

**Rapport:**  
**Måling av elektromagnetisk feltnivå**

**Strinda Vel  
v/Geir Skylstad  
Kinnveien 6  
7045 Trondheim**

Målingen utført av: Nils Tapio, Post- og teletilsynet  
Hallstein Lervik, Post- og teletilsynet

Rapport skrevet av: Hallstein Lervik, Post- og teletilsynet

Oppdragsgiver: Strinda Vel

Dato for målingene: Mandag 28. juni 2010



## 1. Innledning.

På bakgrunn av henvendelse fra Stinda Vel v/ Geir Skylstad, har Post- og teletilsynet (PT) ved Frekvenskontrollen i Trondheim foretatt målinger av feltstyrke i Kinnveien 6 på terrassen som vender mot Kinnveien 4. Bakgrunnen for å foreta målinger er at beboerne har sett at det er mange antenner på veggen i Kinnveien 4 og er bekymret for stråling.

## 2. Målinger.

Målingene ble utført mandag 28. juni 2010 i perioden 0945 til 1045. Målingene ble utført i to punkter lengst ut mot kanten av terrassen (nærmest mulig Kinnveien 4) for å få målt på de stedene som blir mest eksponert.

Det er bare målt utendørs.

## Frekvenser.

Senderne som det er målt på har følgende sendefrekvenser:

FM lydkringkasting:	87,5 MHz til 108 MHz
DAB lydkringkasting:	220 MHz til 240 MHz
Cdma450:	463 MHz til 467 MHz
GSM 900	925 MHz til 960 MHz
GSM 1800	1820 MHz til 1875 MHz
UMTS	2100 MHz til 2128 MHz
DECT	1880 MHz til 1900 MHz
WLAN	2400 MHz til 2485 MHz

Målepunktene og senderstasjonene er markert på kartet nedenfor.



### 3. Måleutstyr.

Målingene er utført med spektrumsanalysator og måleprogrammet RFEX ver. 4.1 levert av Rohde & Schwarz. I denne målepakken inngår en kalibrert antenne TS-EMF som måler i tre plan. Det er benyttet målemaler for FM, DAB, cdma450, DVB, GSM900/1800, DECT og UMTS.

Måleprogrammet foretar målinger etter anbefalinger fra ICNIRP.

Antenne:	
Produsent: Rohde & Schwarz	Antennefaktor inkludert i software
Type: TS-EMF	Serie nr. 100195
Frekvensområde: 30 MHz – 3 GHz	Kalibrert ved innkjøp i 2008

Spektrumsanalysator	
Produsent: Rohde & Schwarz	Antennefaktor inkludert i software
Type: ESPI	Serie nr. 100143
Frekvensområde: 9 kHz – 7 GHz	Kalibrert: 22.10.2009

### 4. Måleusikkerhet

På grunn av at måleinstrumenter og annet utstyr lar seg påvirke av omgivelsene vil aldri et måleoppsett som brukt her gjengi 100 % repeterbare måleverdier.

Måleutstyrets usikkerhet er typisk  $\pm 1,5$  dB, men om man legger 95 % konfidens-intervall til grunn får man i verste fall mellom  $\pm 2,5$  og  $\pm 3,3$  dB av målt verdi, avhengig av frekvensområde.

*Se vedlegg for detaljer.*

Nivåvariasjoner som følge av påvirkning fra omgivelsene vil, hvis vi ikke tar hensyn til dem, utgjøre mange ganger den usikkerheten som instrument, kabler og måleantenne utgjør. De maksimale nivåene kan forholdsvis lett fanges ved å kombinere "MaxHold" med midling over flere målepunkter i samme område, eller små forflytninger av måleantennen. Man kan da komme ned i en usikkerhet fra omgivelsene på  $\pm 2$  dB.

Total måleusikkerhet summerer seg til mellom  $\pm 4,5$  dB og  $\pm 5,3$  dB. Den reelle verdi, avhengig av frekvens, kan således være 4,5 – 5,3 dB (ca. 2,8 – 3,4 ganger) høyere eller lavere enn den avleste verdien.

### Generelt

Når det måles feltstyrke så skal det måles i 3 forskjellige plan, x, y og z. De 3 feltkomponentene (Volt/meter) skal summeres slik:

$$E_i = \sqrt{E_x^2 + E_y^2 + E_z^2}$$

Dersom det gjøres målinger på flere forskjellige frekvenser/kanaler/systemer/operatører i samme punkt blir bidragene summert på tilsvarende måte:

$$E_{total} = \sqrt{\sum_i E_i^2}$$

Måleenheten for feltstyrke er [V/m]

For å relatere feltstyrkenivået i et gitt punkt til grenseverdien for den frekvensen som måles må dette gjøres slik:  $ER = \sum_i \frac{E_i^2}{E_{Li}^2}$ , der  $ER$  er eksponeringsfaktoren,  $E_i$  er målt feltstyrkeverdi i punktet og  $E_{Li}$  er grenseverdien som er gitt av ICNIRP for det aktuelle frekvensbåndet. I prosent blir eksponeringsfaktoren:  $ER\% = ER * 100\%$ .

