


NGU Rapport 93.048

Geofysiske målinger over deponier  
ved Gardermoen flystasjon,  
Ullensaker kommune, Akershus

Rapport nr. 93.048		ISSN 0800-3416	Gradering: Åpen
<b>Tittel:</b> Geofysiske målinger over deponier ved Gardermoen flystasjon, Ullensaker kommune, Akershus.			
<b>Forfatter:</b> Eirik Mauring Torleif Lauritsen Jan Fr. Tønnesen		<b>Oppdragsgiver:</b> FBT-Hamar	
<b>Fylke:</b> Akershus		<b>Kommune:</b> Ullensaker	
<b>Kartbladnavn (M=1:250.000)</b> Hamar		<b>Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000)</b> 1915 II Ullensaker 1915 III Nannestad	
<b>Forekomstens navn og koordinater:</b> Område 018 32V 6173 66757 Område 029 32V 6165 66750 Område 030 32V 6156 66740		<b>Sidetall:</b> 44	<b>Pris:</b> 175,-
<b>Feltarbeid utført:</b> 11.02-24.02.93		<b>Rapportdato:</b> 21.04.93	<b>Prosjektnr.:</b> 63.2562.00
		<b>Ansvarlig:</b> 	
<b>Sammendrag:</b> <p>På oppdrag fra Forsvarets Bygningstjeneste (FBT), Hamar, har NGU utført geofysiske målinger over tre deponier og to tankanleggsområder ved Gardermoen flystasjon, Ullensaker kommune, Akershus. Metodene som ble anvendt var magnetometri, elektromagnetiske målinger (EM 31) og georadar.</p> <p>I deponiområdene har det for en stor del vært mulig å kartlegge omriss av deponiene. Det var ikke mulig å kartlegge dyp eller volumforhold i deponiene. Stedvis ble tolkningen vanskeliggjort på grunn av støykilder (medførte enkelte steder kraftig støy, spesielt i område 029).</p> <p>I område 034 var det ikke mulig å påvise flere tanker enn de man på forhånd kjente beliggenheten av. Mulige tilførselsrør til/fra tanker ble imidlertid indikert. I område 020 ble det indikert to tanker. Målingene viste også at tanker kan være gravd opp i dette området.</p> <p><u>Koordinater (forts.):</u>          Område 034 32V 6155 66740          Område 020 32V 6166 66765</p>			
<b>Emneord:</b>		Elektromagnetisk måling	
Geofysikk		Magnetometri	
Georadar		Deponi	
		Fagrapport	

## INNHOOLD

0 SAMMENDRAG	5
1 INNLEDNING	7
2 UTFØRELSE	7
2.1 Magnetometri	7
2.2 Elektromagnetiske målinger (EM 31)	8
2.3 Georadar	8
3 RESULTATER	9
3.1 Generelle bemerkninger	9
3.2 Område 018, Gammel brannplass for fly	10
3.3 Område 029, Tyskerfyllingen	12
3.4 Område 030, Oppryddingsdeponiet	14
3.5 Tankanlegg	16
3.5.1 Område 034, Eks-tysk tankanlegg	16
3.5.2 Område 020, Fuelanlegg ute av bruk	17
4 KONKLUSJON	18
4.1 Deponier	18
4.2 Tankanlegg	19
5 REFERANSER	20

### Kartbilag

93.048-01	Oversiktskart, samtlige områder
93.048-02	Område 018, oversiktskart
93.048-03	Område 018, magnetisk tolkningskart
93.048-04	Område 018, EM 31, tolkningskart
93.048-05	Område 018, georadar, tolkningskart
93.048-06	Område 018, terrengprofiler
93.048-07	Område 018, samtolkningskart
93.048-08	Område 029, oversiktskart
93.048-09	Område 029, magnetisk tolkningskart
93.048-10	Område 029, EM 31, tolkningskart
93.048-11	Område 029, georadar, tolkningskart
93.048-12	Område 029, terrengprofiler
93.048-13	Område 029, samtolkningskart
93.048-14	Område 030, oversiktskart
93.048-15	Område 030, magnetisk tolkningskart

93.048-16	Område 030, EM 31, tolkningskart
93.048-17	Område 030, georadar, tolkningskart
93.048-18	Område 030, terrengprofiler
93.048-19	Område 030, samtolkningskart
93.048-20	Område 034, oversiktskart
93.048-21	Område 034, tolkningskart
93.048-22	Område 020, oversiktskart
93.048-23	Område 020, tolkningskart

### Tekstbilag

1. Magnetometri - metodebeskrivelse
2. EM 31 - metodebeskrivelse
3. Georadar - metodebeskrivelse

### Databilag

1. Område 018, magnetometri, profil 1040Y
2. Område 018, magnetometri, overflatekart
3. Område 018, EM 31, profil 1100Y
4. Område 018, EM 31, overflatekart
5. Område 018, georadar, profil 1040Y
6. Område 029, magnetometri, profil 1000X
7. Område 029, magnetometri, overflatekart
8. Område 029, EM 31, profil 1080Y
9. Område 029, EM 31, overflatekart
10. Område 029, georadar, profil 1000X og 1080Y
11. Område 030, magnetometri, profil 1200Y
12. Område 030, magnetometri, overflatekart
13. Område 030, EM 31, profil 1100Y
14. Område 030, EM 31, overflatekart
15. Område 030, georadar, profil 1180Y
16. Område 034, EM 31, profil 1
17. Område 034, georadar, profil 1 og 10
18. Område 020, EM 31, profil 23
19. Område 020, georadar, profil 23

## 0 SAMMENDRAG

På oppdrag fra Forsvarets Bygningstjeneste (FBT), Hamar, har NGU utført geofysiske målinger i 5 områder ved Gardermoen flystasjon, Ullensaker kommune, Akershus. For områdene 018, 029 og 030 (se under) var formålet å kartlegge utbredelsen av nedgravde deponier. For områdene 034 og 020 var formålet å påvise tankanlegg i bakken. Metodene som ble benyttet var magnetometri (ca. 6.6 profilkm), elektromagnetiske målinger (EM 31, ca. 4.1 profilkm) og georadar (ca. 2.6 profilkm). Magnetiske målinger ble utført for å forsøke å påvise områder med nedgravd, jernholdig materiale. Elektromagnetiske målinger ble anvendt for å påvise elektrisk ledende materiale i bakken, samt for å påvise eventuelle kabelanlegg i bakken som ikke er vist på tilgjengelige kabelkart. Formålet med georadarmålingene var først og fremst å påvise plassering av deponier og dyp til bunnen av dem, samt påvise plassering av tankanlegg. Georadar ble også benyttet til kartlegging av strukturer i løsmasser og dyp til grunnvannsspeil.

Data fra magnetiske og elektromagnetiske målinger ble skrevet ut som kurver for hvert enkelt profil. Eksempler på data for sentrale profiler er presentert i databilag. For deponiområdene ble data for hvert profil slått sammen og presentert som overflatekart i databilag. Eksempler på georadaropptak er også presentert i databilag. For deponiområdene er opptakene presentert som tolkete terrengprofiler i kartbilag. På bakgrunn av disse data er det presentert et tolkningskart for hver målemetode innen deponiområdene. Disse kartene er deretter sammenstilt og presentert som samtolkningskart.

Ved hjelp av de anvendte målemetoder har det vært mulig å påvise/kartlegge omriss av deponier. En har også delvis lyktes i å påvise tankanlegg i bakken. De volummessige forhold ved deponiene er fortsatt uavklart, først og fremst fordi det ikke har vært mulig å påvise bunnen av deponiene på georadaropptak. En eventuell videre undersøkelse med f.eks. kombinerte elektriske sonderinger/profileringer kan muligens avklare dybdeforhold i deponiene. En bedre påvisning av tankanlegg kan trolig oppnås ved å øke profiltettheten ved georadarmålinger.

Nedenfor presenteres resultater fra hvert område som er undersøkt.

### **Område 018, Gammel brannplass for fly**

Yttergrensen av den nordlige og vestlige del av deponiet er kartlagt. Arealet av dette området er ca. 21000 m<sup>2</sup>. Deponiets sørlige begrensnings er kartlagt tidligere, og denne delen av deponiet er ikke tatt med i arealberegningen. Et jernbanespor utgjør områdets østlige begrensnings. Dyp til grunnvannsspeil er i området 12.5-15 m.

### **Område 029, Tyskerfyllingen**

Undersøkelser i dette området har avdekket to mulige deponier. Det minste området i vest er påvist med størst sikkerhet på grunn av fravær av påviselige støykilder. Arealet av dette området er ca. 1750 m<sup>2</sup>. Kartlegging av antatt deponi i øst medførte problemer på grunn av påfylt jern- og betongskrot i overflaten som skapte kraftig støy ved alle anvendte målemetoder. Grensen av deponi er allikevel forsøkt kartlagt. Antatt maksimum areal av østlig deponi er ca. 11200 m<sup>2</sup>. Minimum areal antas å være ca. 6000 m<sup>2</sup>. Den vestlige grensen av dette deponiet er ikke kartlagt, på grunn av at området her er avgrenset av en bratt og høy voll. Dyp til grunnvannsspeil er 6-7.5 m.

### **Område 030, Oppryddingsdeponiet**

Deponiet her utgjør et gjenfylt massetak. Yttergrensen av deponiet er kartlagt, bortsett fra mot vest der veien trolig utgjør den naturlige begrensning. Arealet av deponiet er ca. 20250 m<sup>2</sup>. Dyp til grunnvannsspeil er 6-7 m. I tillegg er det kartlagt et jordingsnett i bakken utenfor selve deponiområdet.

### **Område 034, Eks-tysk tankanlegg**

I dette området eksisterer to nedgravde tanker som man på forhånd kjente beliggenheten til. Flere tanker kunne ikke påvises med de benyttede metoder og den anvendte profiltetthet. Mulige tilførselsrør fra/til tanker er imidlertid indikert på bakgrunn av georadaropptak. Ved en eventuell videre undersøkelse bør det måles tettere med georadar (ca. 5 m profilavstand).

### **Område 020, Fuelanlegg ute av bruk**

I dette området har georadarmålinger indikert to mulige nedgravde tanker, der målingene viser at disse kan være ca. 10 m lange. Forstyrrelser på georadaropptak i en annen del av området indikerer at det kan være gravd i bakken, uten at en her kunne påvise tankanlegg. Det er mulig at det har eksistert tanker i dette området tidligere, men at de er gravd opp.

## 1 INNLEDNING

På oppdrag fra Forsvarets Bygningstjeneste (FBT), Hamar, har NGU utført geofysiske målinger i 5 områder ved Gardermoen flystasjon, Ullensaker kommune, Akershus. For tre av områdene (område 018, 029 og 030) var formålet å kartlegge utbredelsen av nedgravde deponier. For de to andre områdene (område 034 og 020) var formålet å påvise tankanlegg i bakken. Metodene som ble benyttet var magnetometri, elektromagnetiske målinger (EM 31) og georadar. Målingene ble utført i perioden 15/2-24/2-1993 av Torleif Lauritsen og Jan F. Tønnesen med assistanse av vernepliktig personell fra Forsvaret.

## 2 UTFØRELSE

Et oversiktskart som samlet viser de undersøkte områder er vist i kartbilag -01 (målestokk 1:50 000). Oversiktskart for hvert enkelt område er vist i kartbilag -02, -08, -14, -20 og -22 (målestokk 1:5000). Det ble først satt opp stikningsnett for profiler i områdene. På kartene er X- og Y-akser koordinatfestet i henhold til økonomisk kartverk. Profilene er inndelt i et eget valgt aksesystem.

På grunn av midlertidig instrumentsvikt på georadaren og usikker angivelse av lokalitetenes avgrensning, ble det utført mer magnetisk og elektromagnetisk profilering enn planlagt. Dette viste seg å være mer effektivt enn å benytte georadar. Antall georadarprofiler ble derfor i samråd med oppdragsgiver redusert til et minimum for eventuelt å bestemme dyp av deponiene.

### 2.1 Magnetometri

Ved magnetiske målinger over deponi/avfallsplasser vil jernholdige gjenstander kunne være opphav til magnetiske anomalier. Magnetiserbare objekter som plasseres i jordas magnetfelt vil selv indusere et magnetfelt. Dette påvirker størrelsen på den totale magnetiske feltstyrken, slik at denne avviker fra stedets normale. Slike avvik registreres som anomalier. En fyldigere beskrivelse av magnetiske målinger er vedlagt (tekstbilag 1). Det ble utført magnetiske målinger i områdene 018, 029 og 034 (deponiområdene). Ved målingene ble sonden plassert ca. 2 m over bakken. Målepunktavstanden var 2 m. Plassering og lengde av profilene er vist sammen med tolkningskartene i kartbilag -03, -09 og -15. Total profillengde er ca. 6.6 km. Formålet med de magnetiske målingene var å forsøke å påvise områder med nedgravd, jernholdig materiale.

## 2.2 Elektromagnetiske målinger (EM 31)

EM 31 er en elektromagnetisk utrustning som måler undergrunnens elektriske ledningsevne direkte uten å ha kontakt med bakken. Instrumentet kan detektere endringer i ledningsevnen ned til 6 meters dyp. Ledningsevneverdier kan avleses kontinuerlig, men i praksis registreres data ved faste intervaller for seinere uttegning av profiler. En fyldigere beskrivelse av EM 31 er gitt i tekstbilag 2. Målingene ble stort sett utført med instrumentet ca. 1 m over bakken. Målepunktavstanden var 2 m. Plassering og lengde av profilene i deponiområdene er vist sammen med tolkningskartene i kartbilag -04, -10 og -16. I område 034 er det målt EM 31 langs profil 1, 4, 6, 8, 10 og 11 (kartbilag -21). I område 020 er det målt EM 31 langs profil 20, 23 og 24 (kartbilag -23). Total profillengde er ca. 4.1 km. Formålet med de elektromagnetiske målingene var å påvise elektrisk ledende materiale i bakken. Det var også av interesse å få påvist eventuelle kabelanlegg i bakken som ikke framkom på tilgjengelige kabelkart.

## 2.3 Georadar

Georadar er en elektromagnetisk målemetode som kan benyttes til undersøkelse av lagdeling, gjenstander og strukturer i grunnen. Metoden er basert på registrering av reflekterte elektromagnetiske bølgepulser fra grenseflater i jorda. Fra en utskrift av georadaropptak kan toveis gangtid ned til reflektorer avleses. Ved å utføre målinger med spesielle antennekonfigurasjoner (CDP-målinger) kan radarbølgehastigheten ned til reflektorer beregnes, slik at virkelige dyp til reflektorer kan finnes. En mer detaljert beskrivelse av målinger med georadar er vedlagt (tekstbilag 3). Ved målingene ble det benyttet en flyttavstand på 0.5 eller 1 m. På bakgrunn av tidligere utførte CDP-målinger ved Gardermoen (Mauring & Lauritsen 1992) er radarbølgehastigheten 0.125 m/ns valgt ved dybdekonvertering. Plassering og lengde av profilene i deponiområdene er vist sammen med tolkningskartene i kartbilag -05, -11 og -17. På bakgrunn av georadaropptakene er det også framstilt terrengprofiler for deponiene i kartbilag -06, -12 og -18. Det ble på forhånd bestemt at disse skulle presenteres i målestokk 1:200. For å spare plass ble det (i samråd med oppdragsgiver) funnet hensiktsmessig å benytte en horisontal målestokk på 1:500 og en vertikal målestokk på 1:250.

I område 034 er det målt georadar langs samtlige profiler vist i kartbilag -21, bortsett fra profil 11. I område 020 er det målt georadar langs samtlige profiler vist i kartbilag -23, bortsett fra profil 24. Ved utskrift av georadaropptak vises kun 0-300 ns på grunn av begrenset penetrasjonsdyp, og for å kunne skille reflektorer bedre. Samlet profillengde ved deponier og tankanlegg er ca. 2.6 km. Formålet med georadarmålingene var først og fremst å påvise plassering av deponier og dyp til bunnen av dem, samt påvise plassering av tankanlegg. Georadar ble også benyttet til kartlegging av strukturer i løsmasser og kartlegging av grunnvannsspeil.



### 3 RESULTATER

#### 3.1 Generelle bemerkninger

I alle de undersøkte områder er det mye tekniske anlegg, bygninger og andre støykilder som stedvis kan gjøre tolkning av geofysiske data vanskelig. Der anomale verdier i data skyldes påvisbare støykilder, er dette kommentert i tolkningen. Støykilder som ikke framkommer av kartgrunnlaget er angitt med stjerne på tolkningskartene. Ekstra kompliserende forhold har en dersom det er deponi/tankanlegg der en også har tekniske anlegg, og der det finnes tekniske anlegg/støykilder som ikke er påvist (observert). Sistnevnte punkt er spesielt aktuelt i dette tilfellet, fordi målingene ble utført på et tidspunkt da bakken helt eller delvis var snødekt.

Ved tolkning av måleresultatene er det benyttet anomalidefinisjoner som listet under.

\* Magnetometri. Uforstyrret magnetisk feltstyrke er på ca. 50500-50600 nT i områdene som er undersøkt. Anomalistørrelsen angis som avviket fra uforstyrret magnetfelt.

- Svak anomali, 50-200 nT
- Sterk anomali, 200-1000 nT
- Meget sterk anomali, > 1000 nT

\* EM 31. Et område har anomale verdier hvis en eller flere av følgende betingelser er oppfylt;

- Tilsynelatende ledningsevneverdi målt med vertikale spoleakser ligger utenfor et bestemt normalområde.
- Tilsynelatende ledningsevneverdi er negativ.
- Tilsynelatende ledningsevneverdi målt med instrumentet parallelt og vinkelrett profilretningen viser en forskjell som er større enn 0.2 mS/m (ikke med som betingelse i område 034 og 020).
- Forskjellen mellom tilsynelatende ledningsevneverdi mellom to nabopunkter er større enn en bestemt verdi (0.3 mS/m for område 030, 0.4 mS/m for område 018 og 029 og 1.5 mS/m for område 034 og 020).

\* Georadar. Sterke indikasjoner på deponier sees som regel ved avbrutte geologiske strukturer i deponiområdet, ofte med redusert penetrasjon og/eller endring i refleksivitet og frekvensinnhold. Ved svake indikasjoner kan en stedvis erkjenne geologiske strukturer på større dyp (5-10 m), mens strukturer på grunnere dyp er forstyrret i deponiområdet. Dette kan indikere at deponiet er tynt og/eller at det ikke inneholder materiale som demper EM-bølgene.

Ved opptegning av anomaliers plassering langs profiler, er disse gradert for magnetometri og georadar etter det mønster som er nevnt over. For EM 31 har en ikke skilt mellom størrelser på anomalier, men en har i tillegg angitt områder med negativ tilsynelatende ledningsevne. Det er ikke mulig å avlese størrelsen på de negative utslagene. For å kunne plote inn disse verdiene på profilkurver og overflatekart, er de gitt verdien -1 mS/m. Det er ikke skilt

mellom svake eller sterke anomalier/indikasjoner ved avgrensning av antatt anomale områder. Ved arealberegninger av deponier er det benyttet et digitalt planimeter av typen 'Planix 7' (Tanaya).

### 3.2 Område 018, Gammel brannplass for fly

Områdets plassering er vist i kartbilag -02. Det er begrenset i vest av rullebane, i nord og øst av gammelt jernbanespor og i sør av tidligere undersøkt område (NOTEBY 1992). Terrenget er flatt i området. Løsavsetningene består av breelvavsatt sand/grus (Longva 1987).

#### Magnetometri

Et eksempel på et målt profil (1040Y) er vist i databilag 1. Profilet viser typiske anomalistørrelser og -former innenfor området (50-200 nT). Antatte magnetiske anomalier som trolig skyldes gjenstander (jernholdige) i deponiet er mer eller mindre sammenhengende mellom 1010X og 1140X. Kraftig negativ anomali mot slutten av profilet skyldes jernbanesporet. Data fra samtlige profiler er framstilt som et overflatekart i databilag 2. Verdier langs profil 1050X sør for posisjon 1000Y er utelatt. Det samme gjelder for verdier nærmest jernbanesporet i øst og nord. De høye verdiene lengst i nord på overflatekartet skyldes allikevel jernbanesporet. Kartet viser et forholdsvis kraftig anomalt område med senter ved posisjon 1050X, 1030Y. Kartet viser også en tendens til en svekkelse av størrelsen på de anomale verdier mot nord, og en innsnevring av det anomale området i samme retning. Basert på tolkning av enkeltprofiler, er det opptegnet et magnetisk tolkningskart i kartbilag -03. På dette kartet ser en tydelig hvordan de kraftigste anomaliens plassering er i samsvar med plassering av jernbanesporet. Den stiplede linjen avgrensner området der en har magnetiske anomalier som antas å skyldes jernholdig materiale i bakken.

#### EM 31

Normalområdet for tilsynelatende ledningsevne ser ut til å ligge mellom 1.0 og 2.2 mS/m. Eksempel på et EM 31-profil (1100Y) er vist i databilag 3. Her er det målt med fire konfigurasjoner. Stjerne- og firkant-symbolene angir målinger med vertikale spoleakser og instrumentet orientert henholdsvis parallelt med og vinkelrett på profilretningen. Sirkel- og trekant-symbolene angir målinger med horisontale spoleakser og instrumentet orientert henholdsvis parallelt med og vinkelrett på profilretningen. Områdene 1076X-1084X og 1092X-1124X viser antatt uforstyrrete ledningsevneverdier. Resten av profilet viser anomale verdier. Data fra samtlige profiler er vist som et overflatekart i databilag 4. Det er verdier fra målinger med vertikale spoleakser og instrumentet orientert parallelt med profilretningen som er presentert. Et karakteristisk trekk er et lineært anomalimønster ved posisjon ca. 1015X som dreier svakt vestover helt i nord. I følge antagelser fra oppdragsgiver skyldes dette en

kulvert som går parallelt med rullebanen. En får negativ tilsynelatende ledningsevne rett over kulverten. Anomale områder i øst og nordøst skyldes jernbanen. Ellers framtrer de kraftigste anomalier helt i sør og ved posisjon 1070X, 1100Y. Basert på ledningsevneanomalier er det framstilt et tolkningskart i kartbilag -04. Stjerner på kartet angir støykilder, i dette tilfellet den nevnte kulvert. Stiplet linje avgrensner området der en har anomalier som antas å skyldes elektrisk ledende materiale i bakken.

### Georadar

Det ble kun målt tre georadarprofiler i området (se kartbilag -05). Eksempel på et georadarprofil (1040Y) er vist i databilag 5. Profilet er målt med 50 MHz-antennar, og viser kun en svak indikasjon på deponert materiale. En reflektor på 200 ns sees å bli tilsynelatende brutt ved 1012X, men kommer tydelig til syne igjen ved posisjon 1170X (240 ns). Deponiet antas å ligge mellom disse to posisjonene. Indikasjonen på dette er svak, og det antas at deponiet er tynt og/eller inneholder lite dempende materiale i dette området. Reflektoren som er nevnt representerer trolig grunnvannsspeil som opptrer på 12.5-15 m dyp. Dette er i samsvar med det som er angitt på et hydrogeologisk kart utgitt i forbindelse med den Internasjonale Hydrologiske Dekade (IHD) (Østmo 1976). Den stiplede linjen i kartbilag -05 viser avgrensningen av et område der antatt deponi er svakt indikert ved georadarmålinger. Kartbilag -06 viser terrengprofiler som er opptegnet på bakgrunn av georadaropptakene. Dyp til topp eller bunn av deponiet kan ikke erkjennes på noen profiler.

### Samtolking

Et samtolkningskart er presentert i kartbilag -07. Anomale områder indikert ved de forskjellige metoder er gitt forskjellig skravur. Den stiplede linjen omslutter maksimal utbredelse av anomale områder, og antas å representere yttergrensen av deponiet, med de forbehold som er nevnt under punkt 3.1. De sikreste indikasjoner på deponi har en i de områder der flere metoder angir anomale verdier (områder med dobbel- eller trippelskravur). Deponiets sørlige begrensning er påvist ved en tidligere undersøkelse (NOTEBY 1992). Arealet av skravert område er ca. 21000 m<sup>2</sup>. Dyp ned til bunnen av deponiet kunne ikke påvises ved de anvendte metoder. Dette skyldes at magnetiske og elektromagnetiske (EM 31) måleverdier ikke kan benyttes kvantitativt til beregning av dyp til bunnen av deponi, og at bunnen ikke kan sees direkte på georadaropptakene. Deponiet antas allikevel å ligge grunt, spesielt mot nord, på grunn av relativt uforstyrrete georadaropptak. Overflaten av grunnvannsspeil antas å ligge på 12.5-15 m dyp i dette området.

### 3.3 Område 029, Tyskerfyllingen

Områdets plassering er vist i kartbilag -08. I og ved måleområdet er det bygd opp voller av armerte betongblokker sammen med sand og grus. Disse vollene er angitt ved stiplede linjer på tolkningskartene i kartbilag -09, -10 og -11. I tillegg er det fylt ut masser av det samme materialet sørøst for den østligste vollen. Avgrensningen av det utfylte området er angitt som prikket linje på tolkningskartene. Vollene og det utfylte området har stor betydning for kvaliteten på tolkningen fordi materialet som de er bygd opp av utgjør en betydelig støykilde for samtlige anvendte metoder. Andre støykilder er gjerde rundt hus ved 960X, 1020Y, standplasskur ved 975X, 1070Y og rør og kabler i bakken (angitt med \*). Et gjerde utgjør den østlige begrensning av måleområdet. Rundt voller og fyllinger er terrenget flatt. Løsavsetningene består av breelvavsatt sand/grus.

#### Magnetometri

Et eksempel på et målt profil (1000X) er vist i databilag 6. Uforstyrrete verdier vises fram til posisjon 1050Y. Fra denne posisjonen vises anomale verdier, der de fra posisjon 1140Y er spesielt kraftige. De anomale verdiene skyldes etter all sannsynlighet utfylt, knust betong med armering (jern). Data fra samtlige profiler er framstilt som overflatekart i databilag 7. De kraftigst anomale punkter ved gjerdet i øst er fjernet før gridding og presentasjon. Områder med manglende datagrunnlag gir seg til kjenne som 'huller' i overflatekartet. Disse opptrer ved kantene av kartet.

Et magnetisk tolkningskart er framstilt i kartbilag -09. To anomale områder er omsluttet av tykk, stiplet linje. Den sørlige del av anomaliområdet i øst viser et markant skille for størrelsen på anomaliene ved ca. 1120X for profilene 1080Y, 1100Y og 1120Y. Dette skillet kan muligens markere sørlig grense av deponi. Anomalier sør for denne grensen skyldes trolig fyllingsmaterialet. Det anomale området i vest har ingen påviselige støykilder, og kan i sin helhet utgjøre et område der det er deponert jernholdig materiale i bakken.

#### EM 31

Normalområdet for tilsynelatende ledningsevne ser ut til å ligge mellom 1.1 og 2.9 mS/m i området. Eksempel på et EM 31-profil (1080Y) er vist i databilag 8. Området 1064X og ut profilet viser stort sett uforstyrrete ledningsevneverdier, mens resten av profilet (med få unntak) viser anomale verdier. Fra posisjon 1025X til posisjon 1064X er størrelsen på anomalien mindre enn fram til posisjon 1025X. Det er mulig at denne posisjonen representerer sørlig grense av deponiet langs dette profilet. Et overflatekart som er framstilt etter gridding av data fra samtlige profiler, er vist i databilag 9. Verdier målt med vertikale spoelakser og instrumentet orientert parallelt med profilretningen er benyttet. De anomale områder har stort sett samme plassering som de magnetiske anomaliområder. Det anomale området lengst sør skyldes rør i bakken. Rørene er angitt som støykilder (stjerner) på tolkningskartet i kartbilag -10. På tolkningskartet er det tykk stipling rundt anomale områder. Tolkningskartet viser også at de anomale områder har omtrent samme plassering som de

tilsvarende magnetiske anomaliområdene. Mellom 1015X og 1025X langs profilene 1060Y, 1080Y og 1100Y opptrer en endring i anomalistørrelsen (anomalien blir mindre langs profilretningen). Det er mulig at en i dette området har sørlig begrensning av deponiet. Anomaliene lenger sør skyldes trolig fyllingsmaterialet. Det er i tillegg antatt at ledningsevne-anomalienes avgrensning i nordøst angir grensen for deponiet i denne retningen.

Det minste anomaliområdet i vest antas i sin helhet å representere deponert materiale under overflaten.

### Georadar

Eksempel på georadaropptak (profil 1000X) er vist i databilag 10 side 1. Fra posisjon 980Y til posisjon 1050Y sees horisontale, geologiske strukturer ned til ca. 70 ns. I området 150-300 ns sees videre skrålagning. Fra posisjon 1050Y og ut profilet (1140Y) sees ikke lenger geologiske strukturer, refleksjonsmønsteret er kaotisk og penetrasjonsdypet er kraftig redusert. Dette er en sterk indikasjon på deponert materiale. Det er allikevel vanskelig å si noe om forstyrrelsene/dempningen skyldes kun materiale som er avsatt på overflaten eller om det også kan skyldes materiale som er nedgravd. Reflektor på ca. 110 ns mellom posisjon 980Y og 1000Y antas å representere overflaten av grunnvannsspeil (6-7 m dyp). Profil 1080Y (databilag 10 side 2) viser en kraftig indikasjon på deponert materiale fram til posisjon 1025X. Mellom 1025X og 1065X sees geologiske strukturer på 3-6 m dyp. Tilsvarende strukturer sees i et nivå 2-3 m høyere fra posisjon 1065X (slutt på fylling og i uforstyrret område). Spranget i nivå skyldes høyden på fyllingen. Fordi grunne geologiske strukturer sees fra posisjon 1025X, antas det at deponiet ikke fortsetter inn i dette området. Redusert penetrasjon (svak indikasjon) mellom 1025X og 1065X skyldes fyllingsmateriale over naturlig terrengoverflate. Reflektor på 120-130 ns mellom posisjon 1065 og 1095 representerer sannsynligvis grunnvannsspeil (7-7.5 m dyp).

På tolkningskartet (kartbilag -11) er det tegnet en stiplet linje rundt områder med svake og sterke indikasjoner. De samme anomale områdene er indikert ved magnetometri og EM 31. Profil 1080Y indikerer imidlertid at grensen for deponiet går lenger nord (1025X).

Også i det vestlige området er georadarindikasjoner omtrent sammenfallende med anomaliområdene for magnetometri og EM 31. Kartbilag -12 viser terrengprofiler som er opptegnet på bakgrunn av georadaropptakene. Topp og bunn av deponier kan ikke erkjennes.

