

g 656.2.053.7 NSB Rap

MN

Stortrykk 422 JBV



**Jernbaneverket**  
**Ingeniørtjenesten**

**RAPPORT OM KONTROLLMÅLING AV  
JERNBANESTØY PÅ DATASKJERMER  
HOS AVENTURA SYSTEMS ASA.**

Jernbaneverket  
Ingeniørtjenesten

Oppdragsgiver:

**TEKNISK KONTOR  
JERNBANEVERKET REGION ØST**

Prosjekt:

**KONTROLLMÅLING AVJERNBANESTØY PÅ  
DATASKJERMER HOS AVENTURA SYSTEMS ASA.**

Rapport nr.: 2

Dato: 19.12.1997

---


**Rapporten omhandler (stikkord):**

Kartlegging av reduksjon av forstyrrelser på dataskjermer forårsaket av jernbanestøy på Skøyen, etter at den manglende returledningen er montert opp igjen.


Ingeniørtjenestens prosjektnr. 197143

**For Jernbaneverket Ingeniørtjenesten**

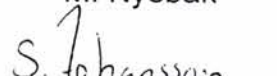
Prosjektansvarlig:


  
K. Lofthus

Prosjektleder:

  
M. Nyebak

Rapport utarbeidet av:

  
S. Johansson

  
M. Nyebak

Dato for siste revisjon:

Revisjon nr.: 0.0

Antall sider: 4

Besøksadr.:  
Stenersgt. 1 B/C  
Postadresse:  
0048 Oslo

Sentralbord  
Jernbaneverket:  
22 45 50 00

Resepsjon  
Ingeniørtjenesten  
22 45 61 00

Telefax:  
22 45 61 10

Postgiro:  
0823.07.61494  
Bankgiro:  
8200.01.03183

Reg.nr.:  
NO 971 033 533 MVA

## **INNHold**

<b>1. INNLEDNING.....</b>	<b>1</b>
1.1 BAKGRUNN.....	1
1.2 MÅLSETNING.....	1
<b>2. KOBLINGSBILDE I SKØYEN- OMRÅDET.....</b>	<b>2</b>
<b>3. MÅLINGER.....</b>	<b>2</b>
3.1 MÅLEUTSTYR.....	2
<b>4. RESULTATER.....</b>	<b>3</b>
<b>5. REFERANSER.....</b>	<b>4</b>
<b>6. RAPPORTER OM SAMME EMNE.....</b>	<b>4</b>

## **SAMMENDRAG**

Bakgrunnen for rapporten er at det i august 1997 ble meldt om problemer med elektromagnetisk jernbanestøy på dataskjermer i området ved Skøyen stasjon.

Foretatte undersøkelser og målinger i november 1997 viste ingen B-felt sterkere enn grenseverdien for hva mennesker kan utsettes for av felt uten at dette medfører helsefare (EN 50166-1). Undersøkelsene avdekket videre at koblingsbilde for returstrømmen i anleggsområdet ikke var helt tilfredsstillende. All returstrøm gikk bl.a. i returledningen på den ene siden av traseen for deler av området [1].

Den manglende returledningen ble montert opp igjen i månedsskiftet november / desember 1997. Det ble deretter utført kontrollmåling av B-felt hos de berørte firma 16.12.97. Resultatene fra denne målingen viste at feltforholdene var mer balanserte, samt at både feltets målte maksimalverdi og gjennomsnittsverdi var redusert. De berørte firmaenes støyproblemer var også redusert. Det meste av tiden kan forstyrrelsene nå kun registreres som svak skjjelving i hjørnene av skjermbildet. Større rystelser i skjermbildet slik som det ble registrert tidligere, forekommer også sjeldnere.

Kontrollmålingene ble foretatt med kun to spor forbi Karenslyst allé 11. Målingene gir derfor ikke resultater som direkte kan overføres til ferdigutbygd anlegg på Skøyen.



## **1. INNLEDNING.**

### **1.1 BAKGRUNN.**

Jernbaneverket Region Øst fikk i august 1997 melding om problemer med elektromagnetisk jernbanestøy på dataskjermer hos to firma i området ved Skøyen stasjon.

De berørte firmaene har lokaler i henholdsvis i 4. og 5. etasje i Karenslyst allé 11. Byggets fasade ligger omlag 10 meter fra jernbanetraseen. Karenslyst allé 11 er bygget som forretningsbygg og fasaden mot spor har store vindusflater.

Da problemene ble meldt til Jernbaneverket Region Øst var det ikke foretatt målinger av feltene i lokalene. Det ble derfor utført B-felt målinger hos begge firma 12.11.97.

Foretatte undersøkelser og målinger viste ingen B-felt sterkere enn grenseverdien for hva mennesker kan utsettes for av felt uten at dette medfører helsefare. Alle måleresultater innendørs hadde en sikkerhetsmargin på større enn 1300 i forhold til grenseverdien gitt i EN 50166-1. Grenseverdien for hvilken feltstyrke som var nødvendig for å frambringe flimring på dataskjermene ble målt til henholdsvis ca. 0,2  $\mu\text{T}$  og ca. 0,7  $\mu\text{T}$  for de to skjermtypene som ble undersøkt [1].

Undersøkelsene avdekket dessuten at koblingsbilde for returstrømmen i anleggsområdet ikke var helt tilfredsstillende. All returstrøm gikk bl.a. i returledningen på den ene siden av traseen for deler av området.

Den manglende returledningen ble montert opp igjen i månedsskiftet november / desember.

### **1.2 MALSETNING.**

Hensikten med denne rapporten er å kartlegge om forstyrrelser forårsaket av jernbanestøy på dataskjermene hos Aventura Systems ASA og Smedvig Technologies AS, har minsket etter at returledningen i spor 1 er montert opp igjen.

## **2. KOBLINGSBILDE I SKØYEN- OMRÅDET.**

Undersøkelser foretatt på Skøyen i november - 97, viste at all returstrøm fra begge sider av Skøyen stasjon gikk i returledningen nærmest Karenslyst allé. Returledningen på andre siden var fjernet fra vest for plattformen på Skøyen stasjon til et stykke nedenfor Karenslyst allé 11 pga. anleggsarbeidet [1].

Den manglende returledningen ble montert opp igjen i månedsskiftet november / desember. I dag er det kun to spor forbi de berørte kontorlokalene. Dette innebærer at hver kontaktledning utenfor Karenslyst allé 11 har en tilhørende returledning. De elektromagnetiske feltene fra henholdsvis kontaktledningene og returledningene har motsatt retning og vil dermed gi lavest mulig resulterende felt.

## **3. MÅLINGER.**

Etter at den manglende returledningen ble montert ble det meldt fra de berørte firmaene at forstyrrelsens omfang var redusert. Det ble besluttet å leie inn Det Norske Veritas AS for å få utført ytterligere B-feltmålinger, slik at forstyrrelsens reduserte styrke kunne dokumenteres.

16.12. 97 ble det derfor utført kontrollmålinger av B-felt i Aventura Systems ASAs og Smedvig Technologies ASs lokaler i henholdsvis 4. og 5. etasje i Karenslyst allé 11.

Målingene som ble foretatt i november avdekket at feltet var sterkest i vestre hjørne (nærmest Skøyen stasjon) av lokalene, hvor avstanden til returledningen er omlag 10 meter. Kontrollmålingene ble derfor konsentrert om de samme målepunktene som ble benyttet ved disse målingene.

### **3.1 MALEUTSTYR**

Det ble som tidligere, benyttet Wandel & Goltermann EFA-2 EM Field Analyser med ekstern B-felt sensor for de utførte B-felt målinger. Instrumentet har en nøyaktighet på 3 %. Frekvensområdet ble begrenset til  $16^{2/3}$  Hz ved et internt filter.



## 4. RESULTATER

De utførte kontrollmålingene ga ingen entydige svar på hvilken driftssituasjon som forårsaket mest forstyrrelser. Ved målingene foretatt i november ble de største utslagene registrert når det kun var ett tog som startet opp fra Skøyen stasjon, spor 4, i området. Kontrollmålingene viste ingen tilsvarende tendens. Feltets momentanverdier var denne gang mindre avhengige av togtrafikken like utenfor bygget.

Tabellen nedenfor viser måleresultatene for kontrollmålingene samt høyeste feltverdi ved forrige måling. Sikkerhetsmarginen som er oppgitt beregnes utfra 4800  $\mu\text{T}$ , dvs. grenseverdien for hvor mye elektromagnetisk felt mennesker kan utsettes for uten at det medfører helsefare, gitt i EN 50166-1.

Målepunkt	Etg.	Typisk verdi B-felt	Maks verdi B-felt	Sikkerhetsmargin	Maks B-felt 12.11.97
Karenslyst allé 11, vestre hjørne, Aventura Systems ASA. Avstand til returledn. ca. 10 m	4.	0,1 - 1,2 $\mu\text{T}$	1,8 $\mu\text{T}$	2667	3,5 $\mu\text{T}$
Karenslyst allé 11, vestre hjørne, Smedvig Technologies AS. Avstand til returledn. ca. 12 m	5.	0,05 - 0,8 $\mu\text{T}$	0,9 $\mu\text{T}$	5333	1,0 $\mu\text{T}$

Måleresultatene fra kontrollmålingene viste følgende forandringer fra forrige målingsresultater:

- For Aventura Systems ASA i 4. etasje, er området for typiske feltverdier noe redusert. B-feltets maksimalverdi viste nesten en halvering i forhold til målingen foretatt i november.
- Resultatene hos Smedvig Technologies AS viste også reduksjon i gjennomsnittsverdien av feltets styrke. Maksimalverdien derimot ble bare redusert med 0,1  $\mu\text{T}$ .
- B-feltet i området var blitt mer balansert slik at måleresultatene ble jevnere og momentanverdiene var i mindre utstrekning avhengig av togtrafikken like utenfor Karenslyst allé 11.

