



ARBEJDSMILJØKONFERENCE FOR JERNBANER - EMR

AGENDA:

- Hvem er vi i Rambøll Telecom i Danmark ?
- Forkortelser
- Feltyper
- Hvad kan udsende EMF ?
- Hvilke standarder skal man bruge til EMF målinger i Europa ?
- Grænseværdier ifølge ICNIRP 1998
- Arbejdstilsynet krav til vurdering
- Rambølls anbefalinger for arbejdspladser
- Rambølls måleudstyr
- Målinger
- Opsummering – De kraftigste EMF-kilder
- To-Do liste

HVEM ER VI I RAMBØLL TELECOM I DANMARK?

- Over 50 år i branchen inden for Telecom
- Rambøll startede med at måle EMF tilbage i 2004 fordi:
 - Stigende bekymring i befolkningen for EMR udstråling fra mobilbasestationer
 - 3G mobil teknologi udrulning gav øget bekymring i offentligheden (WCDMA teknologi)
- Rambøll løser opgaver for mobilselskaberne, DSB, private ejendomsejere, energiselskaber og statslige institutioner med måling af EMR
- Vi har udført EMR relaterede opgaver i Danmark, Sverige, Norge, England og USA
- Har gennem årene målt EMR fra jernbane/tog/letbane, højspændingsanlæg, industriudstyr (produktion), radioudstyr og radarudstyr
- Vores eget måleudstyr gør at vi kan foretage nøjagtige målinger på EMR-felter fra 0 Hz til 6 GHz, og indikativt til 40 GHz
- Målinger udføres ifølge Rambølls kvalitetssystem som følger DS/ISO 9001

TELECOM RADIO TEKNIK KOMPETENCER I DANMARK:

Frede Lillelund:

- **Over 25 års erfaring inden for Telecom**
- **EMF målinger & beregninger**
- **Rådgivning i netværksudbygning (DAS anlæg)**
- **Projekt ledelse**
- **Fejlfinding på radiosystemer**

Kontakt; tlf. +45 51 61 60 45, e-mail: fri@ramboll.com



TELECOM RADIO TEKNIK KOMPETENCER I DANMARK:

Flemming Sode:

- **Over 25 års erfaring inden for Telecom**
- **Målinger på mobilnet og WiFi**
- **EMF målinger og beregninger**
- **Måling på ioniserende stråling**
- **Rådgivning i DAS anlæg**
- **Fejlfinding på radiosystemer**

Kontakt; tlf. +45 51 61 13 03, e-mail: flsod@ramboll.com



FORKORTELSER

EMR = Electro Magnetic Radiation

Felter udsendt (i luften), ønsket udsendt energi (fra antenner) og uønsket udsendt energi (f.eks. fra omformer stationer/ el-ledninger).