### Samtolking

Et samtolkningskart er presentert i kartbilag -13. Anomale områder indikert ved de forskjellige metoder er gitt forskjellig skravur. Stiplet linje i vestlig område omslutter maksimal utbredelse av anomale områder. I dette området har en trolig best bestemt deponiets grenser. Arealet av området er ca. 1750 m<sup>2</sup>. Stiplet linje i området i øst omslutter anomale områder indikert ved samtlige metoder. Arealet av dette området er ca. 11200 m<sup>2</sup>.

Prikket linje angir mulig sørlig og nordøstlig begrensning av deponiet, men må sees på som en minimum utbredelse av dette, og utgjør ca. 6000 m<sup>2</sup>. Det har ikke vært mulig å påvise bunnen av deponiene ut fra georadaropptakene eller resultater fra de andre metodene. Utenfor vollene ligger grunnvannspeilet trolig på 6-7.5 m dyp.

### 3.4 Område 030, Oppryddingsdeponiet

Områdets plassering er vist i kartbilag -14. Et gammelt grustak er avmerket på et kart i en bygdebok i dette området. Grustaket er ikke lenger synlig, men har vært plassert øst for veien som går sør-nord. Dette grustaket er benyttet som deponi, da området i dag er helt utplanert og flatt. Løsavsetningene består av breelvavsatt sand/grus. I området opptrer en rekke støykilder på bakken. Flere av disse er ikke inntegnet på kartgrunnlaget, og disse er angitt med stjerne på tolkningskartene i de tilfeller det har betydning for tolkningen. Støykilder på bakken omfatter; trafo (1010X, 1055Y), tankanlegg (1030X, 1160Y), betonghus (1022X, 1142Y og 1033X, 1142Y), nettinggjerde rundt koblingsboks (1095X, 1185Y), armert betongkloss (1075X, 1082Y og 1220X, 1202Y), stolpe med kabelrester (1192X, 1082Y og 1210X, 1118Y), nærforsvarsområde med skyttergraver (sentrum 1220X, 1250Y). De tre førstnevnte støykilder er inntegnet på kartgrunnlaget.

#### Magnetometri

Et eksempel på et målt profil (1200Y) er vist i databilag 11. En svak anomali opptrer omtrent sammenhengende mellom posisjon 1024X og 1134X. Selve anomalimønsteret minner mye om det en har over deponiet i område 018. Amplituden på anomaliene er også i samme størrelsesorden (50-200 nT). Anomaliene antas å skyldes deponert, jernholdig materiale i bakken. Anomali på ca. 1162X skyldes trolig støy (= anomalier fra påvisbare tekniske anlegg eller gjenstander på overflaten). Anomali ved enden av profilet skyldes armert betongkloss på overflaten. Data fra samtlige profiler er framstilt som et overflatekart i databilag 12. De kraftigste topper og søkk i overflaten skyldes støy. Det kan derfor være vanskelig å erkjenne anomale områder som skyldes deponert materiale i bakken ut fra dette kartet, og det er kun tatt med som en samlet framstilling av måleverdiene. Basert på tolkning av enkeltprofiler, er det presentert et tolkningskart i kartbilag -15. På tolkningskartet er anomaliene gradert etter størrelse (amplitude i nT). Dersom en fjerner alle anomalier som skyldes støy, ser det ut som om den nordvestlige del av måleområdet skiller seg ut med tanke på anomalier som kan skyldes deponert materiale i bakken. Dette området er avgrenset med en stiplet linje. Området er ikke avgrenset i vest, men det antas at veien utgjør den vestlige grensen for deponi. Helt i sør er det også anomalier som ikke skyldes synlige støykilder. Anomaliområdene er usammenhengende, og kan skyldes støykilder under snøen. Kraftige, positive anomalier ved 1110X, 1100Y og 1195X, 1080Y antas å skyldes kabel i bakken. Anomalier i nordøst kan skyldes jernskrot på bakken i forbindelse med nærforsvarsområdet her.

### EM 31

Normalområdet for tilsynelatende ledningsevne ser ut til å ligge mellom 1.5 og 3.2 mS/m i området. Eksempel på EM 31-profil (1100Y) er vist i databilag 13. Det er målt med vertikale spoleakser. Stjerne-symbolene angir verdier avlest med instrumentet orientert parallelt med profilretningen. Firkant-symbolene angir verdier avlest med instrumentet orientert i den retning som ga de høyeste ledningsevneverdier. Sistnevnte konfigurasjon ga svært høye verdier mellom 1125X og 1225X. I dette området ble det ved bestemte orienteringer av instrumentet oppnådd meget god kobling med ledende materiale i bakken som neppe kunne skyldes deponert materiale. Ved orientering av instrumentet parallelt med profilretningen fikk en i det samme området stort sett negative tilsynelatende ledningsevneverdier. I følge samtale med oppdragsgiver skyldes de kraftige anomaliene et jordingsnett i bakken. Den del av jordingsnettet som lå innenfor måleområdet ble deretter kartlagt ved en rekognoserende undersøkelse. Omriss av område for jordingsnett er angitt med prikket linje på tolkningskartet i kartbilag -16 (se seinere). Et overflatekart for verdier målt med instrumentet orientert parallelt med profilretningen er presentert i databilag 14. Jordingsnettet gir seg til kjenne som et lavverdiområde i sørøst. Ellers er anomaliene tolket å skyldes respons fra deponert materiale i bakken. Disse skiller seg klarere ut fra bakgrunnsnivået enn hva tilfellet var ved de magnetiske målingene. Dette skyldes trolig at den magnetiske støyen er mer dominerende. Et tolkningskart er presentert i kartbilag -16. Som nevnt over, er jordingsnettet avgrenset ved prikket linje. Anomalier i nordøst antas å skyldes skrot på bakken i forbindelse med nærforsvarsområdet. En tykk stiplet linje avgrenser det området med anomalier som en antar skyldes deponert materiale i bakken.

### Georadar

Eksempel på et georadaropptak (1180Y) er vist i databilag 15. Fra posisjon 1115X og ut profilet (1175X) sees en reflektor på 110-120 ns som antas å representere grunnvannsspeil (6.5-7 m dyp). Skrålagning sees gjennom grunnvannsspeil ved posisjon 1135X. Fra 991X til 1115X sees ikke grunnvannsspeil, refleksjonsmønsteret er mer kaotisk og energien er mer langbølget. Dette er sterke indikasjoner på deponert materiale i bakken. Tolkningskartet i kartbilag -17 viser samtlige profiler med påtegning av indikasjoner på forstyrrelser i georadaropptakene som trolig skyldes deponi. Stiplet linje avgrenser område for georadarindikasjoner. Kartbilag -18 viser terrengprofiler som er opptegnet på bakgrunn av georadaropptakene. Profilene viser et minimum dyp til grunnvannsspeil på ca. 6 m. Topp og bunn av deponi kan ikke erkjennes.

### Samtolking

Et samtolkingskart er presentert i kartbilag -19. Anomale områder indikert ved de forskjellige metoder er gitt forskjellig skravur. Tykk stiplet linje omslutter maksimal utbredelse av anomale områder som trolig skyldes deponert materiale. Arealet av deponiets antatte maksimale utbredelse er ca. 20250 m<sup>2</sup>. Som nevnt tidligere har en de sikreste indikasjoner på deponi i de områder der flere metoder angir anomale verdier (områder med dobbel- eller trippelskravur). Deponiets vestlige begrensning utgjøres trolig av veien. Anomaliområdet har

omtrent samme form og beliggenhet som det gamle grustaket (se tidligere). Dyp til bunnen av deponiet kan ikke påvises, da den ikke kan sees på georadaropptakene. Målinger med EM 31 har indikert et jordingsnett i bakken. Omrisset av område for jordingsnett er vist som prikket linje i kartbilag -19. Dyp ned til grunnvannsspeil er i området 6-7 m.

### 3.5 Tankanlegg

To områder med nedgravde tankanlegg (034 og 020) ble undersøkt ved hjelp av georadar og EM 31. Terrenget i områdene er flatt, og løsavsetningene er dominert av breelavsatt sand/grus.

#### 3.5.1 Område 034, Eks-tysk tankanlegg

Områdets plassering er vist i kartbilag -20. Plassering av profiler er vist på tolkningskart i kartbilag -21. I området eksisterer nedgravde ståltanker som opprinnelig er benyttet til lagring av flybensin. Plasseringen av to av disse tankene er kjent og er avmerket med store sirkler på tolkningskartet.

EM 31- og georadarprofil 1 ble lagt over en av tankene. Profilene er vist i henholdsvis databilag 16 og 17. EM 31-profilen starter vest for jernbanesporet. Normalområdet for tilsynelatende ledningsevne ser ut til å ligge mellom 1.4 og 7.5 mS/m i området. Georadarprofilen viser en klar diffraksjonshyperbel med toppunkt ved posisjon 19. En slik hendelse er svært typisk for punktkilder som tanker, oljefat o.l. Hyperbelens toppunkt er sammenfallende med plassering av tanken. Ved videre undersøkelser med georadar i området ble det forventet å se tilsvarende hyperbler i opptaket ved passering av tanker. EM 31-profilen viser en ledningsevneanomali mellom posisjon 17 og 21 som også skyldes tanken. Anomali ved posisjon 30 skyldes passering av kabel i bakken. Kabelen ble kartlagt ved rekognoserende målinger med EM 31, og er inntegnet som en stiplet linje på tolkningskartet.

For å forsøke å påvise nedgravde tanker utenom de som var kjent, ble området vesentlig undersøkt ved hjelp av georadar. Ingen georadaropptak viste diffraksjonsmønster som i profil 1. Flere tanker er derfor ikke påvist i området. Selv om georadarprofilene er målt forholdsvis tett, er det allikevel en mulighet for at de kan ha 'bommet' på eventuelle tanker i bakken. P1 og P9 ligger 5 m fra hverandre. Diffraksjonshyperbel over tank i P1 kan ikke sees i P9. Dersom en har passert tanken helt i ytterkant i P1, betyr dette antakelig at profilavstanden bør være mindre enn 5 m for å være sikker på å påvise tank. Den tid og de ressurser som stod til rådighet gjorde det lite aktuelt å måle så tett. Flere profiler viser allikevel tendens til diffraksjonshyperbler, som profil 10 (databilag 17) ved posisjon 5.5, 9



og 15.5. På grunn av svake og lite utholdende hyperbler her, er det mest sannsynlig at disse viser plasseringen av tilførselsrør til/fra tanker. Reflektorer kan også sees under hyperblene, noe som tyder på at kilden til hyperblene har liten utbredelse. Plasseringen av mulige tilførselsrør er vist som små sirkler på tolkningskartet. For å få klarlagt hvorvidt eventuelle tilførselsrør forbinder påviste eller ukjente tanker, må det måles tettere.

EM 31-anomalier og georadarindikasjoner (uregelmessige reflektorer og/eller redusert penetrasjon) øst for jernbanesporet er angitt med forskjellig skravur på tolkningskartet. Anomaliene/indikasjonene skyldes muligens et betongdekke (armert?) i vei. Dette vites ikke sikkert, på grunn av at området var snødekt ved tidspunktet for undersøkelsene.

### 3.5.2 Område 020, Fuelanlegg ute av bruk

Områdets plassering er vist i kartbilag -22. Plassering av profiler er vist på tolkningskart i kartbilag -23. I området er det antatt at det finnes tanker som opprinnelig er benyttet til lagring av flybensin. Målingene er lagt til to områder, et i nordøst og et i sørvest. Det er målt georadar langs samtlige profiler (bortsett fra profil 24), mens det er målt EM 31 kun langs profil 20, 23 og 24 i det sørvestlige området (normalområdet for tilsynelatende ledningsevne ser ut til å ligge mellom 1.4 og 7.5 mS/m).

I det sørvestlige området er en mulig tank indikert langs profil 23 mellom posisjon 27 og 37 på 2-2.5 m dyp (se databilag 19). Denne må eventuelt ligge til side for profilet, i og med at reflektorer sees videre nedover i opptaket. Det er også en kraftig EM 31-anomali i dette området (se databilag 18). En del av denne ledningsevneanomalien skyldes trolig også en kran (rattventil) i området. Tanken ligger trolig orientert langs profilet. Mulig sentrum av tanken er vist som en sirkel på tolkningskartet. Sentrum er lagt på profilet, men den eventuelle tanken ligger altså til en av sidene. Kraftig ledningsevneanomali ved enden av profilet kan skyldes kabler i bakken. Kabler kan sees å nå opp til overflaten ved husene som er inntegnet helt i sørvest i måleområdet. Disse kablene er ikke inntegnet på tilgjengelig kabelkart som må antas å være ufullstendig.

Redusert georadarpenetrasjon og brudd i reflektorer langs profil 20, 21 og 22 kan skyldes at det har vært gravd i dette området. Dette kan tyde på at det tidligere har vært tankanlegg her, men som nå er gravd opp (dette har også vært foreslått av oppdragsgiver). Årsaken til ledningsevneanomali langs profil 20 er usikker, men kan skyldes eventuell påfylling av godt ledende masser (som f.eks. leire).

I det nordøstlige området (profil 25, 26 og 27) viser georadarprofil 26 og 27 en refleksor mellom posisjon 15 og 27 på henholdsvis 2.5 og 3.5 m dyp. Det antas at denne representerer

siderefleksjon fra tank som ligger orientert langs profilene. Denne ligger nærmere profil 26 enn 27. Mulig plassering av tankens sentrum er vist som sirkel på tolkningskartet.

## 4 KONKLUSJON

Det er utført geofysiske målinger i forbindelse med kartlegging av deponier og tankanlegg i 5 områder ved Gardermoen flystasjon. De geofysiske målemetoder som har vært anvendt er magnetometri (ca. 6.6 profilkm), elektromagnetiske målinger (EM 31, ca. 4.1 profilkm) og georadar (ca. 2.6 profilkm). Ved hjelp av de anvendte målemetoder har det vært mulig å påvise/kartlegge omriss av deponier og plassering av tanker. I deponiområdene var magnetometri og elektromagnetiske målinger best egnet til å finne arealmessig utbredelse av deponiene. I tankområdene var georadar best egnet til påvisning av tanker og tilførselsrør. De volummessige forhold ved deponiene er fortsatt uavklart, først og fremst fordi det ikke har vært mulig å påvise bunnen av deponiene på georadaropptakene. En eventuell videre undersøkelse med f.eks. kombinerte elektriske sonderinger/profileringer kan muligens avklare dybdeforhold i deponiene. Slike målinger er tid- og kostnadskrevende, men det er vist tidligere at de kan gi gode resultater over deponi (Mauring m.fl. 1992).

### 4.1 Deponier

I område 018 (Gammel brannplass for fly) er yttergrensen av den nordlige og vestlige del av deponiet kartlagt. Arealet av dette området er ca. 21000 m<sup>2</sup>. Deponiets sørlige begrensnings er kartlagt tidligere. Et jernbanespor utgjør området østlige begrensnings. Dyp til bunnen av deponiet kunne ikke påvises, men antas å ligge grunt, spesielt mot nord. Dyp til grunnvannspeil er i området 12.5-15 m.

Undersøkelser i område 029 (Tyskerfyllingen) har avdekket to mulige deponier. Det minste området i vest er påvist med størst sikkerhet på grunn av fravær av påviselige støykilder. Arealet av dette området er ca. 1750 m<sup>2</sup>. Kartlegging av antatt deponi i øst medførte problemer på grunn av påfylt jern- og betongskrot i overflaten som skapte kraftig støy ved alle anvendte målemetoder. Grensen av mulig deponi er allikevel forsøkt kartlagt. Antatt maksimalt areal av deponiet er ca. 11200 m<sup>2</sup>. Minimum areal av deponiet antas å være ca. 6000 m<sup>2</sup>. Den vestlige grensen er ikke kartlagt, på grunn av at området her er avgrenset av en bratt og høy voll. Dyp til grunnvannspeil er 6-7.5 m.

Deponiet i område 030 (Oppryddingsdeponiet) utgjør et gjenfylt massetak. Yttergrensen av deponiet er kartlagt, bortsett fra mot vest der veien trolig utgjør den naturlige begrensnings.

Arealet av deponiet er ca. 20250 m<sup>2</sup>. Dyp til grunnvannsspeil er 6-7 m. I tillegg er det kartlagt et jordingsnett i bakken utenfor selve deponiområdet.

## **4.2 Tankanlegg**

I område 034 (Eks-tysk tankanlegg) eksisterer to nedgravde tanker som man på forhånd kjente beliggenheten til. Flere tanker kunne ikke påvises ved de anvendte metoder. Mulige tilførselsrør fra/til tanker er imidlertid indikert på bakgrunn av georadaropptak.

I område 020 (Fuelanlegg ute av bruk) er det indikert to mulige nedgravde tanker, der målingene viser at disse kan være ca. 10 m lange. Forstyrrelser på georadaropptak i en annen del av området indikerer at det kan være gravd i bakken, uten at en her kunne påvise tankanlegg. Det er mulig at det har eksistert tanker i dette området tidligere, men at de er gravd opp.

## 5 REFERANSER

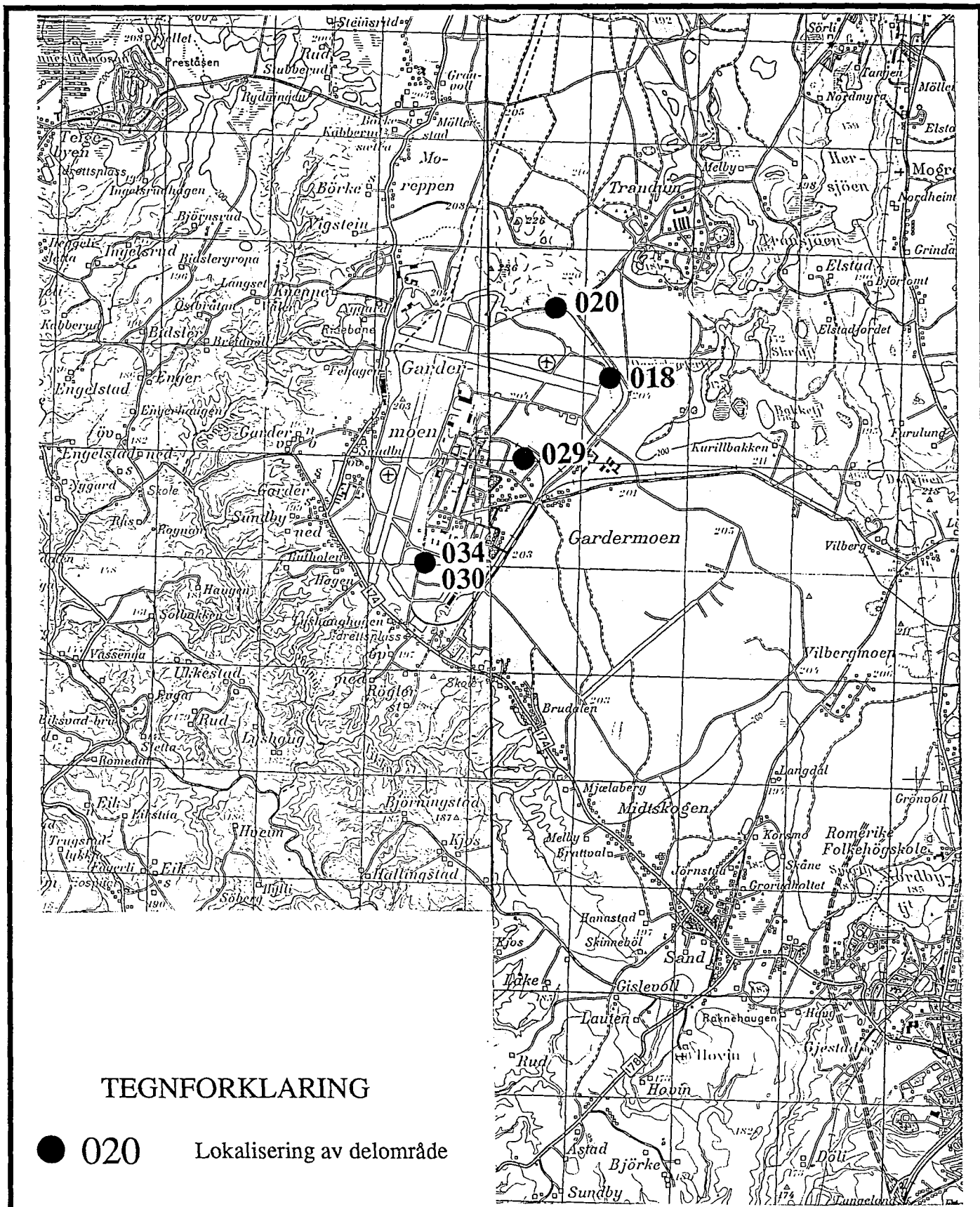
Longva, O. 1987: Ullensaker 1915 II. Beskrivelse til kvartærgeologisk kart - M 1:50 000. *Norges geologiske undersøkelse*.

Mauring, E. & Lauritsen, T. 1992: Georadarmålinger ved Gardermoen, Ullensaker og Nannestad kommune, Akershus. *NGU Rapport 92.276*.

Mauring, E., Rønning, J.S. & Tønnesen, J.F. 1992: Geofysiske målinger over deponi på Trandum, Ullensaker kommune, Akershus. *NGU Rapport 92.268*.

NOTEBY 1992: Miljøtekniske grunnundersøkelser, Øvre Romerike, Gardermoen flystasjon, område 1. *Oppdragsnr. 43274, rapport nr. 1*.

Østmo, S.R. 1976: Hydrogeologisk kart over Øvre Romerike; grunnvann i løsavsetninger mellom Jessheim og Hurdalsjøen - M. 1:20 000. *Norges geologiske undersøkelse*.



### TEGNFORKLARING

● 020 Lokalisering av delområde

NGU/FBT-HAMAR  
 OVERSIKTSKART, SAMTLIGE OMRÅDER

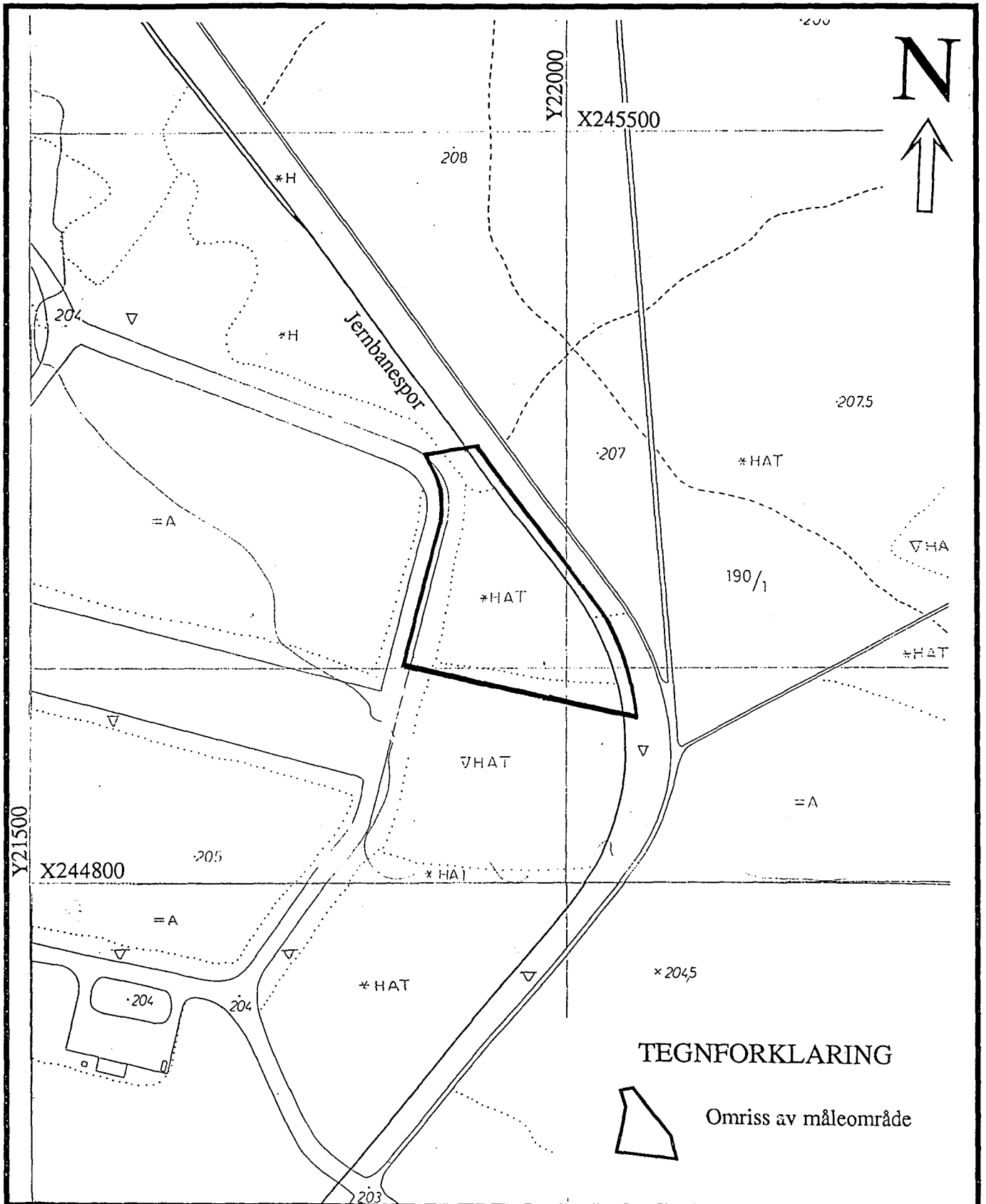
## GARDERMOEN

ULLENSAKER KOMMUNE, AKERSHUS

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE  
 TRONDHEIM

MÅLESTOKK  1:50 000	MÅLT JFI/TL	Feb. -93
	TEGN EM/TL	April -93
	TRAC	
	KFR	

TEGNING NR 93.048-01	KARTBLAD NR 1915 II+III
-------------------------	----------------------------



TEGNFORKLARING



Omriss av målområde

NGU/FBT-HAMAR  
OVERSIKTSKART

GARDERMOEN, OMRÅDE 018

ULLENSAKER KOMMUNE, AKERSHUS

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE  
TRONDHEIM

MÅLESTOKK

1:5000

MÅLT JFT/TL

TEGN EM/TL

TRAC

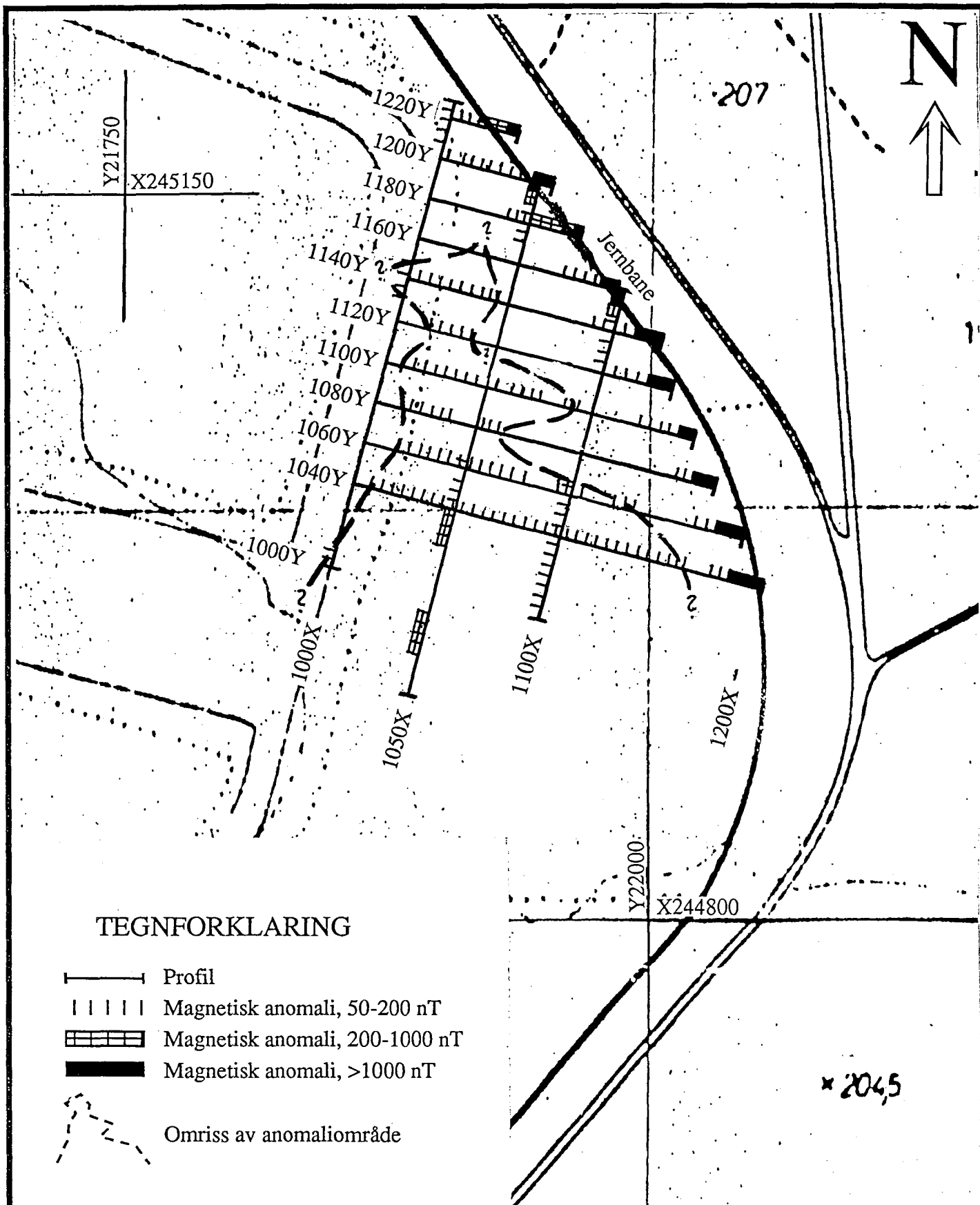
KFR

Feb. -93

Mars -93

TEGNING NR  
93.048-02

KARTBLAD NR  
1915 II



TEGNFORKLARING

- Profil
- |||| Magnetisk anomali, 50-200 nT
- ||||| Magnetisk anomali, 200-1000 nT
- Magnetisk anomali, >1000 nT
- - - Omriss av anomaliområde

