

NGU Rapport 95.001

TFEM-målinger
Annlfjell
Røyrvik, Nord-Trøndelag

Rapport nr. 95.001		ISSN 0800-3416	Gradering: Åpen	
Tittel: TFEM-målinger, Annlifjell, Røyrvik, Nord-Trøndelag				
Forfatter: Harald Elvebakk og Einar Dalsegg		Oppdragsgiver: NGU/Nord-Trøndelag Fylkeskommune		
Fylke: Nord-Trøndelag		Kommune: Røyrvik		
Kartbladnavn (M=1:250.000) Grong		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000) 1924 IV Røyrvik		
Forekomstens navn og koordinater: Annlifjell 4220 71955		Sidetall: 34	Pris: kr 85,-	
Feltarbeid utført: 05.09-20.09. 1994		Rapportdato: 12.01. 1995	Prosjektnr.: 67.2509.47	Ansvarlig: <i>Jean S. Remm</i>
Sammendrag: <p>Det er gjort TFEM-målinger (Tids- og Frekvensdomenet ElektroMagnetiske målinger) i et 4 km² stort område fra Bjørkvatnet mot Annlifjell og Tjierma. Hensikten var å undersøke om kjente tilførselssone-type mineraliseringer i dagen (stringersoner) kunne ha kontakt med større massive sulfidmalmer på dypet.</p> <p>TFEM-målingene, som kan detektere ledere på flere hundre meters dyp, ga ingen nye anomalier, verken grunne eller dype, som kan sies å ha interesse for videre oppfølgende undersøkelser. Tidligere kjente ledere (rustsoner) ble indikert som svake til meget svake ledere og ser ikke ut til å ha noen forbindelse med dype massive sulfidmalmer.</p>				
Emneord:		Elektromagnetisk måling		
Geofysikk				
Sulfid		Fagrapport		

	Side
INNHold	
1 INNLEDNING	4
2 MÅLEMETODE OG UTFØRELSE	5
2.1 TFEM-målinger	5
3 RESULTATER OG TOLKNING	6
3.1 Resultater tidsdomenet	6
3.2 Resultater frekvensdomenet	9
3.3 Resultater primærfeltmålinger, V0 og Htot	9
3.4 Beregning av tidskonstant	10
4 KONKLUSJON	10
5 REFERANSER	11

TEKSTBILAG

Tekstbilag 1: TFEM, metode- og instrumentbeskrivelse

DATABILAG

Databilag 1: Figur 1-8, Profilplott av vertikal- og horisontalkanaler

 Figur 9-12, Profilplott av Re- og Im-komponent, 25 Hz

 Figur 12-16, Profilplott av normalisert primærfelt, V0 og Htot

 Figur 17, Beregning av tidskonstant

TABELLER

Tabell 1 :Observerte anomalier i Annlifjell

KARTBILAG

95.001-01 Oversiktskart

 -02 TFEM tolkningskart

1 INNLEDNING

Som en del av Grongprosjektet har NGU gjort dypgeofysikk i et utvalgt område i Annliffjell - Tjierma (også kalt Kirma) i Røyrvik kommune i Nord-Trøndelag. Målemetoden har vært TFEM (Time and Frequency domain Electro Magnetic). Måleområdet er tegnet inn på oversiktskart, se kartbilag -01. Hensikten med målingene var å undersøke om kjente tilførselssone-type mineraliseringer i dagen (stringersoner) kunne ha kontakt med større massive sulfider på dypet. Grønnsteinene, som stringersonene opptrer i, faller inn under en granittisk intrusjon mot nordvest. Etersom bergartene trolig er invertert og stringersonene har utgående i dagen, var teorien at en eventuell større malmavsetning tilknyttet stringersonene måtte befinne seg på dypet, muligens under intrusjonen. Eneste måten å undersøke dette på, foruten dyr boring, var å bruke dypgeofysikk. På grunnlag av den geologiske modellen ble målingene utført med 400 m profilavstand og 50 m punktavstand.

Helikoptermålinger utført i 1993 (under prosessering) viser ingen nye dagnære anomalier. Deler av området er tidligere undersøkt med elektromagnetiske målinger (Horvath 1943 og 1944). Det er videre gjort VLF-målinger for å kartlegge utgående til kjente kisser (Olesen 1980). NGU har tidligere gjort CP-målinger med jording i noen av de kjente mineraliseringene (Rønning 1982). Det er også foretatt boringer i området. Ingen av de tidligere undersøkelsene har indikert større mineraliseringer av økonomisk interesse, verken grunne eller dype.

Målingene ble utført i tiden 5.09. - 20.09. 1994 av Harald Elvebakk og Einar Dalsegg. Pga. en feil i TFEM-mottakeren (kabelbrudd), ble deler av området målt to ganger. Målingene måtte avsluttes tidligere enn planlagt pga. tidlig vinter og særdeles store nedbørmengder.

2 MÅLEMETODE OG UTFØRELSE

Ved undersøkelsen ble NGUs egenproduserte TFEM-utrustning benyttet. TFEM-målinger gjøres både i tids- og frekvensdomenet.

2.1 TFEM-målinger

En metode- og instrumentsbeskrivelse av TFEM er vedlagt i tekstbilag 1.

Måleområdets totale lengde var 2,8 km. Pga. værforholdene måtte planlagte målinger videre nordøstover mot Tjiermadalen - Austvatnet utsettes. TFEM-målingene ble utført med konduktiv energisering (enkel jordet kabel) med den ene jordingen ved Bjørkvatnet og den andre ved det østligste Tjiermavatnet. Strømstyrken var 1,1 A. Profilavstand var 400 m, profillengde var 1500 m og målepunktavstand var 50 m. Profiler og kabelutlegg er tegnet inn på tolkningskartet, se kartbilag -02. Alle profilene ble stukket med 50 m mellom hver stikke. Det ble ikke stukket egen basislinje. Utgangspunkt for hvert profil var energiseringskabelen.

Pga. en feil i TFEM-mottakeren (kabelbrudd) måtte deler av området måles to ganger. Ved ommålingen av profilene viste det seg at måledata på deler av profilene var beheftet med feil som skyldtes feilkobling i instrumenetet. Feilen kunne korrigeres noe som førte til unødig mye bearbeidingstid. For enkelte kanaler, spesielt primærfeltkanalene H0 og V0 samt frekvensdomenekanalene V8 og V9, var det vanskelig å korrigere data da måleverdiene gikk i "peak" (ut av måleskala). Dette vises særlig i området nær energiseringskabelen hvor målesignalet var sterkt.

3. RESULTATER OG TOLKNING

I det følgende blir resultatene fra målinger i tidsdomenet, frekvensdomenet (25 Hz) og primærfeltkanalene kommentert.

3.1 Resultater, tidsdomenet

Kvalitetsvurdering av TFEM-anomalier er kort beskrevet i metodebeskrivelsen i tekstbilag 1. Ut fra erfaring fra kjente forekomster har en satt følgende grenser for å gradere TFEM-anomalier ved å benytte signalstyrken på 2. horisontalkanal i tidsdomenet.

Meget sterk	> 50 $\mu\text{V/A}$
Sterk	25 - 50 $\mu\text{V/A}$
Svak	10 - 25 $\mu\text{V/A}$
Meget svak	5 - 10 $\mu\text{V/A}$

Ledningsevnen kan vurderes ut fra hvor mange kanaler anomalien kan observeres på.

Meget god	kanal 1 - 7
God	kanal 1 - 5
Dårlig	kanal 1 - 3
Meget dårlig	kanal 1

Alle måledata er vist som profilplott i databilag 1, figur 1 - 16.

Figur 1 - 8 viser profilplott av vertikal- og horisontalfeltkanalene i tidsdomenet. På plottene er hver enkelt kanal plottet med hver sin 0-linje. Skalaen på y-aksen er 75000 nV pr. delstrek (mellom hver 0-linje). Ut for hver kurve vises hvilken faktor målesignalet er multiplisert med. Dette blir gjort for å få alle kanalene opp på samme nivå da målesignalet er mye svakere på de sene kanalene enn på de tidlige.

Generelt kan en si at resultatene fra TFEM-målingene i tidsdomenet ikke viser nye anomalier som kan synes å ha interesse for videre undersøkelser. De anomalier som fremkom blir likevel beskrevet og kommentert som en forklaring til målekurvene.

Tabell 1 viser en oversikt over observerte anomalier med gradering og dybdeangivelse. Ved å bruke graderingskriteriene for styrke og ledningsevne som angitt foran, kan en få anomalier med meget svakt målesignal men med god ledningsevne (kanal 1-5). Dette kan skyldes at lederen har høy spesifikk ledningsevne men er tynn og lite utholdende i lengderetningen eller at lederen ligger dypt. Ved konduktiv energisering (jordet kabel) vil en tynn leder med høy spesifikk ledningsevne også kunne indikeres på de sene kanaler selv om anomalistyrken er lav. Årsaken er trolig at de konduktive strømmene i lederen er dominerende. Dype ledere som indikeres kun på tidlige kanaler, skyldes også en dominans av konduktive strømmer. Tykkelse x ledningsevne (σ -produktet) vil gi en bedre kvalitetsvurdering, men dette er noe vanskelig å beregne ut fra slike målinger. For grunne ledere vil dybdeangivelsen være usikker på grunn av stor punktavstand (50m). Dybdeangivelsen gjelder forøvrig dyp til strømkonsentrasjonen og selve mineraliseringen kan være grunnere.

Tabell 1. Observerte anomalier i Annlifjell

Profil	Koordinat	Signal H2	Kanaler	Anomali- styrke	Lednings- evne	Dyp
1000N	650-700V	6,1 μ V	1 - 4	m.svak	dårlig	25-50 m
1400N	550V	5,4 μ V	1 - 6	m.svak	god	50 m
1800N	350V	13,4 μ V	1 - 6	svak	god	50-74 m
2200N	300V	2,9 μ V	1 - 2	m.svak	dårlig	50 m
2200N	450V	?	1	?	m.dårlig	50 m
2600N	250N	3,2 μ V	1 - 2	m.svak	dårlig	25-50m
2600N	450V	?	1	?	m.dårlig	25-50 m
3000N	650V	2,7 μ V	1 - 2	m.svak	dårlig	350 m
3400N	275V	3,2 μ V	1 - 3	m.svak	dårlig	50

På profil 1000N, figur 1, indikeres en grunn leder ved 650 - 700V. Anomalien er meget svak og lederen har dårlig ledningsevne. Dypet til strømkonsentrasjonen er 25 - 50 m hvilket kan tilsi at lederen går ut i dagen.

På profil 1400N, figur 2, indikeres en tilsvarende meget svak leder (den samme ?) ved 550V.

Anomalien kan observeres til kanal 6 og lederen har god ledningsevne. Dypet er ca 50 m.

På profil 1800N, figur 3, indikeres en god leder ved 350V selv om anomalistyrken betegnes som svak. Lederen observeres meget tydelig til kanal 5, og dypet til strømkonsentrasjonen anslås til 50 - 75 m på kanalene 1, 2 og 3. På kanalene 4 og 5 er det indikerte dyp noe mindre. Lederen er tidligere kjent og kan observeres i dagen som en rustsone.

På profil 2200N, figur 4, indikeres to ledere ved 300V og 450V på kanal V1. Horisontalfeltet gir bare en anomali ved 350V som er meget svak. Ledningsevnen er dårlig, og dypet er ca 50 m. Uregelmessighetene på de første 250 m av profilet skyldes feil på måledata. Uregelmessigheten ved 1350V på kanal 5, 6 og 7 skyldes trolig det samme.

Også på profil 2600N, figur 5, indikeres grunne ledere på kanal V1 ved 250V og 450V. Anomaliene er meget svake og bare lederen ved 250V gir horisontalfeltanomali. Ledningsevnen er dårlig og dypet er 25 - 50 m.

På profil 3000N, figur 6, kan en tolke kurveforløpet til å indikere en dyp leder ved 650V. Kanalene V1 og H1 har sammenfallende anomali. Anomalien er tydelig, men er meget svak. Den kan såvidt observeres på kanal 2. Dypet anslås til 350 m. Det er trolig de konduktive samlestrømmene som gjør det mulig å indikere en såpass dårlig leder på så stort dyp. Det store dypet vil svekke anomalistyrken og det vil bli vanskelig å vurdere ledningsevnen. Det er vanskelig å si hva slags mineralisering anomalien skyldes, men all tidligere erfaring tilsier at det ikke er noen massiv sulfidmalm av interessant størrelse. Et fall på vertikalfeltkurven på de sene kanalene (5, 6 og 7) i begynnelsen av profilet skyldes en kabeleffekt som kan opptre ved måling nær energiseringskabelen.

En meget svak anomali observeres ved 250V på profil 3400N, se figur 7. Anomalien kan observeres på kanal 1 - 3 og har dårlig ledningsevne. Kabeleffekten nær energiseringskabelen vises også på dette profilet. Denne effekten observeres ikke på de vestligste profilene pga. tidligere omtalte feil i mottakeren.

På profil 3800N indikeres ingen ledere i tidsdomenet.

Sammenhengen mellom de ledere som ble indikert er noe usikker da en profilavstand på 400 m ikke gir tilstrekkelig sikkerhet til å si at de indikerte grunne lederne er sammenhengende. Anomalien på de tre vestligste profilene stemmer imidlertid bra med en kjent sammenhengende rustsone (muntlig A. Reinsbakken). Detaljundersøkelser på denne viser at mineraliseringen er brutt opp i flere elektrisk adskilte kropper (Rønning 1982).

3.2 Resultater, frekvensdomenet 25 Hz

Pga. at meget gode ledere kan oversees ved tidsdomenemålingene gjøres også målinger i frekvensdomenet på 25 Hz som er grunnfrekvensen i de strømpulsene som sendes ut. En så lav frekvens kan være meget godt egnet til å detektere dype gode ledere dersom måleforholdene ligger til rette for det. Målingene i frekvensdomenet på 25 Hz viser ingen anomalier av interesse.

Figur 9 - 12 viser normalisert reell- og imaginærkomponent av vertikalfeltet. Store variasjoner i måledata kan skyldes den tidligere omtalte feilen med instrumentet. Det synes som om kurvene er "roligere" på profil 3000N og 3400N hvor feilen var utbedret. En annen årsak kan være den lave frekvensen i seg selv. Det kan være meget vanskelig å få stabile avlesninger på en så lav frekvens under ugunstige måleforhold som f.eks. i sterk vind. Dette kan reduseres ved å stille strengere krav til måledata, noe som vil redusere produksjonshastigheten.

De unormale verdiene i starten på profil 1000N, figur 9, skyldes feil på måledata. Den samme feilen har påvirket data også i starten på profilene 1400N, 1800N og 2200N. På profil 2600N mangler data fra 50V - 700V pga. strømbrudd. Den indikerte dypanomalien ved 650V på profil 3000N i tidsdomenet indikeres ikke i frekvensdomenet, og bekrefter at lederen har dårlig ledningsevne.

3.3 Resultater, primærfeltmålinger, V0 og Htot.

Figur 13 - 16 viser normalisert vertikalkomponent, V0-norm, og normalisert totalfelt, Ht-norm, av primærfeltet beregnet ved hjelp av kanalene H0 og V0. Figur 13 viser de unormaliserte verdiene av H0 og V0 for profil 1000N. En ukjent feil med datafilen stoppet normaliseringsprogrammet. En grunn leder indikeres ved 675 - 700N. Uregelmessigheten de første 300 m skyldes feil med måledata.

På de øvrige profiler viser V0-norm og Ht-norm de samme ledere som ble indikert i tidsdomenet. Den usikre dypindikasjonen på profil 3000N indikeres noe lenger øst ved 425 - 450V. Den kan her tolkes til å ligge på ca 200 m dyp. Med en tidsdomeneanomali på 350 m dyp ved 650 V tilsvarer dette et fall vestover dersom det er samme lederen som indikeres. På profil 3800N, figur 16, indikeres to nye ledere ved 650V og 800V som ikke kommer frem på tidsdomenemålingene. Dypet er 50 - 75 m.

