

Gränsvärden i arbetslivet

- Utmaningar med direktiv 2013/35/EU

Prof. Yngve Hamnerius

Elektroteknik

Chalmers tekniska högskola





ARBETSMILJÖ
VERKET

AFS 2016:3

Elektromagnetiska fält

Arbetsmiljöverkets författningssamling

Föreskrifterna om elektromagnetiska fält AFS 2016:3

- Överför direktiv 2013/35/EU
- Gränsvärden – skyddar mot alla kända, omedelbara och övergående, direkta biofysiska effekter
- Insatsnivåer – används för att
 - enkelt visa att gränsvärden inte överskrids
 - vidta skyddsåtgärder
 - vidta förebyggande åtgärder
- Förebygger indirekta effekter
- Skydd för särskilt utsatta arbetstagare
 - Insatsnivåer *kan* ge otillräckligt skydd

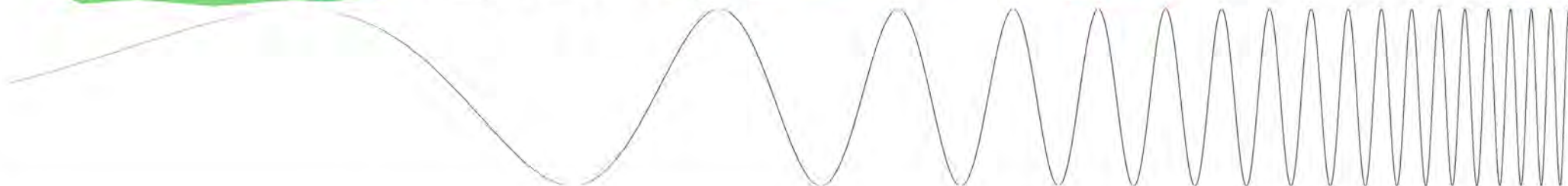
Elektromagnetiska fält (AFS 2016:3), föreskrifter

- Föreskrifterna om elektromagnetiska fält började gälla den 1 juli 2016. De avser att skydda arbetstagare mot de hälso- och säkerhetsrisker som uppstår vid exponering för elektromagnetiska fält.

Vägledningar kan laddas ned från Arbetsmiljöverket



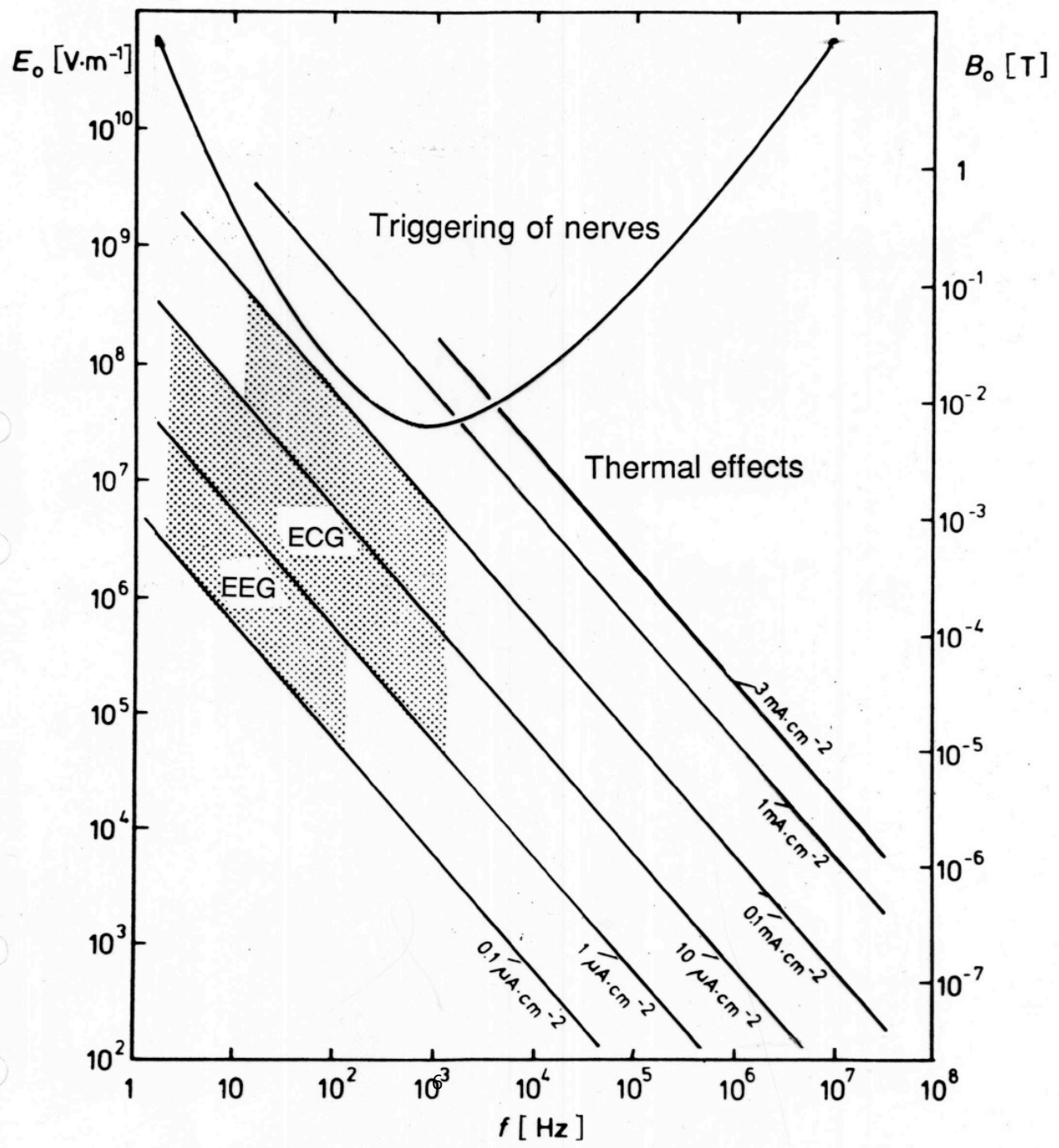
ELEKTROMAGNETISKA FÄLT



RADIOFREKVENNS				OPTISK STRÅLNING			JONISERANDE STRÅLNING		
Statiska fält	Radiovågor			Mikrovågor	Infrarött	Synligt ljus	Ultra-violett	Röntgen	Gammastrålning
0 Hz	1 Hz	50 Hz	100 MHz	300 MHz	300 GHz	500 THz	10 ¹⁵ Hz	10 ¹⁹ Hz	

Del av det elektromagnetiska spektret i Sverige

Radio	Television	GSM 900	GSM 1800	DECT	UMTS	WLAN	Satellitkommunikation, Mikrovåglänkar och Radar
100 MHz	400 MHz	900 MHz	1.8 GHz	1.9 GHz	2 GHz	2.4 GHz	30 GHz



Arbetstagare som utsätts för särskilda risker

Arbetstagare som är utsatta för särskilda risker

Exempel

Arbetstagare med aktiva inopererade medicinska enheter (AIMD)

Pacemakrar, defibrillatorer, hörselimplantat, hjärnstamsimplantat, proteser i innerörat, neurostimulatorer, näthinneimplantat, inopererade insprutningspumpar för läkemedel

Arbetstagare med passiva inopererade medicinska enheter som innehåller metall

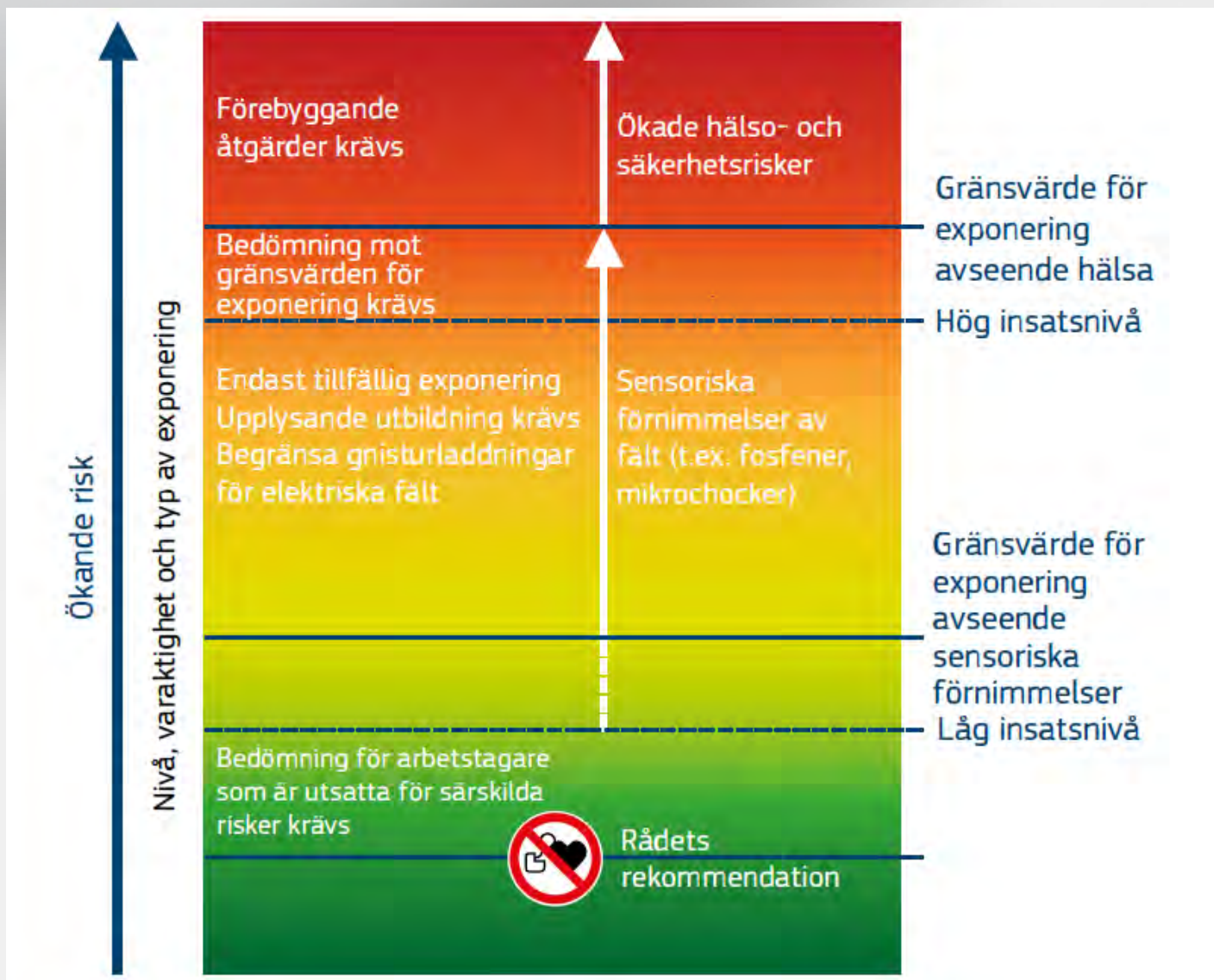
Konstgjorda leder, stift, plattor, skruvar, kirurgiska klämmor, åderbråcksklämmor, stent, hjärtklaffsprotoser, annuloplastiringar, p-stavar av metall samt aktiva inopererade medicinska enheter