NGU/FBT-HAMAR  
 MAGNETISK TOLKNINGSKART  
**GARDERMOEN, OMRÅDE 018**

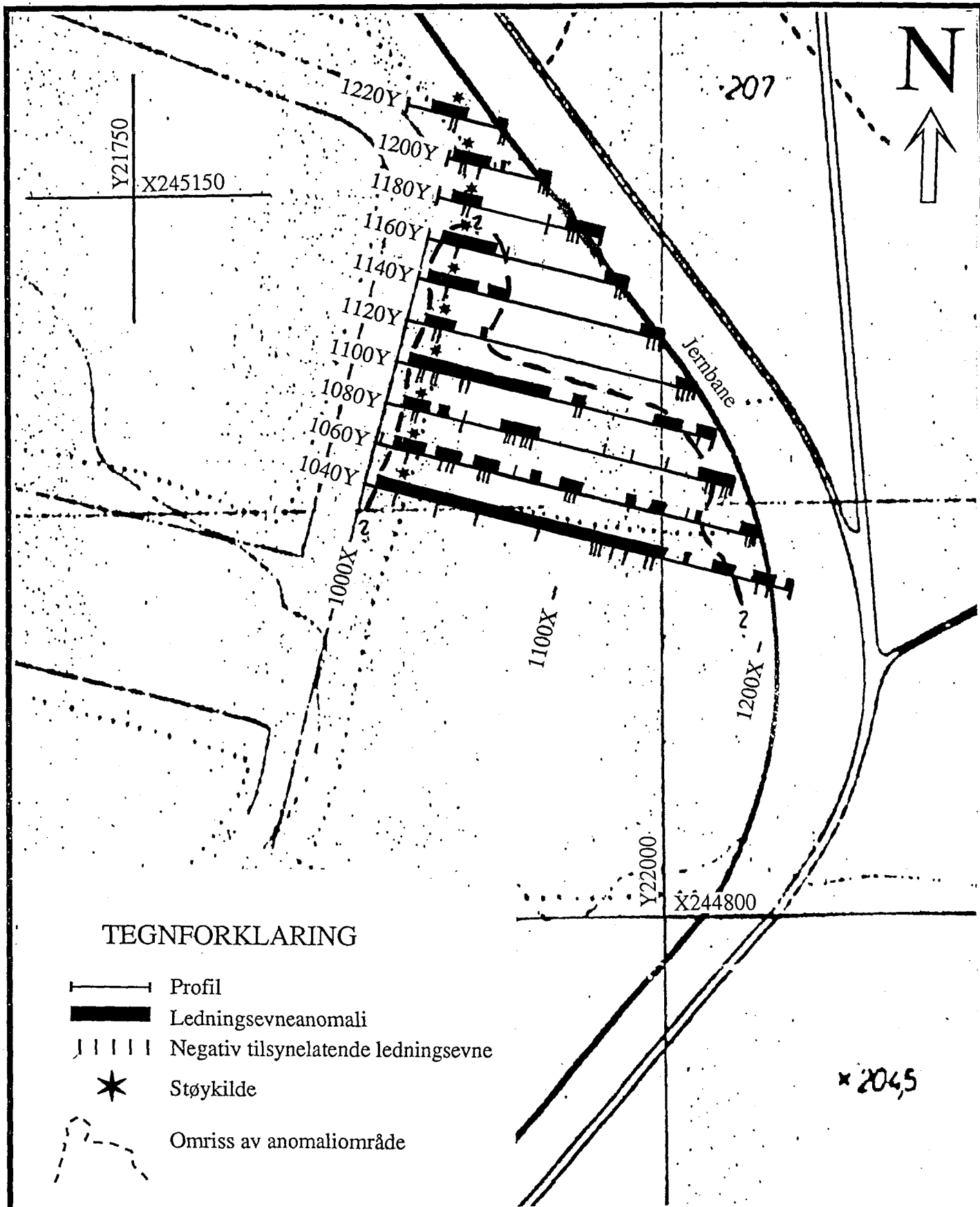
ULLENSAKER KOMMUNE, AKERSHUS

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE  
 TRONDHEIM

MÅLESTOKK 1:2500	MÅLT JFT/TL	Feb. -93
	TEGN EM/TL	Mars -93
	TRAC	
	KFR	

TEGNING NR  
93.048-03

KARTBLAD NR  
1915 II



### TEGNFORKLARING

- |— Profil
- █ Ledningsevneanomali
- ||| Negativ tilsynelatende ledningsevne
- ★ Støykilde
- - - Omriss av anomaliområde

NGU/FBT-HAMAR  
EM 31, TOLKNINGSKART

## GARDERMOEN, OMRÅDE 018

ULLENSAKER KOMMUNE, AKERSHUS

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE  
TRONDHEIM

MÅLESTOKK

1:2500

MÅLT JFT/TL

TEGN EM/TL

TRAC

KFR

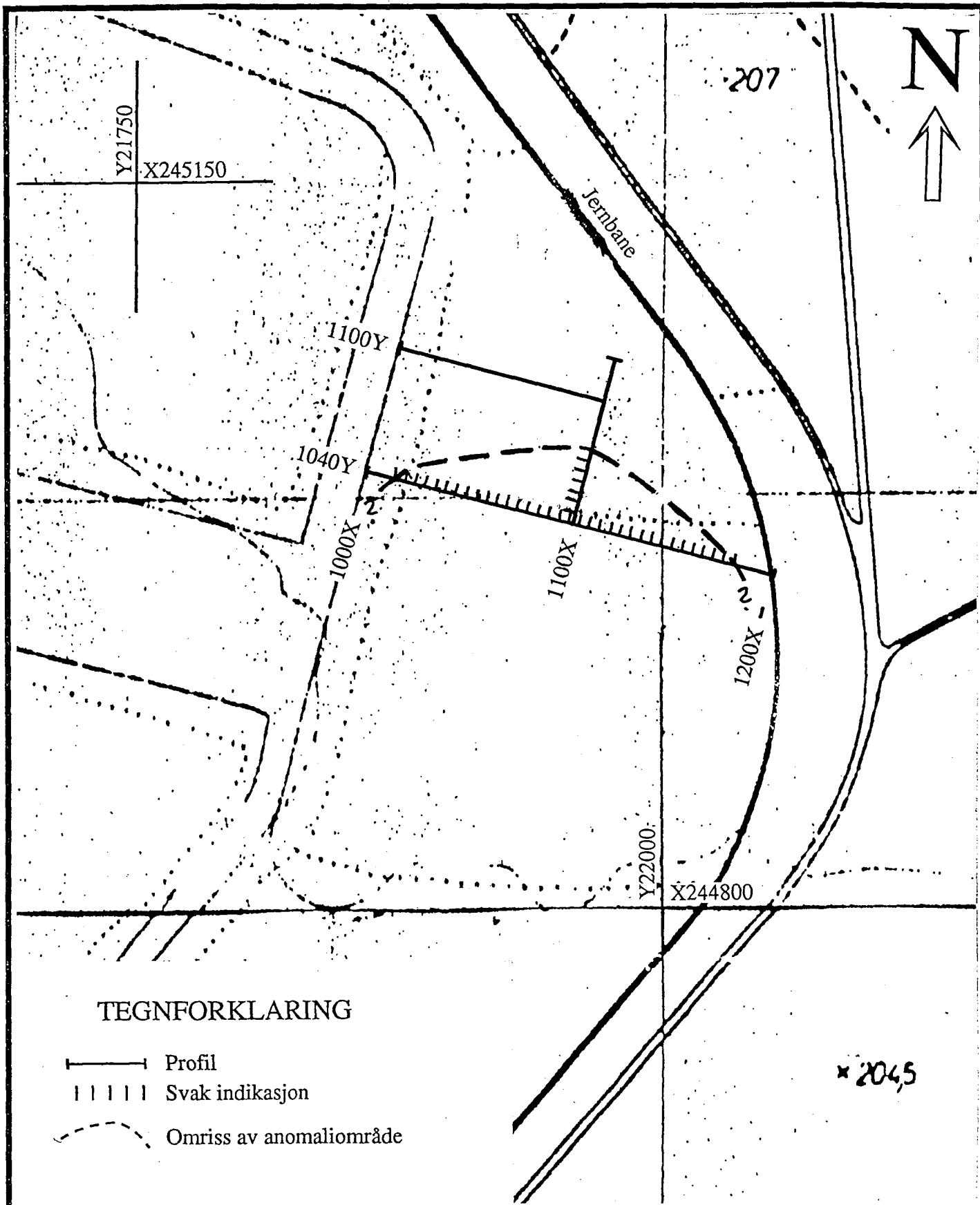
Feb. -93

Mars -93

TEGNING NR  
93.048-04

KARTBLAD NR  
1915 II





TEGNFORKLARING

- |— Profil
- |||| Svak indikasjon
- - - Omriss av anomaliområde

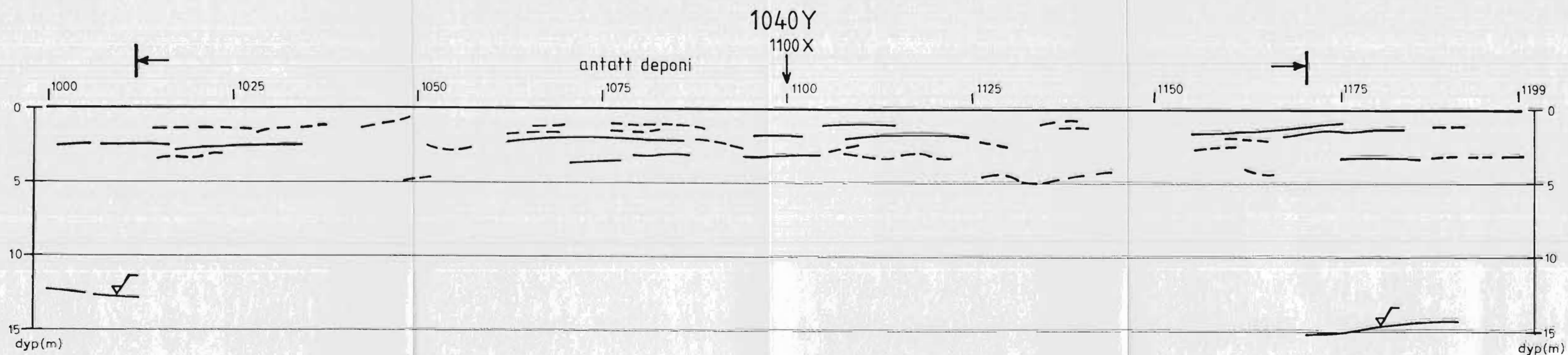
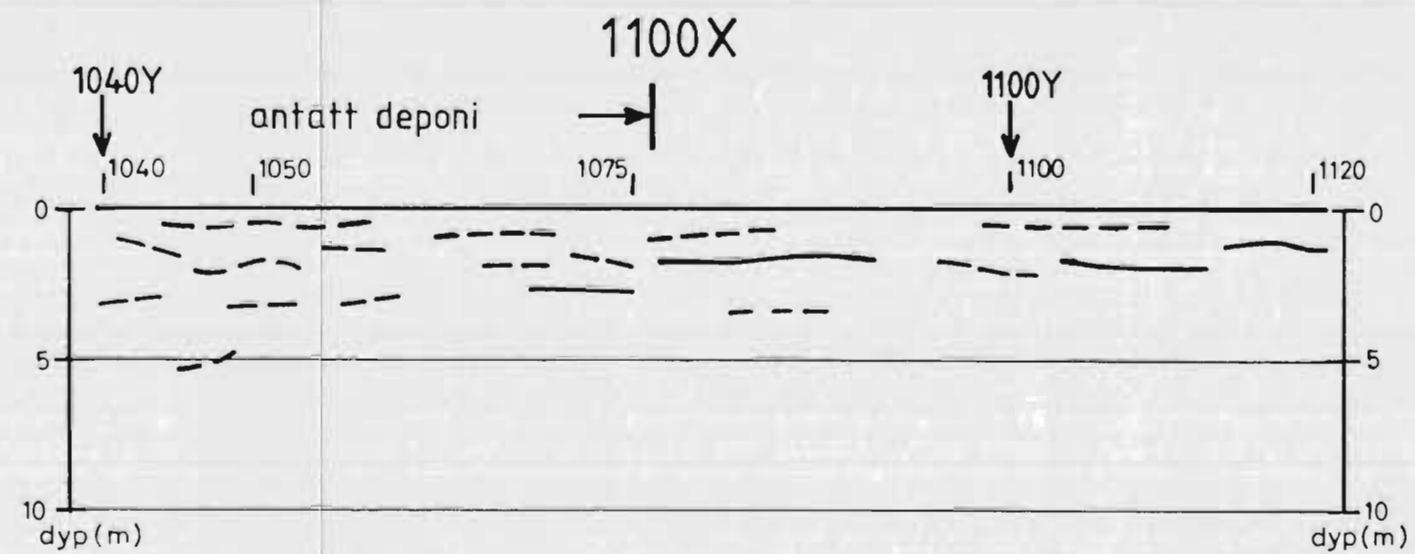
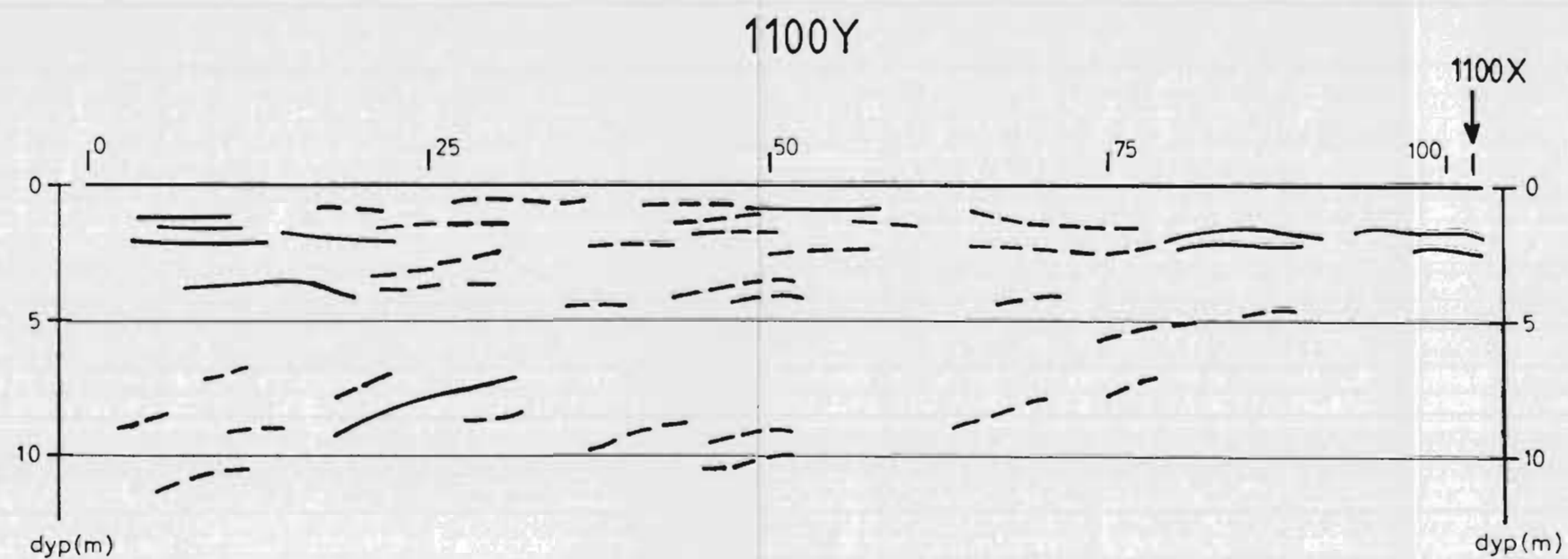
NGU/FBT-HAMAR  
 GEORADAR, TOLKNINGSKART  
**GARDERMOEN, OMRÅDE 018**

ULLENSAKER KOMMUNE, AKERSHUS

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE  
 TRONDHEIM

MÅLESTOKK  1:2500	MÅLT JFT/TL	Feb. -93
	TEGN EM/TL	Mars -93
	TRAC	
	KFR	

TEGNING NR 93.048-05	KARTBLAD NR 1915 II
-------------------------	------------------------



TEGNFORKLARING

- Sterk/tydelig reflektor
- - - Svak/utydelig reflektor
- ✓ Antatt grunnvannsspeil
- ↓ Kryssende profil

NGU/FBT-HAMAR  
TERRENGPROFILER, GEORADAR

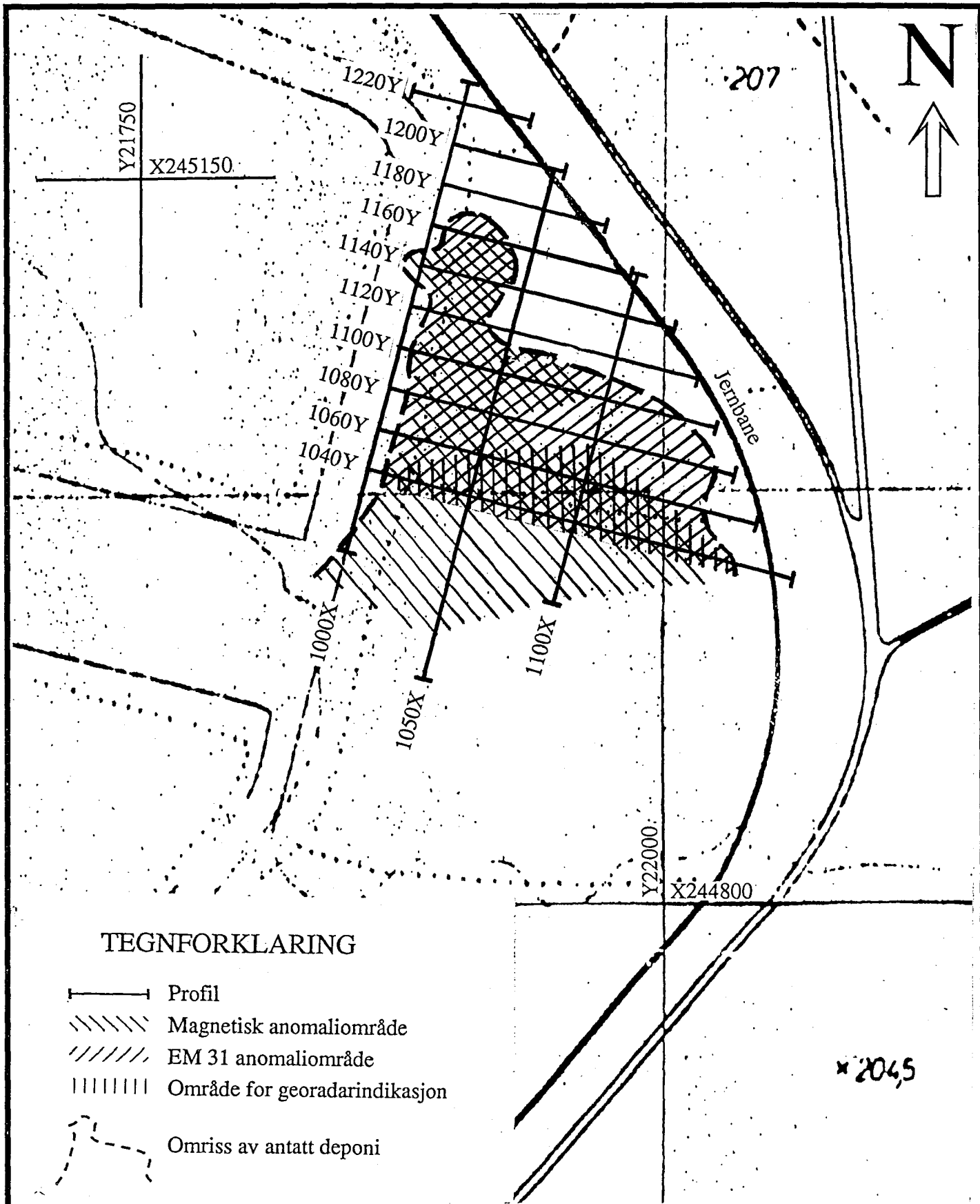
GARDERMOEN, OMRÅDE 018

ULLENSAKER KOMMUNE, AKERSHUS

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE  
TRONDHEIM

MÅLESTOKK	MÅLT TL/JFT	Feb. -93
H: 1:500	TEGN TL/EM	April -93
V: 1:250	TRAC TL	April -93
	KFR	

TEGNING NR 93.048-06	KARTBLAD NR 1915 II
-------------------------	------------------------



TEGNFORKLARING

- |— Profil
- \\\\\\\\\\ Magnetisk anomaliområde
- ////// EM 31 anomaliområde
- |||||| Område for georadarindikasjon
- - - - Omriss av antatt deponi

NGU/FBT-HAMAR  
SAMTOLKNINGSKART

GARDERMOEN, OMRÅDE 018

ULLENSAKER KOMMUNE, AKERSHUS

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE  
TRONDHEIM

MÅLESTOKK

1:2500

MÅLT JFT/TL

TEGN EM/TL

TRAC

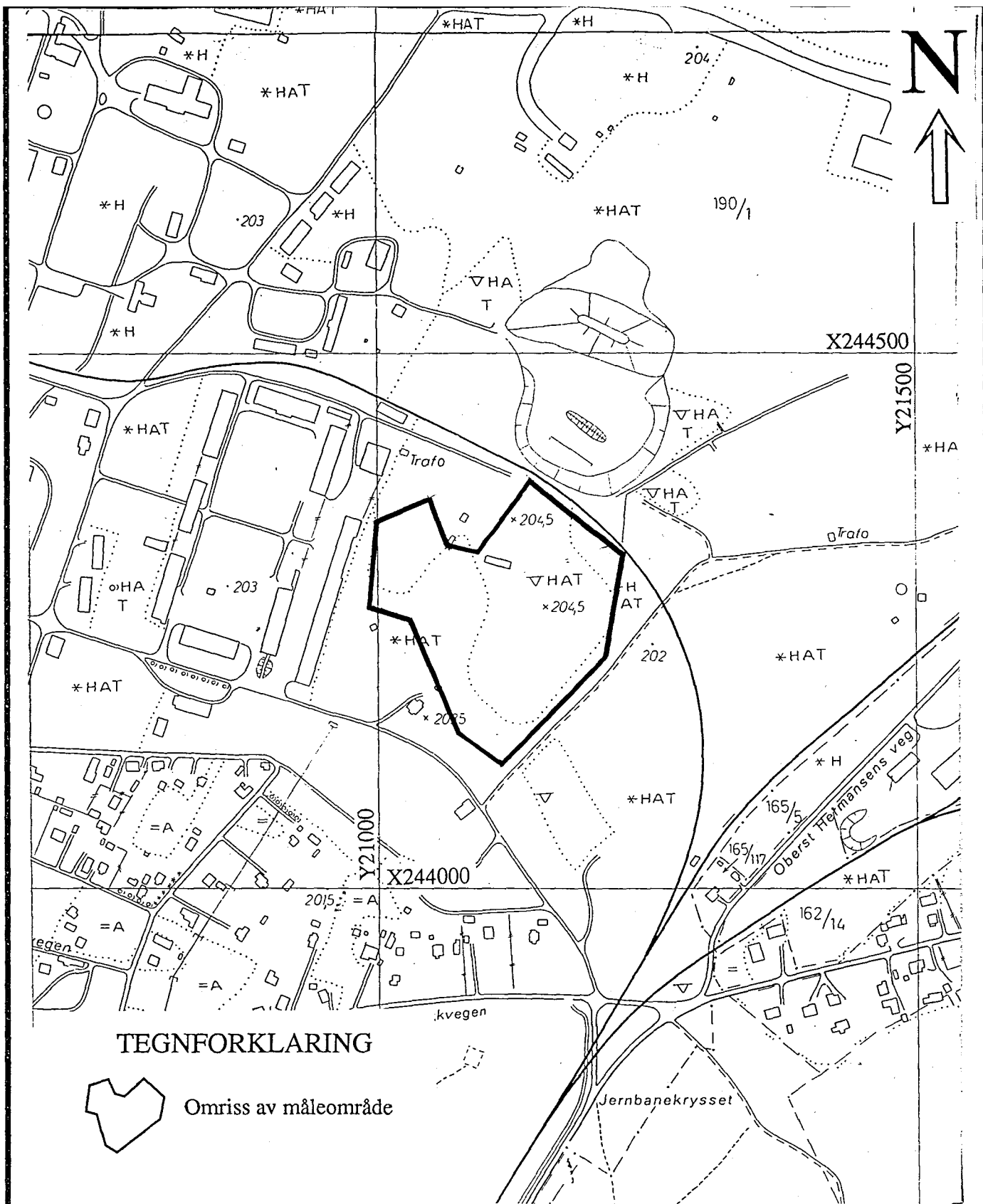
KFR

Feb. -93

Mars -93

TEGNING NR  
93.048-07

KARTBLAD NR  
1915 II



NGU/FBT-HAMAR  
OVERSIKTSKART

## GARDERMOEN, OMRÅDE 029

ULLENSAKER KOMMUNE, AKERSHUS

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE  
TRONDHEIM

MÅLESTOKK

1:5000

MÅLT JFT/TL

TEGN EM/TL

TRAC

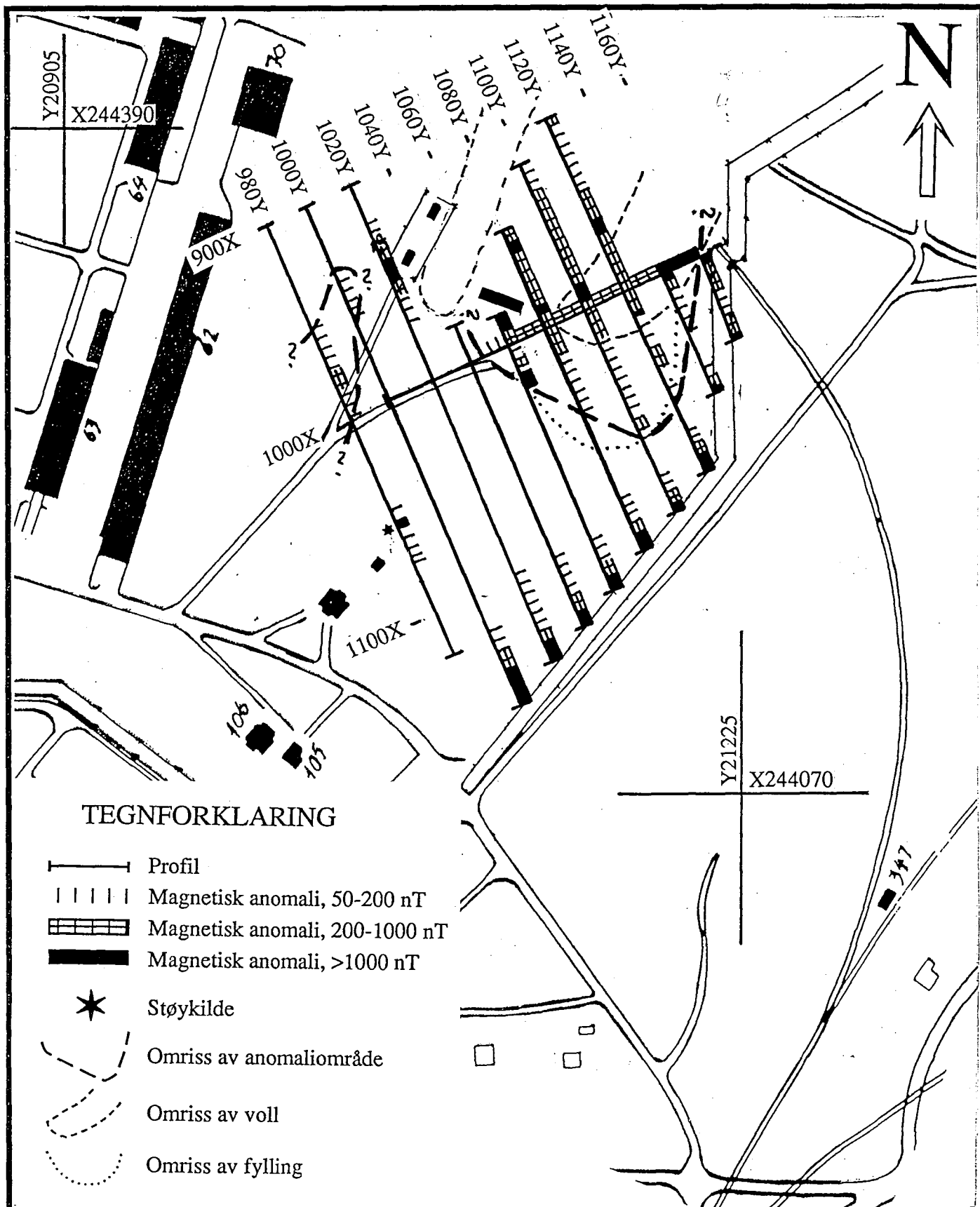
KFR

Feb. -93









Mars -93

TEGNING NR  
93.048-08

KARTBLAD NR  
1915 II



### TEGNFORKLARING

-  Profil
-  Magnetisk anomali, 50-200 nT
-  Magnetisk anomali, 200-1000 nT
-  Magnetisk anomali, >1000 nT
-  Støykilde
-  Omriss av anomaliområde
-  Omriss av voll
-  Omriss av fylling