3.4 Beregning av tidskonstant

For å få en bedre vurdering av kvaliteten til en leder kan en beregne tidskonstanten, se metodebeskrivelse, tekstbilag 1. Figur 17 viser plott av målesignal (μV) mot måletidspunkt (ms) for horisontalanomalien på profil 1800N. Dette var den sterkeste anomalien som ble indikert. Måletidspunktet er det tidspunkt etter strømbrudd hvor de forskjellige kanalene måles. Et sterkt fall på en slik kurve viser at anomalien dør raskt ut, hvilket betyr dårlig ledningsevne. Når kurven har tilnærmet lineært fall, skyldes anomalien strømmer som går hovedsakelig i lederen, og er lite påvirket av strømmer i de omliggende bergarter. Jo flatere kurven er i den lineære delen, jo større er tidskonstanten og jo bedre er ledningsevnen. Tidskonstanten beregnes etter formelen:

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

t_n er måletidspunkt for kanal n og H_n er målesignal for kanal n. Fra figur 17 er T beregnet mellom kanal 5 og 6 til å bli 1,03 ms. Denne verdien er liten i forhold til beregnede tidskonstanter over kjente kisforekomster hvor T er i størrelsen 2 - 4 ms (Gjersvik, Joma, Bidjovagge). Det er ikke foretatt beregning av tidskonstanter for de øvrige anomalier da signalene er for svake og dør raskt ut.

4 KONKLUSJON

Elektromagnetiske målinger i tids- og frekvensdomenet i området Bjørkvatnet - Annliffjell - Tjierma har ikke gitt indikasjoner på nye interessante ledere som kan skyldes massive sulfidmalmer. Målingene har foregått i geologisk interessante områder med potensial for massive sulfider, og var et ledd i de oppfølgende undersøkelser i Grongprosjektet. Slike målinger, som kan detektere massive sulfidmalmer på flere hundre meters dyp, vil være meget viktig å utføre i utvalgte områder med stort malmpotensial.

5 REFERANSER

- Horvath, O. 1943: Bericht über geoelektrische Untersuchungen im Bezirk GRONGDISTRIKT, Norwegen. Gesellschaft für praktische Lagerstättenforschung, G.m.b.H., Berlin W8
Rapport nr. 4212.
- Horvath, O. 1944: Bericht über geoelektrische Untersuchung im Grong-Distrikt (Norwegen). Gammel Ann Lia, Bjørkvasselv. Gesellschaft für praktische Lagerstättenforschung G.m.b.H., Berlin W 8.
- Olesen, O. 1980: Oppfølging av områder med malmpotensial i Grongfeltet. *Diplomoppgave, Bergavdelingen NTH, Trondheim 1980.*
- Rønning, J.S. 1982: CP-målinger ved Annlifjell, Røyrvik, Nord-Trøndelag. *NGU Rapport 1912.*

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 tidskanaler (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 strømbrudd (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 strømfor- syning 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:

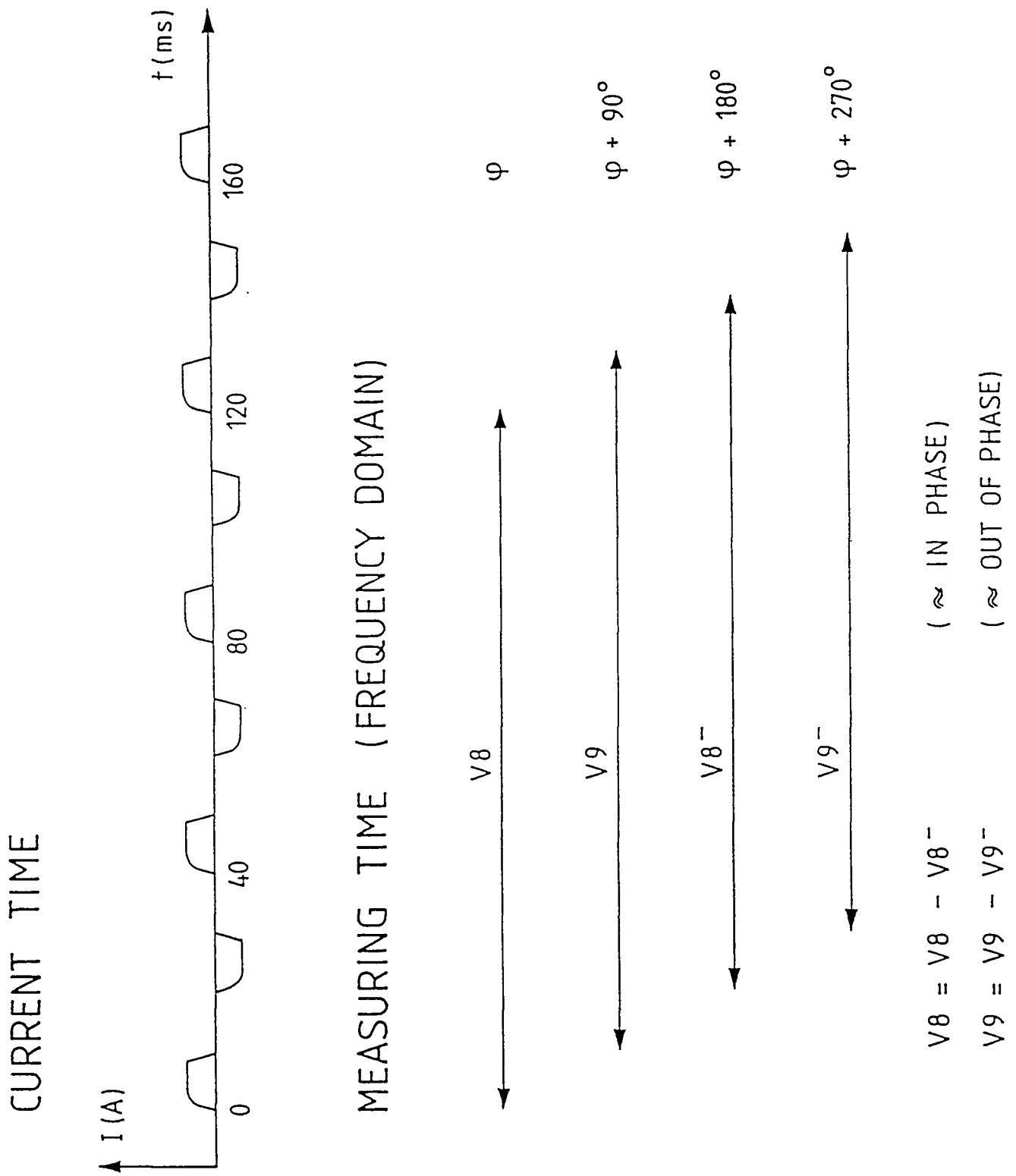
- stiller inn forsterkning i forhold til signalnivå
- kontrollerer og viser måledata
- utfører statistiske beregninger under måling
- utfører instruksjer gitt av operatøren
- behandler "overflows"
- lagrer data i bobleminne
- overfører data til PC

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.

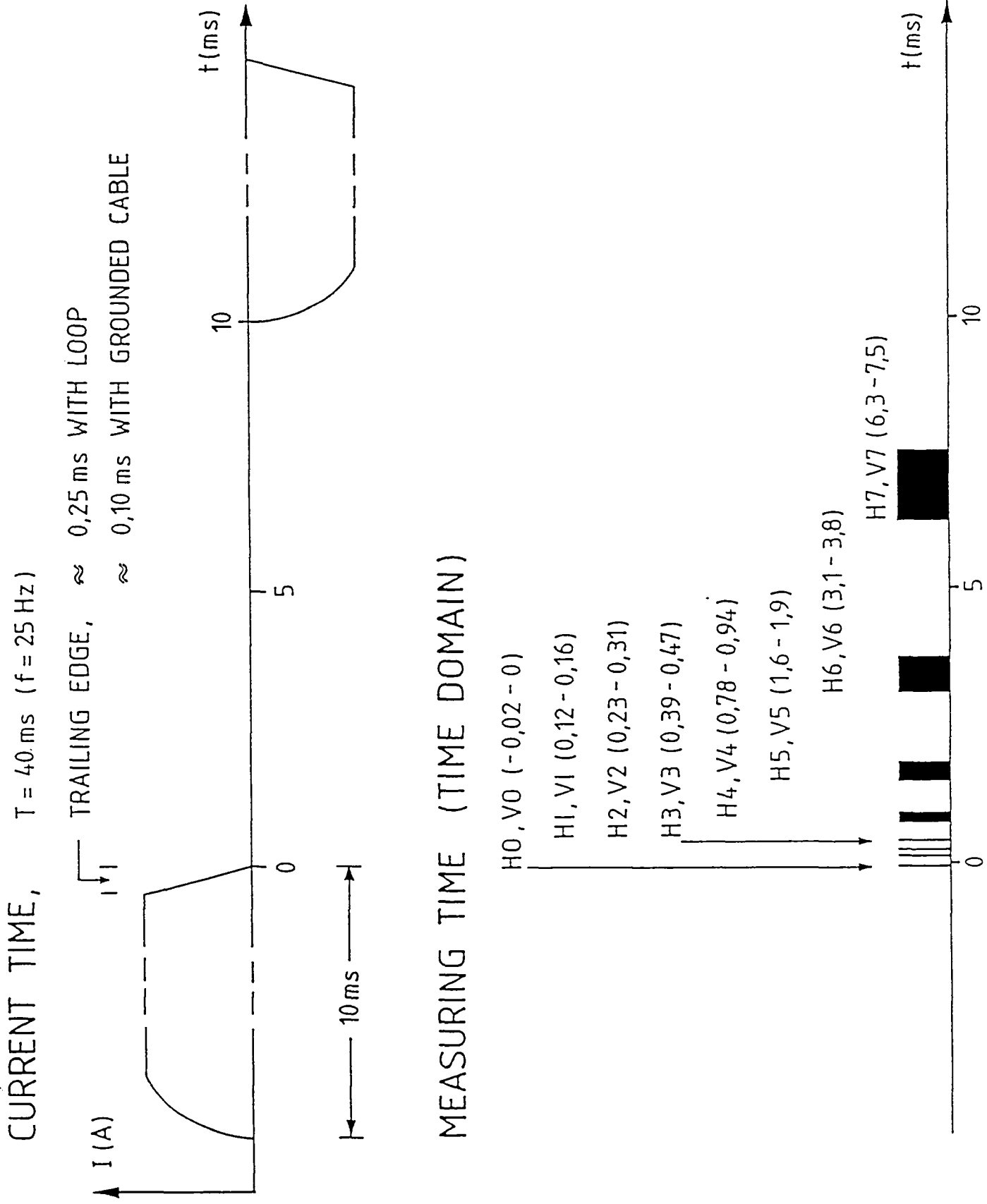
Instrumentet måler 8 vertikale og 8 horisontale kanaler (medregnet kanal 0) i tidsdomenet. Svært gode ledere kan bli oversett ved transientmålinger, og for å gardere seg mot dette måles 2 vertikalkanaler ved 25 Hz i frekvensdomenet. Figur B1 viser strømforløpet ut fra sender og hvordan de 16 tidskanalene 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:

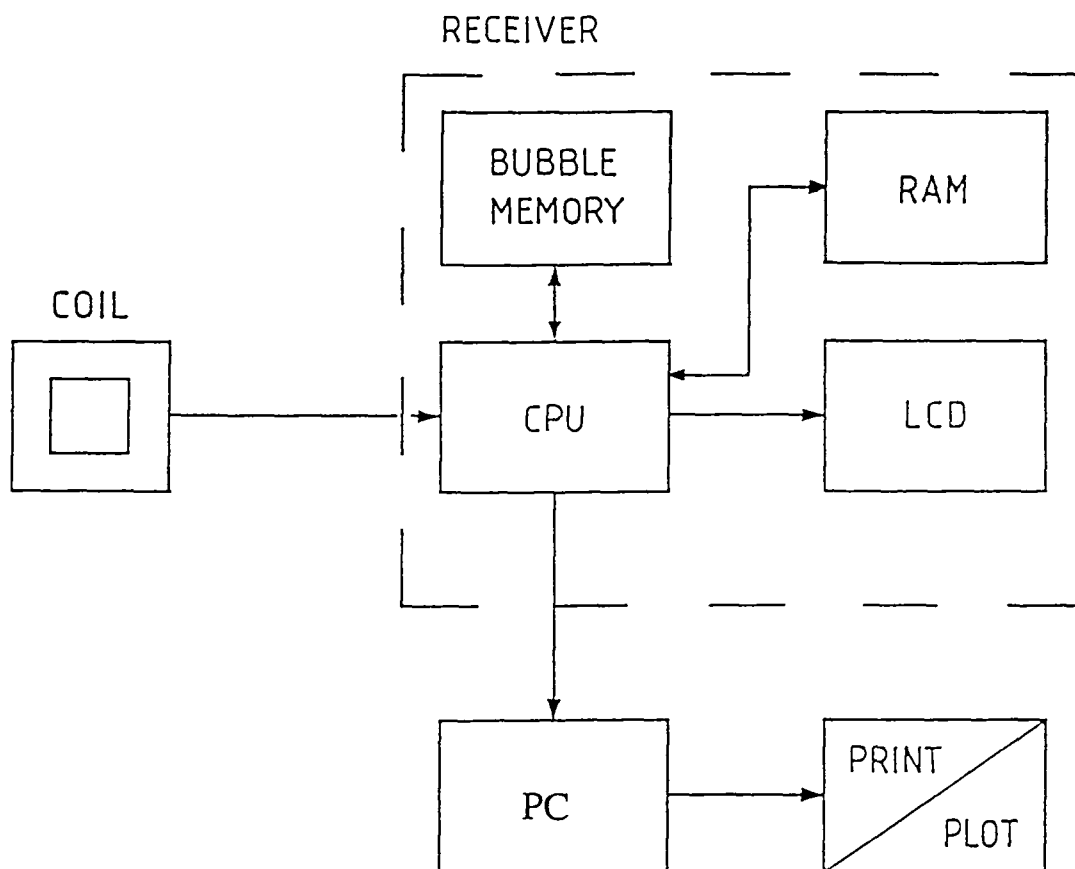
- middelvei i 18 kanaler
- usikkerhet i 18 kanaler
- forsterkningskode i 18 kanaler
- antall målesykluser
- informasjon om "overflows"
- tid (måned, dato, time, minutt, sekund)
- koordinater (X,Y)
- senderparametre (strømstyrke, sløyfestørrelse m.m)



