



Höga E-fält och arbetsmiljö

EMF-seminarium Energiforsk 2016-06-01

EMF

EU-direktivet 2013/35/EU och AFS 2016:3

Konsekvenser och åtgärder sett ur Svk:s perspektiv

Edward Friman

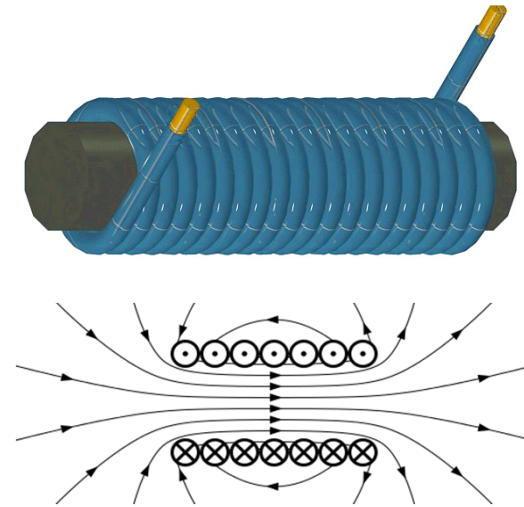
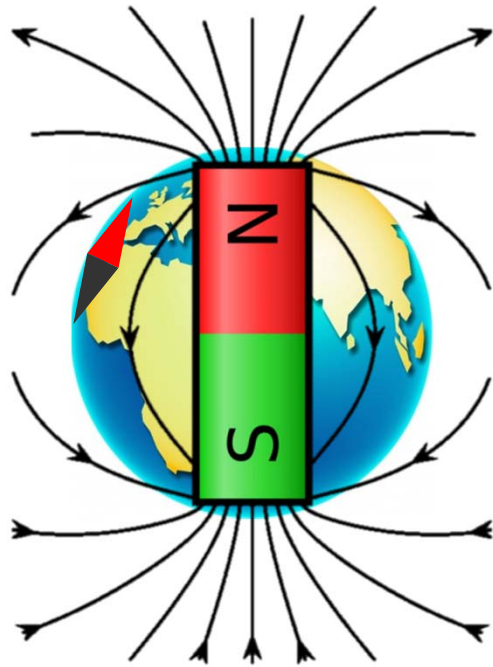
Innehåll:

- > EMF: Vad är magnetiska och elektriska fält
- > Bakgrund till Svks engagemang
- > Direktiv och föreskrifter
- > Svk:s tolkning av EU-direktiv 2013/35/EU
- > Uppmätta värden i anläggningar
- > Åtgärder vid arbete i E-fält

EMF = Elektromagnetiska fält

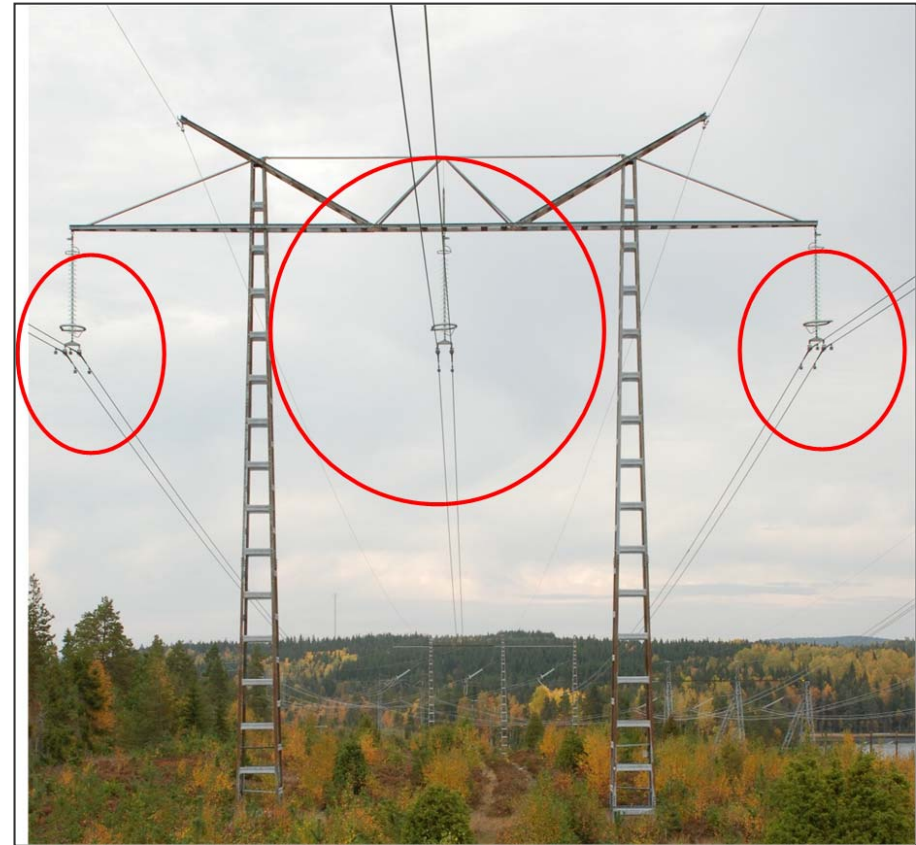
Vad är magnetfält och elektriska fält?