Eksponeringsfaktoren kan også uttrykkes på en mer direkte måte ved å bruke effektettheten (Watt/meter<sup>2</sup>) i stedet for feltstyrkenivået.

Eksponeringsfaktoren blir da:  $\sum_i \frac{S_i}{S_{Li}}$ , der  $S_i$  er effektettheten i målepunktet og  $S_{Li}$  er grenseverdien for den aktuelle frekvensen som det blir målt på i punktet oppgitt i effektetthet.

Måleenheten for effektetthet er [W/m<sup>2</sup>] som tilsvarer 1000 mW/ m<sup>2</sup>

Eksponeringsfaktoren er basert på den oppvarmingen som skjer i kroppen når den utsettes for elektromagnetiske felter.

Forholdet mellom feltstyrke og effektetthet er gitt som:  $S = \frac{E^2}{120\pi} \approx \frac{E^2}{377}$  der  $S$  er effektettheten og  $E$  er feltstyrken. Dette forholdet er konstant og gjelder så lenge målingene er gjort i en viss avstand fra senderen(fjernfelt). Stort sett kan man si at fjernfeltet starter 3-10 bølgelengder fra senderen, alt etter hvor stor senderantennen er i forhold til bølgelengden.

Det måleoppsettet som blir brukt for målinger i frekvensområdet 80 – 3000 MHz genererer de ovennevnte verdiene automatisk, samtidig som det måler gjennomsnittet over en 6 minutters periode slik det er anbefalt å gjøre i følge ICNIRP.

Dersom man måler på et GSM-signal (eller tilsvarende TDMA system) vil middeleffekten variere alt etter som hvor mye trafikk som er på den aktuelle kanalen. Vi måler og angir feltstyrke som om kanalen er full dvs, max belastning på hver enkelt kanal/frekvens som er aktiv. På tilsvarende måte vil vi for WLAN oppgi en måleverdi som vil gjelde full belastning i kanalen. For UMTS og lignende systemer vil vi av måletekniske årsaker måle den feltstyrken som sendes ut i det tidsrommet målingen foretas.

Felles for alle systemer for mobilkommunikasjon er at feltstyrken i et aktuelt punkt vil kunne variere en del alt etter som hvor mye trafikk som går over de aktuelle basestasjonene som gir dekning i punktet. Slike variasjoner er det vanskelig å fange opp med de måleprosedyrene som blir brukt.

Måleresultatene i tabellene nedenfor er oppgitt i W/m<sup>2</sup> eller mW/m<sup>2</sup>. Med andre ord, den effekten som virker på en flate på 1x1 meter. Dersom man ønsker å vite feltstyrken kan man enkelt regne seg tilbake ved hjelpa av formlene gjengitt ovenfor. Valg av målenhet er gjort i samråd med Statens strålevern.

## 5. Måleresultater.

### Målepunkt 1 & 2 med bilder som viser målepunktene



Målepunkt 1.



Målepunkt 2.

Avstanden mellom senderantennene og måleantennen er i begge tilfeller ca 20 meter. Høydeforskjellen er ca 5 meter.

Målepunkt 1	Tjeneste / Frekvens [MHz]	Effekttetthet S [W/m <sup>2</sup> ]	Grenseverdi L [W/m <sup>2</sup> ]	Eksponeerings- faktor $ER = S/L$	Relativ verdi av grenseverdi i ‰
	FM	0,000005	2	0,000002	0,002
	DAB	0,0001	2	0,00005	0,05
	cdma450	0,00002	2,4	0,000007	0,007
	DVB	0,000002	3,3	0,0000006	0,0006
	GSM900	0,15	4,7	0,0314	31,8
	GSM1800	0,01	9,4	0,001	1,0
	UMTS	0,005	10	0,0005	0,5
Sum pkt 1					33,4 ‰

