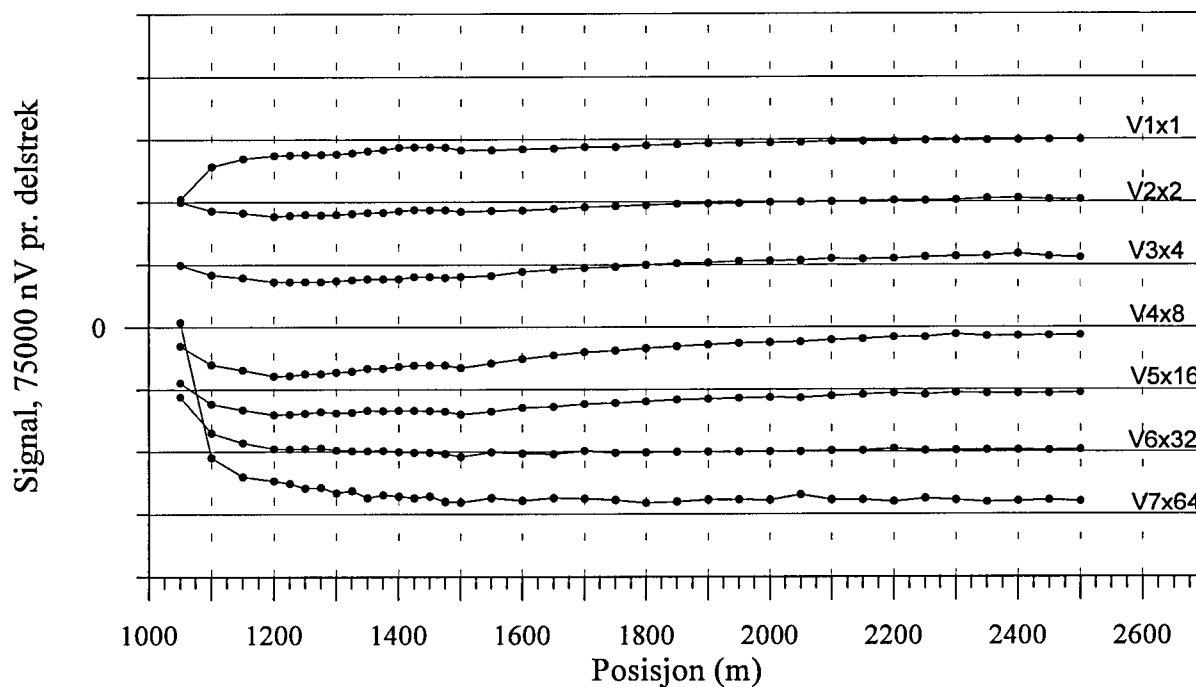
↓ indikert leder

KONG OSCAR, TFEM-målinger  
Profil 1800Y, norm. 25 Hz



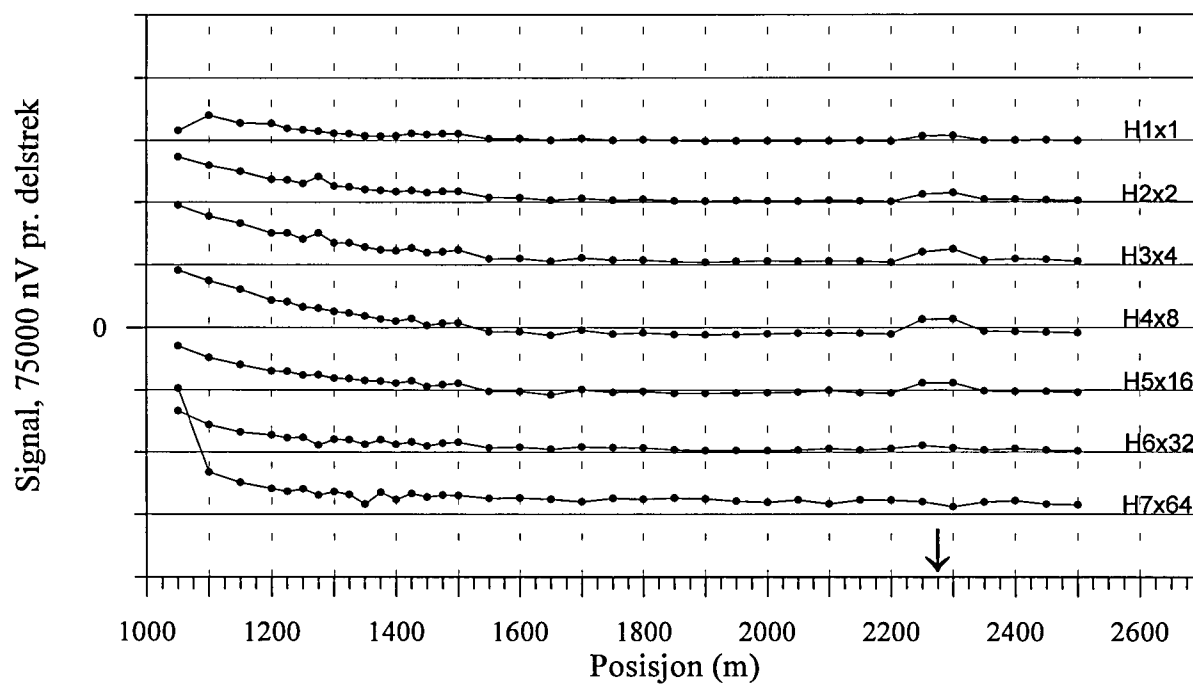
Figur 9b. Normalisert primærfelt og 25 Hz, profil 1800Y

KONG OSCAR, TFEM-målinger  
Profil 2000Y, V1-V7



↓ indikert leder

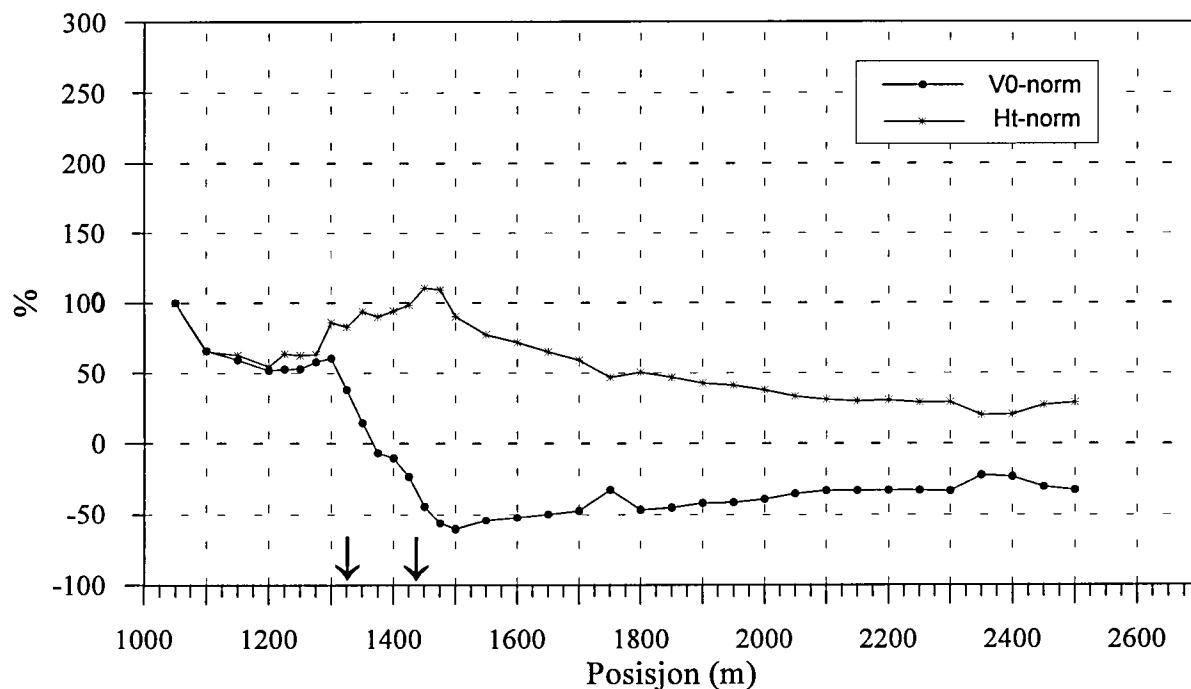
KONG OSCAR, TFEM-målinger  
Profil 2000Y, H1-H7



Figur 10a. Vertikal- og horisontalkanaler, profil 2000Y

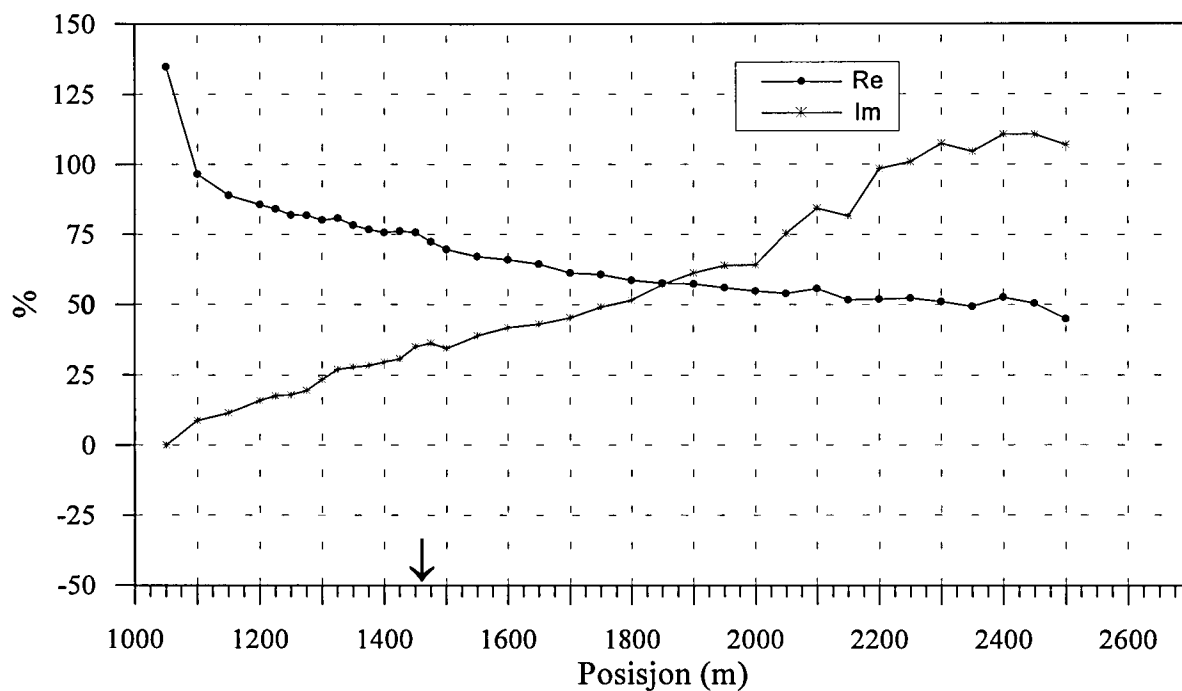


KONG OSCAR, TFEM-målinger  
Profil 2000Y, Primærfelt



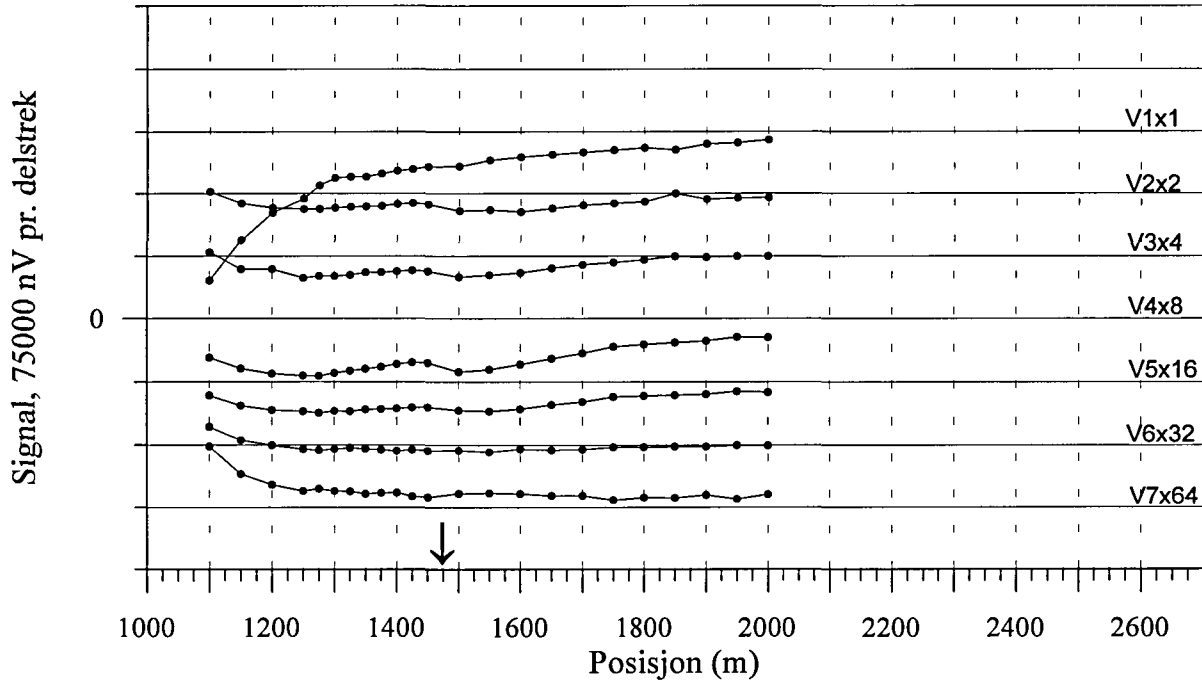
↓ indikert leder

KONG OSCAR, TFEM-målinger  
Profil 2000Y, norm. 25 Hz



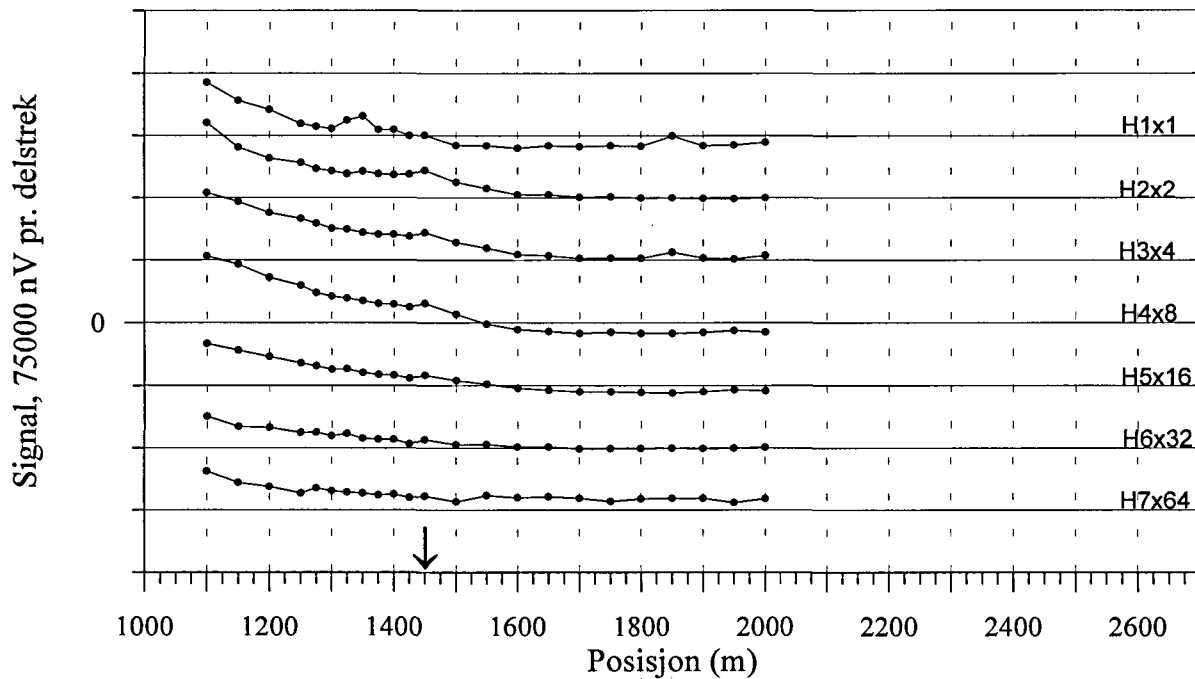
Figur 10b. Normalisert primærfelt og 25 Hz, profil 2000Y

KONG OSCAR, TFEM-målinger  
Profil 2200Y, V1-V7



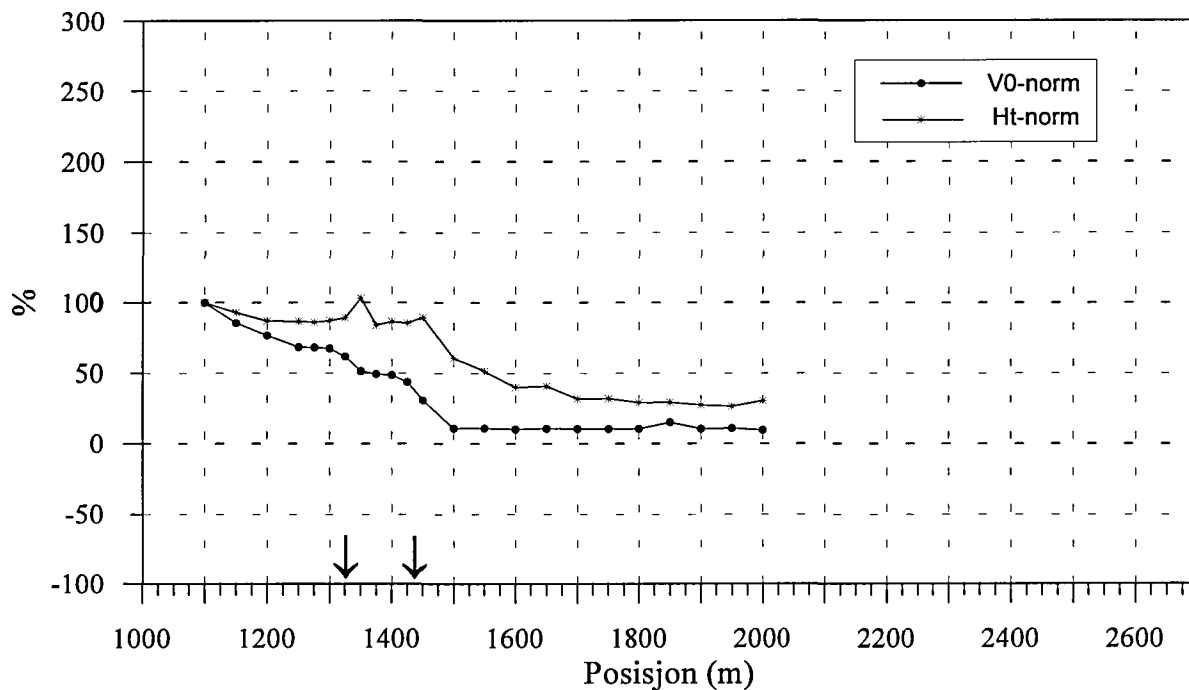
↓ indikert leder

KONG OSCAR, TFEM-målinger  
Profil 2200Y, H1-H7



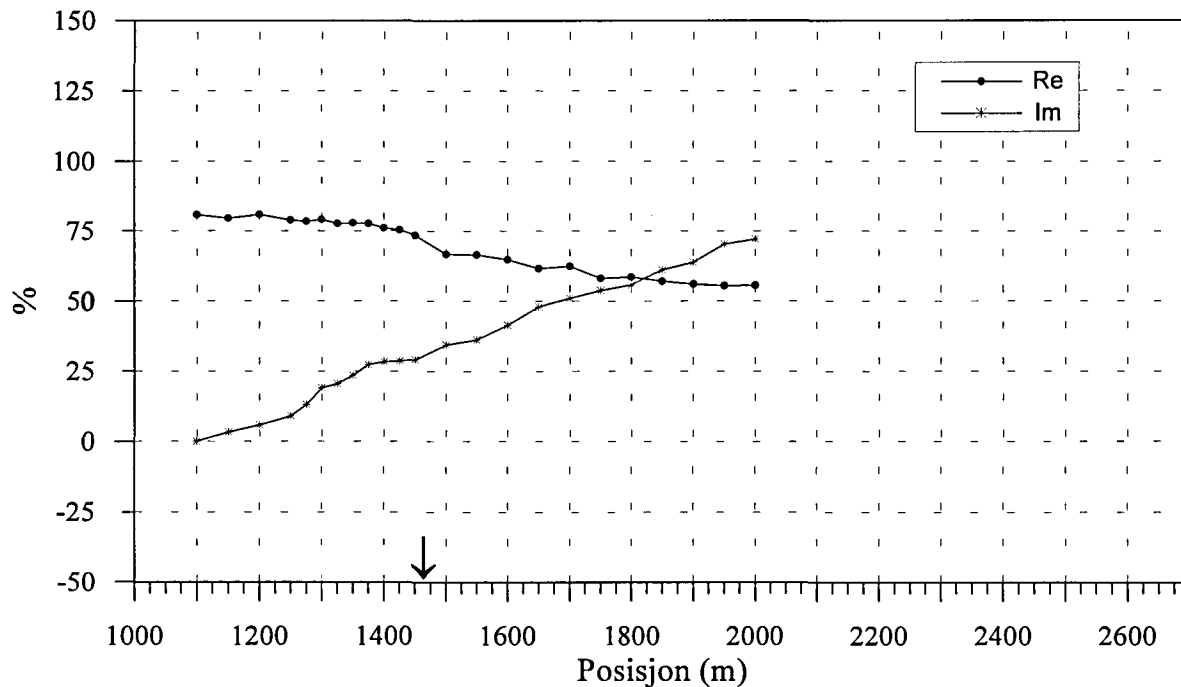
Figur 11a. Vertikal- og horisontalkanaler, profil 2200Y

KONG OSCAR, TFEM-målinger  
Profil 2200Y, Primærfelt



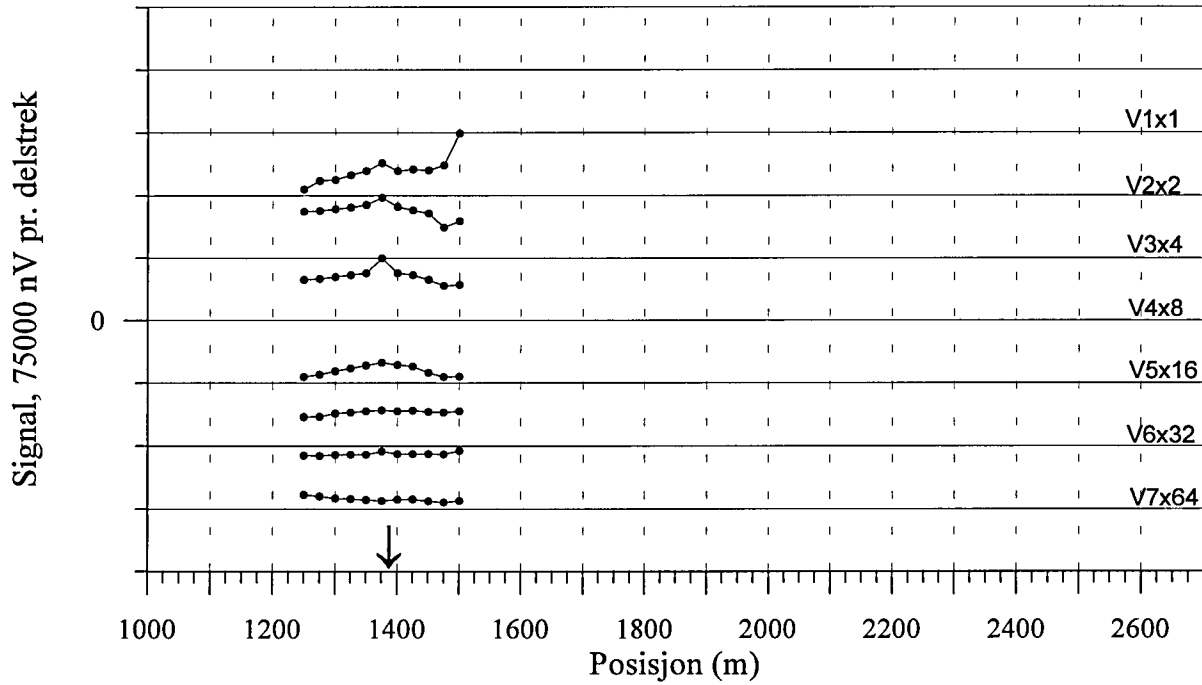
↓ indikert leder

KONG OSCAR, TFEM-målinger  
Profil 2200Y, norm. 25 Hz



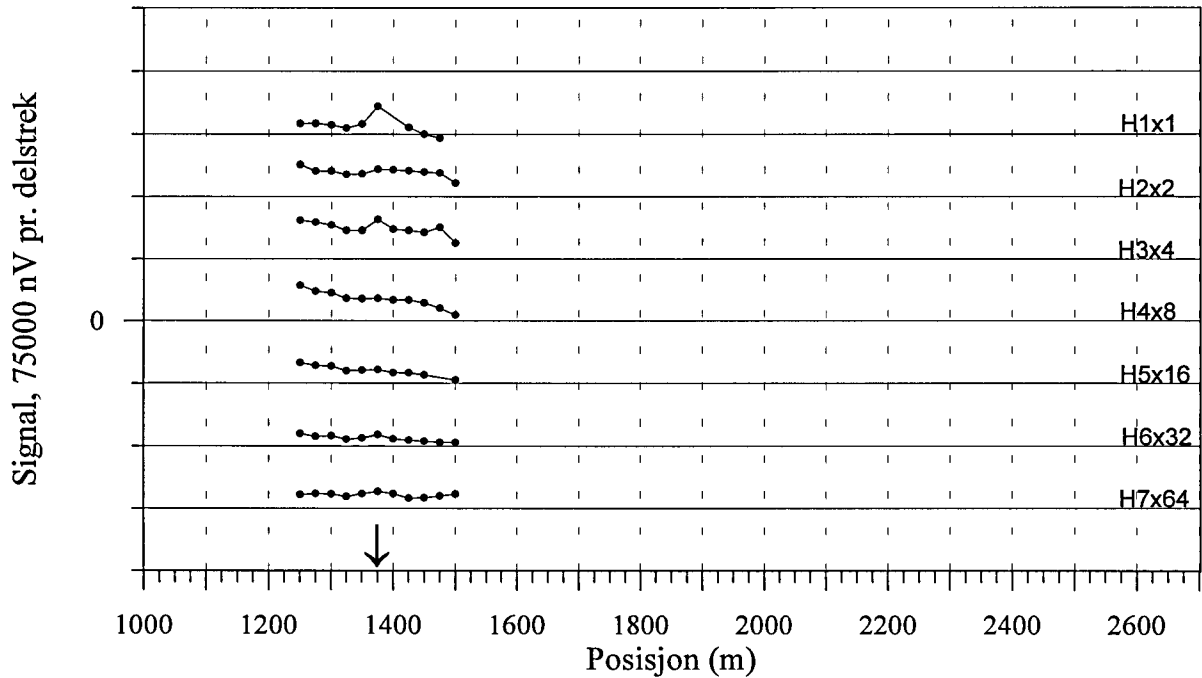
Figur 11b. Normalisert primærfelt og 25 Hz, profil 2200Y

KONG OSCAR, TFEM-målinger  
Profil 2300Y, V1-V7



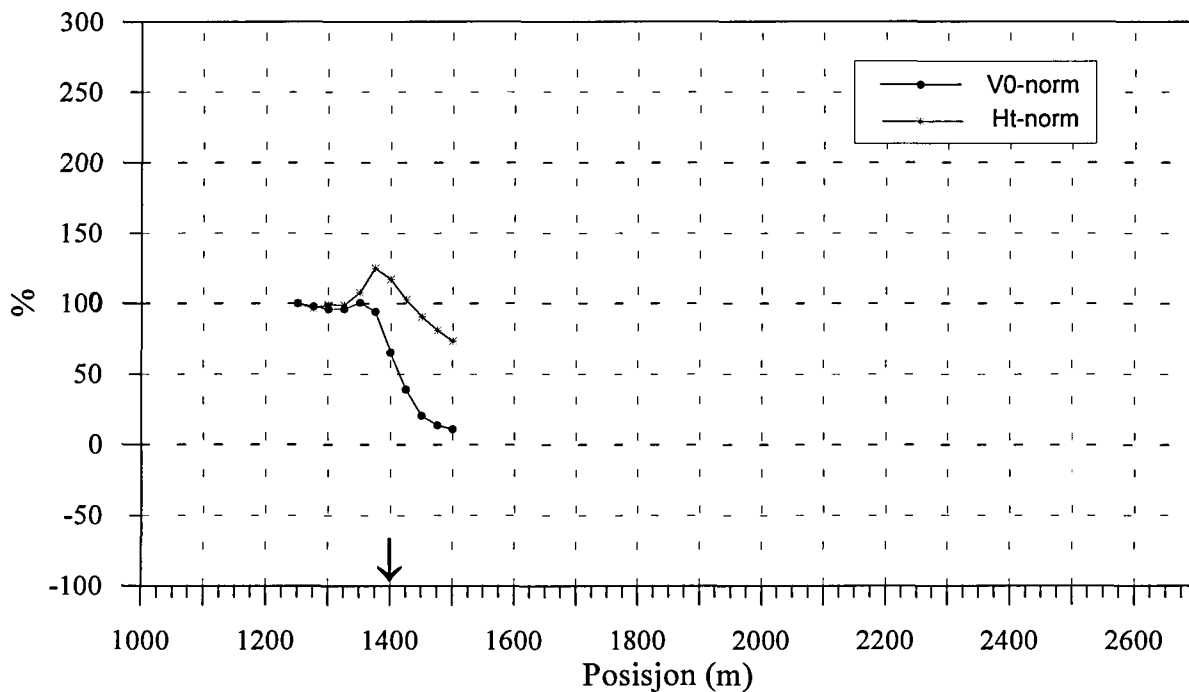
↓ indikert leder

KONG OSCAR, TFEM-målinger  
Profil 2300Y, H1-H7



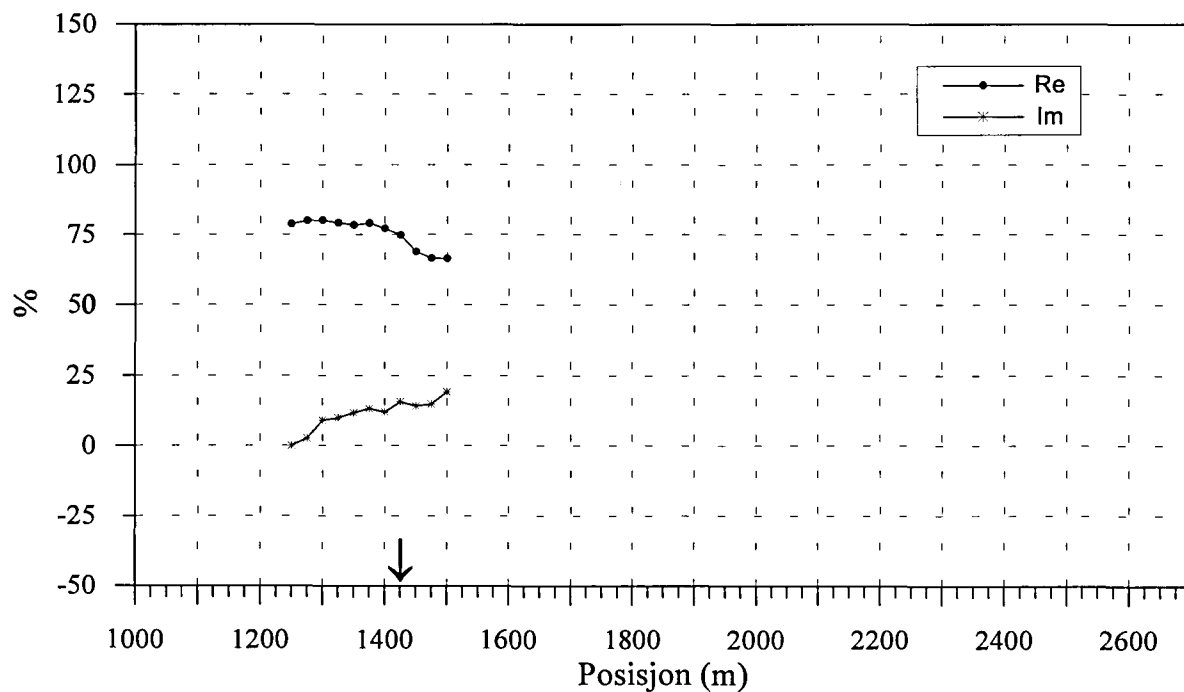
Figur 12a. Vertikal- og horisontalkanaler, profil 2300Y