Magnetfält [T eller μT]



Magnetfält – B-fält

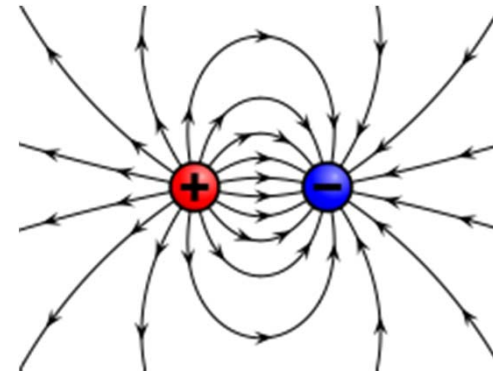
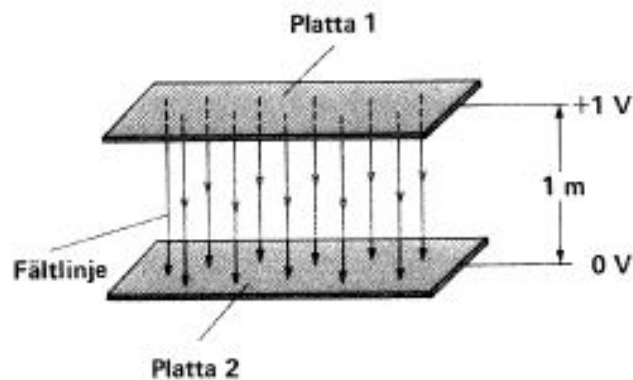
- Beror av ström och avstånd:
 - högre ström ger högre fält
 - kortare avstånd ger högre fält
- Slutna fältlinjer runt ledarna
- Svåra att skärma



EMF = Elektromagnetiska fält

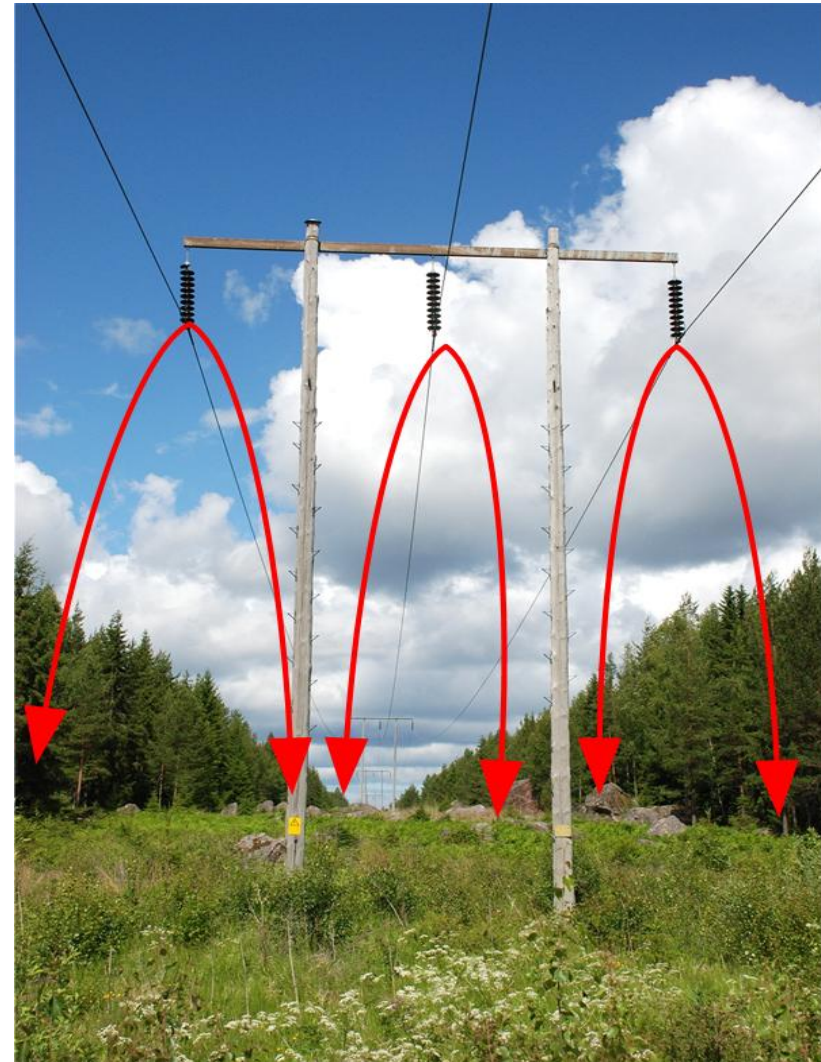
Vad är magnetfält och elektriska fält?

Elektriska fält [V/m eller kV/m]