Målepunkt 2	Tjeneste / Frekvens [MHz]	Effekttetthet S [W/m <sup>2</sup> ]	Grenseverdi L [W/m <sup>2</sup> ]	Eksponeerings- faktor $ER = S/L$	Relativ verdi av grenseverdi i ‰
	FM	0,00002	2	0,000008	0,008
	DAB	0,0001	2	0,00005	0,05
	cdma450	0,00001	2,4	0,000005	0,005
	DVB	0,000003	3,3	0,0000009	0,0009
	GSM900	0,1	4,7	0,021	21,2
	GSM1800	0,003	9,4	0,0003	0,3
	DECT	0,0000001	9,6	0,00000001	0,00001
	UMTS	0,003	10	0,0003	0,3
Sum pkt 2					21,8 ‰

### Kommentarer.

Anbefalinger om grenseverdier for elektromagnetisk felteksponering av mennesker er utarbeidet av International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP). I Norge støtter Statens strålevern seg til anbefalingene fra ICNIRP ved vurdering av menneskelig eksponering for elektromagnetiske felt.

Feltstyrkeverdiene i disse målingene ligger betydelig under gjeldende grenseverdier (ICNIRP). Dersom det likevel skulle være spørsmål om helseeffekter og slike felt, kan statens strålevern kontaktes. På hjemmesiden til Statens strålevern [www.nrpa.no](http://www.nrpa.no) er det mange opplysninger om emnet, samt kontaktinformasjon. Statens strålevern får kopi av denne rapporten.

For mer informasjon om Post- og teletilsynets rolle når det gjelder måling av feltstyrke se [www.npt.no](http://www.npt.no)

## 6. Metoder og grenseverdier.

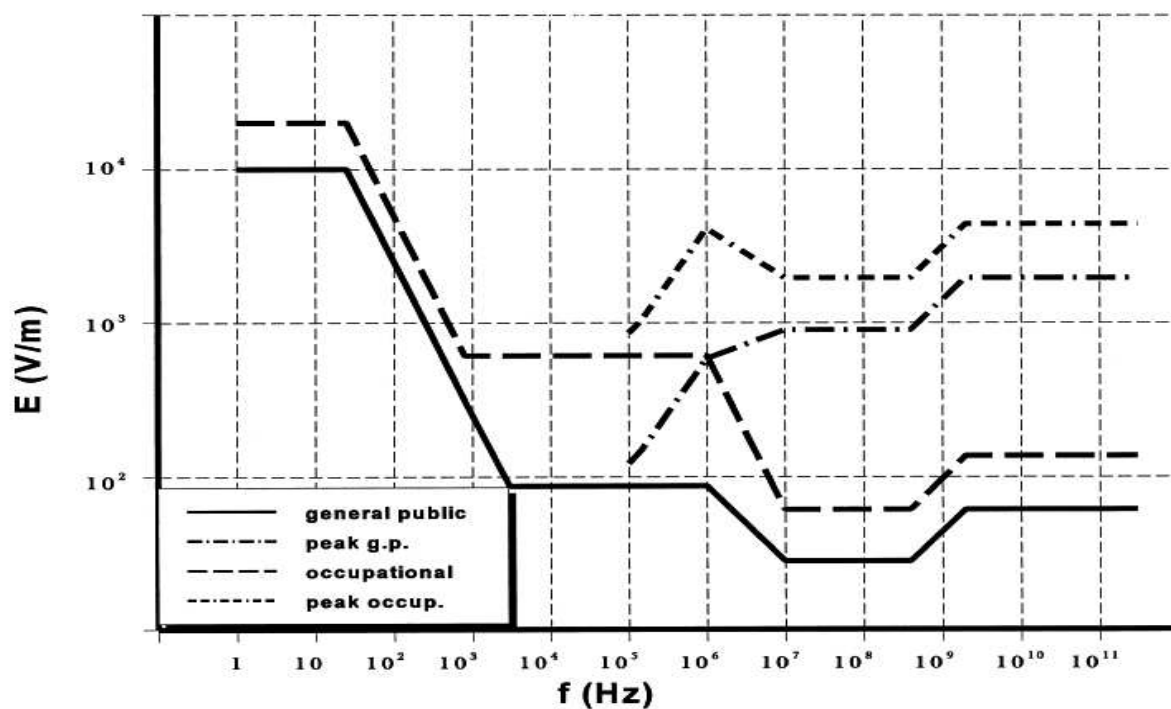
PT har basert sine målinger på *Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic, and electromagnetic fields April 1998, Volume 74, Number 4* utgitt av *International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection*.