Arbetstagare med medicinska enheter som bärs på kroppen

Externa hormoninsprutningspumpar

Gravida arbetstagare

Sambandet mellan gränsvärden för exponering och insatsnivåer



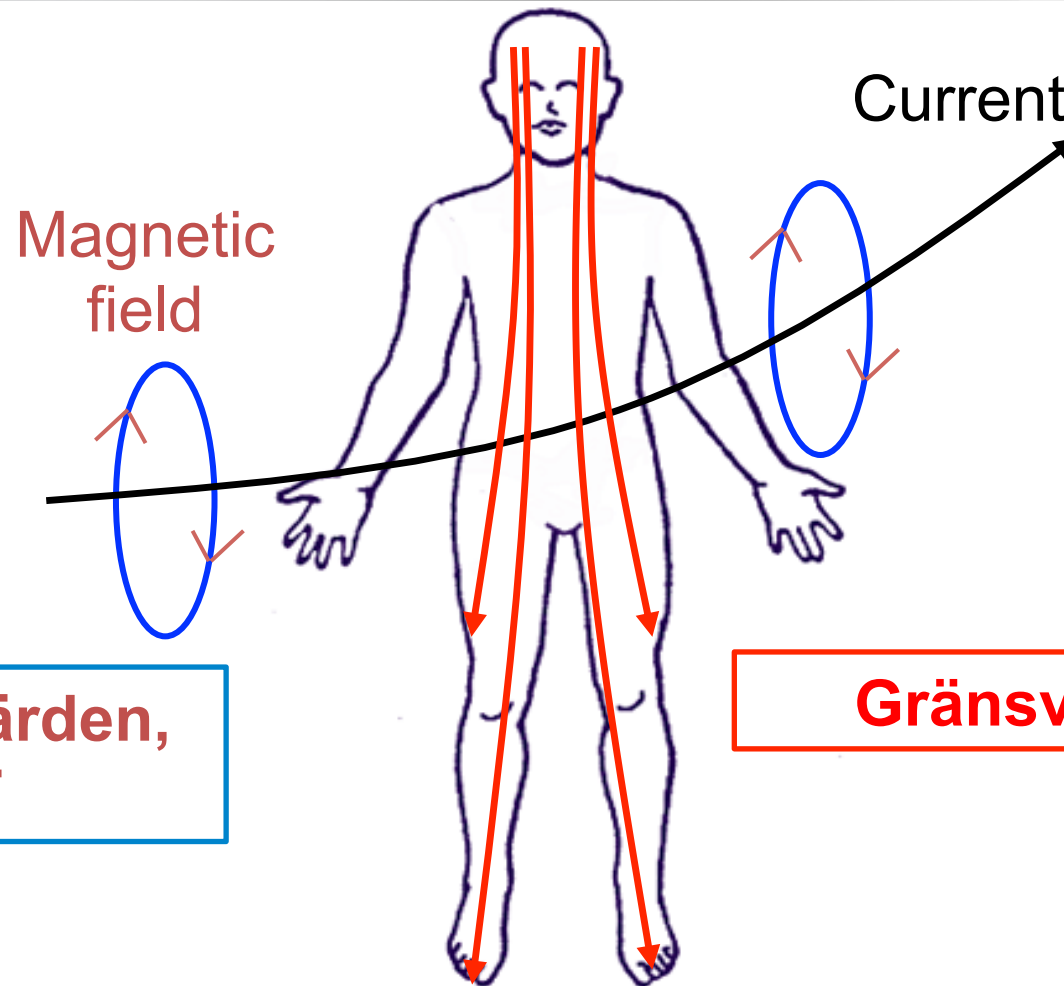
Gränsvärden statistiska magnetfält

ELV för extern magnetisk flödestäthet (B_0) från 0 till 1 Hz

	ELV för sensoriska effekter
Normala arbetsförhållanden	2 T
Lokal exponering för extremiteter	8 T
	ELV för hälsoeffekter
Kontrollerade arbetsförhållanden	8 T

ELV för sensoriska effekter är lika med ELV under normala arbetsförhållanden (tabell A1) och gäller svindel och andra fysiologiska effekter i samband med balansrubbing som i huvudsak beror på rörelse i ett statiskt magnetiskt fält.

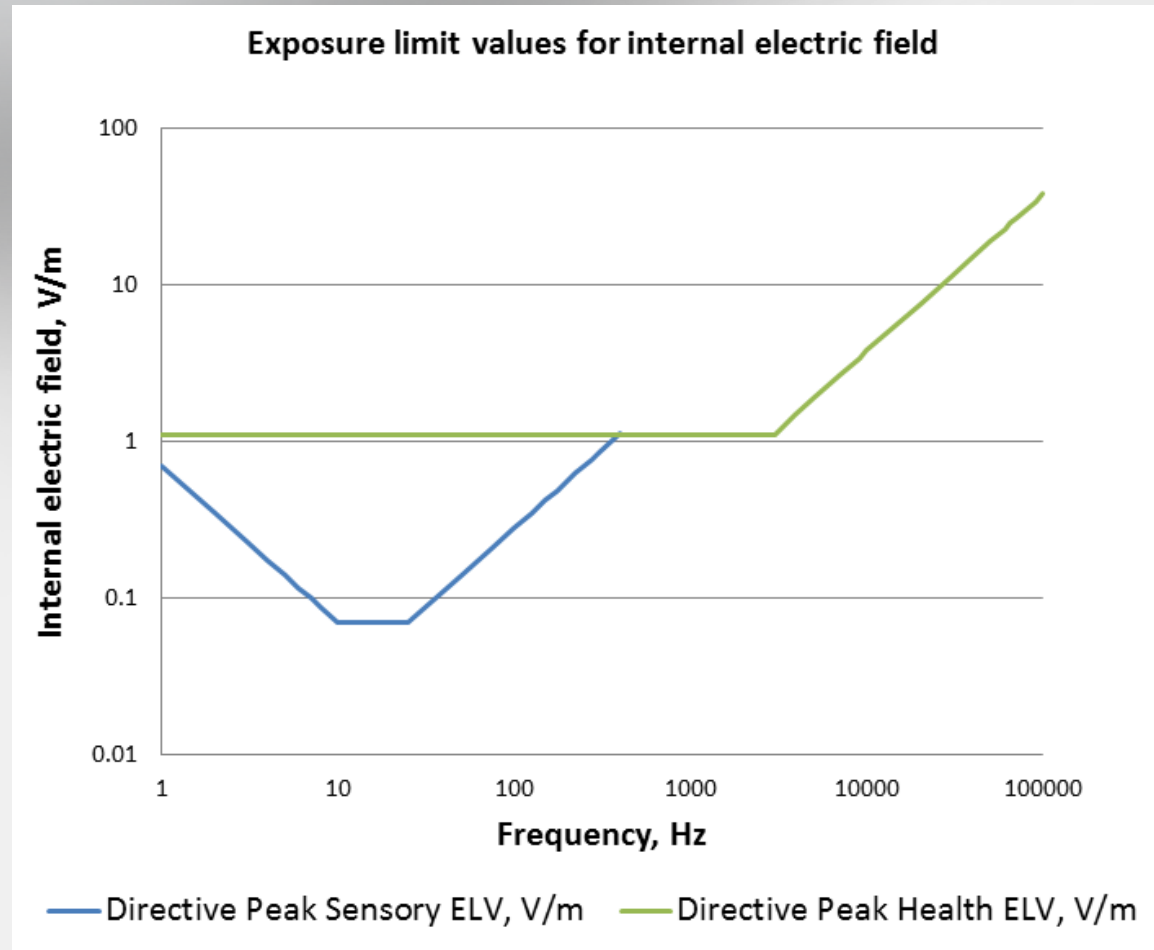
Magnetfält Exponering



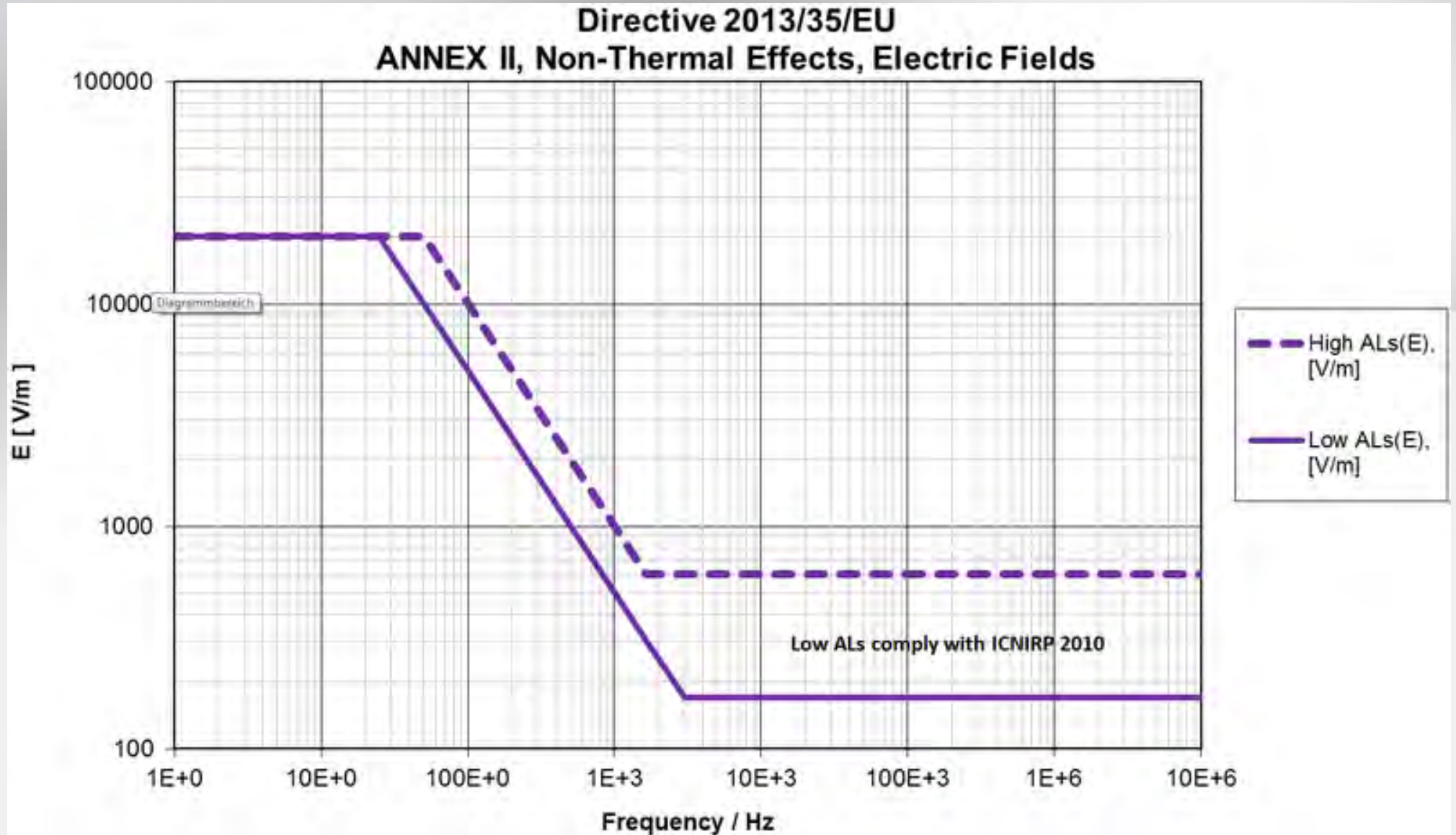
Insatsvärden,
 μT

Gränsvärden, V/m

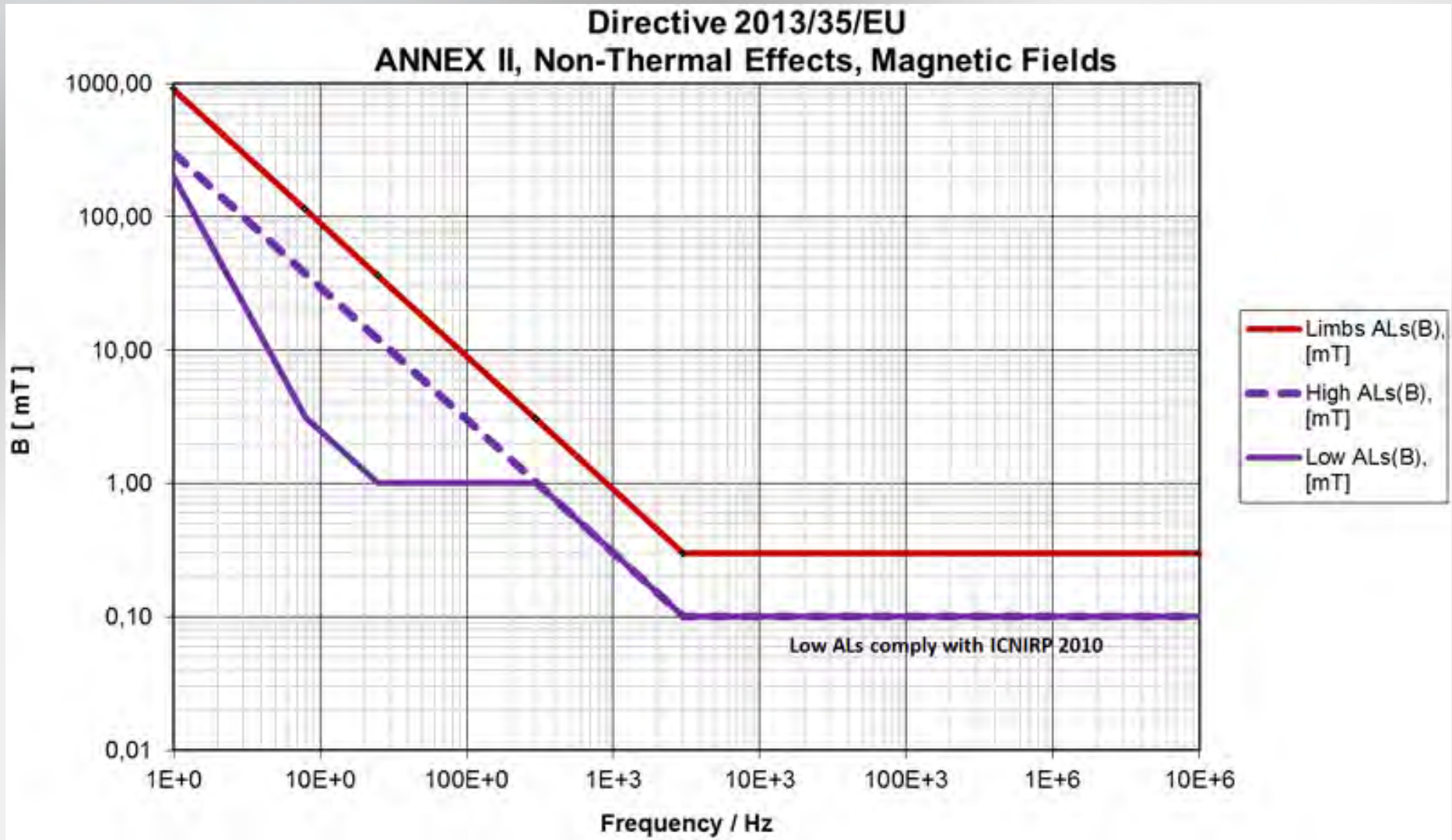
Gränsvärden för inducerade elektriska fält E_{ind} i frekvensintervallet från 1 Hz till 10 MHz (toppvärden)