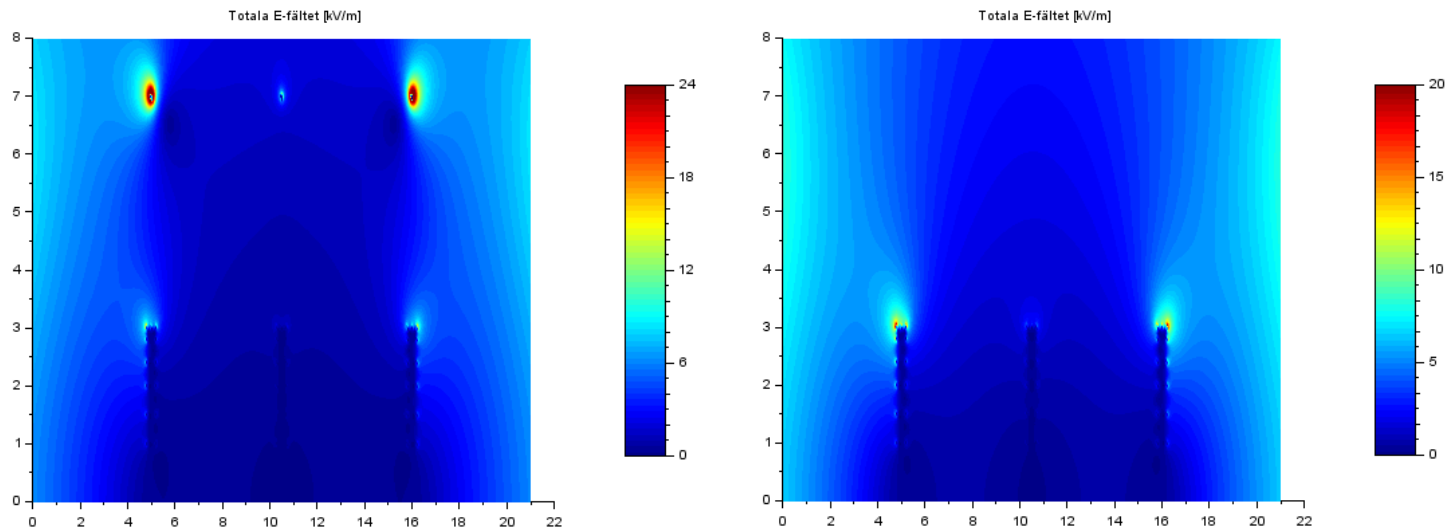


Elektriska fält – E-fält

- Beror av spänning och avstånd:
 - högre spänning ger högre fält
 - kortare avstånd ger högre fält
- Fältlinjer mellan ledare och jord (eller ledare med annan polaritet)
- Lätta att skärma
- Ledande metallstrukturer kan förstärka eller reducera fält



Elektriska fält – E-fält



Exempel på inhomogena E-fält
och hur de lätt kan ändras

Elektriska fält – E-fält

- Förstärkning sker även runt en person
- Fält skall mätas på plats i frånvaro av den exponerade personen (gäller både B- och E-fält)
- SS-EN 61786-1 och IEC 61786-2

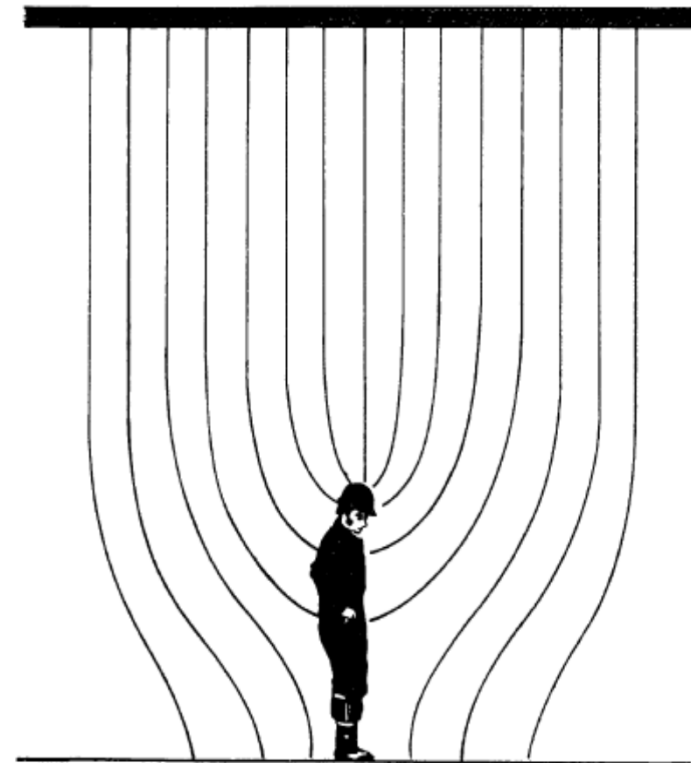


Bild: E-fält – deras inverkan och hur de undviks (Vattenfall o Sydkraft 1986)

Elektriska fält – E-fält: Gnisturladdningar

- ”Uppladdning” i ett E-fält:
 - Dåligt jordad person
 - Isolerat föremål
- Gnisturladdning sker vid beröring av:
 - Jordat föremål
 - Föremålet