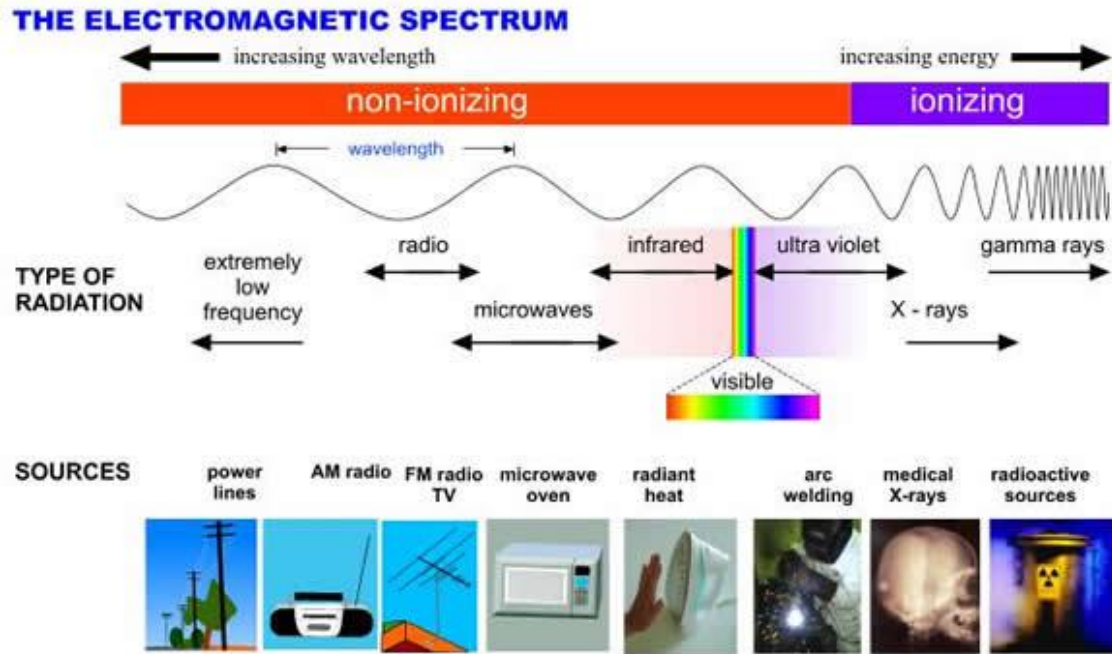
EMF = Electro Magnetic Field

Det målte felt i luft, elektrisk og magnetisk felt.

EMC = Electro Magnetic Compatibility

Elektrisk udstyrs evne til at modstå EMF uden at fejle.

FELTTYPER



Der er 2 forskellige typer af felter:

Ioniserende felter:

Strålingen er så kraftig, at den kan ændre (ionisere) cellestrukturer, og er derfor skadelig. Ophober sig i kroppen over tid.

Ikke ioniserende felter:

Kan ikke ændre på cellestrukturer. Der er grænser for effekten. Man bør ikke komme for tæt på antenner fra f.eks. radar, radio/TV-sendere, mobil basestationer osv. Påvirkning af kroppen forsvinder når feltet forlades.

HVAD KAN UDSENDE EMF ?

**ALT SOM PRODUCERER,
TRANSPORTERER OG BRUGER
ELEKTRICITET**

**Alle former for antenner som udsender
radio signaler**

Elektriske tog/ Diesel-elektriske tog

Elektrosvejse udstyr

Køre-/højspændingsledninger

Og



KILDER TIL EMF PÅ JERNBANEOMRÅDET ?

Køreledninger/ strømskinner

Elektriske tog/ diesel-elektriske tog

Radioudstyr (GSM-R basestationer)

Radioudstyr (håndbåret/installeret i tog)

Radarsystemer/ baliser

WiFi-system (internet i tog)

Repeater til mobilnet i tog

Omformerstationer

Og....



HVILKE STANDARDER SKAL MAN BRUGE TIL EMF VURDERINGER I EUROPA, HERUNDER DANMARK (1/2)?

BESTRÅLING AF DEN ALMINDELIGE BEFOLKNING:

ICNIRP 1998 Public standard

Alle offentligt tilgængelige arealer og privat beboelse, samt offentligt tilgængelige arealer på arbejdspladser

Gravide arbejdere og/eller arbejdere med medicinske implantater

Alle områder hvor der er børn

Lavere grænseværdier end for arbejdere

BESTRÅLING AF ARBEJDERE:

2013/35/EU direktiv for arbejdere

Alle ikke offentligt tilgængelige områder

Ingen tidsmæssig begrænsning

Gælder ikke for gravide og/eller arbejdere med medicinske implantater

Højere grænseværdier end for den almindelige befolkning

Områder som overskrider grænseværdi for alm. befolkning skal markeres

HVILKE STANDARDER SKAL MAN BRUGE TIL EMF VURDERINGER I EUROPA, HERUNDER DANMARK (2/2) ?

BESTRÅLING AF DEN ALMINDELIGE BEFOLKNING:

Hvert land har sin egen lov, enten er den baseret på EU-direktiv eller har skrappe grænseværdier

EU-direktiv er næsten identisk med ICNIRP 1998 Public standard

EU-direktivet blev i Danmark ratificeret i 1999 under 1999/519/EF

Direktivet dækker 0Hz til 300GHz

BESTRÅLING AF ARBEJDERE:

Alle EU-lande havde indtil juni 2016 til at ratificere EU-direktiv 2013/35/EU, eller vedtage skrappe grænseværdier