NGU/FBT-HAMAR  
MAGNETISK TOLKNINGSKART

## GARDERMOEN, OMRÅDE 029

ULLENSAKER KOMMUNE, ÅKERSHUS

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE  
TRONDHEIM

MÅLESTOKK

1:2500

MÅLT JFT/TL

TEGN EM/TL

TRAC

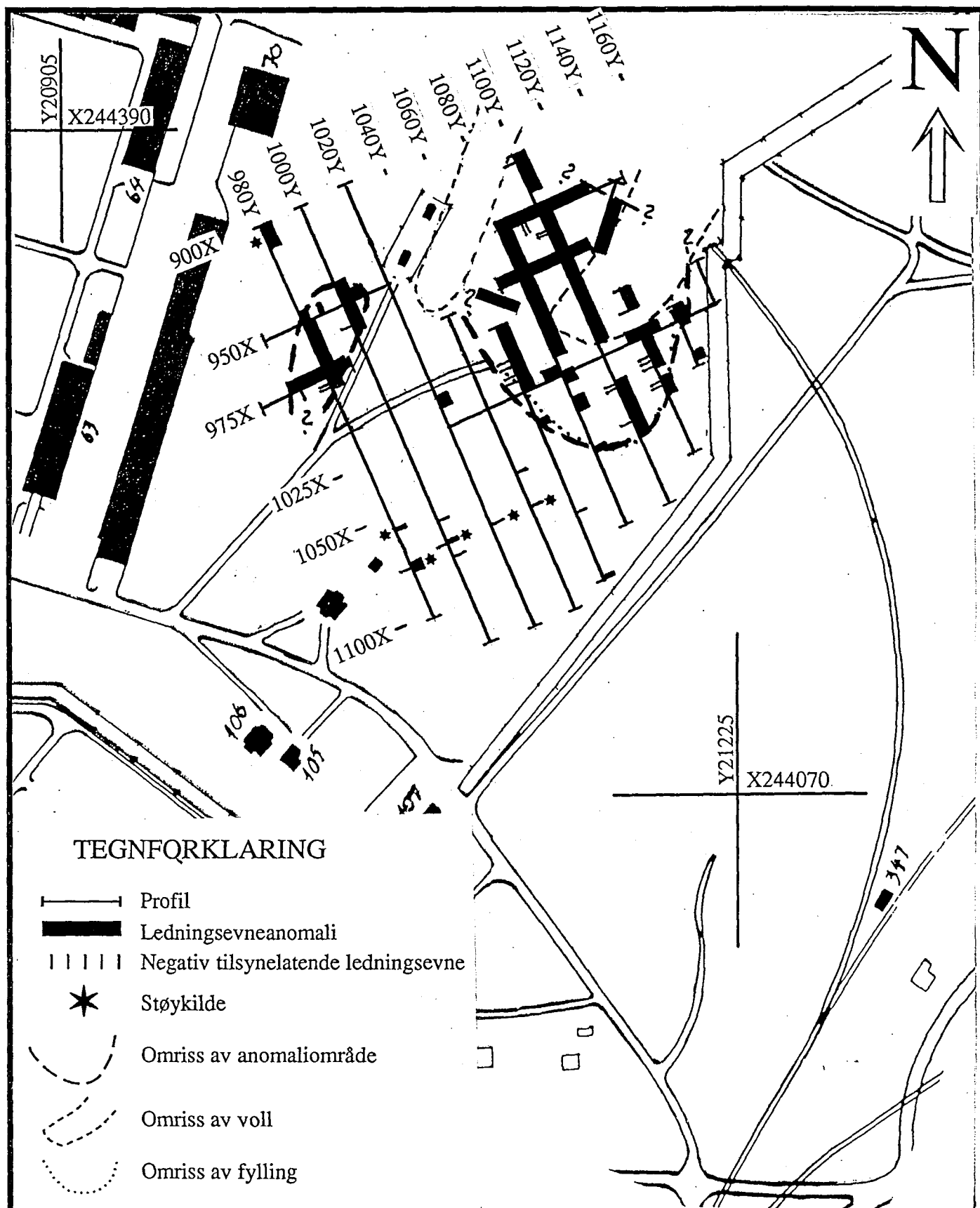
KFR

Feb. -93

Mars -93

TEGNING NR  
93.048-09

KARTBLAD NR  
1915 II



NGU/FBT-HAMAR  
EM 31, TOLKNINGSKART

## GARDERMOEN, OMRÅDE 029

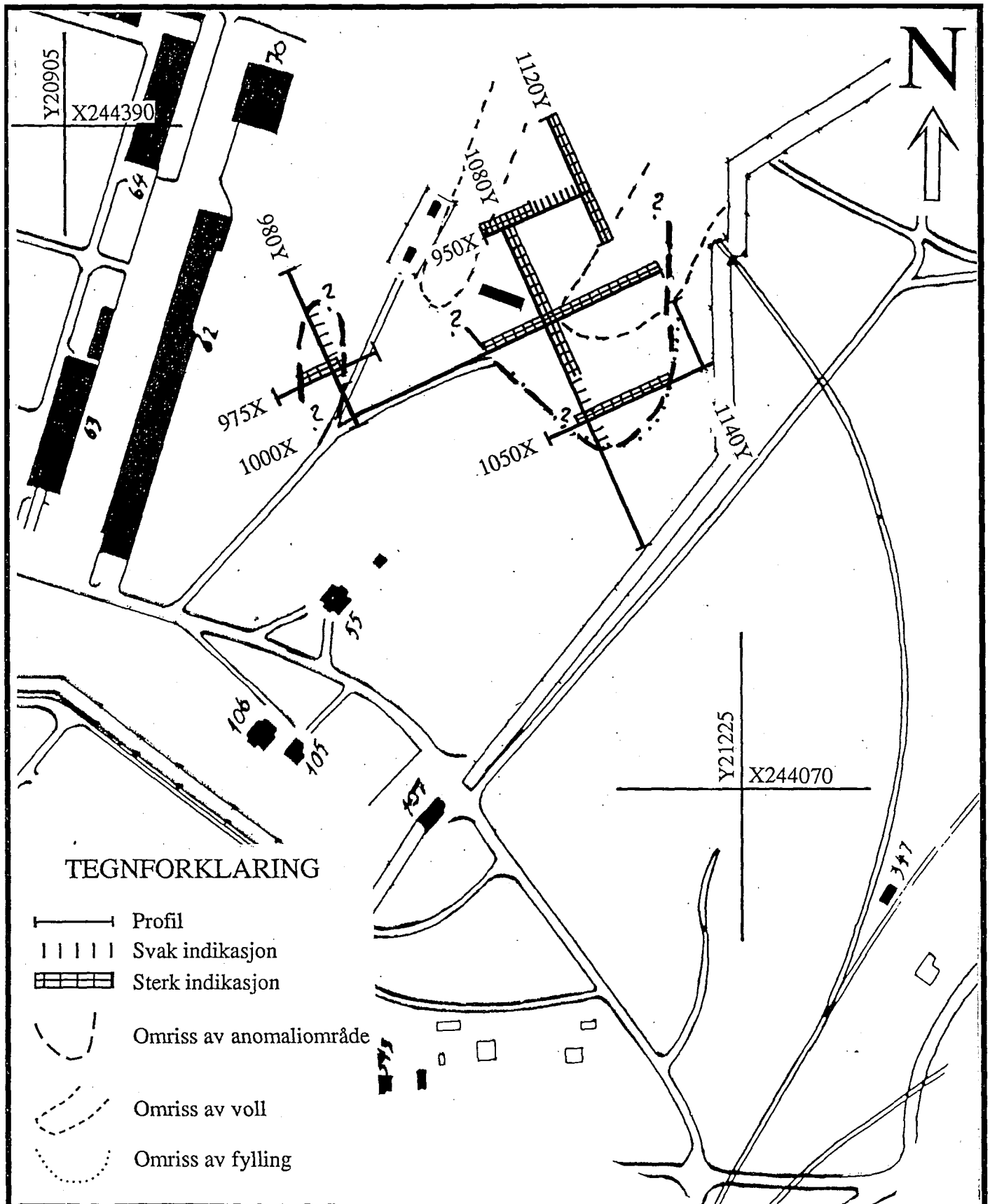
ULLENSAKER KOMMUNE, AKERSHUS

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE  
TRONDHEIM

MÅLESTOKK  1:2500	MÅLT JFT/TL	Feb. -93
	TEGN EM/TL	Mars -93
	TRAC	
	KFR	

TEGNING NR  
93.048-10

KARTBLAD NR  
1915 II



NGU/FBT-HAMAR  
 GEORADAR, TOLKNINGSKART

## GARDERMOEN, OMRÅDE 029

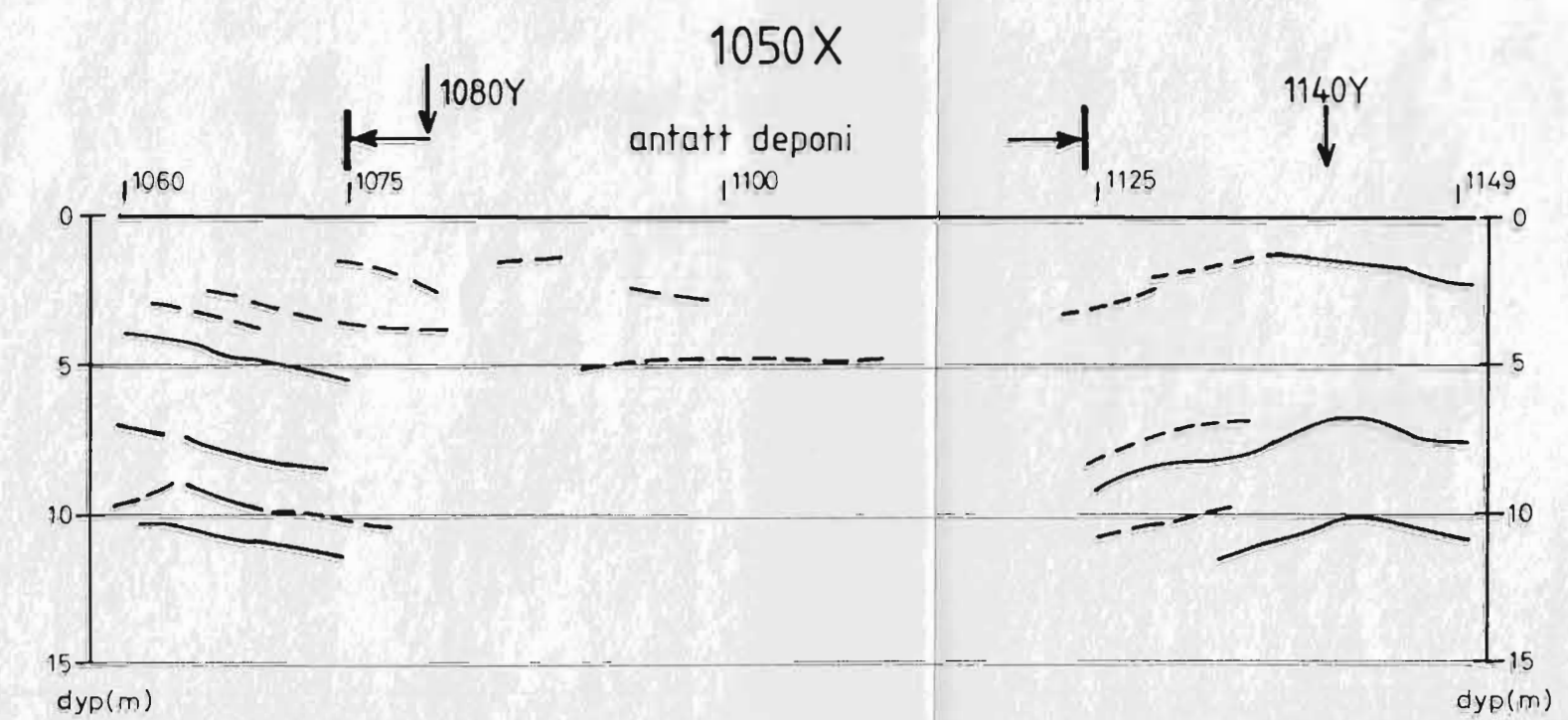
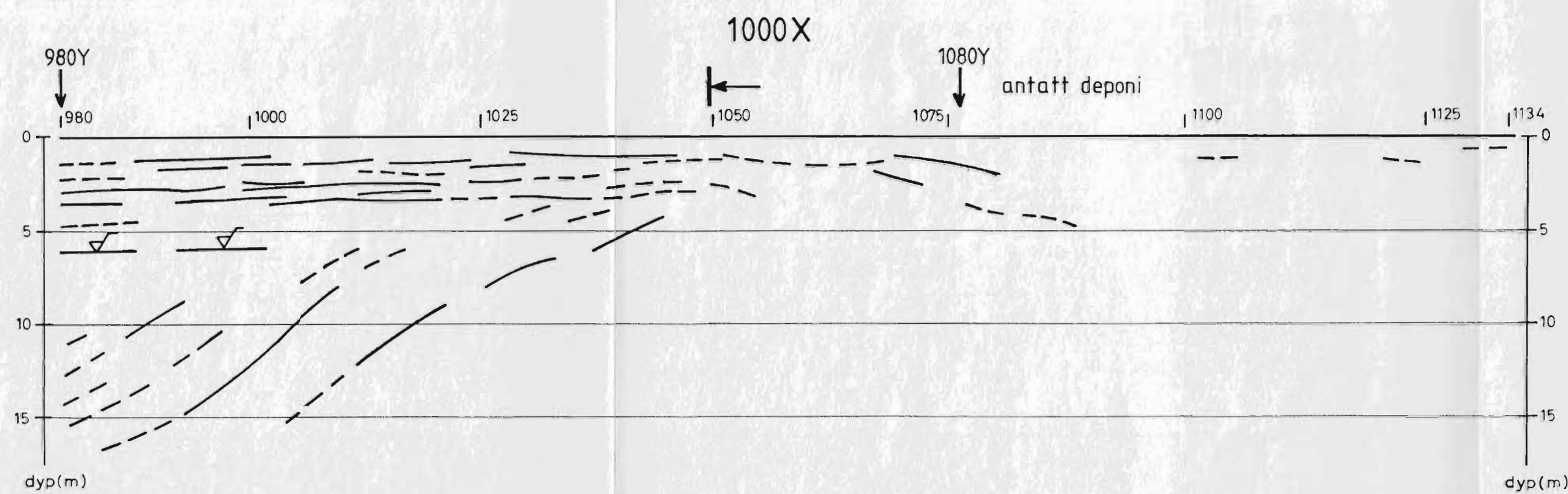
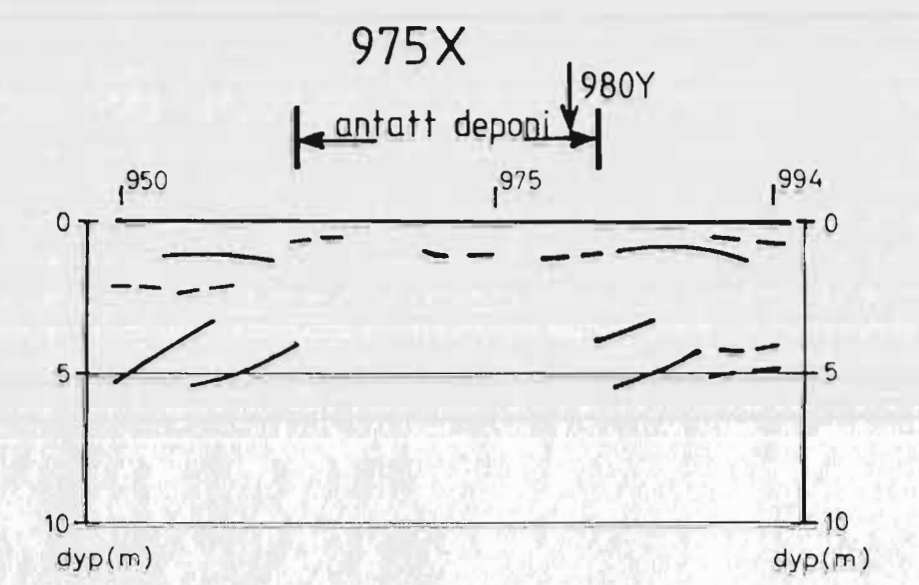
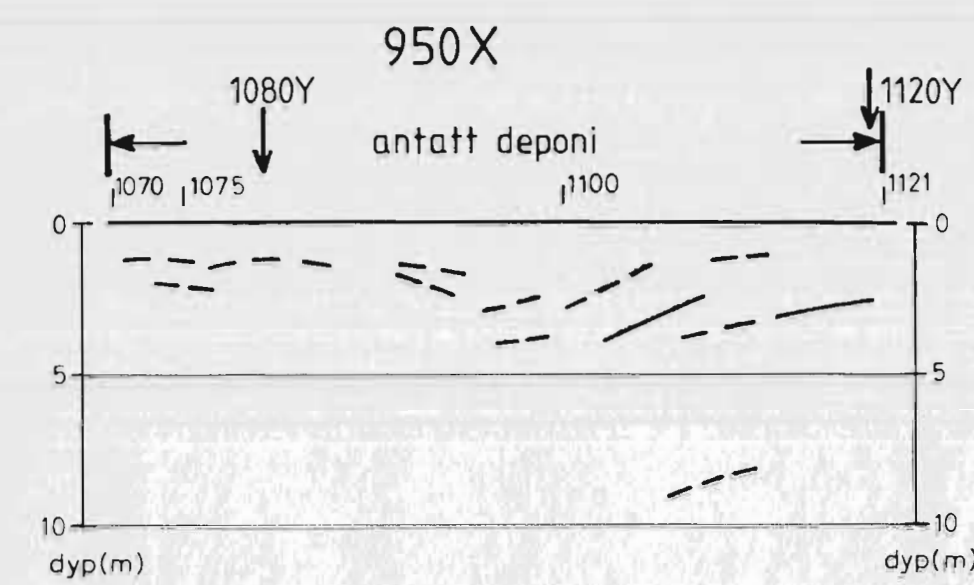
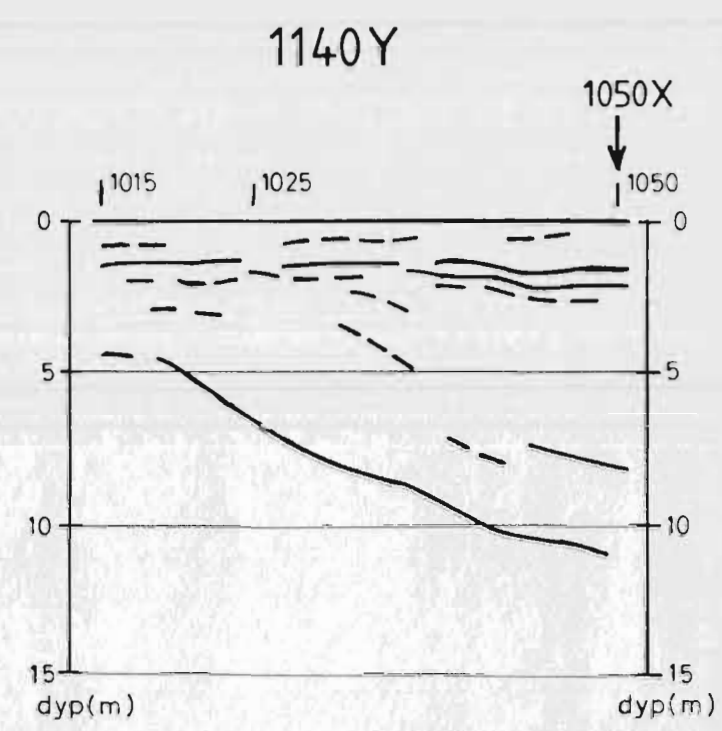
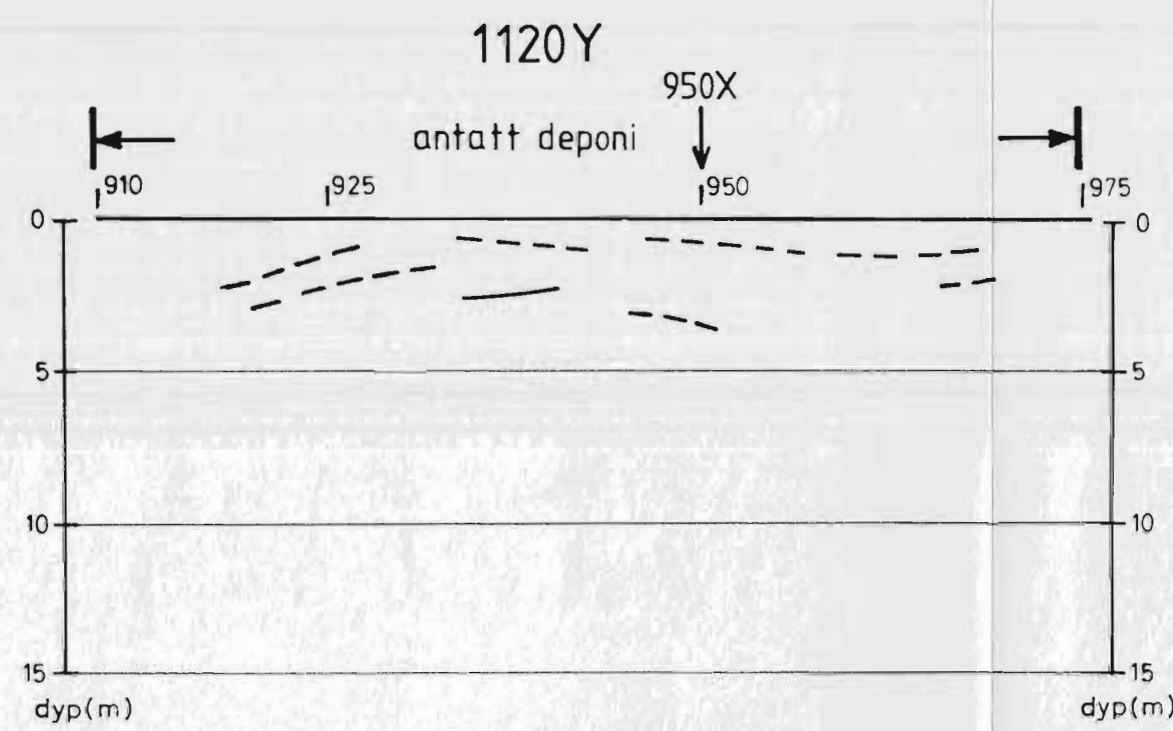
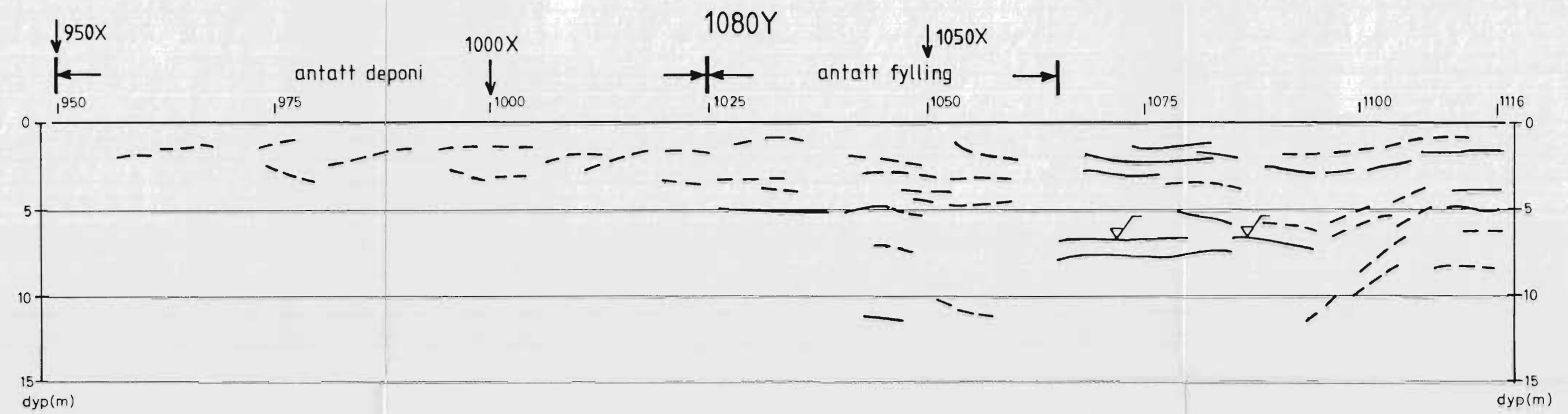
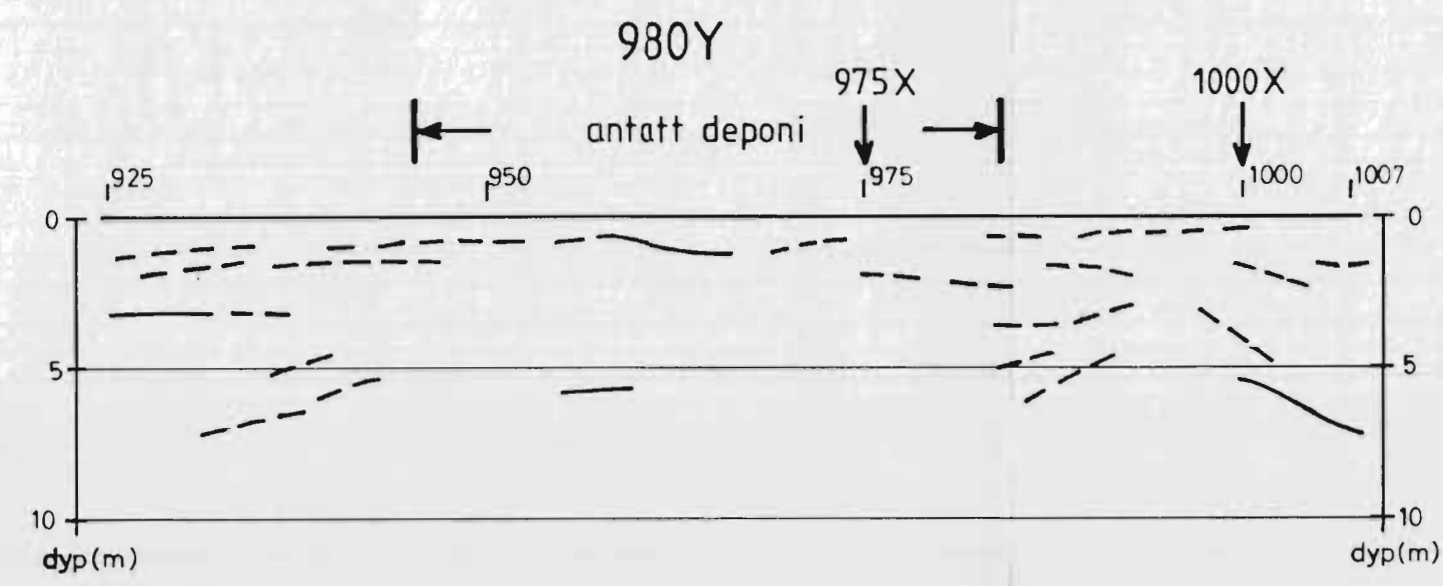
ULLENSAKER KOMMUNE, AKERSHUS

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE  
 TRONDHEIM

MÅLESTOKK  1:2500	MÅLT JFT/TL	Feb. -93
	TEGN EM/TL	Mars -93
	TRAC	
	KFR	

TEGNING NR  
 93.048-11

KARTBLAD NR  
 1915 II



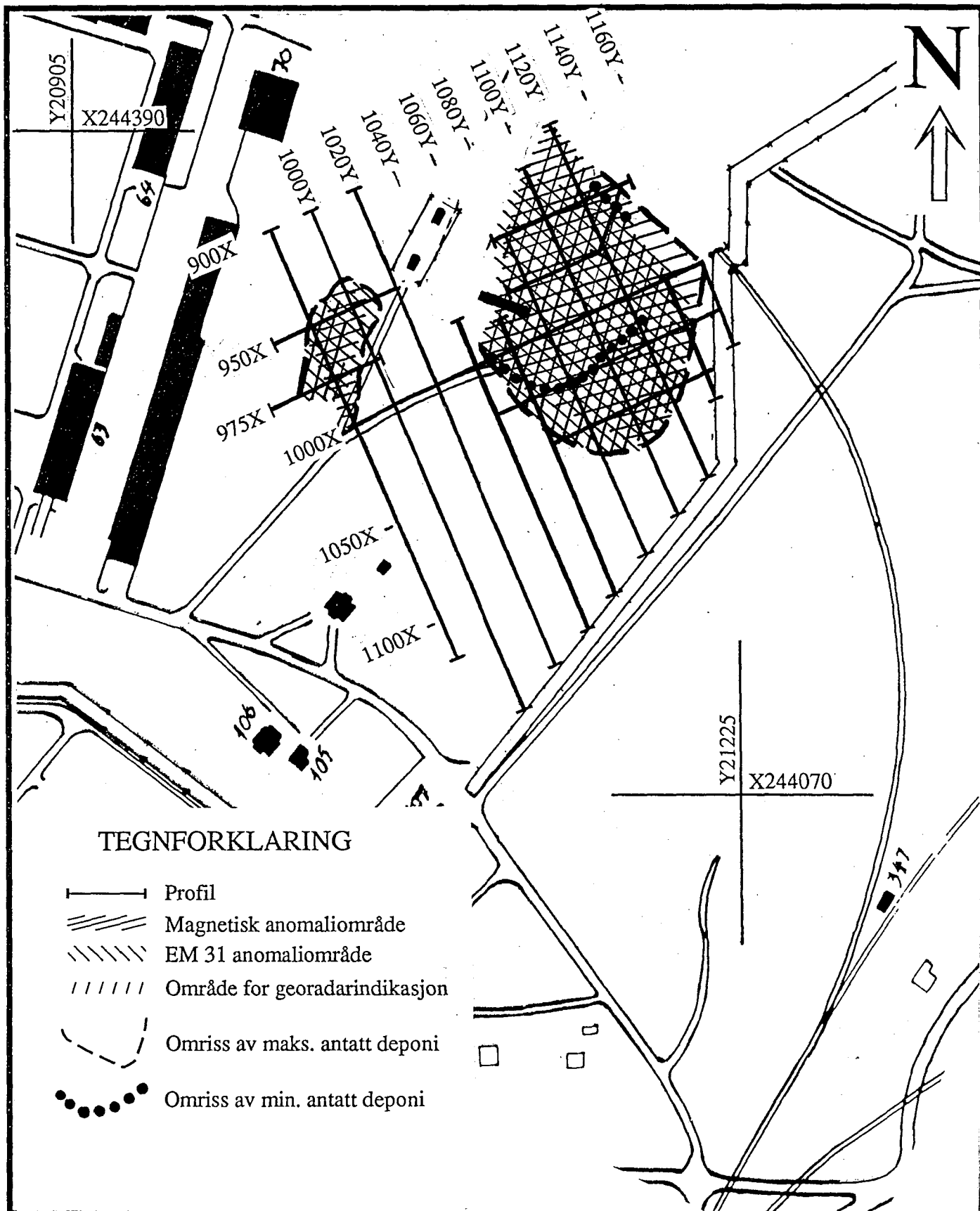
TEGNFORKLARING

- Sterk/tydelig reflektor
- - - Svak/utydelig reflektor
- ✓ Antatt grunnvannsspeil
- ↓ Kryssende profil

NGU/FBT-HAMAR  
 TERRENGPROFILER, GEORADAR  
**GARDERMOEN, OMRÅDE 029**  
 ULLENSAKER KOMMUNE, AKERSHUS  
 NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE  
 TRONDHEIM

MÅLESTOKK	MÅLT TL/JFT	Feb. -93
H: 1:500	TEGN TL/EM	April -93
V: 1:250	TRAC TL	April -93
	KFR	
TEGNING NR 93.048-12	KARTBLAD NR 1915 II	