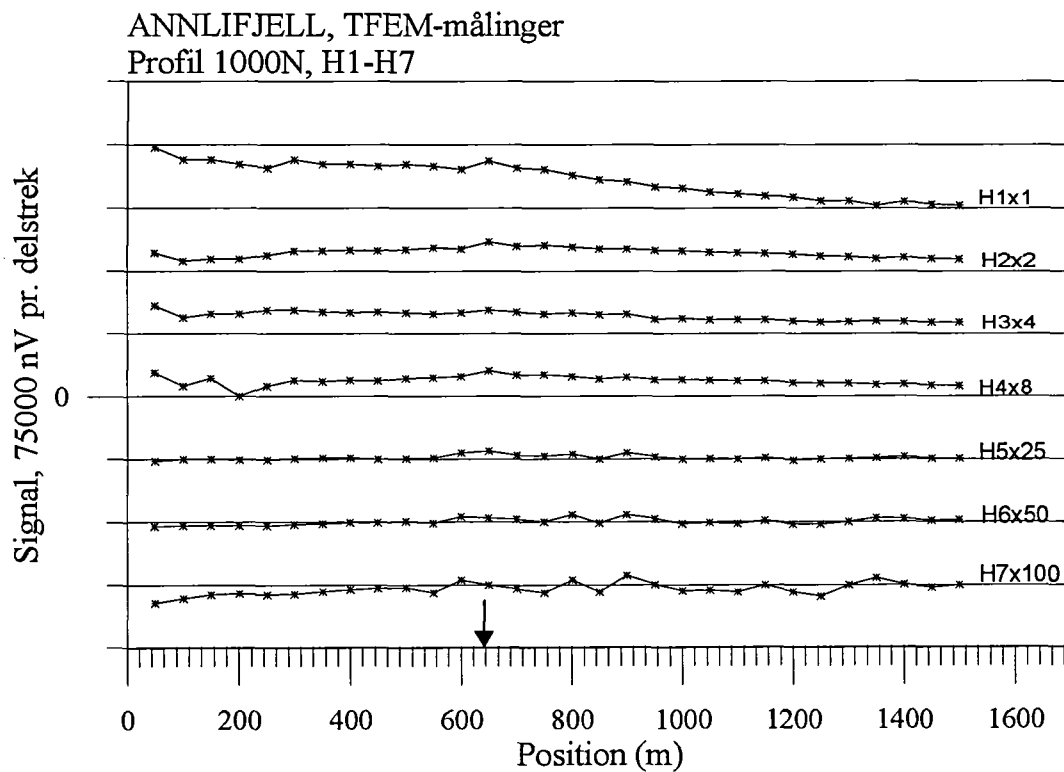
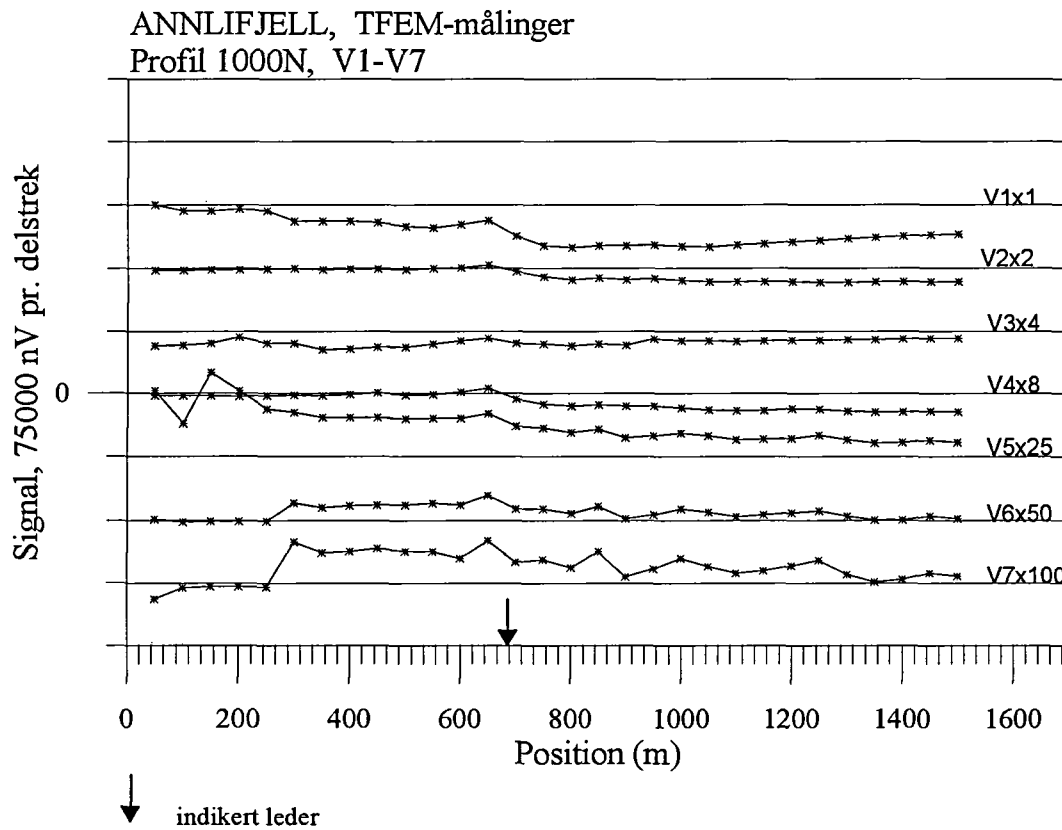
Figur B2. Strømførlop og måletidspunkt for frekvensdomenekanalene