KONG OSCAR, TFEM-målinger  
Profil 2300Y, Primærfelt



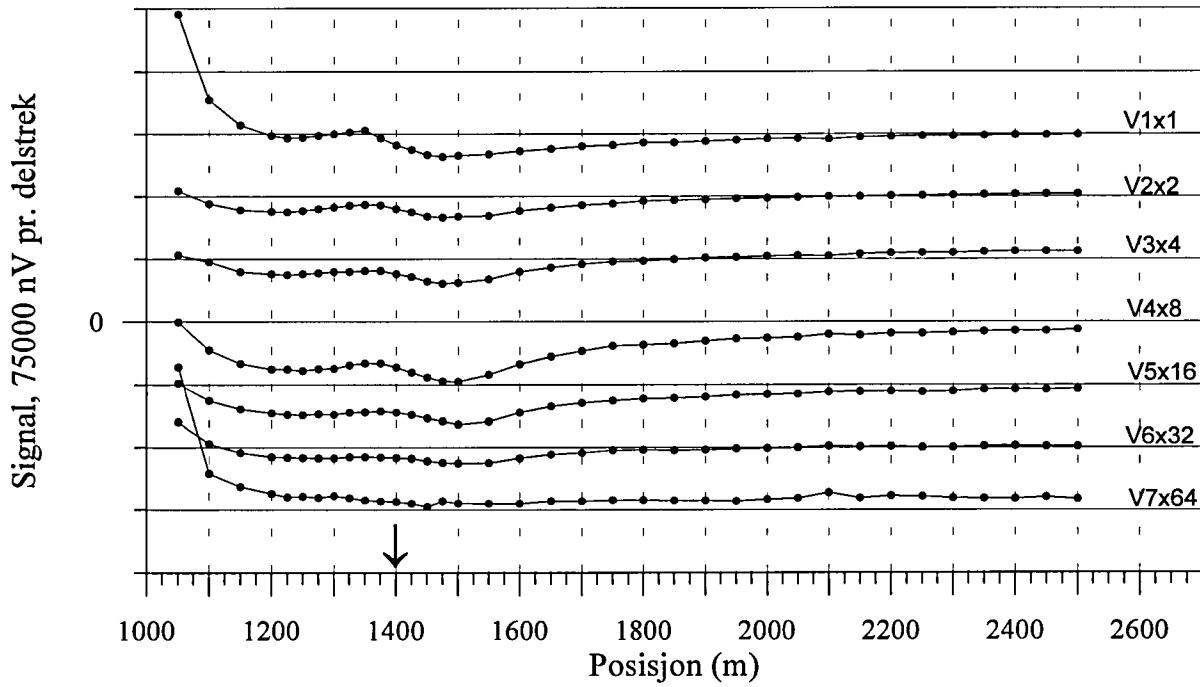
↓ indikert leder

KONG OSCAR, TFEM-målinger  
Profil 2300Y, norm. 25 Hz



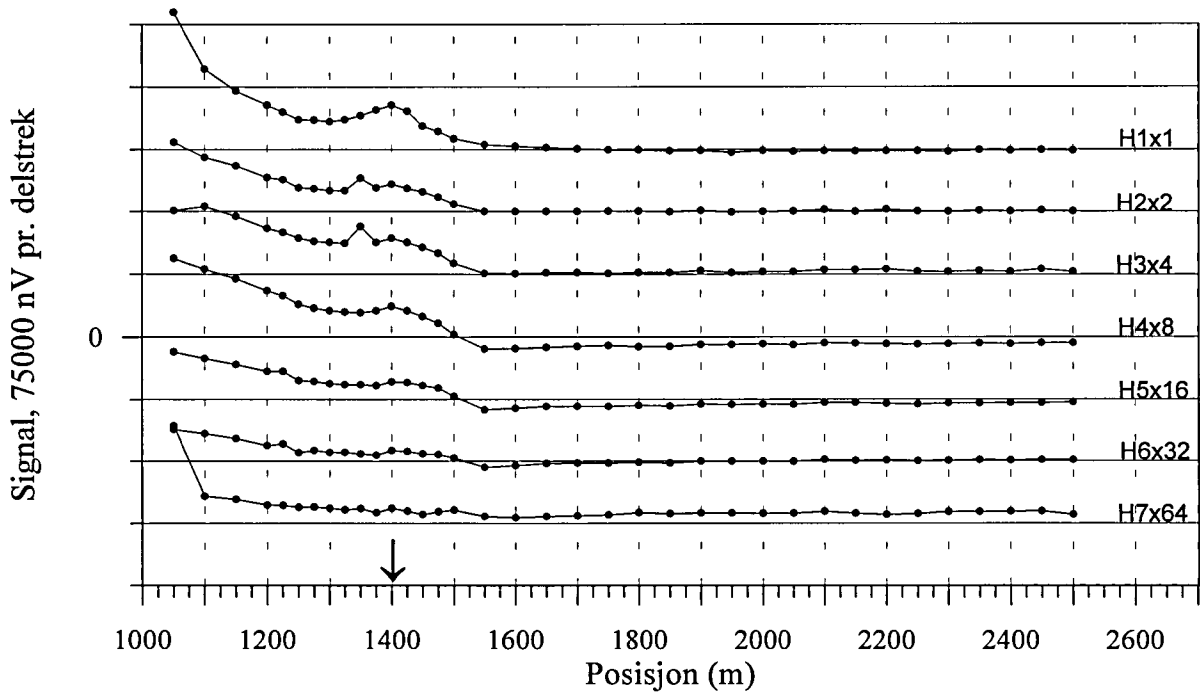
Figur 12b. Normalisert primærfelt og 25 Hz, profil 2300Y

KONG OSCAR, TFEM-målinger  
Profil 2400Y, V1-V7



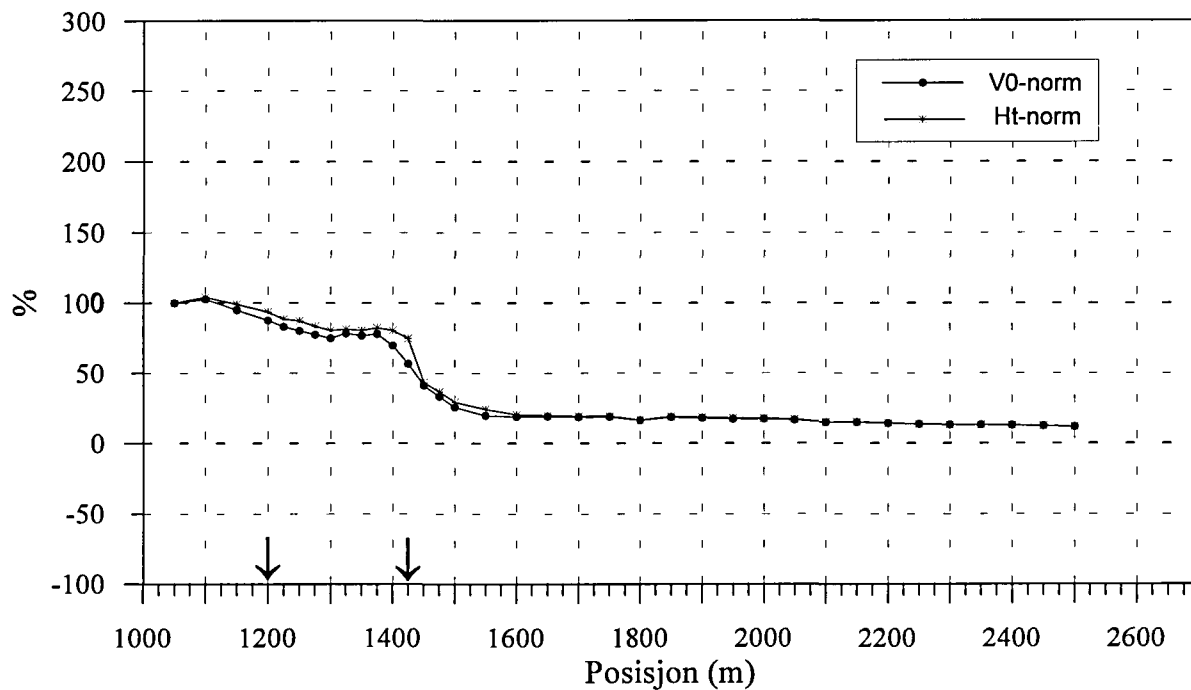
↓ indikert leder

KONG OSCAR, TFEM-målinger  
Profil 2400Y, H1-H7



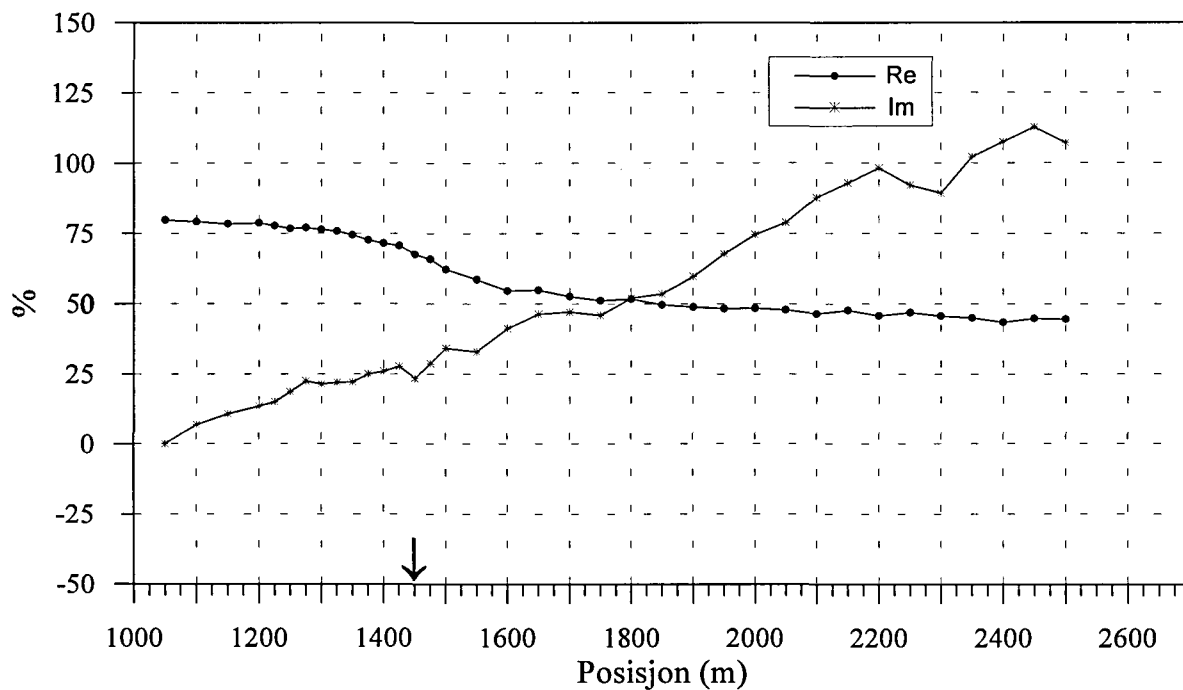
Figur 13a. Vertikal- og horisontalkanaler, profil 2400Y

KONG OSCAR, TFEM-målinger  
Profil 2400Y, Primærfelt



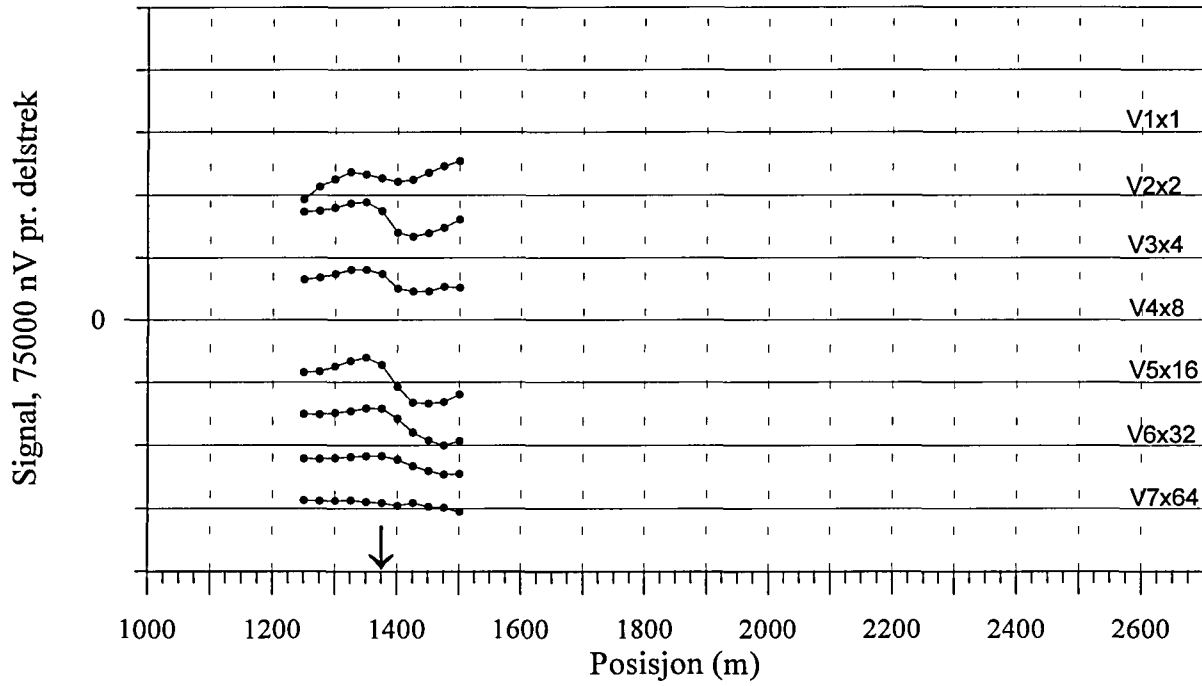
↓ indikert leder

KONG OSCAR, TFEM-målinger  
Profil 2400Y, norm. 25 Hz



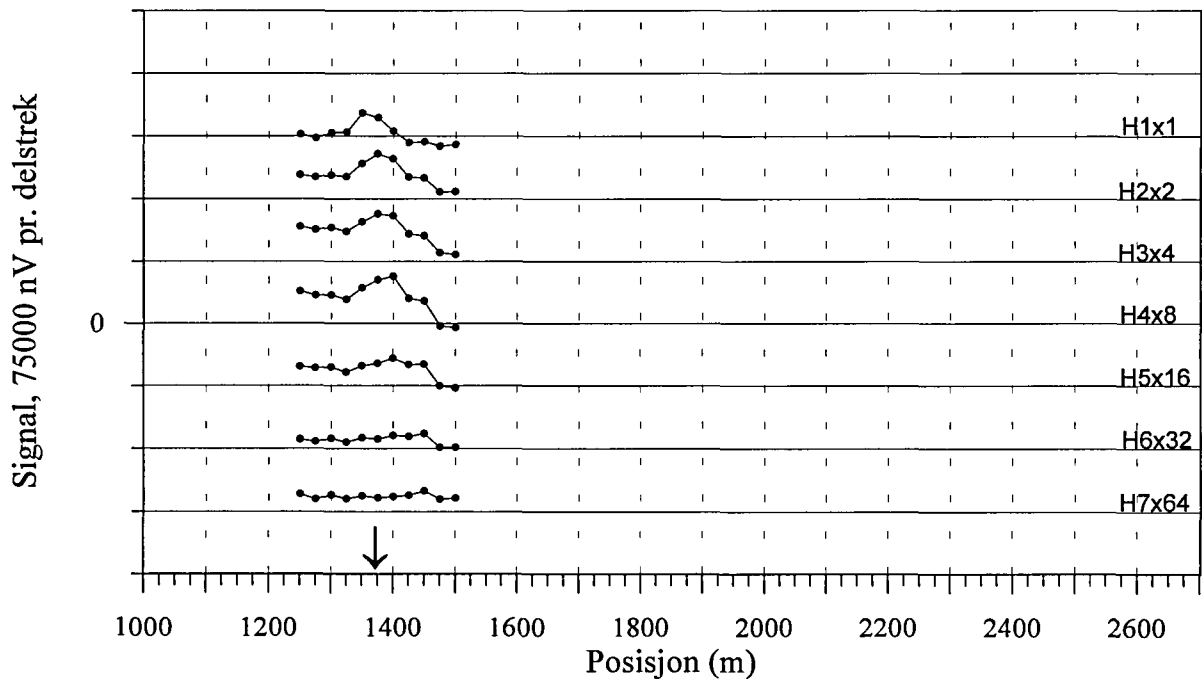
Figur 13b. Normalisert primærfelt og 25 Hz, profil 2400Y

KONG OSCAR, TFEM-målinger  
Profil 2500Y, V1-V7



↓ indikert leder

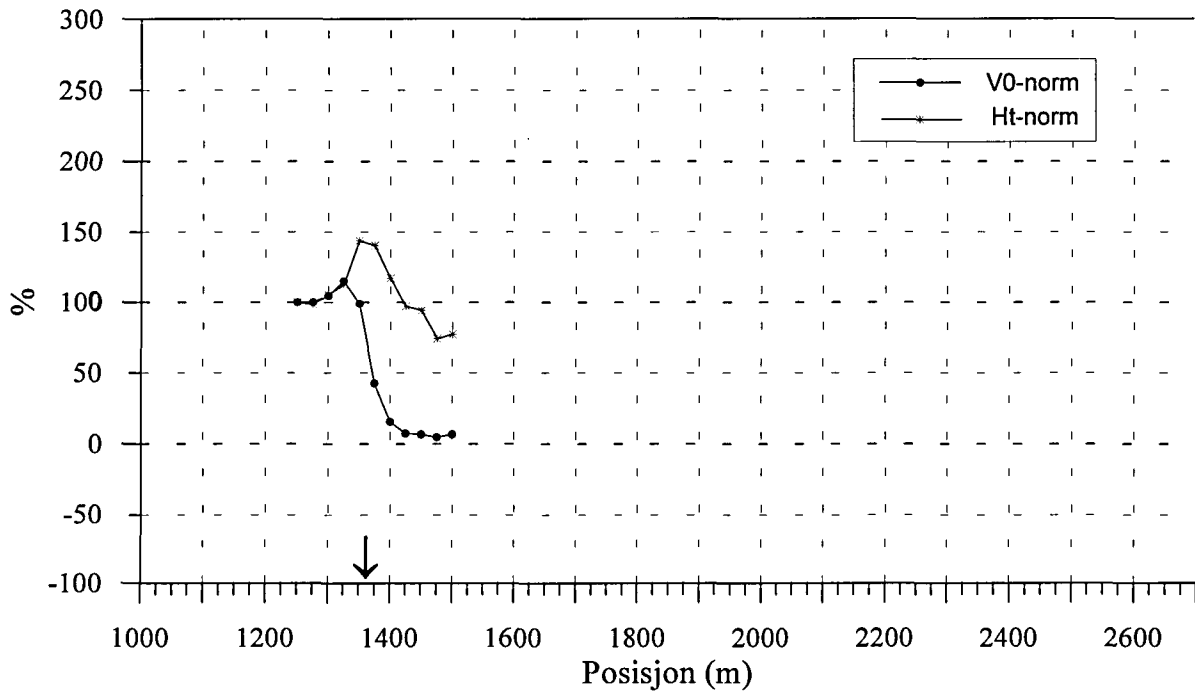
KONG OSCAR, TFEM-målinger  
Profil 2500Y, H1-H7



Figur 14a. Vertikal- og horisontalkanaler, profil 2500Y

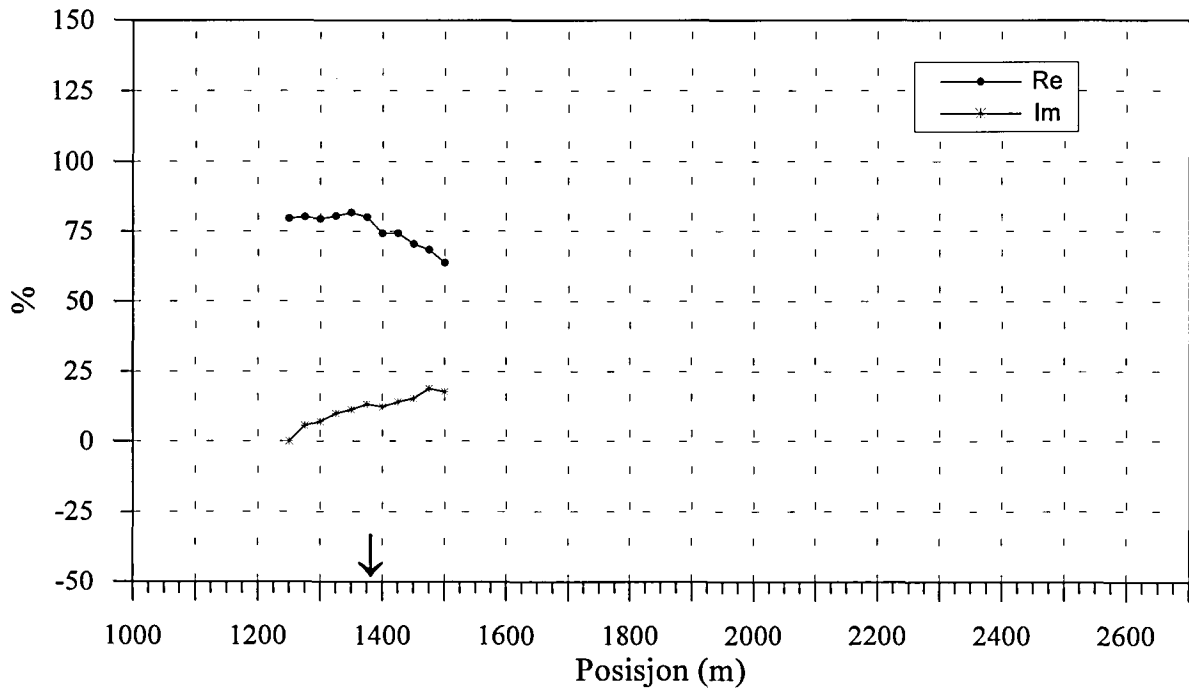


KONG OSCAR, TFEM-målinger  
Profil 2500Y, Primærfelt



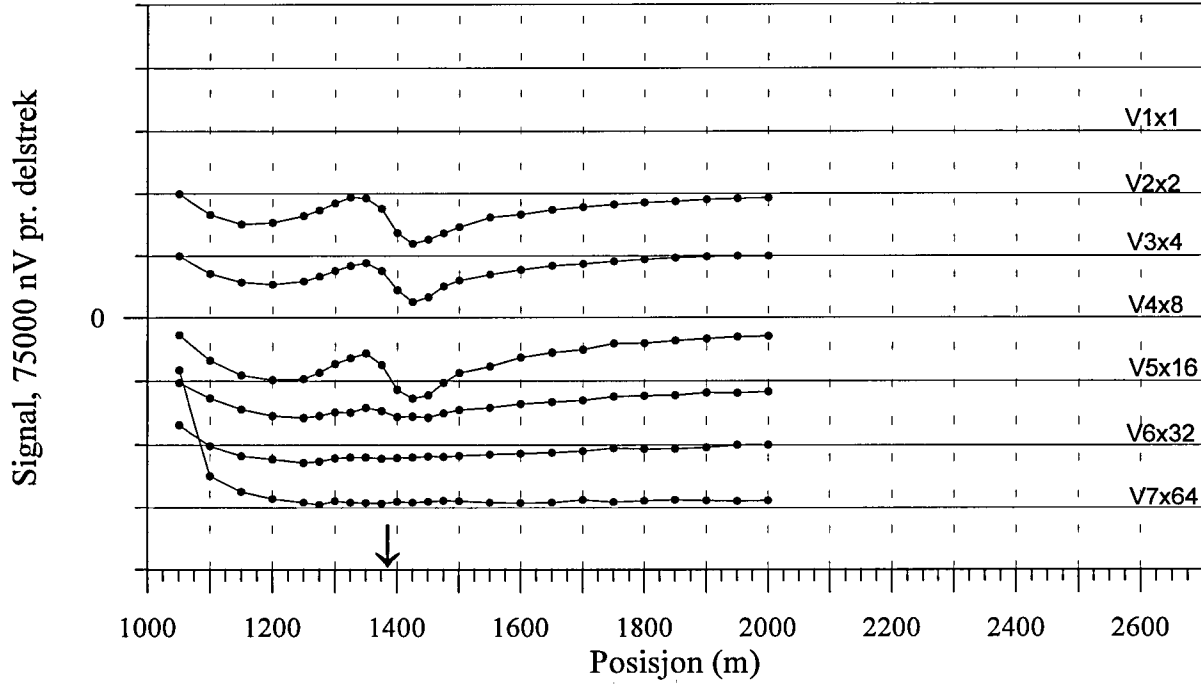
↓ indikert leder

KONG OSCAR, TFEM-målinger  
Profil 2500Y, norm. 25 Hz



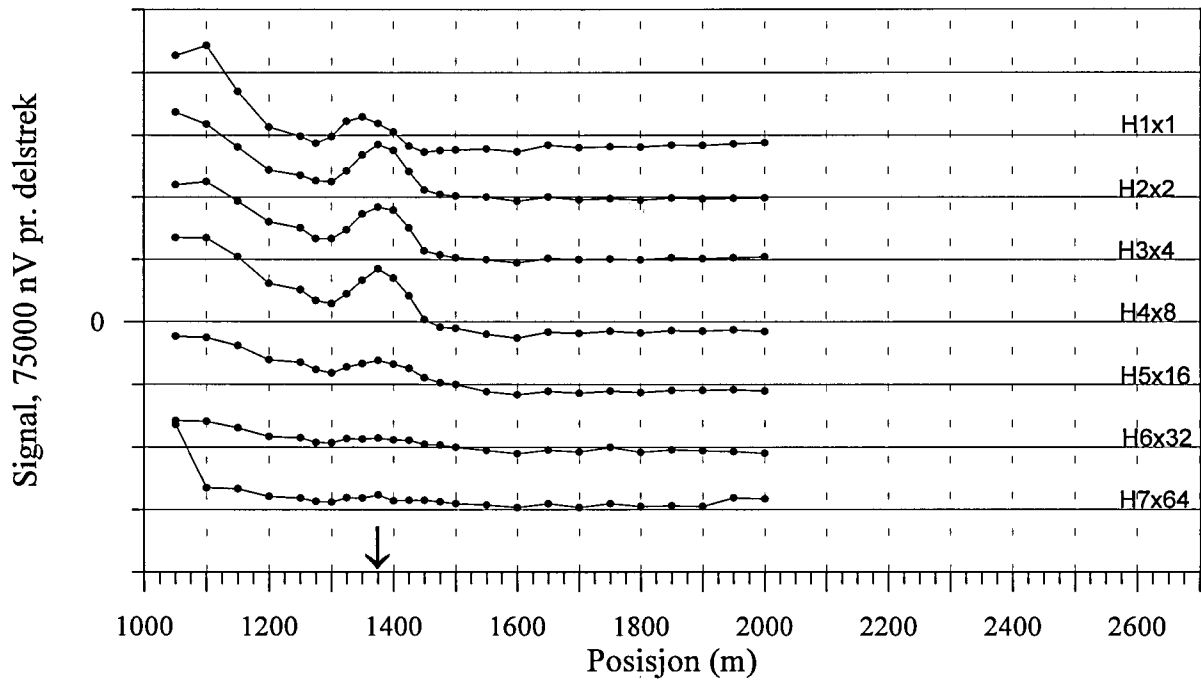
Figur 14b. Normalisert primærfelt og 25 Hz, profil 2500Y

KONG OSCAR, TFEM-målinger  
Profil 2600Y, V1-V7



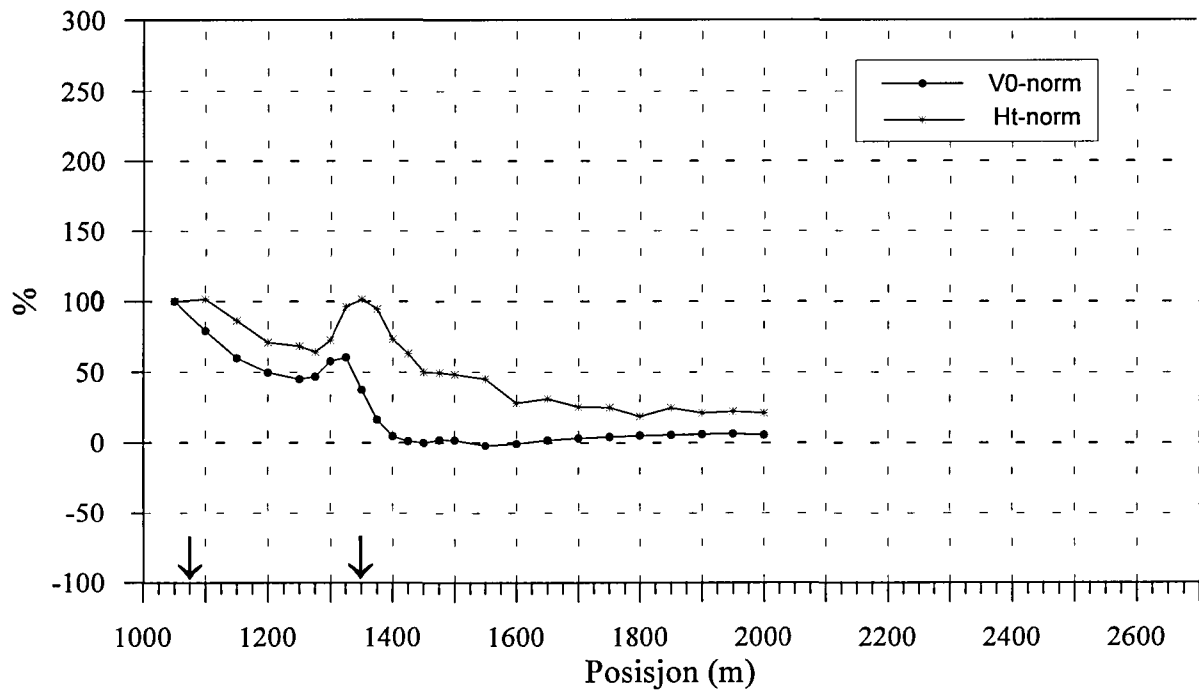
↓ indikert leder

KONG OSCAR, TFEM-målinger  
Profil 2600Y, H1-H7



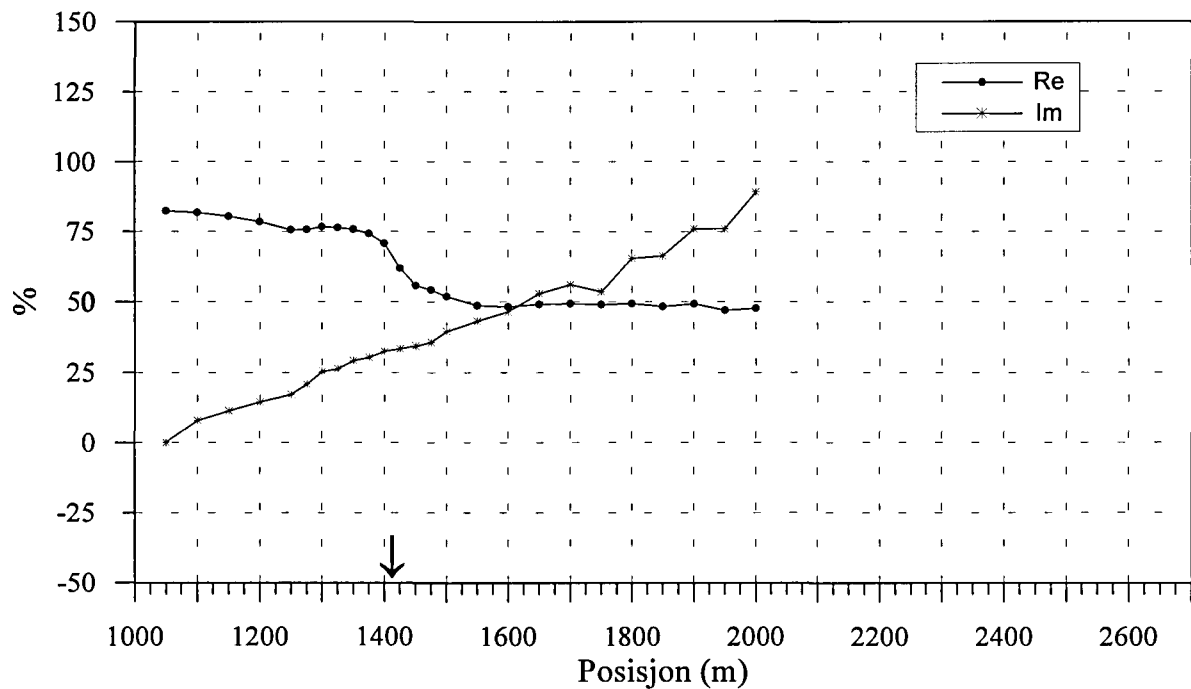
Figur 15a. Vertikal- og horisontalkanaler, profil 2600Y