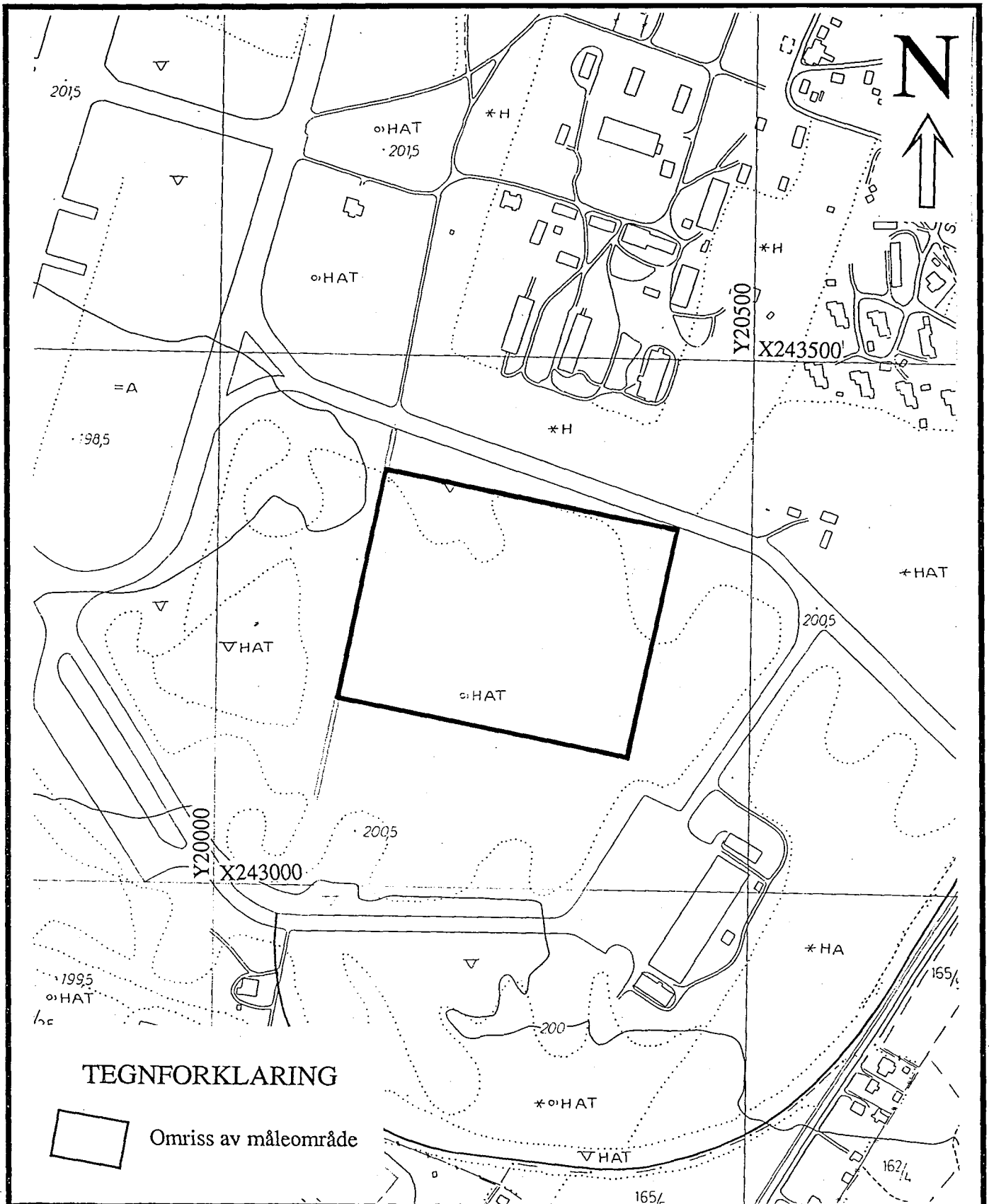




TEGNFORKLARING

- Profil
- Magnetisk anomaliområde
- EM 31 anomaliområde
- Område for georadarindikasjon
- Omriss av maks. antatt deponi
- Omriss av min. antatt deponi

NGU/FBT-HAMAR SAMTOLKNINGSKART  <b>GARDERMOEN, OMRÅDE 029</b>  ULLENSAKER KOMMUNE, AKERSHUS	MÅLESTOKK	MÅLT JFT/TL	Feb. -93
	1:2500	TEGN EM/TL	Mars -93
		TRAC	
		KFR	
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR 93.048-13	KARTBLAD NR 1915 II	



NGU/FBT-HAMAR  
OVERSIKTSKART

## GÅRDERMOEN, OMRÅDE 030

ULLENSAKER KOMMUNE, AKERSHUS

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE  
TRONDHEIM

MÅLESTOKK

1:5000

MÅLT JFT/TL

TEGN EM/TL

TRAC

KFR

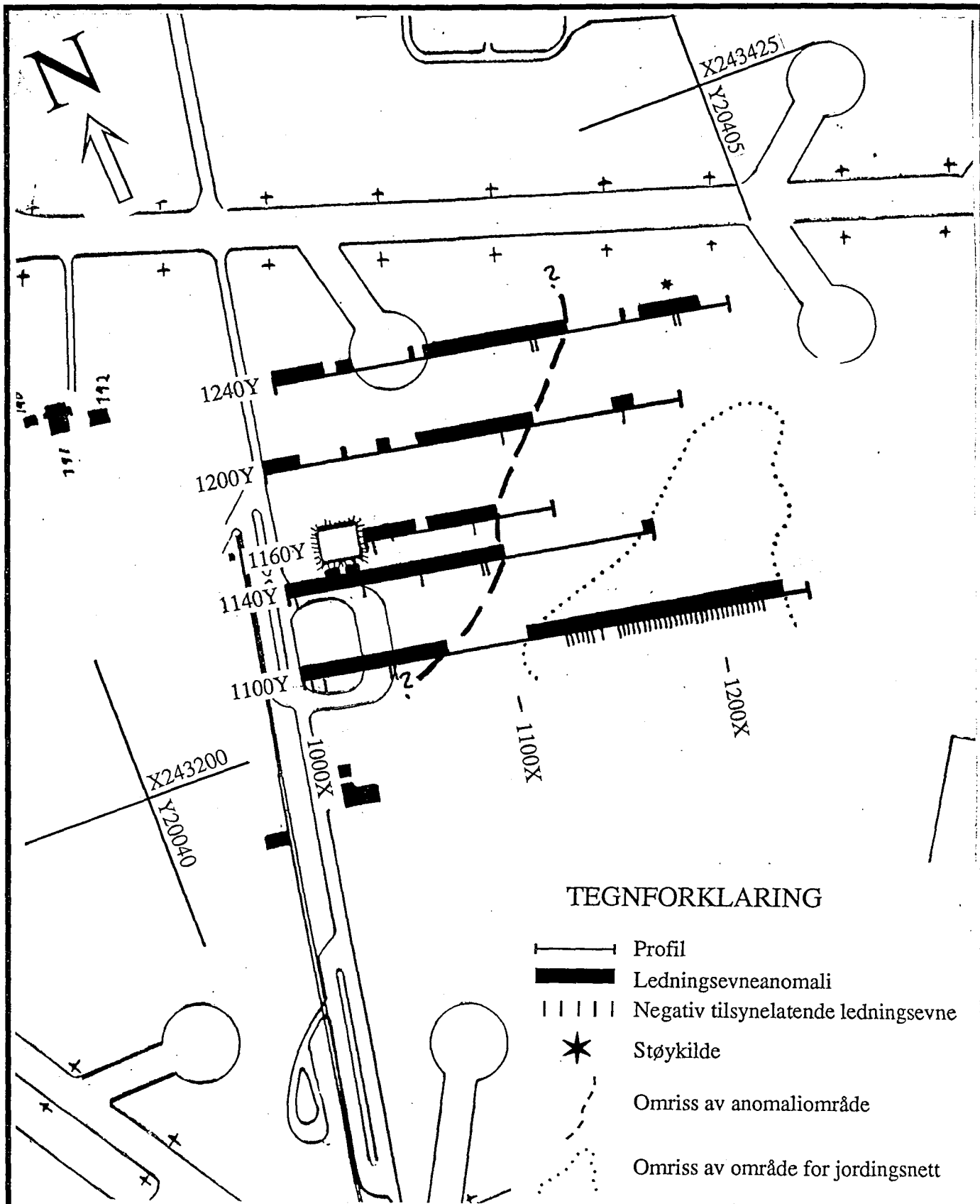
Feb. -93

Mars -93

TEGNING NR  
93.048-14

KARTBLAD NR  
1915 III





### TEGNFORKLARING

- Profil
- Ledningsevneanomali
- Negativ tilsynelatende ledningsevne
- Støykilde
- Omriss av anomaliområde
- Omriss av område for jordingsnett

NGU/FBT-HAMAR  
EM 31, TOLKNINGSKART

GARDERMOEN, OMRÅDE 030

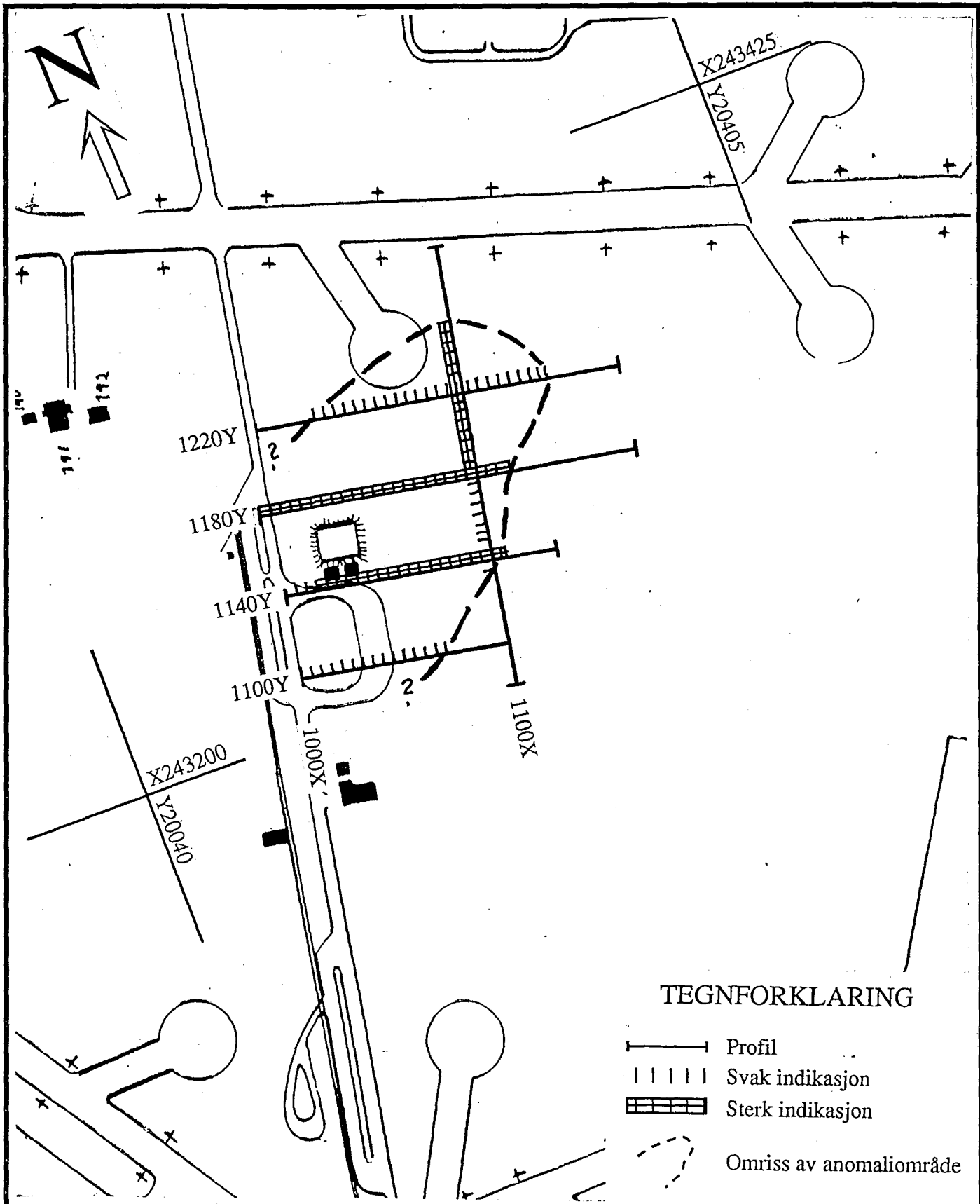
ULLENSAKER KOMMUNE, AKERSHUS

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE  
TRONDHEIM

MÅLESTOKK  1:2500	MÅLT JFT/TL	Feb. -93
	TEGN EM/TL	Mars -93
	TRAC	
	KFR	

TEGNING NR  
93.048-16.

KARTBLAD NR  
1915 III



TEGNFORKLARING

- Profil
- Svak indikasjon
- Sterk indikasjon
- Omriss av anomaliområde

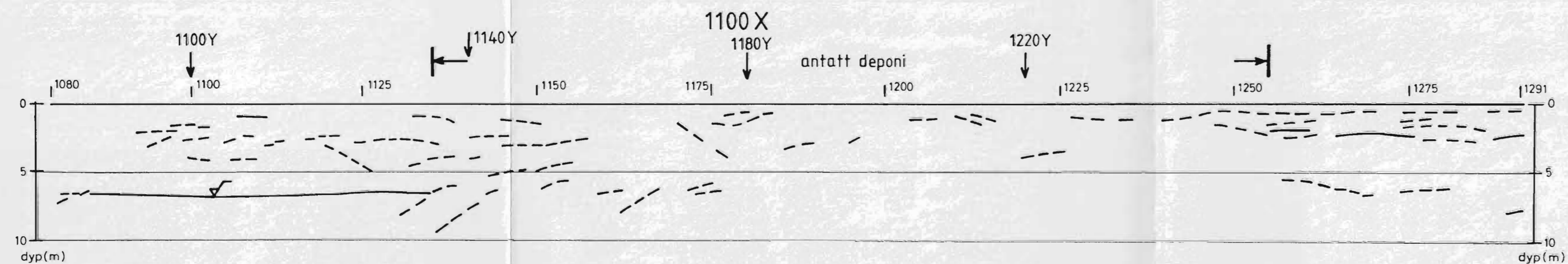
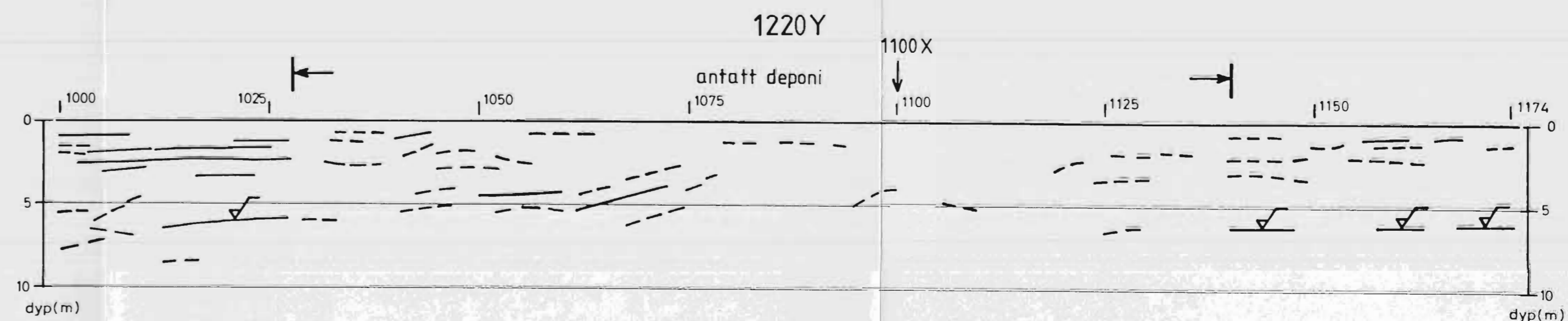
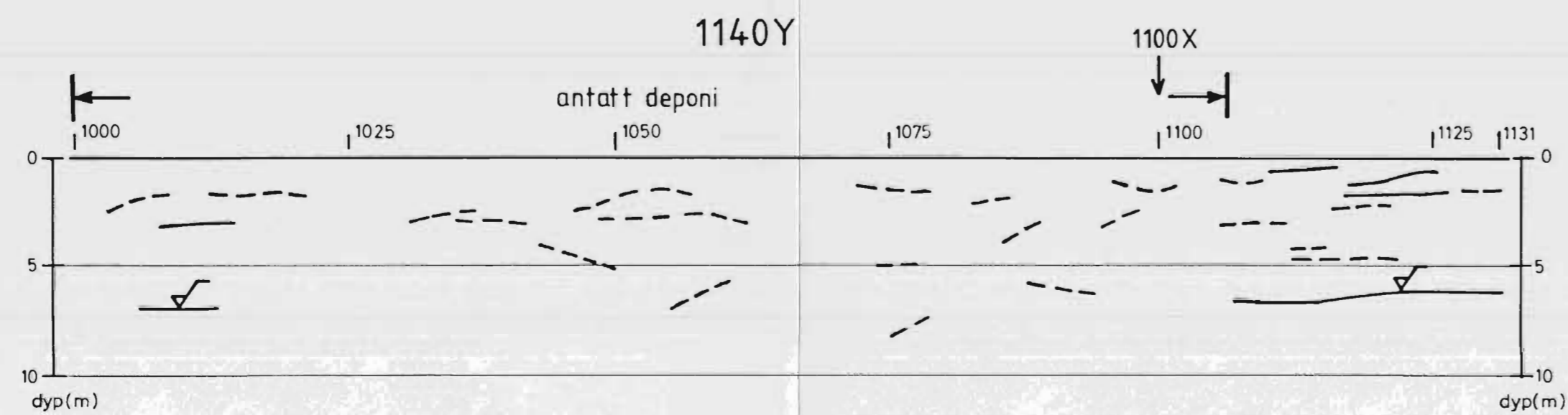
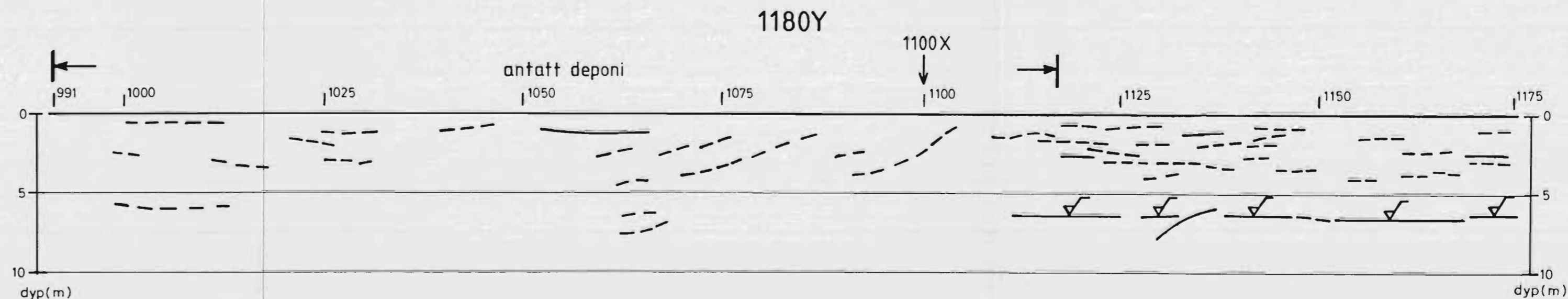
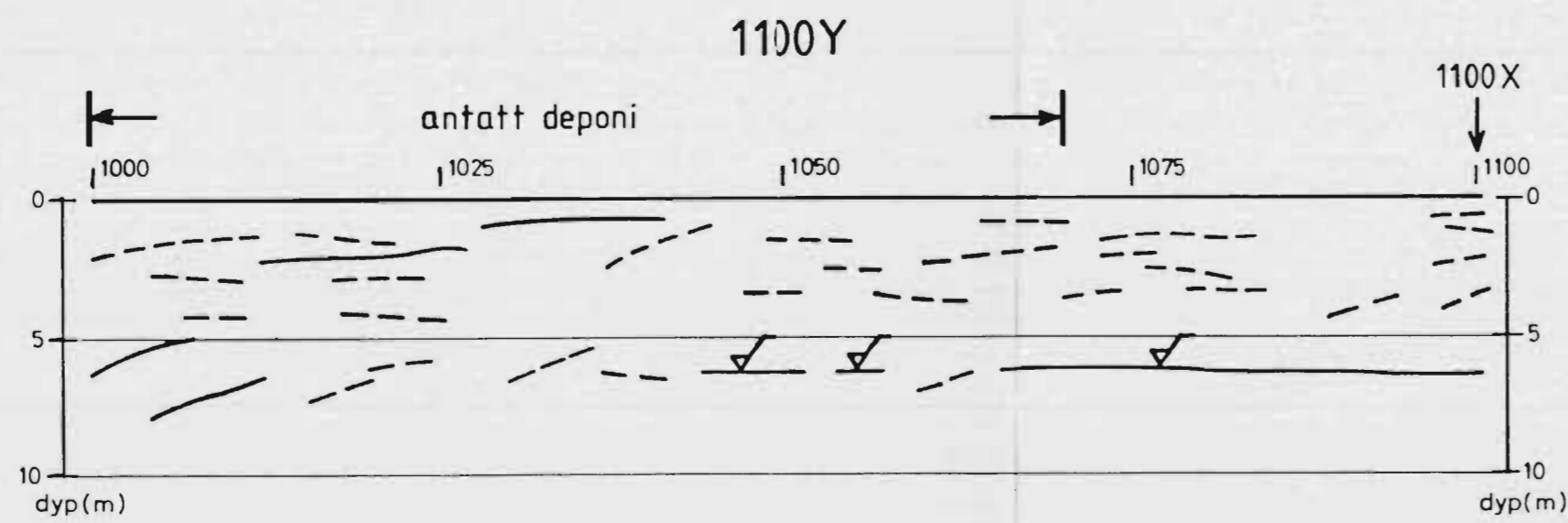
NGU/FBT-HAMAR  
 GEORADAR, TOLKNINGSKART  
**GARDERMOEN, OMRÅDE 030**  
 ULLENSAKER KOMMUNE, AKERSHUS

MÅLESTOKK  1:2500	MÅLT JFT/TL	Feb. -93
	TEGN EM/TL	Mars -93
	TRAC	
	KFR	

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE  
 TRONDHEIM

TEGNING NR  
 93.048-17

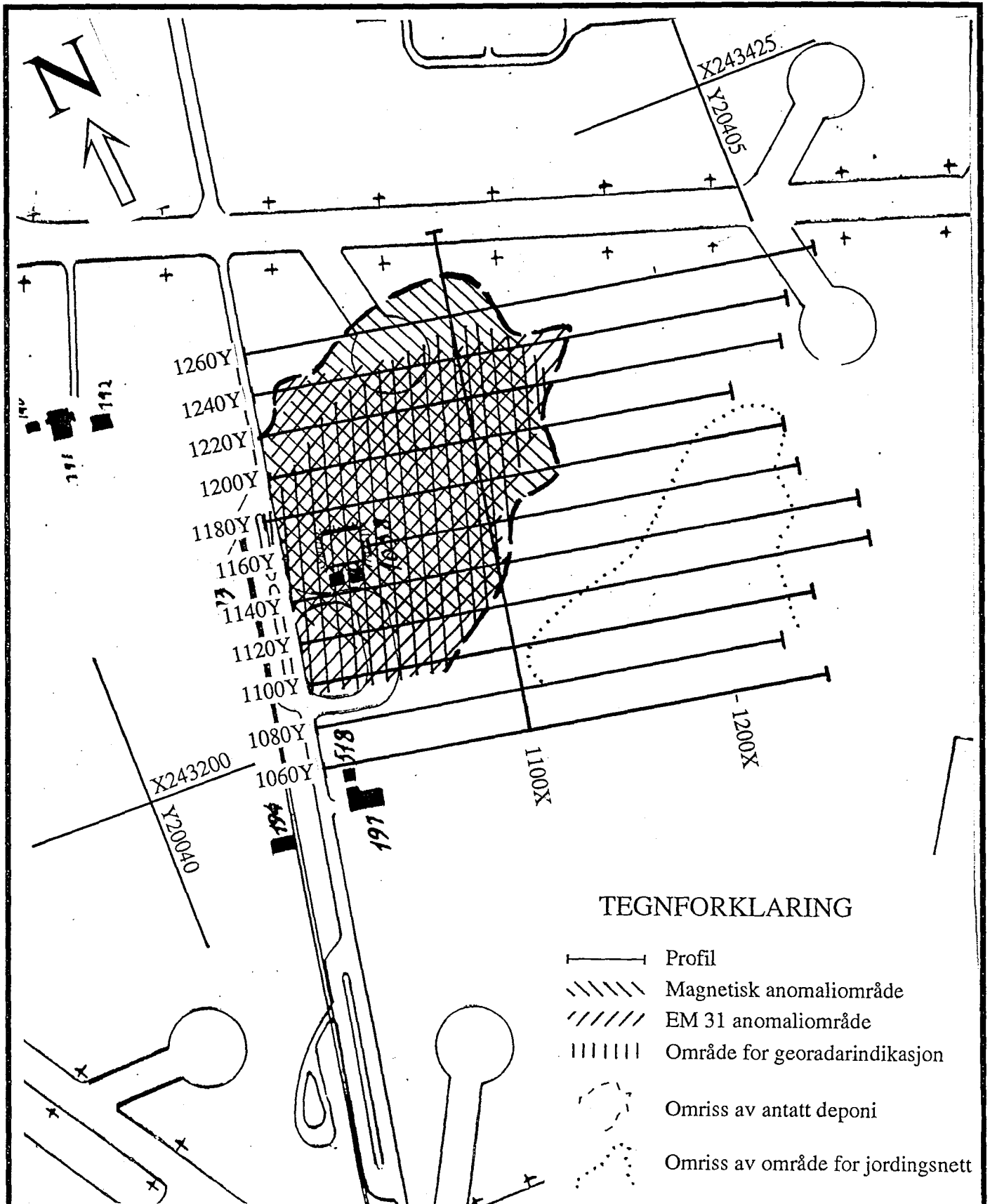
KARTBLAD NR  
 1915 III



TEGNFORKLARING

- Sterk/tydelig reflektor
- - - Svak/utydelig reflektor
- ∇ Antatt grunnvannsspeil
- ↓ Kryssende profil

NGU/FBT-HAMAR TERRENGPROFILER, GEORADAR	MÅLESTOKK	MÅLT TL/JFT	Feb. -93
	H: 1:500 V: 1:250	TEGN TL/EM	April -93
GARDERMOEN, OMRÅDE 030		TRAC TL	April -93
		KFR	
ULLENSAKER KOMMUNE, AKERSHUS			
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR 93.048-18	KARTBLAD NR 1915 III	



TEGNFORKLARING

- |— Profil
- \\\\\\\\ Magnetisk anomaliområde
- //// EM 31 anomaliområde
- ||||| Område for georadarindikasjon
- - - - - Omriss av antatt deponi
- · · · · Omriss av område for jordingsnett