Figur B1. Strømførløp og måletidspunkt for tidsdomenekanalene

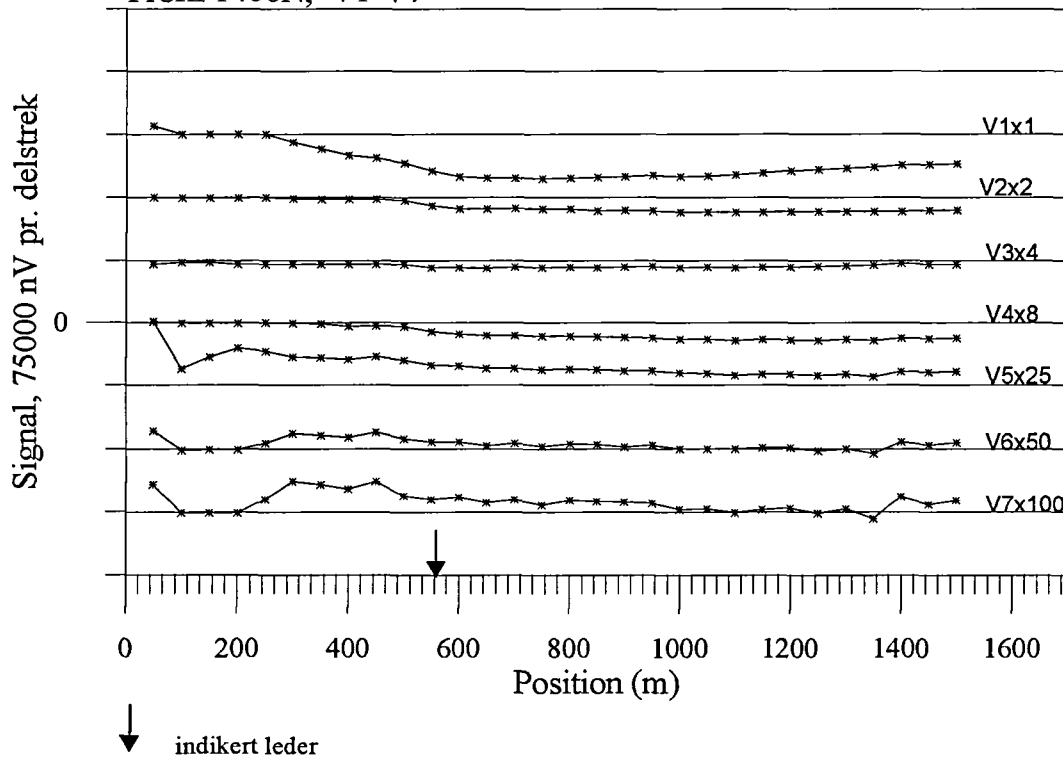


Figur B3. Flytskjema for måleprosessen ved TFEM-målinger

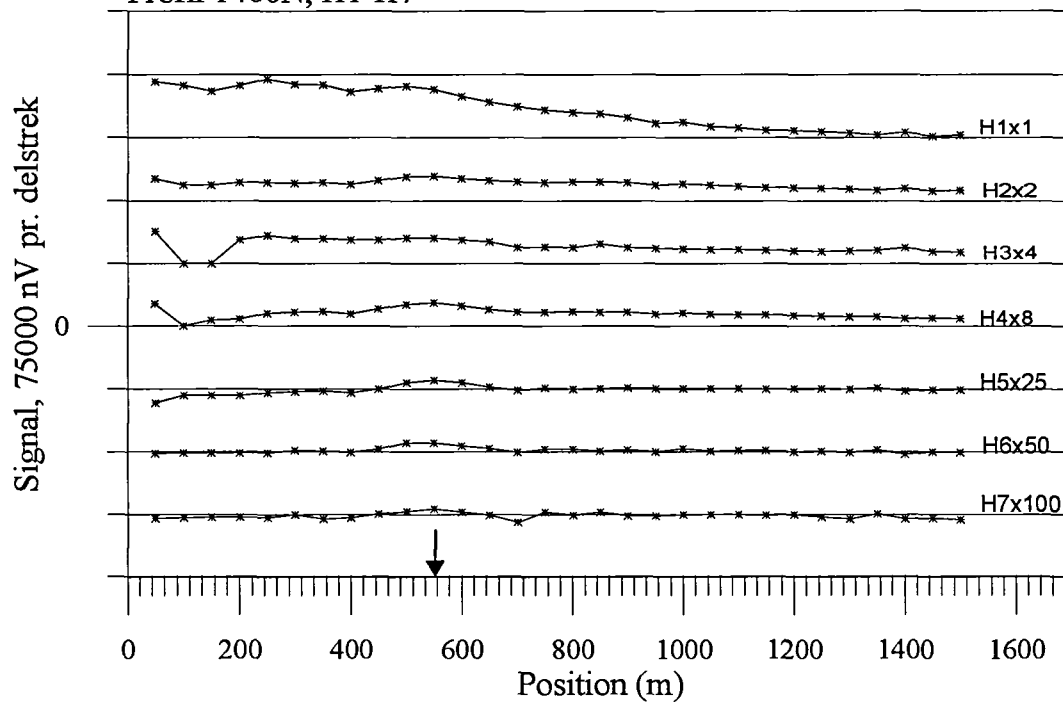


Figur 1. Vertikal og horisontalkanaler profil 1000N

ANNLIFJELL, TFEM-målinger
Profil 1400N, V1-V7

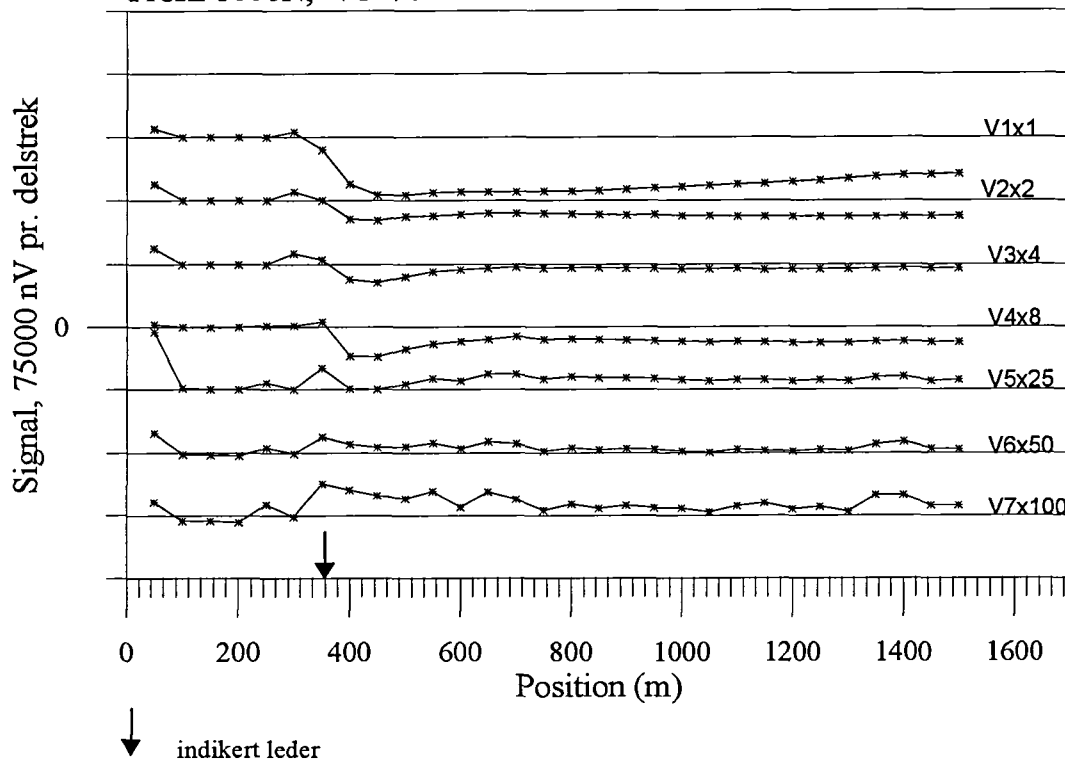


ANNLIFJELL, TFEM-målinger
Profil 1400N, H1-H7

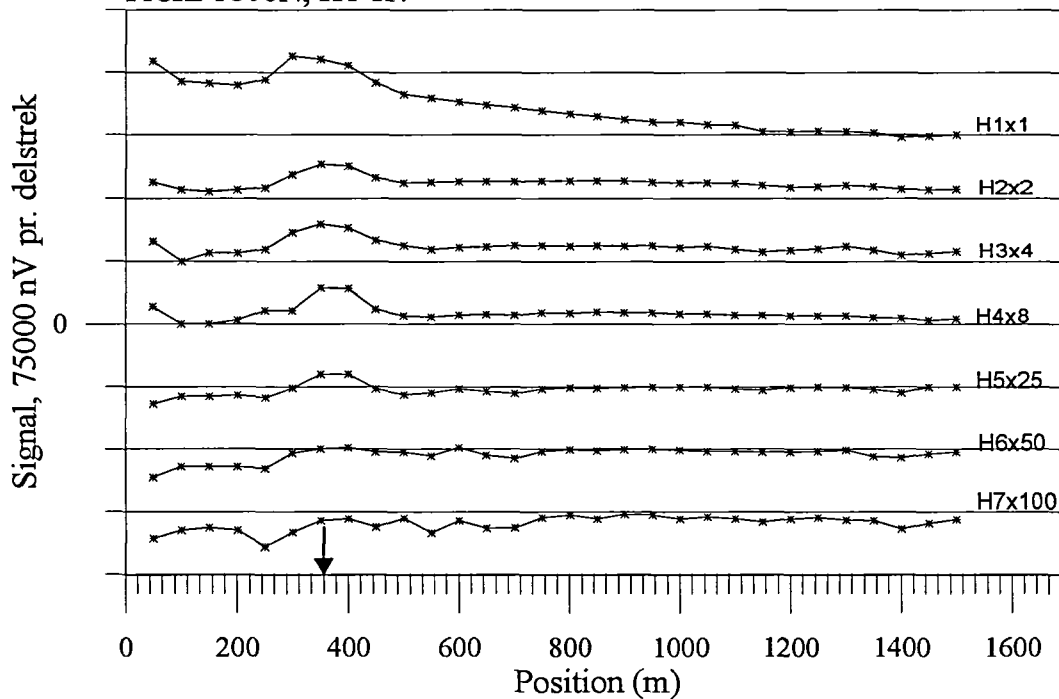


Figur 2. Vertikal og horisontalkanaler profil 1400N

ANNLIFJELL, TFEM-målinger
Profil 1800N, V1-V7

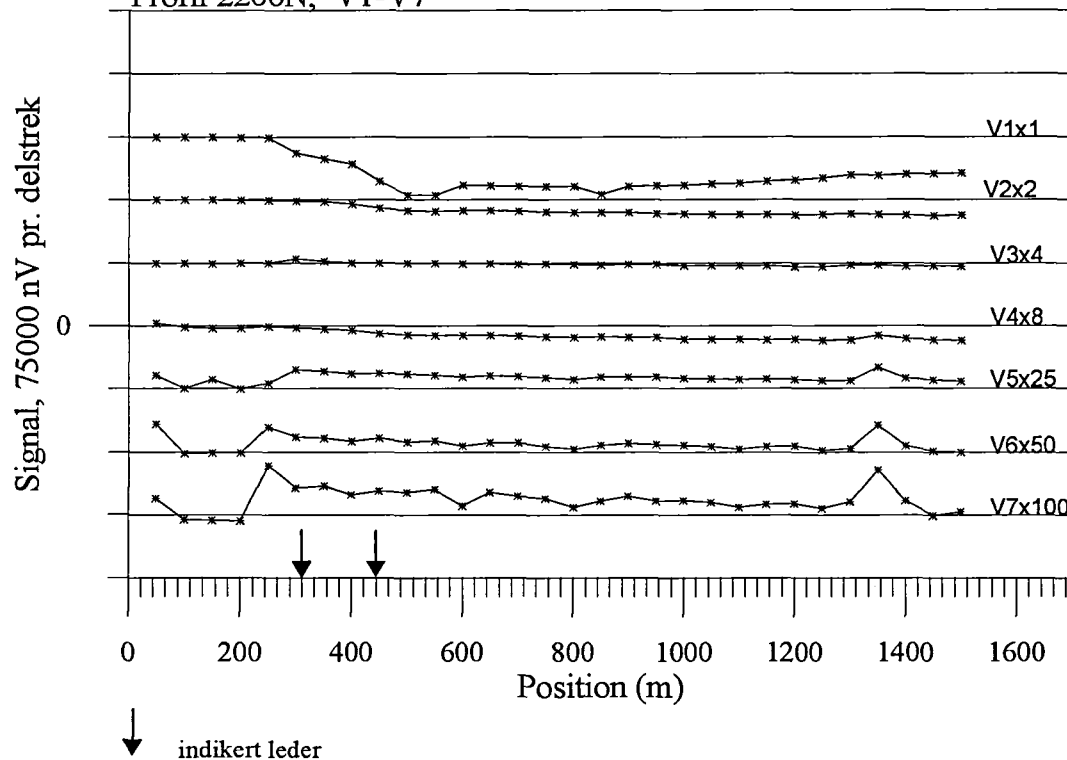


ANNLIFJELL, TFEM-målinger
Profil 1800N, H1-H7

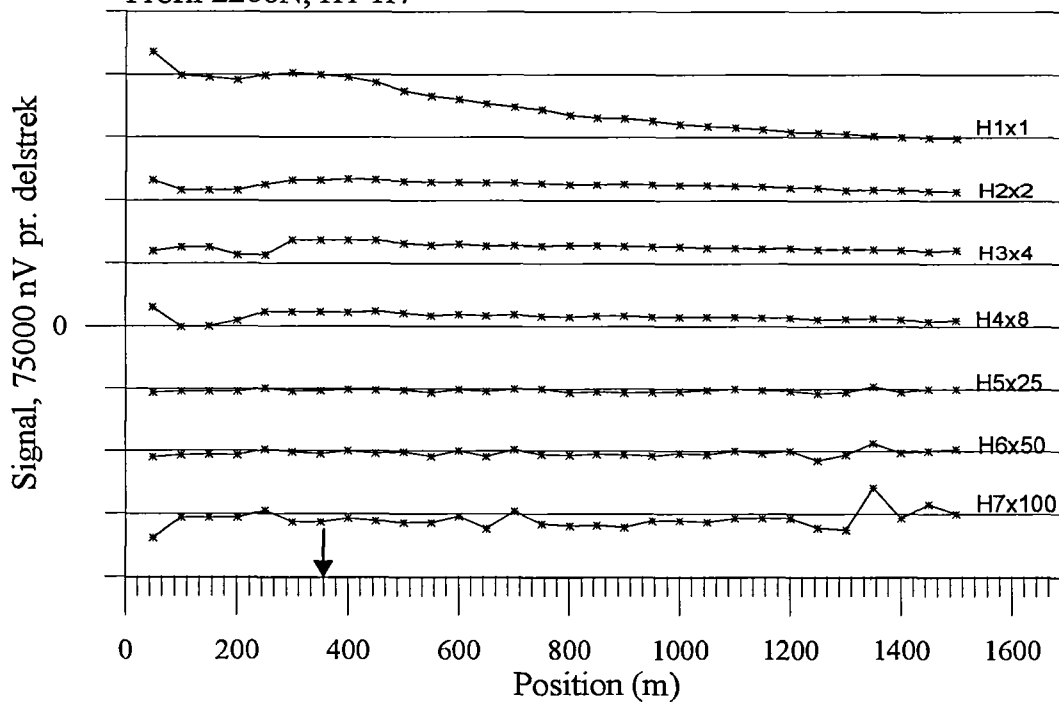


Figur 3. Vertikal og horisontalkanaler profil 1800N

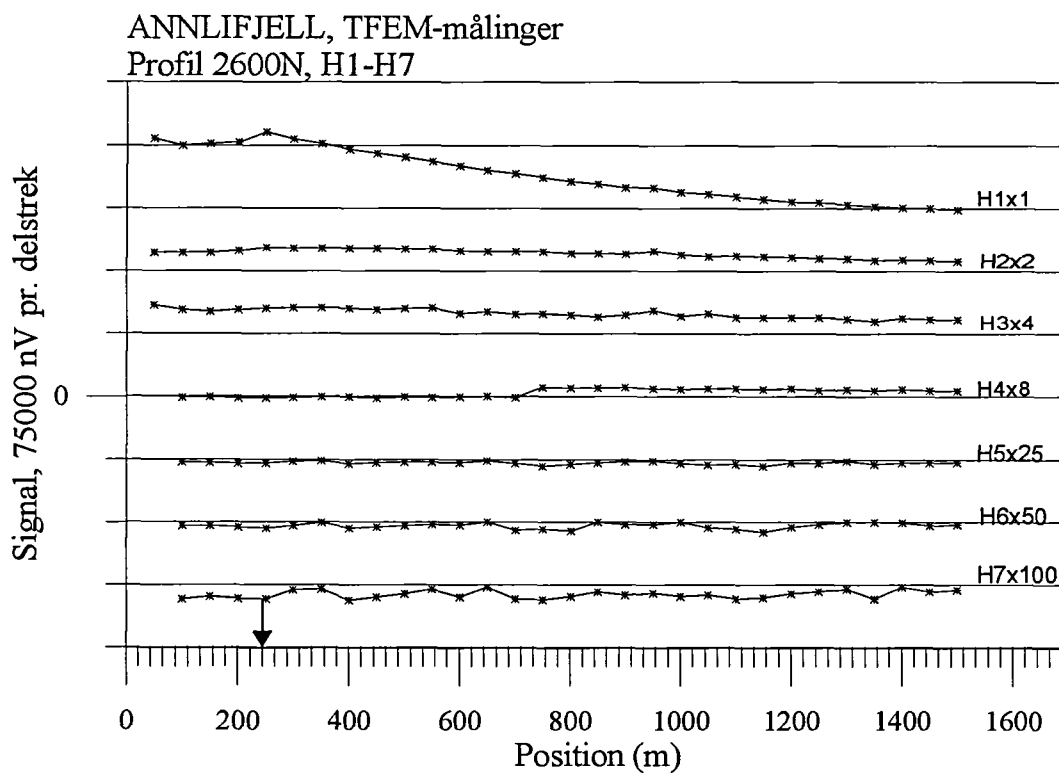
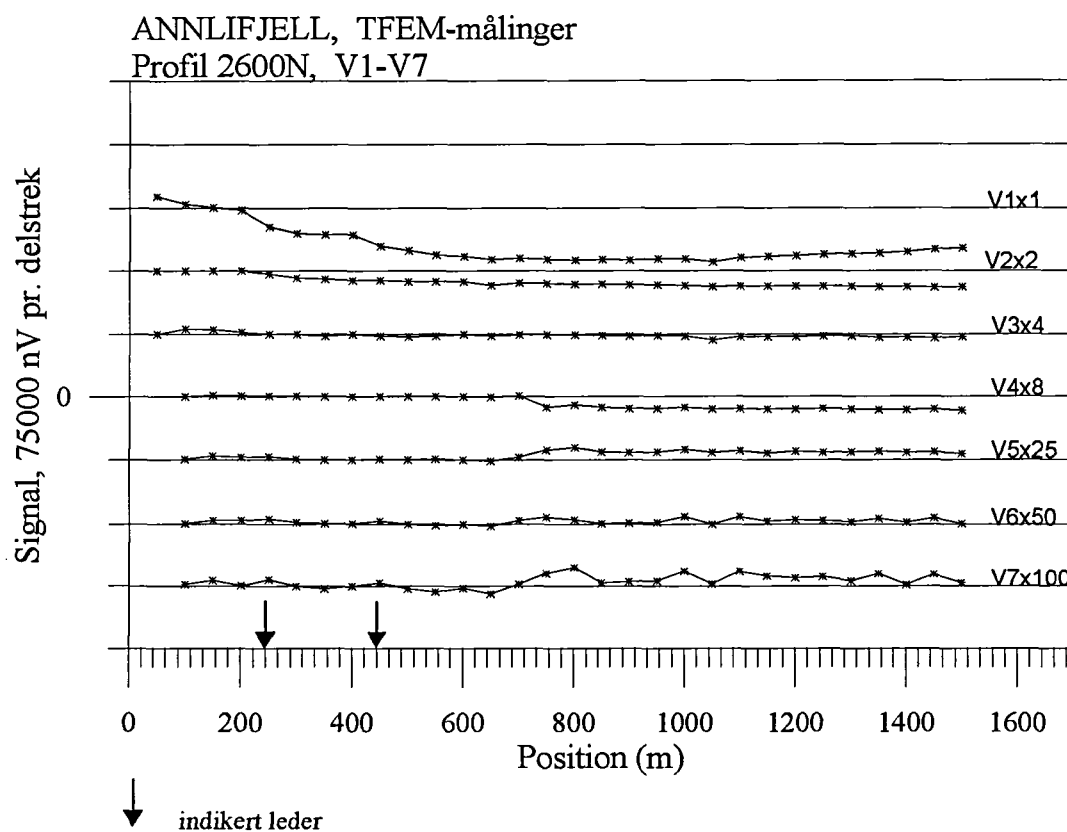
ANNLIFJELL, TFEM-målinger
Profil 2200N, V1-V7



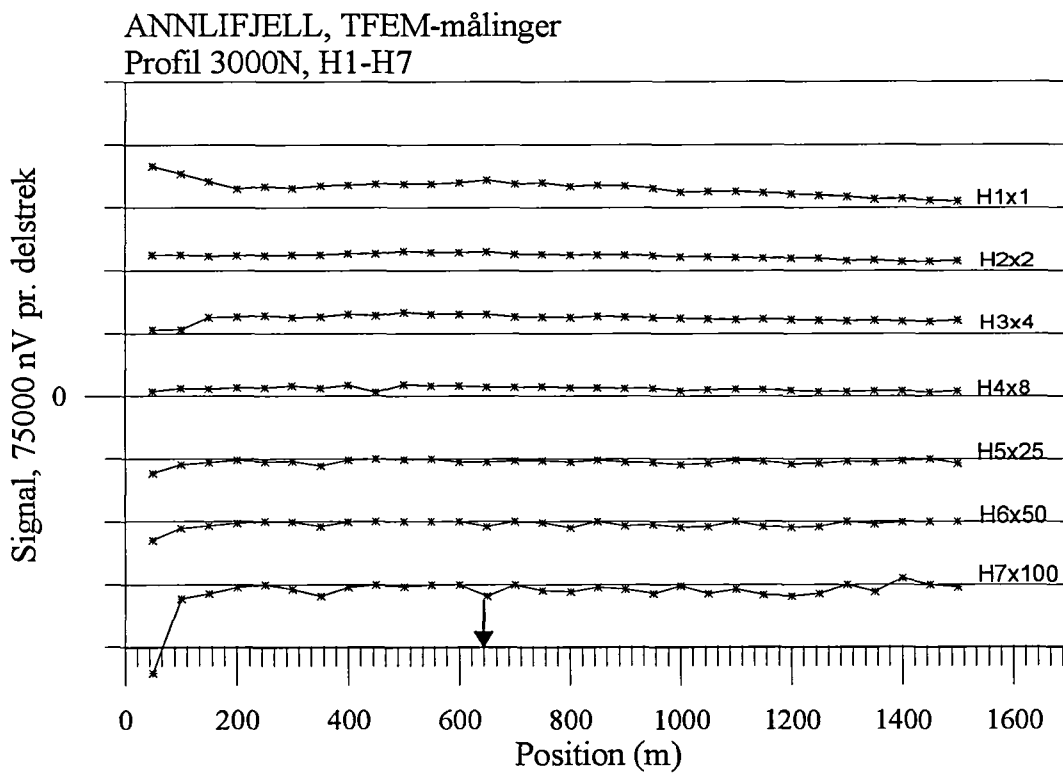
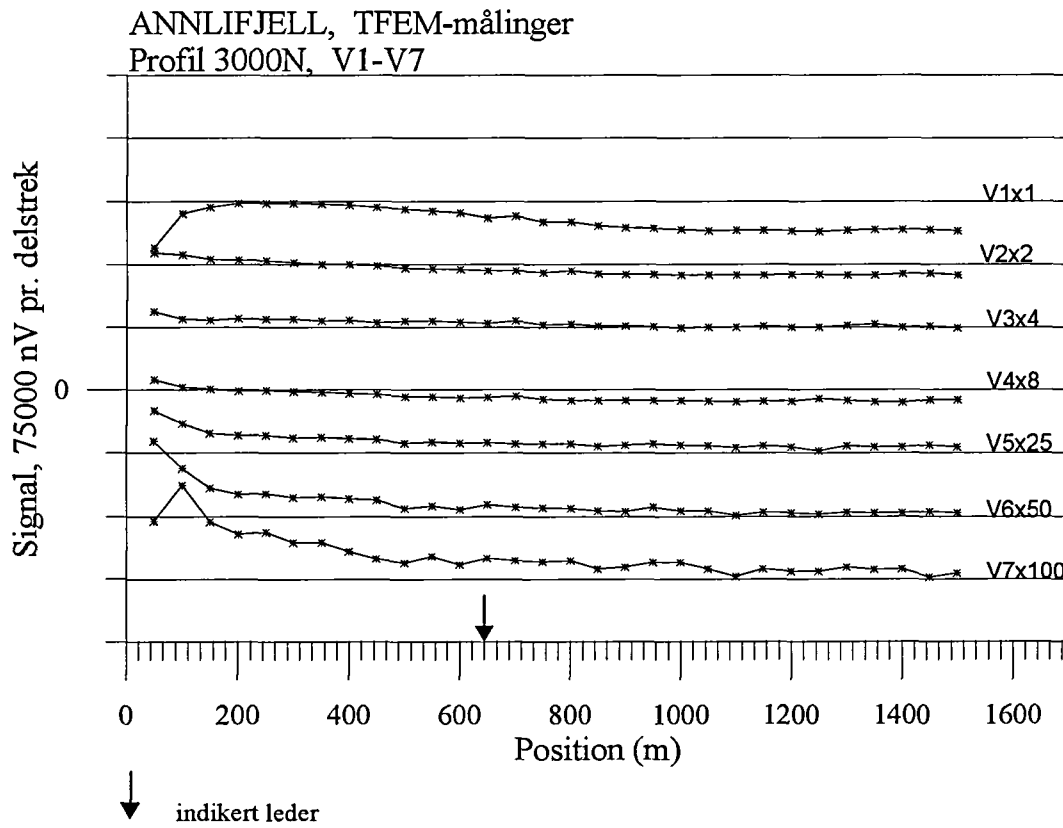
ANNLIFJELL, TFEM-målinger
Profil 2200N, H1-H7



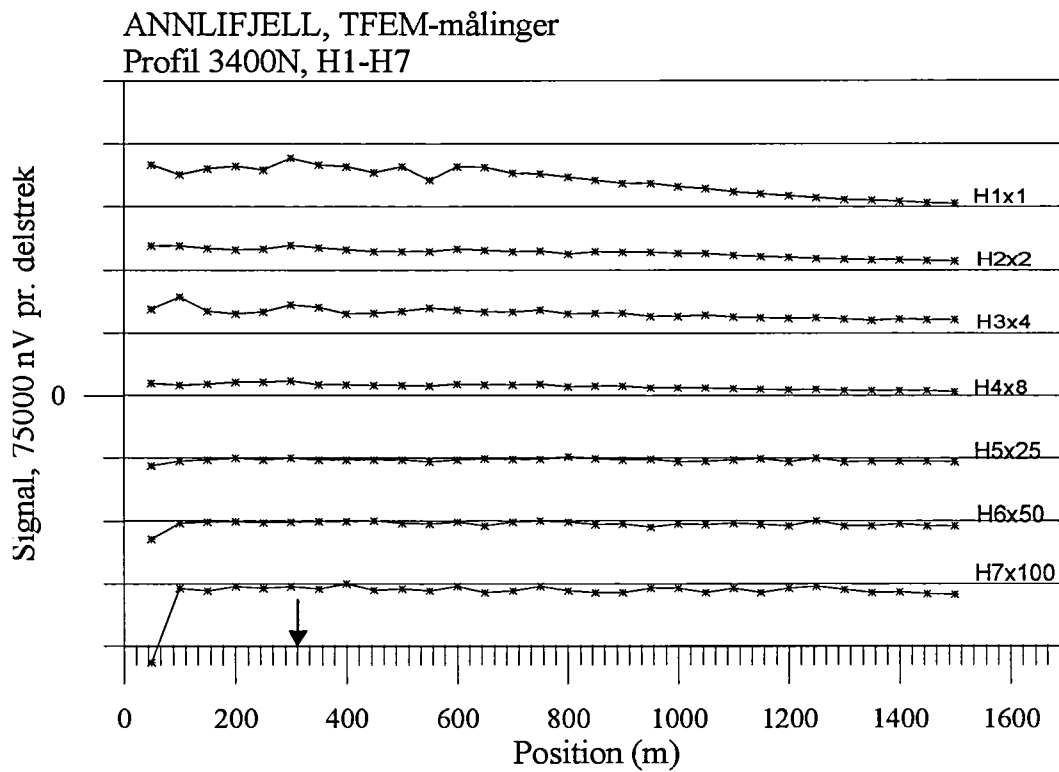
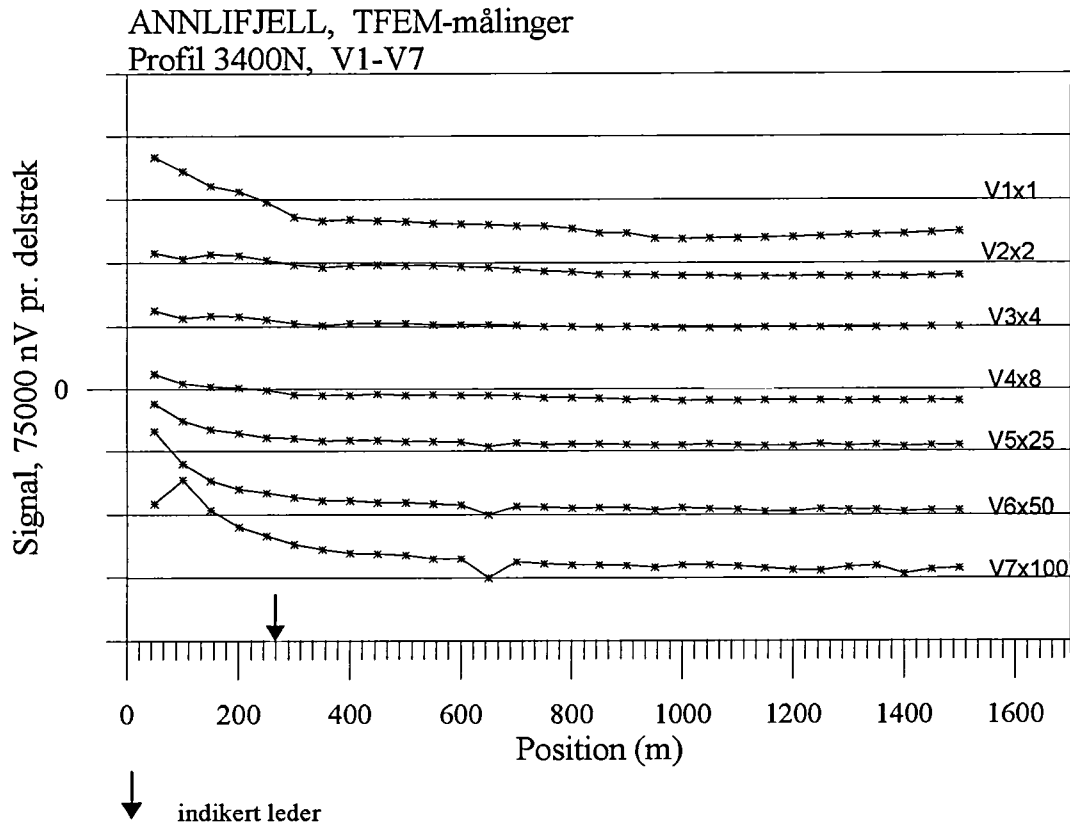
Figur 4. Vertikal og horisontalkanaler profil 2200N