KONG OSCAR, TFEM-målinger  
Profil 2600Y, Primærfelt



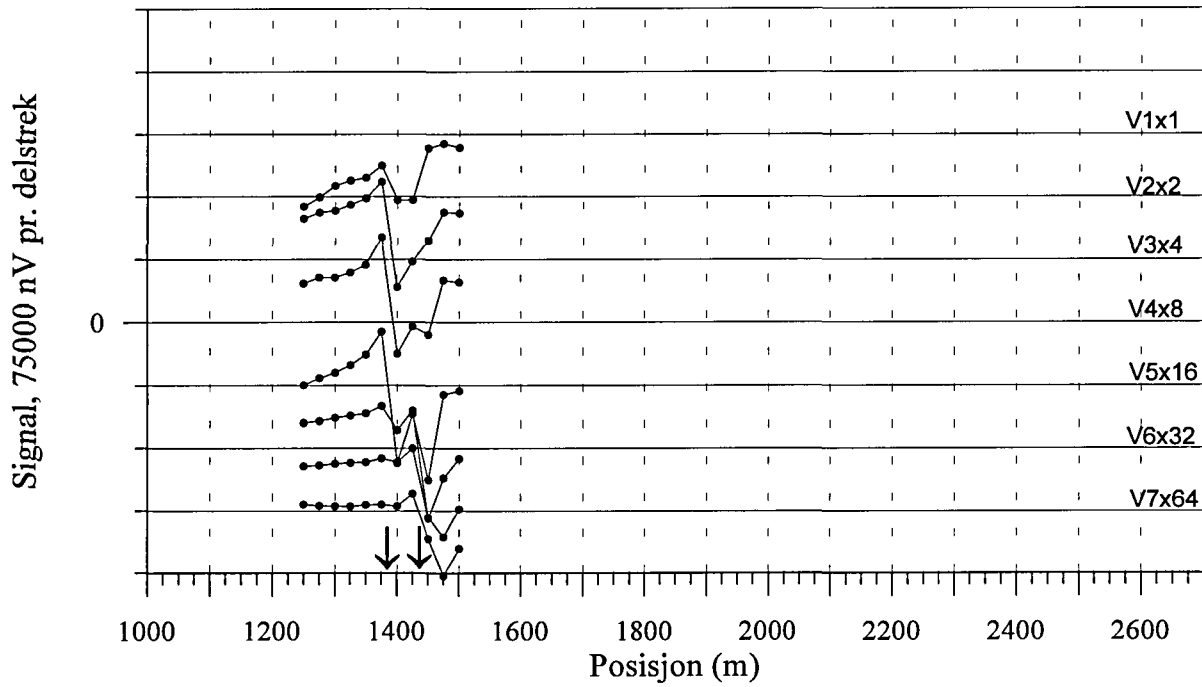
↓ indikert leder

KONG OSCAR, TFEM-målinger  
Profil 2600Y, norm. 25 Hz

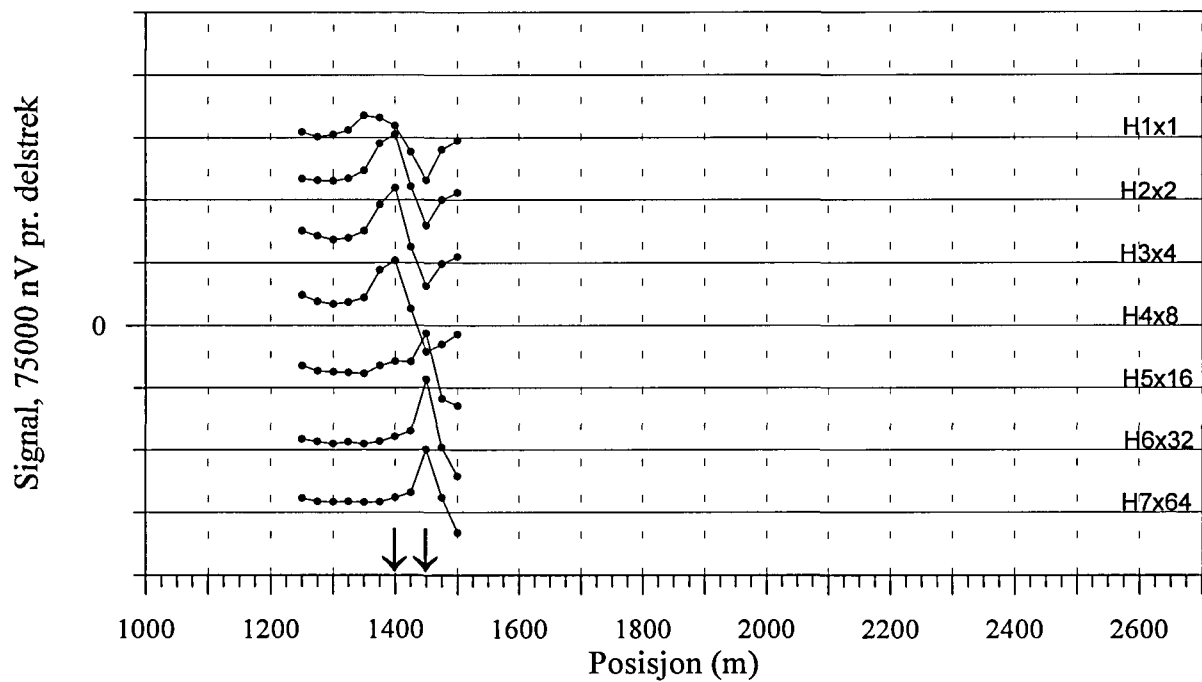


Figur 15b. Normalisert primærfelt og 25 Hz, profil 2600Y

KONG OSCAR, TFEM-målinger  
Profil 2700Y, V1-V7

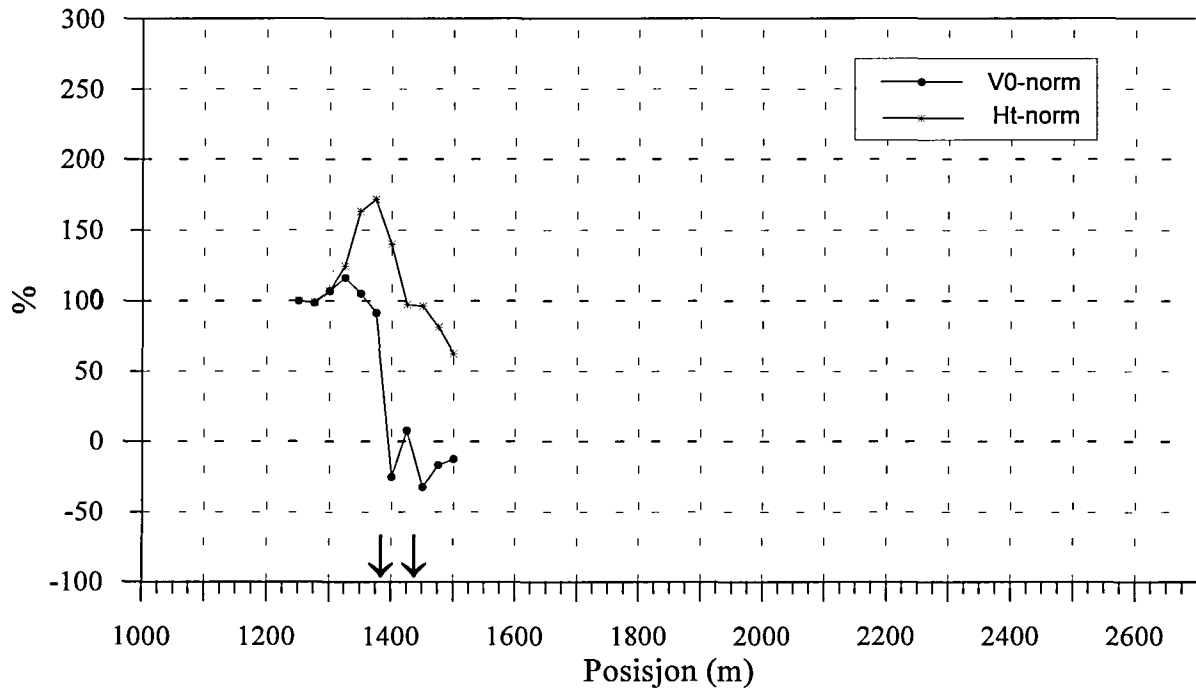


KONG OSCAR, TFEM-målinger  
Profil 2700Y, H1-H7



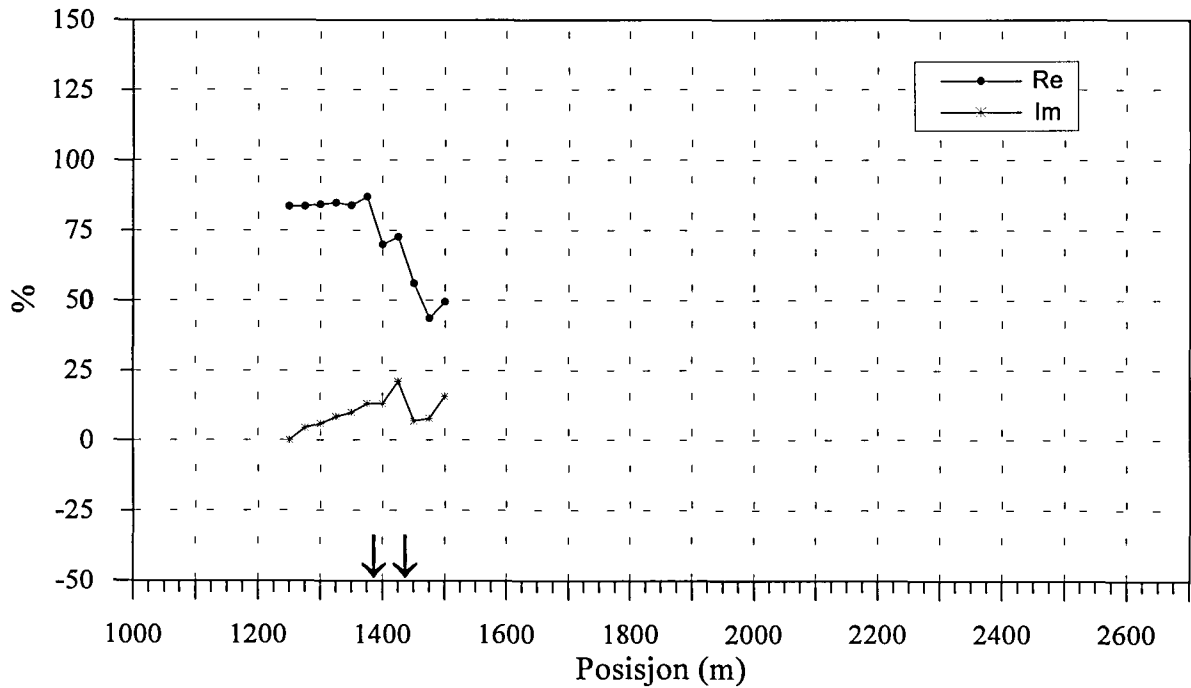
Figur 16a. Vertikal- og horisontalkanaler, profil 2700Y

KONG OSCAR, TFEM-målinger  
Profil 2700Y, Primærfelt



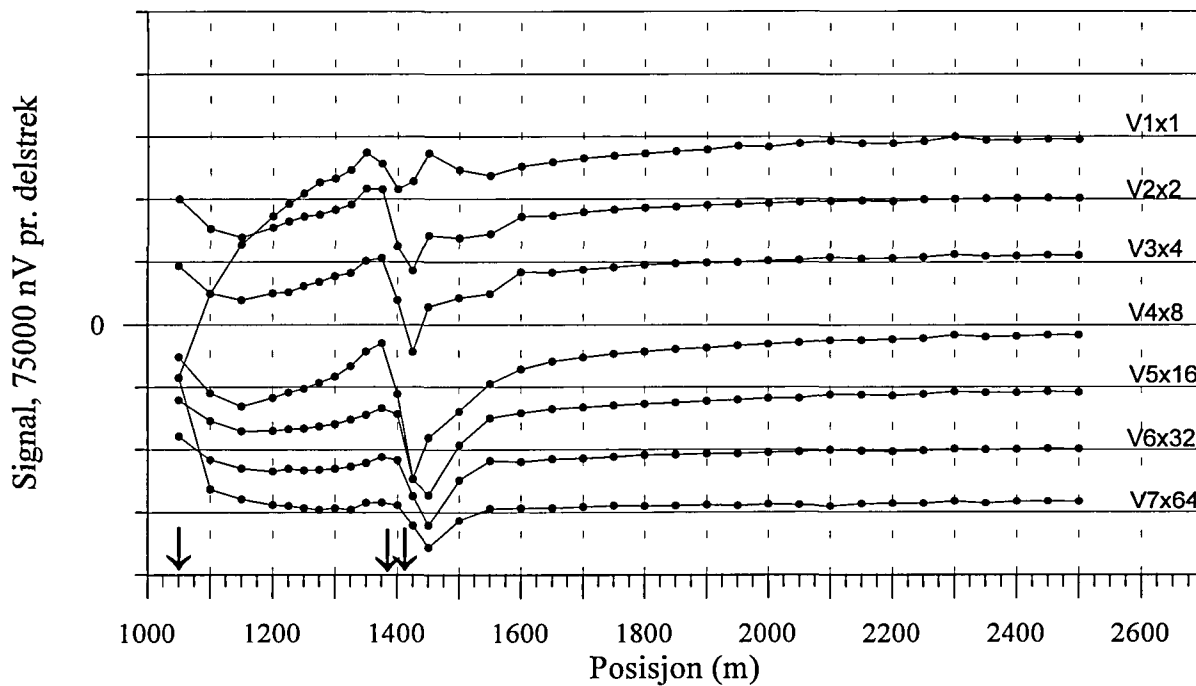
↓ indikert leder

KONG OSCAR, TFEM-målinger  
Profil 2700Y, norm. 25 Hz

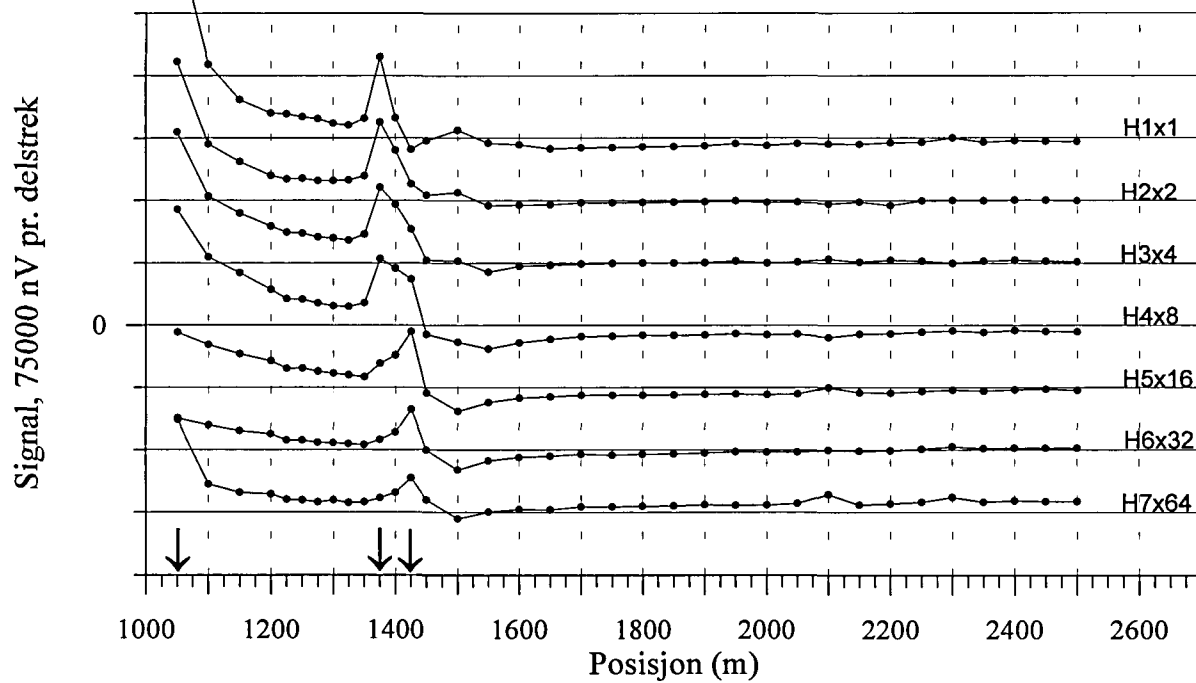


Figur 16b. Normalisert primærfelt og 25 Hz, profil 2700Y

KONG OSCAR, TFEM-målinger  
Profil 2800Y, V1-V7

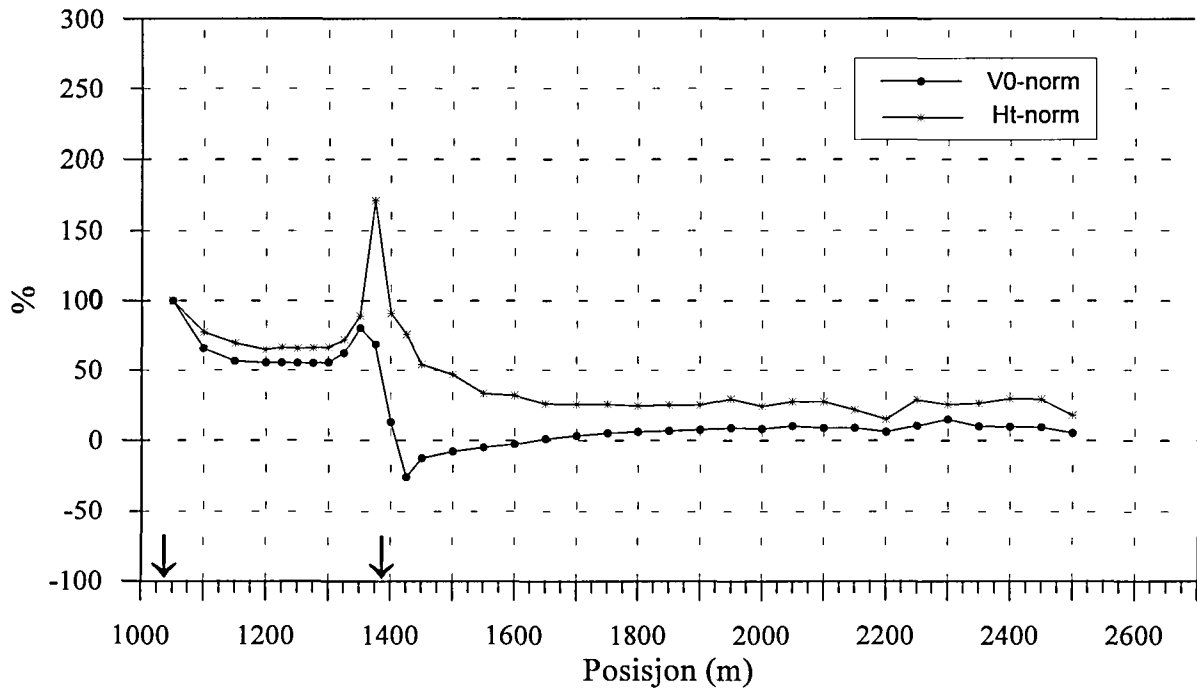


KONG OSCAR, TFEM-målinger  
Profil 2800Y, H1-H7



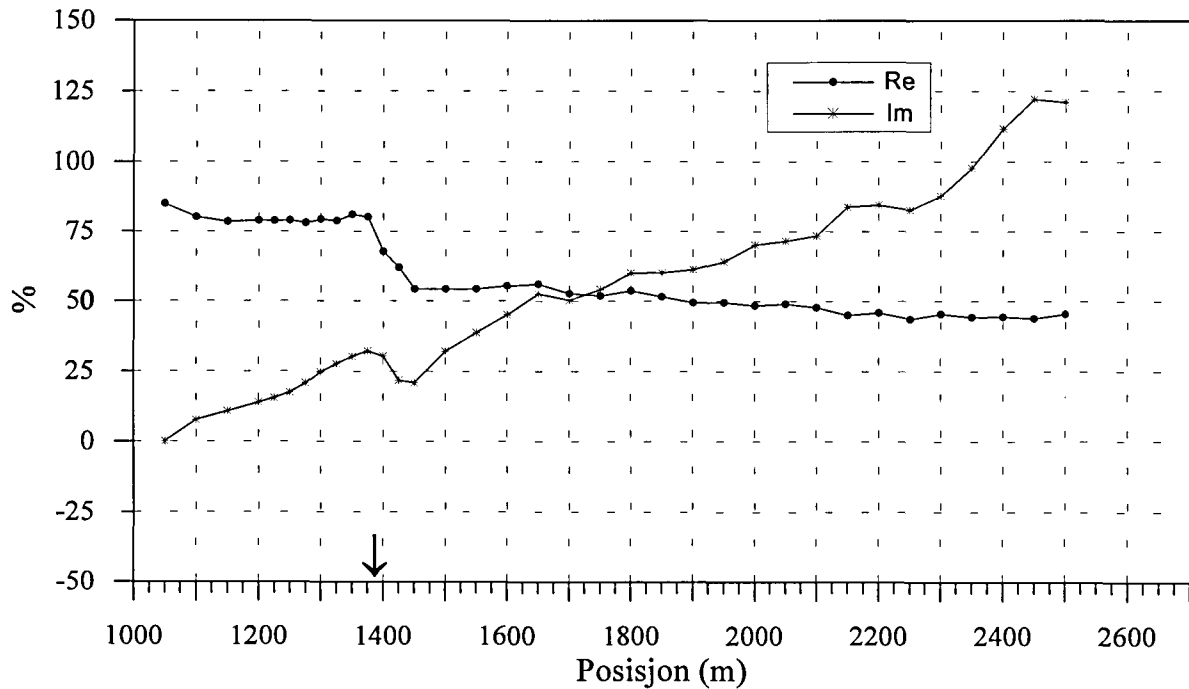
Figur 17a. Vertikal- og horisontalkanaler, profil 2800Y

KONG OSCAR, TFEM-målinger  
Profil 2800Y, Primærfelt



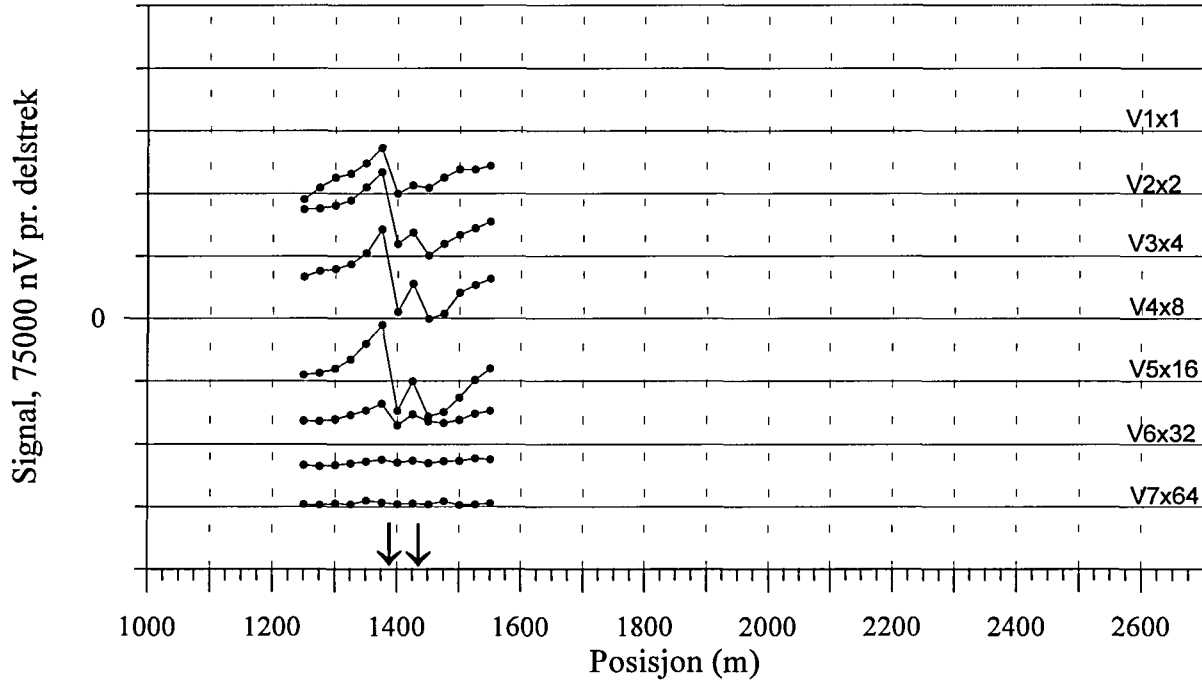
↓ indikert leder

KONG OSCAR, TFEM-målinger  
Profil 2800Y, norm. 25 Hz



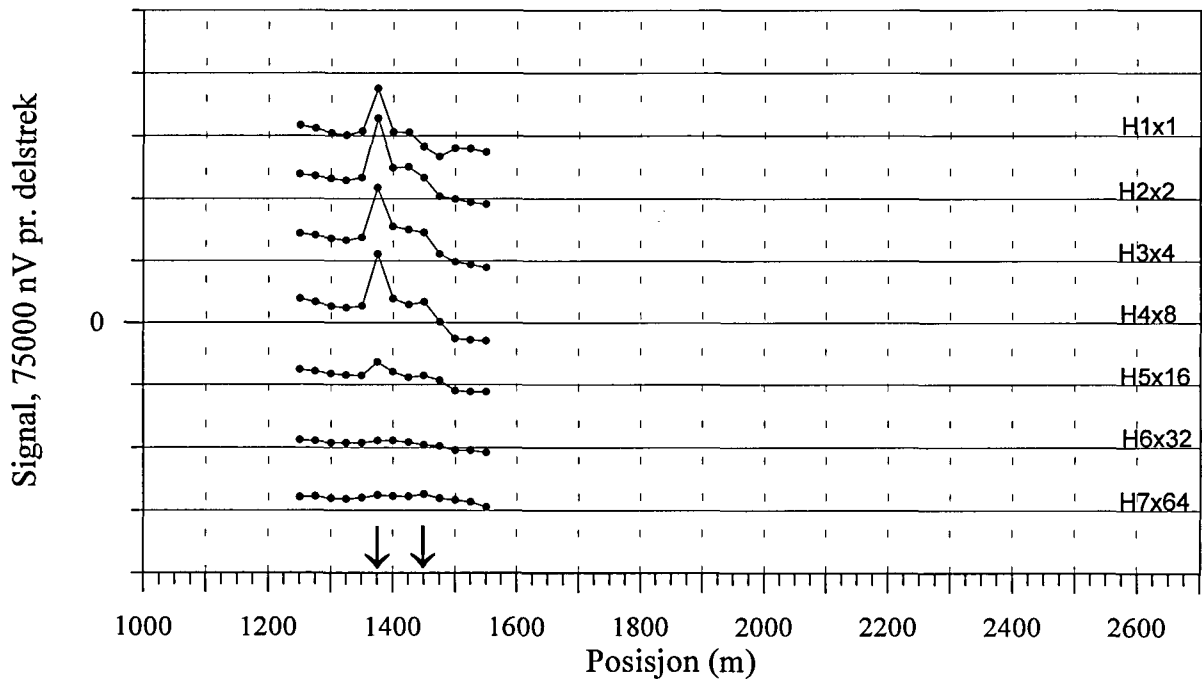
Figur 17b. Normalisert primærfelt og 25 Hz, profil 2800Y

KONG OSCAR, TFEM-målinger  
Profil 2900Y, V1-V7



↓ indikert leder

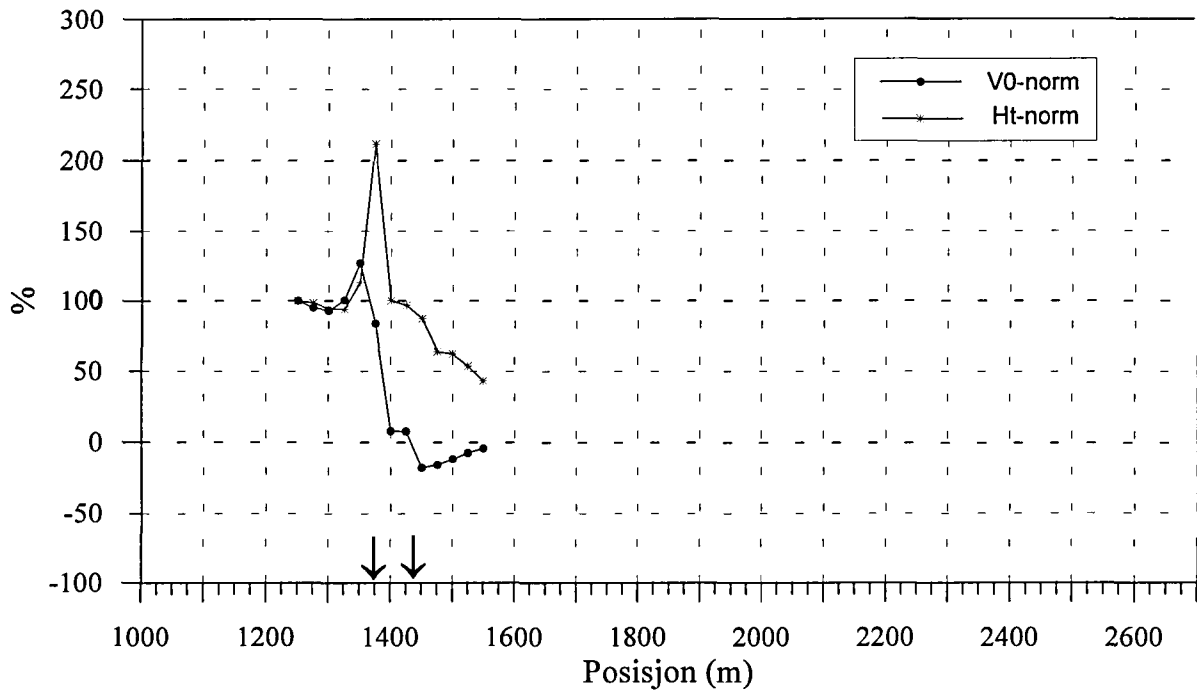
KONG OSCAR, TFEM-målinger  
Profil 2900Y, H1-H7



Figur 18a. Vertikal- og horisontalkanaler, profil 2900Y

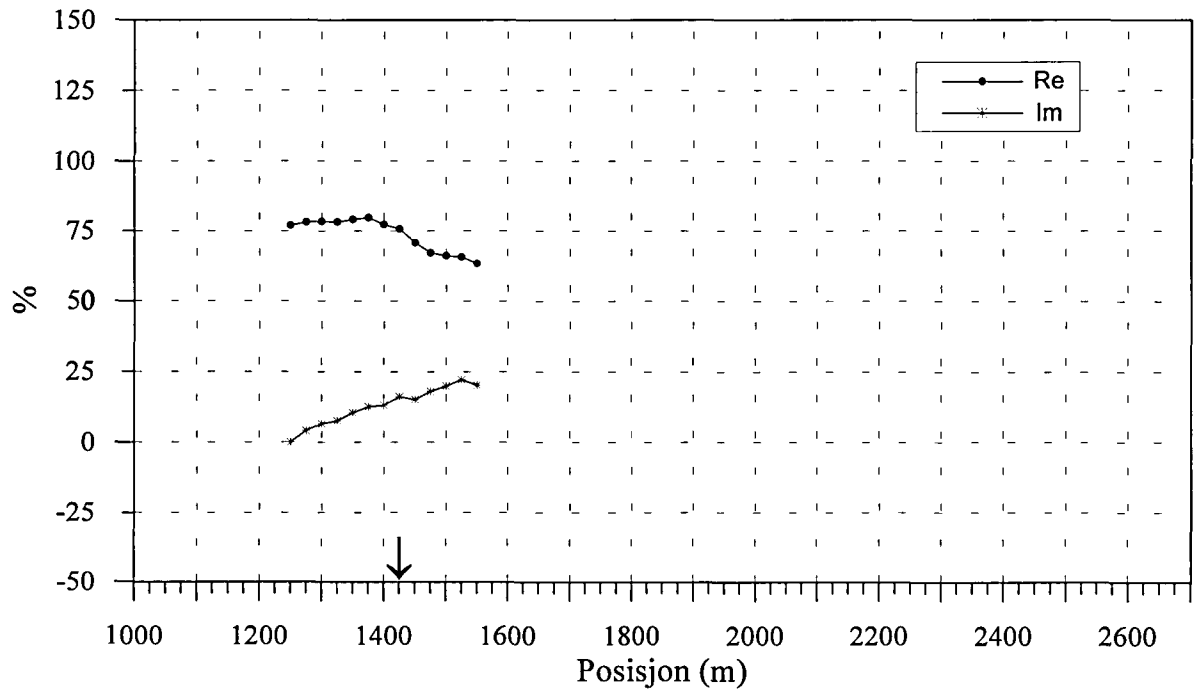


KONG OSCAR, TFEM-målinger  
Profil 2900Y, Primærfelt



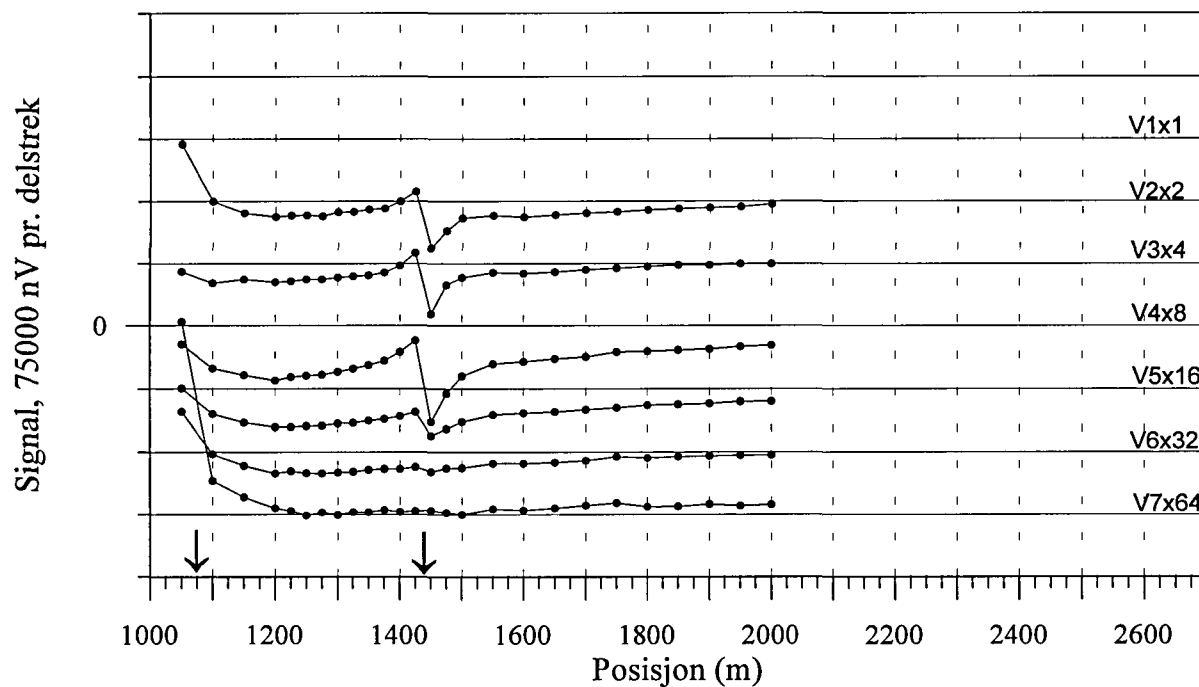
↓ indikert leder

KONG OSCAR, TFEM-målinger  
Profil 2900Y, norm. 25 Hz

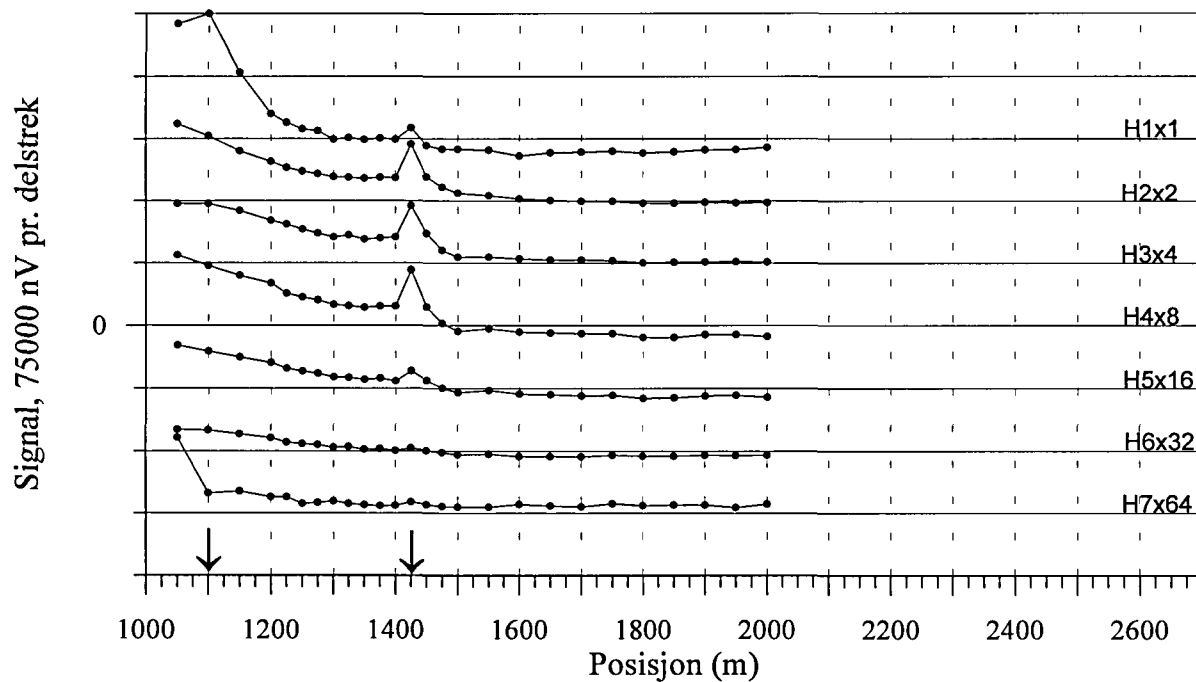


Figur 18b. Normalisert primærfelt og 25 Hz, profil 2900Y

KONG OSCAR, TFEM-målinger  
Profil 3000Y, V1-V7

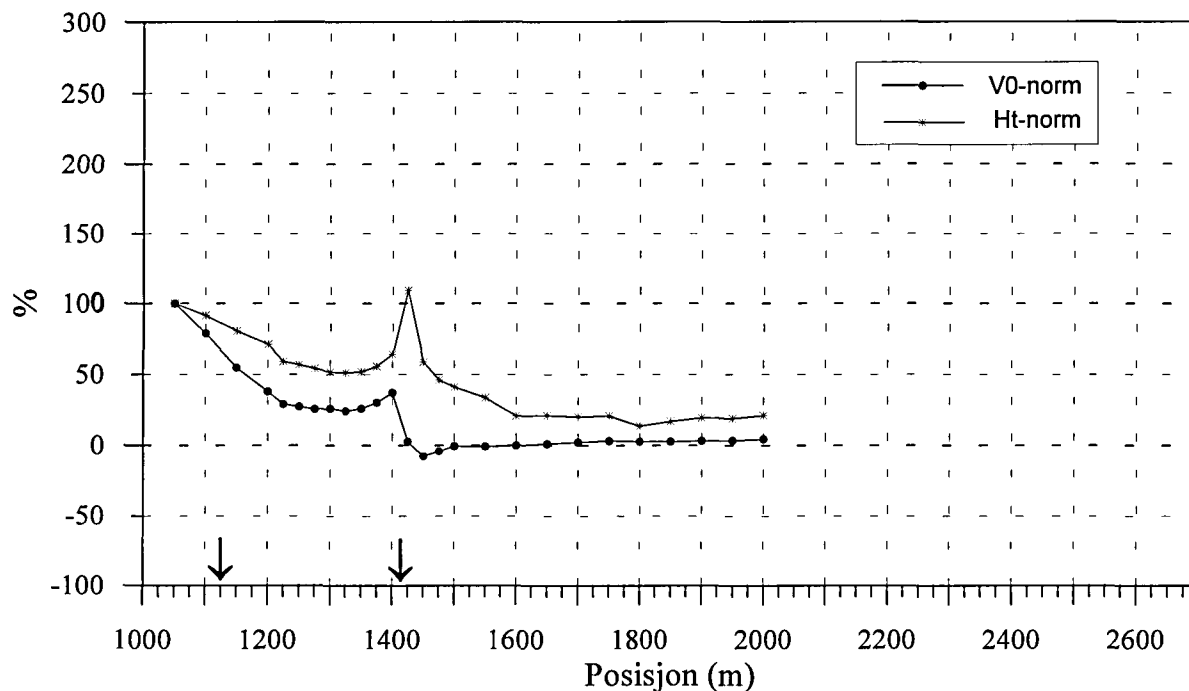


KONG OSCAR, TFEM-målinger  
Profil 3000Y, H1-H7



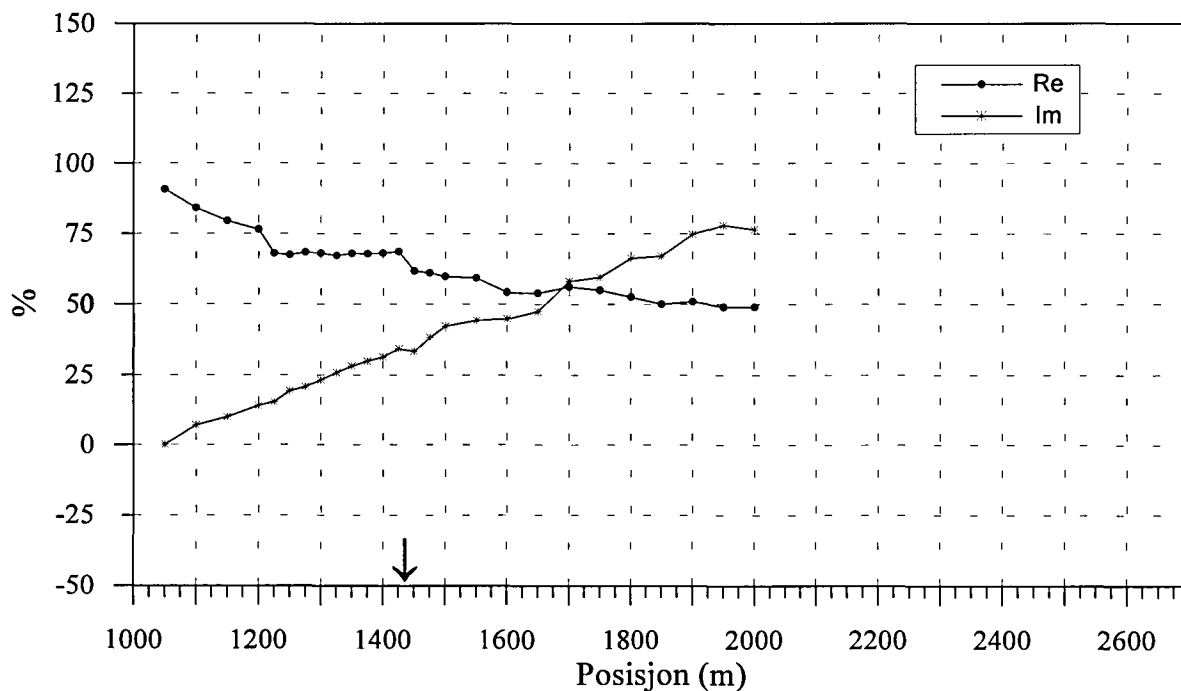
Figur 19a. Vertikal- og horisontalkanaler, profil 3000Y