NGU/FBT-HAMAR  
SAMTOLKNINGSKART

GARDERMOEN, OMRÅDE 030

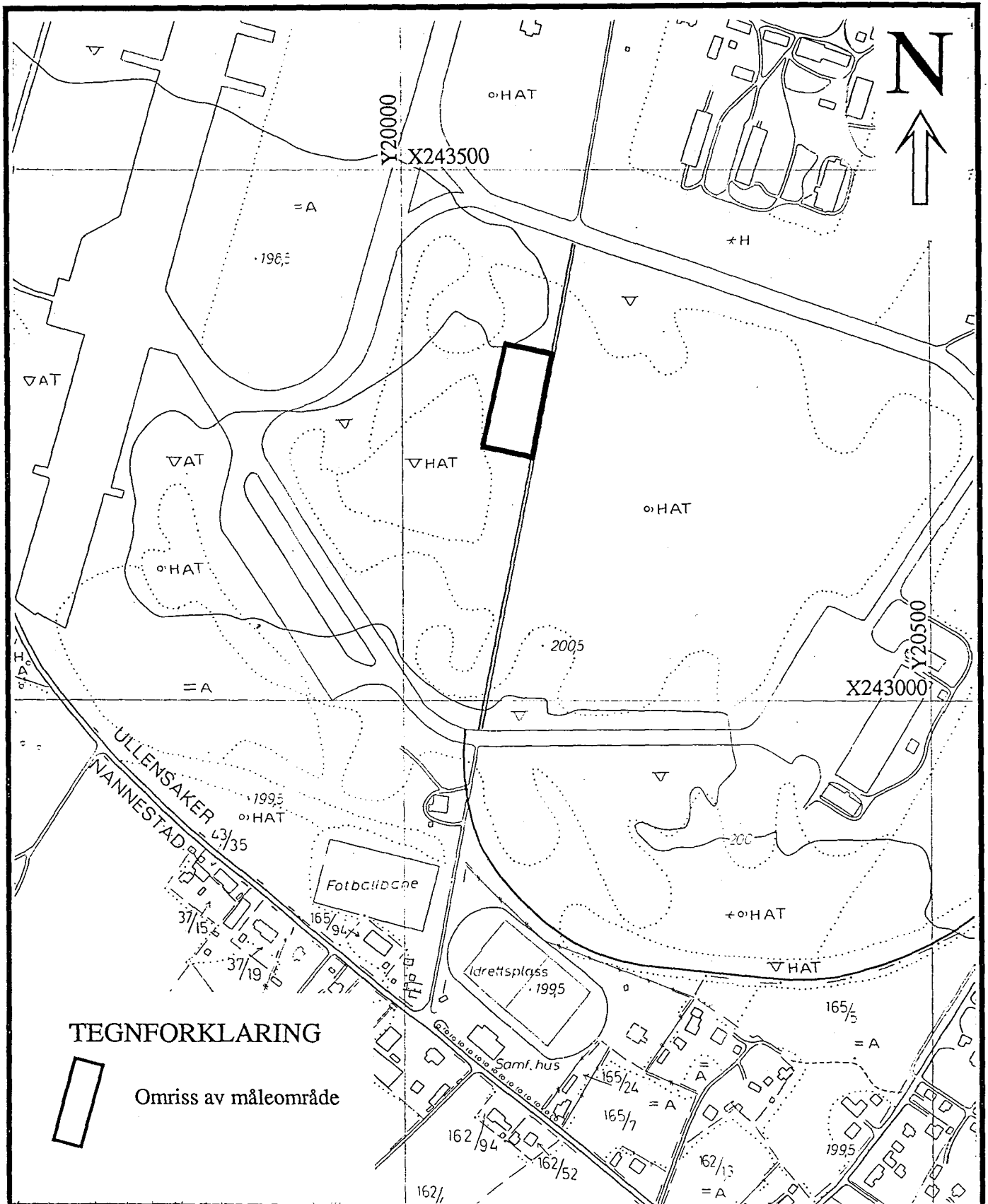
ULLENSAKER KOMMUNE, AKERSHUS

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE  
TRONDHEIM

MÅLESTOKK  1:2500	MÅLT JFT/TL	Feb. -93
	TEGN EM/TL	Mars -93
	TRAC	
	KFR	

TEGNING NR  
93.048-19

KARTBLAD NR  
1915 III



**TEGNFORKLARING**



Omriss av måleområde

NGU/FBT-HAMAR  
OVERSIKTSKART

**GARDERMOEN, OMRÅDE 034**

ULLENSAKER KOMMUNE, AKERSHUS

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE  
TRONDHEIM

MÅLESTOKK

1:5000

MÅLT JFT/TL

TEGN EM/TL

TRAC

KFR

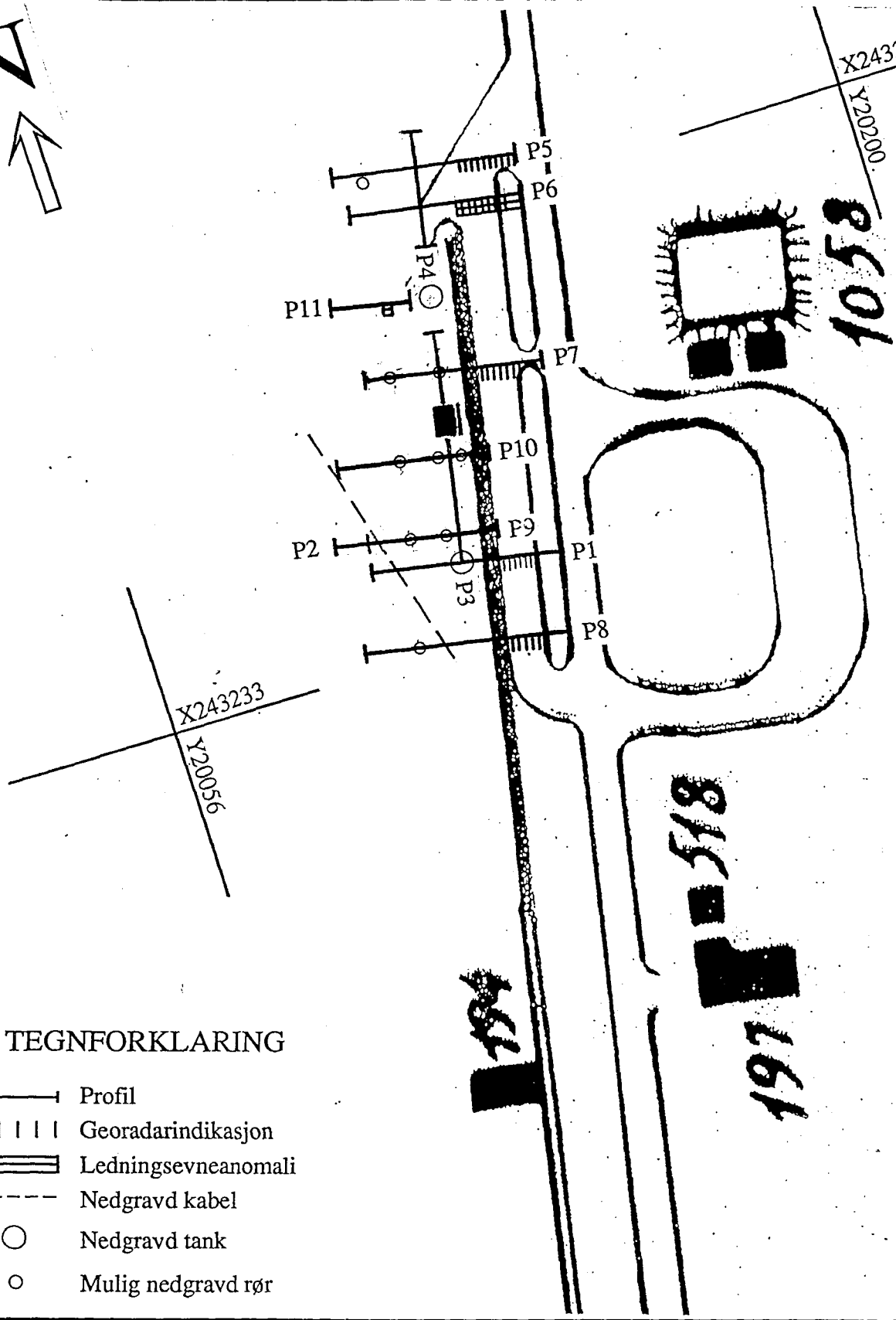
Feb. -93

Mars -93



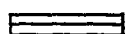
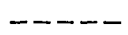


TEGNING NR  
93.048-20

KARTBLAD NR  
1915 III





TEGNFORKLARING

-  Profil
-  Georadarindikasjon
-  Ledningsevneanomali
-  Nedgravd kabel
-  Nedgravd tank
-  Mulig nedgravd rør

NGU/FBT-HAMAR  
TOLKNINGSKART

GARDERMOEN, OMRÅDE 034

ULLENSAKER KOMMUNE, AKERSHUS

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE  
TRONDHEIM

MÅLESTOKK

1:1000

MÅLT JFT/TL

TEGN EM/TL

TRAC

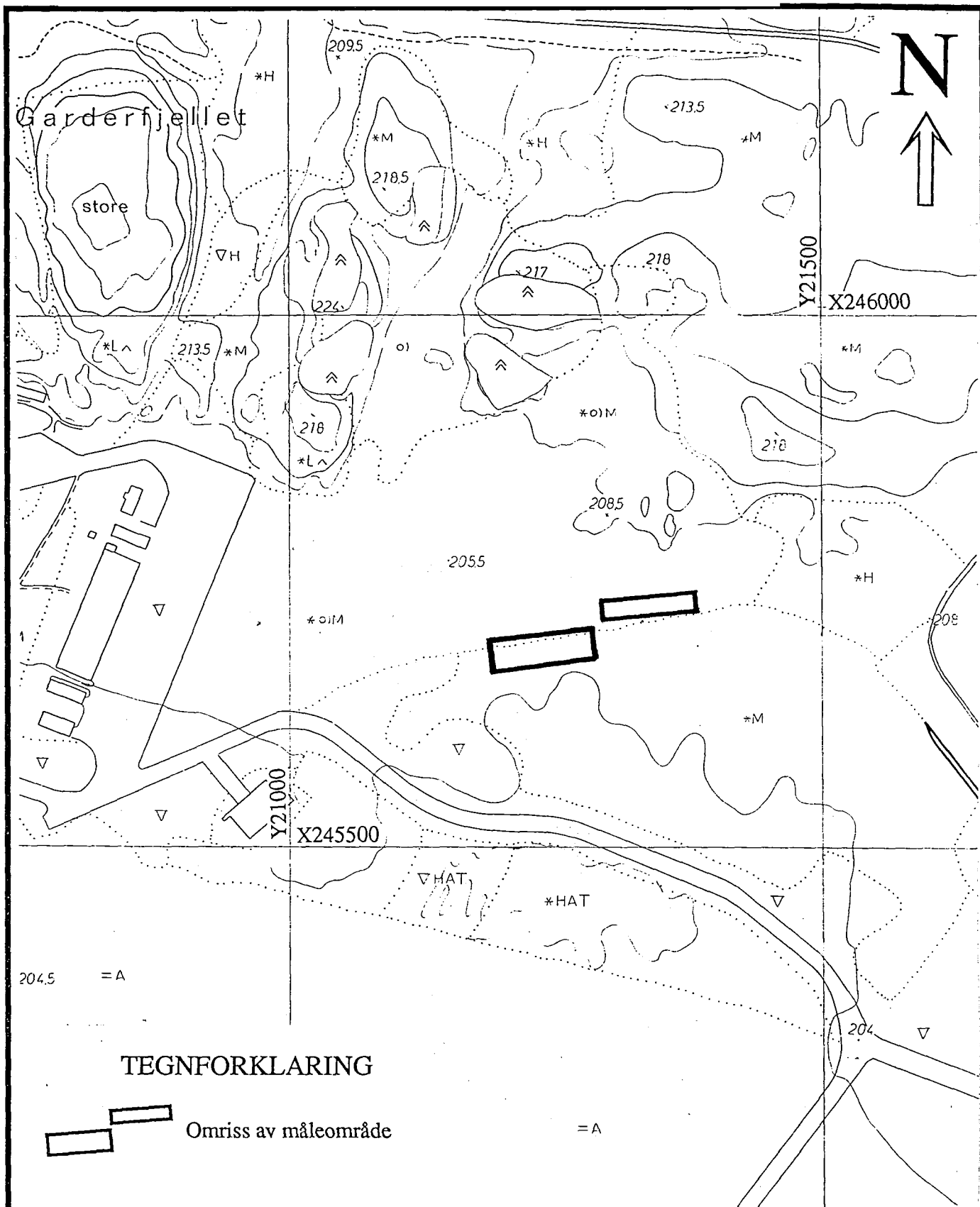
KFR

Feb. -93

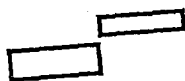
Mars -93

TEGNING NR  
93.048-21

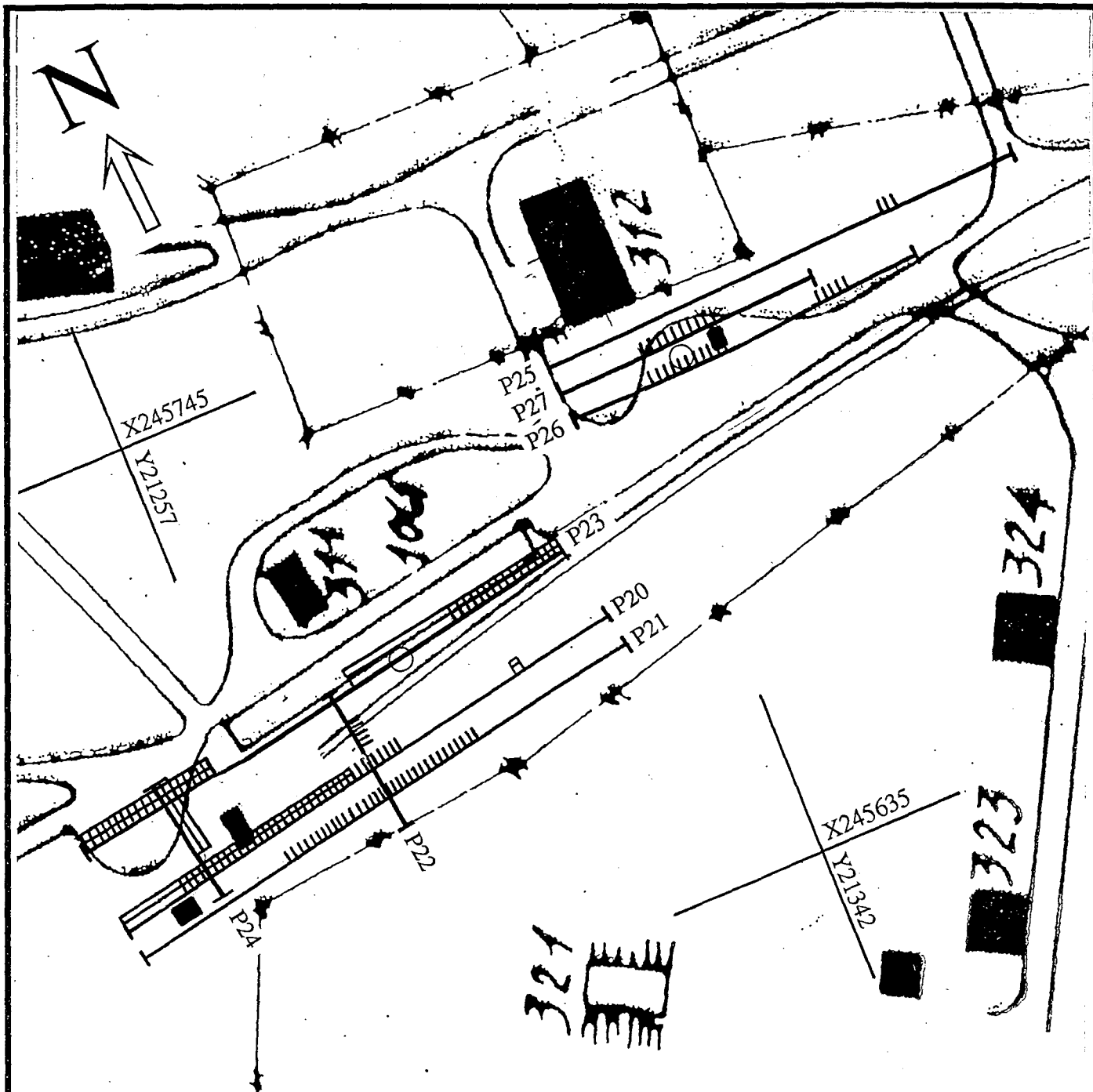
KARTBLAD NR  
1915 III



TEGNFORKLARING

 Omriss av måleområde = A

NGU/FBT-HAMAR OVERSIKTSKART  <b>GARDERMOEN, OMRÅDE 020</b>  ULLENSAKER KOMMUNE, AKERSHUS	MÅLESTOKK  1:5000	MÅLT JFT/TL Feb. -93
		TEGN EM/TL Mars -93
		TRAC
		KFR
NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE TRONDHEIM	TEGNING NR 93.048-22	KARTBLAD NR 1915 II



### TEGNFORKLARING

- Profil
- ||||| Georadarindikasjon
- ==== Ledningsevneanomali
- Mulig nedgravd tank

NGU/FBT-HAMAR  
TOLKNINGSKART

## GARDERMOEN, OMRÅDE 020

ULLENSAKER KOMMUNE, AKERSHUS

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE  
TRONDHEIM

MÅLESTOKK

1:1000

MÅLT JFT/TL

TEGN EM/TL

TRAC

KFR

Feb. -93

Mars -93

TEGNING NR  
93.048-23

KARTBLAD NR  
1915 II

## MAGNETOMETRI - METODEBESKRIVELSE

Ved magnetiske målinger kartlegges bergartenes magnetiske egenskaper. I praksis er det bare mineralet magnetitt som gir anomalier, og magnetiske målinger gir derfor et bilde av bergartenes magnetittinnhold. Ved undersøkelse av deponi/avfallsplasser vil jernholdige gjenstander kunne være opphav til magnetiske anomalier.

Metoden fungerer ved at magnetiserbare objekter som plasseres i jordas magnetfelt selv vil indusere et magnetfelt. Styrken av dette feltet vil være avhengig av objektets volum, dets evne til å la seg magnetisere (susceptibilitet) og geometri. Vanligvis er dette feltet rettet med jordfeltet, og den totale feltstyrken blir høyere enn stedets normale verdier (positive anomalier). På grunn av geometri og eventuell remanent magnetisering kan imidlertid det induserte feltet også svekke totalfeltet (negative anomalier).

*Ved målingene på Gardermoen ble det benyttet to protonmagnetometre av typen Scintrex MP-3, der det ene ble benyttet som basemagnetometer for korreksjon av daglige variasjoner i magnetfeltet. Målenøyaktigheten var  $\pm 0.1$  nT (nanotesla).*

### EM 31 - METODEBESKRIVELSE

EM 31 er en elektromagnetisk utrustning som måler undergrunnens elektriske ledningsevne direkte uten å ha kontakt med bakken. Instrumentet er spesialbygd for kartlegging av forskjellige jordarter, og kan til en viss grad bestemme deres mektighet. Instrumentet består av en senderspole og en mottakerspole samt en kontrollenhet hvor tilsynelatende ledningsevne kan avleses direkte i mS/m. Tilsynelatende resistivitet er det inverse av denne størrelsen. Spolene er plassert i en konstant avstand 3.66 meter fra hverandre og har normalt vertikale akser. Arbeidsfrekvensen er på 9.8 kHz, og dybderekkevidden angis til 6 meter. Med dette menes at instrumentet kan detektere endringer i ledningsevnen ned til 6 meters dyp. Tilsynelatende ledningsevne kan måles kontinuerlig, men i praksis vil en registrere data ved faste intervaller for seinere profiluttegning.

Mulighetene til å utføre dybdesonderinger med instrumentet er begrenset i og med at både spoleavstand og frekvens er fiksert. En kan imidlertid foreta såkalte geometriske dybdesonderinger. Dette kan enten gjøres ved å bestemme ledningsevnen ved forskjellige høyder over bakken, eller ved å måle med spoleaksene vertikalt og horisontalt. For å oppnå sikre data ved førstnevnte metode, bør det måles fra 0 til ca. 3 meter over bakken, og det sier seg selv at dette byr på praktiske problemer.

Ut fra en geometrisk dybdesondering kan en generelt for tolags-tilfelle beregne tykkelse av lag 1 og ledningsevnen i det andre laget. Siden EM 31 alltid måler tilsynelatende ledningsevne, er det vanskelig å bestemme ledningsevnen i det ene laget slik at de andre to størrelsene kan bestemmes. Uten tilleggsinformasjon fra f.eks. vertikale elektriske sonderinger har derfor denne tolkningsmuligheten begrenset verdi. I tolags-tilfeller hvor en kjenner ledningsevnen i det best ledende laget og hvor en vet at ledningsevnekontrasten er stor ( $\geq 10$ ) kan tykkelsen av lag 1 beregnes for hver stasjon uten å utføre dybdesondering.

*På Gardermoen ble målingene utført med forskjellige spolekonfigurasjoner (horisontale og vertikale spoleakser) og med forskjellig orientering av instrumentet med hensyn til profilretningen. Ved alle målestasjoner ble målingene utført med vertikale spoleakser og instrumentet orientert langs profilretningen. Kun sporadisk eller i anomaliområde ble noen av de andre konfigurasjoner benyttet.*

## GEORADAR - METODEBESKRIVELSE

Georadar er en elektromagnetisk målemetode som kan benyttes til undersøkelse av lagdeling og strukturer i grunnen. Med en spesiell antenne sendes elektromagnetiske bølgepulser ned i jorda. En del av bølgeenergien blir reflektert tilbake til overflaten når bølgepulsen treffer en grense som representerer en endring i mediets dielektriske egenskaper. Resten av energien vil fortsette nedover og det kan fås reflekterte signaler fra en rekke grenseflater. Refleksjonene kan registreres med en mottakerantenne på overflaten. De mottatte signaler overføres til en kontrollenhet for forsterkning (og digitalisering ved digital georadar). Signalene sendes derfra til skriver (ved analog georadar) eller PD (digital georadar). Fra en utskrift av et georadar-opptak kan toveis gangtid ( $t_{2v}$ ) til de forskjellige reflektorene avleses. For å bestemme virkelig dyp til en reflektor må bølgehastigheten ( $v$ ) i overliggende medium være kjent eller kunne bestemmes.

Bølgehastigheten kan bestemmes ved CDP-målinger ('common depth-point'). Slike målinger utføres ved å flytte sender- og mottakerantenne skrittvis og like langt ut til hver side fra et fast midtpunkt og registrere for hver ny posisjon. Refleksjoner vil da ideelt sett komme fra samme punkt på en reflektor som er planparallel med overflaten. Når antenneavstanden øker, vil reflekterte bølger få lenger gangvei og økning i gangtid. Denne økning i gangtid kan det ved digitale opptak kompenseres for ved å utføre NMO-korreksjon ('normal move-out'). Størrelsen på korreksjonen er avhengig av antenneavstand, toveis gangtid og bølgehastighet i materialet over reflektoren. Et CDP-opptak korrigeres med forskjellige hastigheter, og den hastighet som etter NMO-korreksjon gir best amplitude etter summering av trasene, angir radarbølgehastigheten i mediet.

Etter at hastigheten er bestemt kan dypet ( $d$ ) beregnes etter uttrykket;

$$d = \frac{vt_{2v}}{2}$$

I vakuum er bølgehastigheten lik lyshastigheten:  $c = 3.0 \cdot 10^8$  m/s. I alle andre media gjelder følgende relasjon;

$$\epsilon_r = \left(\frac{c}{v}\right)^2$$

hvor  $\epsilon_r$  er det relative dielektrisitetsstallet.  $\epsilon_r$ -verdien for et materiale vil derfor være en bestemmende faktor for beregning av dyp til reflektorer. I tabellen på neste side er det gitt en oversikt over erfaringstall for  $\epsilon_r$  i en del materialtyper. Tabellen viser også hastigheter og ledningsevne i de samme media.

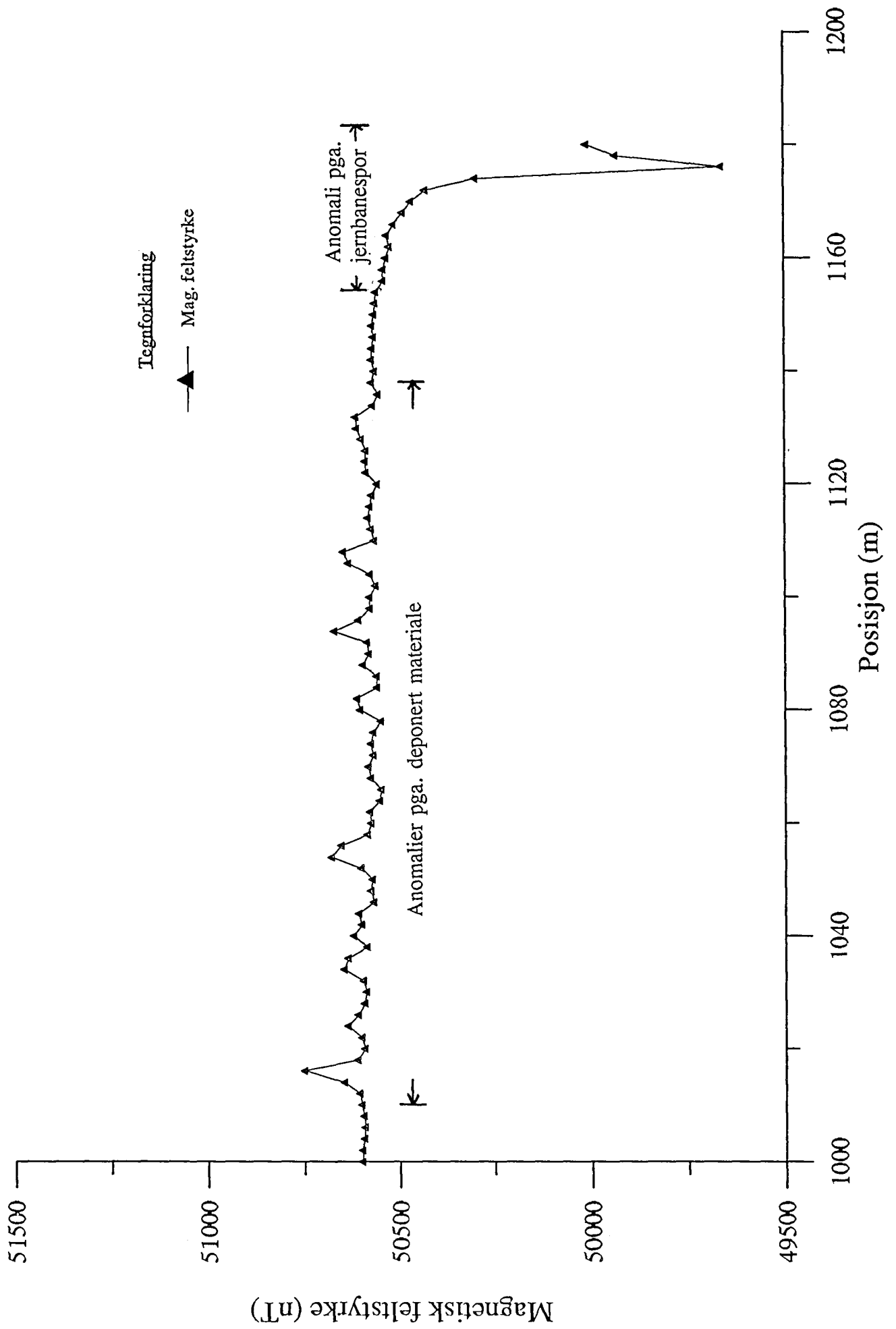
Dybderekkevidden for georadarmålinger er i stor grad avhengig av elektrisk ledningsevne i grunnen og av den utsendte antennefrekvens. Både økende ledningsevne og en økning i antennefrekvens vil føre til hurtigere demping av bølgepulsene og dermed minkende penetrasjon. I godt ledende materiale som marin silt og leire vil penetrasjonen være helt ubetydelig. I dårlig ledende materiale som f.eks. tørr sand, kan det forventes en dybderekkevidde på flere titalls meter når det benyttes en lavfrekvent antenne (f.eks. 50 eller 100 Mhz). For grunnere undersøkelser vil en mer høyfrekvent antenne gi bedre vertikal oppløsning.

<i>Medium</i>	$\epsilon_r$	$v$ (m/ns)	<i>ledningsevne (mS/m)</i>
<i>Luft</i>	1	0.3	0
<i>Ferskvann</i>	81	0.033	0.1
<i>Sjøvann</i>	81	0.033	1000
<i>Leire</i>	5-40	0.05-0.13	1-300
<i>Tørr sand</i>	5-10	0.09-0.14	0.01
<i>Vannmettet sand</i>	15-20	0.07-0.08	0.03-0.3
<i>Silt</i>	5-30	0.05-0.13	1-100
<i>Fjell</i>	5-8	0.10-0.13	0.01-1

Tabell over relativt dielektrisitetstall, radarbølge-hastigheter og ledningsevne i vanlige materialtyper.

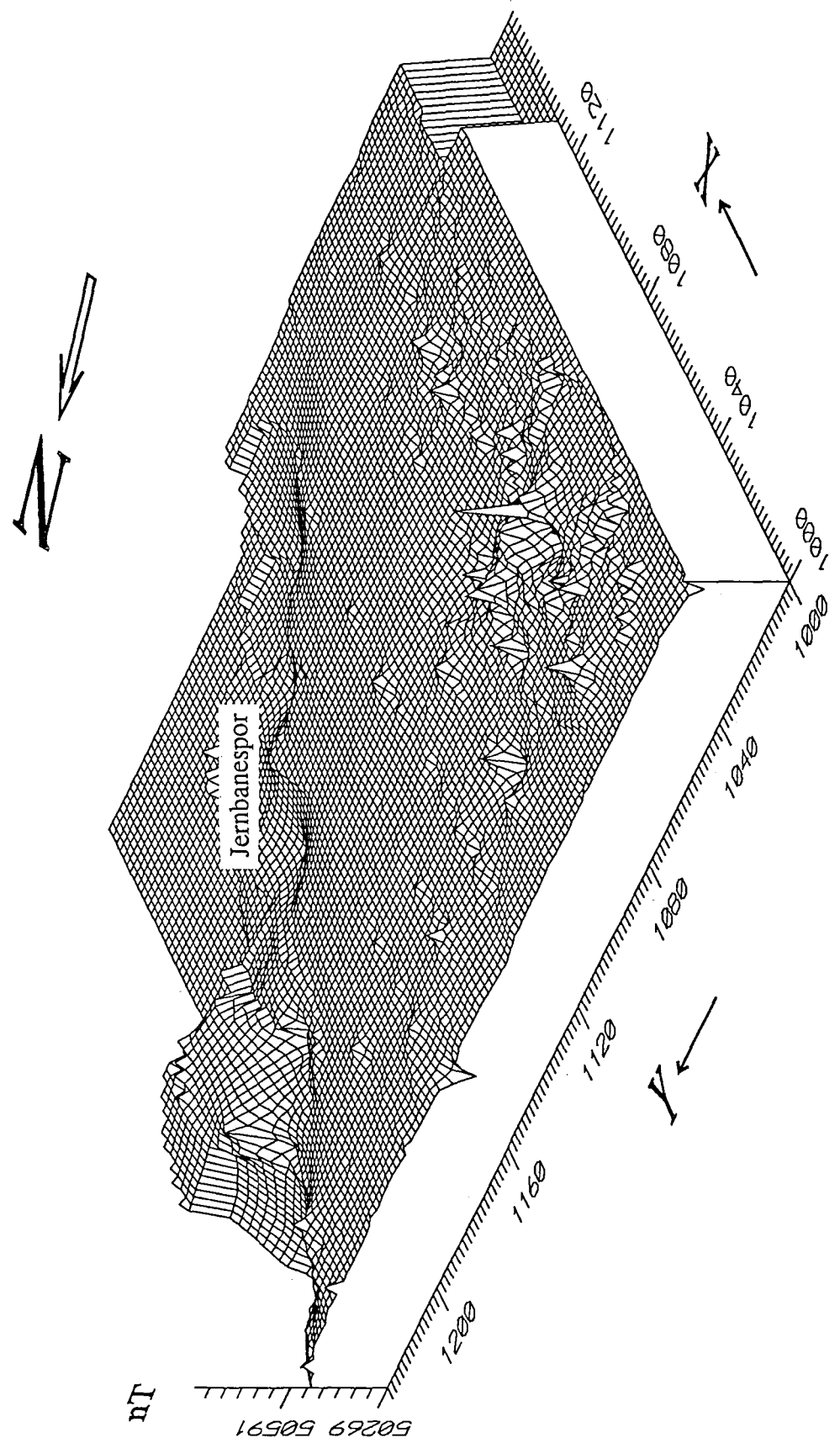
*På Gardermoen ble det benyttet en georadar av typen pulseEKKO IV (Sensors & Software Inc, Canada). Antennenes senterfrekvens var 200 MHz (bortsett fra ett profil der den var 50 MHz), og det ble benyttet 400V sender. Samplingsintervallet var 0.8 ns (nanosekunder) og opptakstiden var 800 ns. Målingene ble utført med 64 registreringer ('stacks') ved hvert målepunkt. Antenneavstanden var 1 m.*