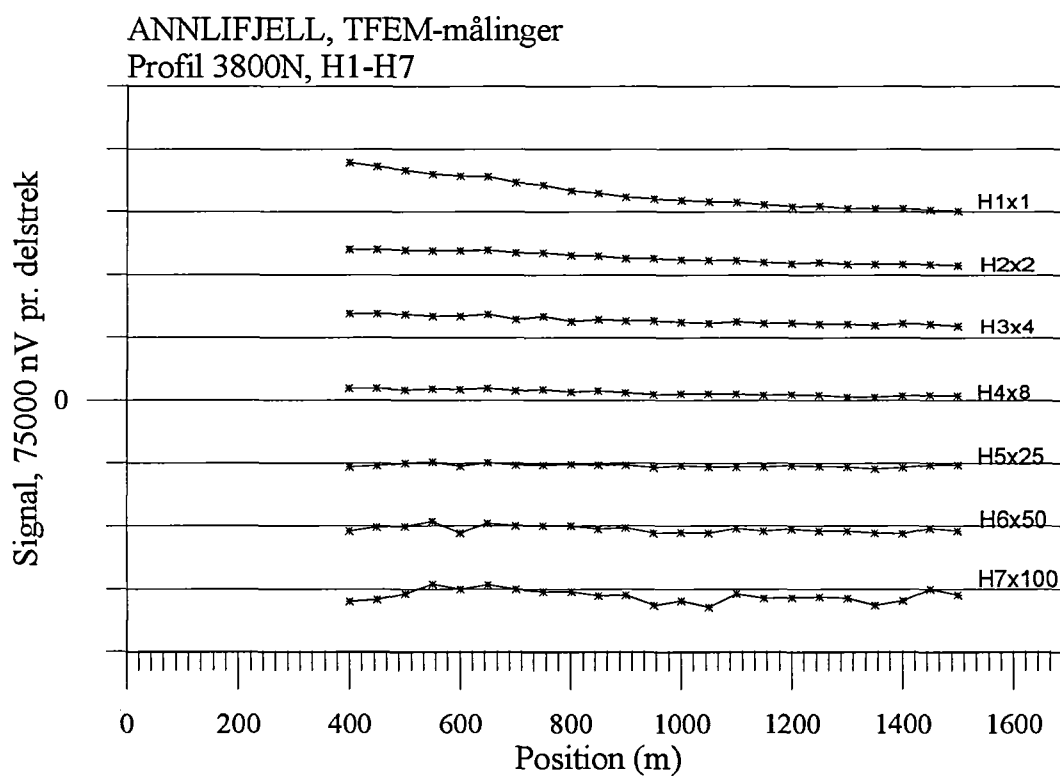
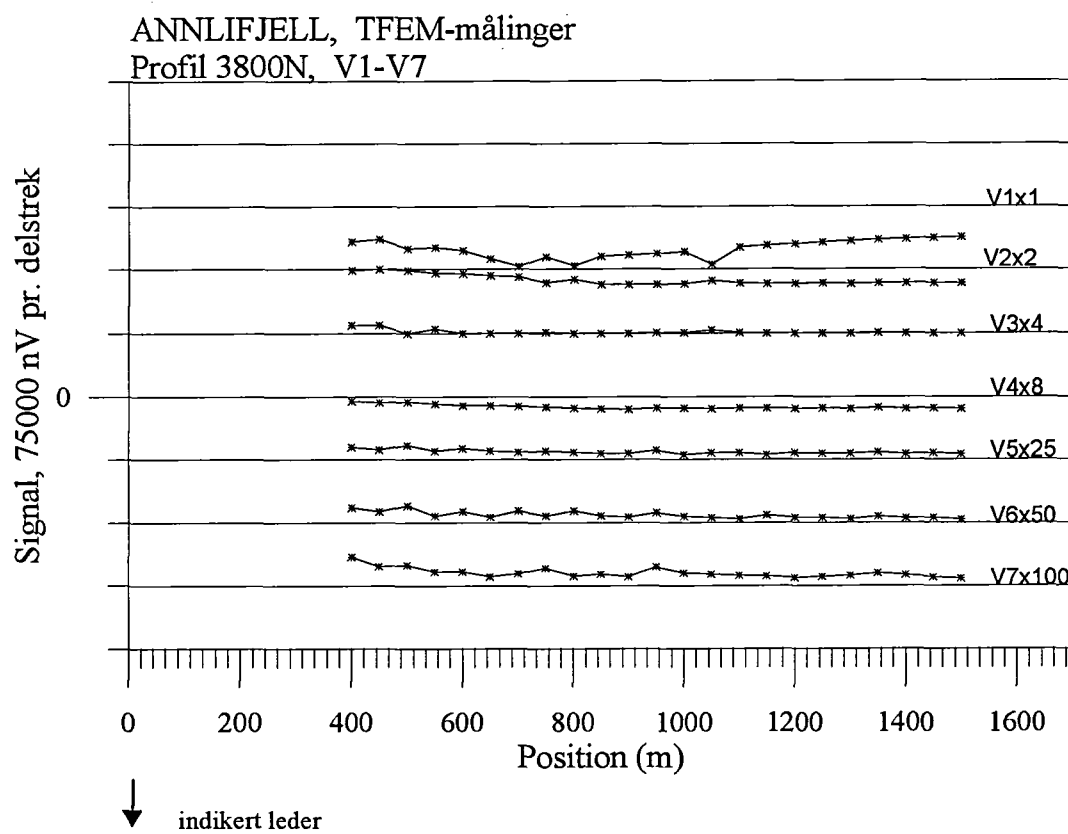
Figur 5. Vertikal og horisontalkanaler profil 2600N



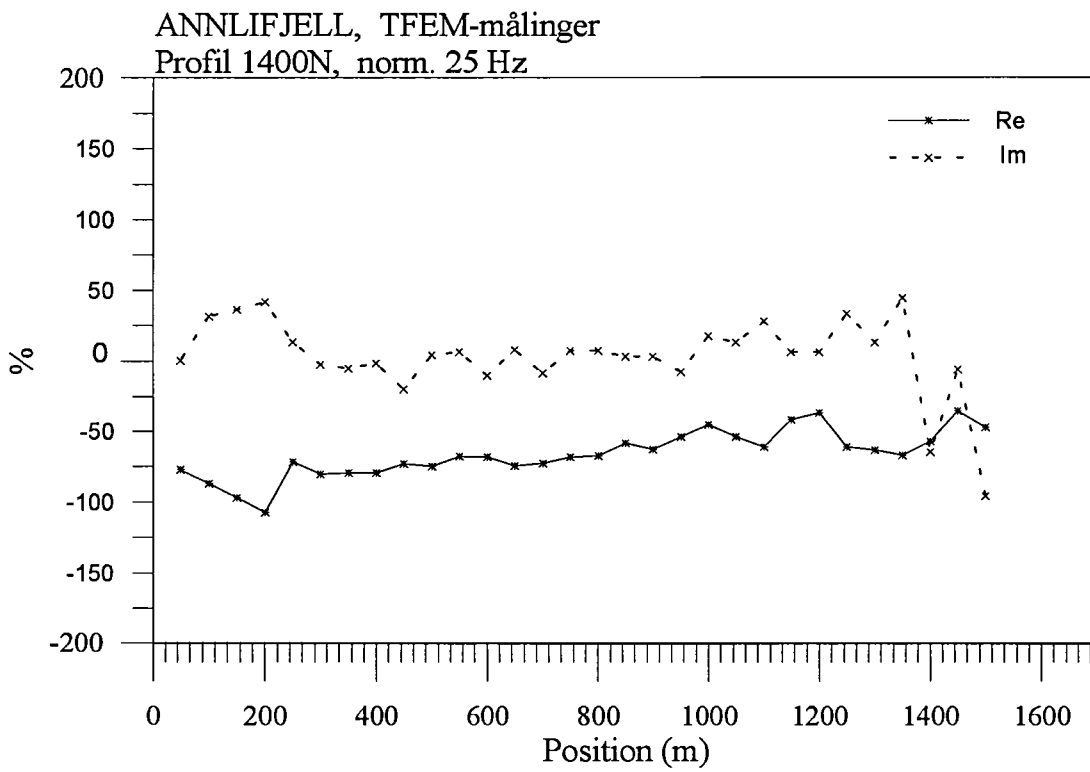
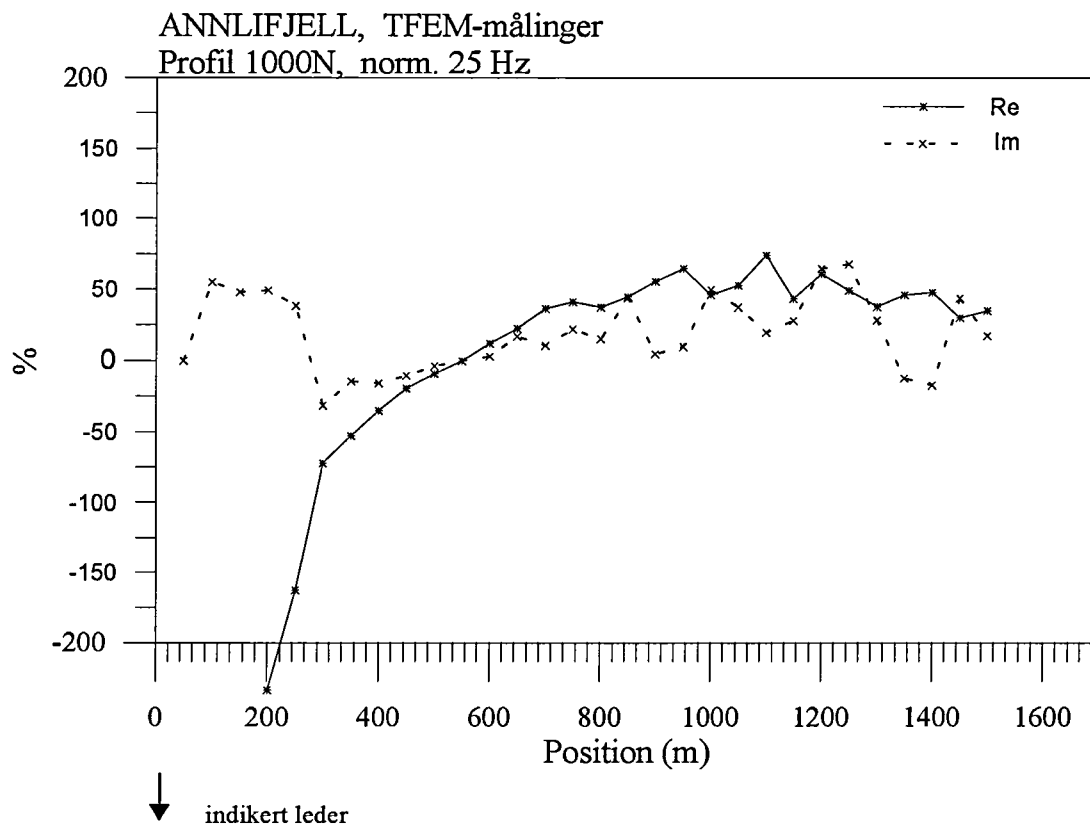
Figur 6. Vertikal og horisontalkanaler profil 3000N