Med hensyn til nødvendig feltstyrke for å kunne registrere forstyrrelsene på dataskjermene, viste målingene foretatt i november at denne varierer med skjermtype. Det ble da registrert merkbare flimring på skjermbildet nesten kontinuerlig. Etter at returledningen er montert opp igjen er flimringen på skjermene betraktelig redusert. Den kan det meste av tiden kun registreres som svak skjelving i hjørnene av skjermbildet. Større rystelser i skjermbildet slik som det ble registrert fordelt over hele dagen tidligere forekommer også sjeldnere. Registreringer foretatt av Aventura Systems ASAs ansatte de første to ukene i desember, viser at større forstyrrelser opptrer hovedsakelig om ettermiddagen mellom kl. 14.30 og 17.30. På dataskjermen plassert inn i en «kasse» av my-metall som prøves ut hos Smedvig Technologies AS [1], er det i denne perioden kun vært registrert forstyrrelser i et tilfelle.

Den videre utvikling med tanke på forstyrrelser forårsaket av jernbanestøy når alle spor på Skøyen er etablert og satt i normal drift, lar seg vanskelig forutse på nåværende tidspunkt. Vurdering av eventuelle permanente problemer grunnet elektromagnetisk støy fra jernbanedriften må derfor utsettes inntil jernbaneanlegget er ferdigstilt og satt i full drift.

## **5. REFERANSER.**

- [1] «Rapport om jernbanestøy på dataskjermer hos Aventura Systems ASA»,  
Jernbaneverket Ingeniørtjenesten, november 1997.

## **6. RAPPORTER OM SAMME EMNE.**

- «Rapport om jernbanestøy på dataskjermer på Skøyen»,  
Jernbaneverket Ingeniørtjenesten, mars 1997.
- «Rapport om kontrollmåling for jernbanestøy på dataskjermer hos Fun Com Oslo AS»,  
Jernbaneverket Ingeniørtjenesten, juni 1997.
- «Rapport om jernbanestøy på dataskjermer hos Aventura Systems ASA»,  
Jernbaneverket Ingeniørtjenesten, november 1997.



# **JBV Ingeniørtjenesten**

**Et ledende senter for kunnskap og erfaring i jernbaneteknikk**

Ingeniørtjenesten er en egen forretningsenhet i Jernbaneverket. Vi tilbyr rådgivende ingeniørtjenester innenfor et vidt spekter av fagfelt knyttet til jernbanens infrastruktur.

Dyktige medarbeidere som "kan jernbane" gjør at vi framstår som en attraktiv og konkurransedyktig samarbeidspartner, både ved begrensede oppgaver med krav til spesialkompetanse og ved store tverrfaglige prosjekter.

Vi benytter en prosjektrettet arbeidsform for gjennomføring av alle typer oppdrag. Kvalitet settes i fokus i alle ledd og prosesser etter et eget utarbeidet kvalitetssystem basert på ISO 9001.

Våre hovedoppdragsgivere er de andre enhetene i Jernbaneverket. I tillegg utfører vi oppdrag for eksterne oppdragsgivere hvor NSB BA og NSB Gardermobanen AS sammen med totalleverandører og rådgivende ingeniørfirmaer er de viktigste.

Ingeniørtjenesten har ca. 135 ansatte (1997), hvorav 5 er knyttet til vår avdeling i Trondheim. Ved større prosjekter inngår vi samarbeidsavtaler med underleverandører etter behov.

JERNBANEVERKET  
BIBLIOTEKET



101126

9656.2.053.7 MSB Rap

Stortrykk 421 JBV

MN



Jernbaneverket

**JBV INGENIØRTJENESTEN**  
**SKØYEN**

**RAPPORT OM**

**JERNBANESTØY**

**PÅ DATASKJERMER**

**HOS FUN COM OSLO A/S**

Jernbaneverket  
Taker

Oppdragsgiver:

**TEKNISK KONTOR  
JERNBANEVERKET REGION ØST**

Prosjekt:

**JERNBANESTØY PÅ DATASKJERMER HOS  
FUN COM OSLO A/S**

Rapport nr.:

Dato:

07.03.1997

---

**Rapporten omhandler (stikkord):**

Beskrivelse av jernbanestøyens forstyrrende virkning og forslag til tiltak for å minske problemet.

Ingeniørtjenestens prosjektnr. 197039

**For Jernbaneverket Ingeniørtjenesten**

Prosjektansvarlig:

Frode Nilsen  
F. Nilsen

Prosjektleder:

M. Nyebak  
M. Nyebak

Rapport utarbeidet av:

S. Johansson  
S. Johansson

M. Nyebak  
M. Nyebak

Dato for siste revisjon:

Revisjon nr.: 0.0

Antall sider: 4

Jernbaneverket  
Ingeniørtjenesten  
0048 Oslo  
Besøksadr.: Stenersgt. 1 B/C

Sentralbord: 23 15 15 33  
Telefax: 23 15 18 31

Telegram: Jernbanestyret  
Telex: 71 168 nsbdc n

Postgiro: 0823.07.61494  
Bankgiro: 8200.01.03183



## **INNHold**

<b>1. INNLEDNING.....</b>	<b>1</b>
1.1 BAKGRUNN.....	1
1.2 MÅLSETNING.....	1
<b>2. UNDERLAG.....</b>	<b>1</b>
<b>3. FORSØK MED STØY PÅ DATASKJERMER PÅ SKØYEN. ....</b>	<b>2</b>
<b>4. MÅLINGER. ....</b>	<b>4</b>
<b>5. TILTAK / KONKLUSJON. ....</b>	<b>4</b>
<b>6. VEDLEGG 1. TEKNISK RAPPORT FRA TELENOR. ....</b>	<b>.....</b>
<b>7. VEDLEGG 2. TEKNISK RAPPORT FRA DET NORSKE VERITAS.....</b>	<b>.....</b>
<b>8. VEDLEGG 3. SKISSE OVER STRØMVEIER. ....</b>	<b>.....</b>

## **1. INNLEDNING.**

### **1.1 BAKGRUNN.**

Firmaet Fun Com Oslo A/S har lokaler i 2, 3 og 4 etasje i Karenslyst allé 5. Bygget ligger like ved jernbanetraseen fra Skøyen stasjon til Oslo. Fasaden mot spor har svært mye vinduer.

Fun Com har klaget på elektromagnetisk jernbanestøy på dataskjermene sine. Dette består i en kontinuerlig dirring i kanten på skjermbildet på PCer plassert nær vinduene mot spor, og en større skjelving på skjermbildet når tog passerer. Forstyrrelsene har vært tilstede helt side Fun Com flyttet inn i lokalene i midten av desember 1996.

Fun Com har fått foretatt målinger av feltene i lokalene. Disse er utført av Telenor og Det Norske Veritas AS (se vedlegg 1 og 2.). Det er også foretatt forsøk med å endre jordingen i bygningen for å finne ut om forstyrrelsene kommer inn via kablingen. De undersøkelser Fun Com har fått utført konkluderer med at forstyrrelsene skyldes felt satt opp av strøm i returledningene som går i åk langs husets fasade.

Undersøkelsene foretatt av Det Norske Veritas AS viser at verdiene for de målte feltene er under det gjeldene europeiske standarder anser som helsefarlig. Imidlertid har flere av Fun Coms ansatte tatt ut sykemelding grunnet plager de tillegger skjelvingen i skjermbilde på PCene de arbeider med.

### **1.2 MALSETNING.**

Hensikten med denne rapporten er å påvise hva forstyrrelsen på dataskjermene skyldes og anbefale tiltak som kan redusere eller helst eliminere forstyrrelsene.

## **2. UNDERLAG.**

Arbeidet utført av Ingeniørtjenesten er basert på målingene i rapportene fra Telenor og Det Norske Veritas AS. Det er ikke utført kontrollmålinger med hensyn på helsefare da dette regnes å være utenfor vårt oppdrag.

I rapporten fra Telenor er det utført noen beregninger som bygger på optimal fordeling av strømmer i ledninger og spor. Forutsetningene om fordeling av strøm for disse beregningene er umulig å oppnå for jernbanedrift. De utregnede verdier er derfor ikke tatt hensyn til i det videre arbeidet.



### 3. FORSØK MED STØY PÅ DATASKJERMER PÅ SKØYEN.

Det ble foretatt forsøk med å plassere en PC med skjerm av samme type som hos Fun Com Oslo A/S, like utenfor firmaets lokaler tirsdag 4/3-97. Hensikten var å klarlegge om forstyrrelsen som forårsaker skjelvingen på Funcoms dataskjermer kommer via jordforbindelse eller gjennom luft. Forsøket ble foretatt mellom klokken 12.00 og 14.00.

PCen ble først forsynt via en ca. 30 meter lang skjøteledning fra anleggsarbeidet i parkeringshuset ved siden av Fun Coms lokaler. Forsyningen var felles med en del maskiner som ble startet og stoppet i intervaller av forskjellig varighet. Dette førte til forstyrrelser i form av en jevn dirring i skjermbildet under hele forsøket. PCen ble til å begynne med plassert like ved ytterveggen til Karenslyst allé 5, i en avstand 9 meter fra nærmeste spor. Ved passerende tog kunne ingen vesentlig økning i forstyrrelsen observeres på skjermen.