# Område 018, magnetometri, profil 1040y

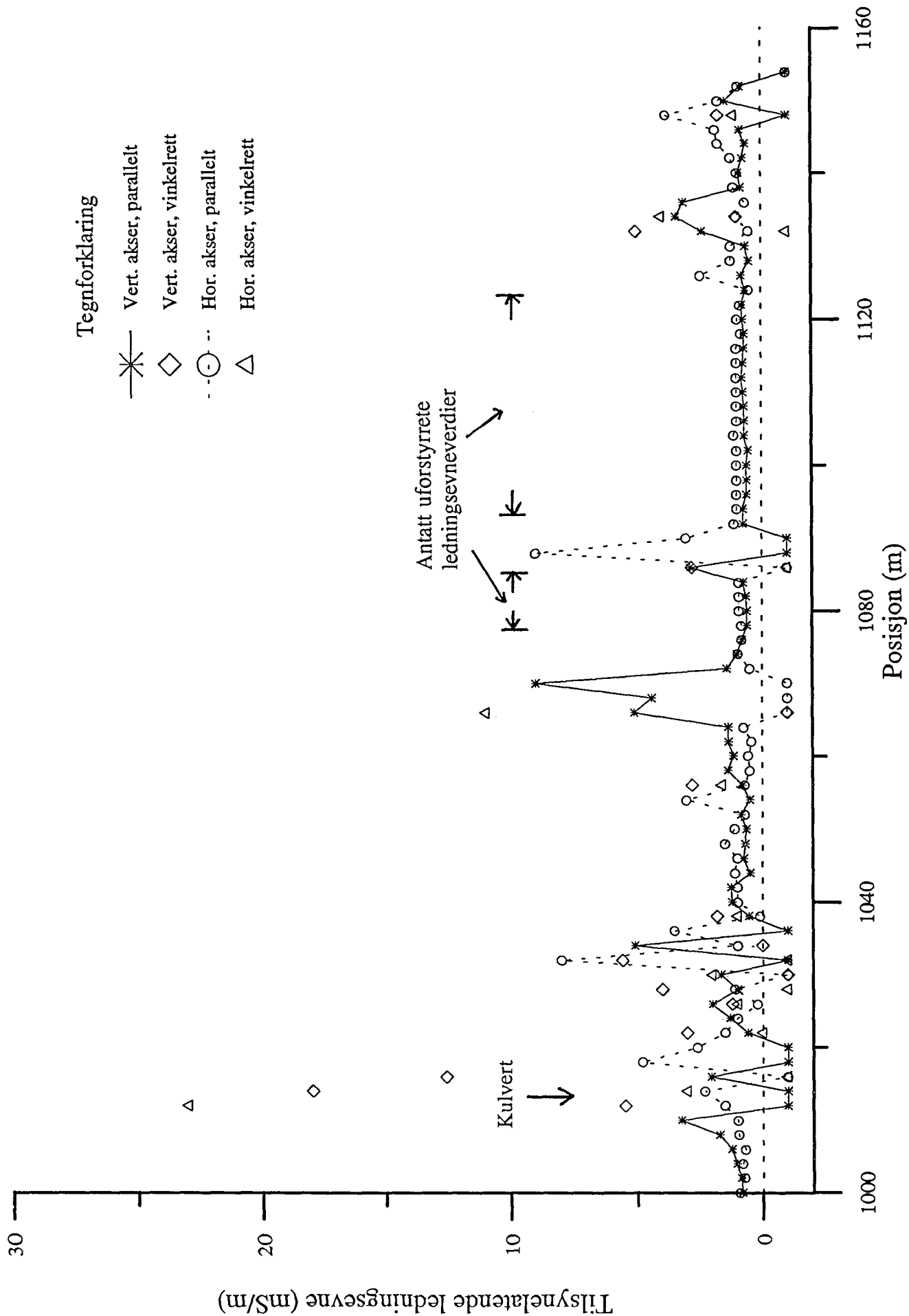




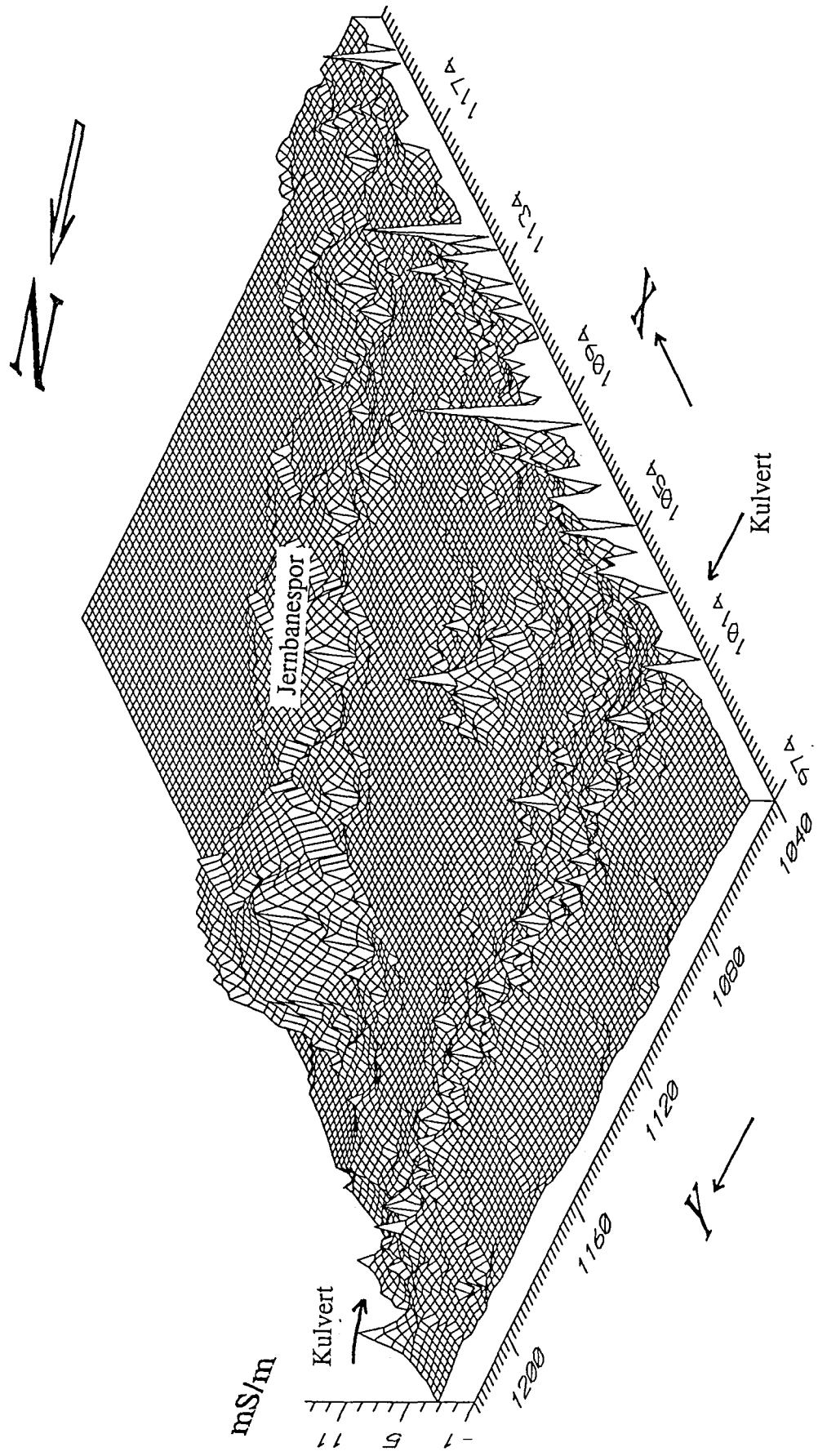
# Område 018, magnetometri, overflatekart



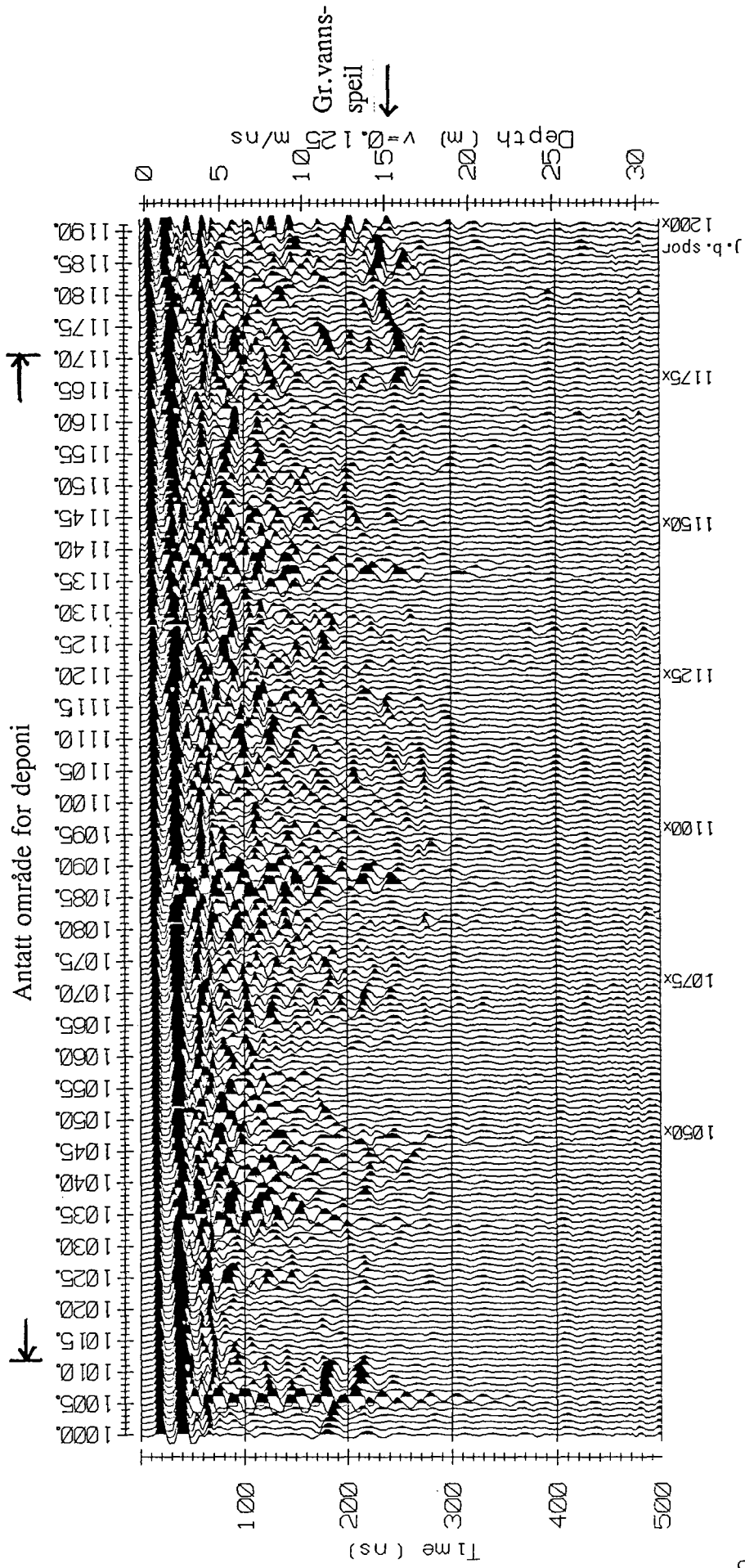
# Område 018, EM 31, profil 1100Y



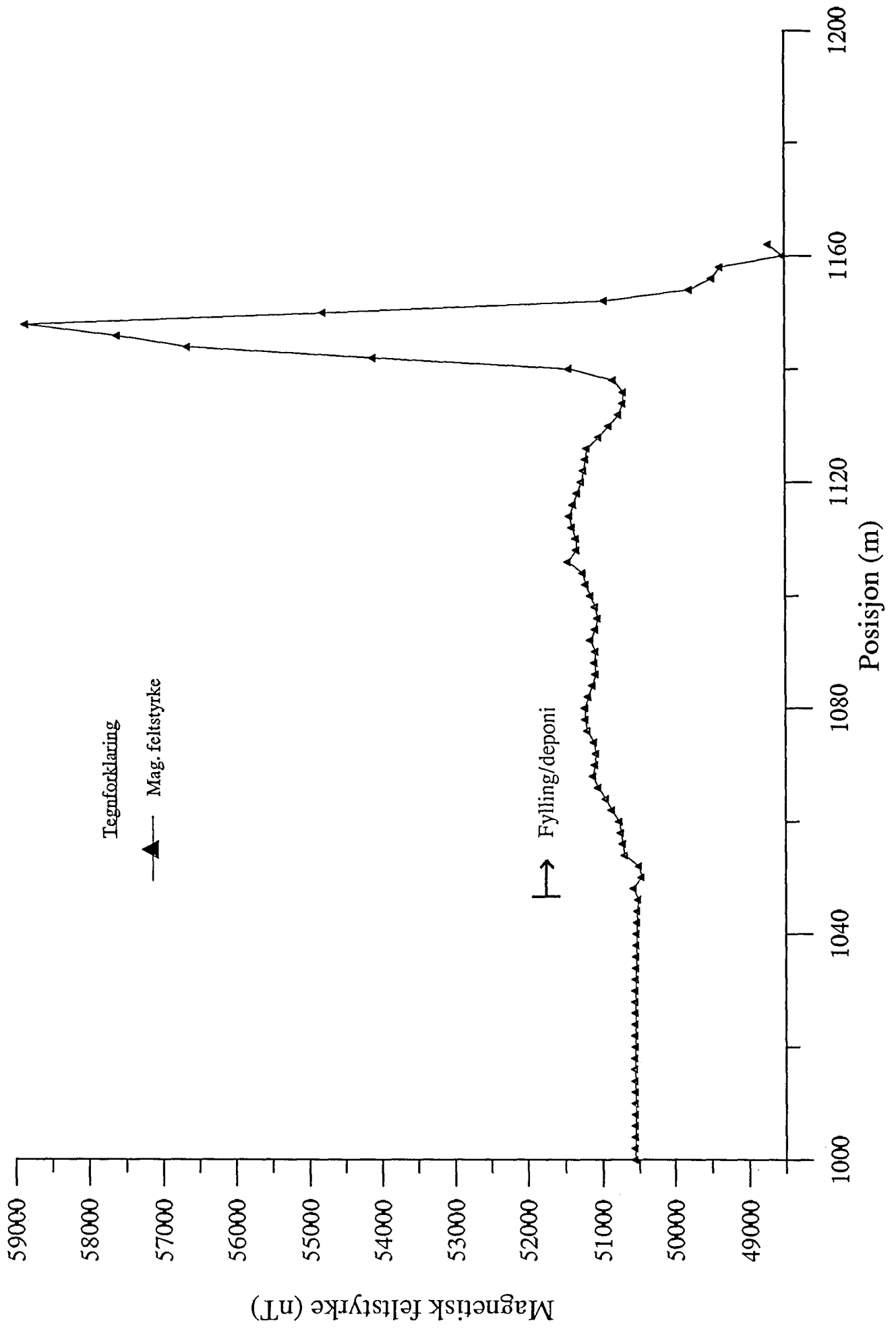
# Område 018, EM 31, overflatekart



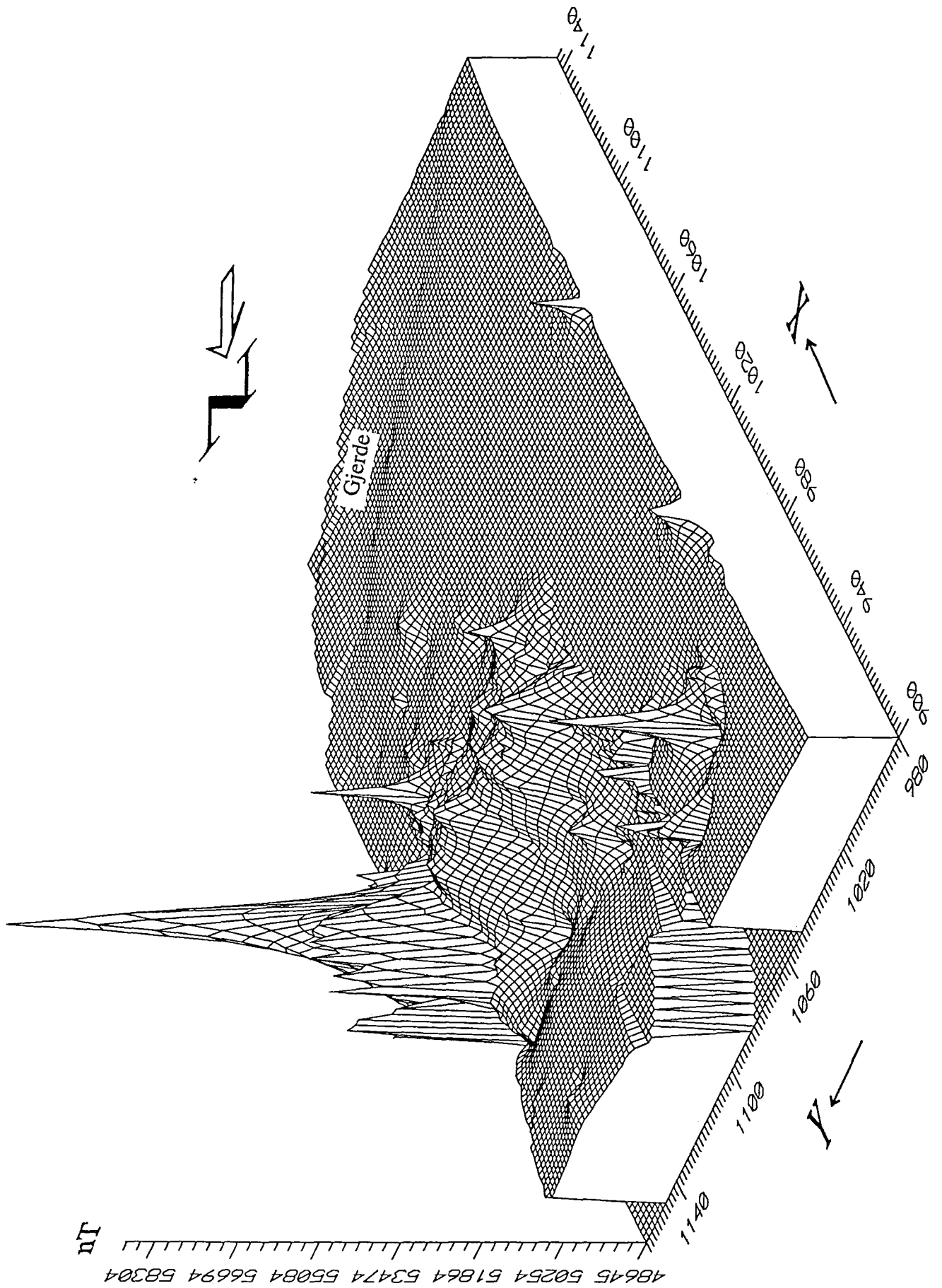
# Område 018, georadar, profil 1040Y



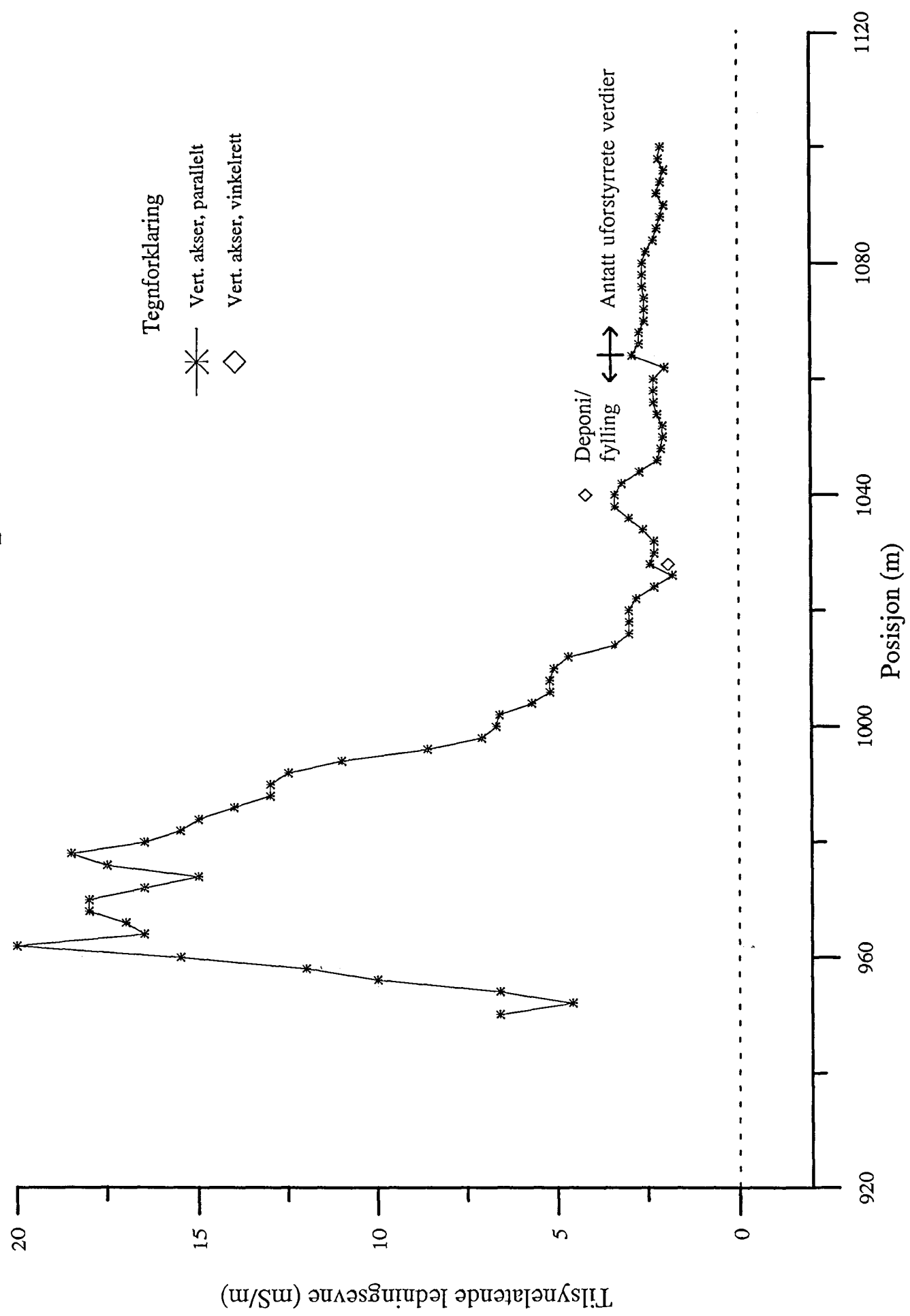
# Område 029, magnetometri, profil 1000X