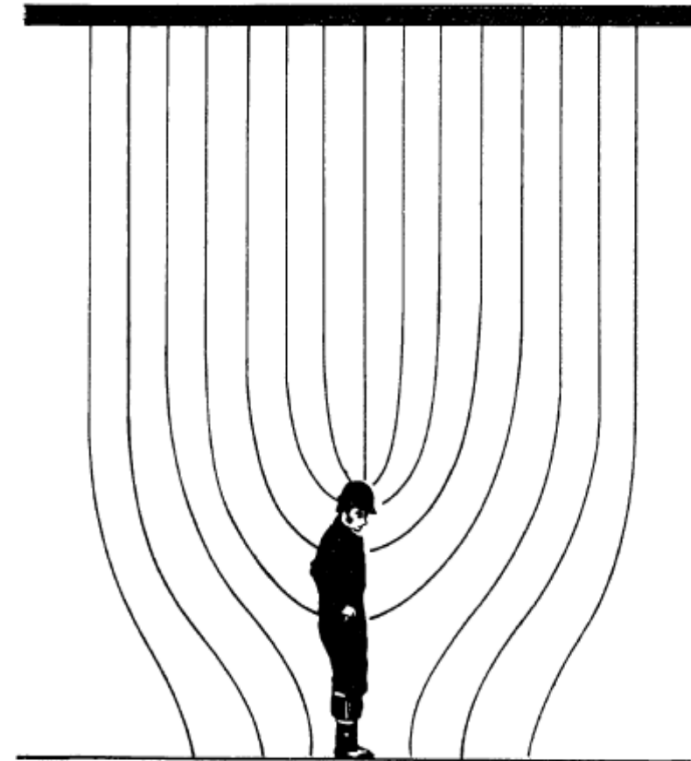


Bild: E-fält – deras inverkan och hur de undviks (Vattenfall o Sydkraft 1986)

Elektriska fält – E-fält: Kontaktström

- Stor bil kan ge ca 1 mA i kontinuerlig ström enl. EPRI om E-fältet är ca 10 kV/m
- Strömgenomgång:
- Tröskel för känsel: ca 0,5 mA
- Tröskel för muskelsmärtor och kramp: 5 - 10 mA
- Risk för hjärtkammerflimmer: ca 50 mA

Källa: IEC TS 60479-1

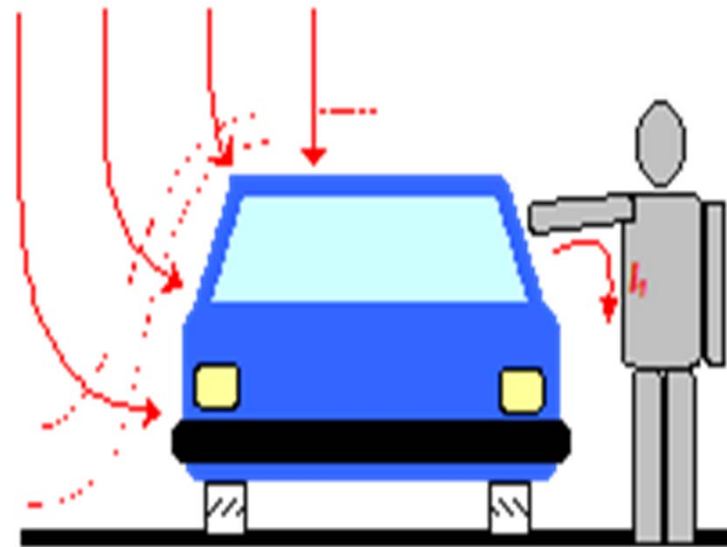


Bild : Francois Deschamps, RTE

Fält kontra strålning

Vid ca 10 kHz kan man möjligen börja tala om lågfrekvent elektromagnetisk strålning, mer rimligt kanske vid ca 100 kHz. Vid 50 Hz och normala övertoner talar man om elektromagnetiska fält där B- och E-fält kan behandlas separat. Vid strålning växelverkar fälten och kan inte behandlas separat.