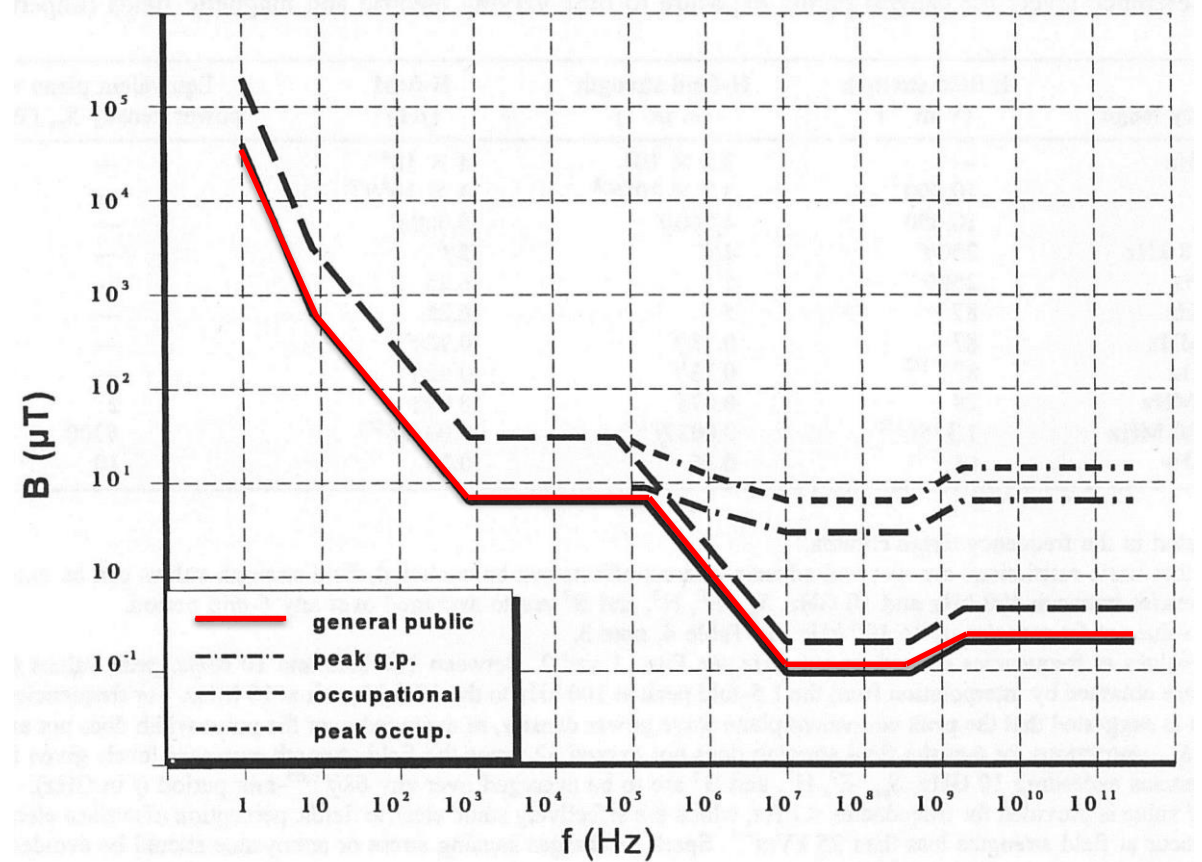
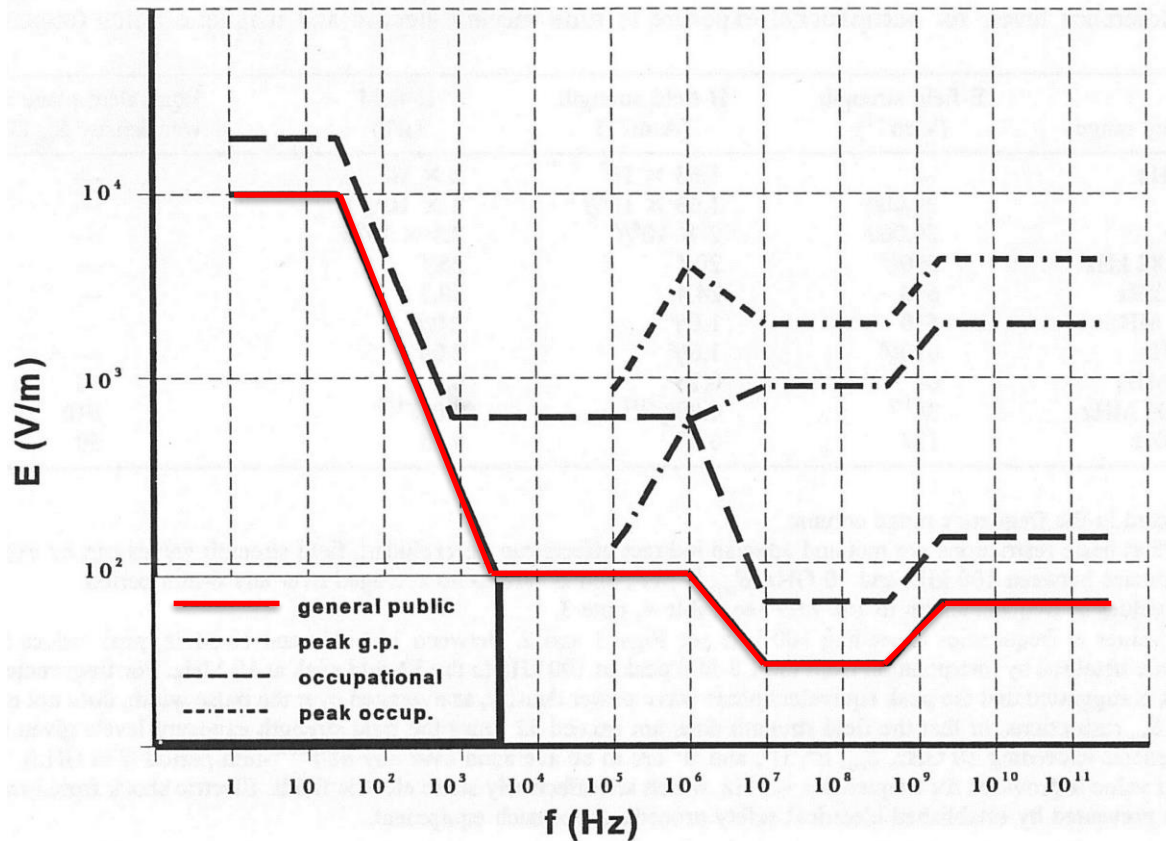
Alle Europæiske lande har ratificeret EU-direktivet