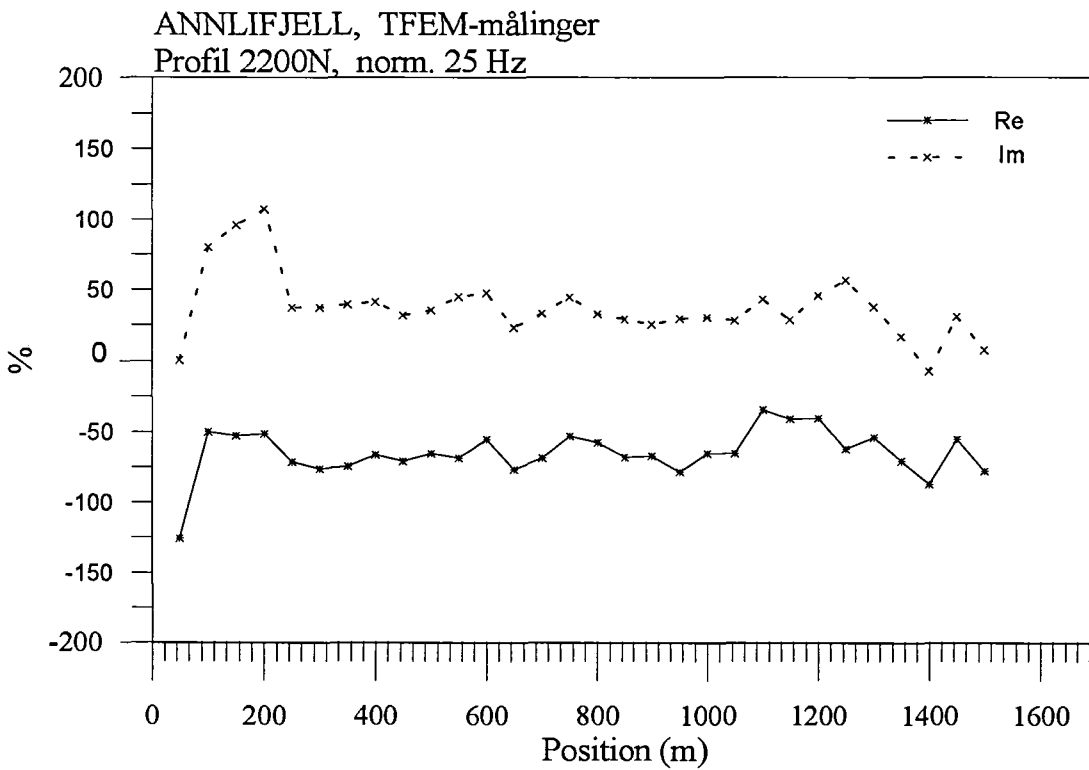
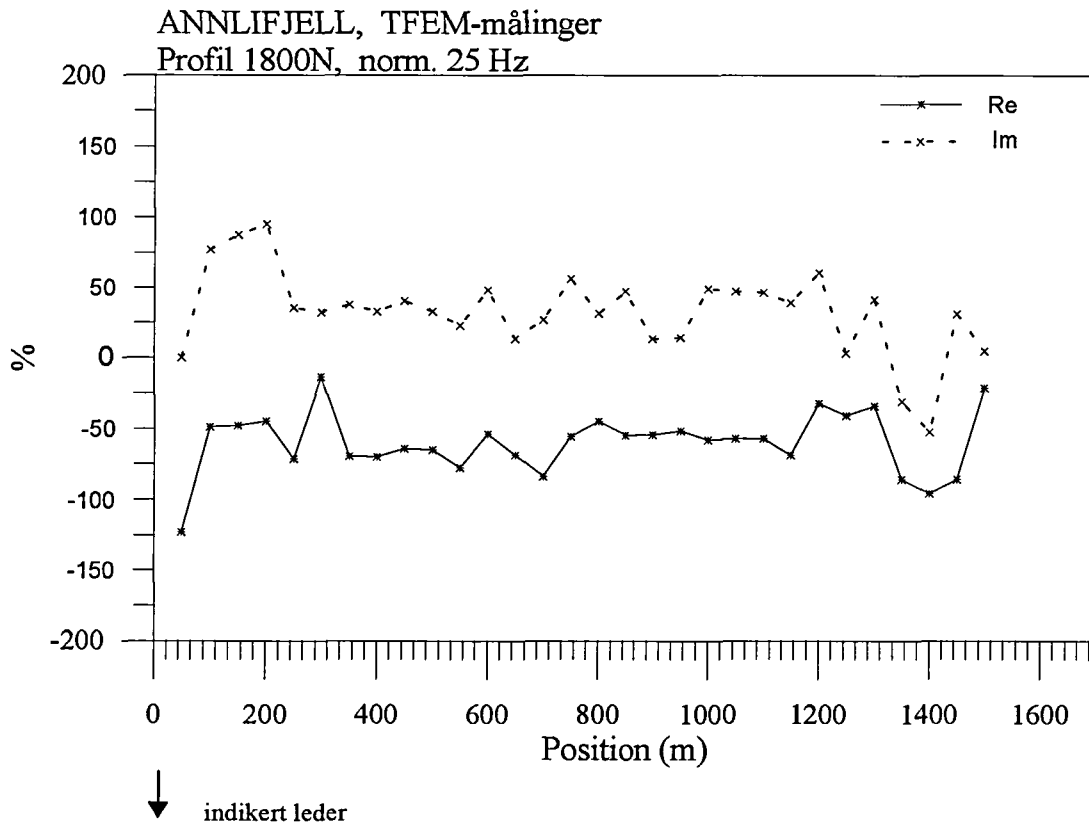
Figur 7. Vertikal og horisontalkanaler profil 3400N



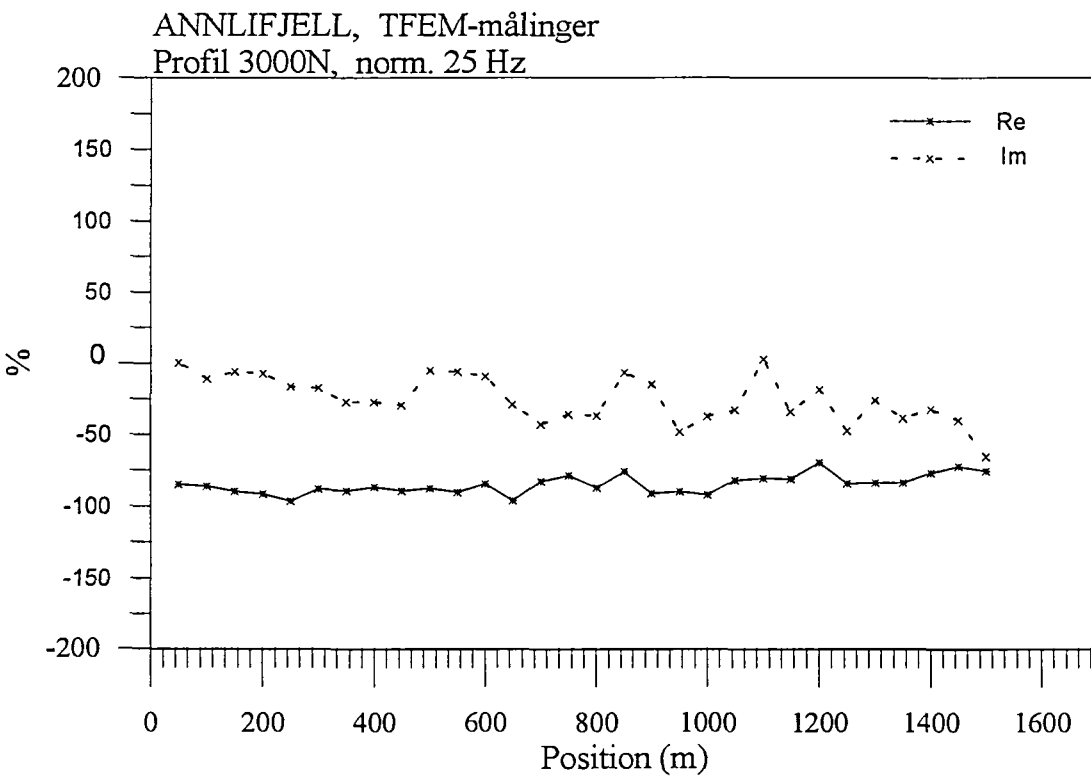
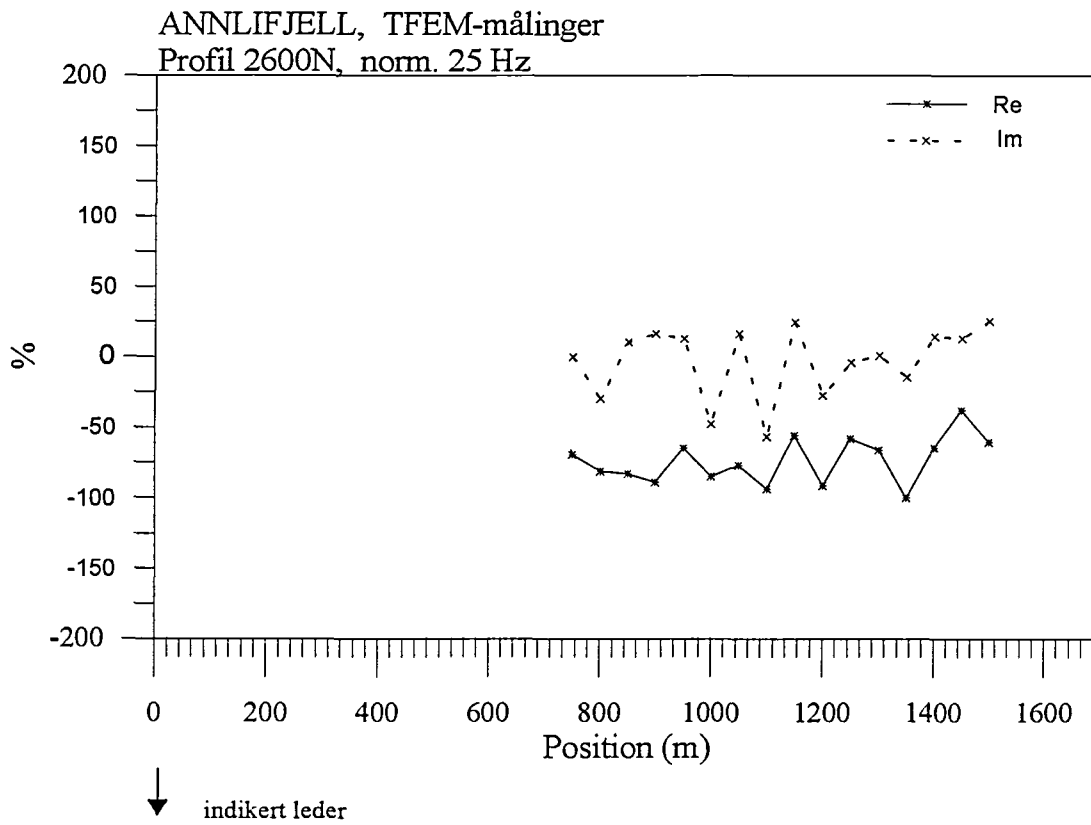
Figur 8. Vertikal og horisontalkanaler profil 3800N



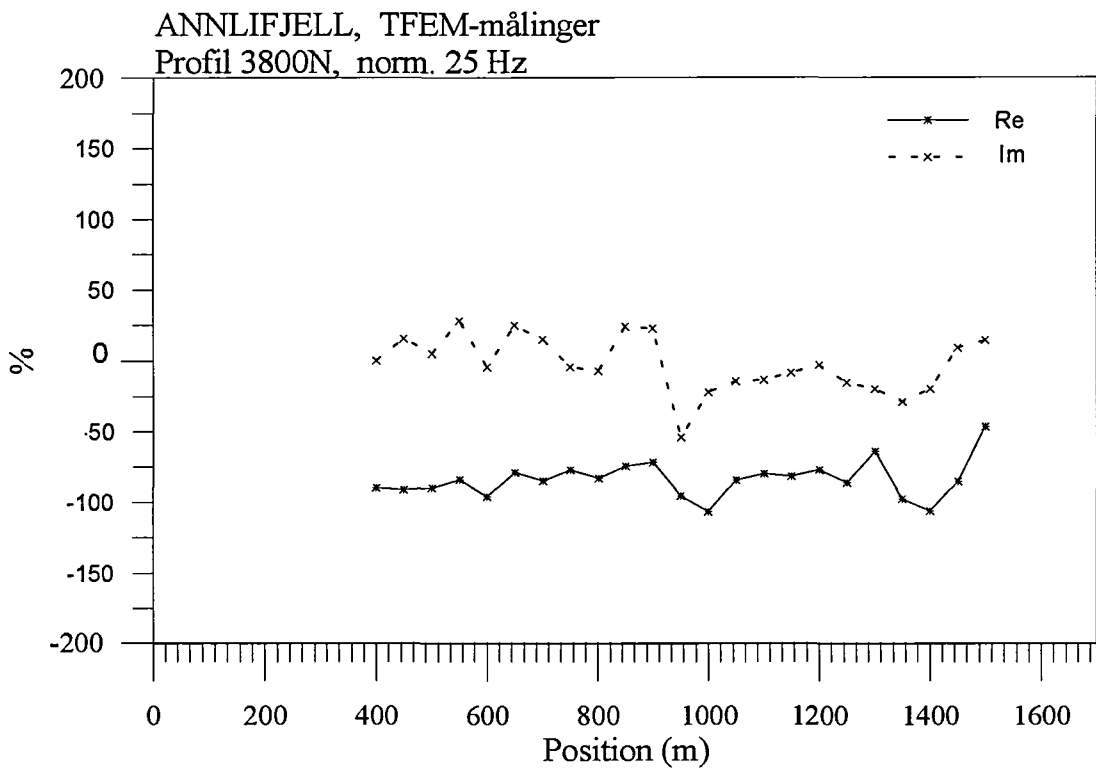
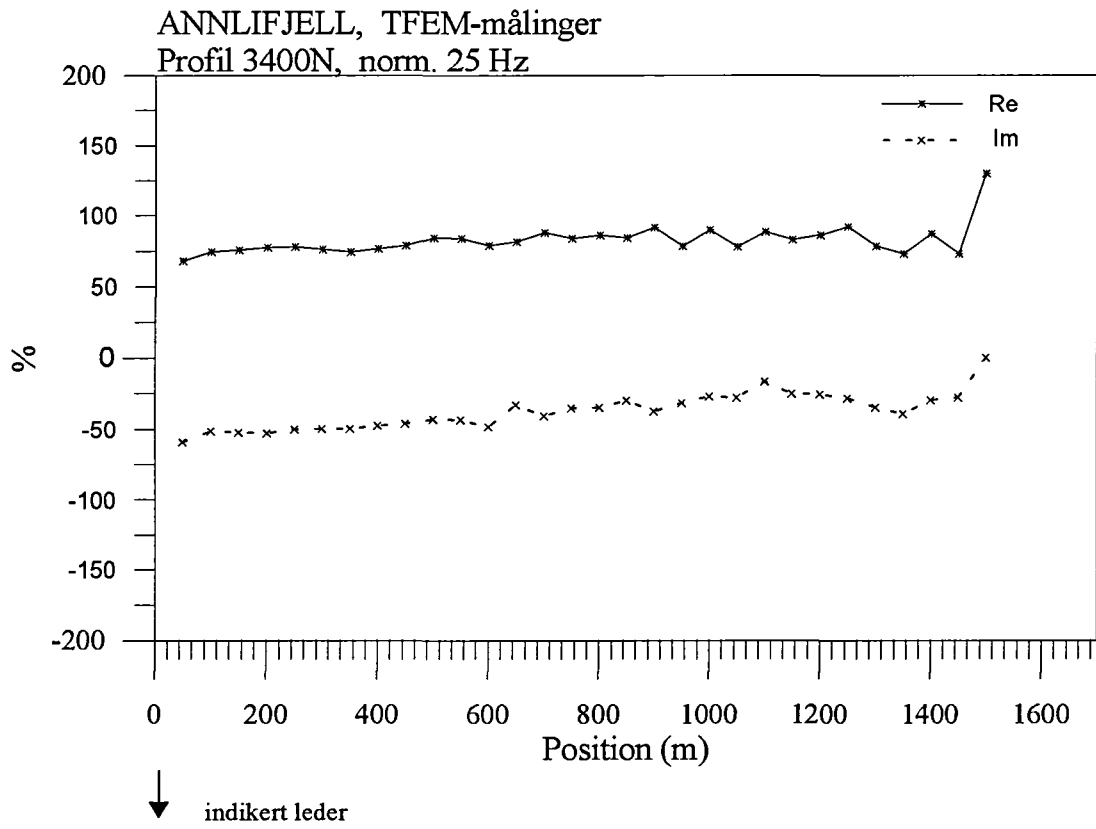
Figur 9. Normalisert 25 Hz, profil 1000N og 1400N