KONG OSCAR, TFEM-målinger  
Profil 3000Y, Primærfelt



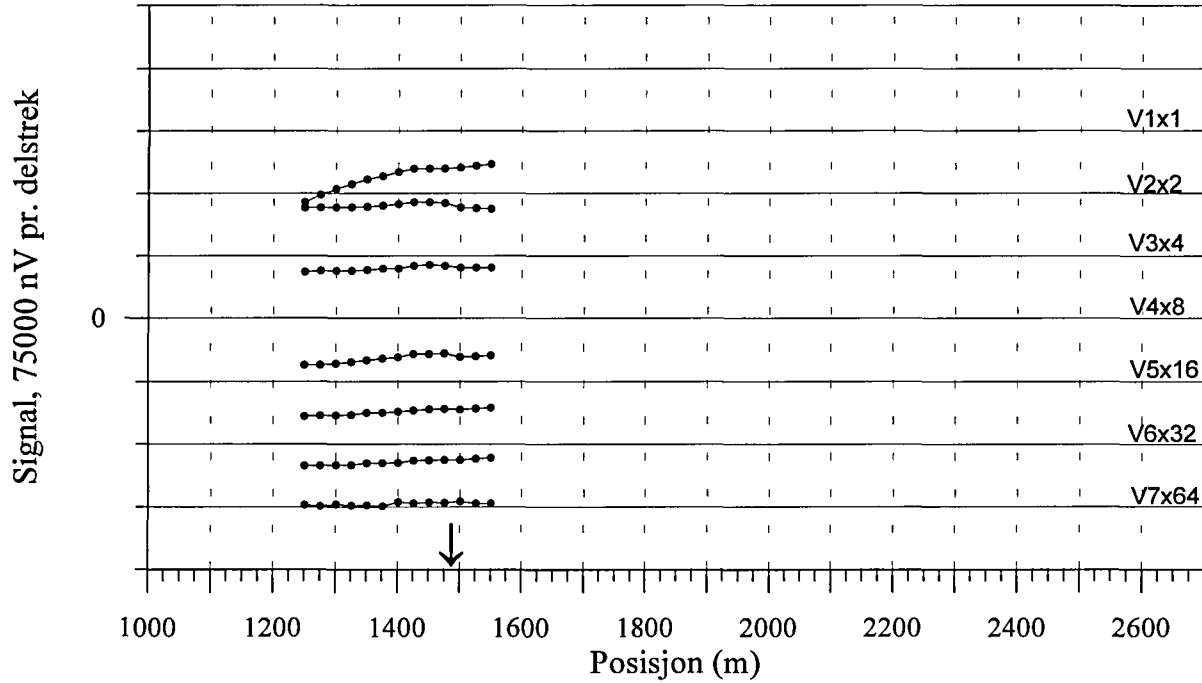
↓ indikert leder

KONG OSCAR, TFEM-målinger  
Profil 3000Y, norm. 25 Hz



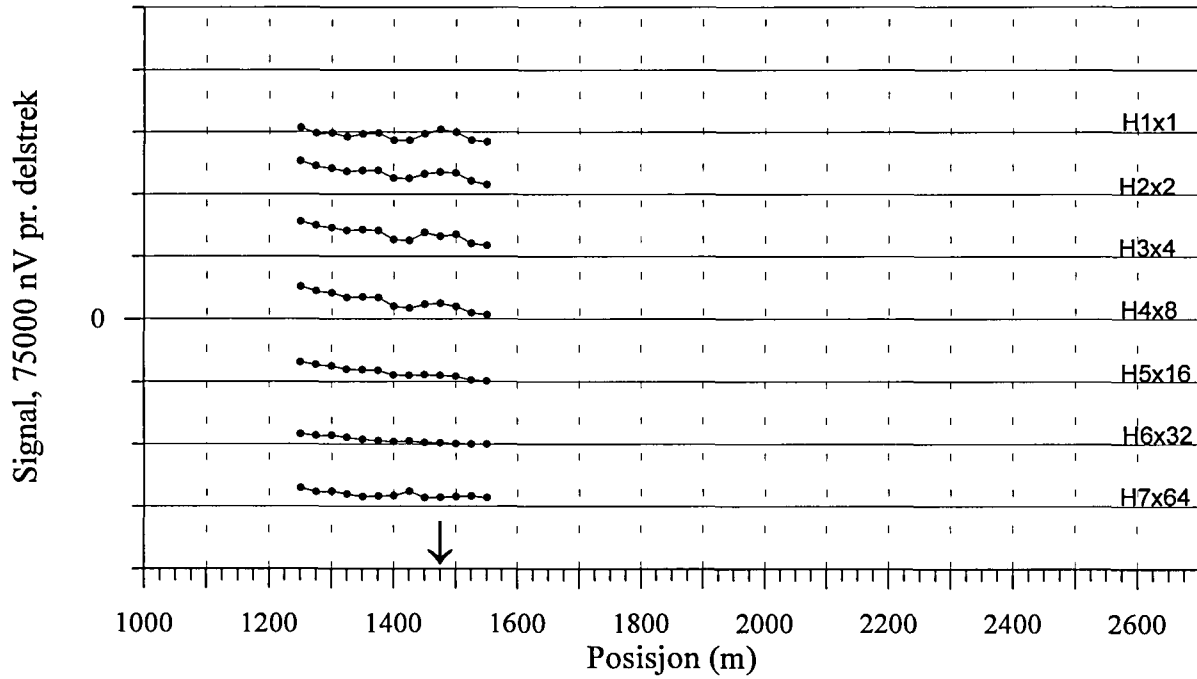
Figur 19b. Normalisert primærfelt og 25 Hz, profil 3000Y

KONG OSCAR, TFEM-målinger  
Profil 3100Y, V1-V7



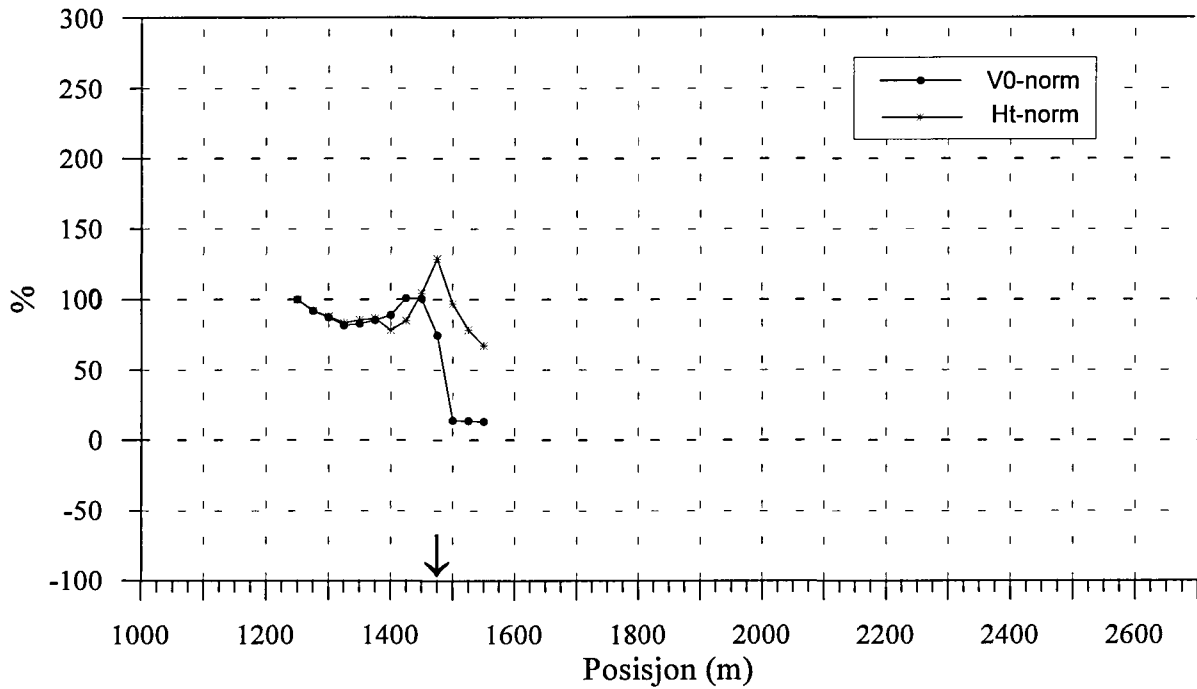
↓ indikert leder

KONG OSCAR, TFEM-målinger  
Profil 3100Y, H1-H7



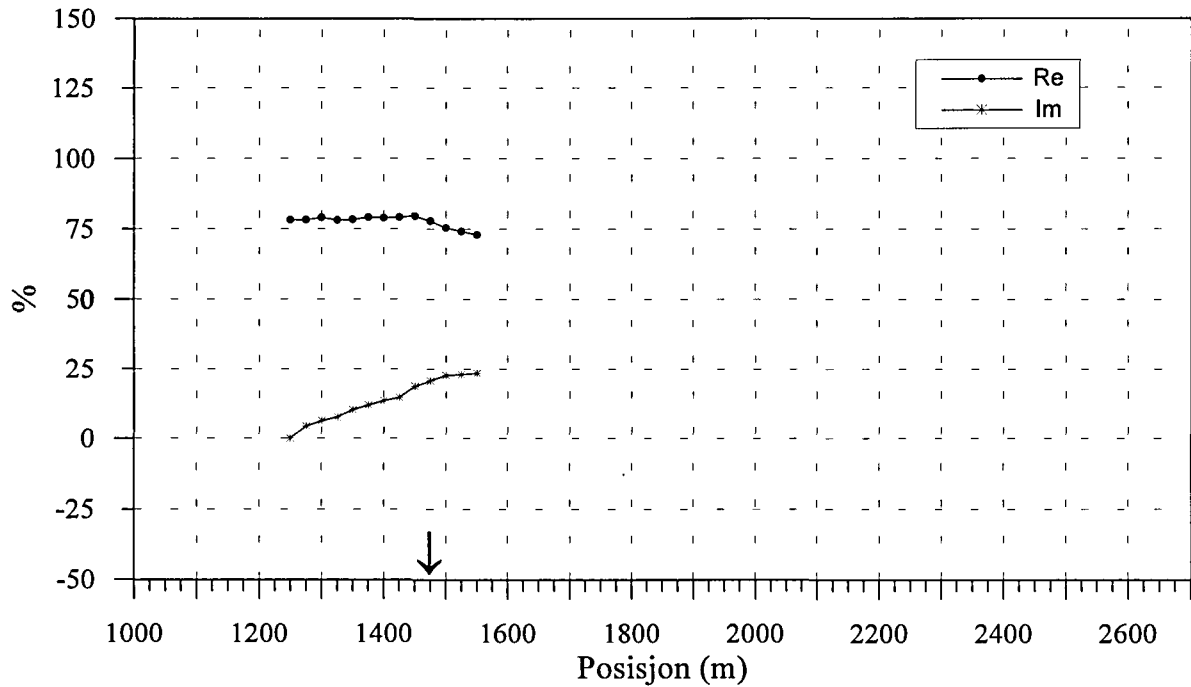
Figur 20a. Vertikal- og horisontalkanaler, profil 3100Y

KONG OSCAR, TFEM-målinger  
Profil 3100Y, Primærfelt



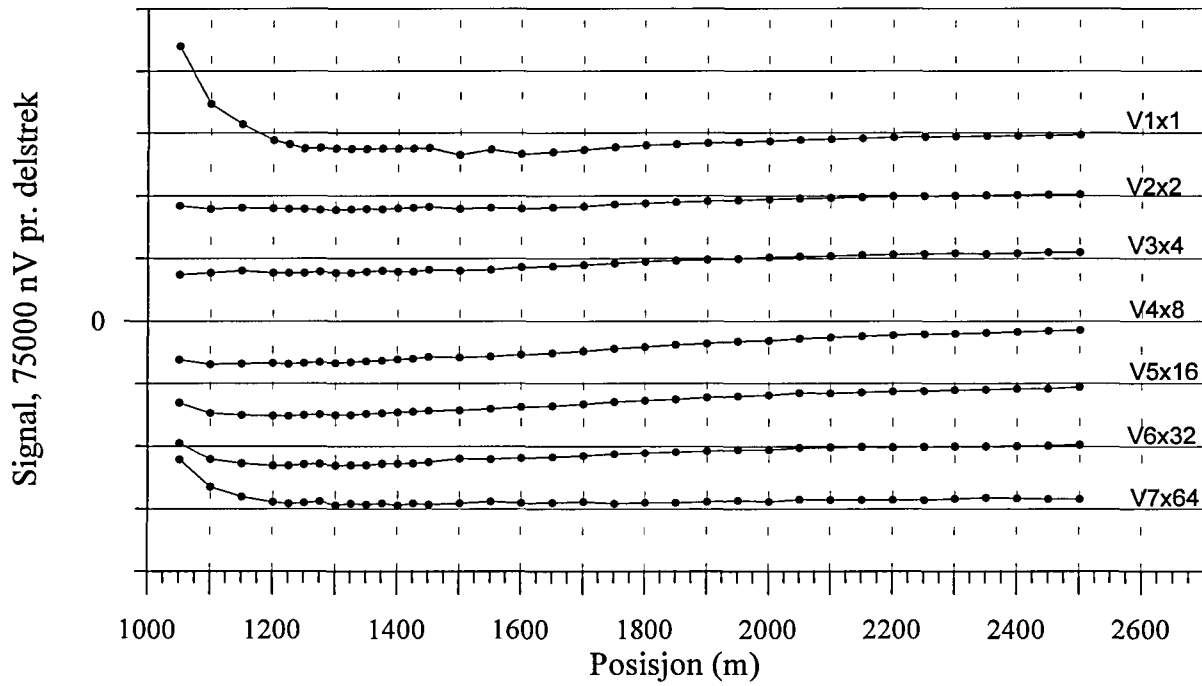
↓ indikert leder

KONG OSCAR, TFEM-målinger  
Profil 3100Y, norm. 25 Hz



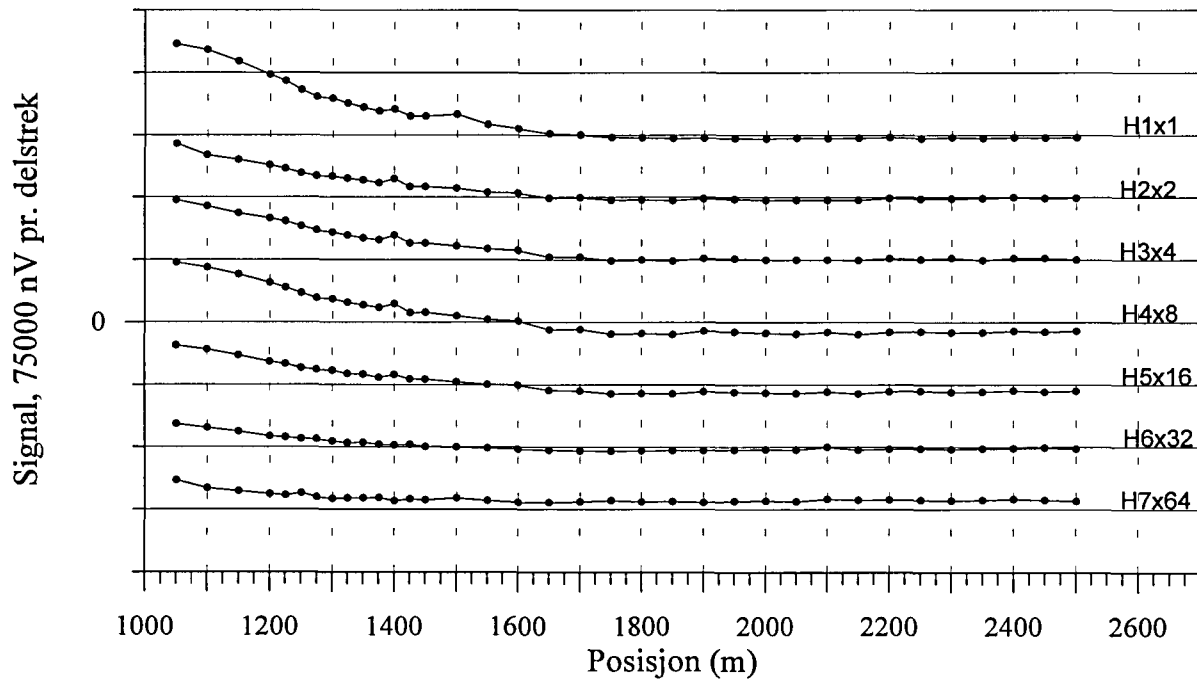
Figur 20b. Normalisert primærfelt og 25 Hz, profil 3100Y

KONG OSCAR, TFEM-målinger  
Profil 3200Y, V1-V7



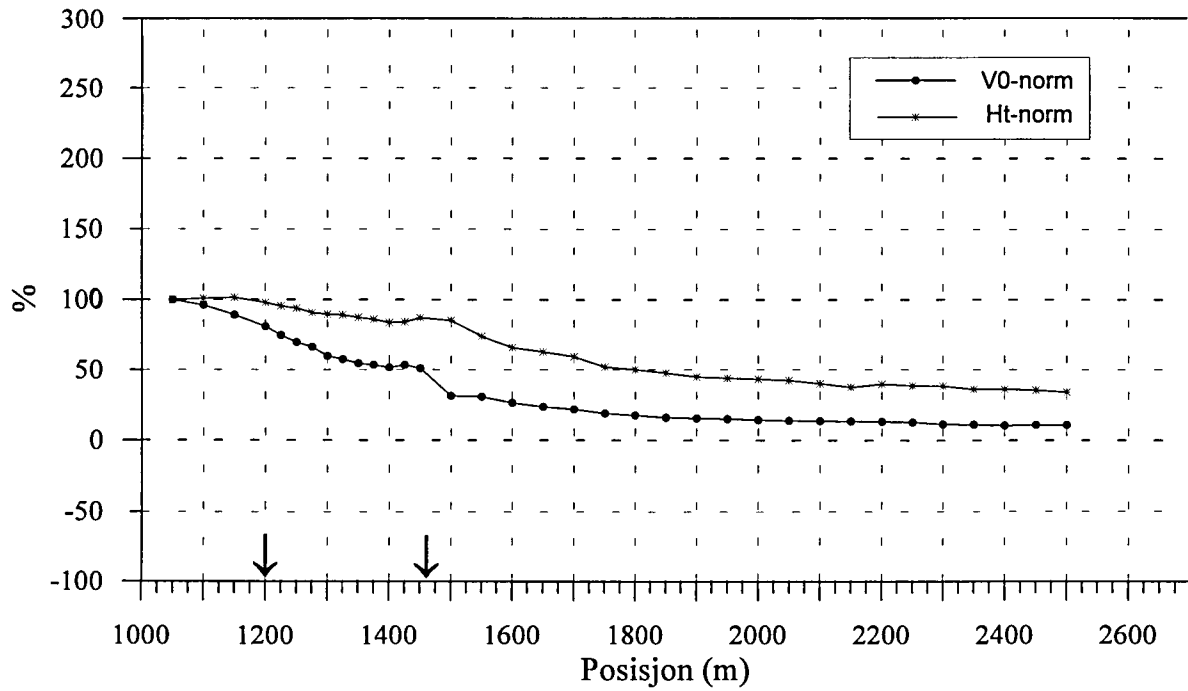
↓ indikert leder

KONG OSCAR, TFEM-målinger  
Profil 3200Y, H1-H7



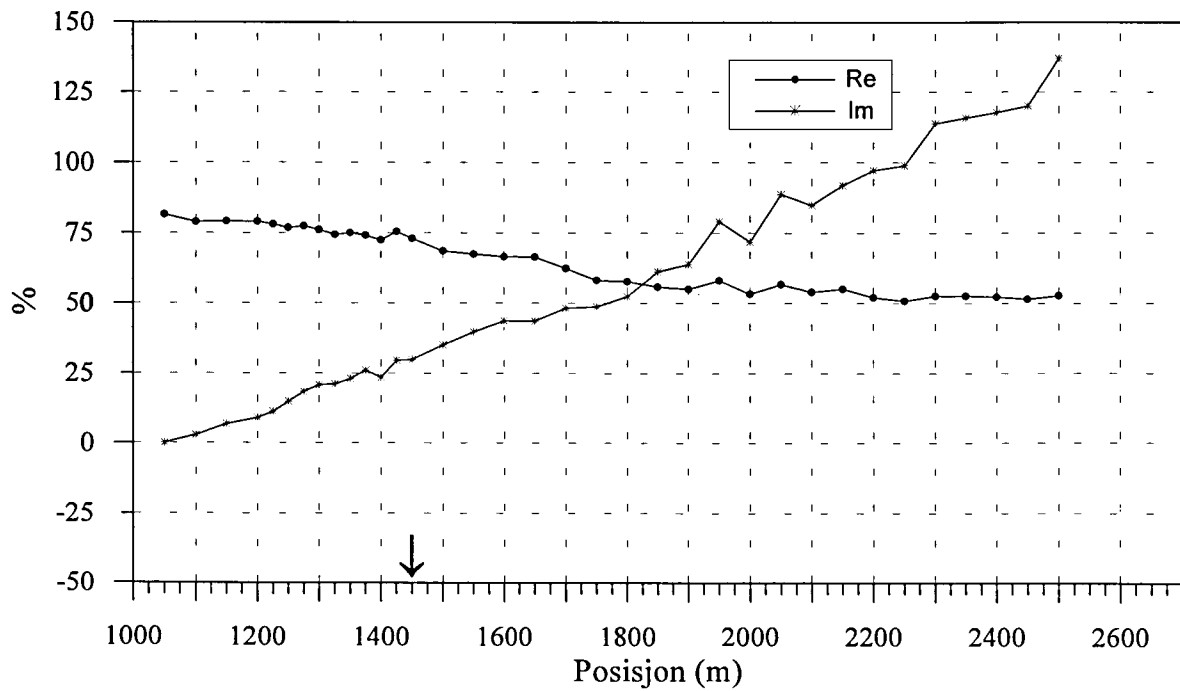
Figur 21a. Vertikal- og horisontalkanaler, profil 3200Y

KONG OSCAR, TFEM-målinger  
Profil 3200Y, Primærfelt



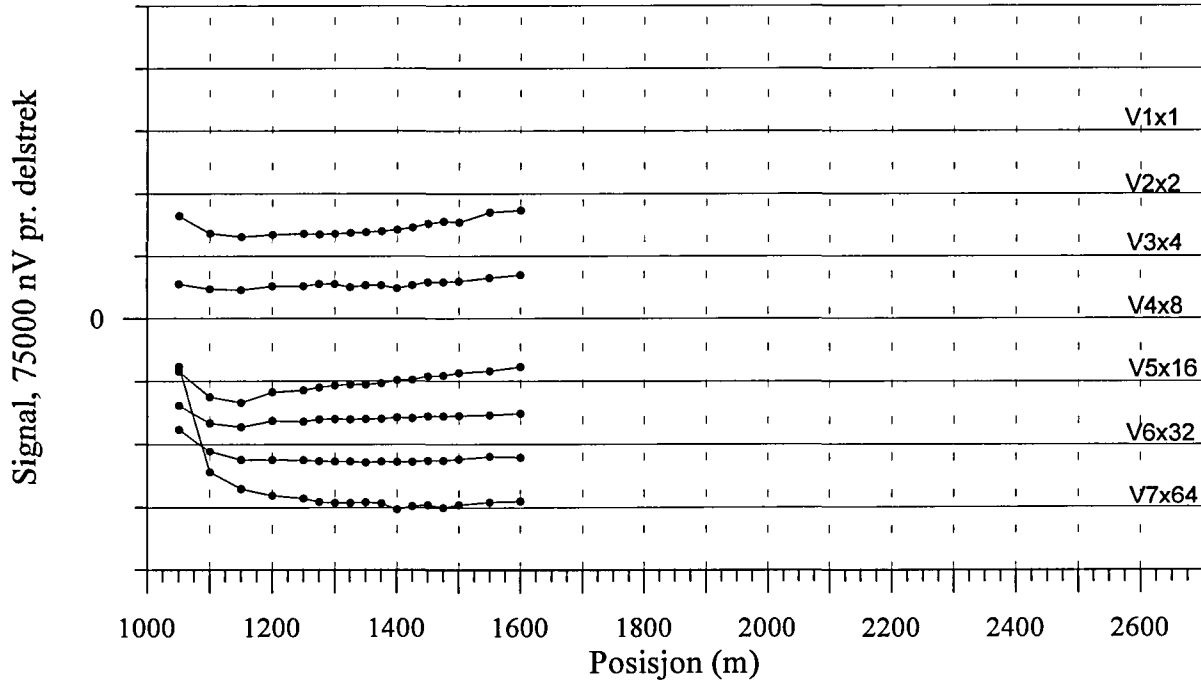
↓ indikert leder

KONG OSCAR, TFEM-målinger  
Profil 3200Y, norm. 25 Hz



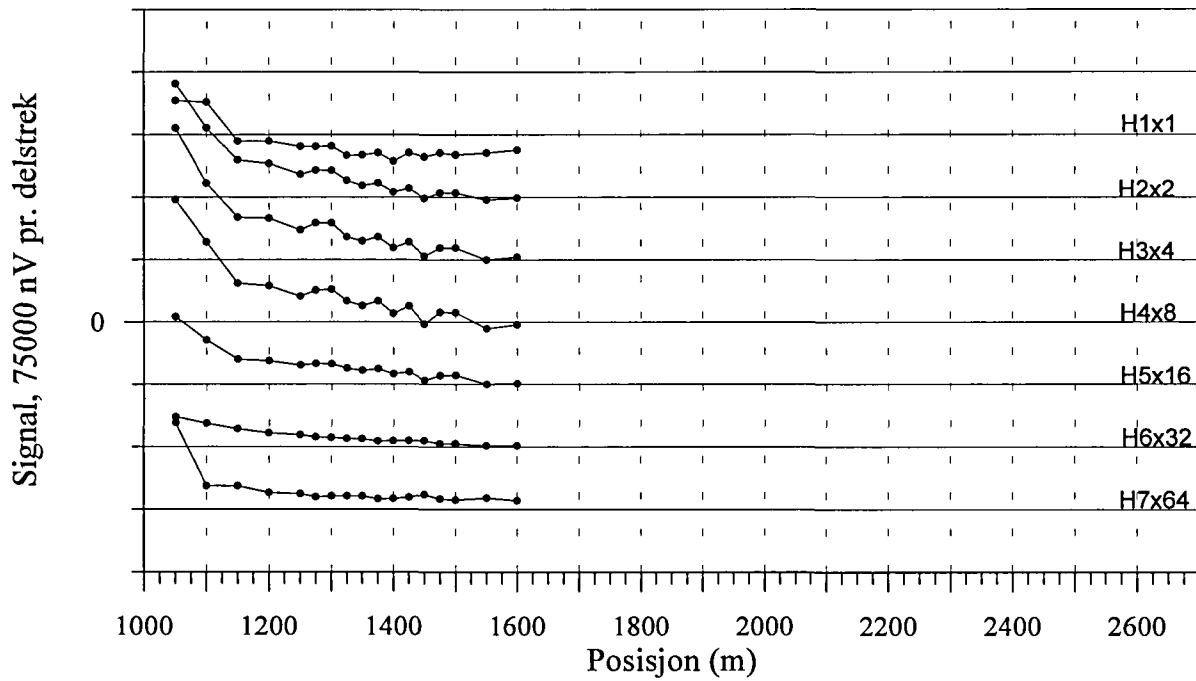
Figur 21b. Normalisert primærfelt og 25 Hz, profil 3200Y

KONG OSCAR, TFEM-målinger  
Profil 3400Y, V1-V7



↓ indikert leder

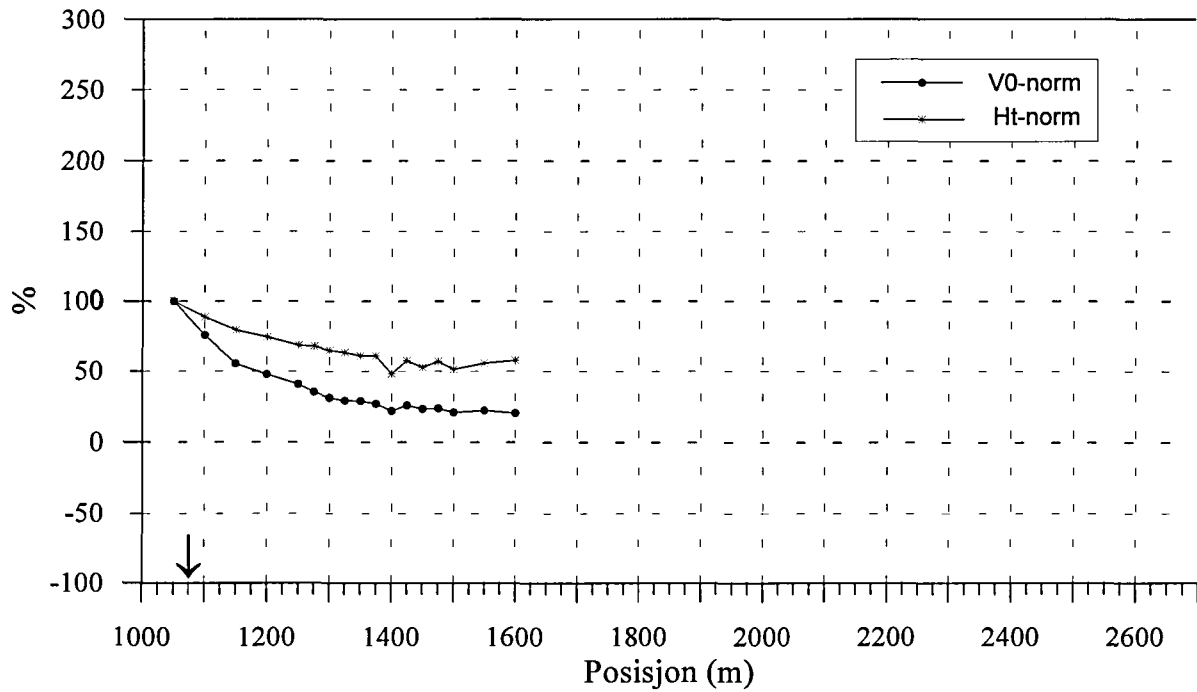
KONG OSCAR, TFEM-målinger  
Profil 3400Y, H1-H7