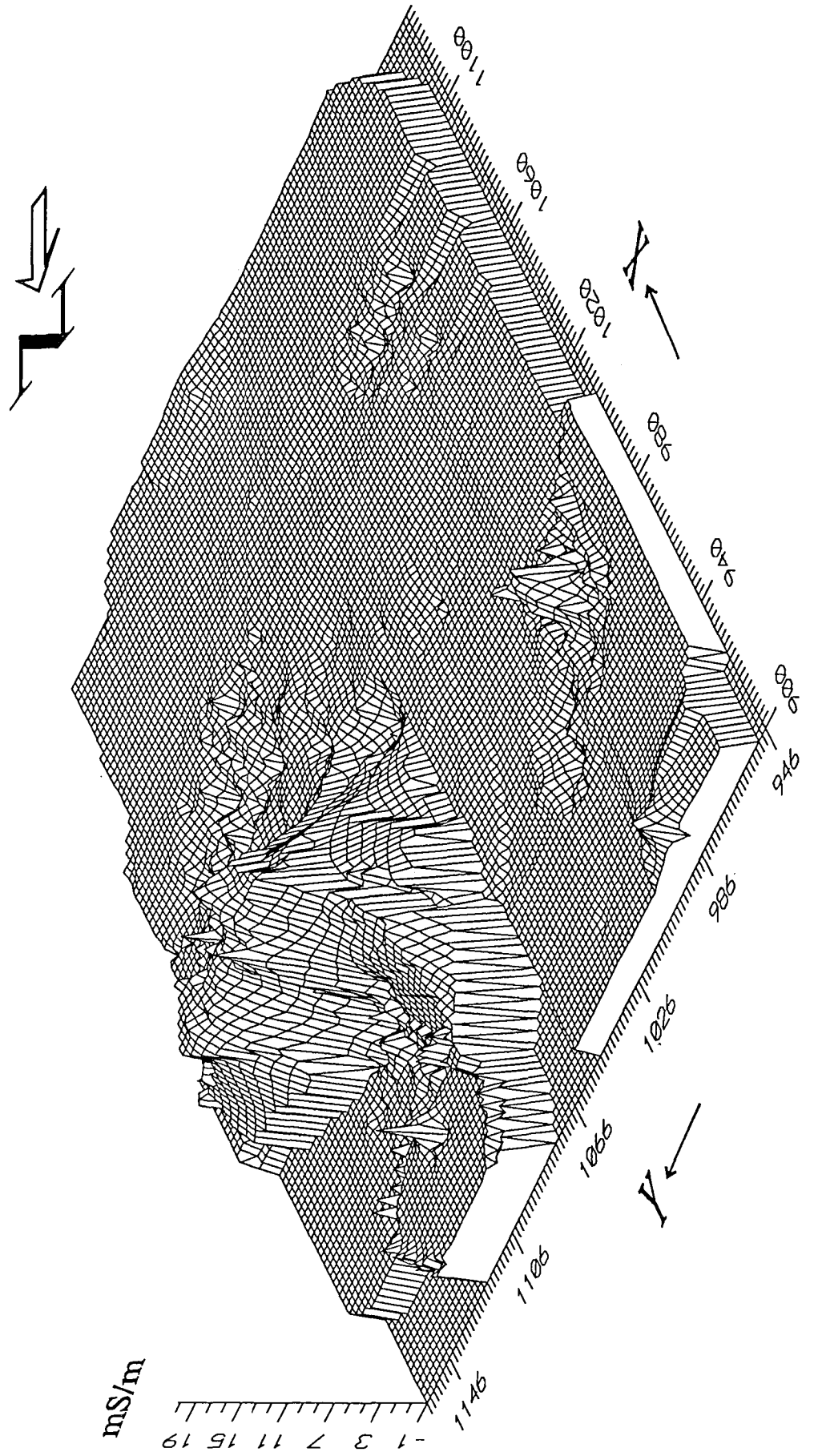
Område 029, magnetometri, overflatekart



# Område 029, EM 31, profil 1080Y

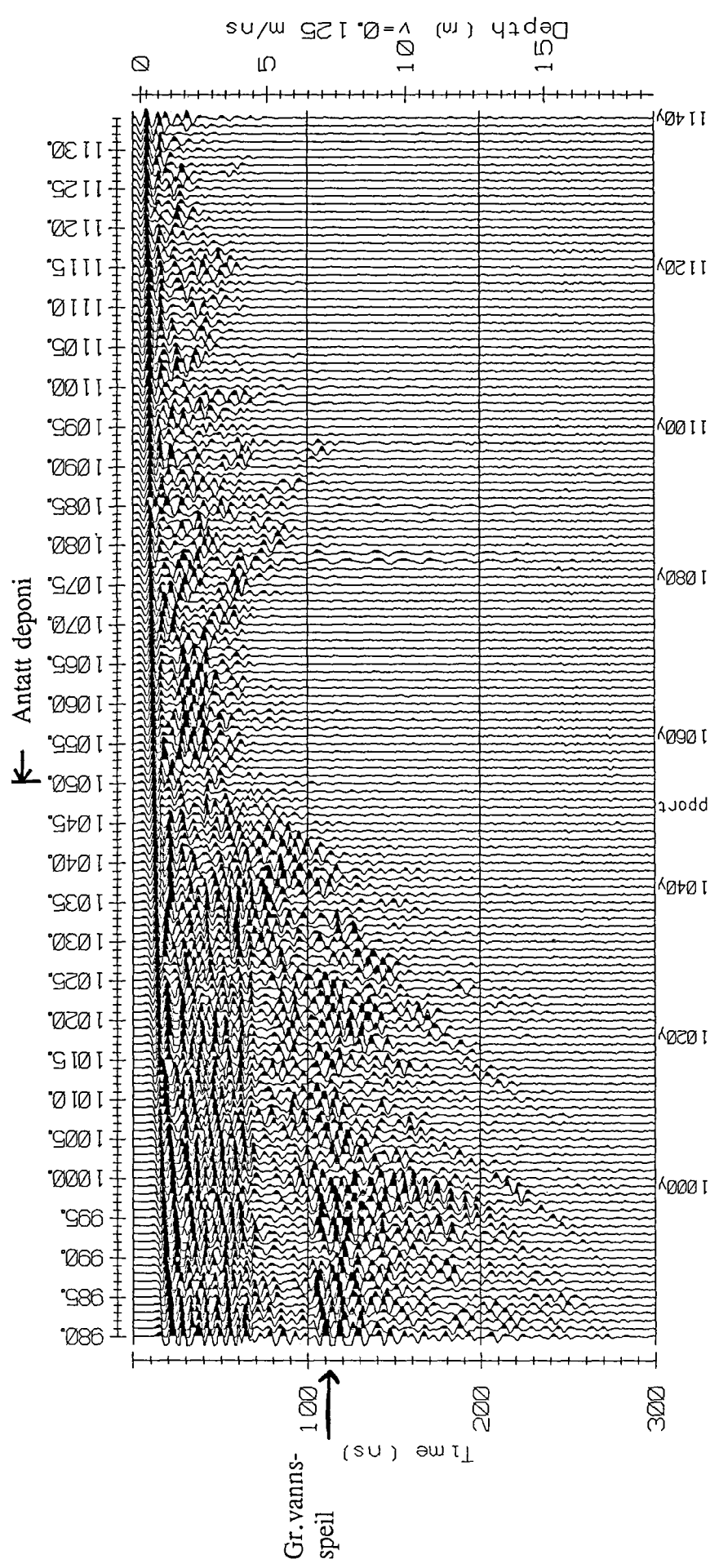


Område 029, EM 31, overflatekart

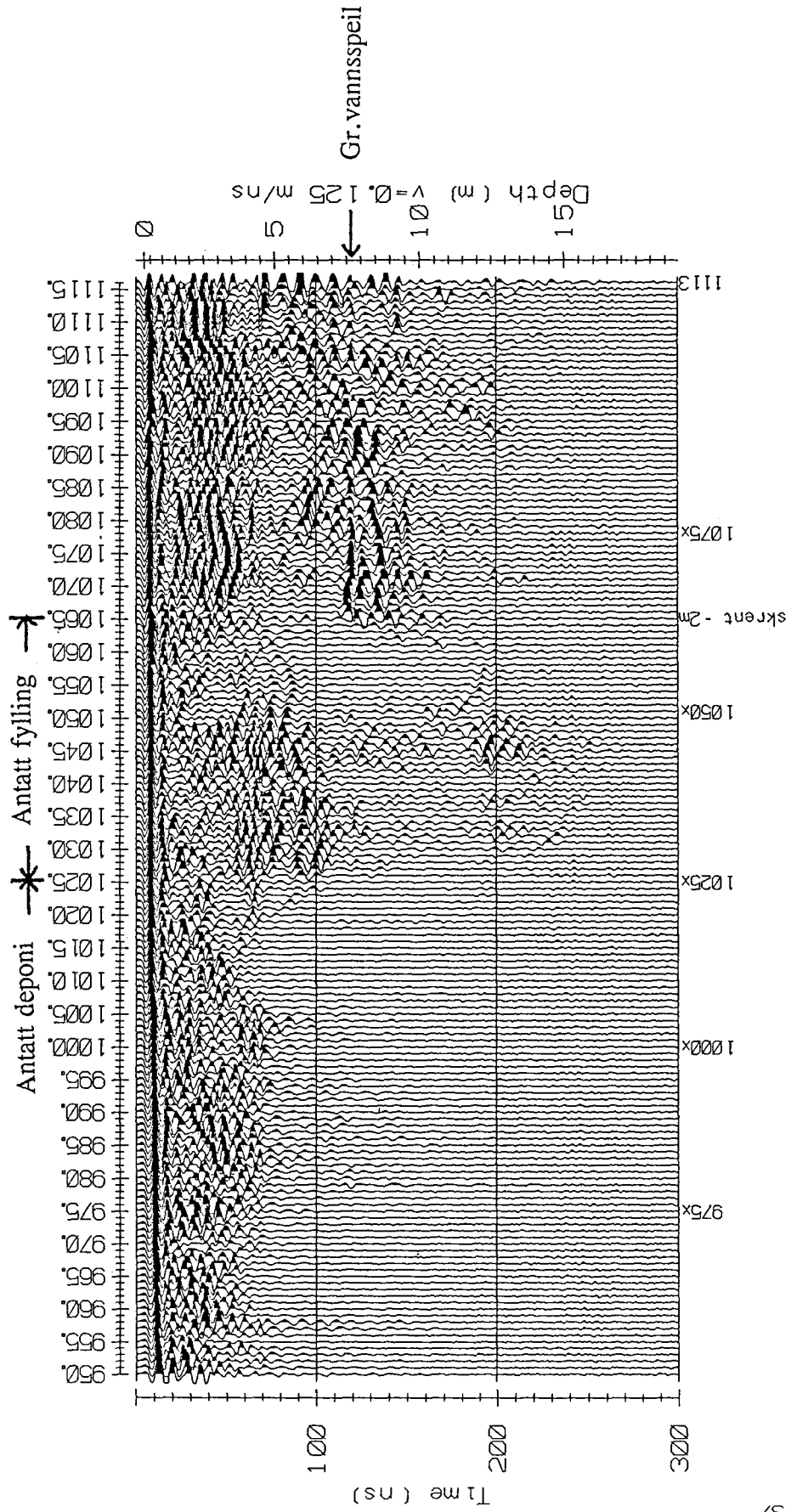




# Område 029, georadar, profil 1000X



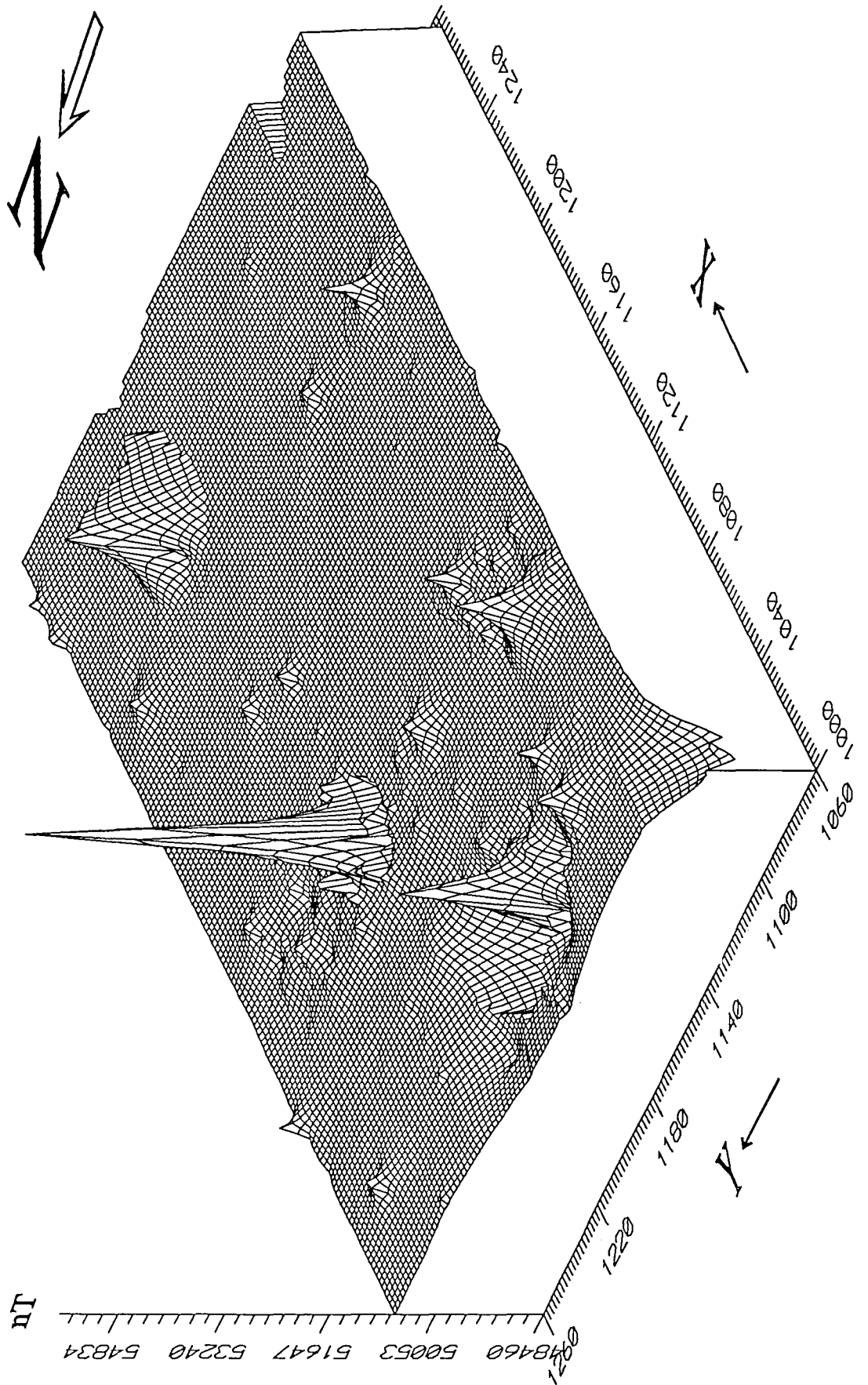
# Område 029, georadar, profil 1080Y



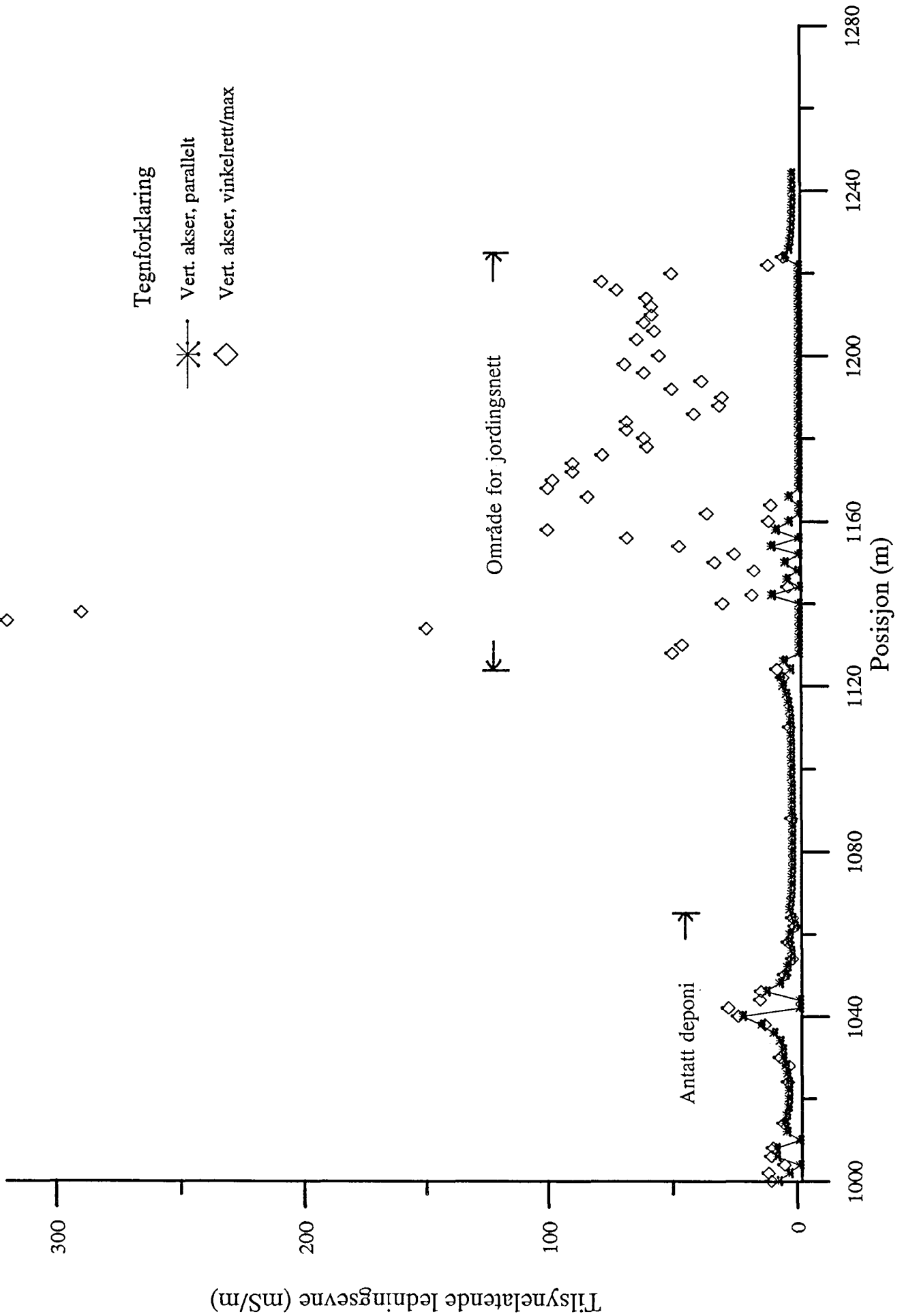
# Område 030, magnetometri, profil 1200Y



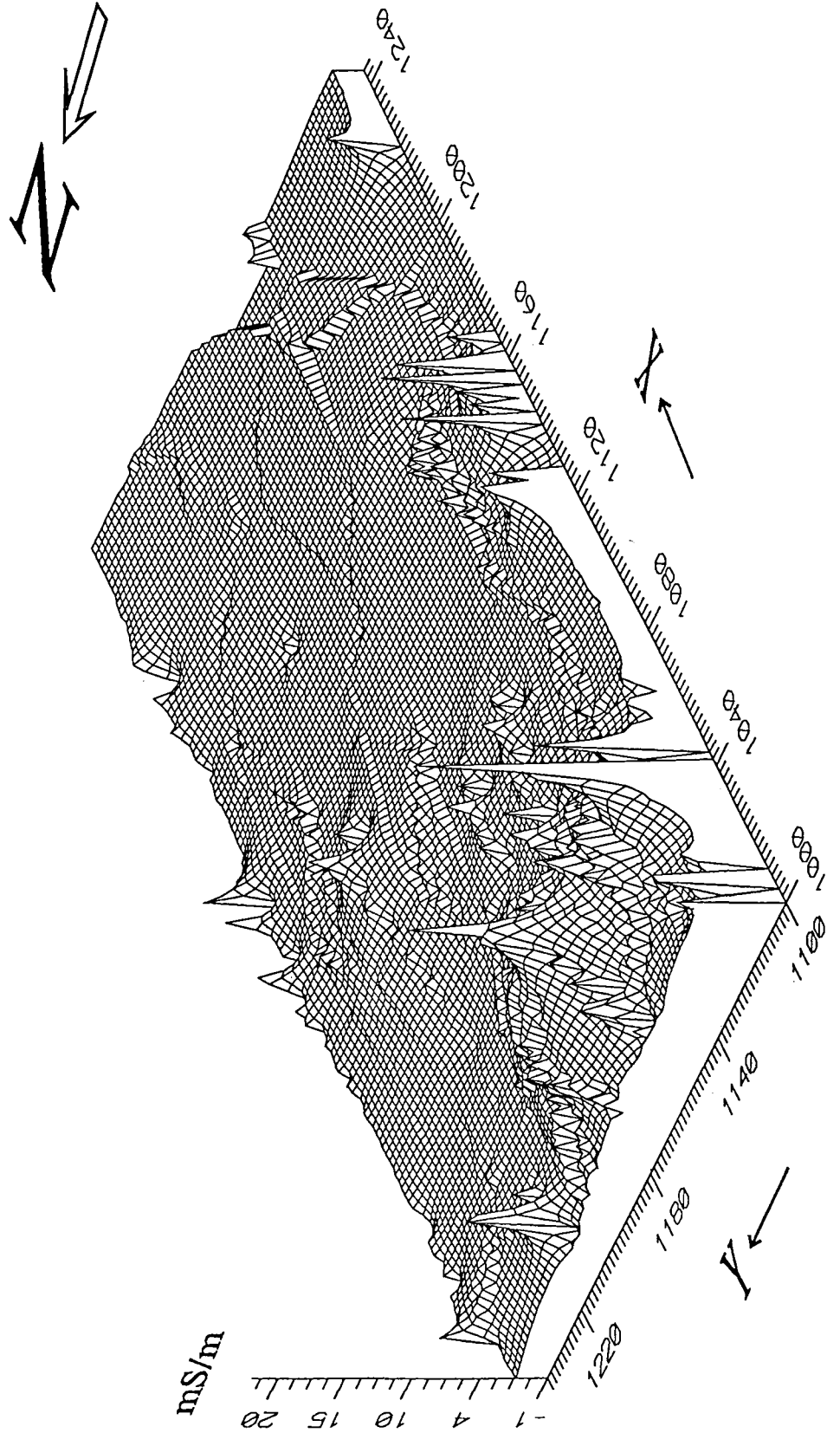
# Område 030, magnetometri, overflatekart



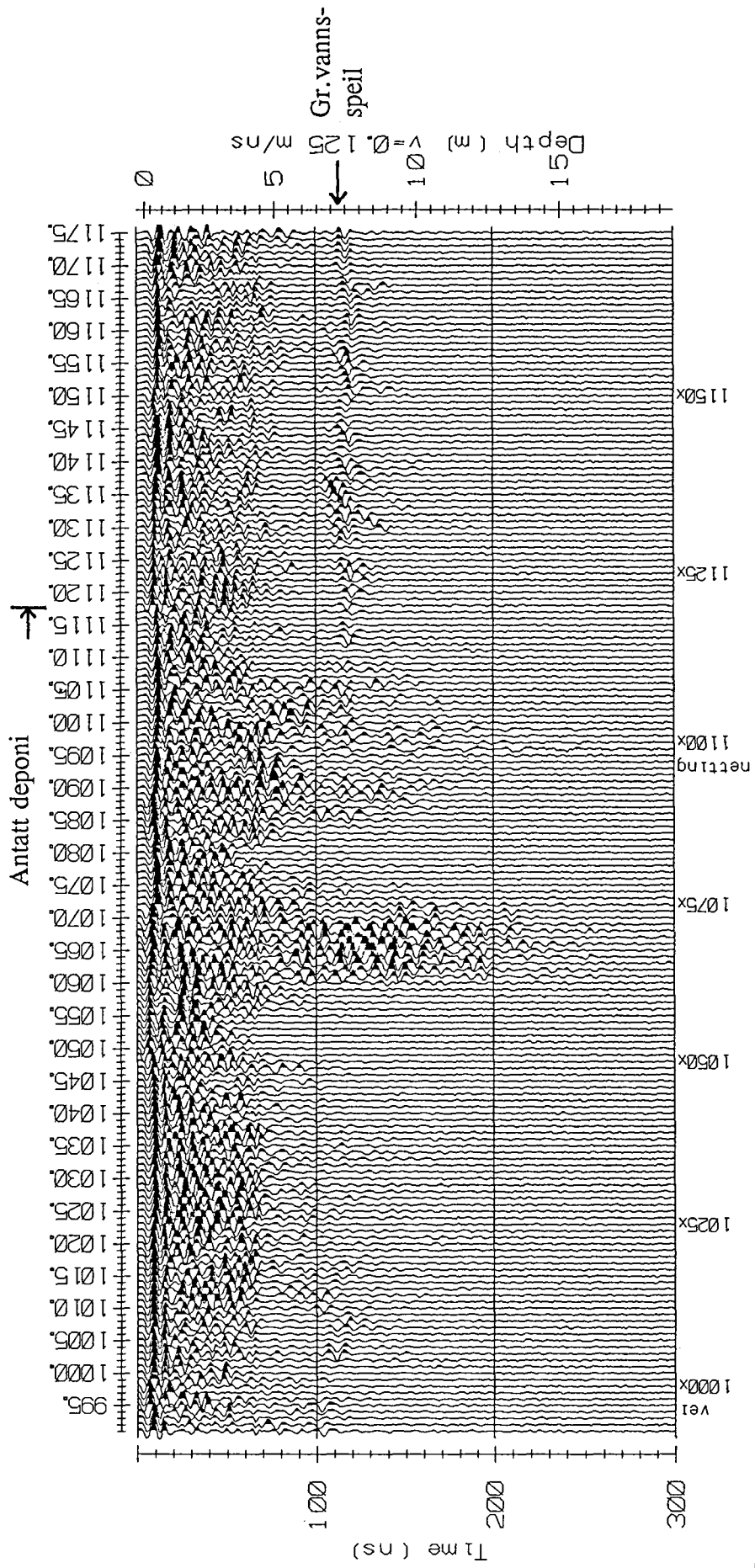
# Område 030, EM 31, profil 1100Y



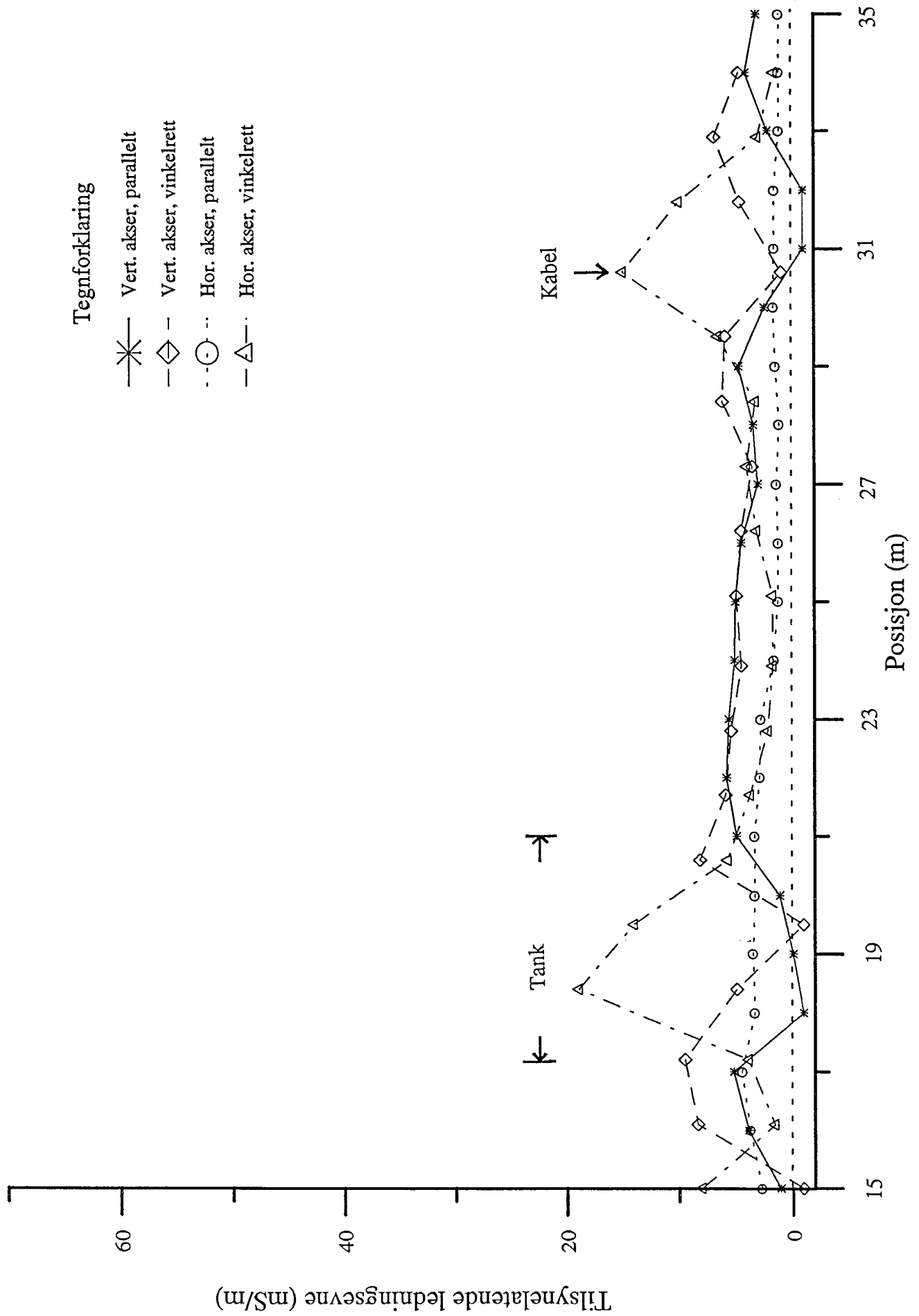
Område 030, EM 31, overflatekart



# Område 030, georadar, profil 1180Y



# Område 034, EM 31, profil 1

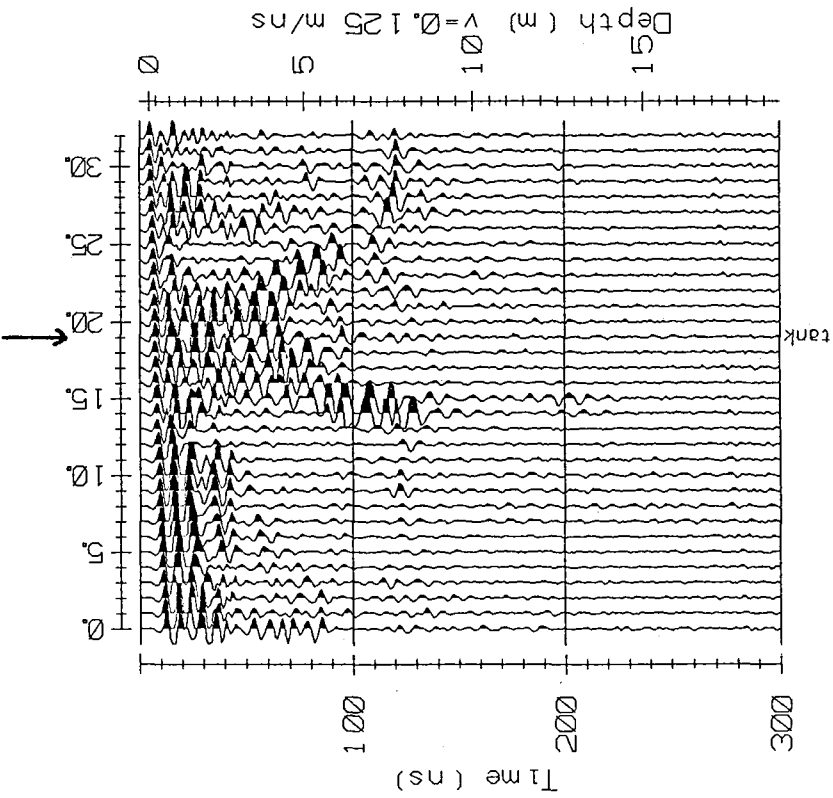




# Område 034, georadar

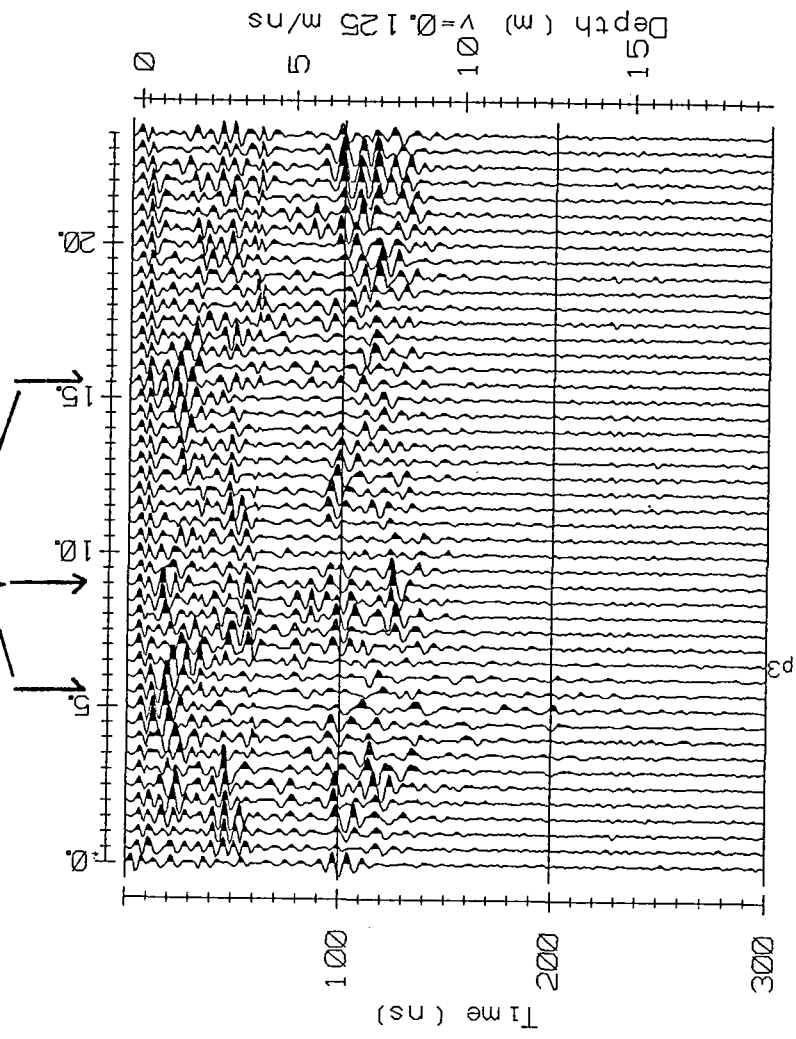
## Profil 1

Tank

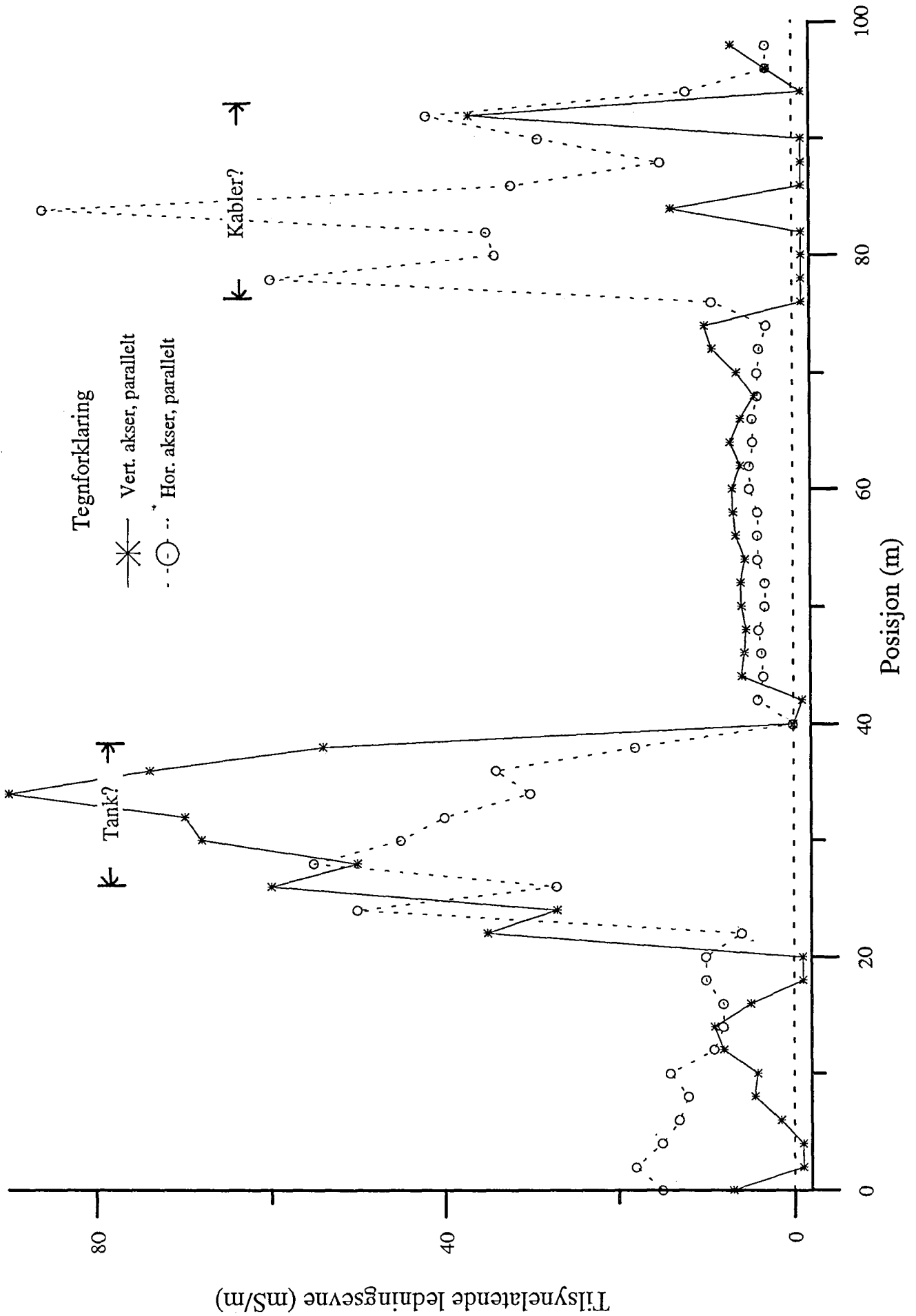


## Profil 10

Tilførselsrør



# Område 020, EM 31, profil 23



# Område 020, georadar, profil 23