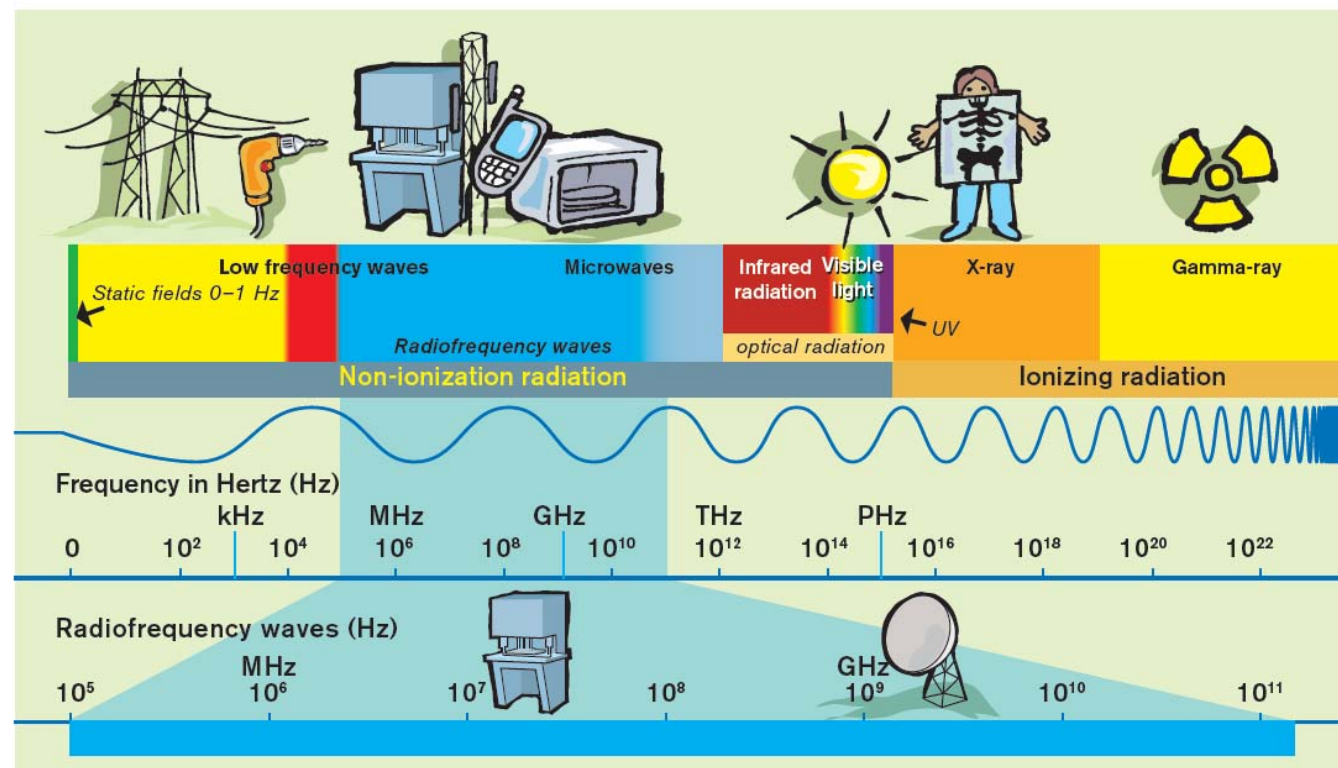


Bild: Mild, Sandström: EMF Risk assessment Guide, etui

Strålskyddslagen 1988:220: Med icke joniserande strålning avses optisk strålning, radiofrekventstrålning, lågfrekventa elektriska och magnetiska fält,

Höga E-fält och arbetsmiljö

Bakgrund

- > Problem i form av diffusa symptom (hälsoproblem) i 5 stationer:
 - > Strömma 2007
 - > Finnböle 2008
 - > Ekhyddan 2009
 - > Storfinnsforsen 2010
 - > Sege 2014
- > Symptom: Orkeslöshet/trötthet, sömnsvärigheter, irritation, huvudvärk, amalgamsmak i munnen och i vissa fall näsblod

Höga E-fält och arbetsmiljö

Bakgrund

> Sege:

- > I september, efter cirka 4-5 veckors markarbete, blev det känt för Svenska kraftnät att 15 av Skanskas personal upplevde hälsoproblem i form av huvudvärk, trötthet och amalgamsmak i munnen. Skanska stoppade allt arbete på platsen med undantag för arbete i maskiner.
- > Åtta personer som arbetade med betongfundament under inkommande högspänningsledningar fick gå hem på grund av hälsoproblemen.
- > Stor oro bland personalen på plats för kommande hälsokonsekvenser.

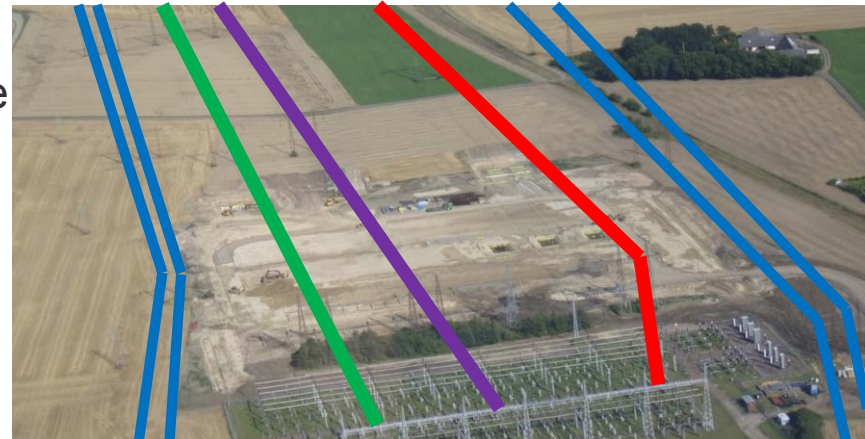


Foto: Stig-Olof Öster, ABB

Höga E-fält och arbetsmiljö

Hypotes

- > Besvären försvann och enbart den elektriska miljön ändrades.
- > Magnetfälten var låga relativt gränser medan E-fälten låg nära gränser (EU-direktiv 2013/35/EU)
- > Det var betongarbetare och snickare som i första hand drabbades medan maskinförare inte drabbades på samma sätt (skärmade mot E-fält i sina hytter)
- > E-fälten är den troliga orsaken
- > Verksamhetsprojekt startas

Höga E-fält och arbetsmiljö

- > Resultat från verksamhetsprojektet om E-fält:
 - > Riskanalyser vid planering av nya stationer och ledningar (används nu)
 - > Anvisning Arbete i E-fält (på internremiss)
 - > Anvisning Mätning och beräkning av E-fält (ska ut på internremiss)
 - > Informationsmaterial till arbetstagare, krav i EU-direktivet och AFS:en
- > Kommande arbete:
 - > Inarbete tänket i linjeorganisationen
 - > Uppdatering tekniska riktlinjer (m.fl. dokument)

[http://www.svk.se/aktorsportalen/
teknik-och-entreprenad/arbete-i-
elektriska-falt/](http://www.svk.se/aktorsportalen/teknik-och-entreprenad/arbete-i-elektriska-falt/)



ELEKTRISKA FÄLT – SÅ FUNGERAR DE OCH SÅ UNDVIKER DU BESVÄR

För den som ska arbeta i miljöer där det finns elektriska och magnetiska fält finns olika insatsnivåer och gränser för dessa fält i EU-direktivet för elektromagnetiska fält för arbetstagare. För Svenska kraftnäts anläggningar är magnetfälten långt under de satta värdena. De elektriska fälten kan däremot vara höga. Vi ger här förslag på hur du som arbetsgivare kan skydda din personal som ska arbeta i våra anläggningar.