Figur 22a. Vertikal- og horisontalkanaler, profil 3400Y

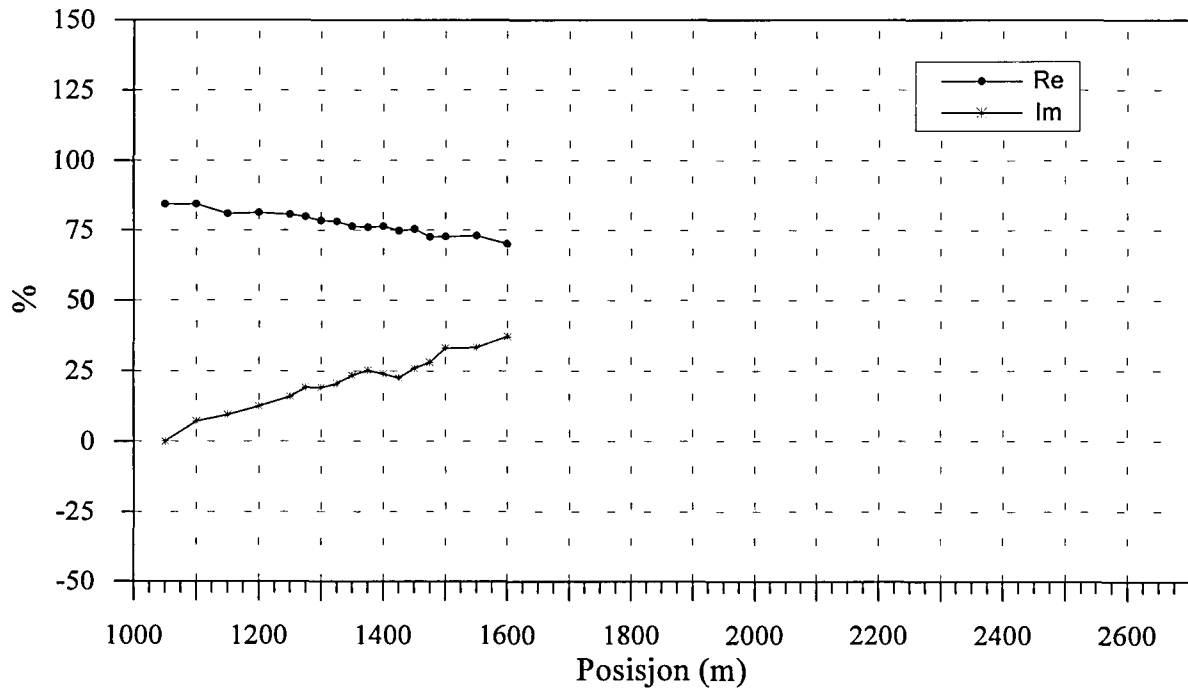


KONG OSCAR, TFEM-målinger  
Profil 3400Y, Primærfelt



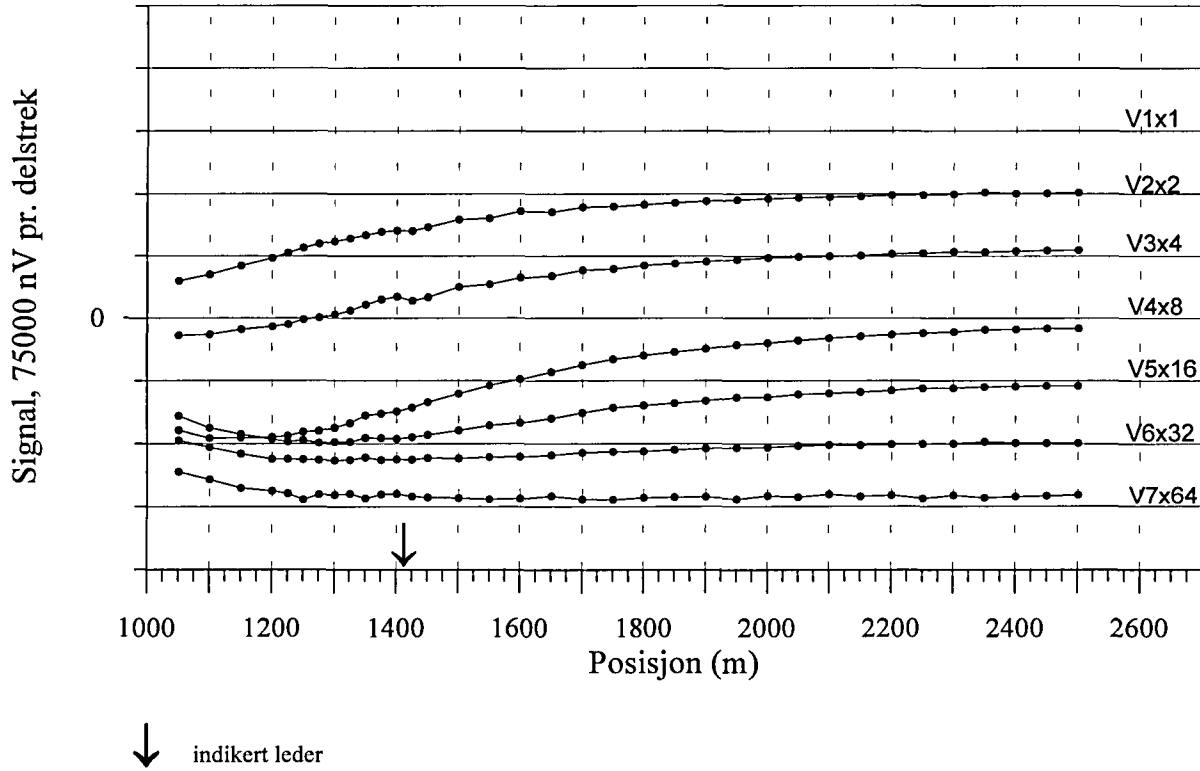
↓ indikert leder

KONG OSCAR, TFEM-målinger  
Profil 3400Y, norm. 25 Hz

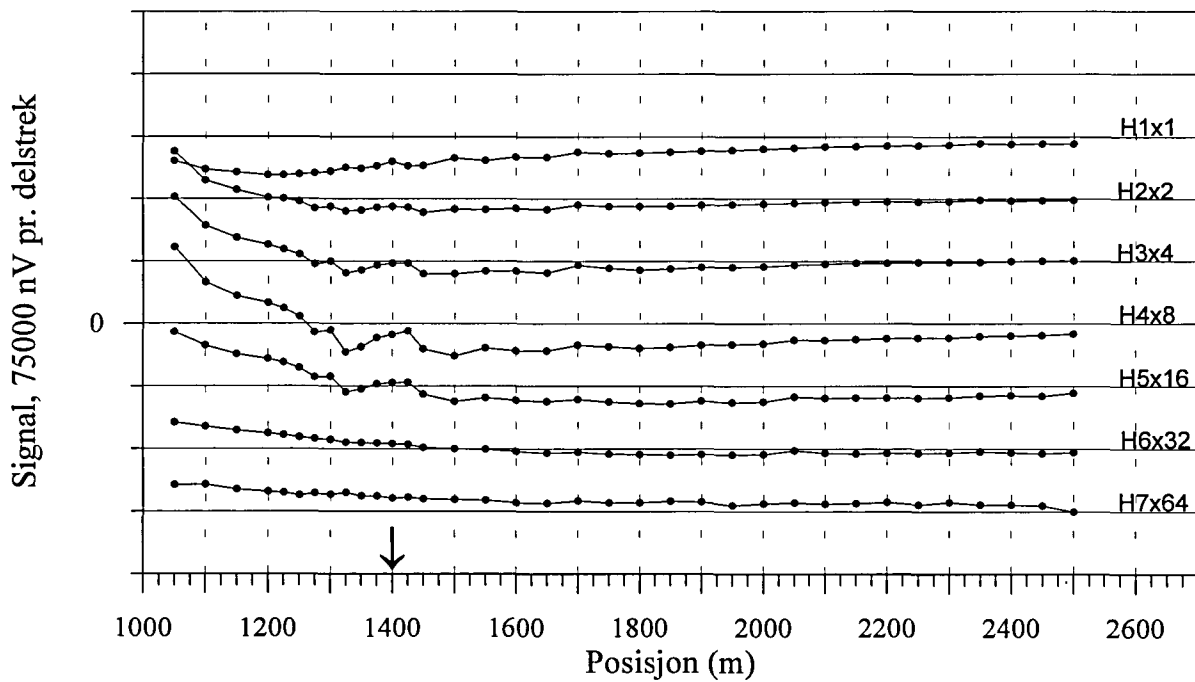


Figur 22b. Normalisert primærfelt og 25 Hz, profil 3400Y

KONG OSCAR, TFEM-målinger  
Profil 3600Y, V1-V7

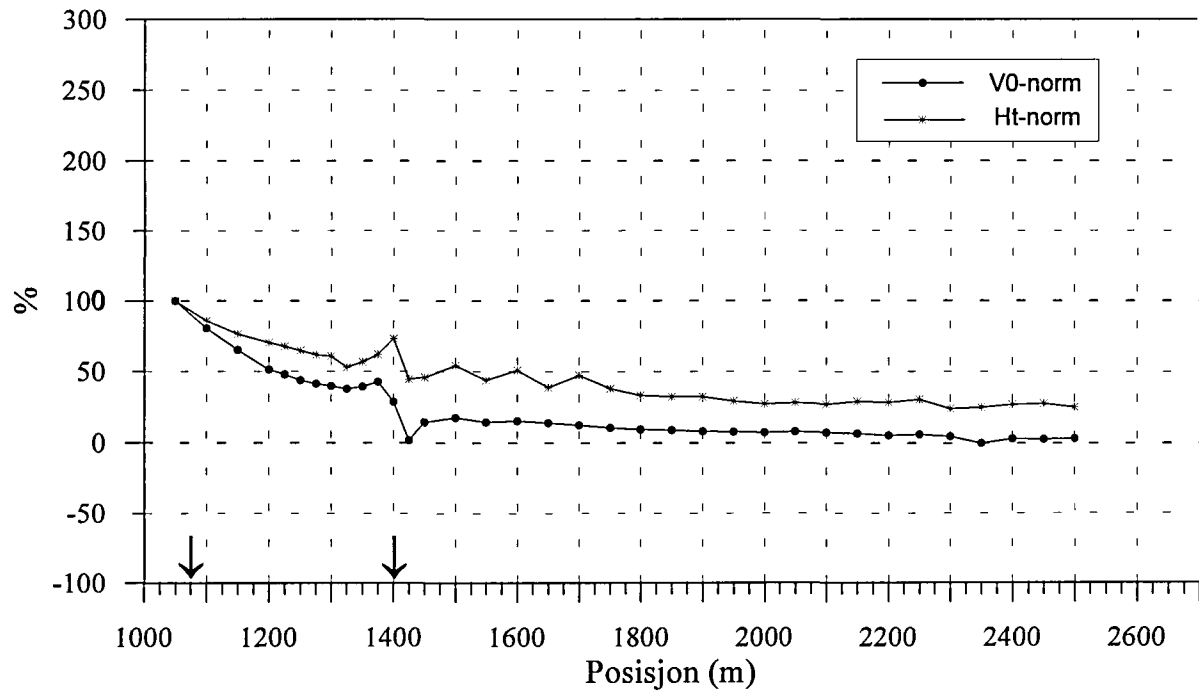


KONG OSCAR, TFEM-målinger  
Profil 3600Y, H1-H7



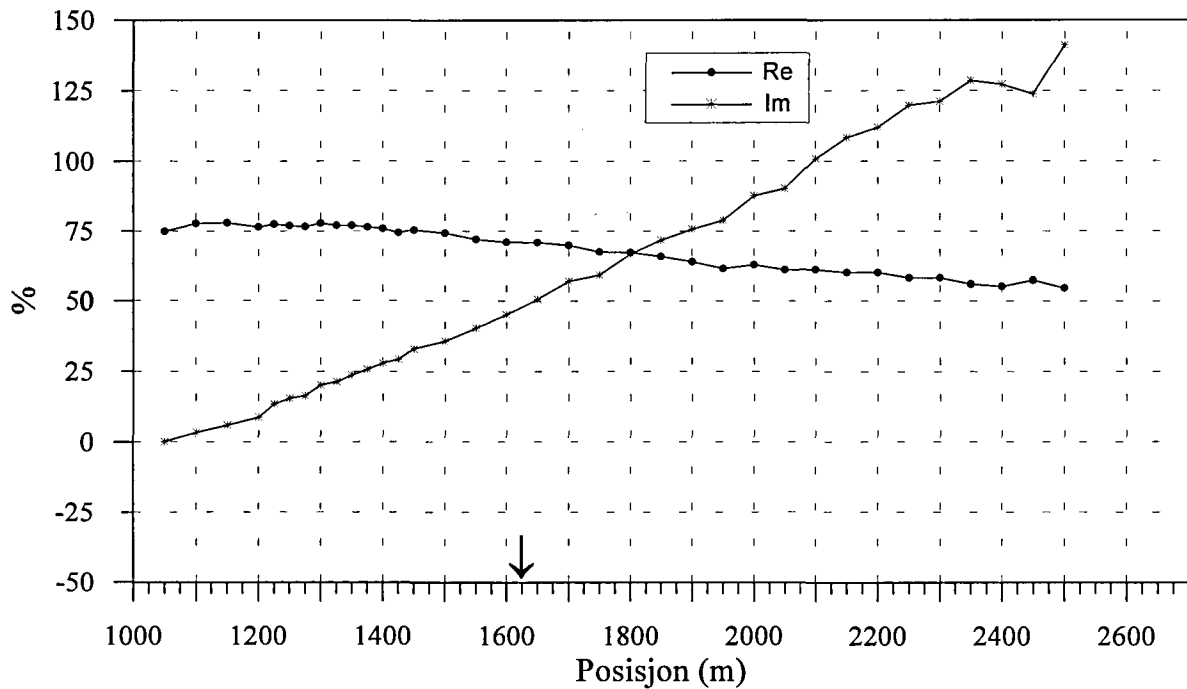
Figur 23a. Vertikal- og horisontalkanaler, profil 3600Y

KONG OSCAR, TFEM-målinger  
Profil 3600Y, Primærfelt



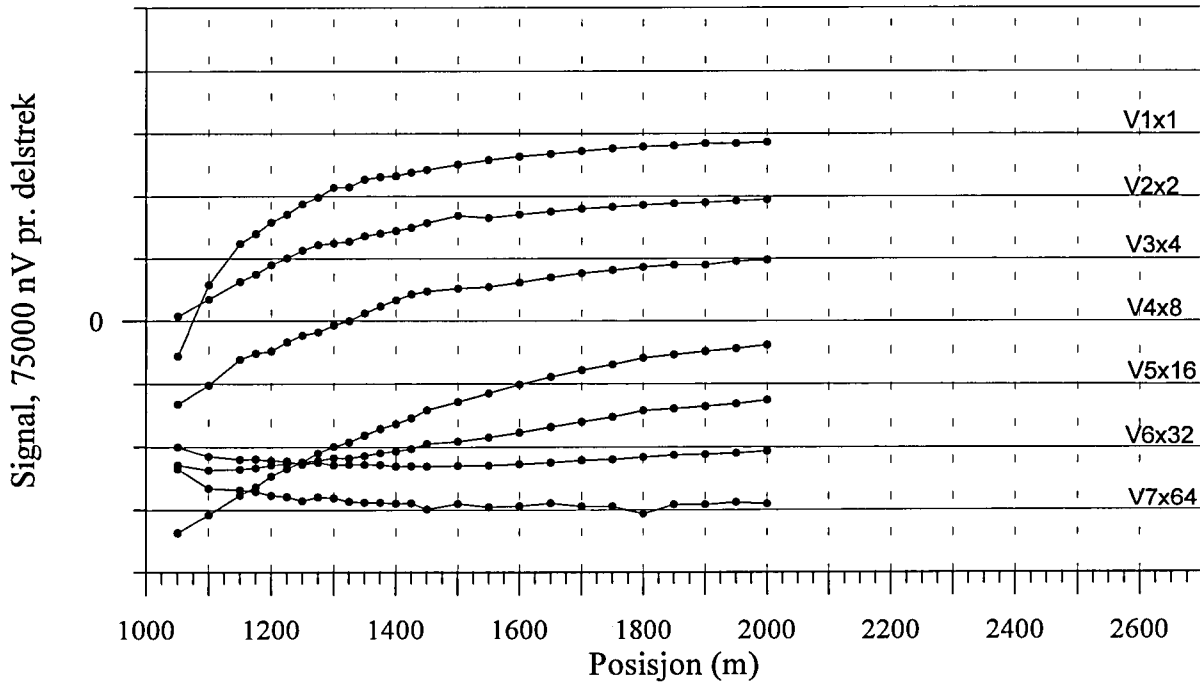
↓ indikert leder

KONG OSCAR, TFEM-målinger  
Profil 3600Y, norm. 25 Hz



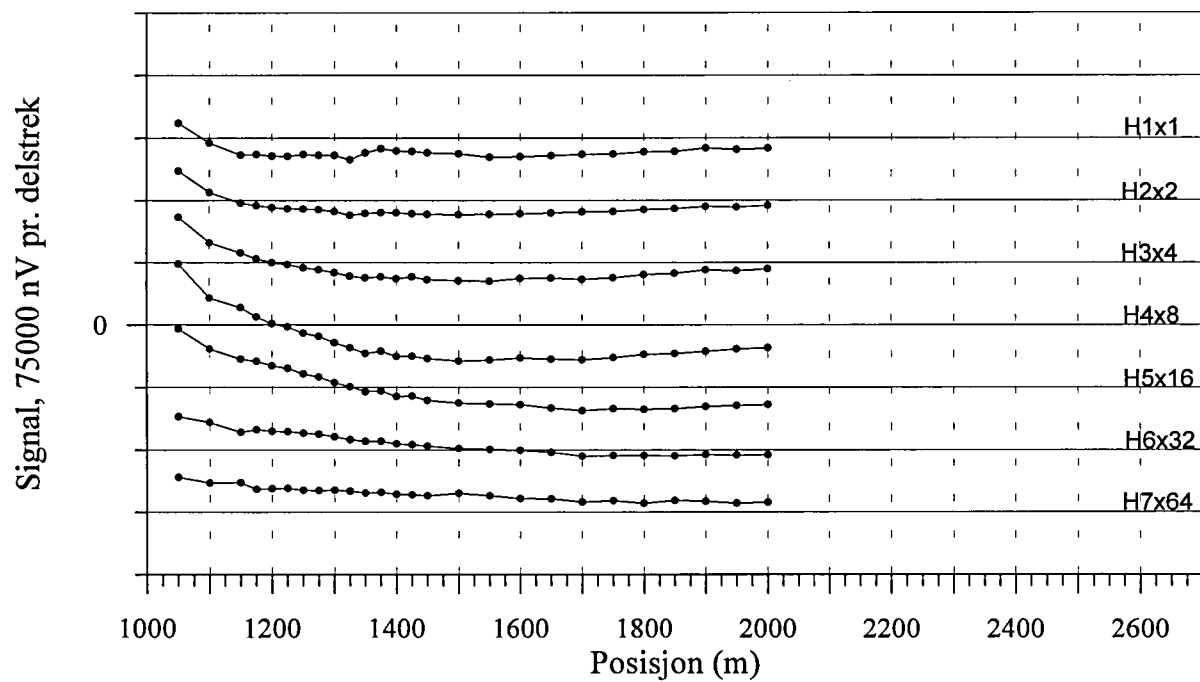
Figur 23b. Normalisert primærfelt og 25 Hz, profil 3600Y

KONG OSCAR, TFEM-målinger  
Profil 3800Y, V1-V7



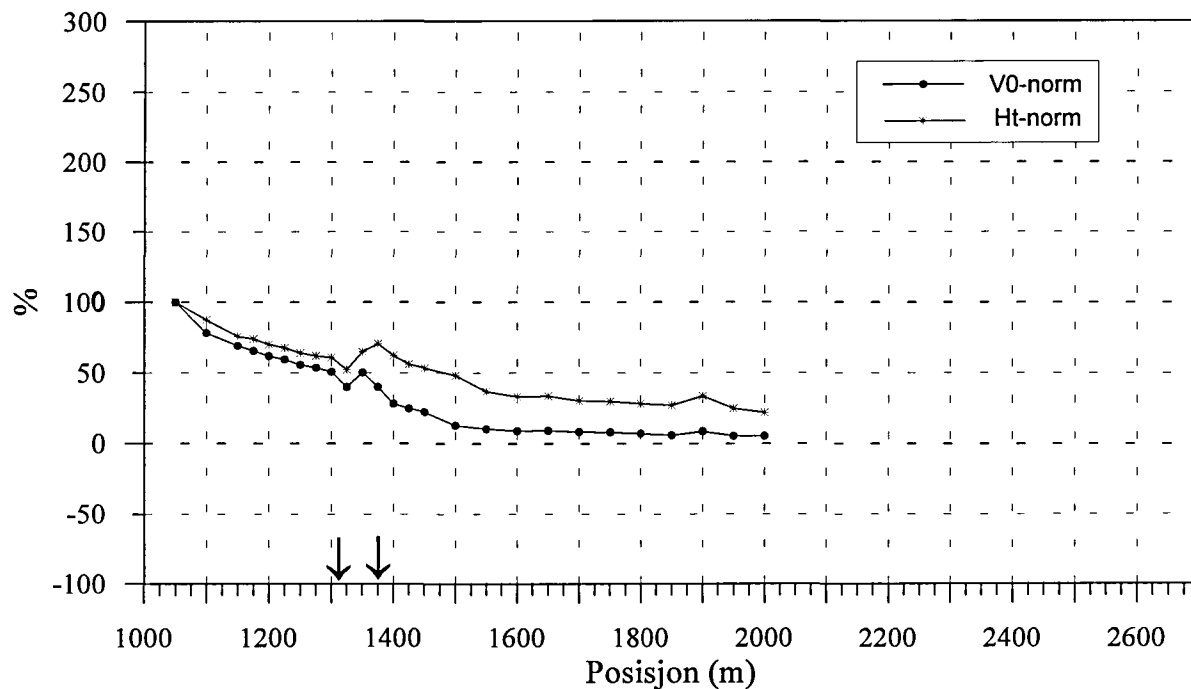
↓ indikert leder

KONG OSCAR, TFEM-målinger  
Profil 3800Y, H1-H7



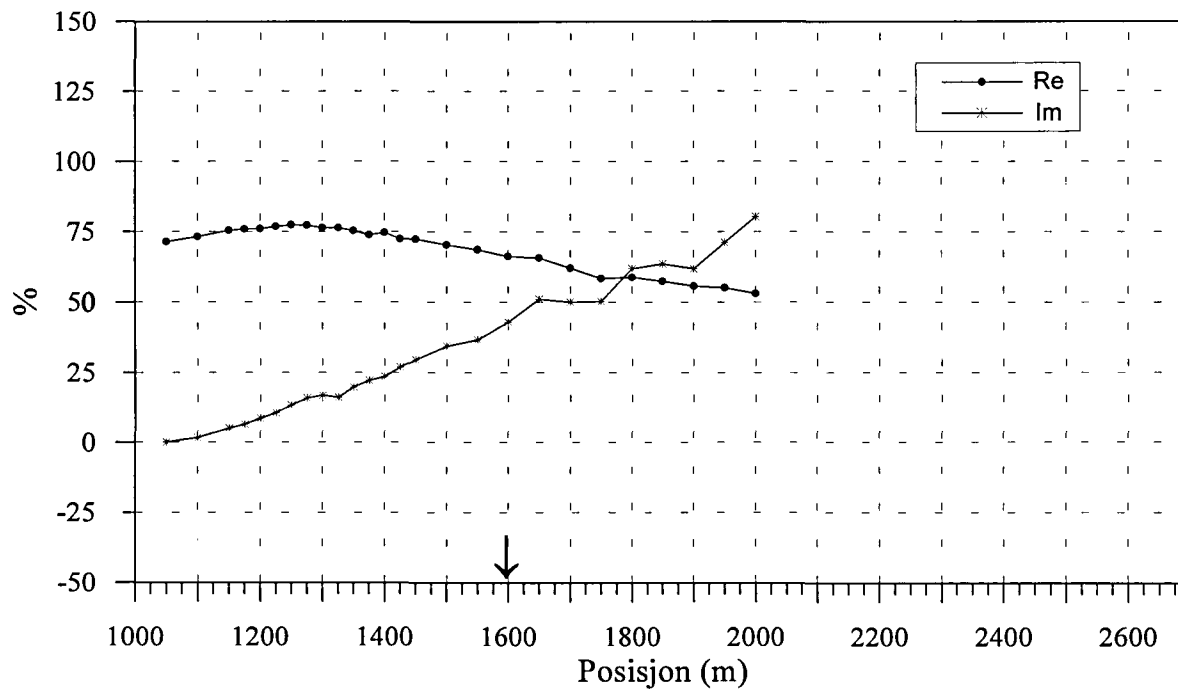
Figur 24a. Vertikal- og horisontalkanaler, profil 3800Y

KONG OSCAR, TFEM-målinger  
Profil 3800Y, Primærfelt



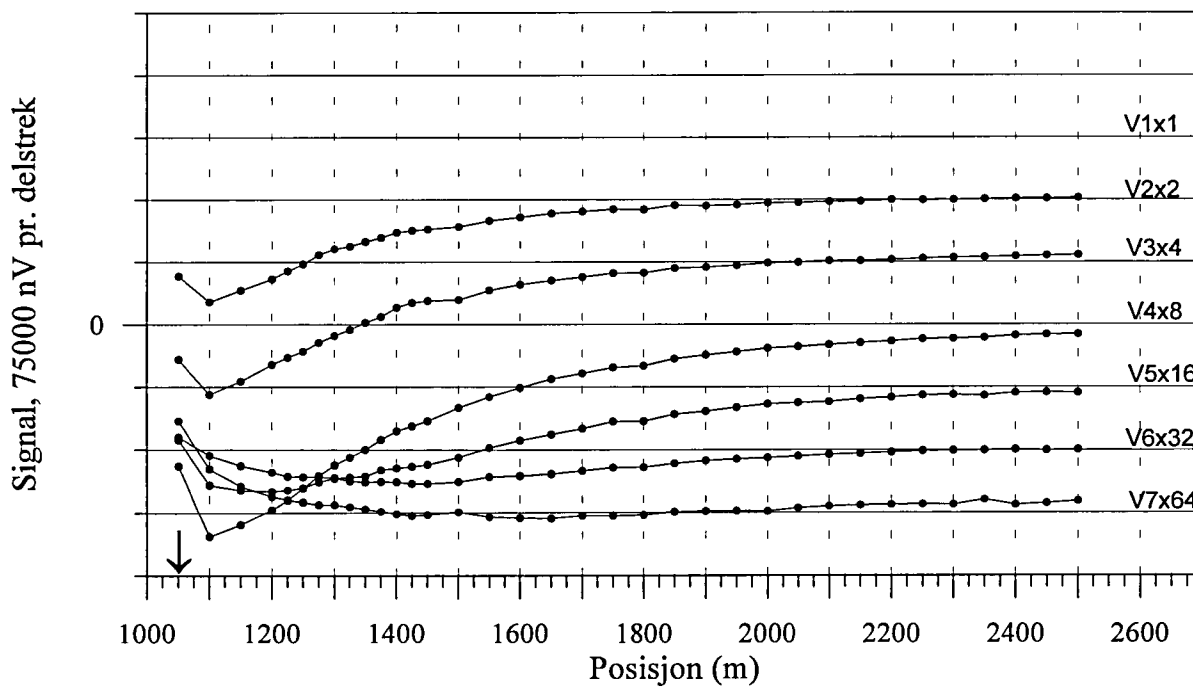
↓ indikert leder

KONG OSCAR, TFEM-målinger  
Profil 3800Y, norm. 25 Hz



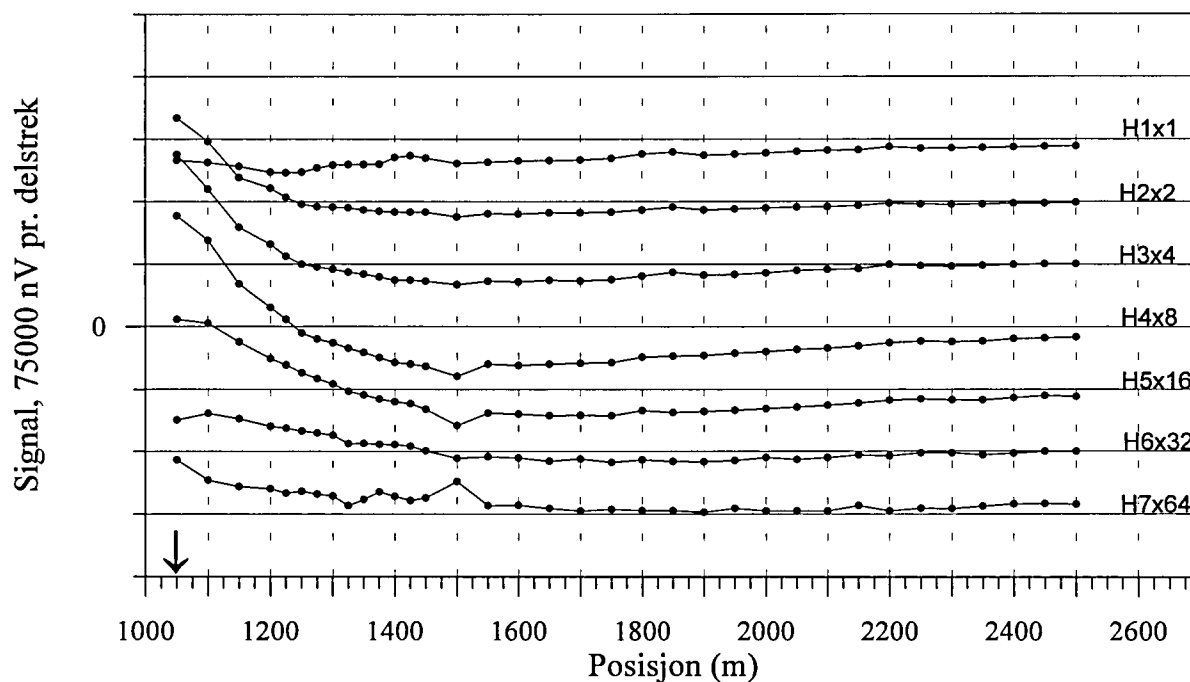
Figur 24b. Normalisert primærfelt og 25 Hz, profil 3800Y

KONG OSCAR, TFEM-målinger  
Profil 4000Y, V1-V7



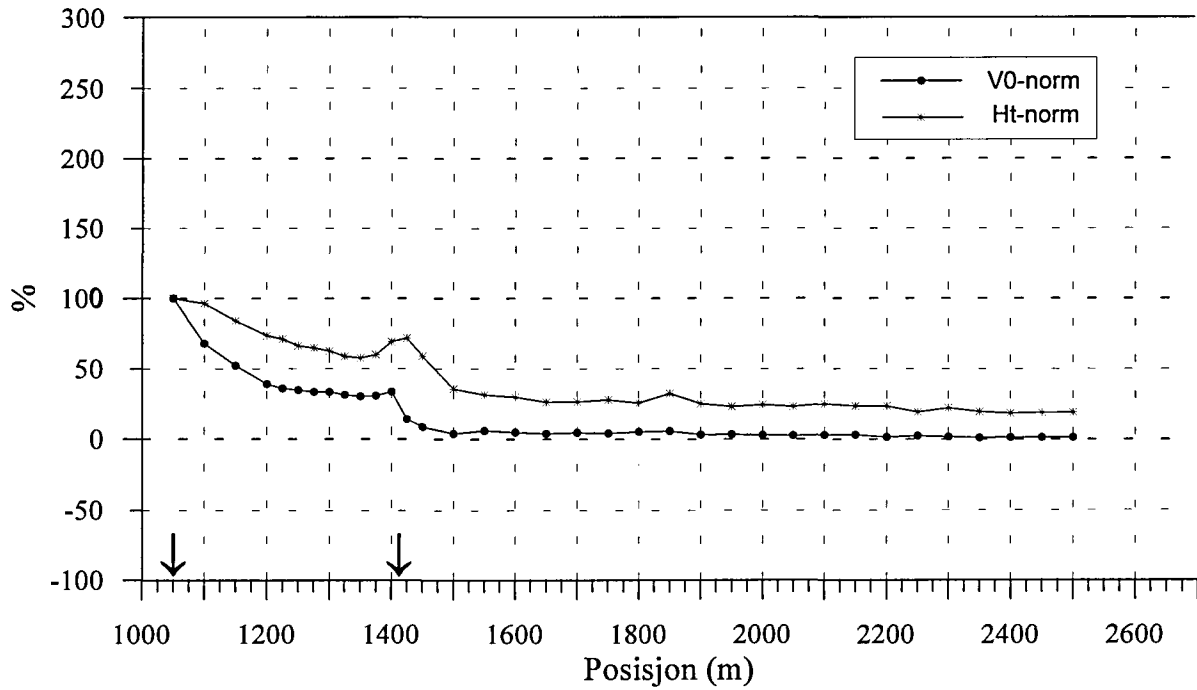
↓ indikert leder

KONG OSCAR, TFEM-målinger  
Profil 4000Y, H1-H7



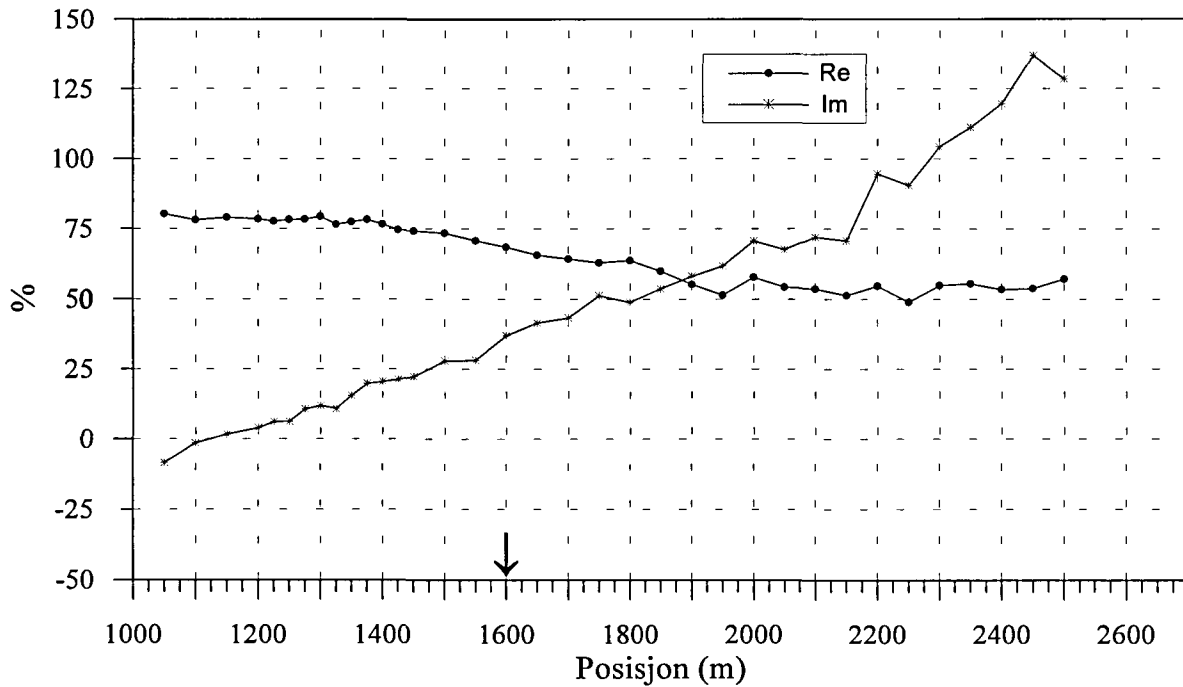
Figur 25a. Vertikal- og horisontalkanaler, profil 4000Y