PCen ble deretter flyttet nærmere sporet til en avstand på 4 meter. Den generelle bakgrunnsforstyrrelsen økte noe. For tog som kjørte i retning Drammen kunne ikke noen ytterligere økning i forstyrrelsene observeres ved togets passering. Imidlertid ble det en markert forverring i skjelvingen på skjermen når tog kjørende mot Oslo passerte det østre hushjørne på Karenslyst allé 5.

Til slutt ble forsyningen til PCen hentet fra Fun Coms lokaler. Forsyningen ble overført via den samme skjøteledningen som tidligere benyttet. Den generelle dirringen i skjermbildet ble vesentlig redusert. Ved passerende tog ble det observert samme tendens som ved forsøksserie nummer to. Det ble også observert noe økning i den generelle dirringen av skjermbildet i perioder der ingen tog kunne observeres. Dette skjedde i meget korte perioder uten noen fast mønster.

Ut fra de forsøksserier som ble foretatt må det antas at forstyrrelsene hos Fun Com forårsakes av felt i luft. Samtale med representanter fra Fun Com avdekket at forstyrrelsene ble svekket når man beveget seg innover i lokalene, dvs. bort fra vinduene mot spor. Dette gir også en klar indikasjon på felt i luft.

**Tabell 3-1 Forsøksresultat.**

Avstand fra spor: 9 m		Strømkilde til PC: byggeplass			
	Tid	Togtype	Ant. strømvaktak.	Retning	Kommentar
1	12.00	69	1	Mot Drammen	Ingen vesentlig økning i forstyrrelsen
2	12.07	69	1	Mot Oslo	Ingen vesentlig økning i forstyrrelsen
3	12.09	69	1	Mot Drammen	Ingen vesentlig økning i forstyrrelsen
4	12.12	69	1	Mot Oslo	Ingen vesentlig økning i forstyrrelsen
5	12.15	69	1	Mot Drammen	Fra stopp. Ingen vesentlig økning i forstyrrelsen
6	12.16	ICE BM70	1	Mot Drammen	Fra stopp. Ingen vesentlig økning i forstyrrelsen
7	12.16	69	1	Mot Oslo	Ingen vesentlig økning i forstyrrelsen



Avstand fra spor: 4 m		Strømkilde til PC: byggeplass			
	Tid	Togtype	Ant. strømvaktak.	Retning	Kommentar
8	12.19	69	1	Mot Drammen	Ingen vesentlig økning i forstyrrelsen
9	12.27	69	1	Mot Drammen	Ingen vesentlig økning i forstyrrelsen
10	12.38	69	1	Mot Oslo	Økende skjelving fra østre hushjørne mot tunnel
11	12.39	69	1	Mot Drammen	Ingen vesentlig økning i forstyrrelsen
12	12.42	69	1	Mot Oslo	Økende skjelving fra østre hushjørne mot tunnel
13	12.43	69	1	Mot Drammen	Ingen vesentlig økning i forstyrrelsen
14	12.44	ICE BM70	1	Mot Oslo	Økende skjelving fra østre hushjørne mot tunnel
15	12.47	69	1	Mot Oslo	Økende skjelving fra østre hushjørne mot tunnel
16	12.50	69	1	Mot Drammen	Ingen vesentlig økning i forstyrrelsen
17	12.55	69	1	Mot Oslo	Økende skjelving fra østre hushjørne mot tunnel

Avstand fra spor: 4 m		Strømkilde til PC: Fun Com			
	Tid	Togtype	Ant. strømvaktak.	Retning	Kommentar
18	13.21	69	1	Mot Oslo	Økende skjelving fra østre hushjørne mot tunnel
19	13.39	69	1	Mot Oslo	Økende skjelving fra østre hushjørne mot tunnel
20	13.42	69	1	Mot Oslo	Økende skjelving fra østre hushjørne mot tunnel
21	13.43	69	1	Mot Drammen	Fra stopp. Skjelving, men det er uklart om dette skyldes foregående tog mot Oslo som ikke var ute av forstyrrelsesområdet eller det korte kraftige pådraget på startende tog.
22	13.44	69	2	Mot Phillipstad	Ingen merkbar økning i forstyrrelsen
23	13.49	69	1	Mot Oslo	Økende skjelving fra østre hushjørne mot tunnel
24	13.50	69	1	Mot Drammen	Ingen merkbar økning i forstyrrelsen

#### **4. MÅLINGER.**

Da punktet hvor økningen i forstyrrelsene oppstod falt sammen med impedansespolen i overgangen mellom enkelt-isolerte og dobbelt-isolerte sporfelt, ble det antatt at impedansespolen ikke virket som den skulle. Impedansspolen ble derfor kontrollmålt 5/7-97. Den fungerte som ønsket.

#### **5. TILTAK / KONKLUSJON.**

Det foreslås å flytte returledningen som henger nærmest Fun Coms lokaler, dvs. på Drammen - Oslo siden, slik at den henger mellom hovedspor Drammen - Oslo og spor 3. Den bør plasseres så nært hovedspor som mulig. Ved dette oppnås bedre kansellering av feltene som blir satt opp av strømmene i kontaktledningen og returledningen. Tyngdepunktet for det resulterende feltet flyttes lengre bort fra Fun Coms lokaler. Dette medfører svakere feltstyrke i lokalene da denne reduseres med økende avstand fra kilden.

Grunnet et meget komplisert system med hensyn til antall strømbaner (se vedlegg 3) og stor togtrafikk i området lar det seg ikke gjøre å sette opp en enkel beregning som viser hvor mye feltet i Fun Coms lokaler vil reduseres når returledningen flyttes. For å kunne gjøre denne beregningen er det nødvendig å kunne kontrollere toggangen på strekningen Asker - Oslo og hvor toget mates fra. Dette lar seg vanskelig gjøre grunnet stor aktivitet på strekningen. Resultatet bør derfor sjekkes ved feltmålinger etter flytting av returledningen.

## **6. VEDLEGG 1. TEKNISK RAPPORT FRA TELENOR.**





## TEKNISK RAPPORT

TITTEL:

**JERNBANESTØY PÅ DATASKJERMER HOS FUNCOM I OSLO.**

RAPPORT NF.R/AT - 03.97

ARK.NR:

DATO:18.02.97

OPPDRAKSGIVER: Fun Com Oslo A/S.

FORFATTER: Arne Thomassen NF.R/Arendal.

**RESYME:** Dataskjermene skjelver i takt med togtrafikk-tettheten på togtraseen utenfor bedriftens vinduer. Alt arbeide i bedriften skjer på et stort antall dataskjermer og skjelvingen er så ubehagelig at mange operatører ofte hindres i sitt arbeide. De må forlate arbeidet ved skjermen for ikke å føle seg altfor uvel. Togstøyen viste seg å komme som 16hz magnetfelt fra de horisontale tilbakestrømslederne utenfor bedriften.

Slike ekstraleddere skal hjelpe skinnegangen med returstrømmen, og en viktig funksjon er at den derav følgende bedrede geometri mellom kjørestrøm og returstrøm skal redusere utstrålt magnetfelt i bymiljøet. Det henger to returstrømsledere på hver side av den 3-spors traseen, men all strømmen gikk åpenbart i kun de to tilbakestrømslederne som hang nærmest vinduene. Når traseen i tillegg er ganske bred og vinduene nære, blir feltene altfor høye for normale dataskjermer (mange typer er prøvd)..

Feltstyrken må ned, helst til 1/5 eller bedre. Dette kan ordnes ved å sikre normalt god geometri mellom alle strømmene i traseen. Eventuell marginal reststøy kloss inntil ytterveggen mot jernbanen kan da løses ved å kjøpe noen få spesiallagde plasmaskjermer som kan tåle ekstreme magnetfelt-forhold.