Figur 10. Normalisert 25 Hz, profil 1800N og 2200N

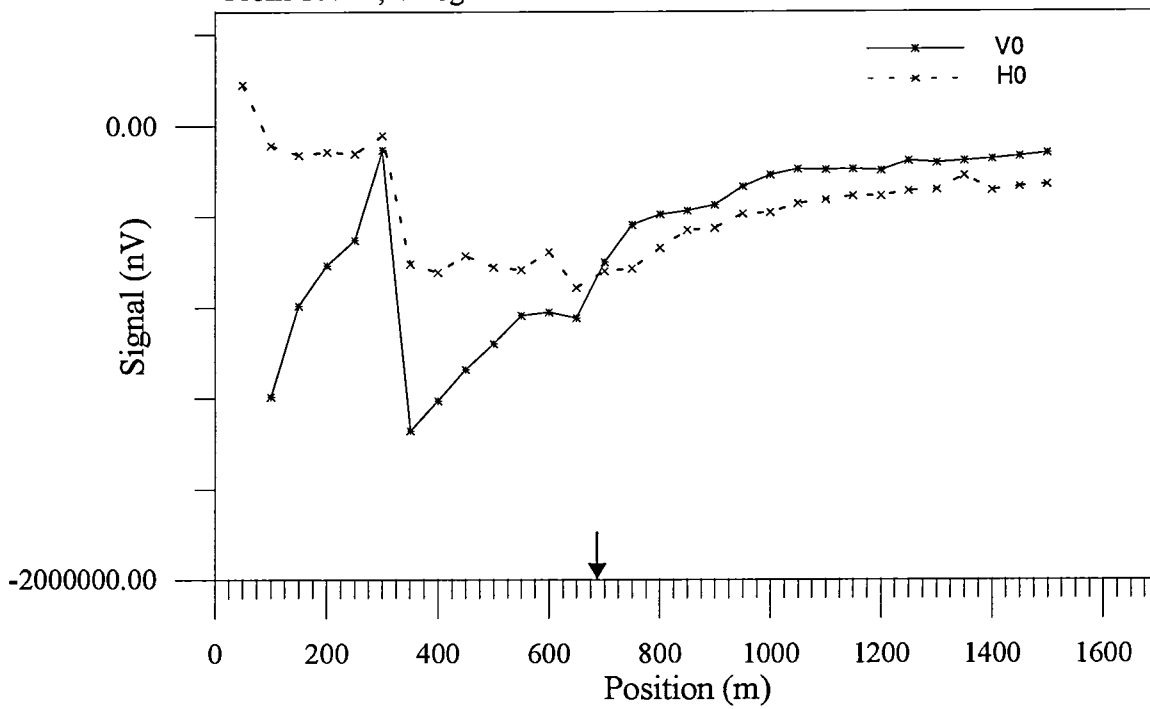


Figur 11. Normalisert 25 Hz, profil 2600N og 3000N



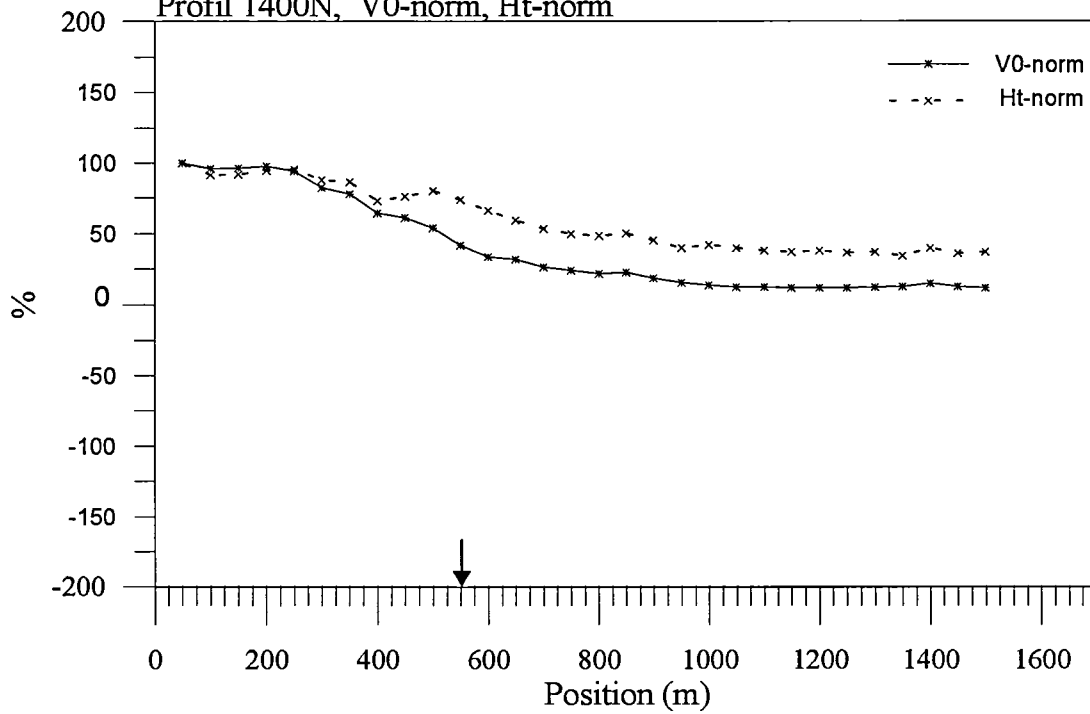
Figur 12. Normalisert 25 Hz, profil 3400N og 3800N

ANNLIFJELL, TFEM-målinger
Profil 1000N, V0 og H0

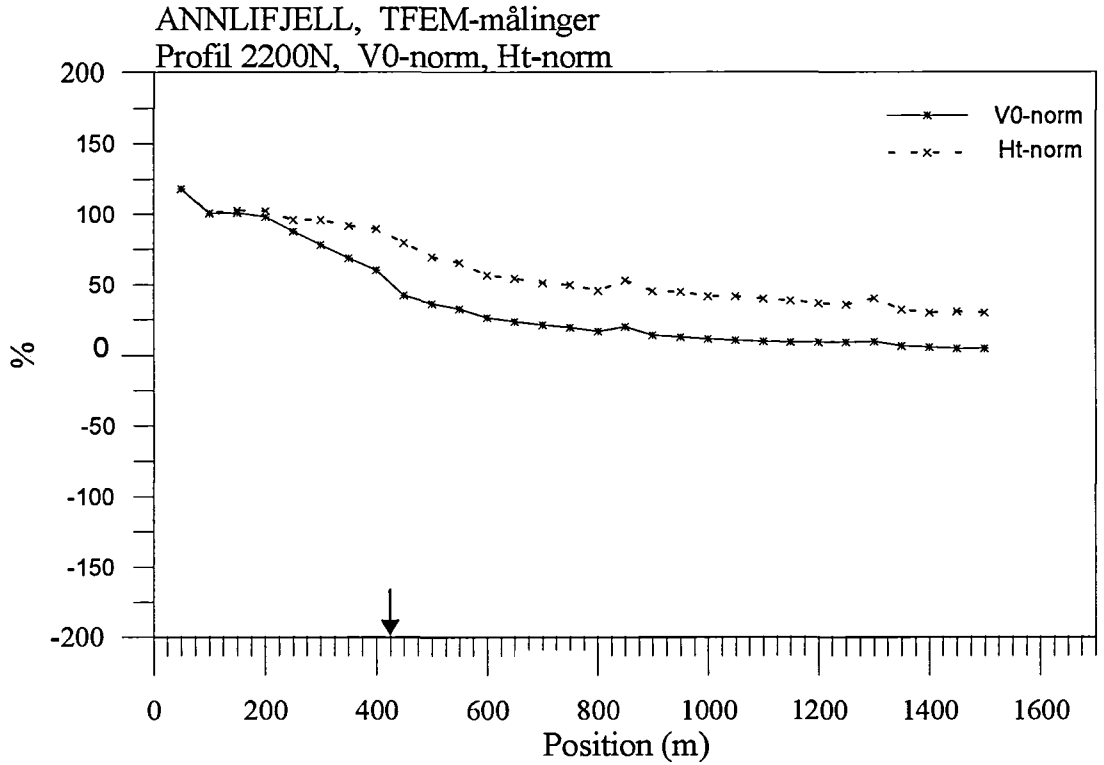
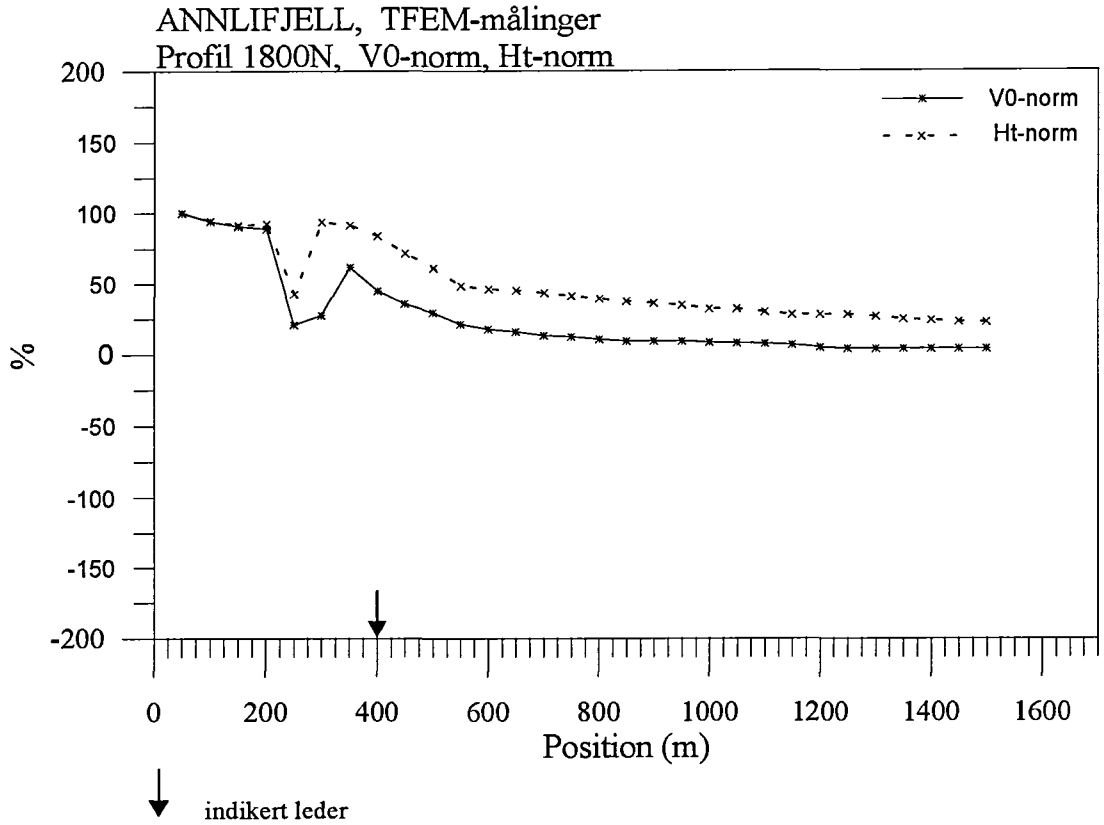


↓ indikert leder

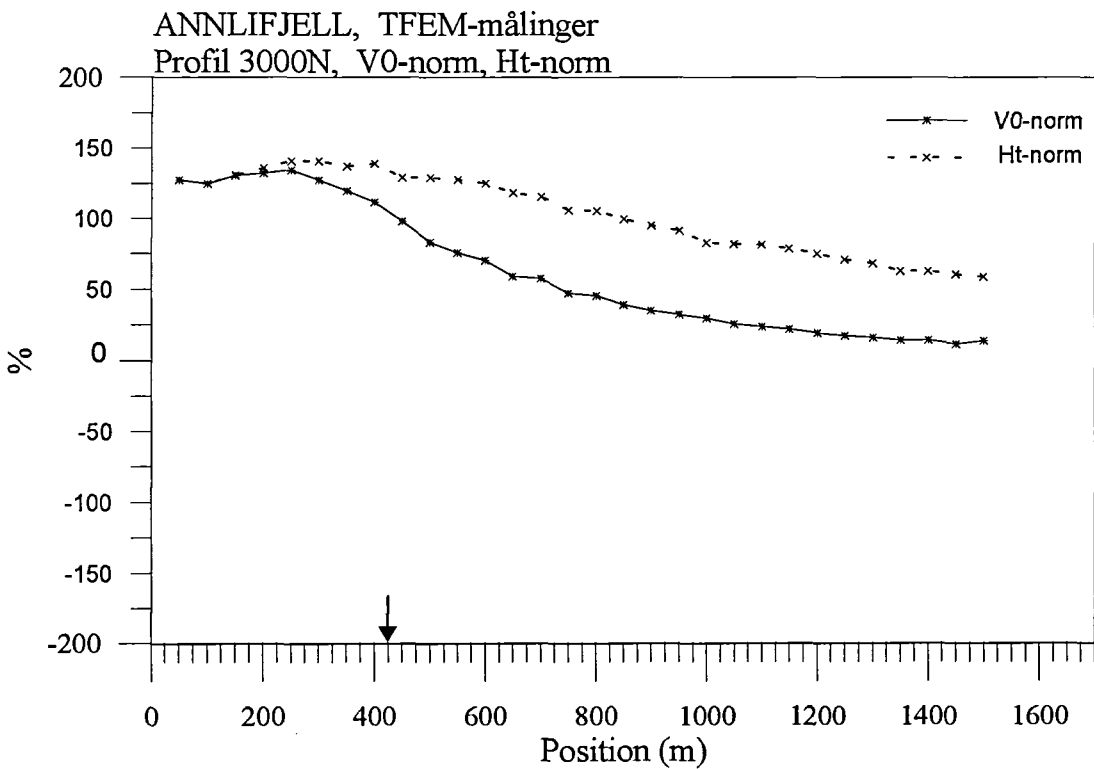
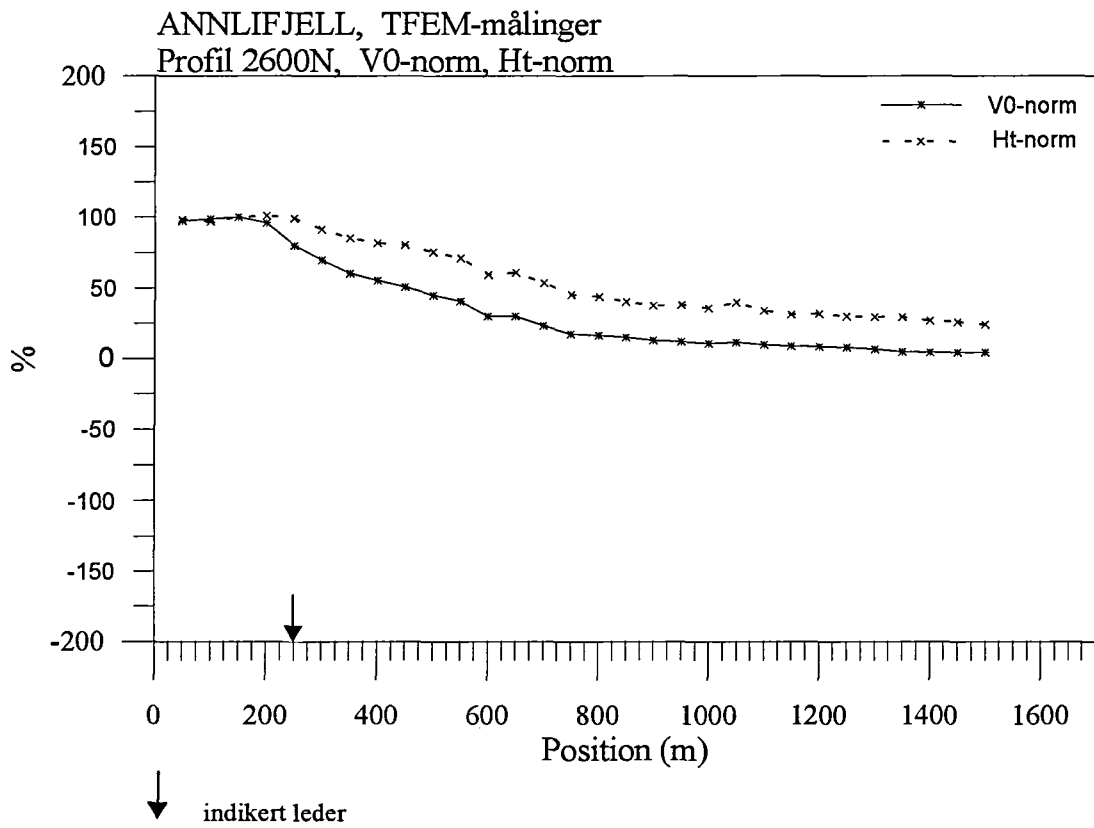
ANNLIFJELL, TFEM-målinger
Profil 1400N, V0-norm, Ht-norm