KONG OSCAR, TFEM-målinger  
Profil 4000Y, Primærfelt



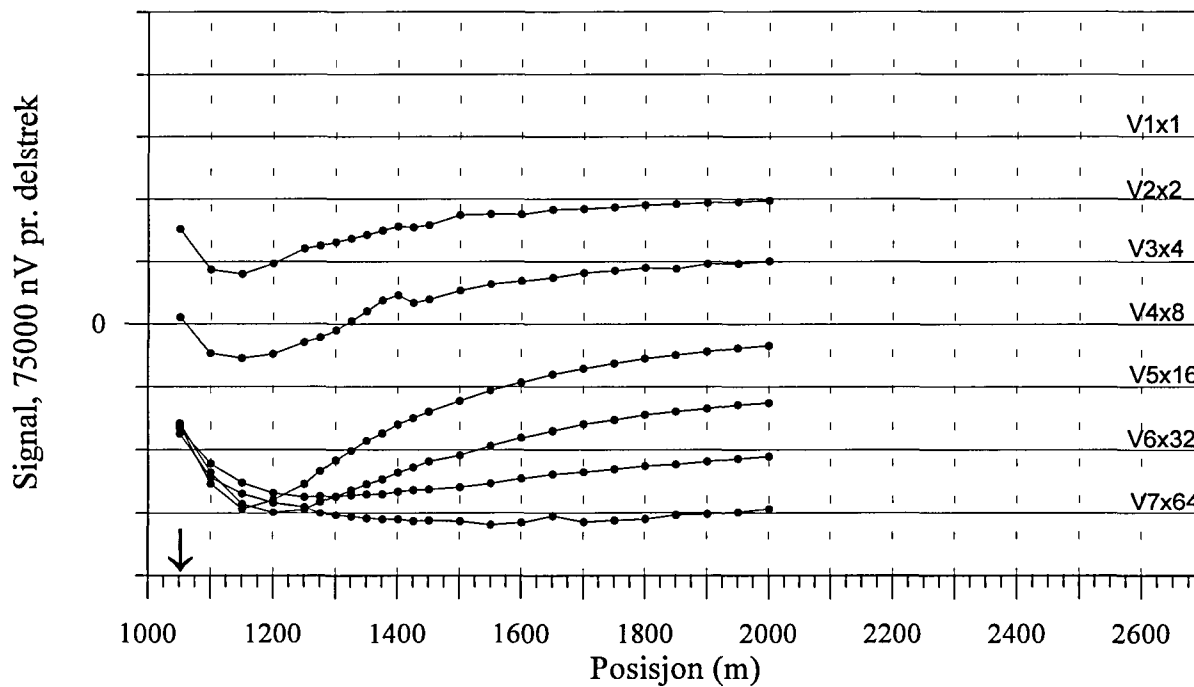
↓ indikert leder

KONG OSCAR, TFEM-målinger  
Profil 4000Y, norm. 25 Hz



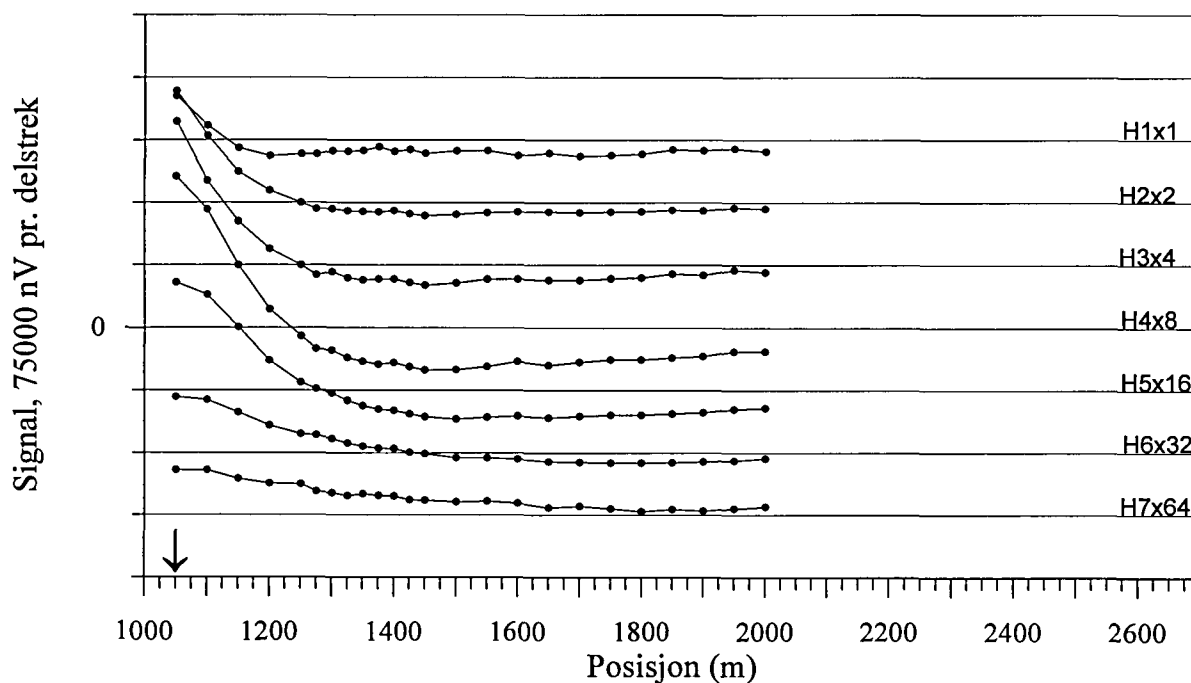
Figur 25b. Normalisert primærfelt og 25 Hz, profil 4000Y

KONG OSCAR, TFEM-målinger  
Profil 4200Y, V1-V7



↓ indikert leder

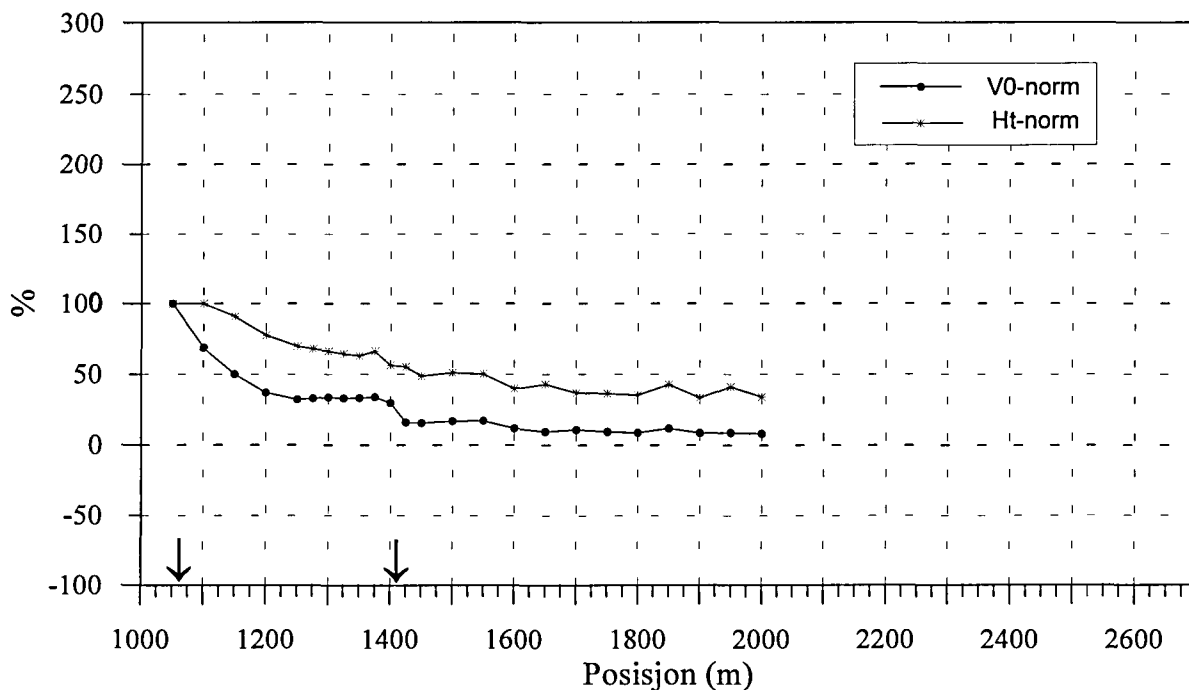
KONG OSCAR, TFEM-målinger  
Profil 4200Y, H1-H7



Figur 26a. Vertikal- og horisontalkanaler, profil 4200Y

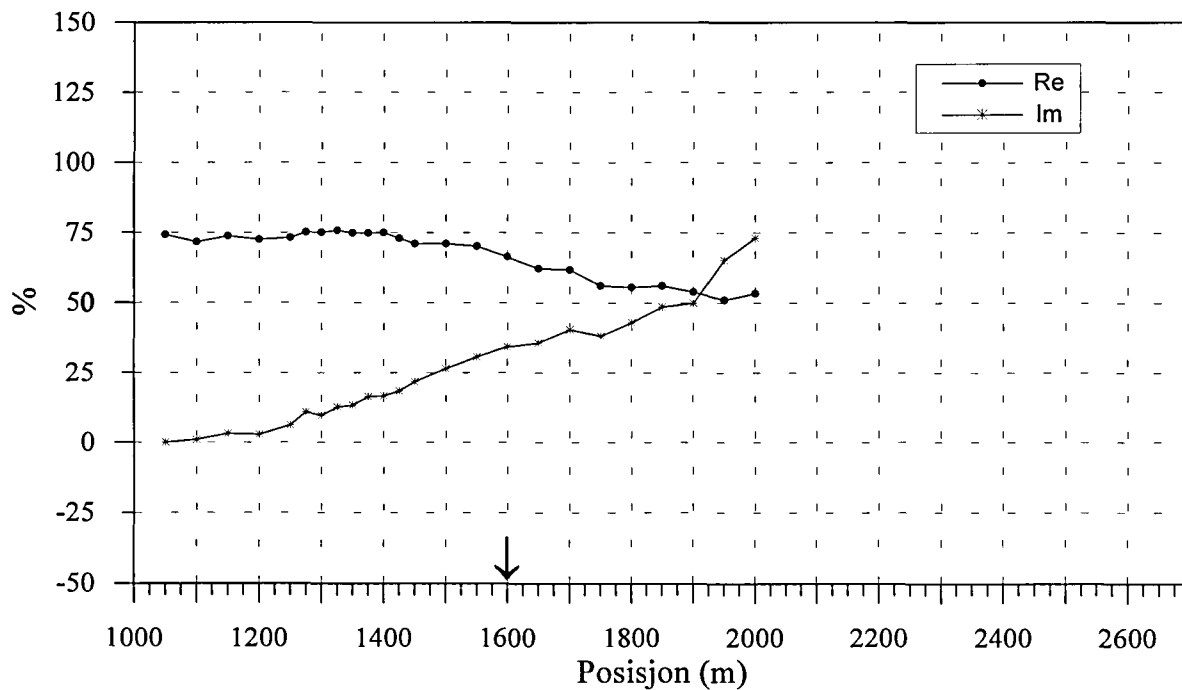


KONG OSCAR, TFEM-målinger  
Profil 4200Y, Primærfelt



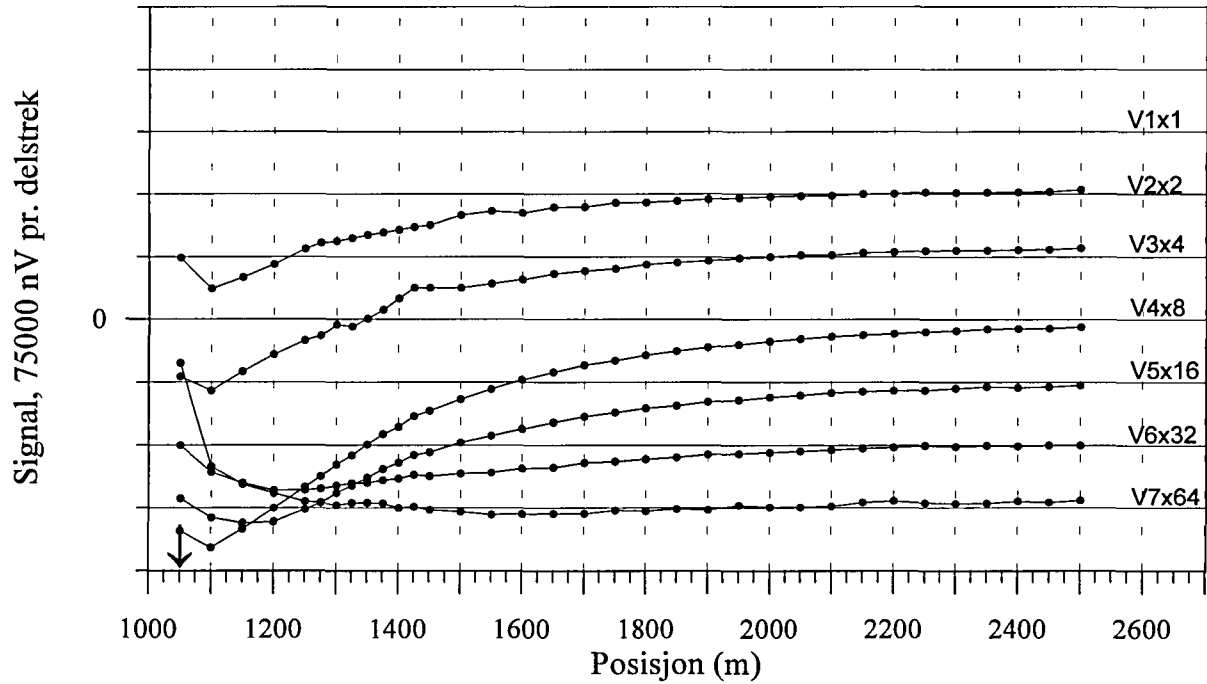
↓ indikert leder

KONG OSCAR, TFEM-målinger  
Profil 4200Y, norm. 25 Hz



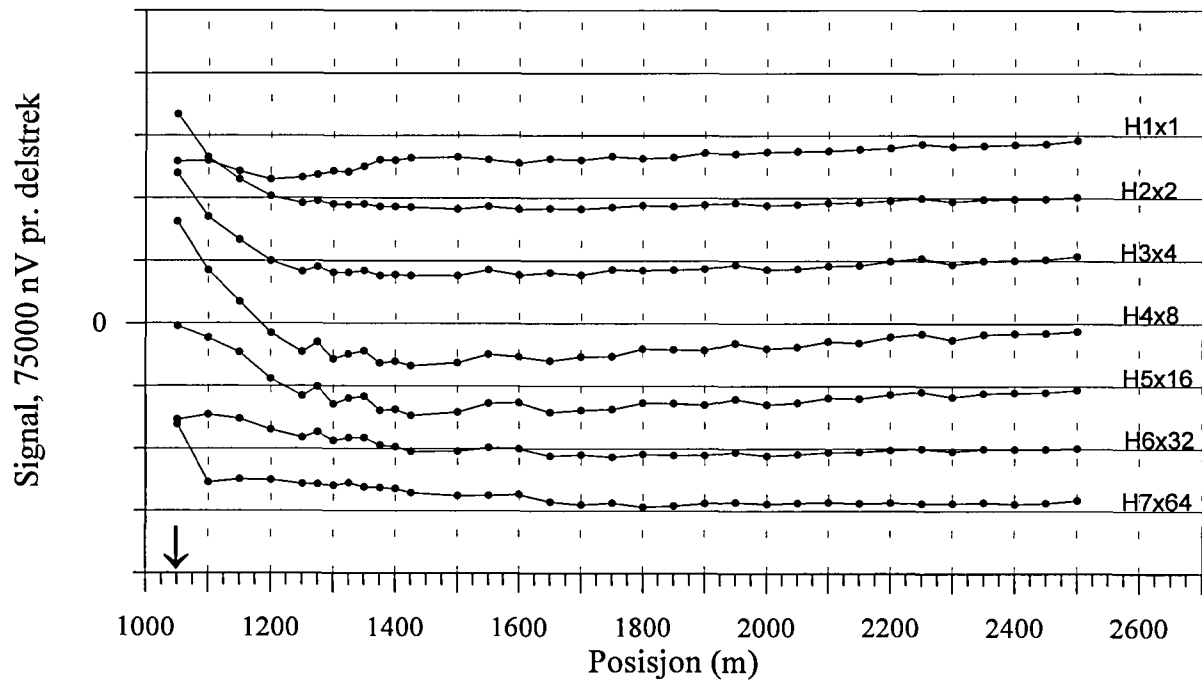
Figur 26b. Normalisert primærfelt og 25 Hz, profil 4200Y

KONG OSCAR, TFEM-målinger  
Profil 4400Y, V1-V7



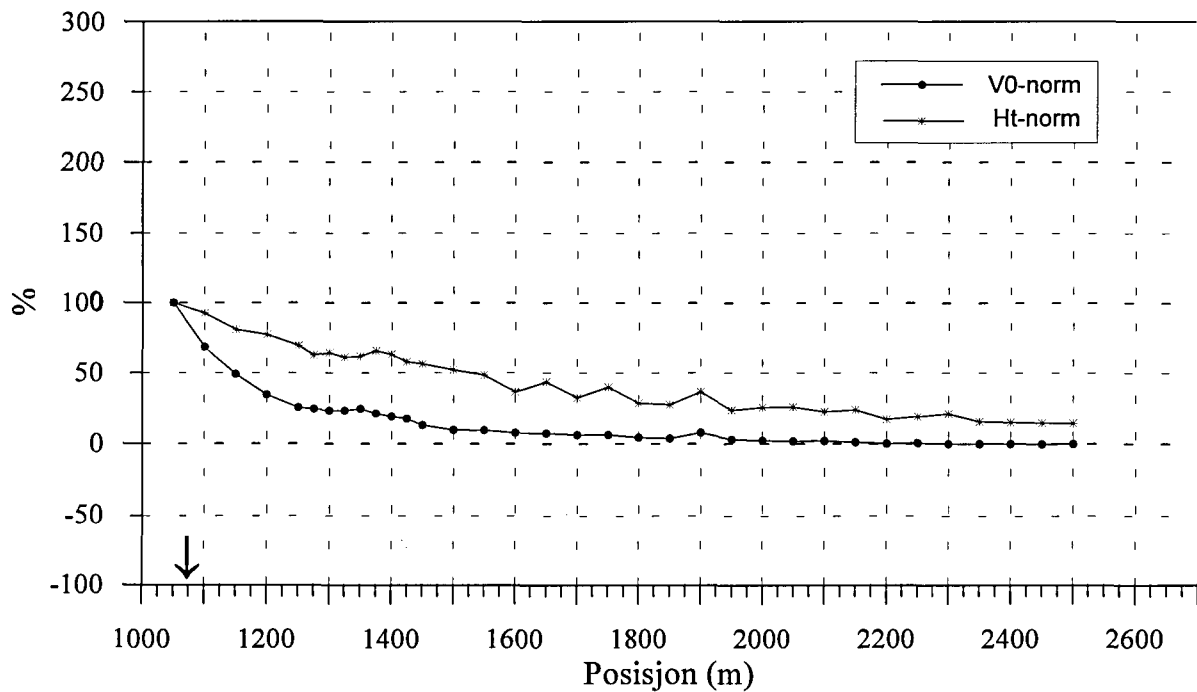
↓ indikert leder

KONG OSCAR, TFEM-målinger  
Profil 4400Y, H1-H7



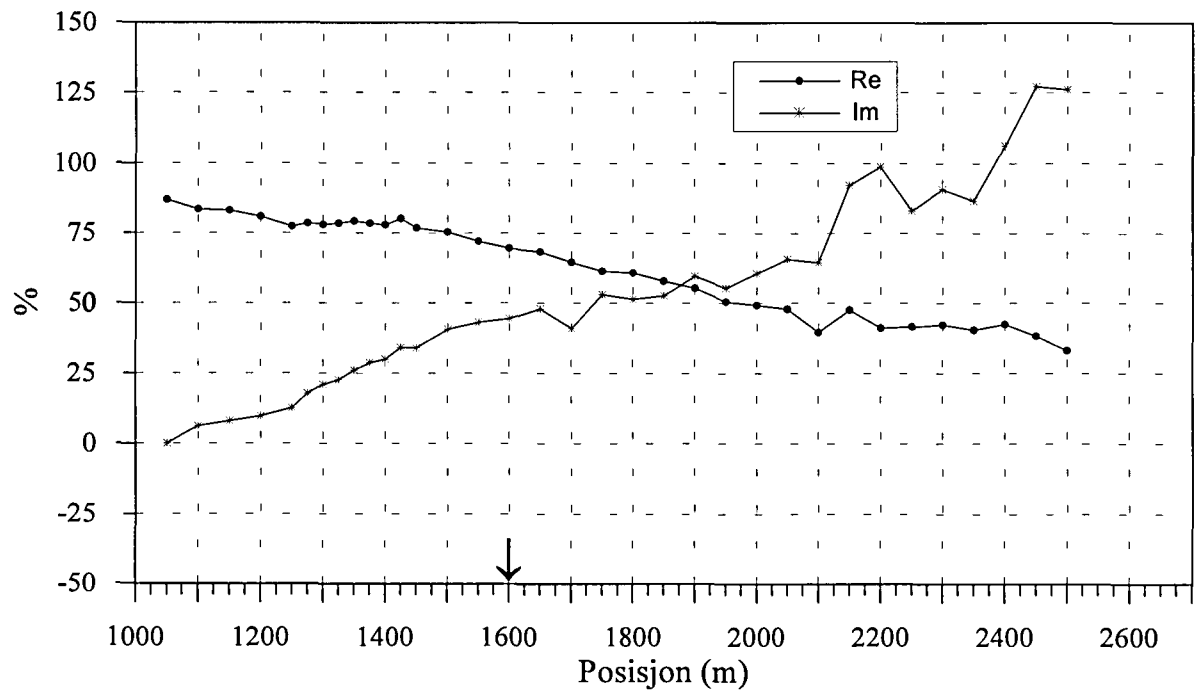
Figur 27a. Vertikal- og horisontalkanaler, profil 4400Y

KONG OSCAR, TFEM-målinger  
Profil 4400Y, Primærfelt



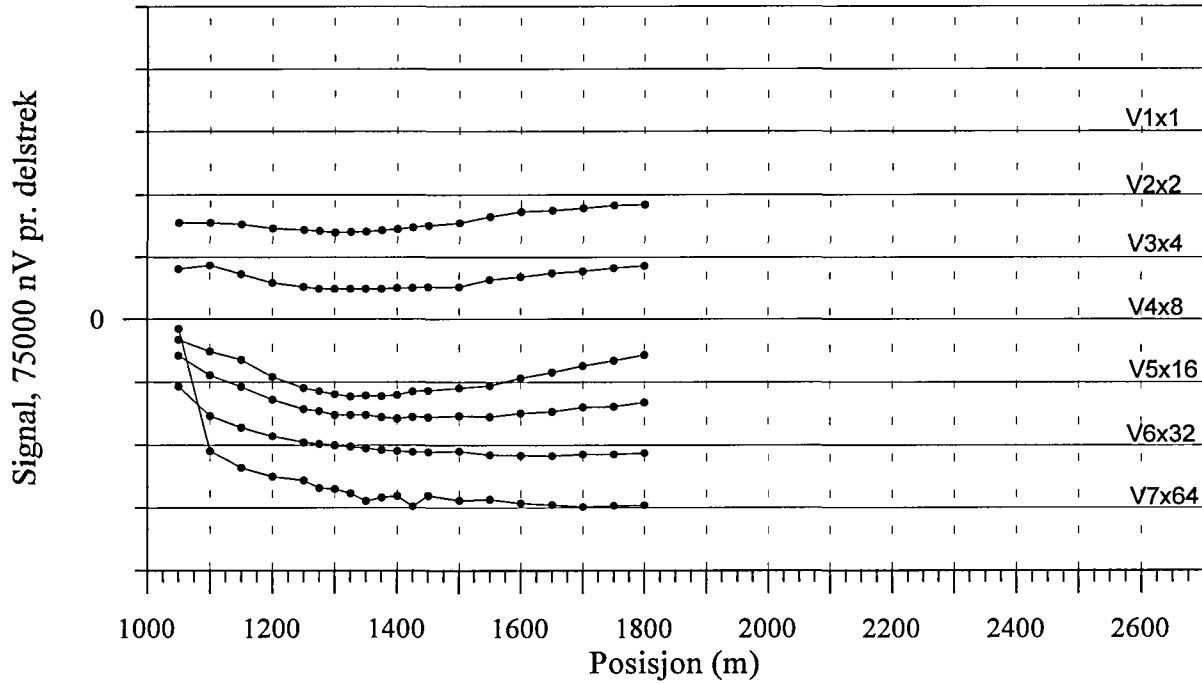
↓ indikert leder

KONG OSCAR, TFEM-målinger  
Profil 4400Y, norm. 25 Hz



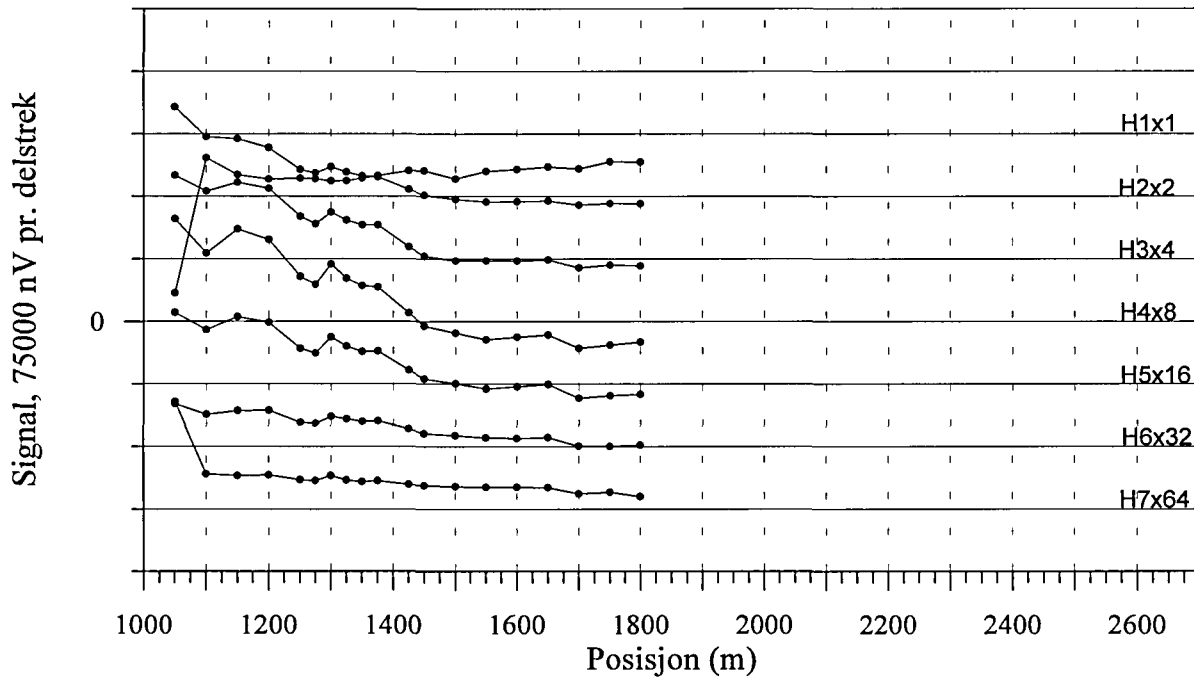
Figur 27b. Normalisert primærfelt og 25 Hz, profil 4400Y

KONG OSCAR, TFEM-målinger  
Profil 4600Y, V1-V7



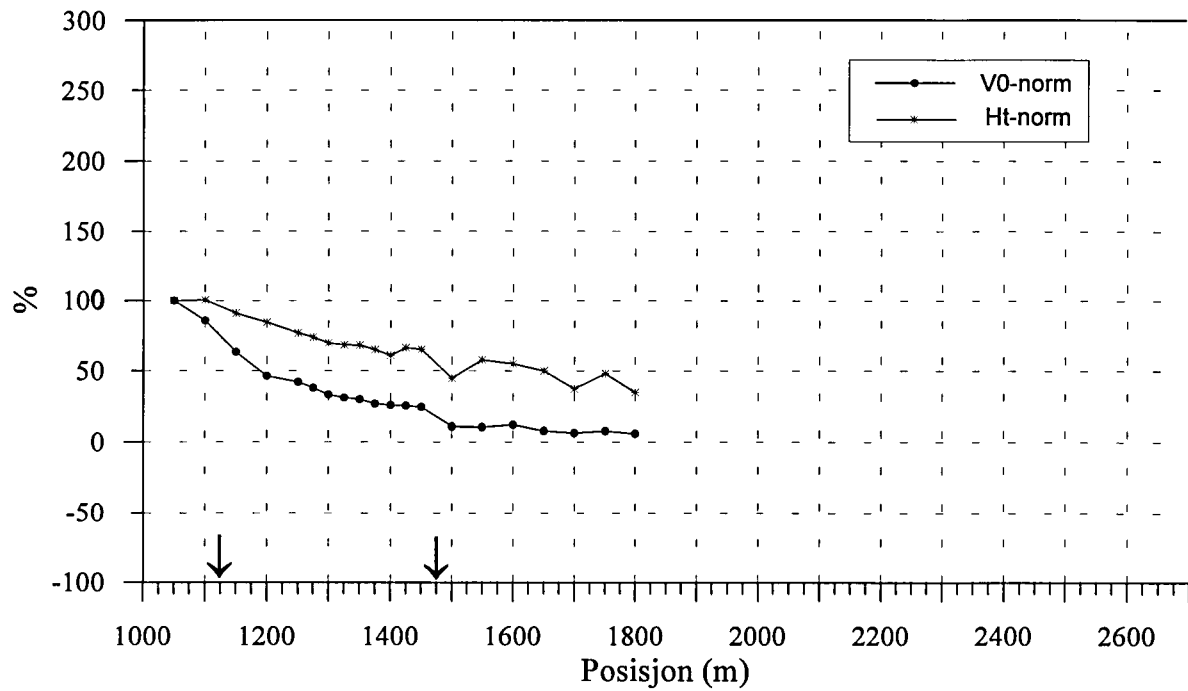
↓ indikert leder

KONG OSCAR, TFEM-målinger  
Profil 4600Y, H1-H7



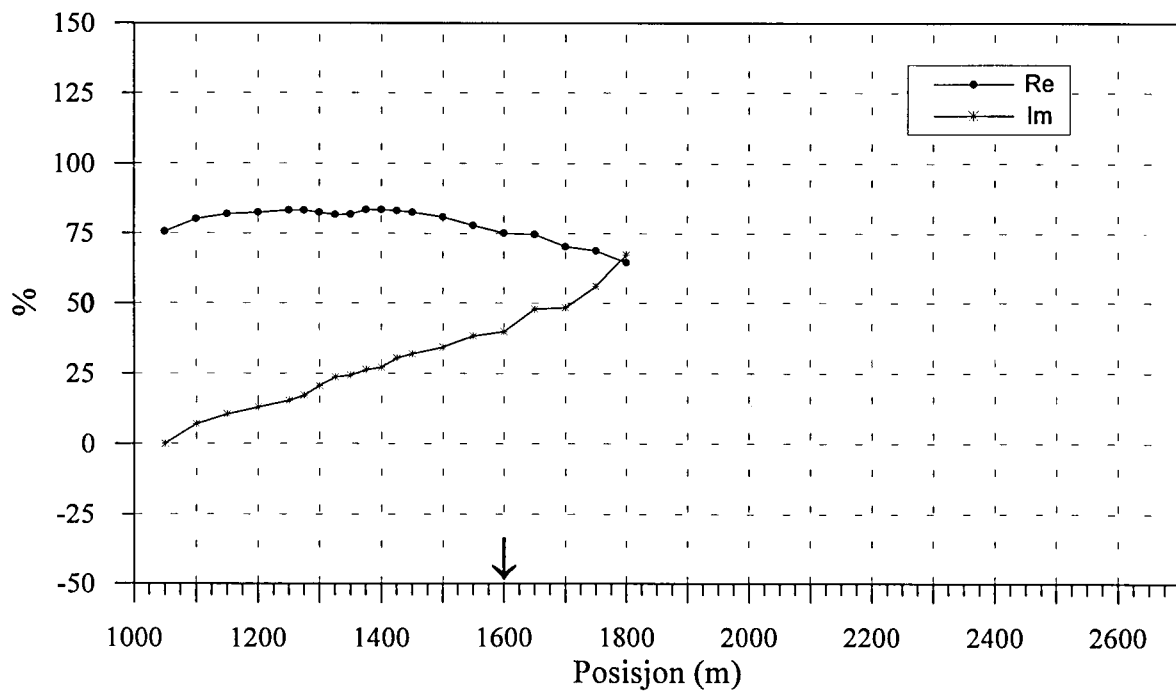
Figur 28a. Vertikal- og horisontalkanaler, profil 4600Y

KONG OSCAR, TFEM-målinger  
Profil 4600Y, Primærfelt



↓ indikert leder

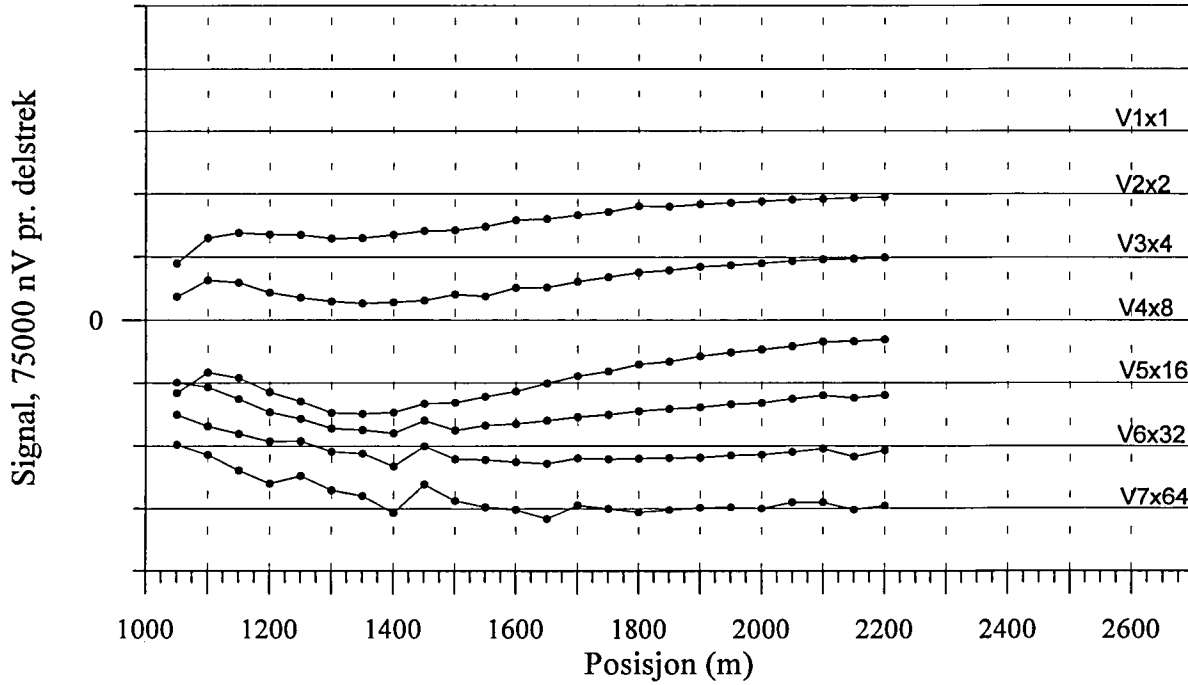
KONG OSCAR, TFEM-målinger  
Profil 4600Y, norm. 25 Hz



Figur 28b. Normalisert primærfelt og 25 Hz, profil 4600Y

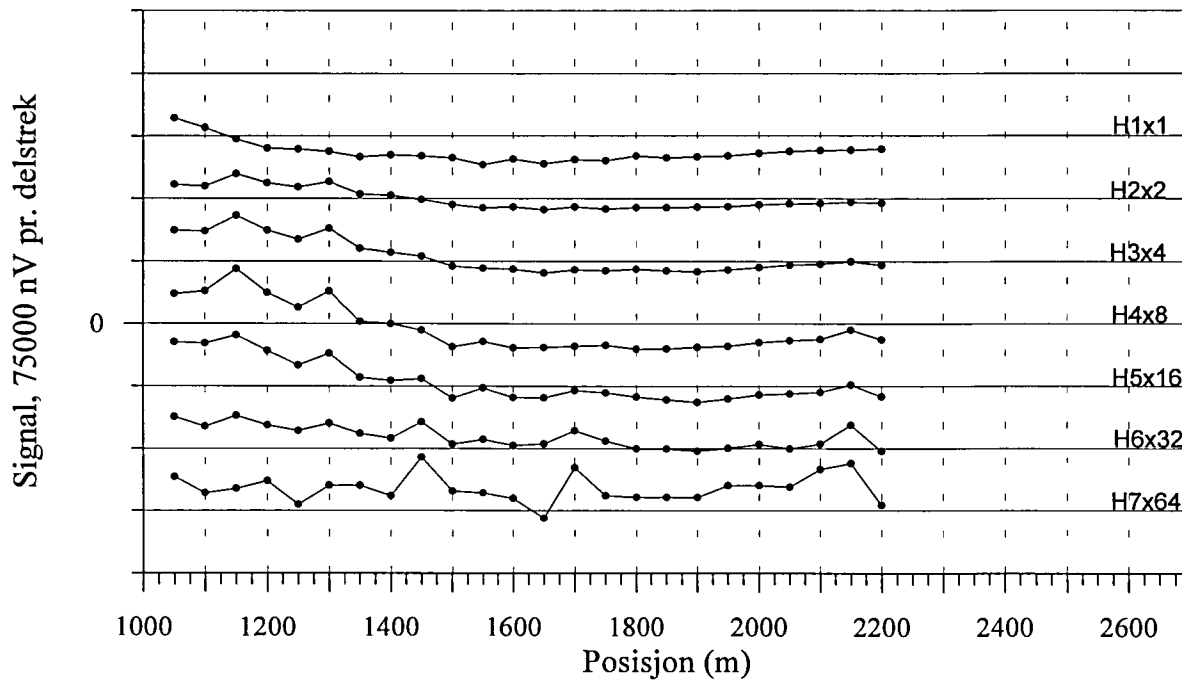
Databilag 3: Figur 29 - 34 TFEM profilplott av tidsdomenet, primærfelt og 25 Hz frekvensdomenet, anlegg 2.