Insatsnivåer för exponering för tidsvarierande elektriska fält E från 1 Hz upp till 10 MHz (RMS)



Insatsnivåer för exponering för magnetisk flödestäthet B från 1 Hz upp till 10 MHz (RMS)



Grund för gränsvärden för radiofrekvens

- Högfrekventa fält kan ge en uppvärmning av kroppen.
- Om kroppen tillförs 4 W/kg kan kroppen inte längre temperaturreglera.
- Direktivets gränsvärde är satt till en tiondel dvs. 0.4 W/kg.

• Sömn, vila	1 W/kg
• Sittande	1,5 W/kg
• Lätt trädgårdsarbete	4 W/kg
• Skidåkning	6 W/kg
• Vasalopp	8 W/kg
• Sprinter 100 m	20 W/kg

Grund för gränsvärden för radiofrekvens

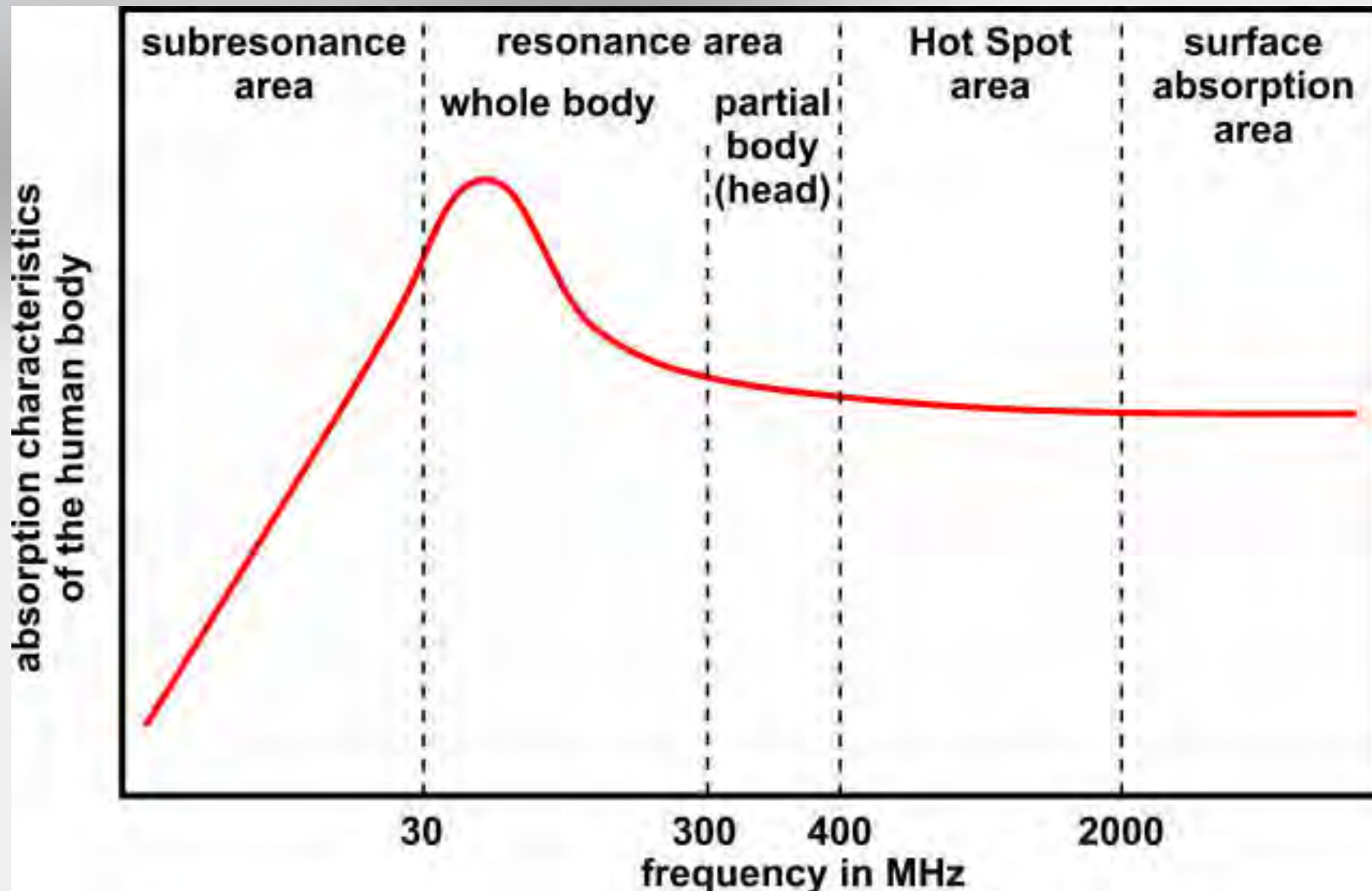
- Högfrekventa fält kan ge en lokal uppvärmning av kroppen.
- Om ögonen tillförs 100 W/kg kan proteinerna i linsen koagulera och grå starr framkallas.
- Direktivets gränsvärde är satt till en tiondel dvs. 10 W/kg i 10 gram vävnad.
- I armar och ben tillåts 20 W/kg.