EU-direktivet er ikke det samme som ICNIRP 1998 Workers, men tæt på

Direktivet dækker 0Hz til 300GHz

Arbejdsgiveren risikerer fængselsstraf, hvis grænseværdierne overskrides (brud på arbejdsmiljølov)

GRÆNSEVÆRDIER IFØLGE ICNIRP 1998



ARBEJDSTILSYNETS KRAV TIL VURDERING

Tabel 3.2. Krav til specifikke EMF-vurderinger for almindelige arbejdsaktiviteter, apparater og arbejdssteder

Udstyrets eller arbejdsstedets type	Vurdering påkrævet for		
	arbejdstagere, der ikke er særligt udsatte (*)	arbejdstagere, der er særligt udsatte (bortset fra arbejdstagere med aktive implantater) (**)	arbejdstagere med aktive implantater (***)
Svejsning, manuel modstand (punktsvejsning og sømsvejsning)	Ja	Ja	Ja
Basisstationer for antenner, inden for operatørens eksklusionszone	Ja	Ja	Ja
Basisstationer for antenner, uden for operatørens eksklusionszone	Nej	Nej	Nej
Elektriske kredsløb, hvor lederne er placeret tæt på hinanden med en netstrømstyrke på mindst 100 A — herunder ledninger, koblingsudstyr, transformatorer osv. — eksponering for magnetiske felter	Ja	Ja	Ja
Tog og sporvogne, elektriske	Ja	Ja	Ja

Bemærk: (*) Vurdering påkrævet i forhold til gældende aktionsniveauer eller emissionsgrænseværdier (se kapitel 6).

(**) Vurdering foretages i forhold til referenceniveauer i Rådets henstilling (se afsnit 5.4.1.3 og bilag E).

(***) Lokal personlig eksponering kan overstige referenceniveauer i Rådets henstilling — denne skal tages i betragtning i risikovurderingen, som baseres på oplysninger fra den læge, der er ansvarlig for implantationen af implantatet og/eller den efterfølgende pleje (se afsnit 5.4.1.3 og bilag E).

Uddrag fra ikke-bindende vejledning i god praksis for gennemførelse af direktiv 2013/35/EU

HVORFOR MÅLE EMF ?