Ramdirektiv 89/391/EEG

Åtgärder för att främja förbättringar av arbetstagarnas säkerhet och hälsa i arbetslivet

Särdirektiv:

89/656/EEG

Användning av personlig skyddsutrustning
AFS 2001:3

2006/25/EG

Artificiell optisk strålning
AFS 2014:8

2002/44/EG

Vibrationer
AFS 2015:5

2003/10/EG

Buller
AFS 2005:16

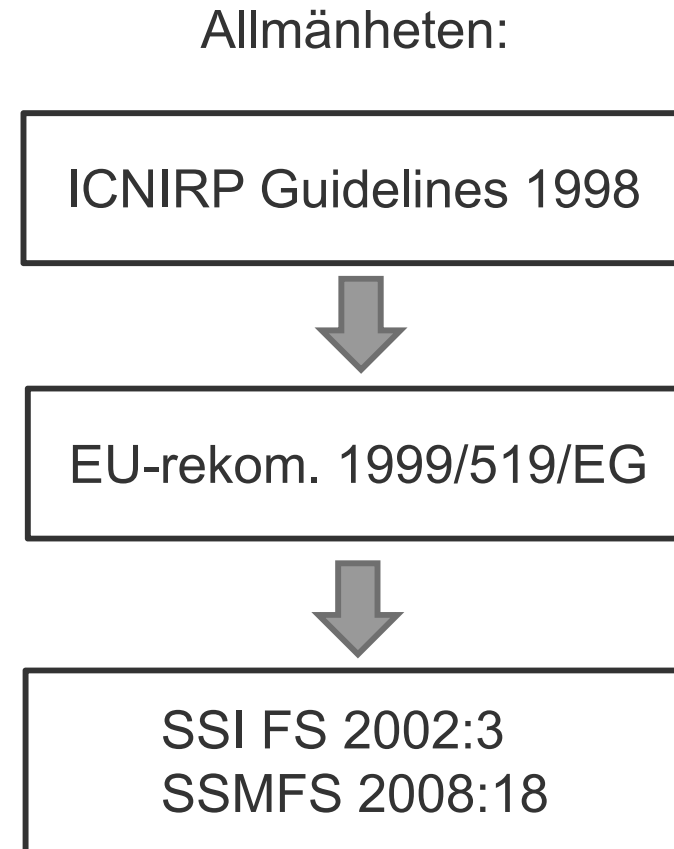
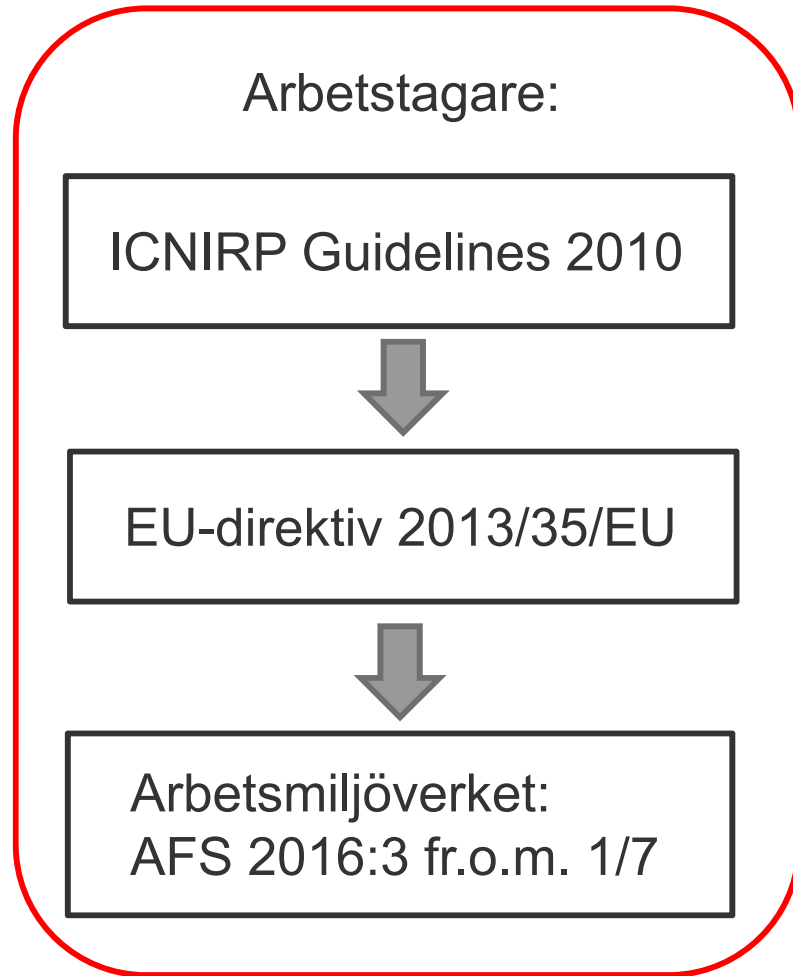
(2004/40/EG
2008/46/EG)