**Telefaks/Telefax**



---

**Til/To: FUNCOM OSLO, v Trond Aune**  
**Kopi : NSB, IT-tele v. Knut Nyland**

Fax: 2242 0302 og 2315 3791

---

**Fra/From**

**Navn/Name:**

**Arne Thomassen, Telenor Radiostøy**  
**NF.R/Arcndal**

**TFNFAX: 37018153/37025140**

---

**Dato, tid/Date, time: 18/2-97**

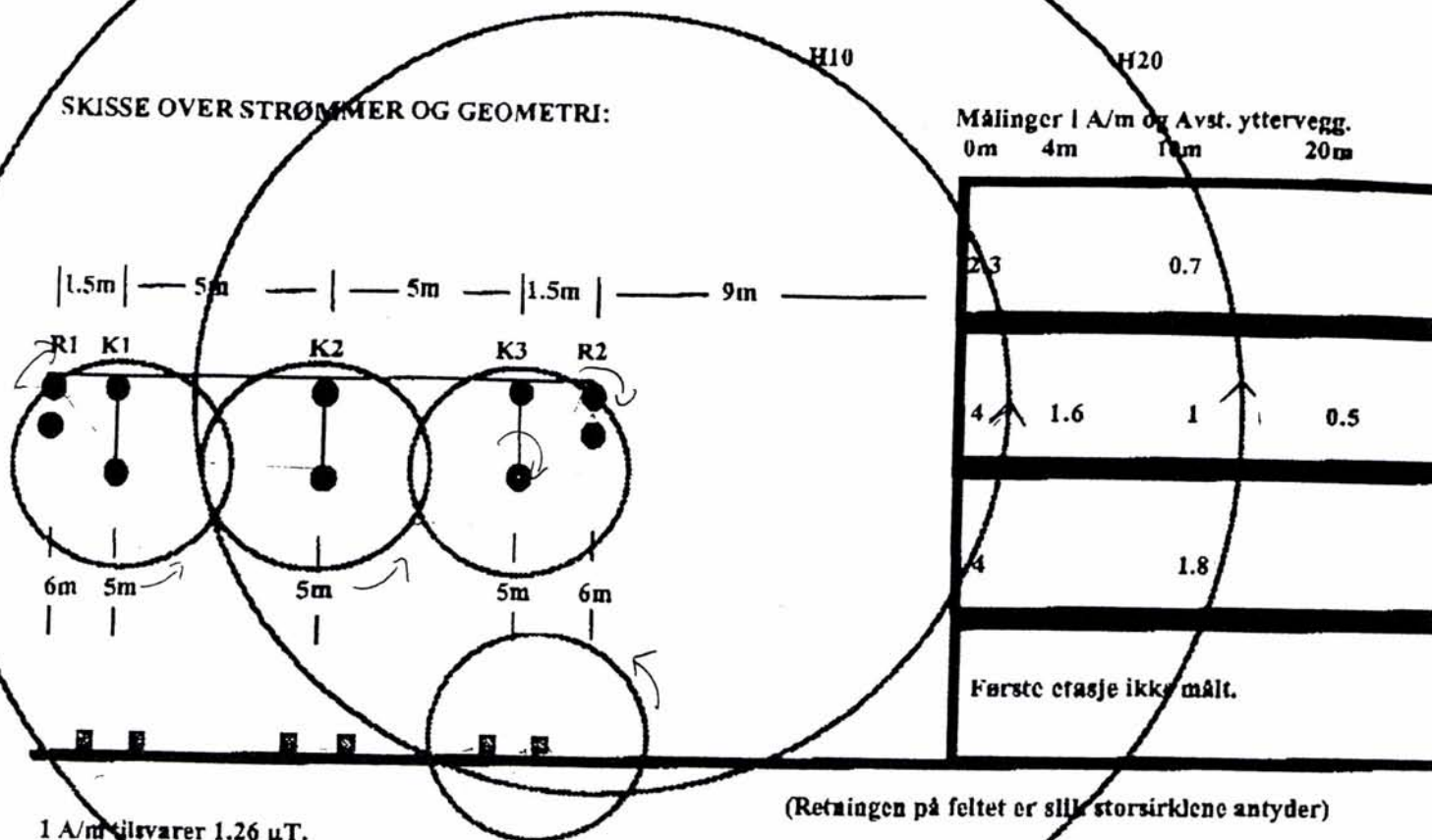
**11 sider inkl. denne.**

---

**Emne/Subject: Jernbanestøy på dataskjermer på Funcom Oslo.**

Oversender rapport fra målingensom avtalt. Skulle det bli behov for en enkelt kontrollmåling av felt etter tiltak kan dere evt. henvende dere til Telenor Radiostøy i Drammen eller Askim.

SKISSE OVER STRØMMER OG GEOMETRI:



K1, K2, K3, R2 og en skinne så ut til å være strømførende og er derved magnetfelt-generatorer. Målingene ble gjort i 1 m. høyde over bakken. K1, K2, K3 må antas å føre kjørestømmen, mens R2 ble målt til maksverdi ca 800A.rms og skinnen ca 200 A.rms. Total returstrøm i perioder med høyeste støyverdi kan derved settes til ca 1000 ampere rms. Under R1 måltes ca 1/8 av verdien under R2. Kun togskinnen nærmest Fun Com førte returstrøm, ingen av de andre 5 førte noen strøm. Der er altså en betydelig ubalanse i systemet. Målte feltet fra kjøreledere og returleder summerer seg med forskjellig feltretning og nivå i hvert målepunkt. Dette gjør målinger i noen avstand forholdsvis unøyaktige, selv om disse forhold er innkalkulert, men tallene gir en god pekepinn på de rådende forhold. Strømmen i hver kjøreleder skulle da bli:  $(800 + 200)/3 = 333$  A.rms (root mean square). Feltstyrken i vinduet 3. etasje kan utifra strømmene kalkuleres. Feltstyrke er lik strømstyrke dividert med  $2 \times \pi \times$  avstand til målepunkt. Returstrømledere og returstrømskinne settes til + mens de tre togstrømlederne i midten settes til - da de har motsatt strømretning (fase) i relasjon til returstrømlederne.

Sumfeltet i vinduet blir:

$$H = 800/(2\pi \times 9) + 200/(2\pi \times 11 \times 1.5) - 333/(2\pi \times 10.5) - 333/(2\pi \times 15.5) - 333/(2\pi \times 20.5)$$

$$H = 14.2 + 1.9 - 5.1 - 3.4 - 2.6 = 5 \text{ A/m. (1.5 i 2.dre parentes er reduksjon pga feltets retning/vinkel).}$$

Den beregnede maksimale feltstyrke er altså i samme størrelsesorden som den målte.



Hadde det vært balanse mellom de to returlederne R1 og R2 ville strømmen i hver av dem vært: 400 A. En kunne da samtidig tenke seg de 200A delt på 3 skinner med 67A i hver. Regnestykket blir da:

$$H_{\text{retur}} = 400/(2\pi \times 9) + 400/(2\pi \times 22) + 67/(2\pi \times 11 \times 1.5) + 67/(2\pi \times 15 \times 1.4) + 67/(2\pi \times 19 \times 1.3)$$
$$H_{\text{kjøre}} = 333/(2\pi \times 10.5) + 333/(2\pi \times 15.5) + 333/(2\pi \times 20.5)$$

$H = H_{\text{retur}} - H_{\text{kjøre}} = 11.57 - 11.1 = 0.47$  A/m, rms maksimum feltstyrke i vinduet i 3. etasje.  
God balanse gir altså en 10-faktor bedre forhold i forhold til grov ubalanse slik det er nå.  
Ved en slik maksimal feltstyrke er problemet løst over hele bygget.

Perfekt balanse er kanskje vanskelig å få til, men en praktisk forbedring på 5 ganger <sup>Hvordan?</sup> bør kunne oppnås. Som en ser av regnestykket vil en liten ubalanse med økt returstrøm på den del av traséen som er lengst vekk være gunstigere enn om ubalansen var den andre veien, og hvis en kan velge er dette å foretrekke.

En bør også tenke fremover. Når det kommer et fjerde jernbanespor nærmerer FUN COM vil problemene kunne øke noe igjen. En bør derfor skaffe seg så mye margin som mulig allerede nå, både på feltstyrken og på utstyrssiden. Kontorplassene 10m innover i bygget vil med en reduksjonsfaktor på 5 komme ned i 0.2 A/m worst case, men ved vinduene mot jernbanen bør en kanskje prøve plasmaskjermer.

Plasmaskjermer tåler mye mer felt enn katodestrålerør, minst 30 A/m, men de er også dyrere. De fleste leverandører skal kunne skaffe slike.

Skjerming av jernbanefelter er ikke det første man prøver. Feltene kommer inn tildels vertikalt (se skisse). Det kunne kanskje prøves med tykke aluminiumsplater i tak og gulv for å dempe feltene, men dette ville bli en omfattende historie.

Noe særlig jernbanestøyfelt fra eventuelle kabler i bygningen ble ikke observert. Feltet hadde stort sett samme retning som sirklene på skissen, bakoverskrånende i 2. etg og mere vertikalt i 3. og 4. etg. 50hz-felt ble ikke målt i noen spesiell grad, men hadde det vært mye slike felter i kontorene ville det blitt observert. 50hz-felt fra kabelanlegg som er i orden er vanligvis ikke noe problem på samme måte som denne jernbanestøyen. Det vil imidlertid alltid bli en del 50hz-felter i og omkring «powerdistribution-rooms».

Helseaspekter i forbindelse med magnetfelt er et vanskelig fagområde. Selv om man har forskrifter og vedtak fra standardiseringskomiteer som sier at noen få mikrotessa er ok, og selv om dette nok som oftest stemmer, vet nok ikke vitenskapen egentlig helt hvordan alt dette stiller seg. En får vel se på forskriftene som en slags grov-indikator. Det kan jo også finnes andre effekter av en jernbane enn 16hz magnetfelt, f.eks 2hz- og 8hz- elektriske og magnetiske felter. Andre påaktede eller upåaktede påvirkninger fra 50hz-utstyr som dataskjermer, lysrør mm, samt fra jordens naturlige felter kommer også i tillegg til eventuell biologisk påvirkning fra jernbanen, for ikke å snakke om skjelvingen på skjermbildet. Hvis man etter kort tid skulle føle seg dårlig foran en bestemt skjerm, bør en prøve å flytte over til en annen skjerm i noen minutter og se om det føles bedre. Skulle slike forhold vise seg vil vi kunne måle eventuelle forskjeller i feltene på de to stedene der operatøren satt. Hvis der da finnes spesielle elektriske eller magnetiske, pulsfelt eller kontinuerlig felt, i ett eller annet frekvensbånd på en «dårlig» plass, vil de også kunne måles i nivå, frekvens, pulsform og utbredelse.

**VEDLEGGENE:**

**Vedlegg 1A** viser feltstyrken på 16.6 Hz fra togtraseen. Målested er vindu i møterom 3. etasje. En ser det er enkelte opphold i støyn om natta og at den er sterkest om morgnen. Det er slik at selve togene virker som støygengeneratorer, mens kjøreledninger, returledere og skinner virker som sendecantener for elektrisk og magnetisk felt. Så lenge lokomotivet er på matestrekningen (noen få mil lang) vil de støye. Det betyr ikke noe spesielt om de er foran huset eller ikke, men derimot om de «drar på» og derved bruker mye effekt. Store thyristorlokomotiver på ekspress tog, intercitytog og tunge godstog støyer mest.