- Hvis der er tvivlstilfælde om udstyrs EMR-emissioner kan overskride grænseværdierne skal der iflg. arbejdstilsynet foretages målinger
- Hvis der er tvivl om summen af felterne fra flere kilder kan overskride grænseværdierne skal der iflg. arbejdstilsynet foretages målinger
- Viden om de faktiske feltstyrker kan fjerne unødigt bekymring hos medarbejdere
- Befolkningens bekymring omkring stigende antal opdagede kræfttilfælde fører til stigende bekymring for EMR-felter
- Flere områder bliver dækket af grænseværdier i lovgivning (f.eks. Arbejdspladser)
- Forskere er enige om at kraftige magnetiske felter kan forårsage leukemi (specielt hos børn)

RAMBØLLS ANBEFALINGER FOR ARBEJDSPLADSER

- Vurdering eller måling af EMF-kilder.
- Hvis grænseværdierne for alle arbejdere overskrides, skal der opsættes tydelige markeringer/ afspærringer, således særligt udsatte arbejdere (gravide/ medicinske implantater) kan undgå områderne.
- Hvis grænseværdierne for offentlig befolkning overskrides, vurderes/måles der i forhold til arbejderne grænseværdier (bekendtgørelse 472).
- Hvis grænseværdierne for arbejdere overskrides, skal der opsættes afspærring/ afskærmning til at beskytte medarbejdere.
- Områder hvor EMR overstiger grænseværdierne for arbejdere, må kun være tilgængelige, når det udstrålende udstyr er slukket. Der skal etableres procedurer for at medarbejderne er sikre på at udstyret er slukket, og det dermed er sikkert at gå ind i området.
- Hvis det ikke er muligt at sikre arbejdere mod at befinde sig i områder hvor grænseværdierne overskrides, skal der indhentes dispensation fra arbejdstilsynet for overskridelse af arbejdsmiljøloven.

RAMBØLLS MÅLEUDSTYR TIL HØJE FREKVENSER



NARDA SRM 3006:

Frekvenser:

- **E-Felt 9kHz til 6GHz**
- **H-Felt 9kHz til 250MHz**

Spektrum analysator

Smal- og bredbandede signaler

Gruppering af signaler efter teknologi/ frekvenser

Isotropiske antenner

Kalibreret hos producent

RAMBØLLS MÅLEUDSTYR TIL LAVE FREKVENSER



AARONIA SPECTRAN NF-5030:

Frekvenser fra 0Hz (DC) til 1MHz

E-Felt (fra 1Hz) 0,1V/m til 5kV/m

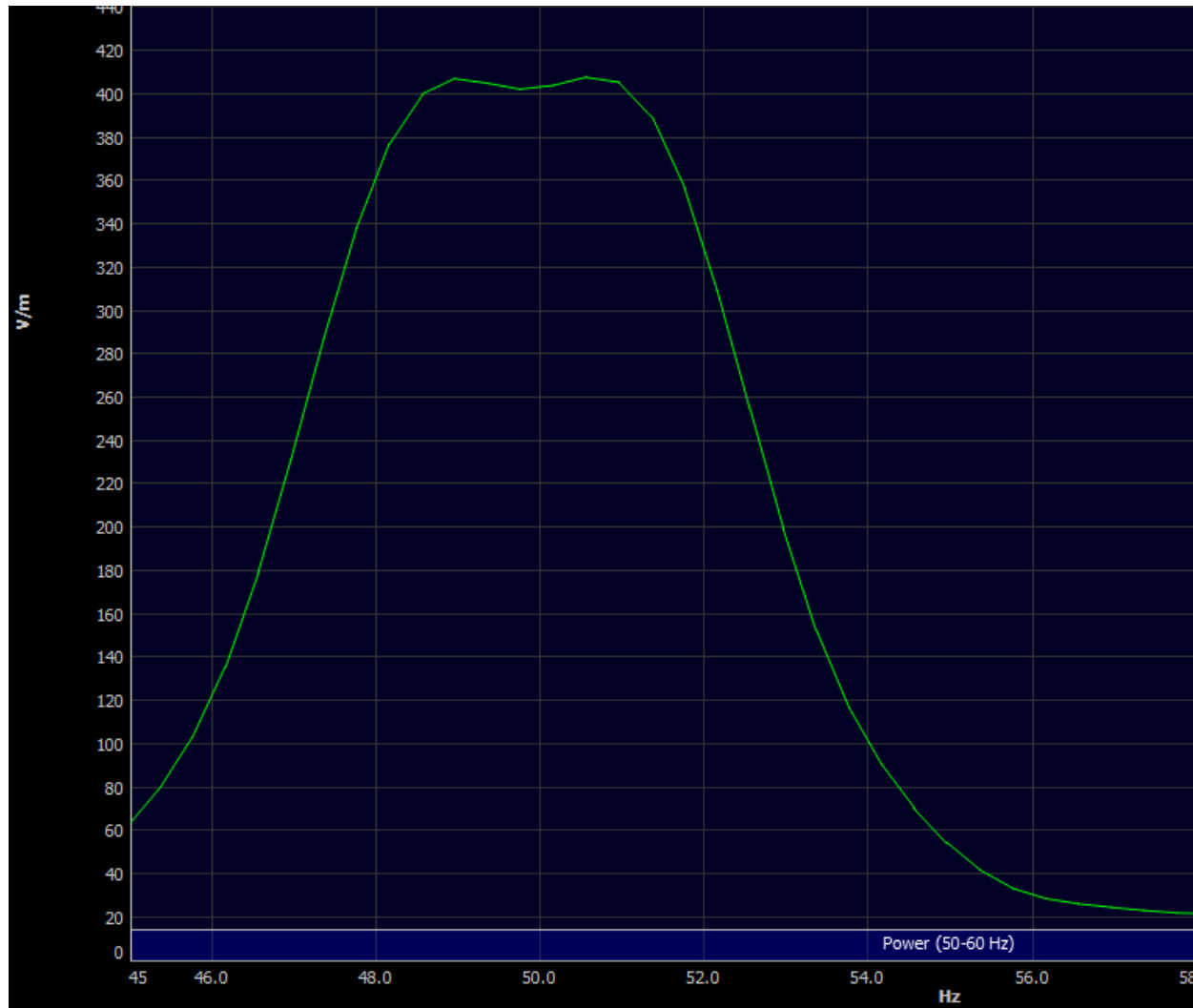
B-Felt 1pT til 500 μ T (T= Tesla)