Gränsvärden för elektromagnetiska fält från 100 kHz till 300 GHz

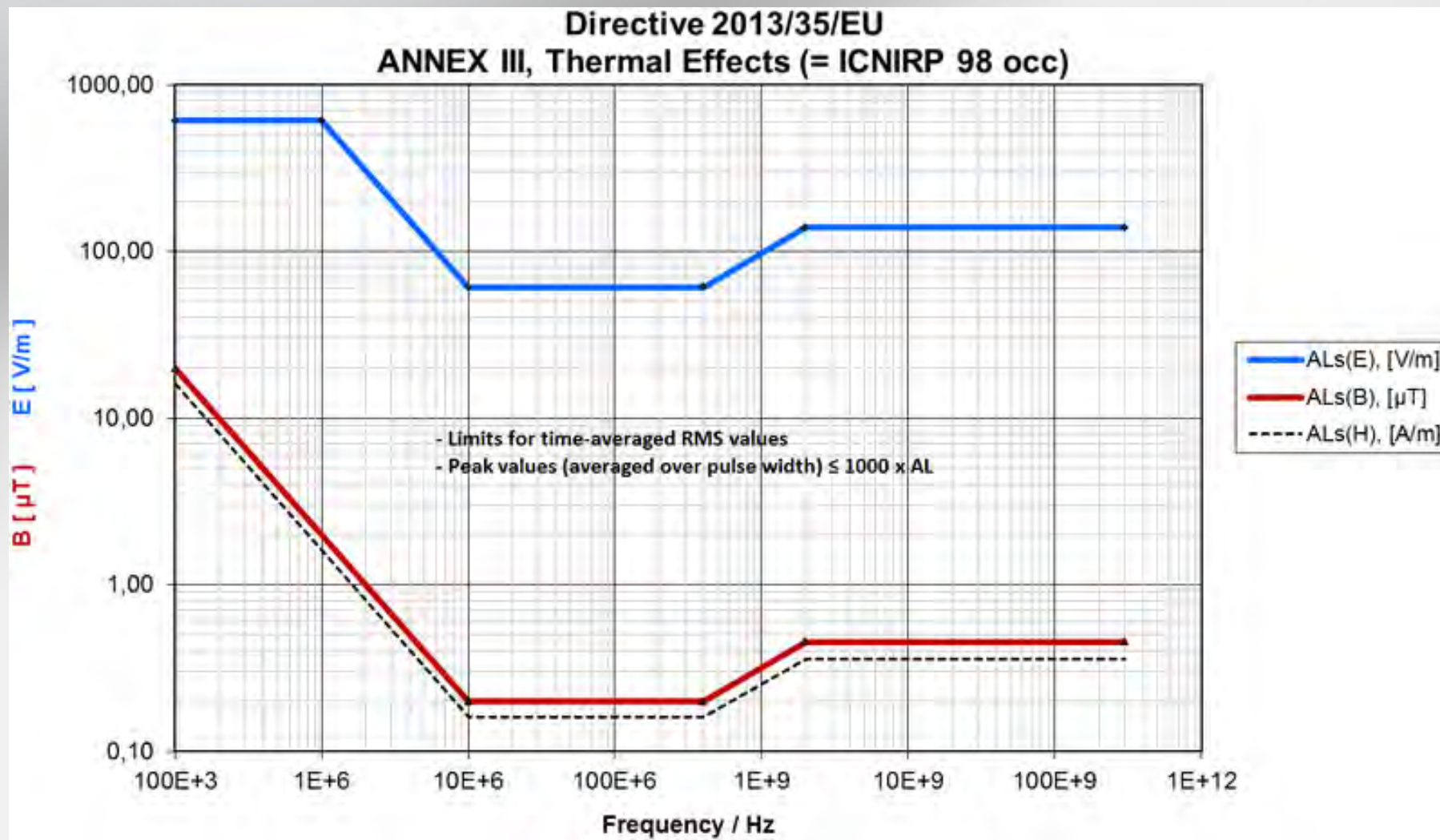
Gränsvärden för termiska effekter



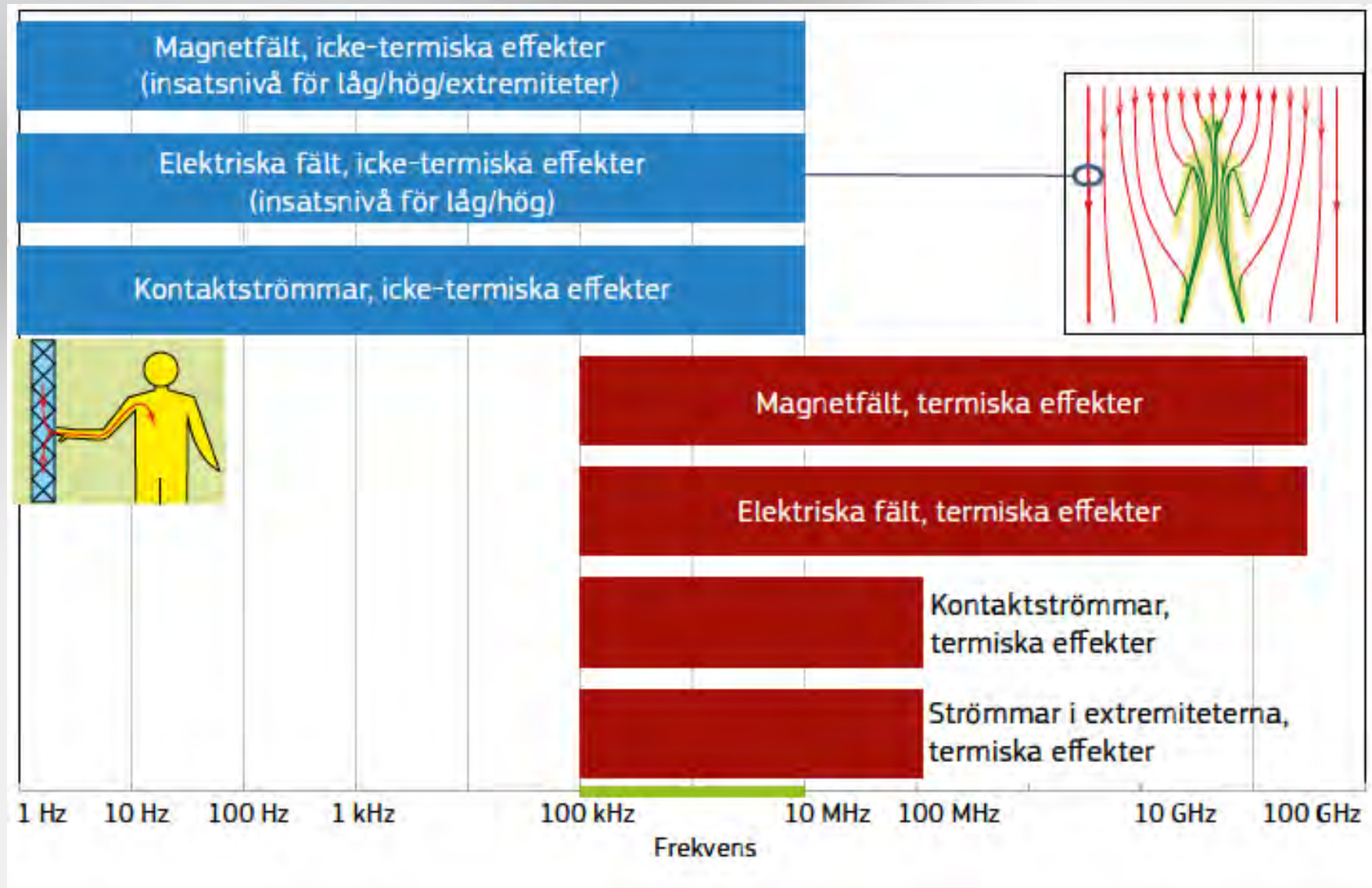
Absorption av RF energi i människokroppen



Insatsnivåer för exponering från 100 kHz till 300 GHz (medelvärden under 6 minuter)



Frekvensområde över vilket olika insatsnivåer är tillämpliga



Arbetsgång vid riskbedömning (förenklad)

- Har vi arbetstagare med särskild risk? → Jämför med allmänhetens insatsnivåer.
- Finns min utrustning i vägledningens tabell 3.2 – Krav för särskilda bedömningar av elektromagnetiska fält i samband med vanliga arbetsuppgifter, utrustningstyper och arbetsplatser.

Typ av utrustning eller arbetsplats

Bedömning krävs för

Arbetstagare
som inte är
utsatta för
särskilda
risker (*)

(1)

Arbetstagare
som är utsatta
för särskilda
risker (utom
de med aktiva
inopererade
enheter) (**)

(2)

Arbetstagare
med aktiva
inopererade
enheter (***)

(3)

Trådlös kommunikation

Telefoner, trådlösa (inklusive basstationer för trådlösa DECT-telefoner) – vid användning

Nej

Nej

Ja

Telefoner, trådlösa (inklusive basstationer för trådlösa DECT-telefoner) – vid förekomst på arbetsplatsen

Nej

Nej

Nej

Tung industri

Elektrolys, industriell

Ja

Ja

Ja

Ugnar, bågsmältning

Ja

Ja

Ja

Ugnar, induktionssmältning (mindre ugnar), har vanligtvis större tillgängliga fält än större ugnar

Ja

Ja

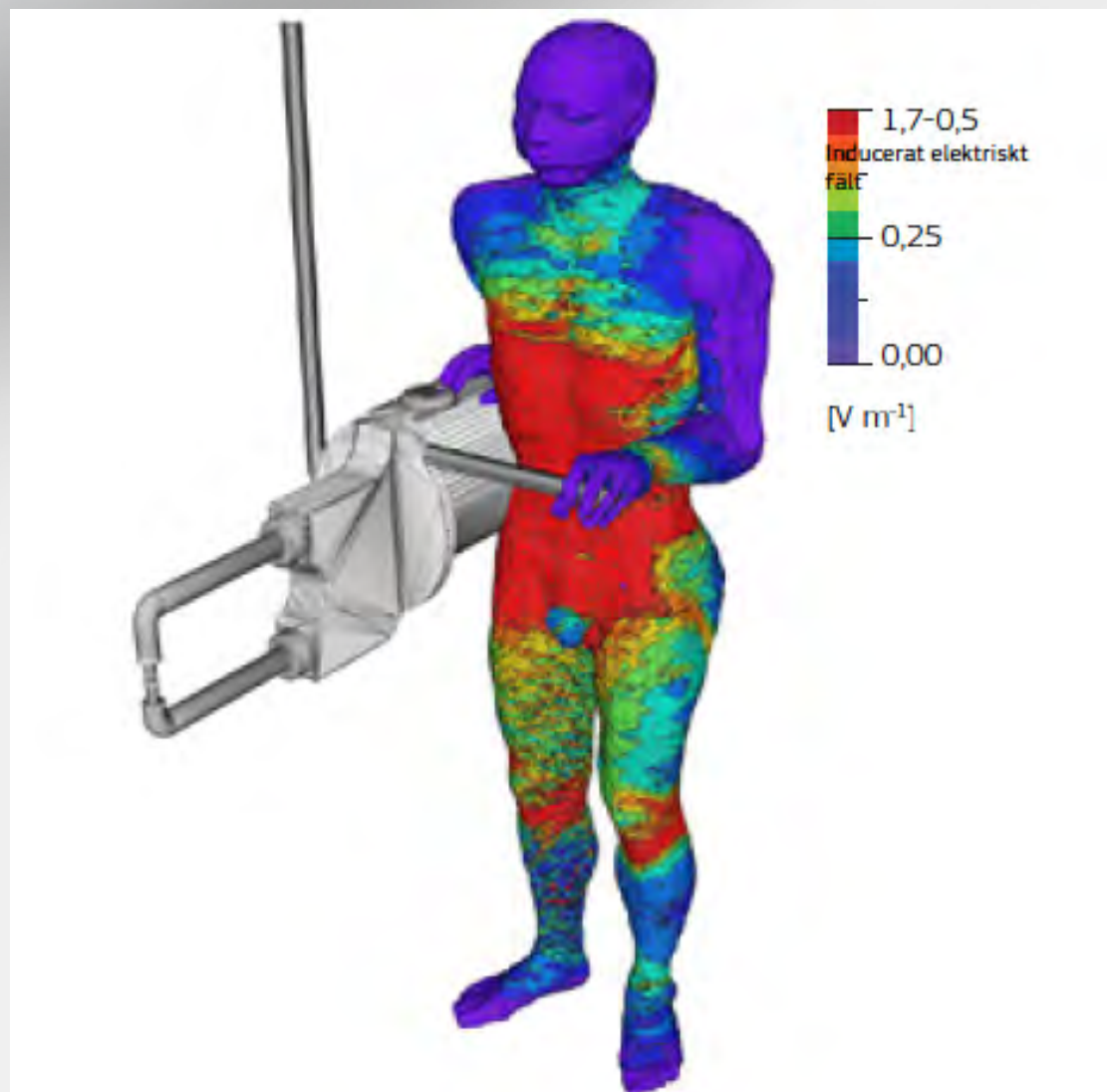
Ja

Arbetsgång vid riskbedömning (förenklad)

- Om vi behöver göra mätningar:
- Ligger mätvärdena under låg insatsnivå?
- Om nej bedöm risken.

- Ligger mätvärdena under hög insatsnivå?
- Om nej gör en utvärdering mot gränsvärdena

För att utvärdera mot gränsvärdet måste den inducerade elektriska fältstyrkan beräknas i kroppen



Mätningar i stålverk på ett IMPOC – System

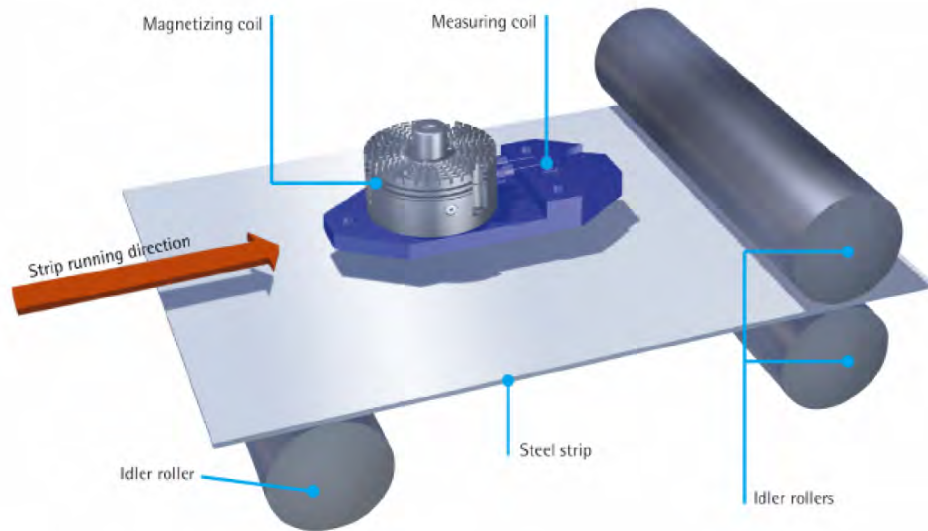
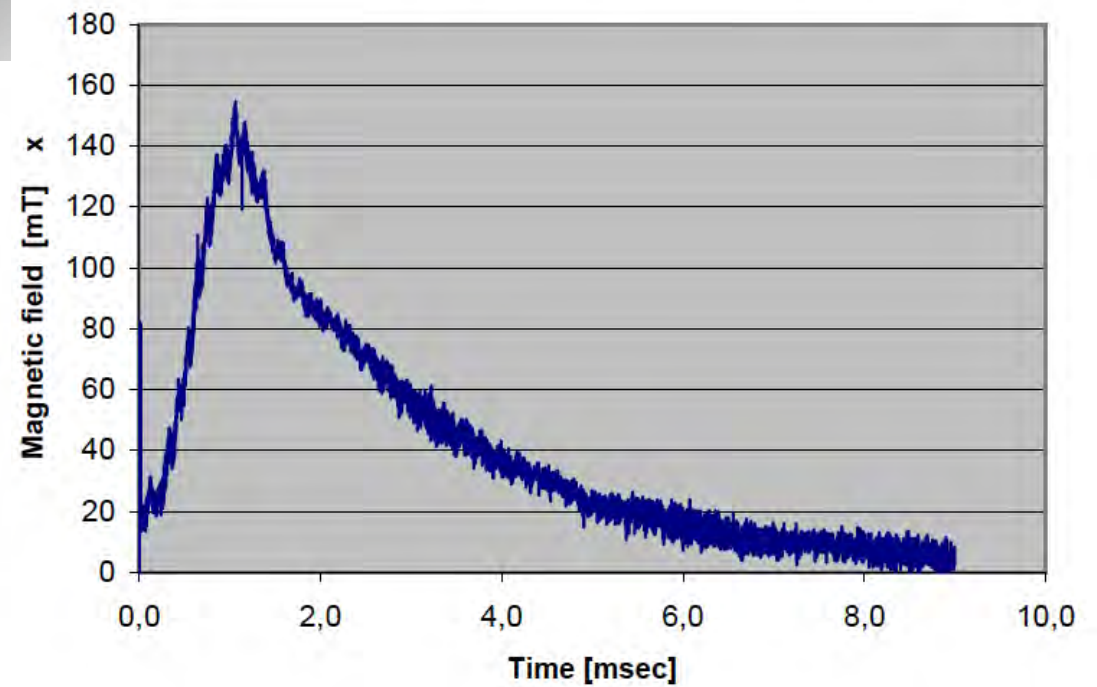