**Vedlegg 1B** viser to kurver. Den øverste er maksimumverdi av hvert sample (sampling 1 gang pr. sekund) som logges hvert 30 sekund. Det er denne verdien som får pc-skjermene til å skjelve. Gjennomsnittsverdien under er altså gjennomsnittet av hver 30 sampling. Det eneste sikre med togstøy er som man ser at det går veldig mye opp og ned. Man ser at grenseverdien for pc-skjermene (1 A/m) overskrides stort sett hele tiden, mens en f.eks bare mer sporadisk overskrides 3 A/m. En kan allikevel ikke helt sette grensen her fordi enkelte dager sikkert vil være verre enn andre. For å ha litt å gå på bør en anse at reduksjonen bør skje fra 4 - 5 A/m og nedover. En kan altså ønske seg minst en 5 gangers reduksjon.

**Vedlegg 2A** viser skopbilde av to kurver hvorav den øverste er den som dataloggeren måler og som går som referanse hele tiden på et fast sted (vindusplass i tredje etasje). Siden togstøyen varierer hele tiden må hver punktmåling i huset og under jernbanetraseen refereres og korrigeres etter denne referansen. Nederste kurve viser den antennen som ble anvendt rundt i huset og under traseen i samme tidsrom.

**Vedlegg 2B** viser referansen øverst og vertikal feltvektor under. Retningen ble peilet (nullpunktavlesning) direkte mot returlederne for kjørestrøm utenfor vinduet.

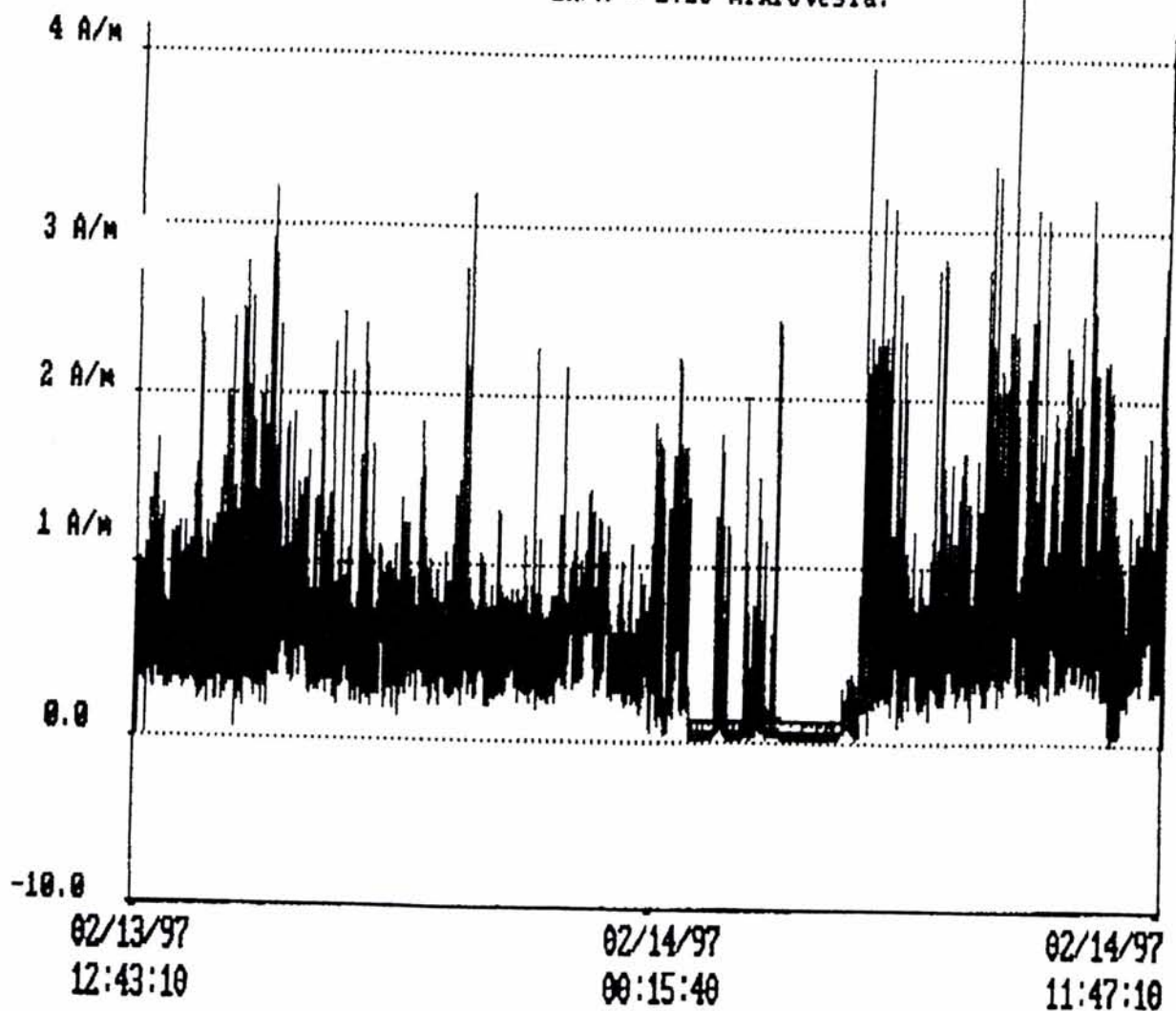
**Vedlegg 2C** viser på samme måten (nederste kurve) at der ikke eksisterer noen nevneverdig horisontal komponent, f.eks fra vertikale stiggabler.

**Vedlegg 2D** viser togstøyens spekter målt på referanseantennen. Litt 50 Hz blir det jo alltid. Dette er 3. dje harmoniske av kjørestrømmen.



VEDLEGG 1A: OVERSIKT OVER ETT DØGN MED TOGSTØY.  
VINDU MØTEROM TREDJE ETASJE, MAKSVERDIER ANGITT FOR HUERT 30. SAMPLE.  
(Samplingstakt: 1S/sek)

1A/M = 1.26 mikrottesla.

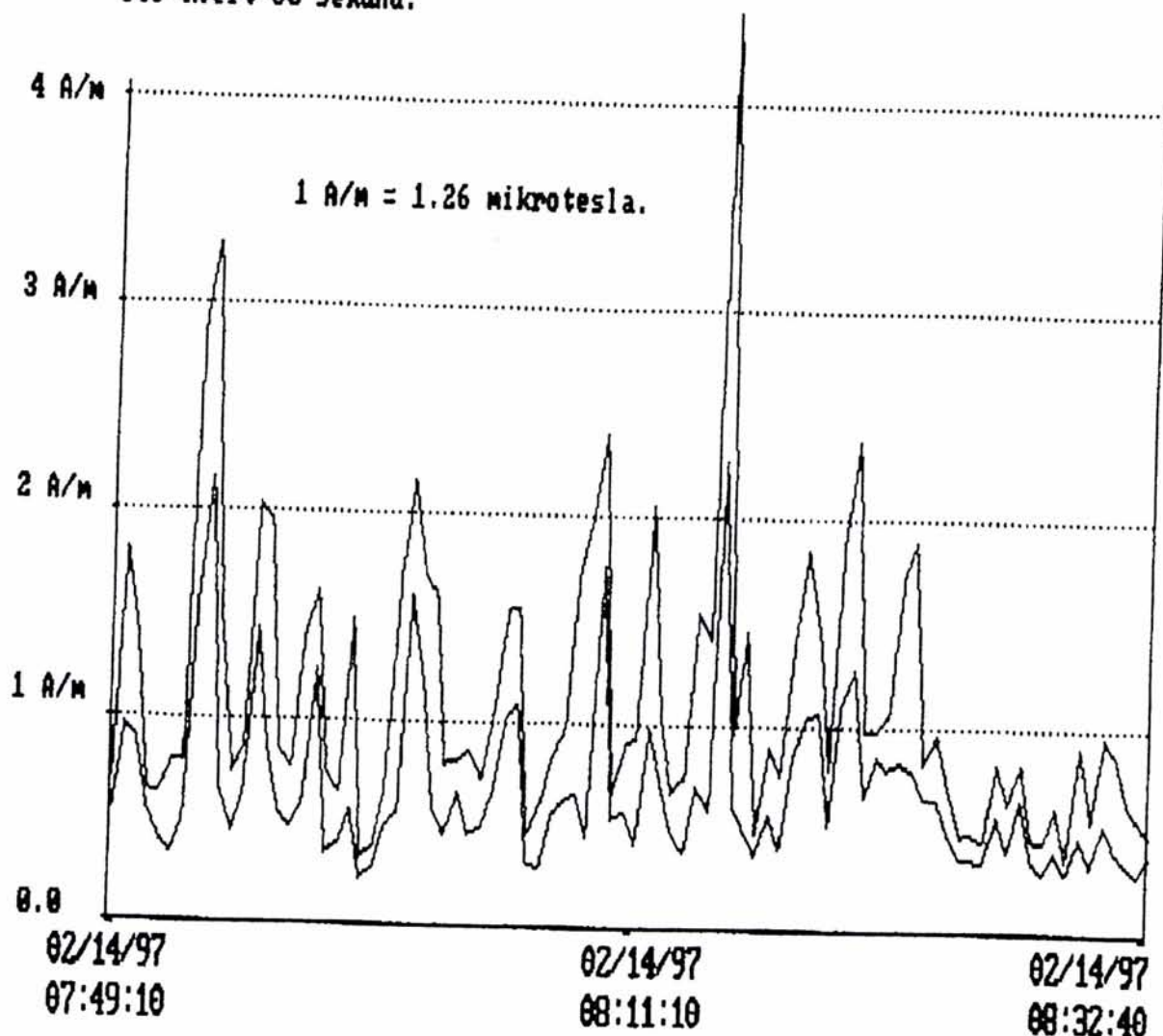




**VEDLEGG 1B: UTSNITT AV MAGNETFELTSTYRKEN OM MORGENEN.**

Målested er vindu i møterom i 3. etasje.