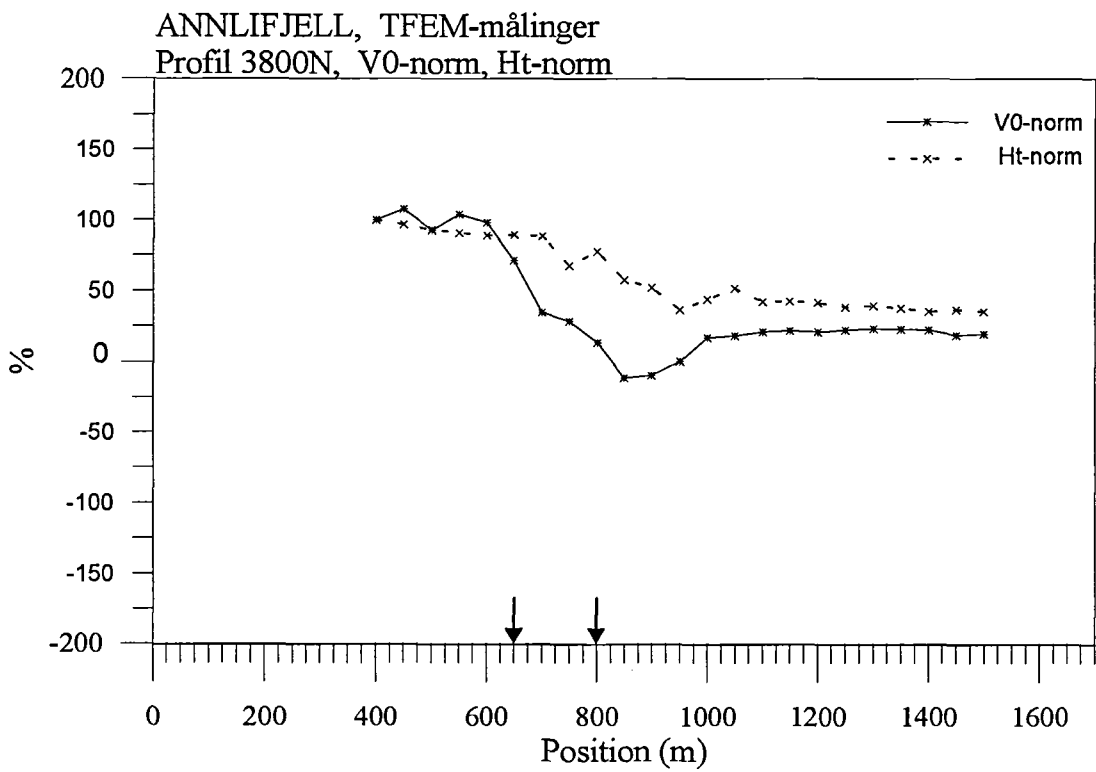
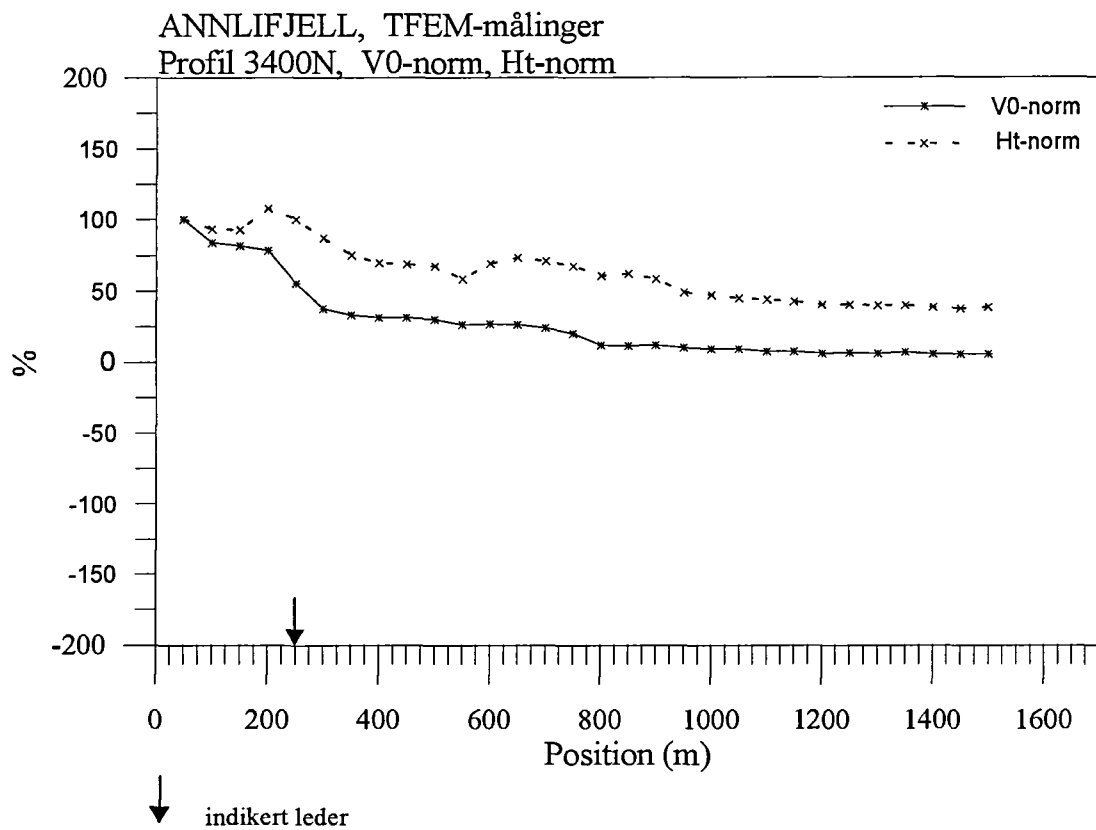
Figur 13. V0 og H0 profil 1000N, V0 og Htot normalisert primærfelt profil 1400N



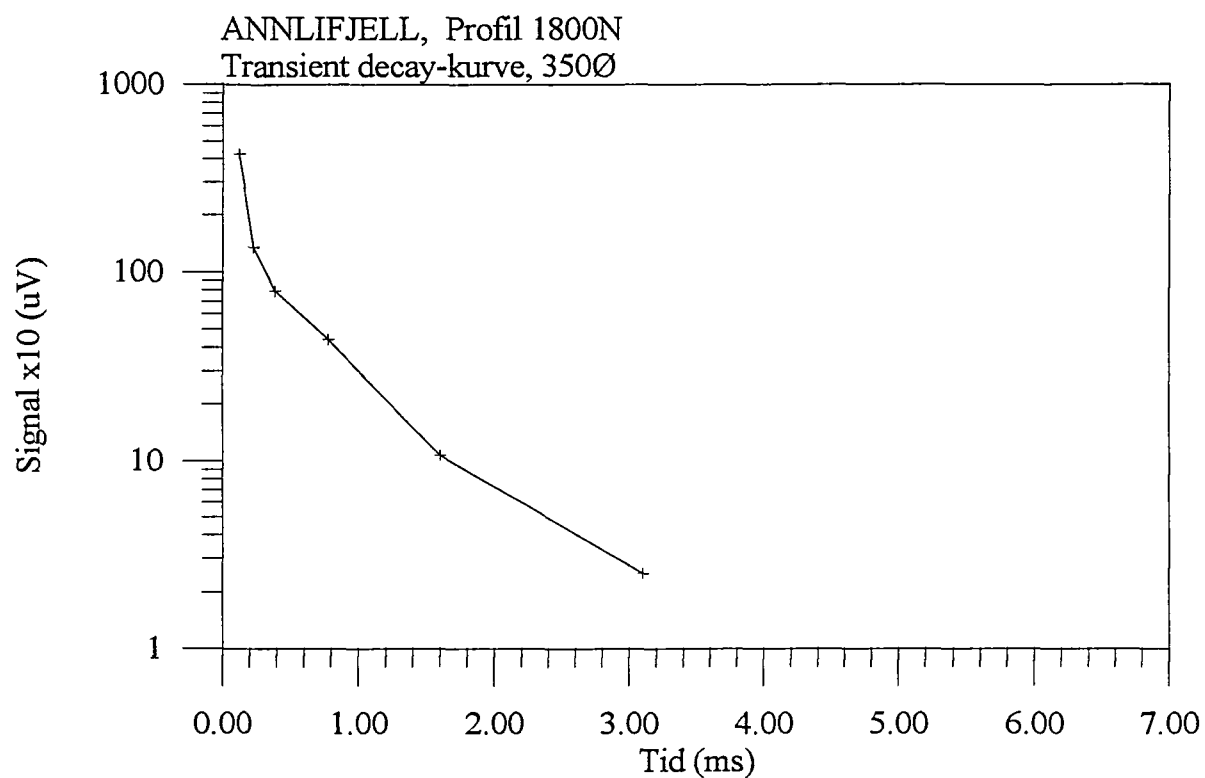
Figur 14. V0 og Htot normalisert primærfelt, profil 1800N og 2200N



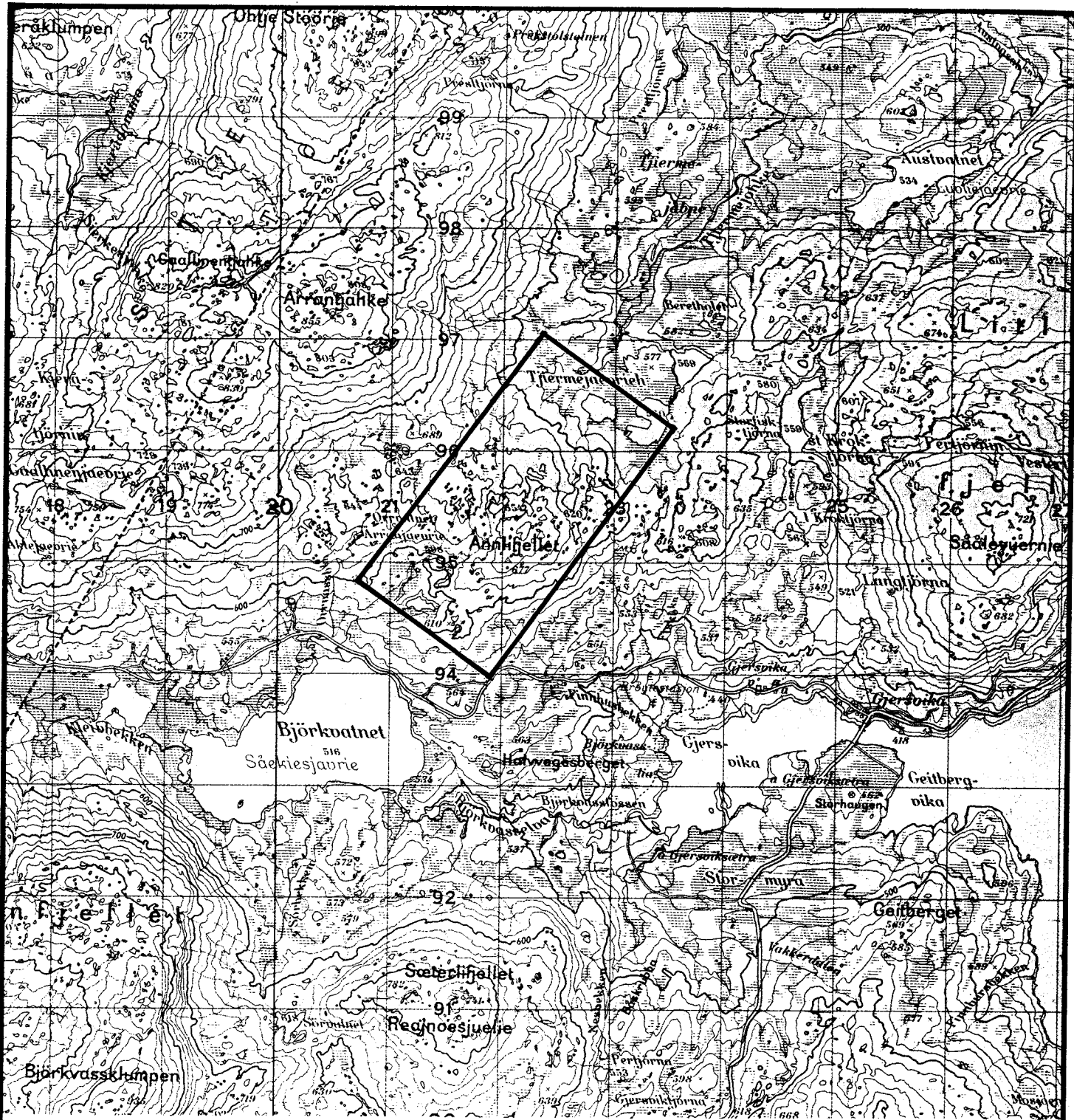
Figur 15. V0 og Htot normalisert primærfelt, profil 2600N og 3000N



Figur 16. V0 og Htot normalisert primærfelt, profil 3400N og 3800N



Figur 17. Beregning av tidskonstant, transient decay-kurve for H1- H6 i punkt 350Ø, profil 1800N



UNDERSØKT OMRÅDE

NGU V/NORD-TRØNDELAGSPROGRAMMET
 OVERSIKTSKART
 ANNLIFFJELL
 RØYRVIK, NORD-TRØNDELAG

MÅLESTOKK

1:50000

MÅLT H.E.E.D. SEPT. - 94

TEGN E.D. NOV. - 94

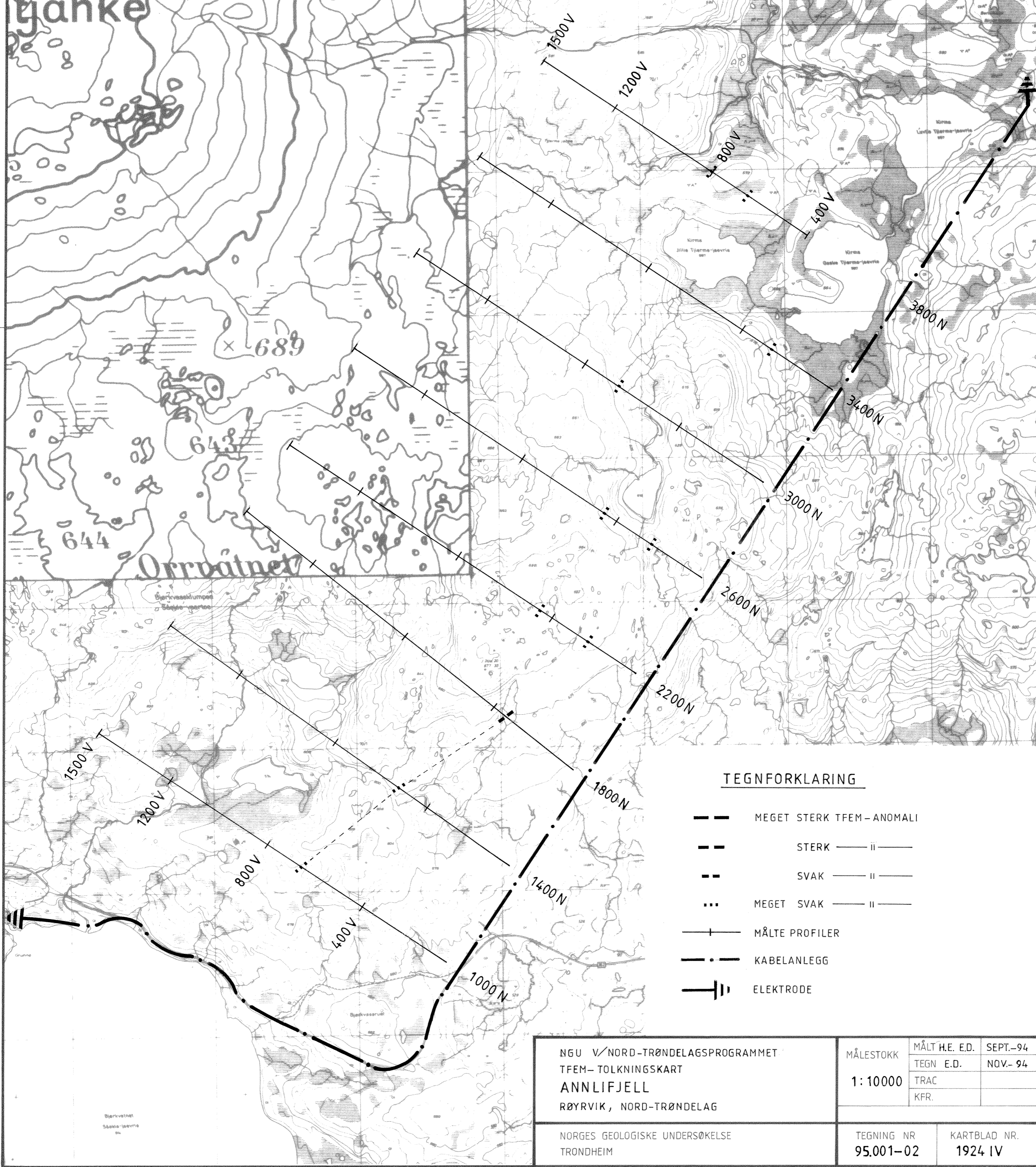
TRAC

KFR.

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE
 TRONDHEIM

TEGNING NR.
 95.001-01

KARTBLAD NR.
 1924 IV



TEGNFORKLARING

- — — — — MEGET STERK TFEM-ANOMALI
- — — — — STERK ———— || ————
- — — — — SVAK ———— || ————
- MEGET SVAK ———— || ————
- + — MÅLTE PROFILER
- • — KABELANLEGG
- || — ELEKTRODE

NGU V/NORD-TRØNDELAGSPROGRAMMET TFEM-TOLKNINGSKART ANLIFJELL RØYRVIK, NORD-TRØNDELAG	MÅLESTOKK	MÅLT H.E. E.D.	SEPT.-94
	1:10000	TEGN E.D.	NOV.-94
		TRAC	
	KFR.		
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR 95.001-02	KARTBLAD NR. 1924 IV	