Spektrum analysator

Isotropisk antenne

Kalibreret hos producent

LAVFREKVENNS MÅLING, ELEKTRISK FELT



JERNBANE STATION :

Målinger foretaget på perronen på Ørestad station

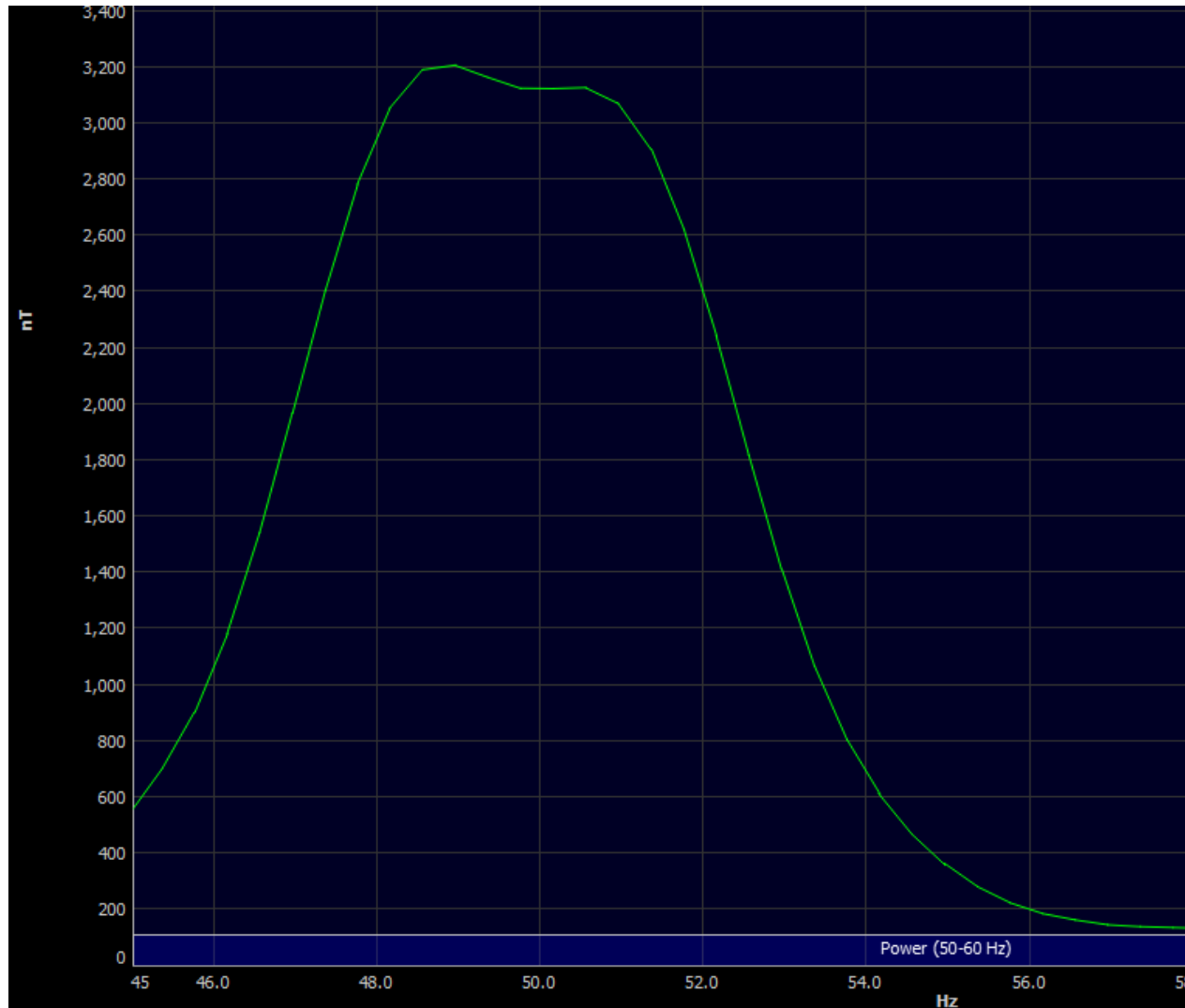
Overledning 25kV 50Hz system

Elektriske togsæt

Grænseværdi for 50Hz er 5000V/m ifølge ICNIRP 1998 Public