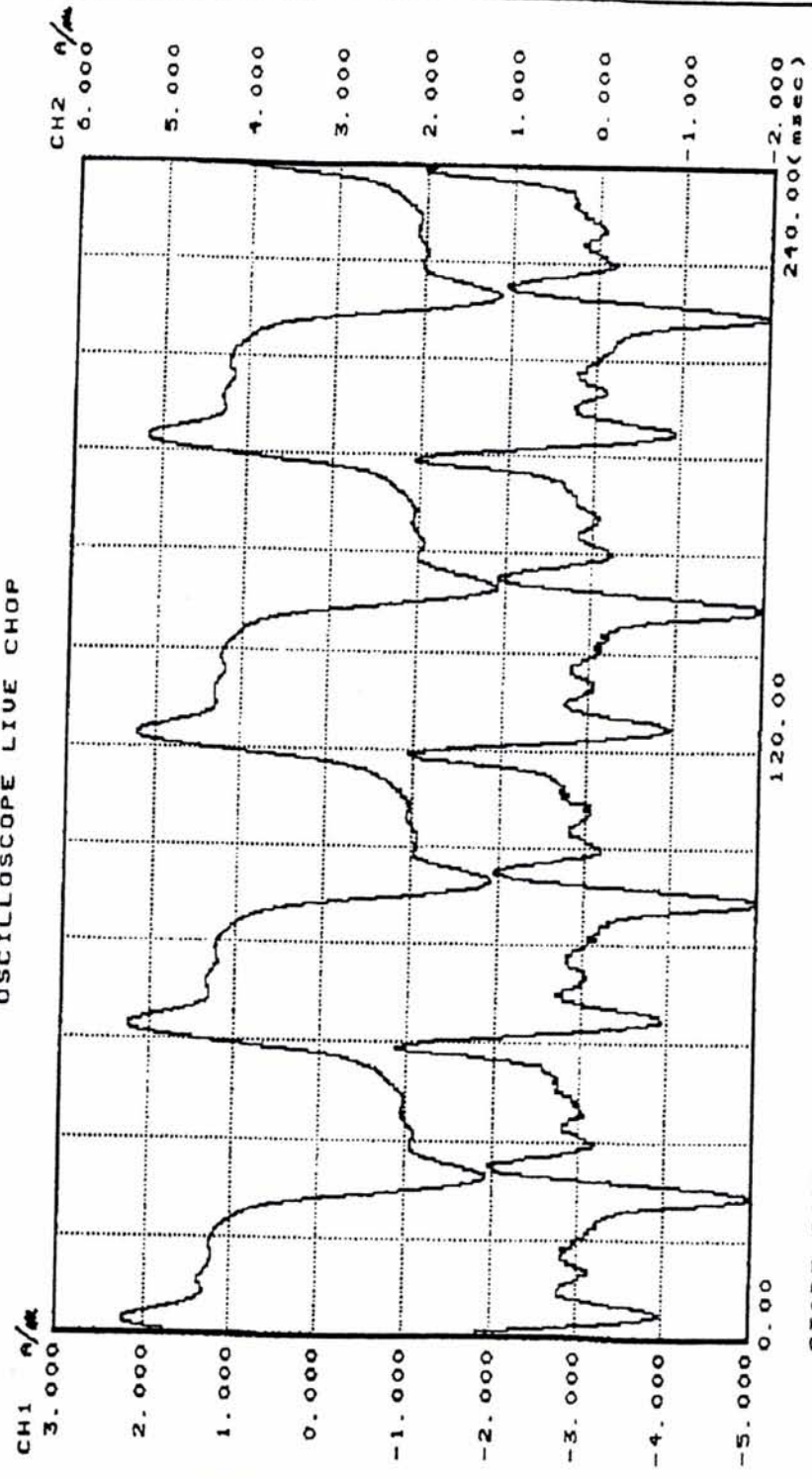
Kurven over er maksverdier og kurven under er gjennomsnittsverdier for hvert 30 sekund.



VEDLEGG 1A: TOGSTOY I VINDUET PA MOTEROM 3 ETG FUNCOM.  
 1: (over): Ref. m. flat respons og true rms logging.  
 2: (under): Flytbar antenne m litt annen frekvensgang.

Date : 17-02-97  
 Time : 11:29:10

OSCILLOSCOPE LIVE CHOP



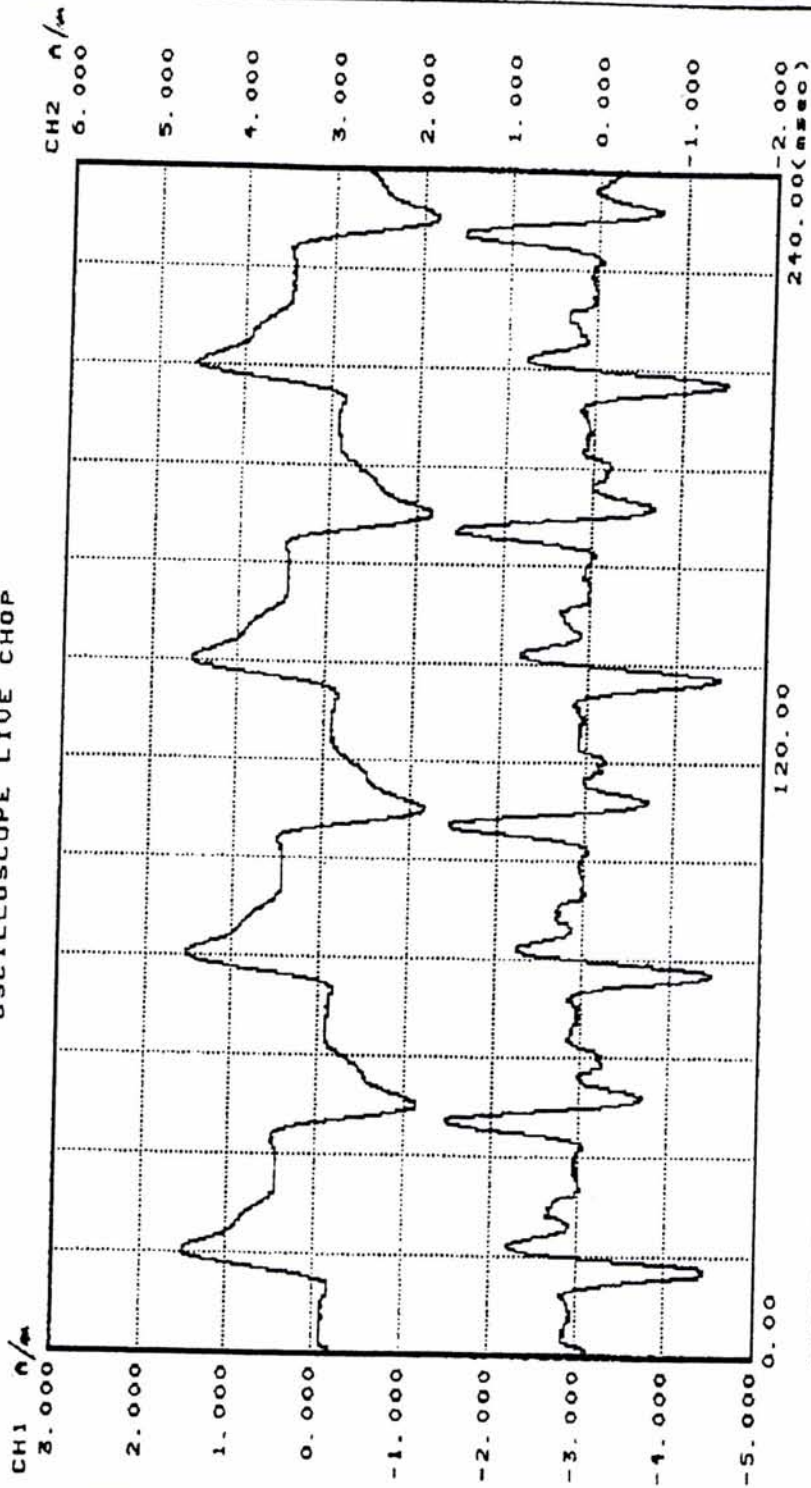
START SAMPLE DATE : 13-02-97  
 START SAMPLE TIME : 12:59:22  
 FILENAME=> C:\TP208\AFUN.DAT

Referanse/lengtidslagge-antennen har en flat frekvens-  
 respons i det aktuelle området. Antenne 2 er ikke flat  
 helt ned til 16hz, men far med seg peak to peak verdien.

Date : 17-02-97  
Time : 11:46:28

VEDLEGG 2B: TOGSTOY I VINDUET PA MOTEROM 3 ETG FUNCOM.  
1. (over) : Ref. m. flat respons og true rms logging.  
2. (under) : Flyttbar antenne m litt annen frekvensgang.