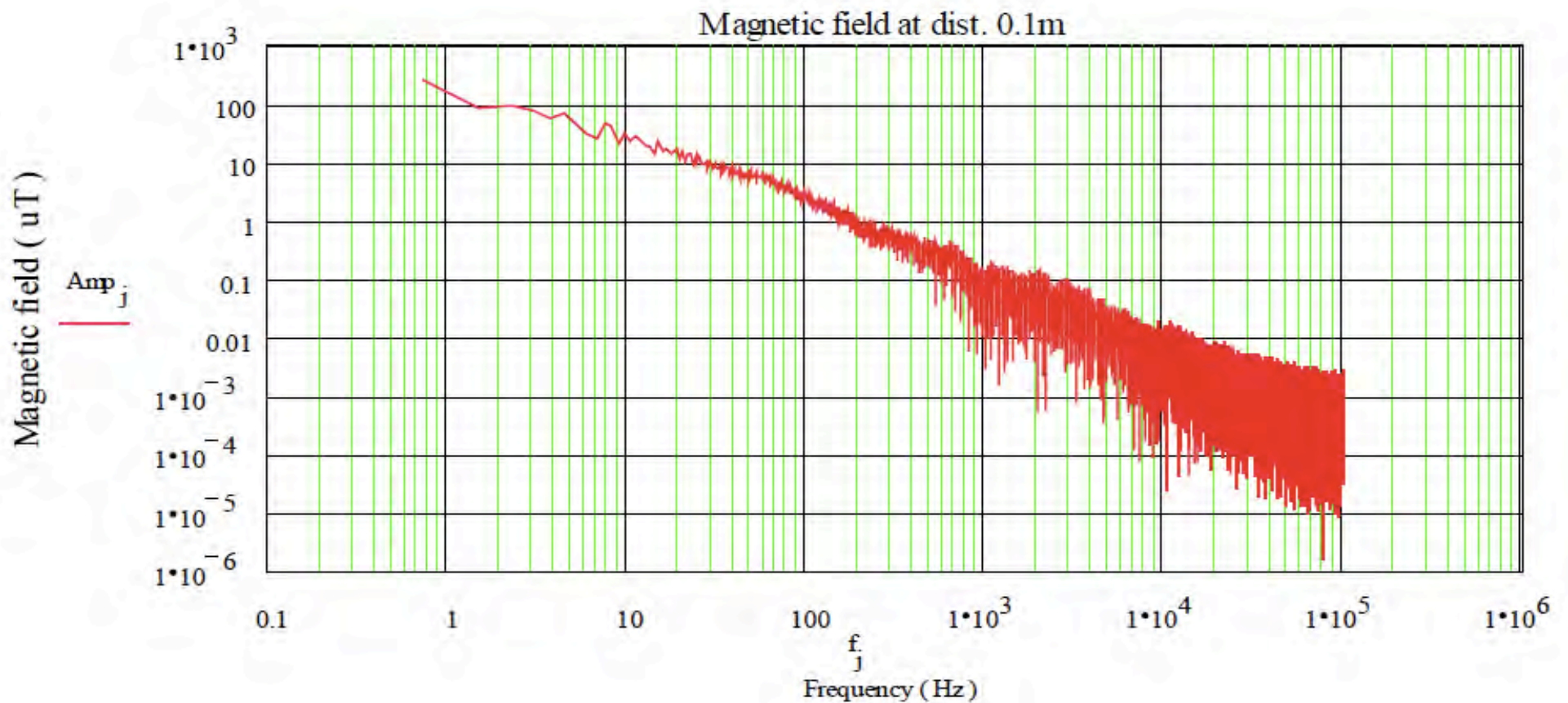
Figure 1: Principle of operation of the IMPOC – System¹

Magnetic pulse HS-IMPOC



Which frequencies do we have?

- Perform an FFT on the measured magnetic field!

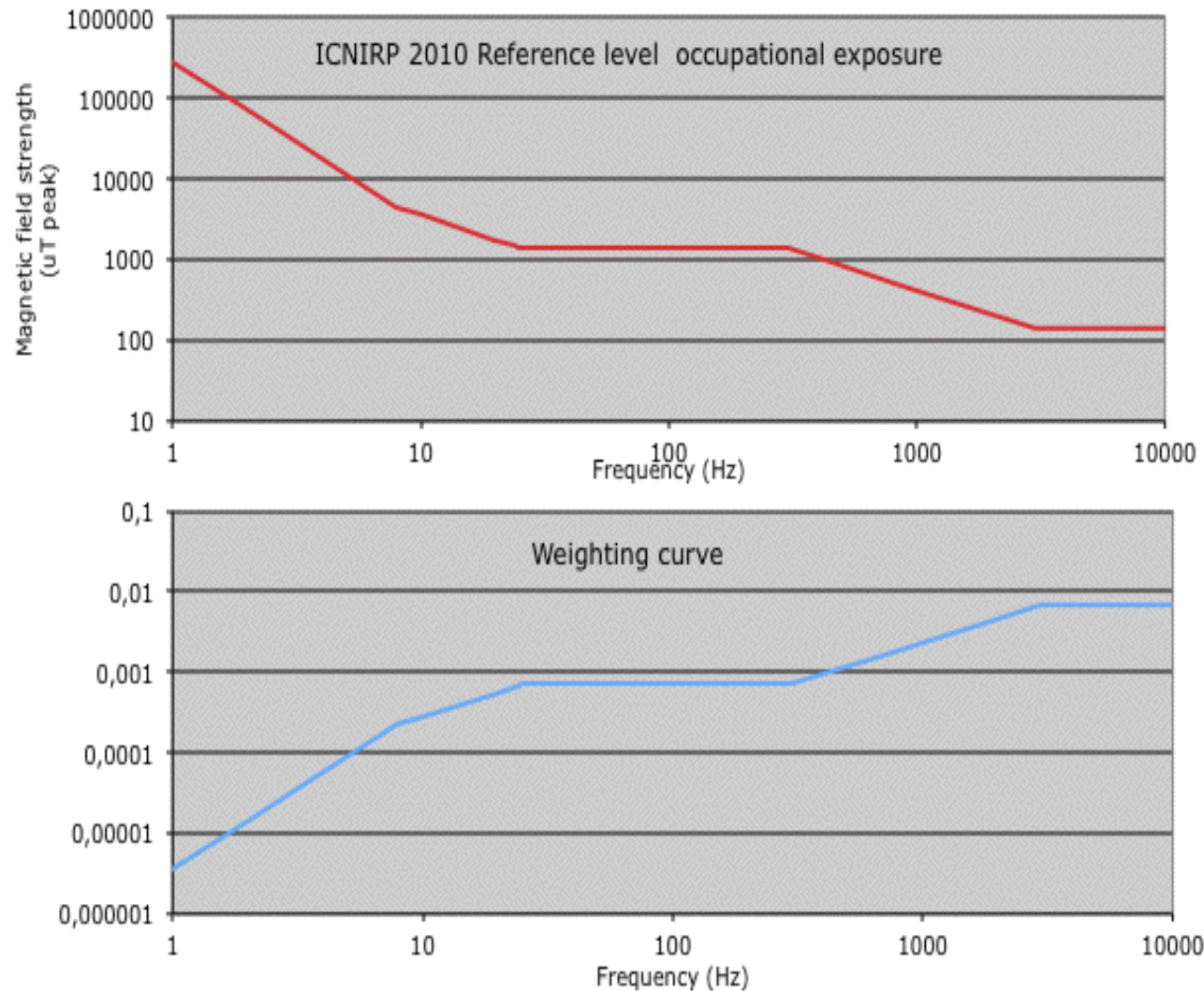


Icke-sinusformade fält

- Ofta problem med att använda Fourier transform på grund av för många frekvenser.
- Direktivet rekommenderar att man analyserar signalerna i tiddomän med hjälp av vägningsfilter.

Weighting filter

Low Action Level = ICNIRP 2010 Reference Level



Mätning av magnetiska fält

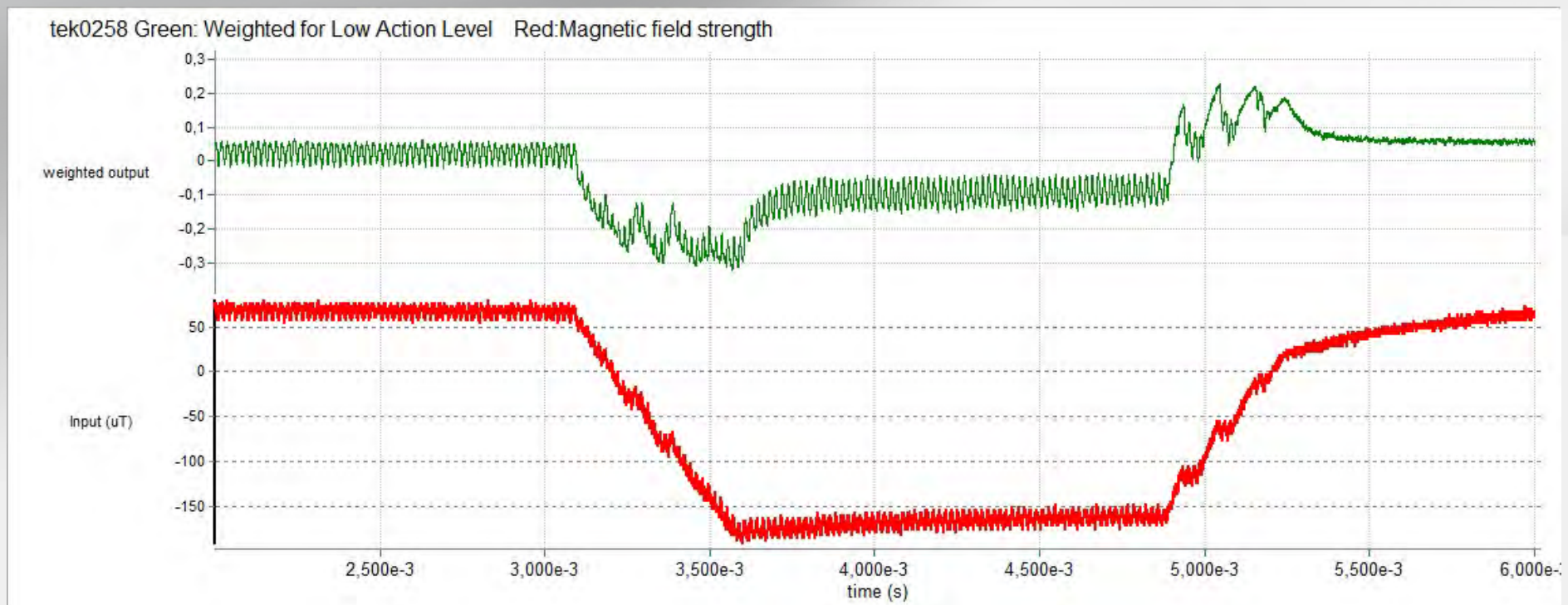
Instrument med inlagd
vägningsfilter för
insatsvärden



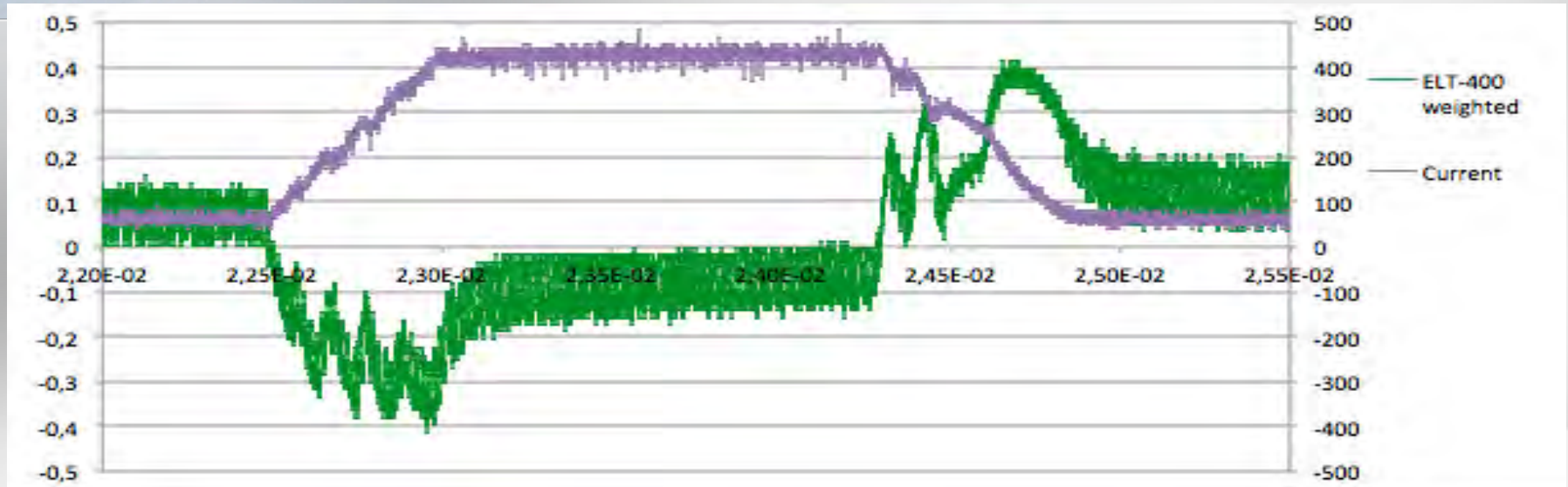
Mätning av magnetiskt fält, exempel svetsning