Målt maks. værdi 408V/m (svarer til ca. 8% af grænseværdi)

LAVFREKVENNS MÅLINGER, MAGNETISK FELT



JERNBANE STATION :

Målinger foretaget på perronen på Ørestad station

Overledning 25kV 50Hz system

Elektriske togsæt

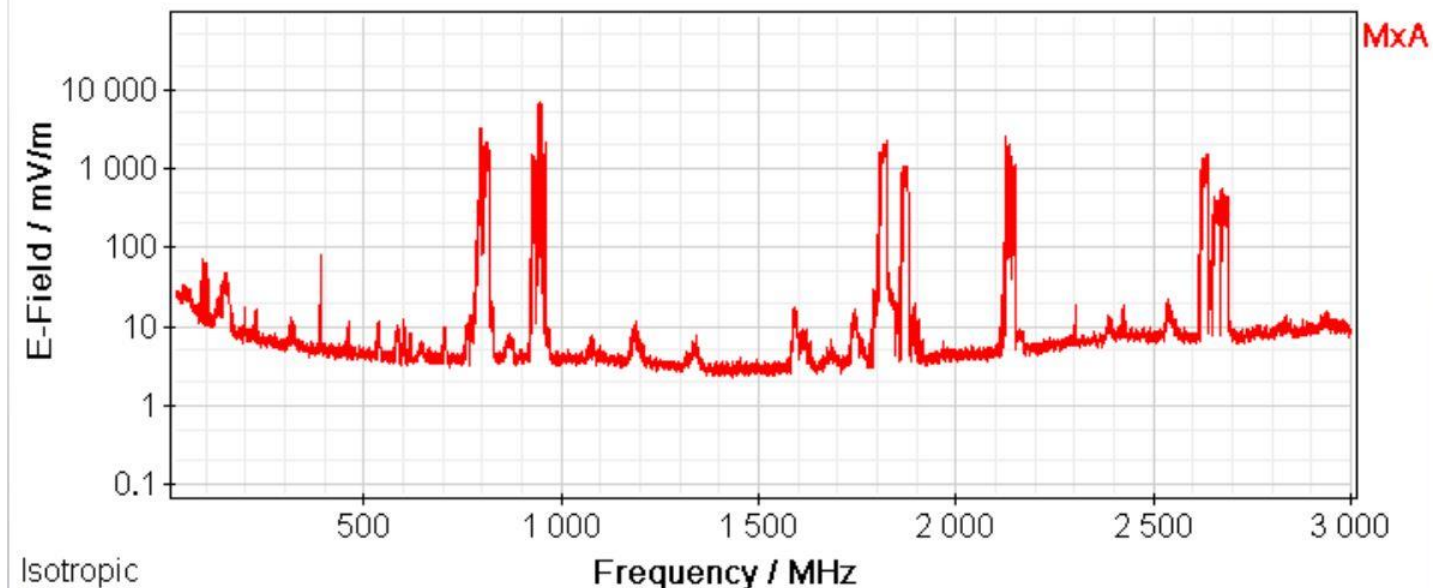
Grænseværdi for 50Hz er 100 μ T ifølge ICNIRP 1998 Public