KONG OSCAR, TFEM-målinger  
Profil 4600Y, V1-V7



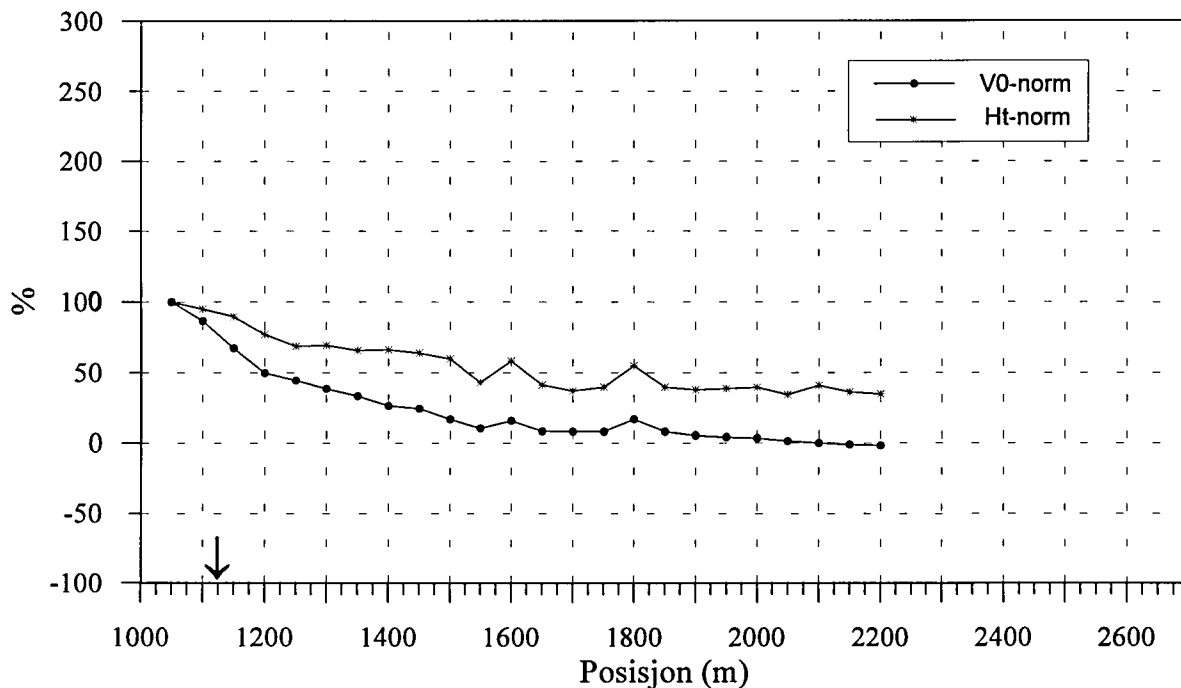
↓ indikert leder

KONG OSCAR, TFEM-målinger  
Profil 4600Y, H1-H7



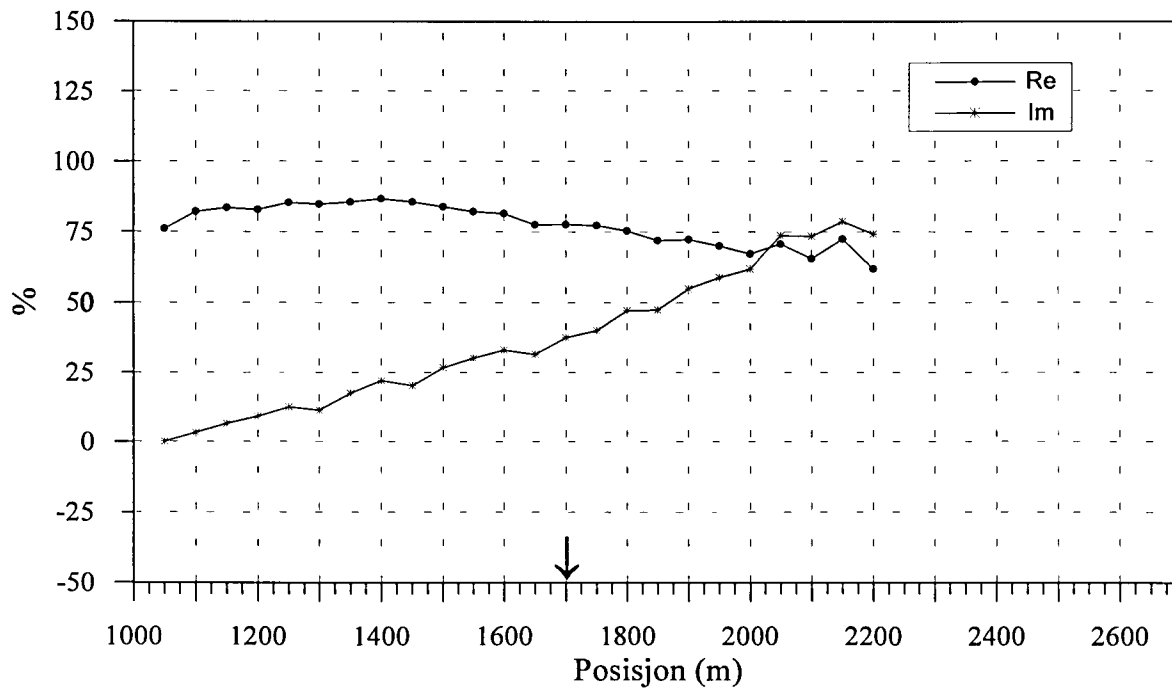
Figur 29a. Vertikal- og horisontalkanaler, profil 4600Y

KONG OSCAR, TFEM-målinger  
Profil 4600Y, Primærfelt



↓ indikert leder

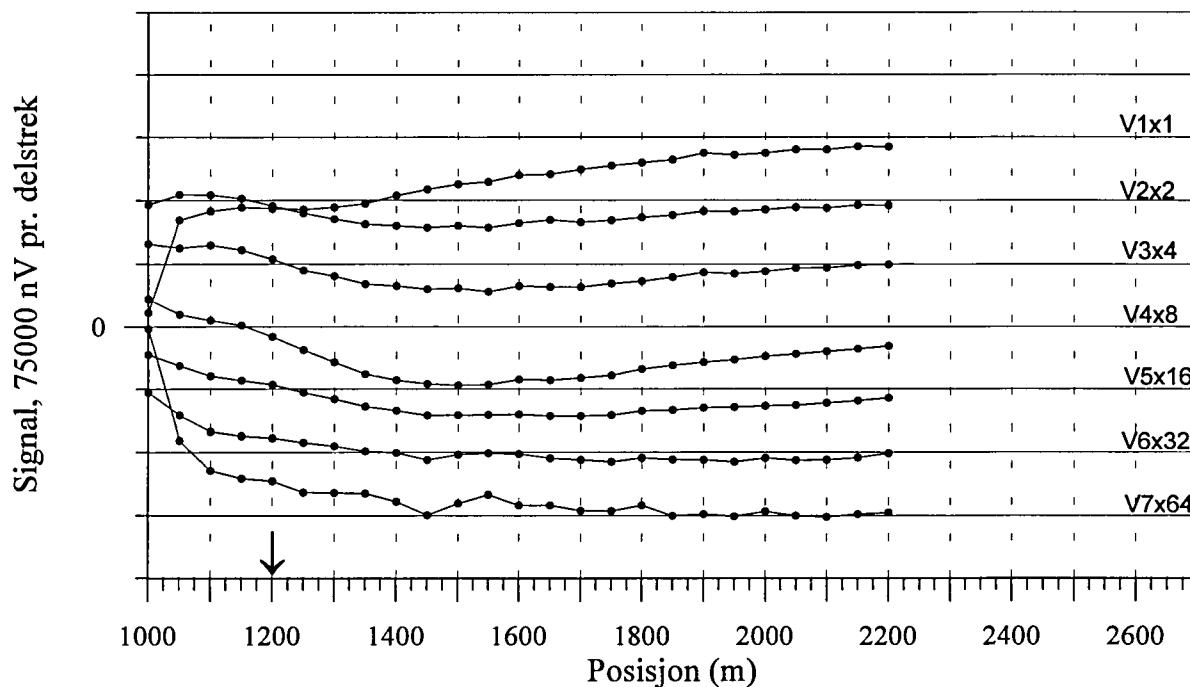
KONG OSCAR, TFEM-målinger  
Profil 4600Y, norm. 25 Hz



Figur 29b. Normalisert primærfelt og 25 Hz, profil 4600Y

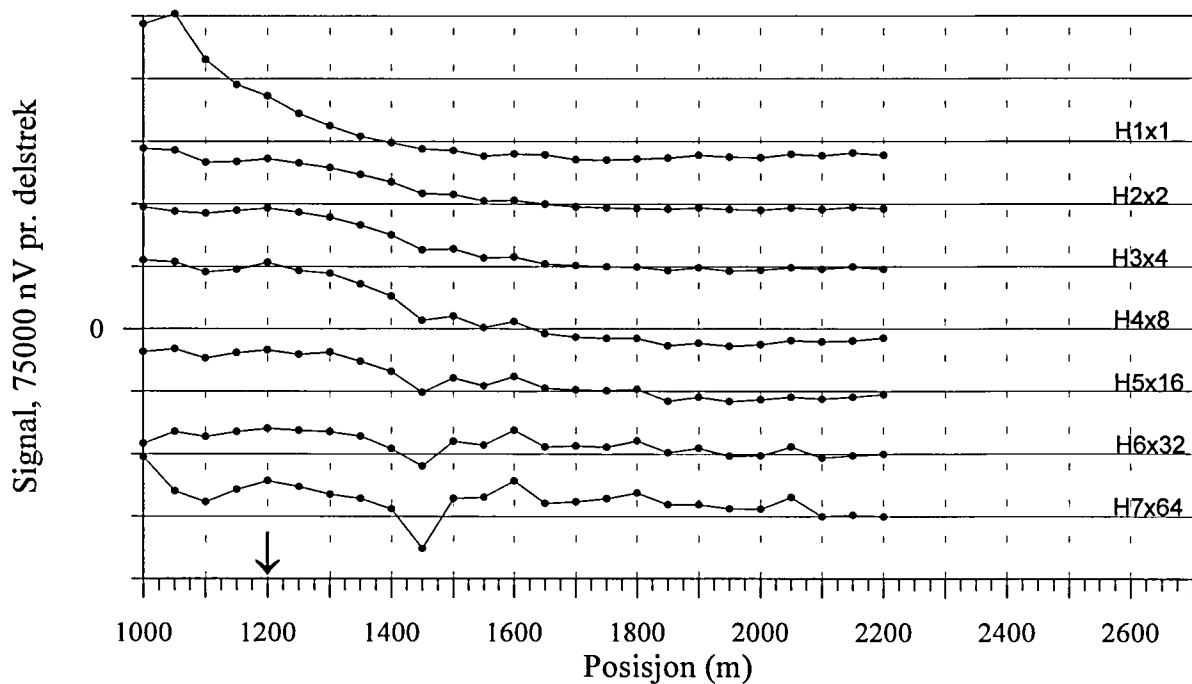


KONG OSCAR, TFEM-målinger  
Profil 4800Y, V1-V7



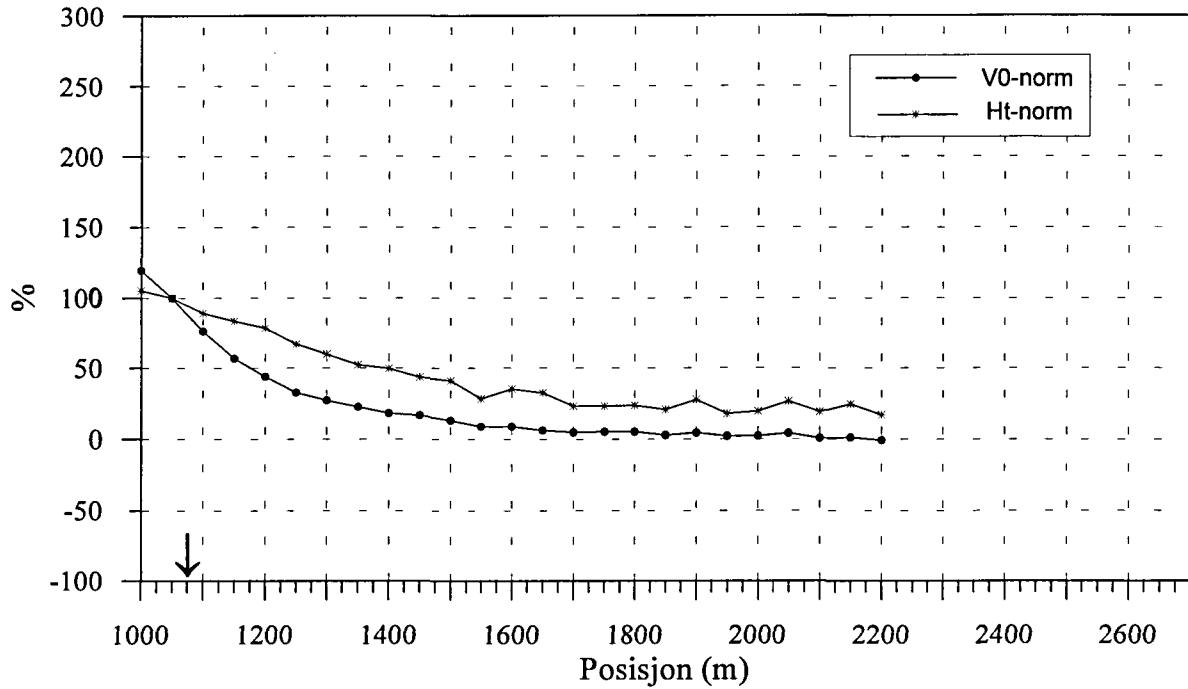
↓ indikert leder

KONG OSCAR, TFEM-målinger  
Profil 4800Y, H1-H7



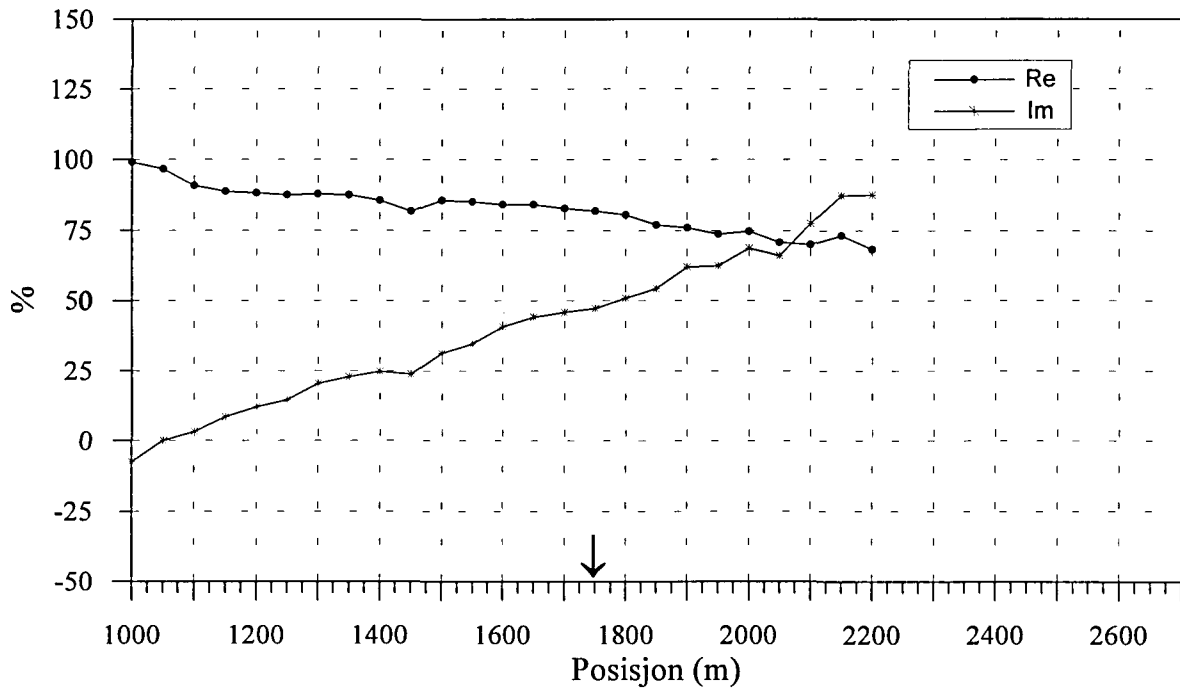
Figur 30a. Vertikal- og horisontalkanaler, profil 4800Y

KONG OSCAR, TFEM-målinger  
Profil 4800Y, Primærfelt



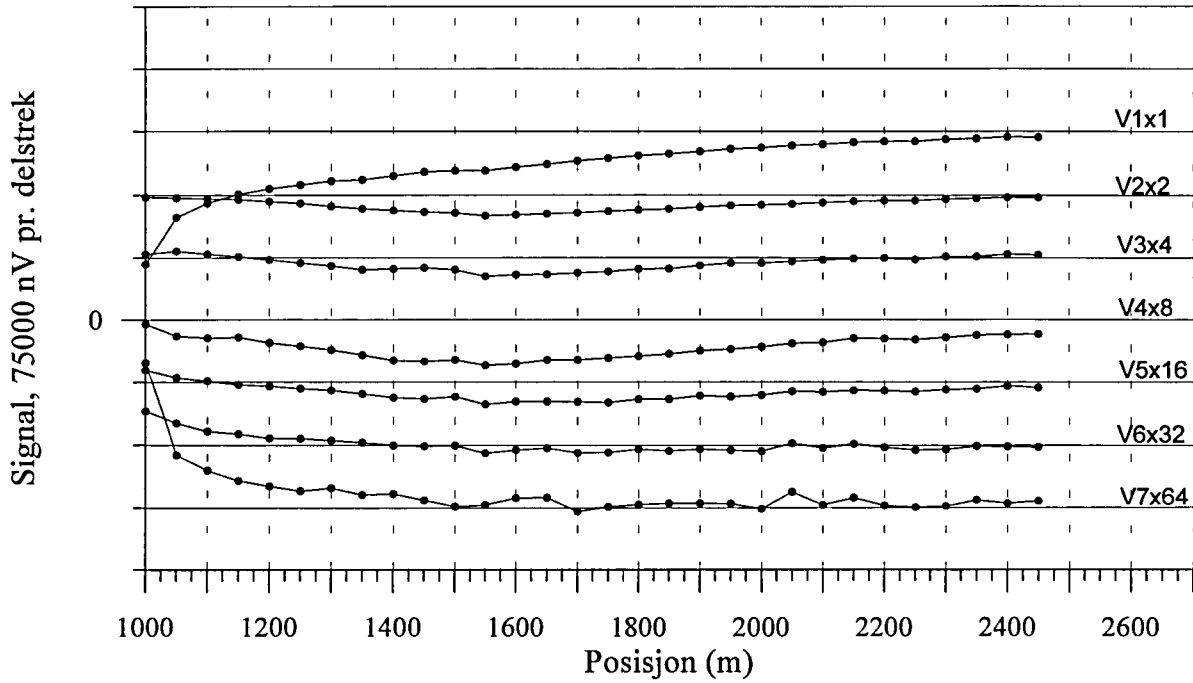
↓ indikert leder

KONG OSCAR, TFEM-målinger  
Profil 4800Y, norm. 25 Hz



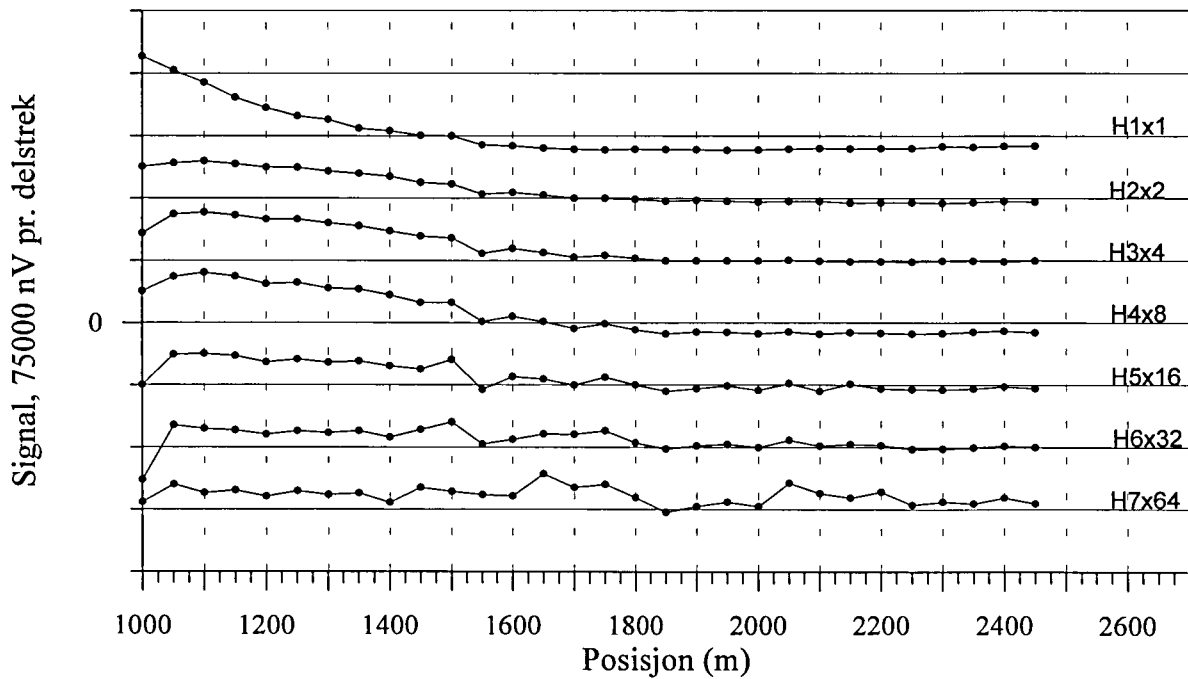
Figur 30b. Normalisert primærfelt og 25 Hz, profil 4800Y

KONG OSCAR, TFEM-målinger  
Profil 5000Y, V1-V7



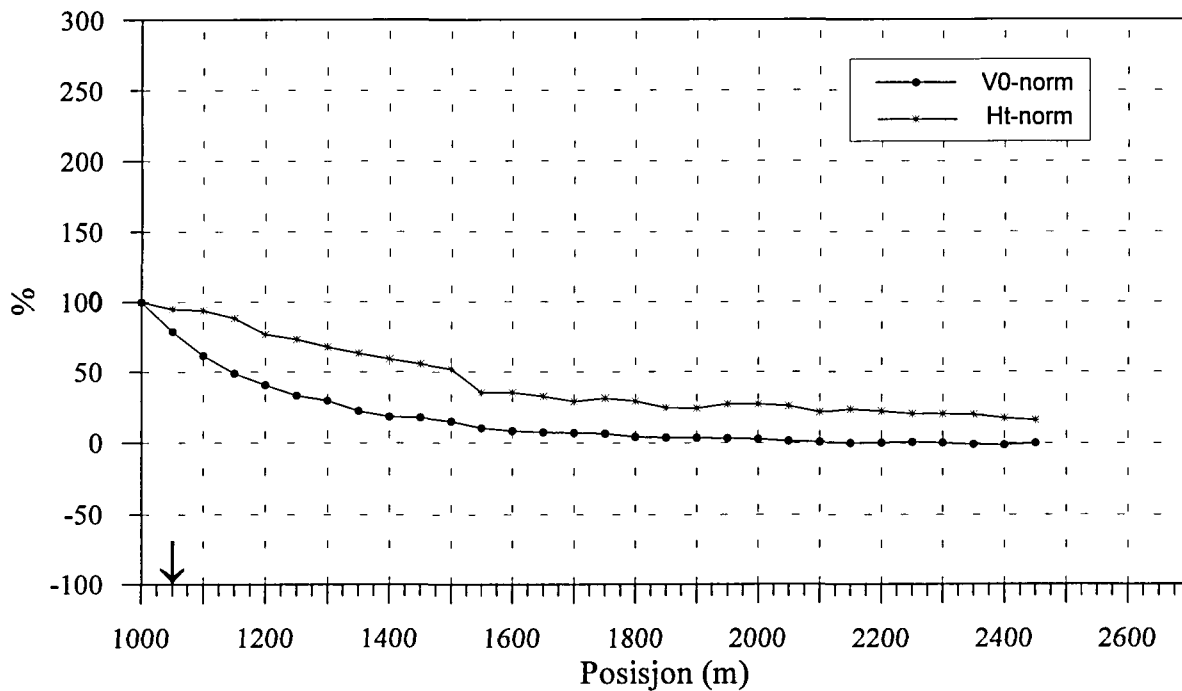
↓ indikert leder

KONG OSCAR, TFEM-målinger  
Profil 5000Y, H1-H7



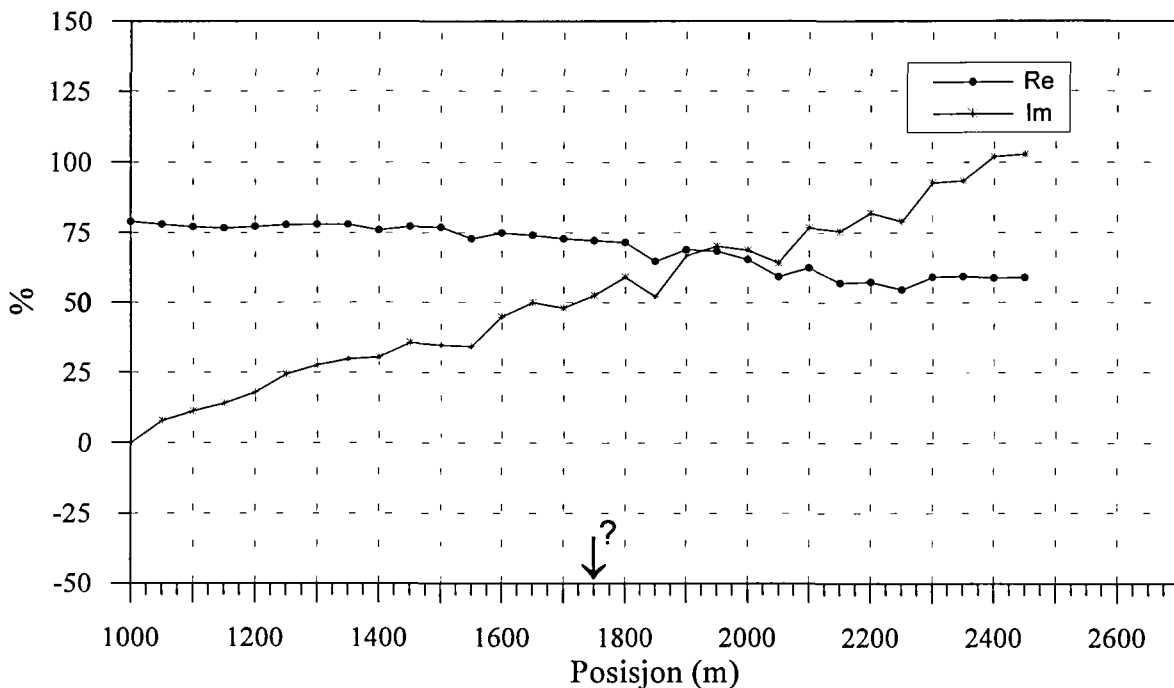
Figur 31a. Vertikal- og horisontalkanaler, profil 5000Y

KONG OSCAR, TFEM-målinger  
Profil 5000Y, Primærfelt



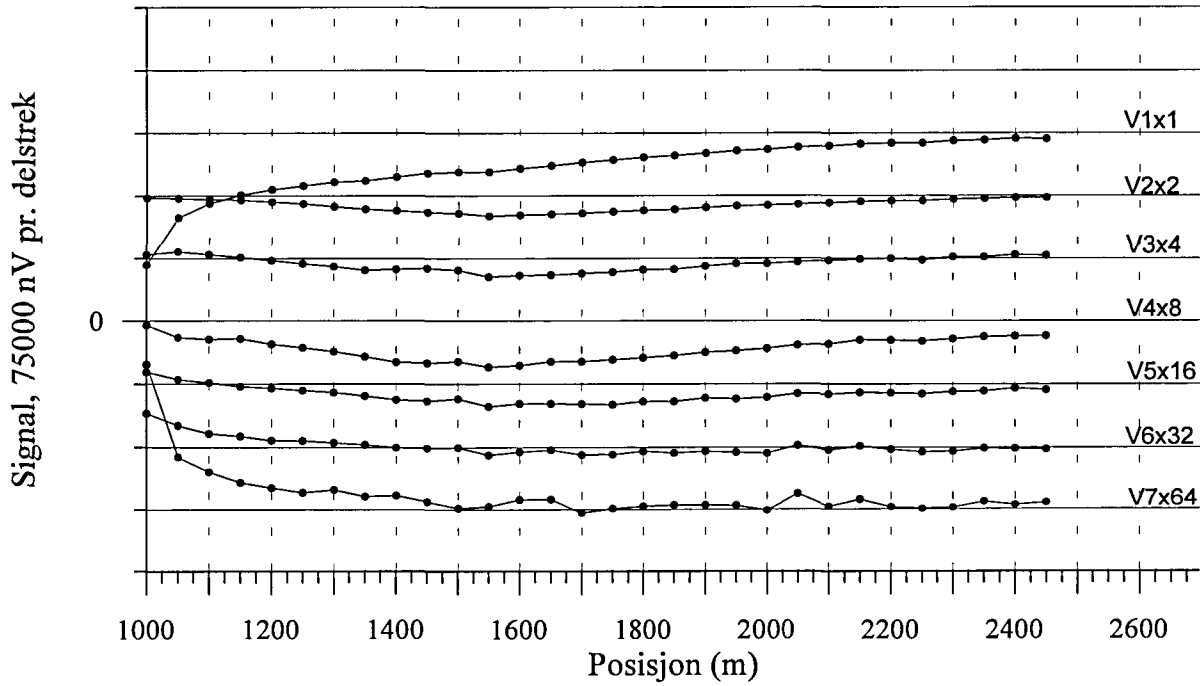
↓ indikert leder

KONG OSCAR, TFEM-målinger  
Profil 5000Y, norm. 25 Hz



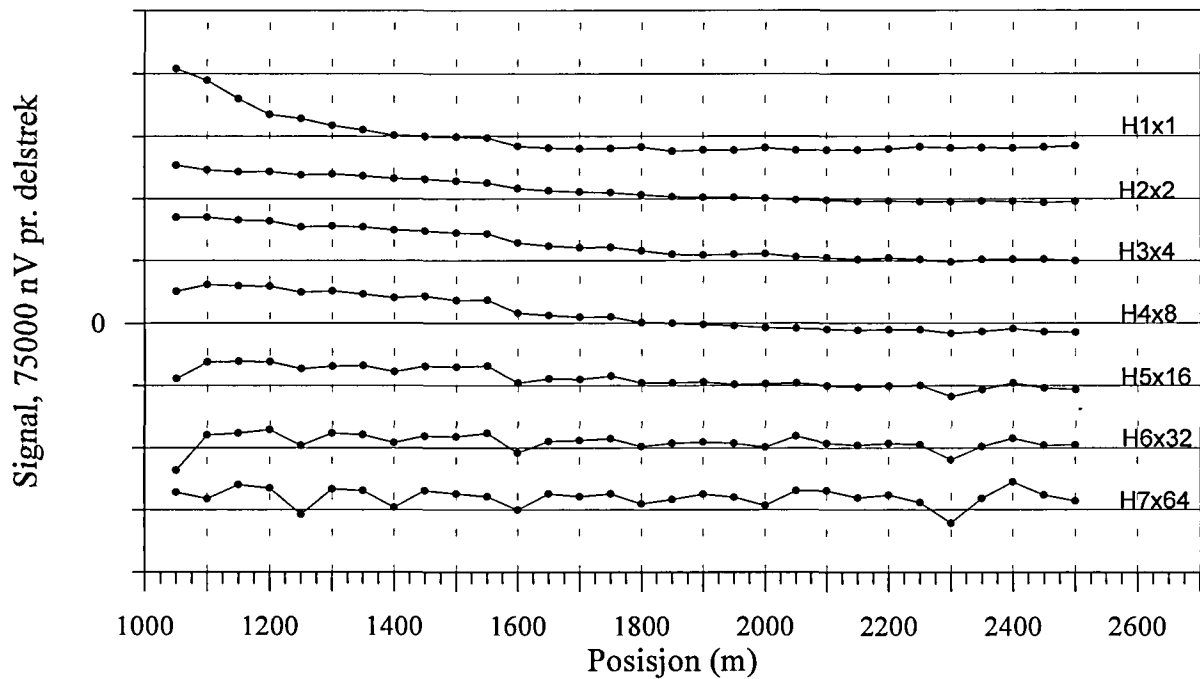
Figur 31b. Normalisert primærfelt og 25 Hz, profil 5000Y