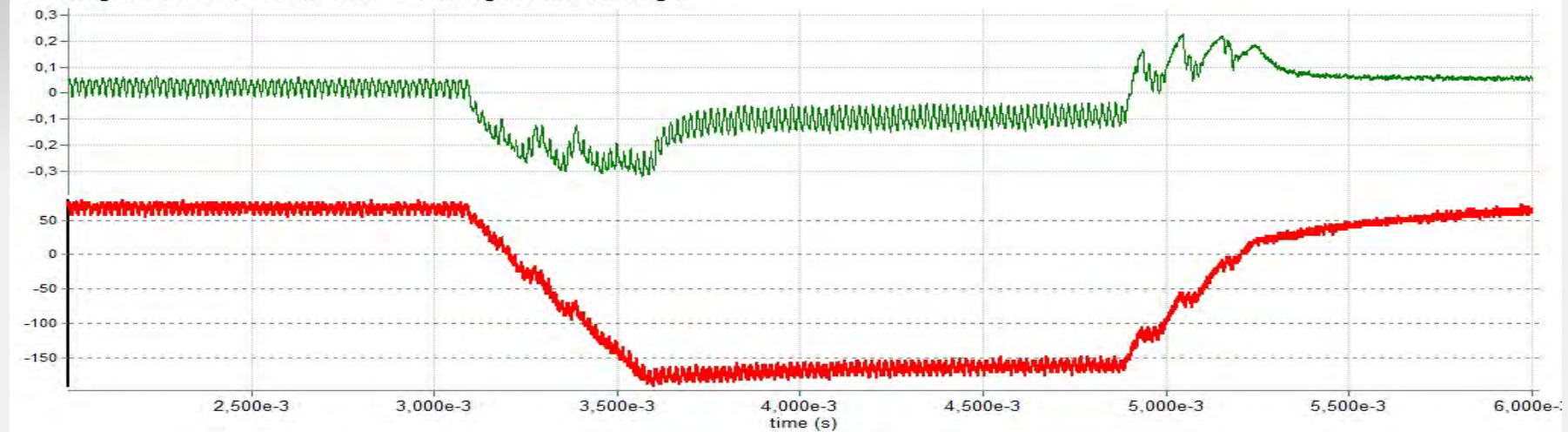
Measured welding B-field red and calculated weighted reference value green (MIG welding)



Vägd kurva grön, ovan Nardainstruments vägning,
nedan beräknad.



Green: Weighted for Low Action Level Red: Magnetic field strength



Tillämpning av direktivet i högspänningsställeverk



Local E-field up to 27 kV/m (measured undisturbed)