OSCILLOSCOPE LIVE CHOP



START SAMPLE DATE : 13-02-97  
START SAMPLE TIME : 13:25:52  
FILENAME=> C:\TP206\AHORIZ.DAT

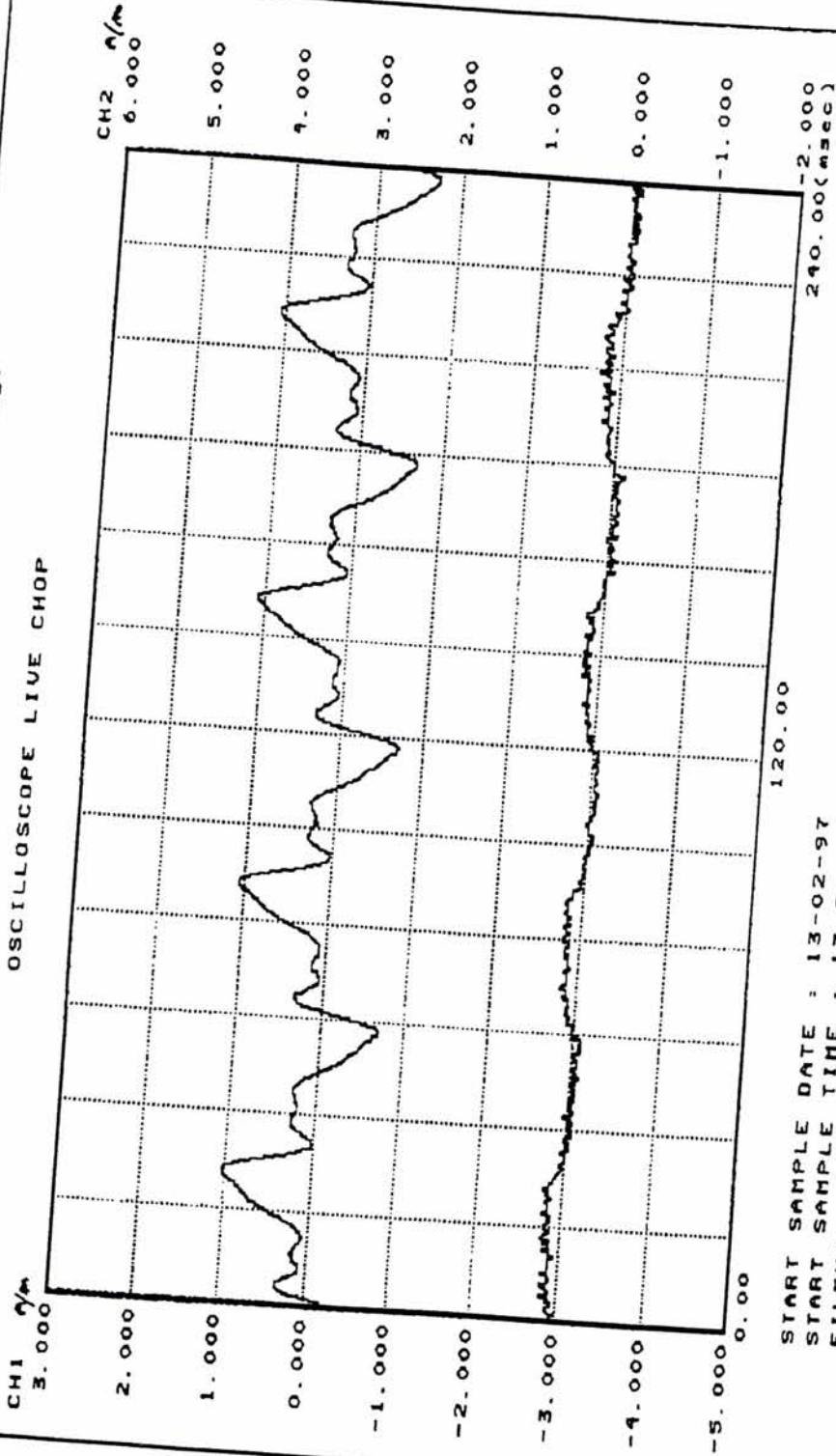
Nederst ses at vertikal feltvektor, som derived stammer fra horisontale linjer, i øyeblikket er 2.5 A/m pp = referanse overst. Hele feltet kommer altså herfra.



VEDLEGG 2C: TØGSTØY I VINDUET PÅ NOTEROM 3 ETG FUNCOM.  
1: (over): Ref. m. flat respons og true rms logging.  
2: (under): Flyttbar antenne m litt annen frekvensgang.

Date : 17-02-97  
Time : 11:51:50

OSCILLOSCOPE LIVE CHOP



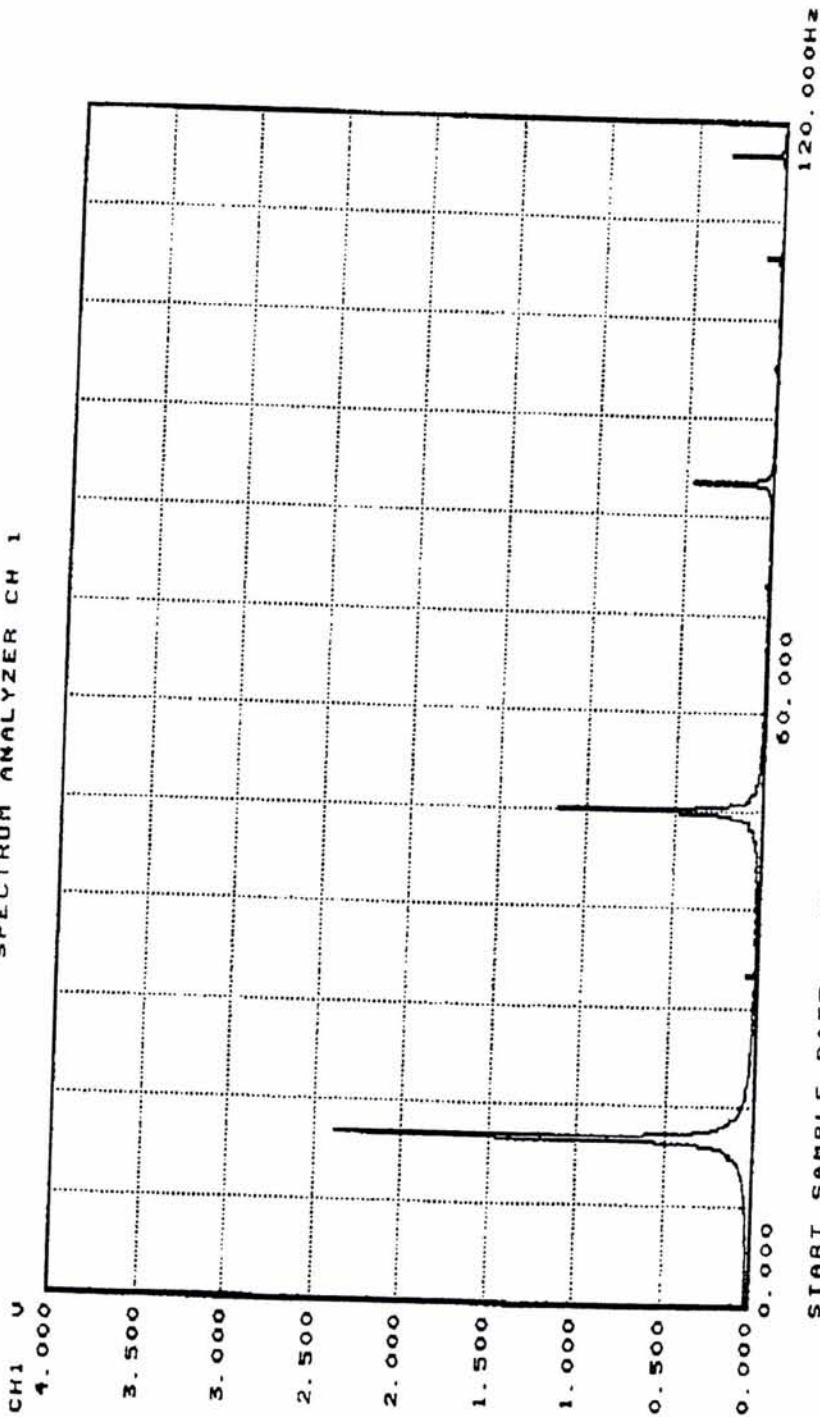
START SAMPLE DATE : 13-02-97  
START SAMPLE TIME : 13:29:22  
FILENAME=> C:\TP208\AUERT.DAT

Her sees nederst feltet fra vertikale kabler, f. eks  
kablene til togtrafikk-lysene rett utenfor. Her var det  
lite. Dette bekreftes av feltstyrkemåling 2m ifra masten

Date : 17-02-97  
Time : 11:59:26

VEDLEGG 1D: TOGSTOY I VINDUET PA MOTEROM 3 ETG FUNCOM.  
Referanseantenne m. flat respons og true rms logging.  
Spekteret varierte hele tiden. Her sees et av de typiske.

SPECTRUM ANALYZER CH 1



START SAMPLE DATE : 13-02-97  
START SAMPLE TIME : 13:16:14  
FILENAME=> C:\TP208\BFUN.DAT

Her sees 16.67 hz med 3, 5 og 7. overharmoniske.  
Vardlene er i A/m (true rms). 1A/m = 1.26 mikrotlesla.