Målt maks. værdi 3.2 μ T (afhængig af strømforbrug)

Forsigtighedsværdi i Norden på 0.4 μ T (hvor børn har permanent ophold, f.eks. børnehaver)

HØJFREKVENNS MÅLINGER

Battery:	Ext. Power	GPS:	57°2'50.7" N	Ant:	3AX 27M-3G	SrvTbl:	DK frekvenser
10.09.18	12:41:48		9°55'20.0" E	Cable:	---	Stnd:	ICNIRP GP



TAGTERRASSE:

Målinger foretaget på offentlig tilgængelig tagterrasse, med antenner fra flere operatører

Målt frekvensbånd 27MHz til 3GHz

Den samlede sum af hele det målte frekvensbånd, summeres til over 46 % af grænseværdierne i ICNIRP 1998 for offentlig befolkning

Da der måles i fjernfelt, måles kun på elektriske felter

EKSEMPEL PÅ UDSTYR TIL PERSONLIG BESKYTTELSE



Personbåret alarm for EMR-felter:

Dækker frekvenser fra 100 kHz til 100 GHz
(versionsafhængig)

Kan måle på både elektriske og magnetiske felter

Akustisk alarm og LED-indikation i % af ICNIRP
Workers grænseværdier

Kan ikke måle på EMR fra lave frekvenser som
f.eks. 50 Hz

Kan ikke måle på magnetfelter fra DC (0 Hz)

KRAFTIGE EMF KILDER PÅ JERNBANER (FJERNTOG)



Elektriske togsæt / lokomotiver:

- Magnetisk felt fra køreledninger 25 kV 50 Hz
- Magnetisk felt fra motorstyringer
- Magnetisk felt fra banemotorer

Diesel-elektriske lokomotiver:

- Magnetisk felt fra generator (evt. kombineret med felt fra køreledninger ved kørsel på elektrificeret strækning)
- Magnetiske felter fra banemotorer

Fælles:

- Elektriske felter fra radiosystemer/mobilrepeater/WiFi-Internet i tog (servicepersonale)
- Elektriske felter fra radarsystemer



KRAFTIGE EMF KILDER FRA S-TOG/LETBANER/METRO



Strømforsyningen er hhv. 750V og 1500V DC, hvilket giver et sammenfald med jordens magnetfelt. Det vurderes derfor at køreledninger/strømskinner ikke er kritiske.

- Magnetisk felt fra motorstyringer
- Elektriske felter fra radarsystemer
- Elektriske felter fra radioudstyr (servicepersonale)



TO-DO LISTE:

- Er det muligt at fremskaffe information om EMF-emissioner fra leverandører af ?
 - Lokomotiver / togsæt
 - Radarudstyr
 - Radioudstyr
 - Omformerstationer
- Hvis det ikke er muligt at fremskaffe dokumentation, skal der måles, hvor der er tvivl, om feltstyrken fra de samlede felter kan overskride grænseværdierne
- Vurdering af risiko for påvirkning fra flere samtidige kilder
- Alle medarbejdergrupper/ fysiske arbejdspladser skal vurderes
- APV skal indeholde vurdering af EMF-risiko (herunder også hensyntagen til gravide eller medarbejdere som anvender medicinske implantater)
- APV skal holdes opdateret når der kommer nyt udstyr eller eksisterende ombygges



TEKNISK FORKLARING AF EMF FELTER (IFØLGE STANDARDEN)

- E-Field is the electric field, measured in V/m. Vector quantity that corresponds to the force regardless of it's motion in space.
- H-Field is the magnetic field strength, measured in A/m. Vector quantity that, together with the magnetic flux density, specifies a magnetic field at any point in space.
- B-Field is the magnetic flux density, measured in Tesla. Vector quantity resulting in a force that acts on moving charges.

- SAR is Specific energy Absorption Ratio, measured in W/kg. Averaged over the whole body or over parts of the body, is the rate at which energy is absorbed per unit mass of body tissue.