**Table 7.** Reference levels for general public exposure to time-varying electric and magnetic fields (unperturbed rms values).<sup>a</sup>

Frequency range	E-field strength (V m <sup>-1</sup> )	H-field strength (A m <sup>-1</sup> )	B-field (μT)	Equivalent plane wave power density $S_{eq}$ (W m <sup>-2</sup> )
up to 1 Hz	—	$3.2 \times 10^4$	$4 \times 10^4$	—
1–8 Hz	10,000	$3.2 \times 10^4/f^2$	$4 \times 10^4/f^2$	—
8–25 Hz	10,000	$4,000/f$	$5,000/f$	—
0.025–0.8 kHz	$250/f$	$4/f$	$5/f$	—
0.8–3 kHz	$250/f$	5	6.25	—
3–150 kHz	87	5	6.25	—
0.15–1 MHz	87	$0.73/f$	$0.92/f$	—
1–10 MHz	$87/f^{1/2}$	$0.73/f$	$0.92/f$	—
10–400 MHz	28	0.073	0.092	2
400–2,000 MHz	$1.375f^{1/2}$	$0.0037f^{1/2}$	$0.0046f^{1/2}$	$f/200$
2–300 GHz	61	0.16	0.20	10

Health Physics

April 1998, Volume 74, Number 4



Målemetoder og rapport oppsett er basert på rekomendasjonen ECC/REC/(02)04 Edition 060207.

## 7. Konklusjon.

Nivået som er målt ligger på ca 3 % av ICNIRP sine anbefalte grenseverdier. I og med at målingene er utført nærmest mulig senderne, vil nivåene avta og være enda lavere inne i leilighetene i samme etasje og i leilighetene i etasjene under. De senderne som bidrar mest er GSM 900.

Måleusikkerhet: Dersom vi tar hensyn til usikkerheten i målingene (se pkt 4), vil det høyeste nivået kunne ligge i intervallet mellom ca 1,6% til 7% av grenseverdien til ICNIRP. På grunn av variasjon i trafikkbelastningen i mobilnettene til forskjellige tider på døgnet vil nivået kunne variere en del. PT har ikke tilgang til trafikkdata fra mobiloperatørene slik at vi kan ikke si noe om trafikkbelastningen til disse mobilsenderne, men tidligere målinger har vist at det generelt er mye trafikk i perioden 0700 til 2300. Målingene antas derfor å være utført i en periode med relativt mye trafikk.

Post og teletilsynet, FK  
29. 06. 2010



### Uncertainty Calculation TS-EMF with Spectrum Analyzer FSH

Input Quantity	Probability Distribution	Uncertainty / dB	Remark
Antenna Factor Tri-Axis-Probe	Normal (k=2)	± 1.0	1)
Antenna factor Interpolation	Normal (k=2)	± 0.5	
Isotropy	Rectangular	± 1.0 (@ 900 MHz) ± 1.7 (@ 1.8 GHz) ± 2.1 (> 2.4 GHz)	2)
Spectrum Analyzer (Spec. FSH)	Rectangular	± 1.5	
VSWR (Reflection Coefficient) Spectrum Analyzer: $\Gamma_e = 0.2$ Uncertainty Limit: $20\log(1 \pm \Gamma_e \Gamma_a)$	U-Distribution	$\Gamma_a = 0.33$ (VSWR=2)  + 0.55 / - 0.59	3)
Extension Cable (Option)	Normal (k=2)	0.05	
Combined Uncertainty			
f = 0.9 GHz	Normal	1.253	4)
f = 1.8 GHz	Normal	1.483	4)
f > 2.4 GHz	Normal	1.645	4)

#### Remarks:

- 1) Tri-axis probe with individual calibration. Uncertainty 1.0 dB acc. to calibration protocol.
- 2) According to data sheet.
- 3) Data sheet: Tri-axis probe with integrated solid state switch features a VSWR of max. 2.0 for f > 800 MHz. For other frequencies the input attenuation of FSH has to be at least 10 dB.
- 4) Values with extension cable

Calculation of the combined uncertainty for measurement of the electric field strength:

TS-EMF with FSH, f @ 1.8 GHz (without Extension Cable):

$$\sqrt{\left(\frac{1.0}{2}\right)^2 + \left(\frac{0.5}{2}\right)^2 + \frac{1.7^2 + 1.5^2}{3} + \frac{0.59^2}{2} + \frac{0.05^2}{2}} = \sqrt{0.25 + 0.0625 + 1.713 + 0.174 + 0.001} = \sqrt{2.20} = 1.483$$

#### Result:

#### Measurement uncertainty for electric field strength :

(Confidence Level 95%)

Expanded measurement uncertainty: ± 2.51 dB @ 0.9 GHz (Isotropy 1.0 dB)

Expanded measurement uncertainty: ± 2.97 dB @ 1.8 GHz (Isotropy 1.7 dB)

Expanded measurement uncertainty: ± 3.29 dB > 2.4 GHz (Isotropy 2.1 dB)

Reference: "Meßunsicherheit in der EMV", Autor H. Stecher, Rohde & Schwarz