Gränsvärden och insatsvärden vid 50 Hz

Exponeringsgränsvärden

$$EGV_{\text{hälsoeffekter}} = 1.1 \text{ V/m (topp)}$$

$$EGV_{\text{sensoriska effekter}} = 0.14 \text{ V/m (topp)}$$

Insatsnivå elektriskt fält E

$$E_{\text{låg}} = 10 \text{ kV/m}$$

$$E_{\text{hög}} = 20 \text{ kV/m}$$

Insatsnivå magnetisk flödestäthet B

$$B_{\text{låg}} = 1 \text{ mT}$$

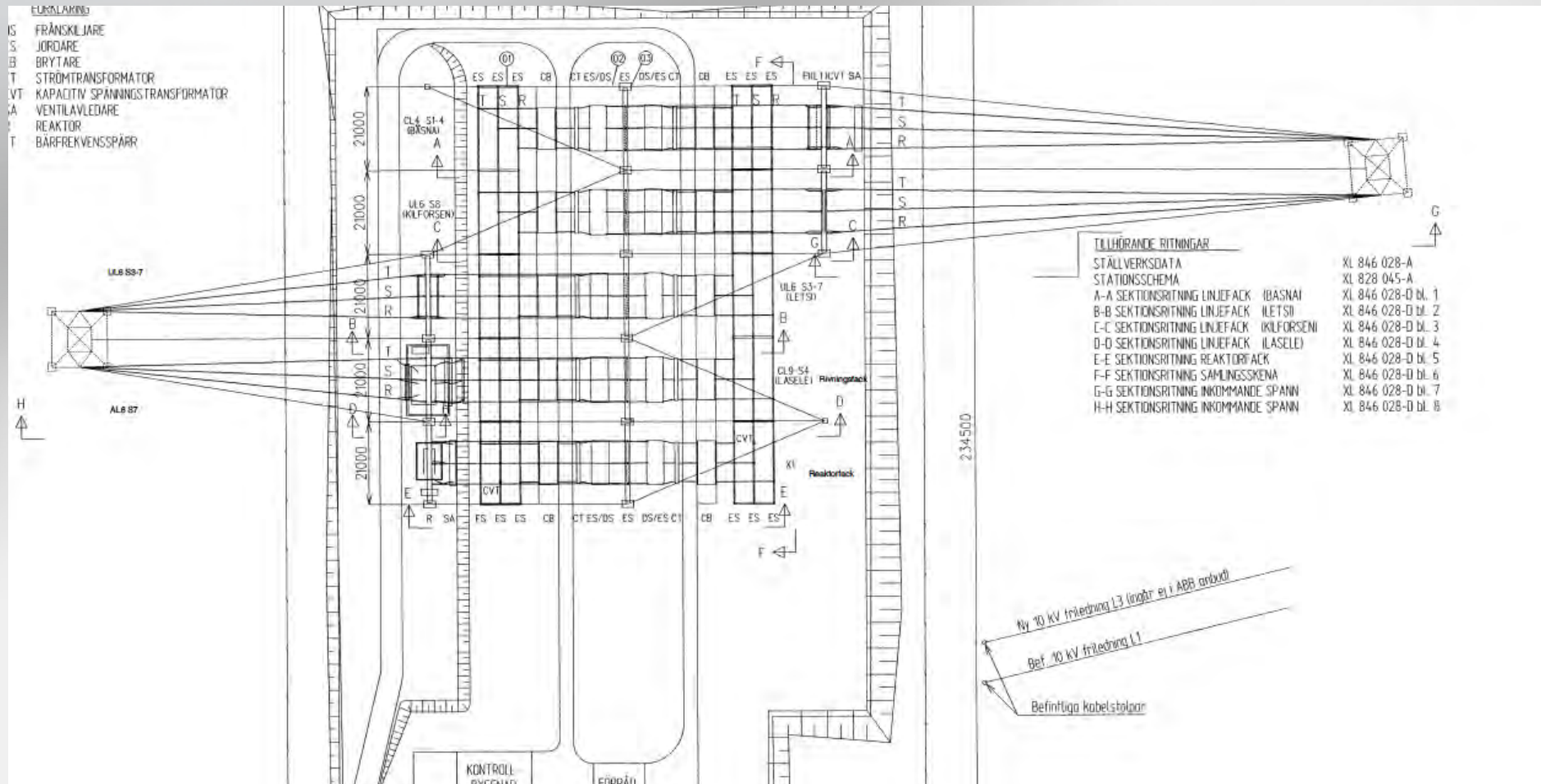
$$B_{\text{hög}} = 6 \text{ mT}$$

$$B_{\text{extr}} = 18 \text{ mT}$$

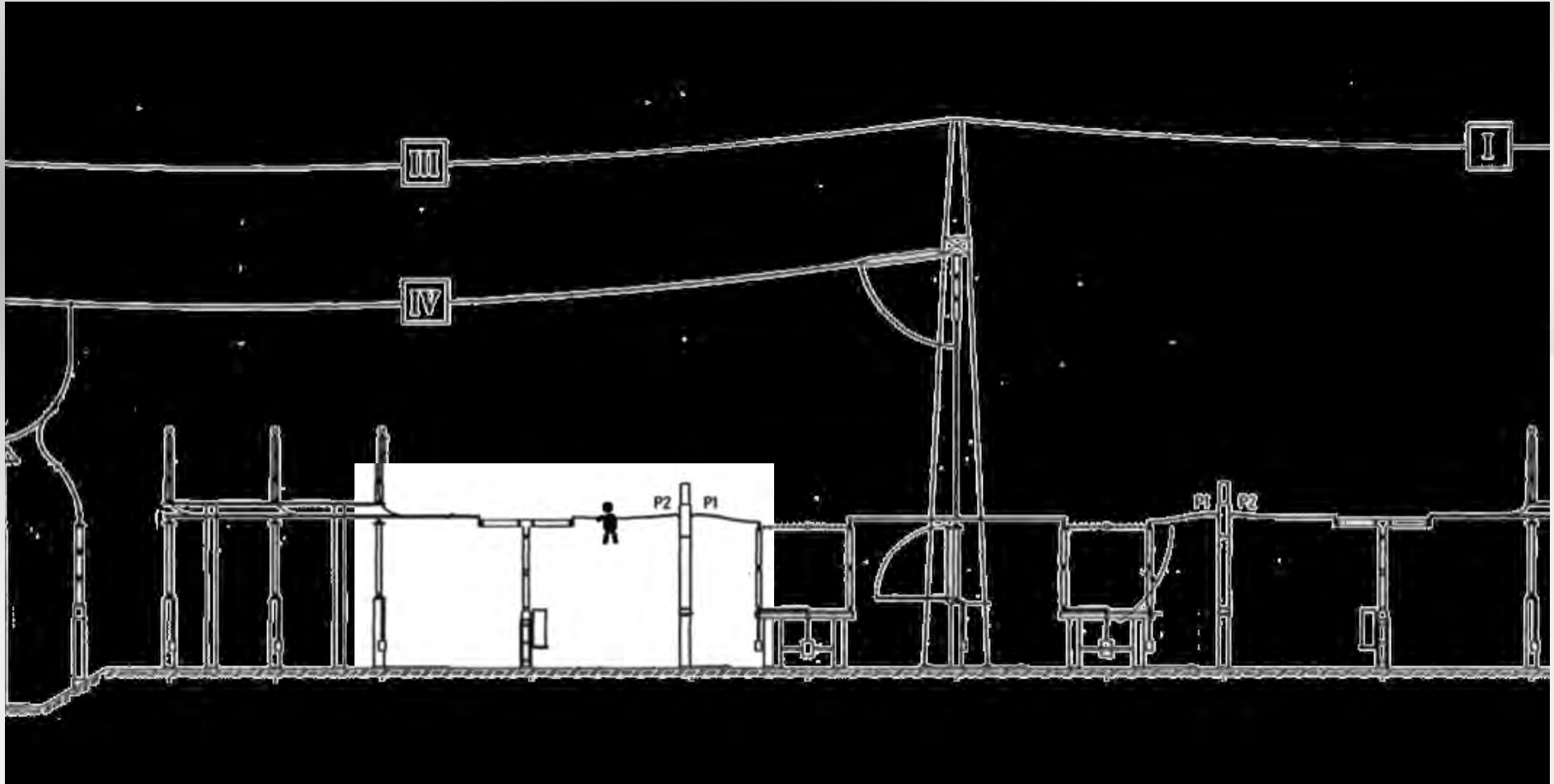
Insatsnivå kontaktström

$$i_{\text{kontakt}} = 1 \text{ mA}$$

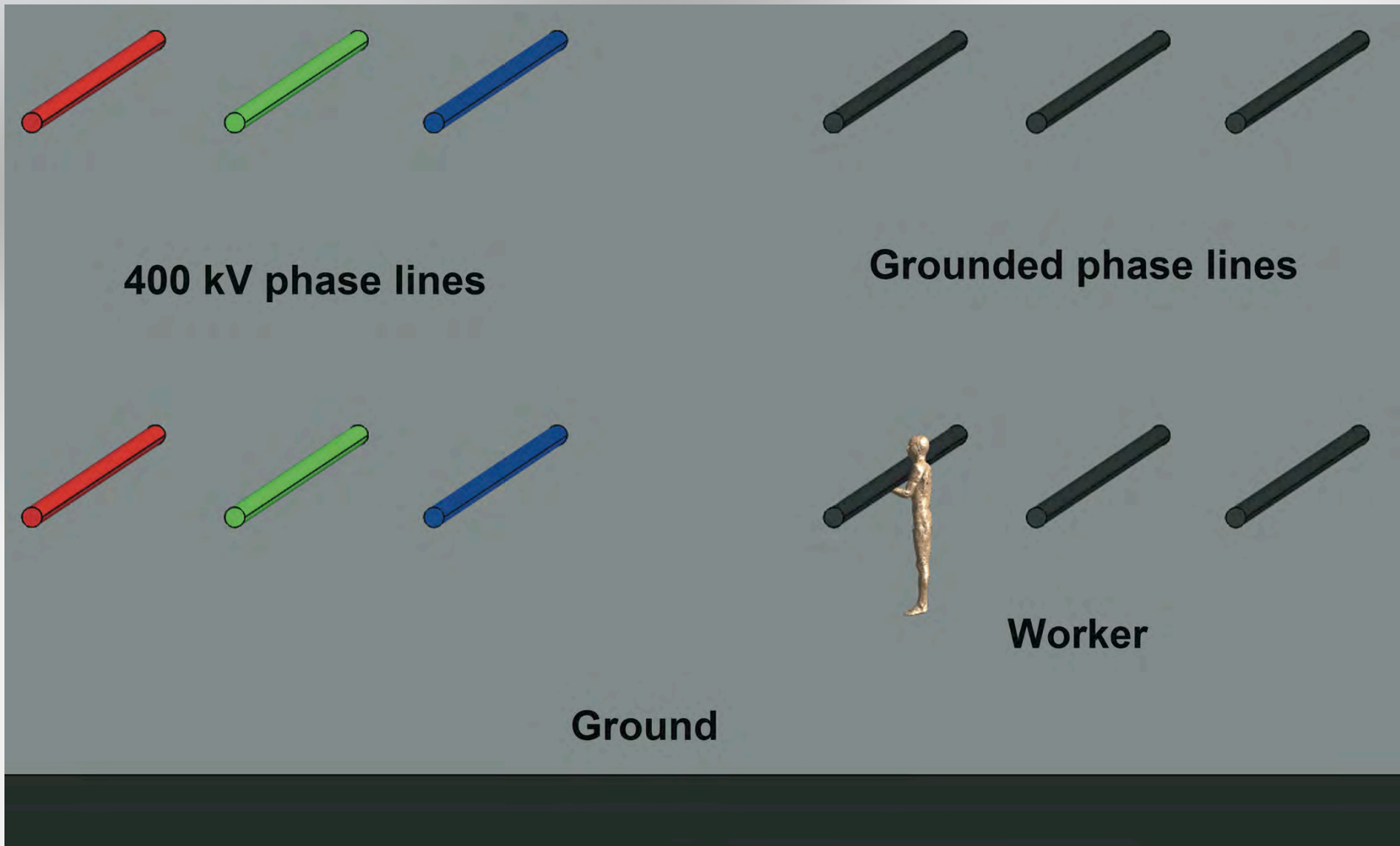
400 kV substation



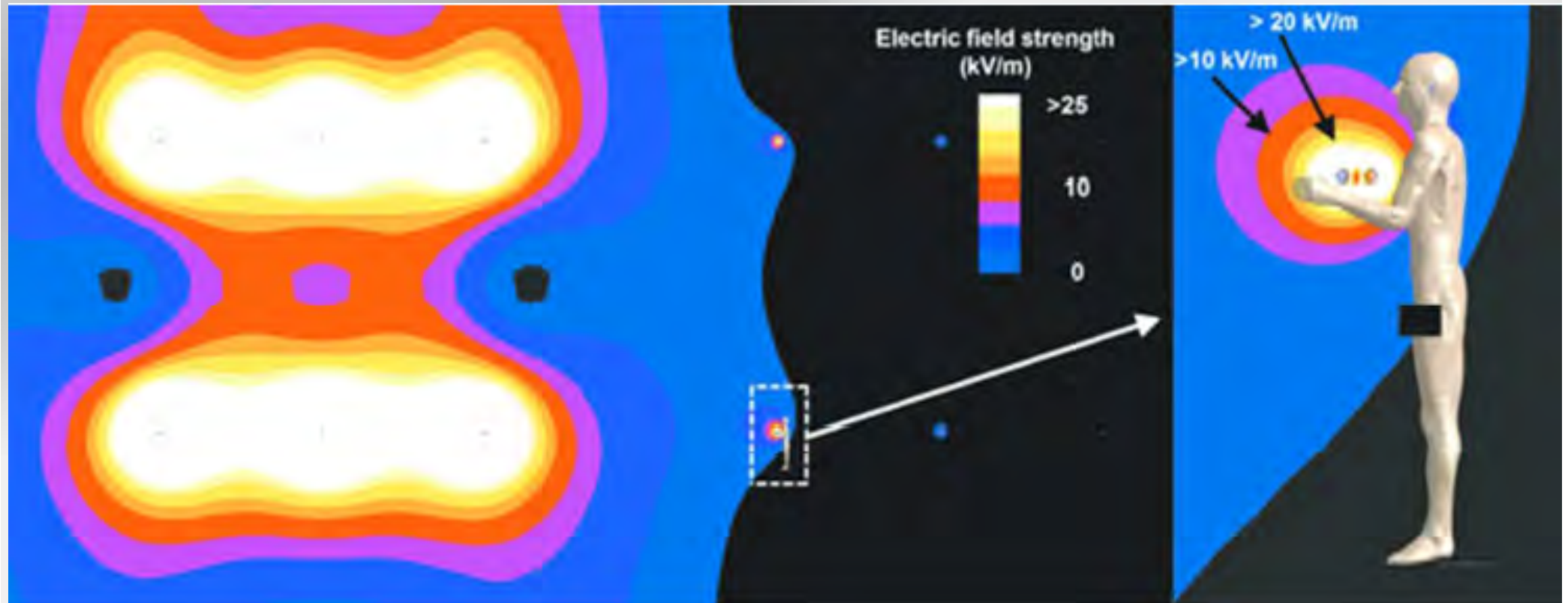
Demolishing work in a 400 kV substation



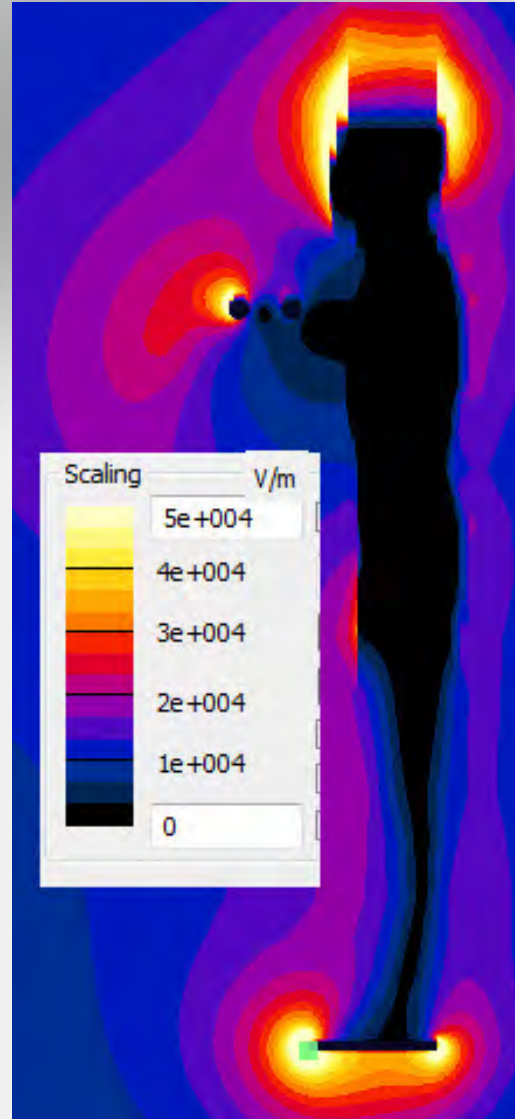
Exposure situation



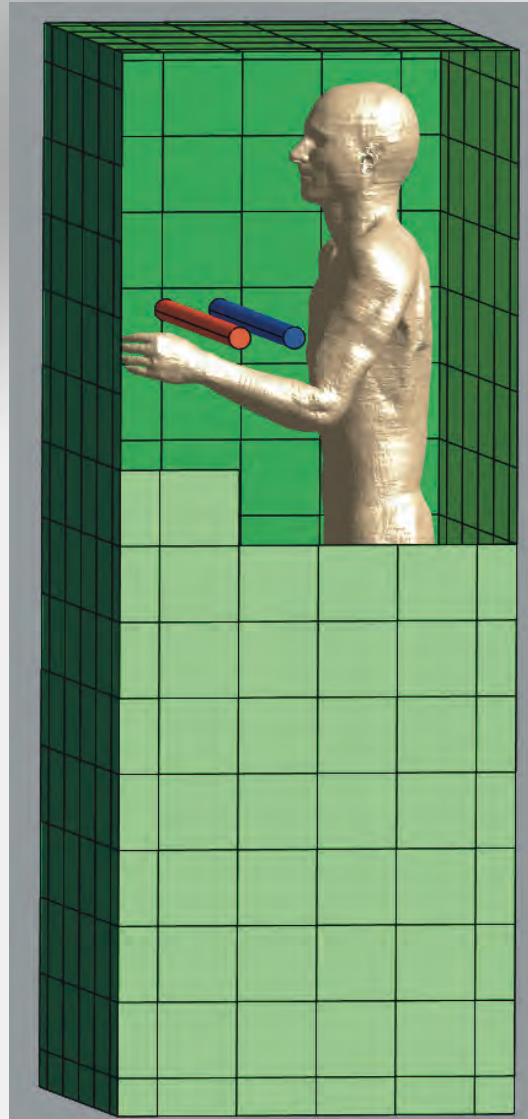
Calculation of the undisturbed electric field



Electric field strength in presence of the worker



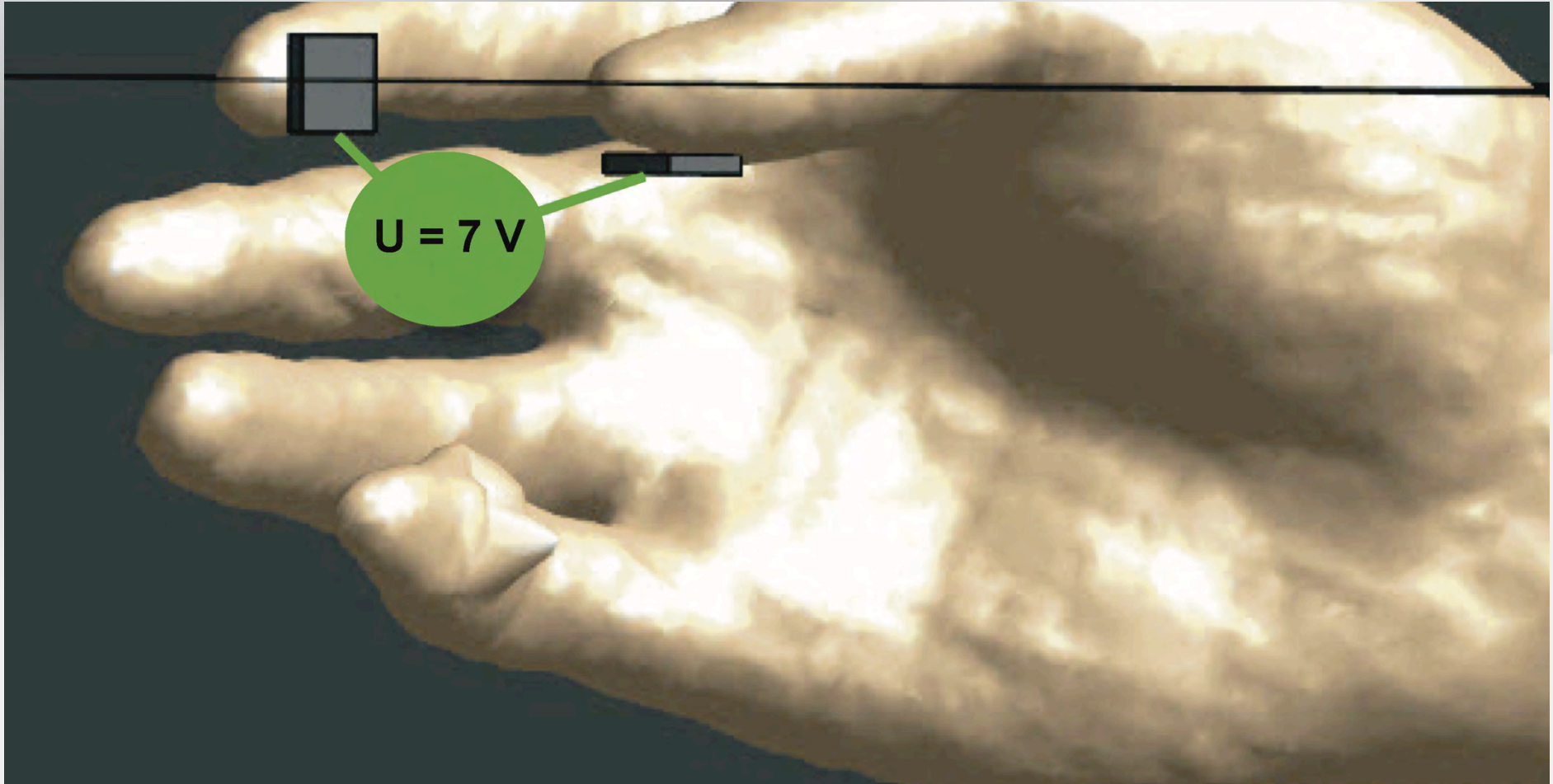
To reduce the size of problem the worker is put in a box