**7. VEDLEGG 2. TEKNISK RAPPORT FRA DET NORSKE VERITAS.**



NORGES STATSبانER  
13 FEB. 1997  
Saksnr. 97/1357  
Arkivbet. 10 763.5

**FUNCOM**<sup>TM</sup>  
OSLO A/S  
Langkøia 1, N-0150 Oslo, Norway  
Telephone +47 22 42 01 02  
Fax +47 22 42 03 02

STIL: NSB, IT-TELE  
Fax 23.15.37.91

Fra: TROND AUNE

## **Funcom Oslo AS Nettverks.**

### Nettverk

Kabling Er Fast eternett (10base-100base) twisted par kabling

### Hastig heter

10 Mbits

100 Mbits backbone.

### Huber

Smc, 3Com, Hp 24,48

Hubern er segnetert med en swits på 24 porter 3com

### Router

Cisco 3001 Fastlinje

### Monitorer

MicroScan 17" monitorer Panasonic , Eizo

### PC

Evercom

Digital

Hp

### Operativ sytemer er :

Unix (irix, Linux, sun)

Windows Nt/95

Dos 6,22



---

# TECHNICAL REPORT

---


Client	:	Funcom Oslo A/S
Title of Report :		<b>Measurement of low-frequent magnetic fields</b>
Report No.	:	97-1009





# DET NORSKE VERITAS

## REPORT

Date 97.01.08	Dept. DN500	Project No 510-7161	Type of Report Technical
Approved by for Det Norske Veritas AS  <i>Odd H. Solum</i> Odd H. Solumsmoen Head of Section			Client, Sponsor Funcom Oslo A/S Kareenlyst alle 5 0277 OSLO
			Client's ref. Trond Elrik Aune

**Summary**

The reason for the disturbance of the client's data monitors is to be investigated.

The field measurements were carried out in the client's office areas on 8. January 1997.

The measured magnetic fields were below the limits specified in the European standard EN 50168-1. It is recommended to use monitors which have passed appropriate EMC compliance tests.

A summary of the results is given in Chapter 6 of the report

Test results given in this report only relate to the specimen(s) tested, calibrated or measured. This report shall not be reproduced other than in full without the written consent of DNV.

DNV Report No. 97-1009	Subject Group R1	4 indexing terms
Title of Report  <b>Measurement of low-frequent magnetic fields</b>		<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">                 Electromagnetic compatibility                  Magnetic fields                  Electric power distribution             </div>

**Distribution statement:**

No distribution without permission from the responsible department / client
  Limited distribution within Det Norske Veritas AS
  Unrestricted

Work carried out by  <i>Stefan Heck</i> Stefan Heck	Work verified by  <i>Odd H. Solum</i>
--	---

Date of last revision NA	Rev. No. NA	Number of pages 6
-----------------------------	----------------	----------------------

I agree that I have as provided below Det Norske Veritas, its subsidiaries, boards, officers, directors, employees and agents shall have no liability for any loss, damage or expense directly caused directly or indirectly by their negligence, breach of warranty, or any other act, omission or error by them, including gross negligence or willful misconduct by any such person with the exception of gross negligence or willful misconduct by the governing bodies or senior executive officers of Det Norske Veritas. This applies regardless of whether the loss, damage or expense has affected anyone with whom Det Norske Veritas has a contract or a third party who has acted or relied on decisions made or information given by or on behalf of Det Norske Veritas. However, if any person uses the services of Det Norske Veritas or its subsidiaries or relies on any decision made or information given by or on behalf of them and in consequence suffers a loss, damage or expense proved to be due to their negligence, omission or default, then Det Norske Veritas will pay by way of compensation to such person a sum representing the proved loss. In the event Det Norske Veritas or its subsidiaries may be held liable in accordance with the sections above, the amount of compensation shall under no circumstances exceed the amount of the fee, if any, charged for that particular service, decision, advice or information. Under no circumstances whatsoever shall the individual or individuals who have personally caused the loss, damage or expense be held liable in the event the any provision in that section shall be invalid under the law of any jurisdiction, the validity of the remaining provisions shall not in any way be affected.

**DIVISION NORDIC COUNTRIES**

DET NORSKE VERITAS AS, VERITASVEIEN 1, N-1322 HØVIK, NORWAY Tel. +47 67 57 89 00 Telefax +47 57 57 89 60

Form No 40.59a Issue: February 95

TEST LABORATORY

TECHNICAL REPORT No. 97-1009

PAGE 2 OF 6

TABLE OF CONTENT

1. SCOPE OF WORK..... 3  
2. TEST LOCATION..... 3  
3. TEST PERIOD..... 3  
4. EQUIPMENT CONFIGURATION..... 4  
5. TEST RESULTS..... 5  
6. SUMMARY..... 6  
6.1 INTERFERENCE ASPECTS ..... 6  
6.2 HEALTH ASPECTS..... 6

TEST LABORATORY

TECHNICAL REPORT NO. 97-1009

PAGE 3 OF 6

## 1. Scope of work

The interference situation with respect to low frequency magnetic fields from industrial and domestic electric power distribution is to be surveyed. The purpose is to explain the interference observed on data monitors and to consider possible health risks.

The measurement results are to be compared to the European standards:

- EN 50166-1 "Human exposure to electromagnetic fields - Low frequency (0 - 10 kHz)"
- EN 50166-2 "Human exposure to electromagnetic fields - High frequency (10 kHz - 300 GHz)"

## 2. Test location

The tests were carried out in the client's office areas, Kareenlyst Alle 5, 0277 Oslo.

The client's office includes areas on the 1., 2. and 3. floor. The 230 V mains power distribution goes in channels fitted below the windows along the outer walls. The rear windows of the building are facing towards a railway installation.

The mains power entries, together with the circuit breakers, are located in dedicated rooms in the central part of each floor area, further called power distribution rooms.

## 3. Test period

The tests were carried out on 8. January 1997, between 10 and 12 AM local time.



## TEST LABORATORY

TECHNICAL REPORT NO. 97-1009

PAGE 4 OF 6

#### 4. Equipment configuration

In order to span the whole frequency range from 5 Hz - 1 MHz, three different equipment sets were used for the field survey:

Instrument Description	Make	Model	Serial number	Calibration interval
<b>Set 1:</b>				
EMI Receiver	Alltech	NM-7A	024182043	1 year
Coaxial cable	DNV	RG-58C/U	NA	NA
Loop Antenna	Alltech	94605-1	NA	when new
<b>Set 2:</b>				
Spectrum Analyser	Hewlett Packard	HP 8591A	3034A01361	1 year
Attenuator 10 dB	Inmet	9070-10	NA	NA
Coaxial cable (2m)	DNV	RG-58C/U	NA	NA
Active Loop Antenna	Eaton	96020/1	1157	when new
<b>Set 3:</b>				
EM Field Analyser	W & G	EFA-2	C-0005	1 year

All equipment was set up in the center room alongside the rear windows on the 3. floor, further called test room.

Set 1 was used to monitor the frequency range 15 - 500 Hz, Set 2 for 9 kHz to 1 MHz and Set 3 for 5 Hz - 30 kHz. Set 3, being a handheld field analyser, was used to perform measurements also in other rooms.

Set 3 reads the peak magnetic flux density (B-field) in Micro-Tesla ( $\mu\text{T}$ ), whereas the other instruments display the peak input voltage relative to 1 Micro-Volt ( $\text{dB}\mu\text{V}$ ). The readings of the latter need to be transformed into Tesla by applying the conversion factors provided in the manuals.

TEST LABORATORY

TECHNICAL REPORT NO. 97-1009

PAGE 5 OF 6

### 5. Test results

The following maximum readings of the predominant frequency components were obtained:

Location	Floor	B-field reading ( $\mu$ T)	Frequency of main component (Hz)	Suspected main source
4) Test room, near window	4.	3	16.7	railway power
Power distribution room	4.	8	50	mains power
3) Gaute's office, near window	3.	4	16.7	railway power
Gaute's office, data monitor	3.	2.9	72	monitor
Power distribution room, inside circuit breaker cabinet	3.	100	50	mains power
7) Skarstad's office, near window	2.	10	50	mains power
5) Office to the right from Skarstad's, near window	2.	4.7	16.7	railway power

Note that the readings are peak values, measured as the vector sum of all three axial components.

The railway power air lines go in parallel with the rear windows of the 2. floor, at about 15 m distance. One mast of the railway power line is closest to the last office in the above table. The absolute values of the B-field, and their spatial distribution (not shown here, main contribution is from Y-axis) suggests that the disturbance on the data monitors is largely generated by the current flow in the outside air lines.

For consideration of the health aspects, the read values compare to the limits for human exposure given in EN 50166-1 as follows:

Frequency (Hz)	max. B-field reading ( $\mu$ T)	Limit ( $\mu$ T)	"Safety factor"
16.7	4.7	4800	> 1000
50	100	1600	16
72	2.9	1100	380

Note that the limits are average values and apply to the exposure of workers (8 hours per day).

TEST LABORATORY

TECHNICAL REPORT No. 97-1009

PAGE 6 OF

## 6. Summary

### 6.1 Interference aspects

The disturbance of the data monitors seems to be caused by the magnetic field generated by outside power lines. The modification of existing monitors is probably not economical. In order to avoid disturbance it is therefore recommended to replace the monitors with monitors complying with appropriate EMC requirements through documented tests.

One of such tests is described in the European standard EN 61000-4-8 "Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 4: Testing and measurement techniques - Section 8: Power frequency magnetic field immunity test".

### 6.2 Health aspects

The measurements show that the magnetic field from the outside power lines is well below recommended values. Moreover, these fields are weaker than the fields generated by the internal mains supply and in the same order of magnitude as the fields generated by the data monitors themselves.



**8. VEDLEGG 3. SKISSE OVER STRØMVEIER.**



Returledning  
Kontaktledning