KONG OSCAR, TFEM-målinger  
Profil 5200Y, V1-V7



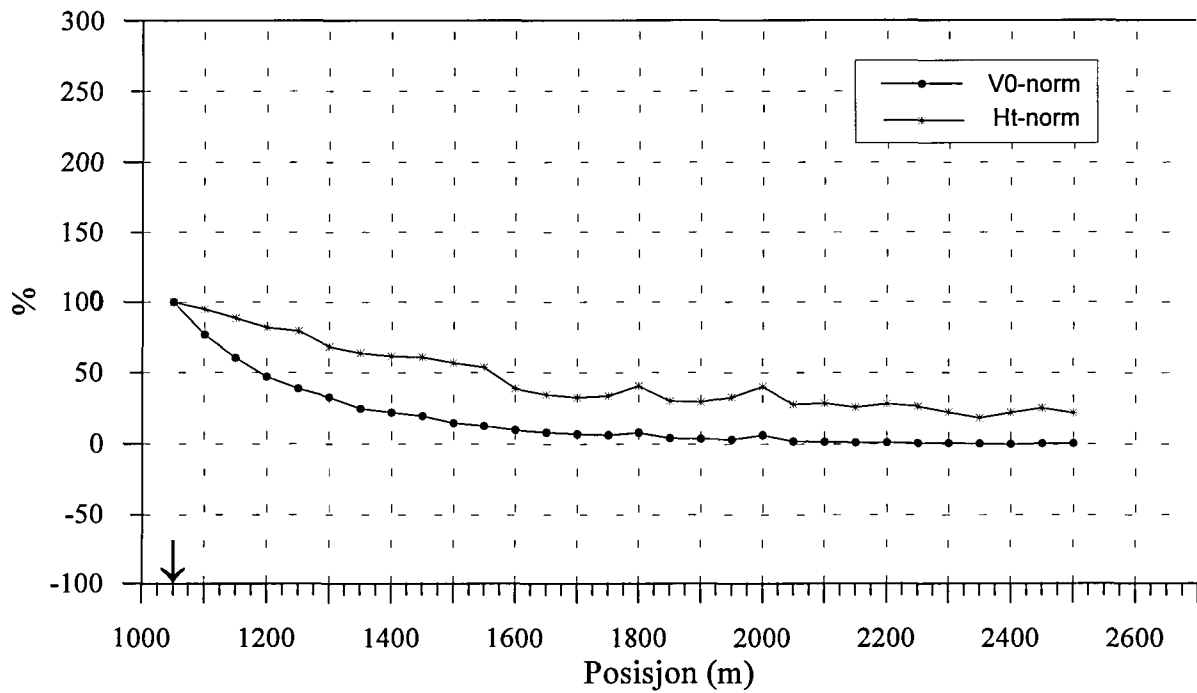
↓ indikert leder

KONG OSCAR, TFEM-målinger  
Profil 5200Y, H1-H7



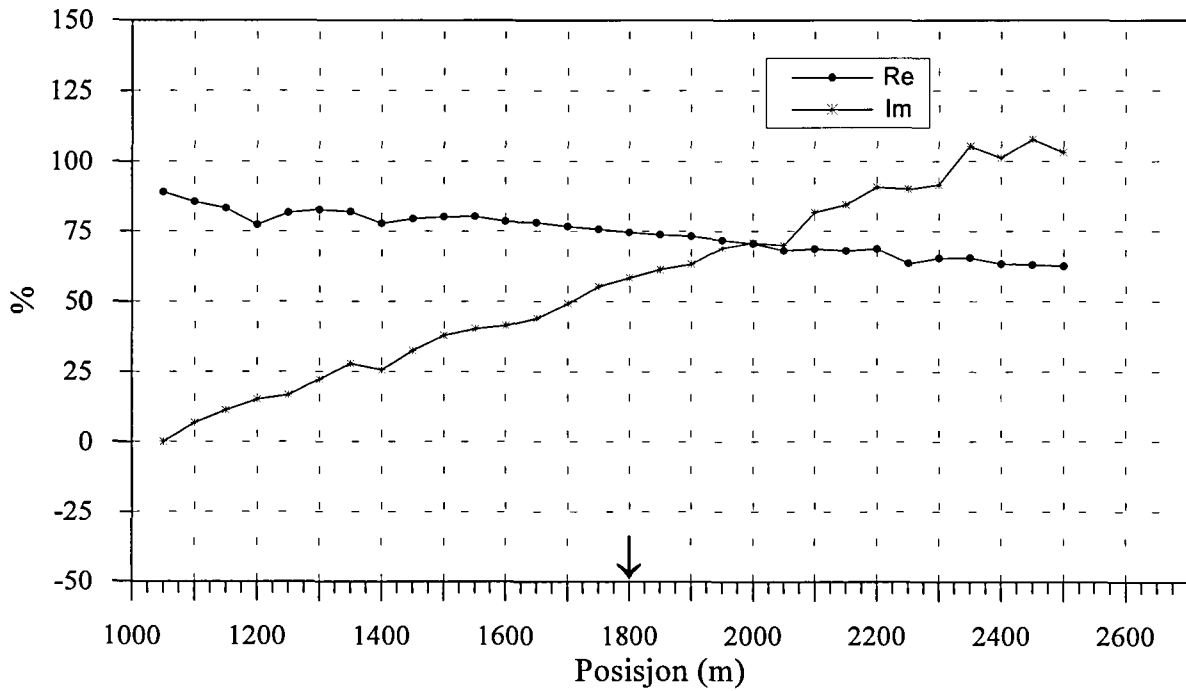
Figur 32a. Vertikal- og horisontalkanaler, profil 5200Y

KONG OSCAR, TFEM-målinger  
Profil 5200Y, Primærfelt



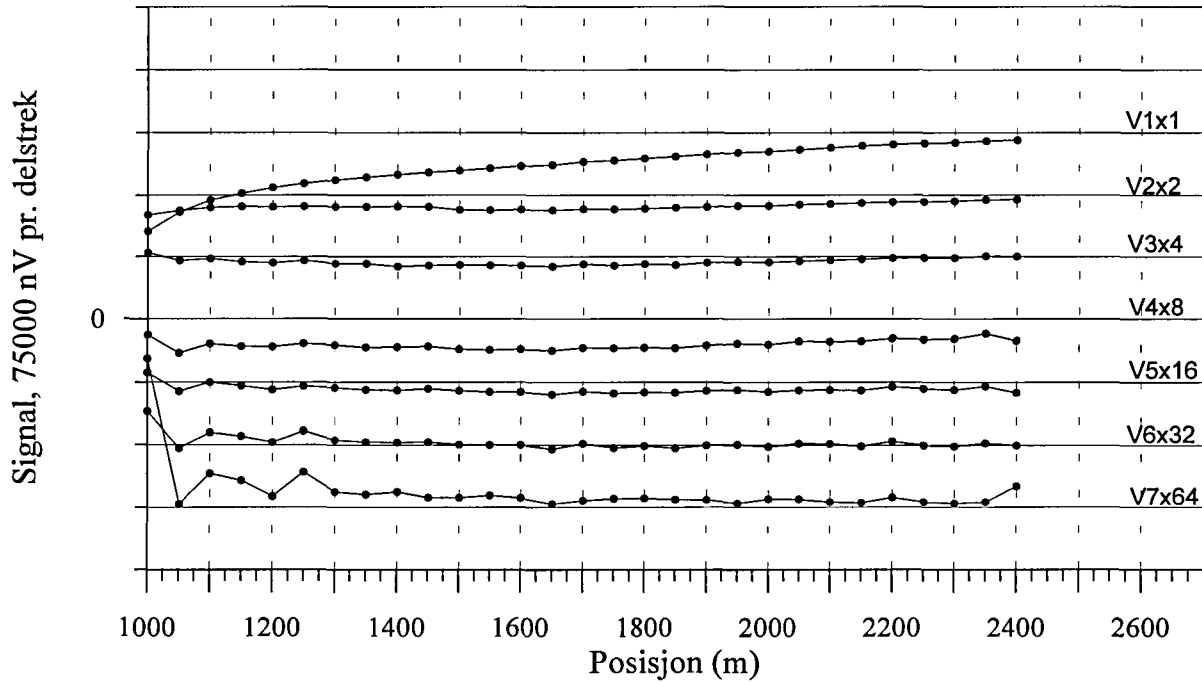
↓ indikert leder

KONG OSCAR, TFEM-målinger  
Profil 5200Y, norm. 25 Hz



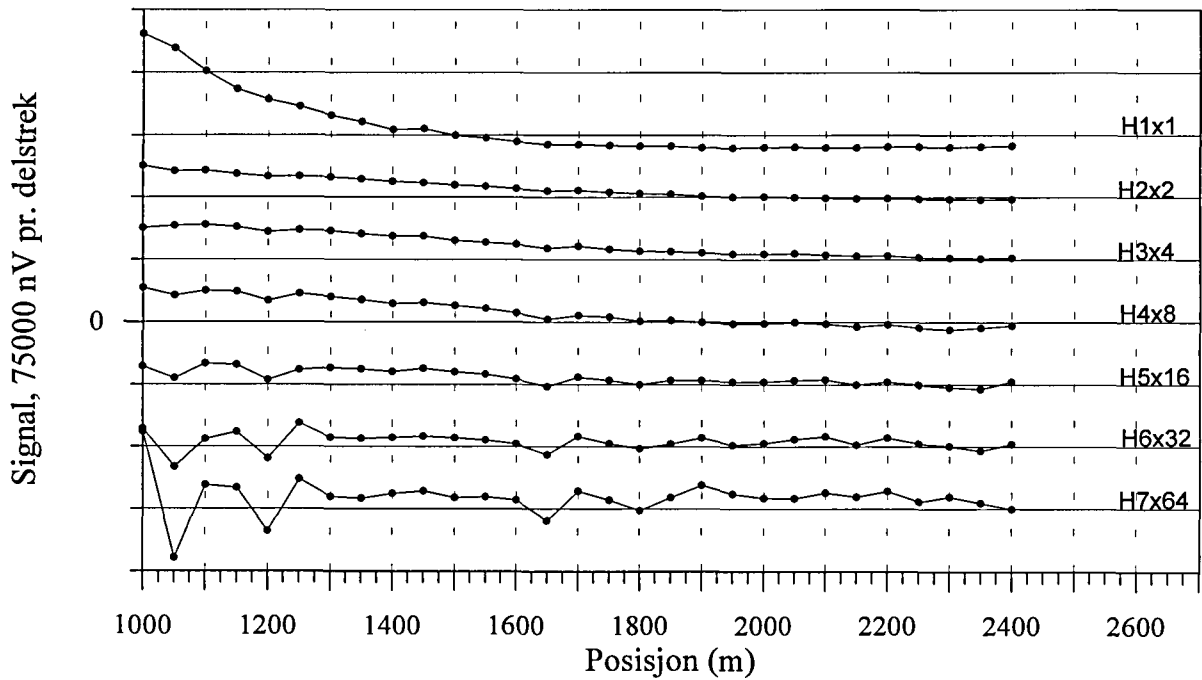
Figur 32b. Normalisert primærfelt og 25 Hz, profil 5200Y

KONG OSCAR, TFEM-målinger  
Profil 5400Y, V1-V7



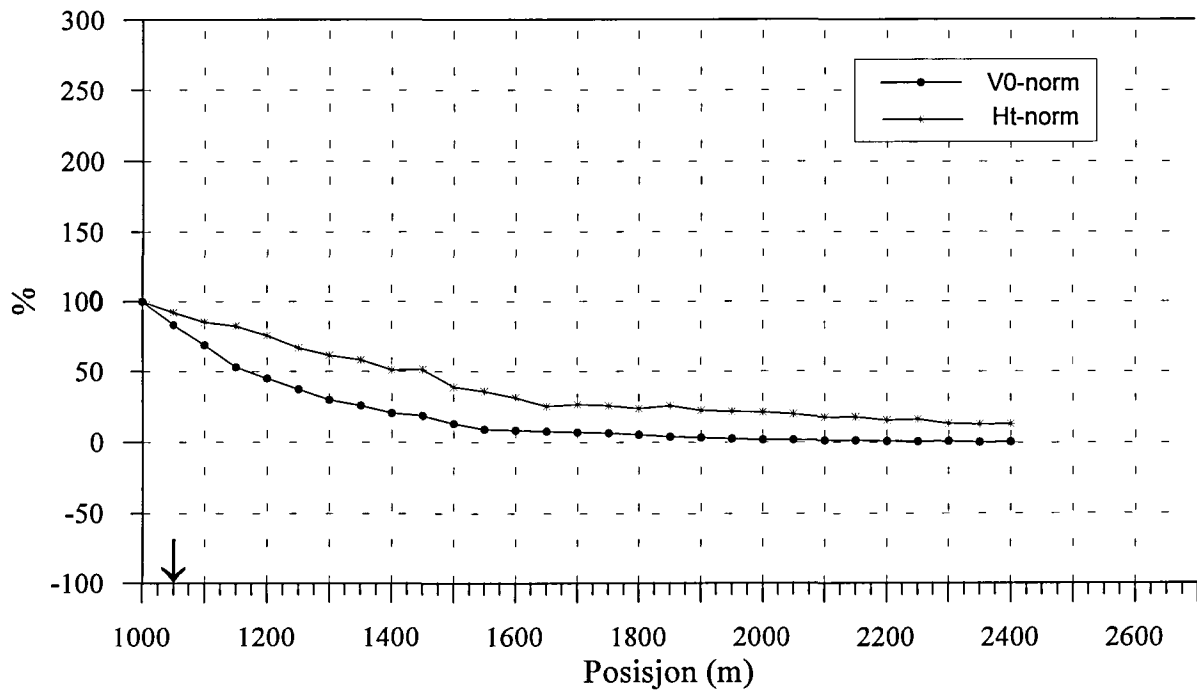
↓ indikert leder

KONG OSCAR, TFEM-målinger  
Profil 5400Y, H1-H7



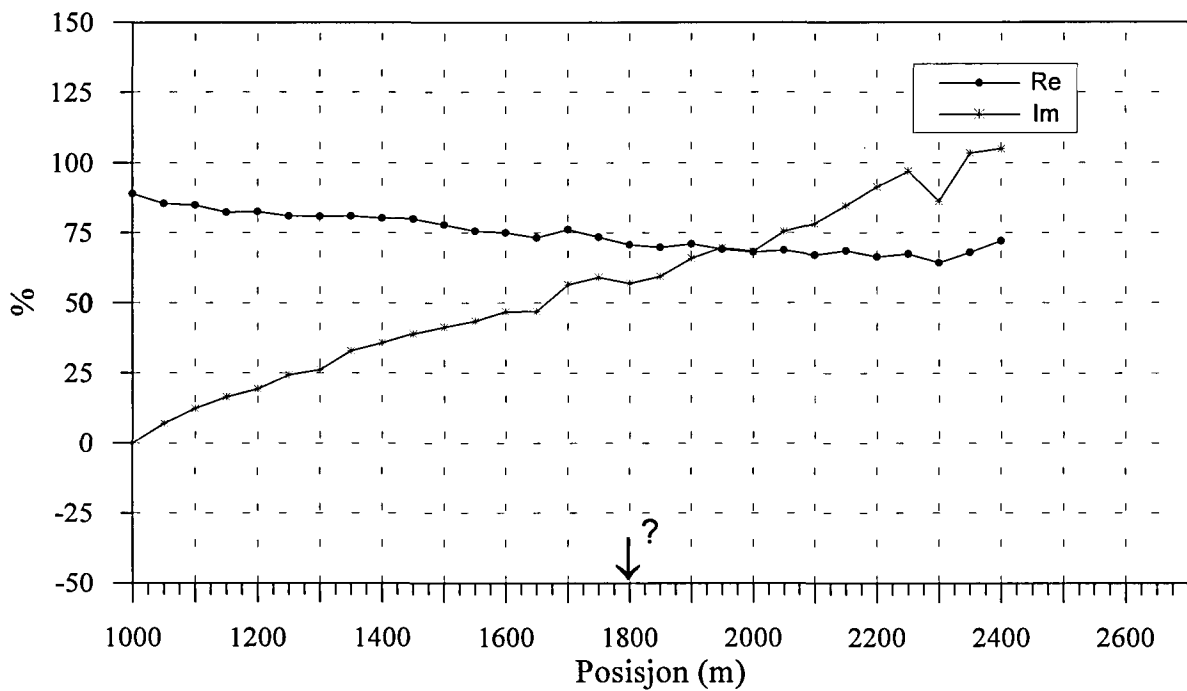
Figur 33a. Vertikal- og horisontalkanaler, profil 5400Y

KONG OSCAR, TFEM-målinger  
Profil 5400Y, Primærfelt



↓ indikert leder

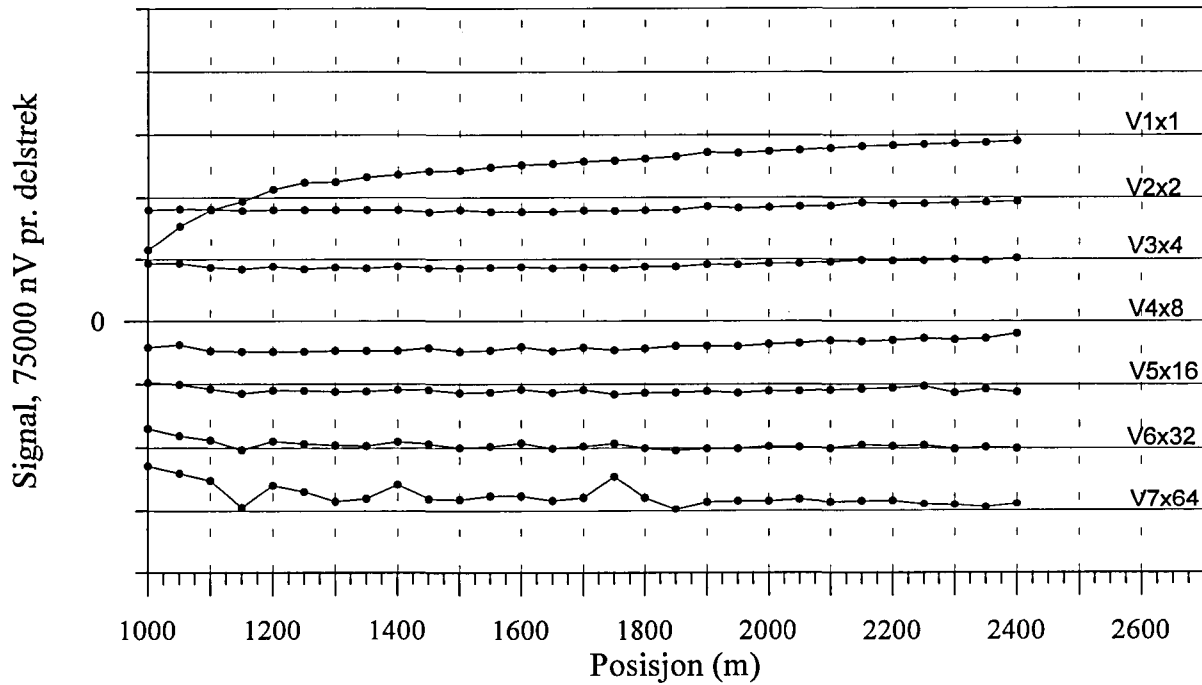
KONG OSCAR, TFEM-målinger  
Profil 5400Y, norm. 25 Hz



Figur 33b. Normalisert primærfelt og 25 Hz, profil 5400Y

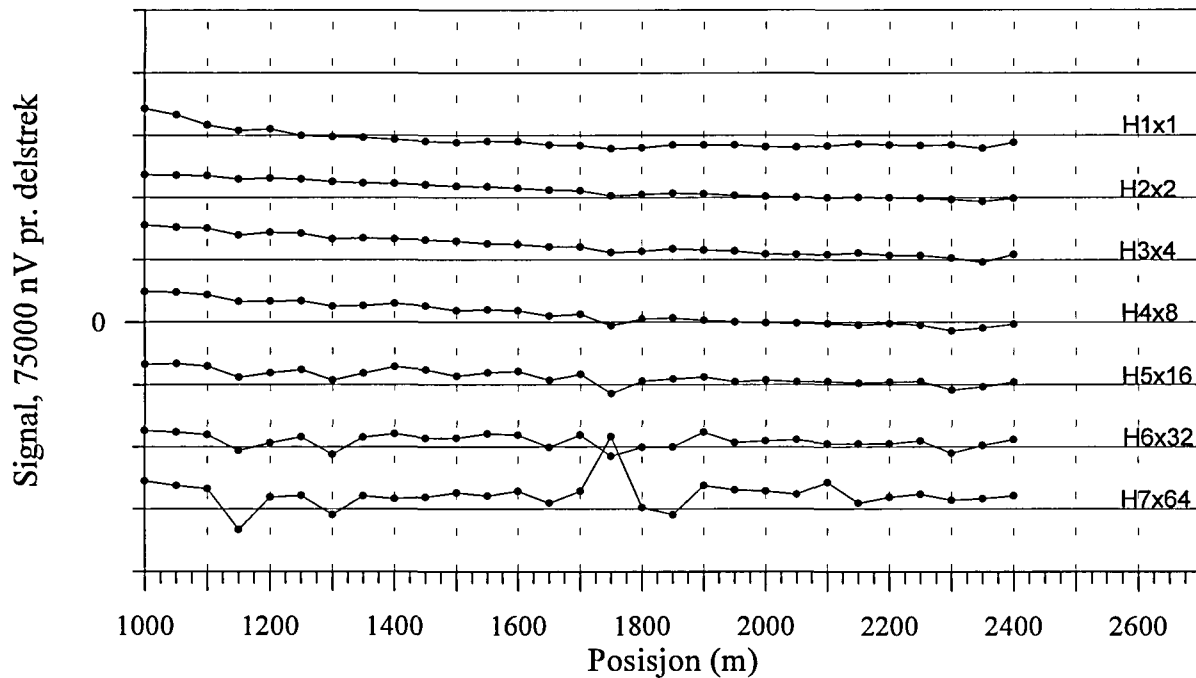


KONG OSCAR, TFEM-målinger  
Profil 5600Y, V1-V7



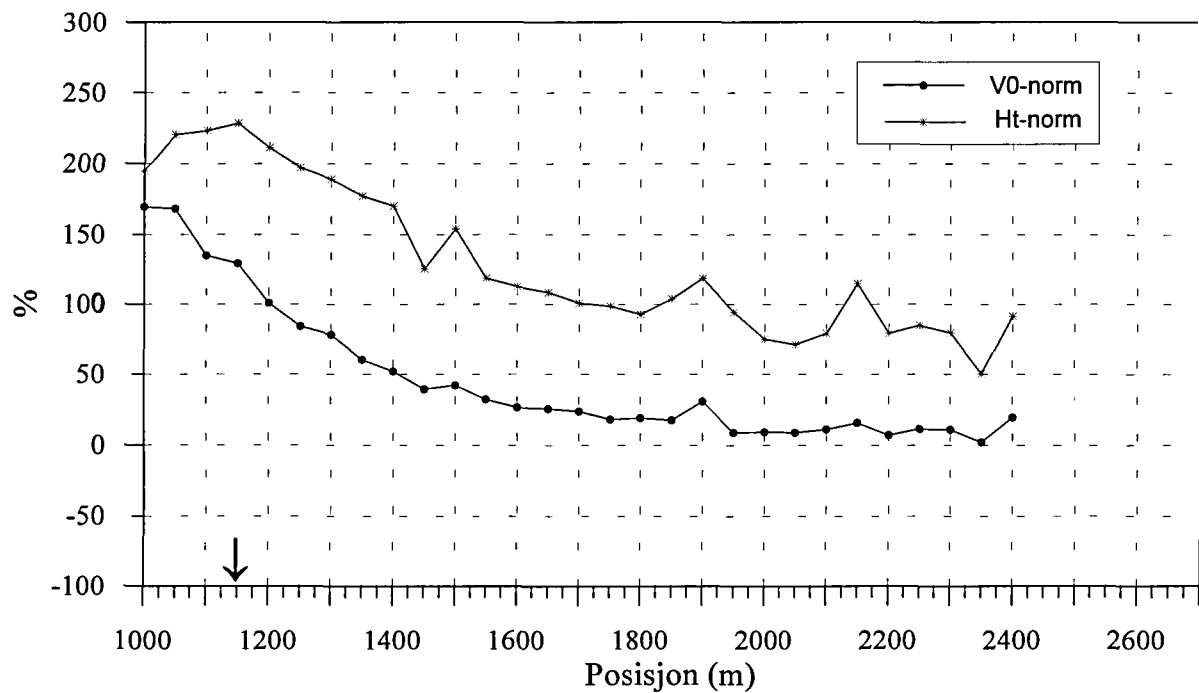
↓ indikert leder

KONG OSCAR, TFEM-målinger  
Profil 5600Y, H1-H7



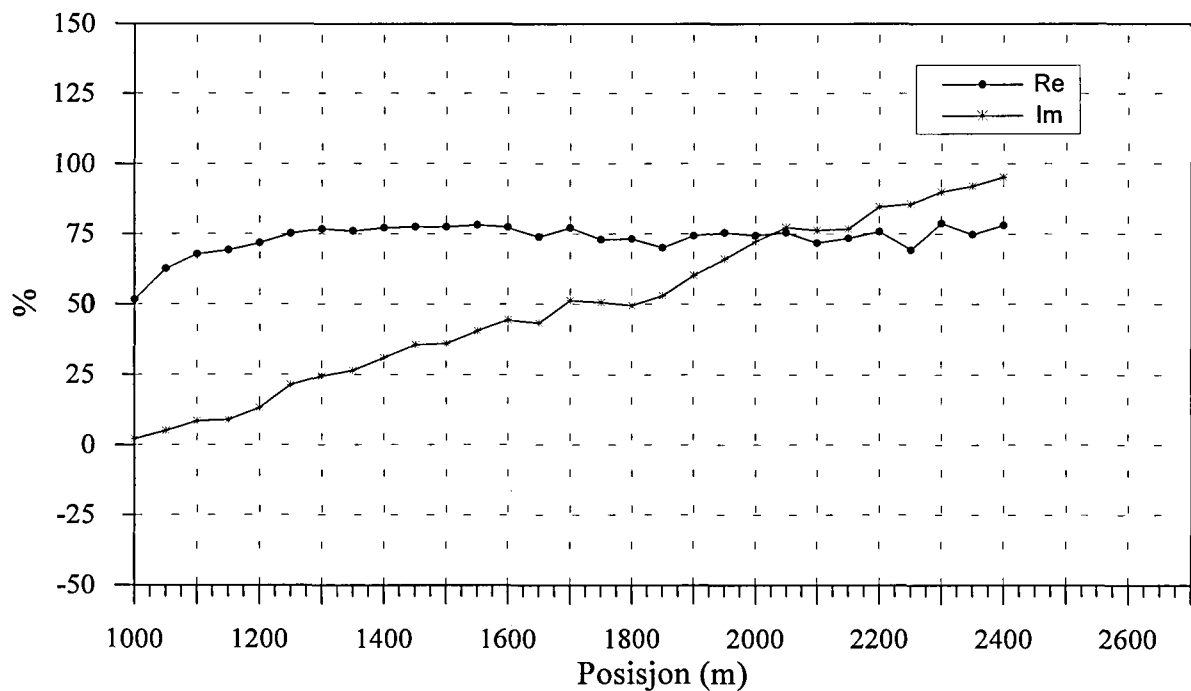
Figur 34a. Vertikal- og horisontalkanaler, profil 5600Y

KONG OSCAR, TFEM-målinger  
Profil 5600Y, Primærfelt



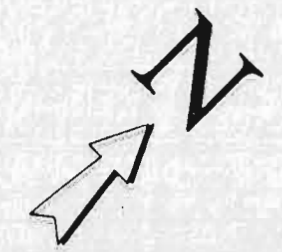
↓ indikert leder

KONG OSCAR, TFEM-målinger  
Profil 5600Y, norm. 25 Hz



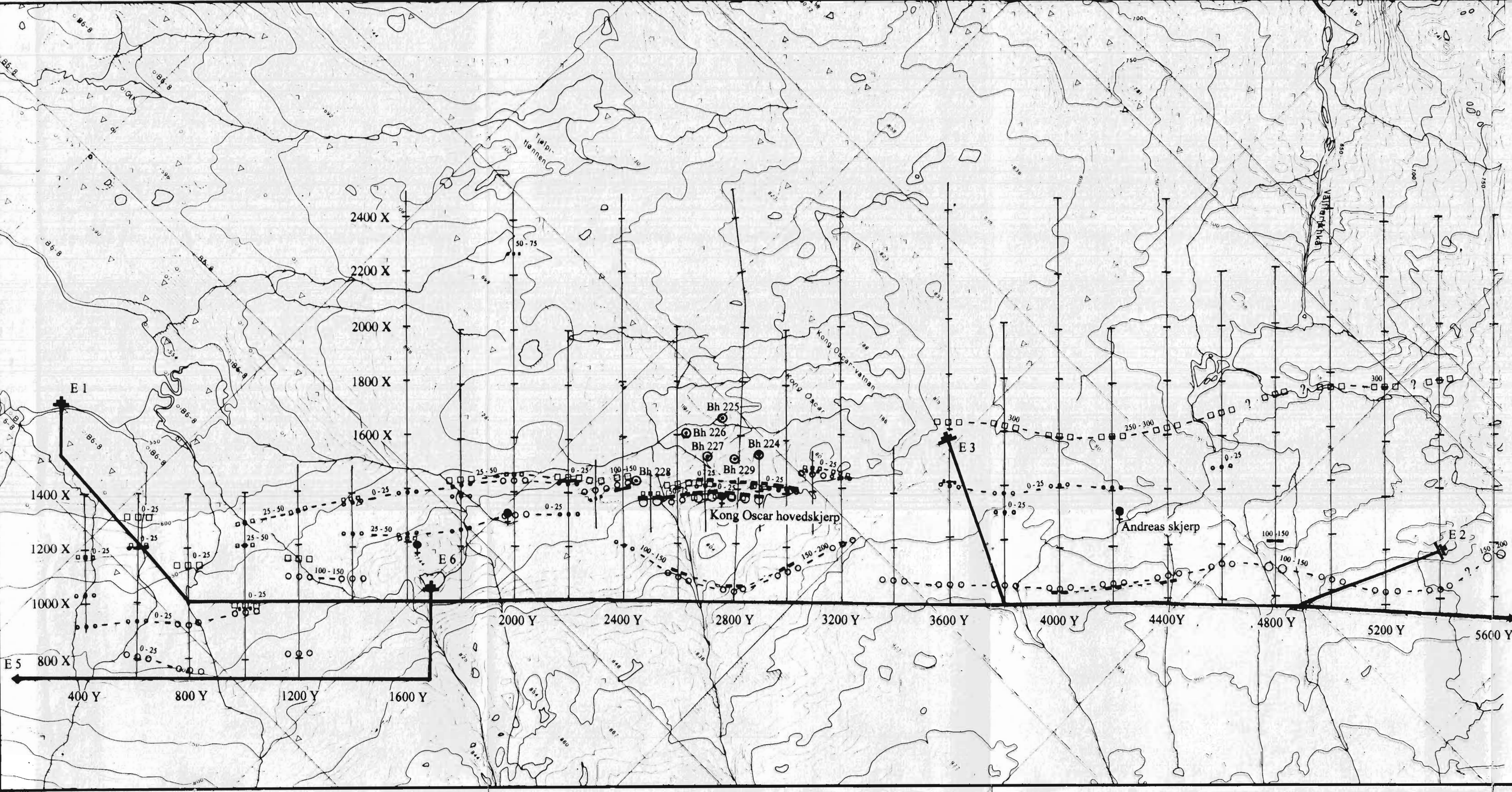
Figur 34b. Normalisert primærfelt og 25 Hz, profil 56400Y





**TEGNFORKLARING**

PRIMÆR-FELT	TIDS-DOMENE	25 Hz	
○ ○	---	□ □	MEGET STERK TFEM-ANOMALI
○ ○	---	□ □	STERK TFEM-ANOMALI
○ ○	---	□ □	SVAK TFEM-ANOMALI
● ● ●	...	□ □ □	MEGET SVAK TFEM-ANOMALI
		0-25	TOLKET DYP TIL LEDER
		+	MÅLTE PROFILER
		—	KABELANLEGG
		⊥	ELEKTRODE
		⊙	BORHULL
		⊕	SKJERP



ELKEM SALTEN TFEM - TOLKNINGSKART <b>KONG OSCAR-FELTET</b> SULITJELMA, FAUSKE, NORDLAND	MÅLESTOKK	MÅLT E.D.	Aug.-Sept. -97
	1 : 10 000	TEGN E.D.	Okt. -96
		TRAC	
	KFR		
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR 97.123-02	KARTBLAD NR 2129 II	