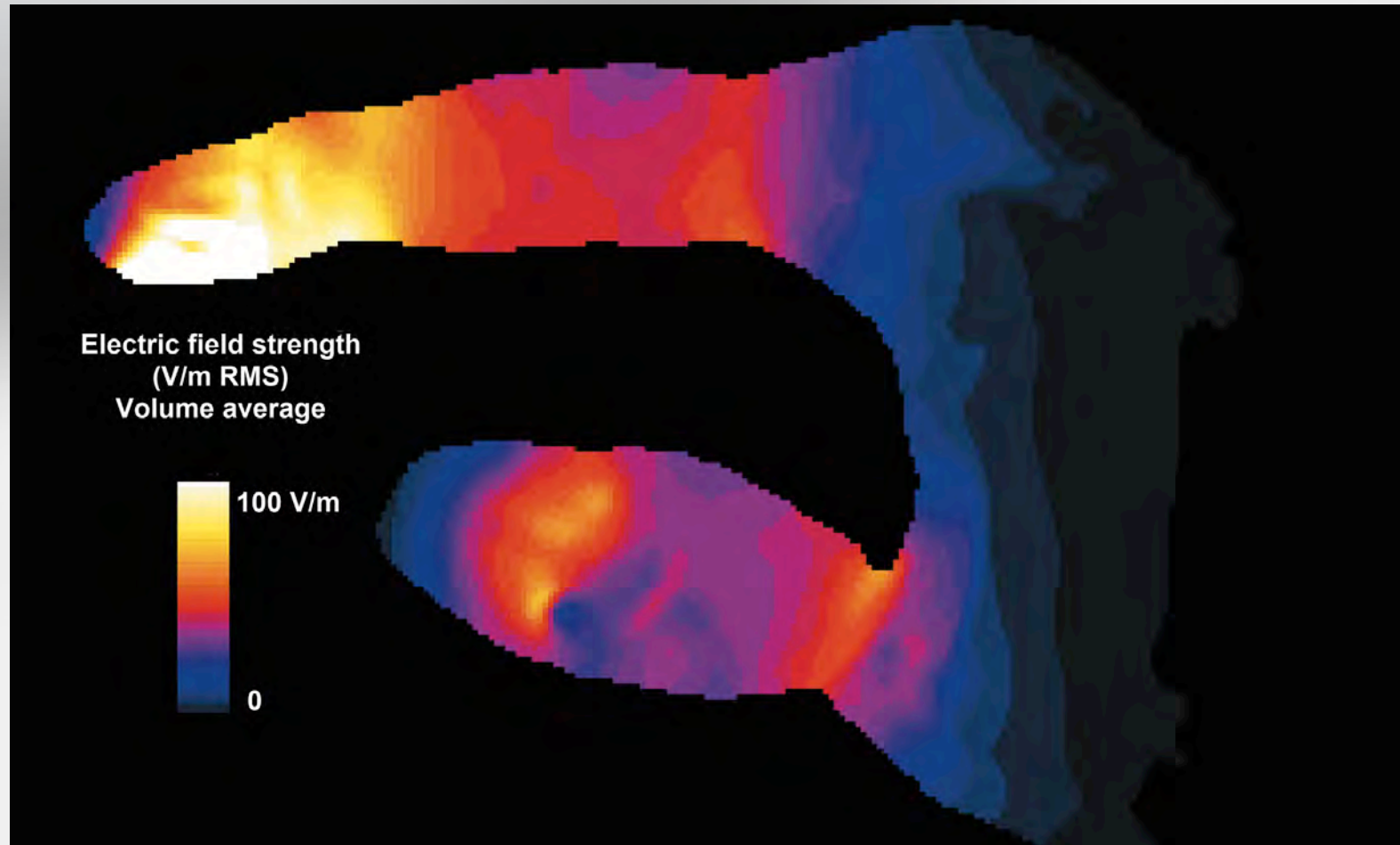
Induced electric field in the worker

	Case 1 Standing on a non-conducting slab without touching the conductors		Case 2 Standing with insulating shoes on a grounded metal slab without touching the conductors		Case 3 Standing barefoot on a grounded metal slab without touching the conductors		Case 4 Standing with insulating shoes on a grounded metal slab touching a conductor with one bare finger		Case 5 Standing with insulating shoes on a grounded metal slab touching a conductor with one gloved finger	
	Max (V/m)	99th (V/m)	Max (V/m)	99th (V/m)	Max (V/m)	99th (V/m)	Max (V/m)	99th (V/m)	Max (V/m)	99th (V/m)
Electric field strength RMS										
Skin	0.059	0.014	0.031	0.016	2.3/ 2.6 ¹	0.017	22/ 27 ²	0.160	0.13	0.020
Fat			0.048	0.018						
Brain	0.004	0.002	0.010	0.004	0.015	0.005	0.016	0.0060	0.011	0.0042
Contact current (mA)					0.057 mA at ankle		0.068 mA at finger			

A contact current of 1 mA @ 50 Hz between thumb and index finger



Induced electric field strength 423 V/m in skin from a 1 mA current



Nya gränsvärden?

11 July 2018

Draft

ICNIRP Guidelines

**GUIDELINES FOR LIMITING EXPOSURE TO TIME-VARYING ELECTRIC,
MAGNETIC AND ELECTROMAGNETIC FIELDS
(100 kHz TO 300 GHz)**

International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection

Nya gränsvärden?

Table 6. Reference levels for local exposure to time varying far-field electric, magnetic and electromagnetic fields, from 100 kHz to 300 GHz, for time intervals ≤ 6 minutes (unperturbed rms values).^a

Exposure Scenario	Frequency Range	Incident plane wave energy density (H_{inc}) (kJ m ⁻²)
Occupational	100 kHz – 400 MHz	See note 2
	>400 MHz – 6 GHz [#]	$0.8f^{0.51}[2.5+1.77(t-1)^{0.5}]$
	>6 – 300 GHz [*]	$2.75f^{0.177}2.5+1.77(t-1)^{0.5}]$
General Public	100 kHz – 400 MHz	See note 2
	>400 MHz – 6 GHz [#]	$0.8f^{0.51}[0.5+0.354(t-1)^{0.5}]$
	>6 – 300 GHz [*]	$2.75f^{0.177}[0.5+0.354(t-1)^{0.5}]$

^a Note:

1. f is frequency in GHz; t is time interval in seconds.
2. For frequencies 100 kHz – 400 MHz, no additional constraint is imposed for brief intervals (the 6 minute average reference levels described in Table 5 are to be used). Where relevant, equivalent incident plane wave energy density can be used in place of incident plane wave energy density.
3. Peak spatial H_{inc} is to be used for frequencies >400 MHz – 6 GHz; H_{inc} is to be averaged over a 4 cm² (6 – 30 GHz) or 1 cm² (>30 – 300 GHz) square region in space, representative of body surface.
4. The exposure from any group of pulses, or subgroup of pulses in a train, delivered in t seconds, should not exceed the limits in this table.

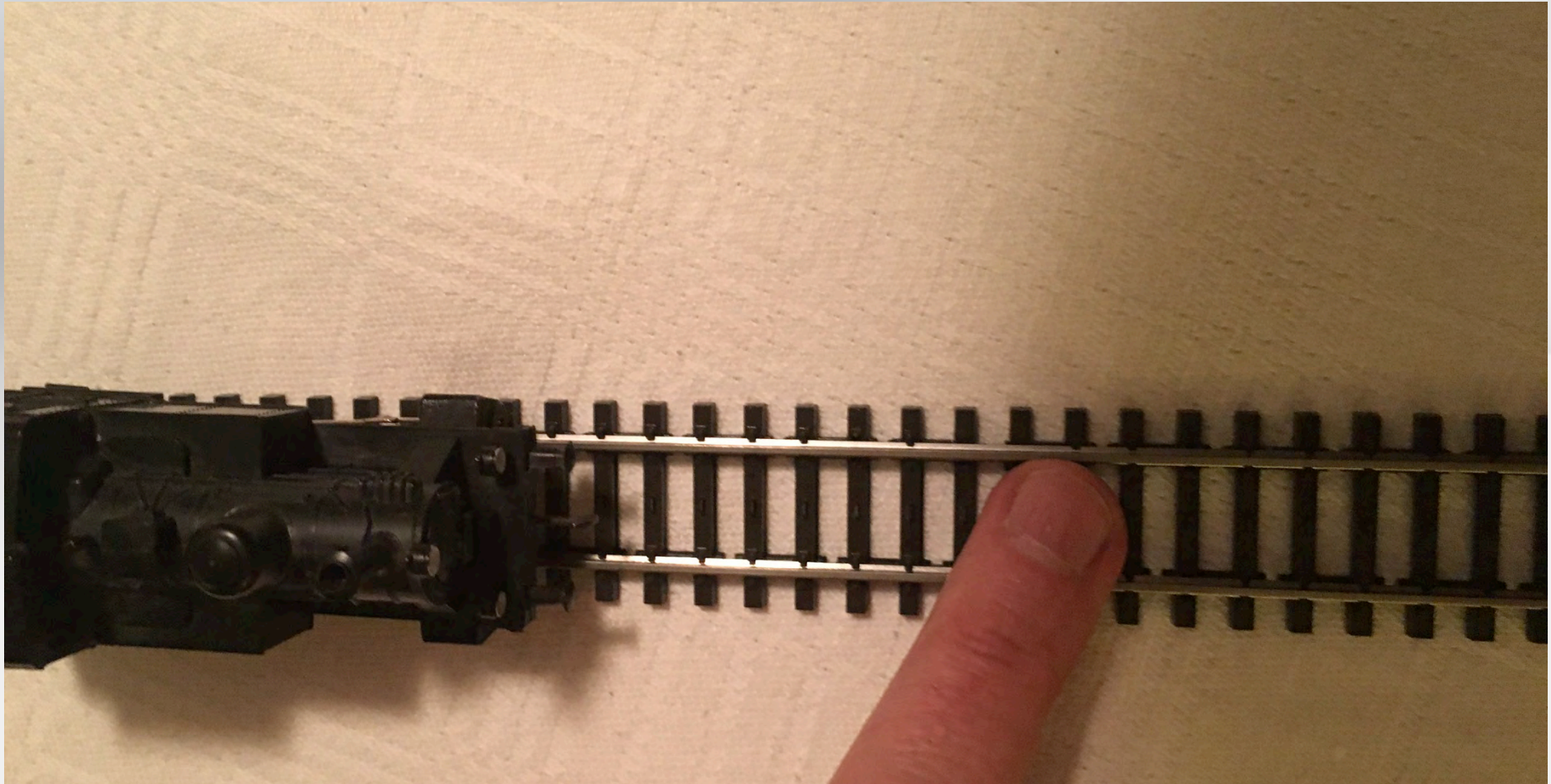
Slutsatser

- De flesta arbetsplatser har inga problem att klara gränsvärdena och behöver oftast inte göra några mätningar (Se vägledningens tabell 3.2)
- Tung industri, svetsning, metalsmältning, induktionsugnar etc kräver ofta mätningar för riskvärderingen.
- För att utföra mätningar mot insatsvärdena krävs hög kompetens och rätt instrumentering.
- Bedömningar mot gränsvärdena (datorsimuleringar); tag hjälp.

Slutsatser

- Simuleringen i högspänningsställverk visade att gränsvärdena klaras så länge ingen direktkontakt sker med jordade ledare.
- En oklarhet i direktivet är att insatsvärdet för kontaktström kan leda till att gränsvärdet för hälsoeffekter överskrids kraftigt.

Finger på Märklinräls inducerat $E_{\text{ind}} > 1000 \text{ V/m}$



Frågor

- Kontaktuppgift Yngve Hamnerius
- E-mail yhamnerius@yahoo.com
- Tel 070 – 308 8031