2013/35/EU

EMF

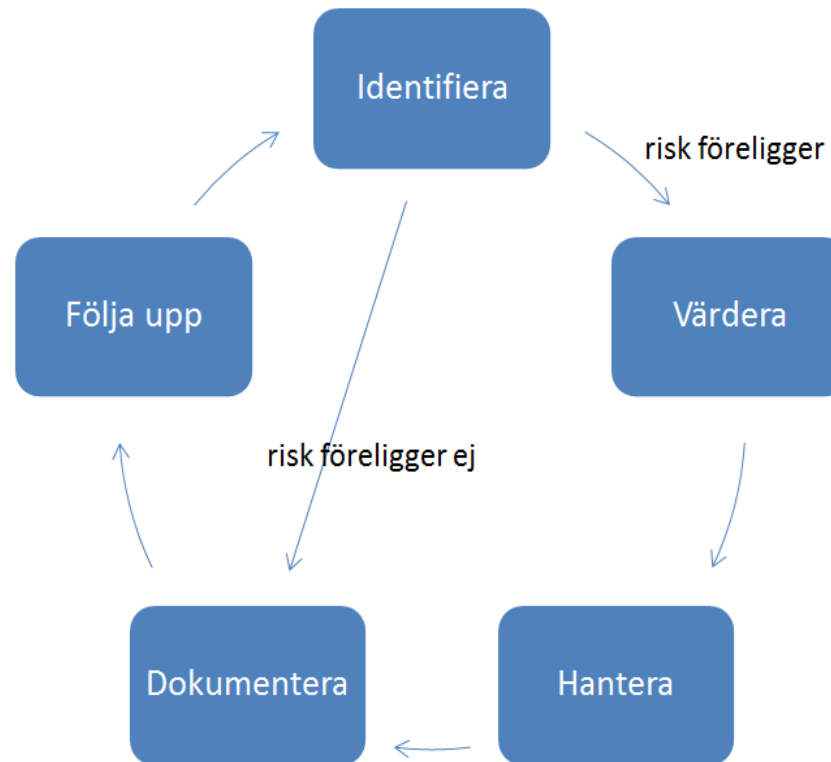
AFS 2016:3

Direktiv och föreskrifter - EMF



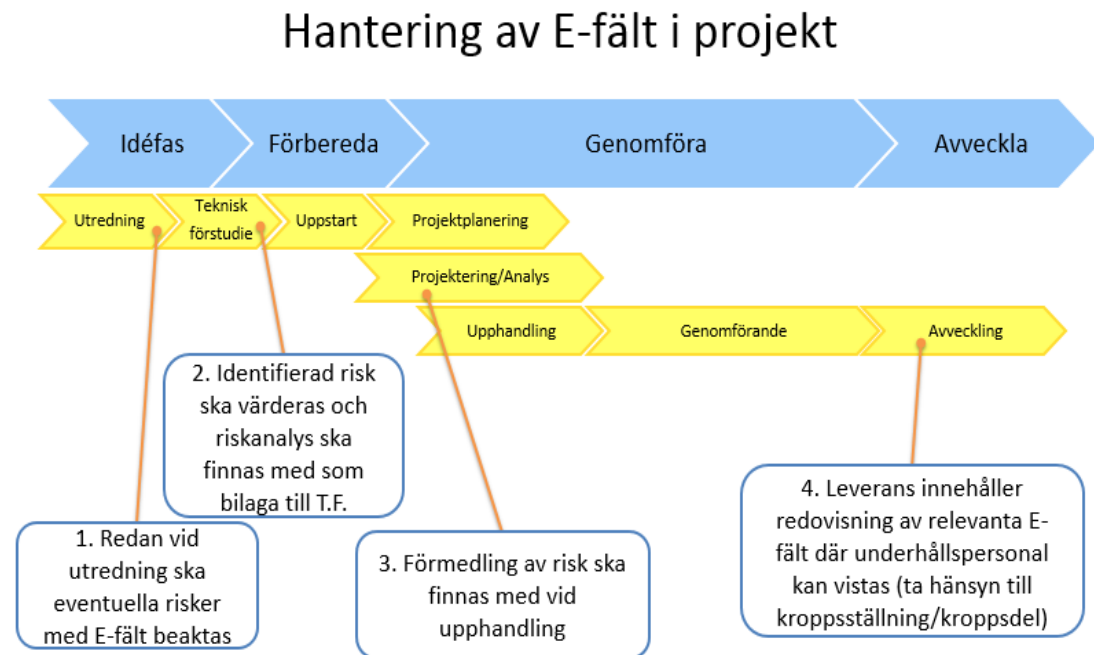
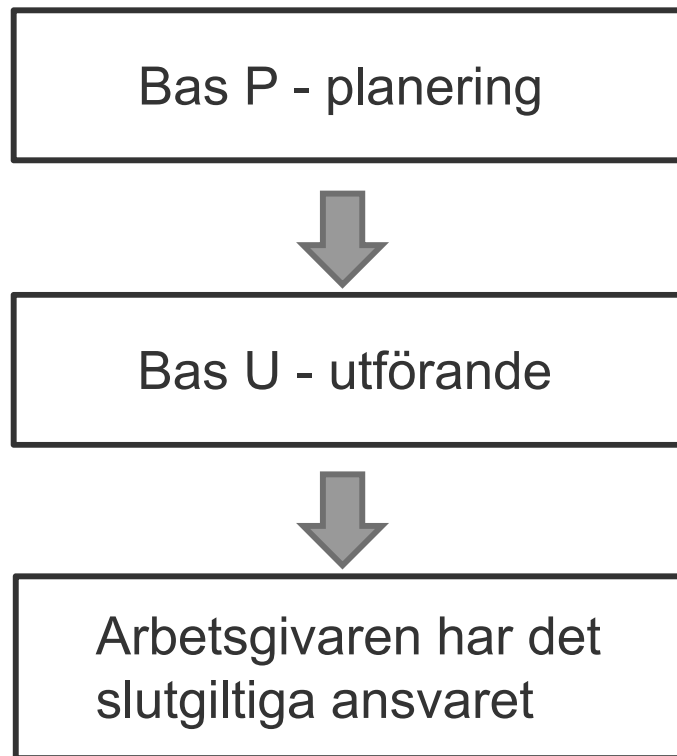
ICNIRP = International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection

Arbetsmiljö - Riksanalys



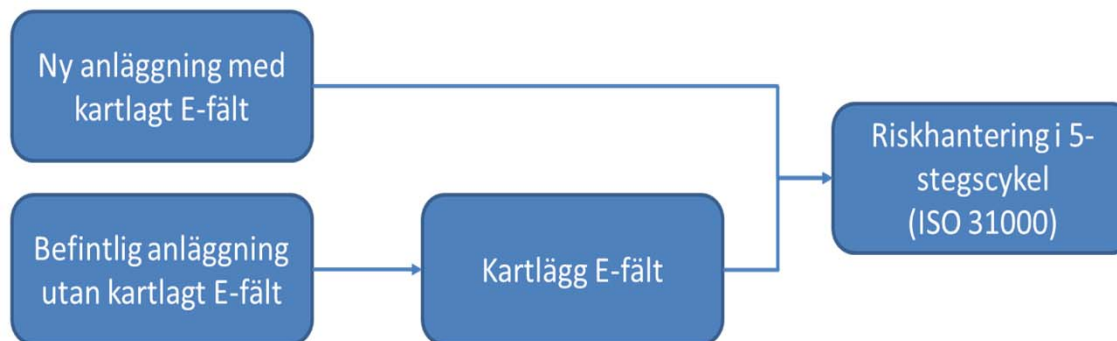
5-stegscykeln enl.
ISO 31000

Arbetsmiljö: Arbetsmiljöansvar projekt



Arbetsmiljö: Arbetsmiljöansvar underhåll

Hantering av E-fält i förvaltningskedet



Arbetsgivaren har det slutgiltiga ansvaret

ICNIRP (2010) o EU-direktivet (2013)

		Yrkesmässig verksamhet	
		Yttre fält:	Fält inne i kroppen:
	50 Hz fält		
ICNIRP Guidelines 2010:	E-fält:	Reference Values 10 kV/m	Basic restrictions 100 mV/m (CNS, huvud)
	B-fält:	1000 µT	0,8V/m (PNS, hela kroppen inkl. huvudet)
	Kontaktström	1 mA	
EU-direktiv 2013/35:	E-fält IN Låg	Insatsnivåer 10 kV/m	Gränser för inre E-fält 99 mV/m (sensoriska effekter, huvud)
	E-fält IN Hög	20 kV/m	778 mV/m (hälsoeffekter, hela kroppen inkl. huvudet)
	B-fält IN Låg	1000 µT	
	B-fält IN Hög	6000 µT	
	B-fält lokal exponering av extremiteter	18000 µT	
	Kontaktström	1 mA	

IN = Insatsnivå = Action Level = AL

Gränser för inre E-fält = Exposure Limit Values = ELV

CNS = Centrala nervsystemet

PNS = Perifera nervsystemet

2013/35/EU AFS 2016:3

50 Hz fält

Kontaktströmmar
Insatsnivå: 1 mA

Över Låg insatsnivå:
Utbildning/information.
Åtgärder för att minska allt
för kraftiga gnisturladdningar
och kontaktströmmar.

Påverkan på människor enligt EU-direktivet 2013/35/EU – ökande risk

Åtgärder för att minska fält krävs

Gränsvärde för hälsoeffekter (Exposure Limit Value, ELV Health Effects)

778 mV/m RMS, inre inducerat E-fält.

Avser det högst lokala värdet i **hela kroppen**, perifera nervsystemet PNS.

Utvärdering mot gränsvärden för hälsoeffekter krävs

Hög insatsnivå (Action Level High, AL High)

Mätta eller beräknade fält, där en arbetstagare kan ha en kroppsdel, i frånvaro av arbetstagaren. Interna inducerad E-fält överskrider inte gränsen för hälsoeffekter. Information /utbildning krävs. I förkommande fall krävs åtgärder för att minska gnisturladdningar och kontaktströmmar.

E-fält: 20 kV/m
B-fält: 6000 μ T

Extremiteter:
18000 μ T

Gränsvärde för sensoriska effekter (Exposure Limit Value, ELV Sensory Effects)

99 mV/m RMS, inre inducerat E-fält.

Avser **huvudet** och centrala nervsystemet (CNS). Övergående fenomen som fosfener, yrsel osv.

Låg insatsnivå (Action Level Low, AL Low)

Mätta eller beräknade fält, där en arbetstagare kan ha en kroppsdel, i frånvaro av arbetstagaren. Interna inducerade E-fält hamnar under gränser för sensoriska effekter och hälsoeffekter och gnisturladdningar är begränsade.

E-fält: 10 kV/m
B-fält: 1000 μ T

Utvärdering av arbetstager med speciella förutsättningar (gravida, pacemakers, osv).

OBS! Avser direkta effekter, ingen tidsfaktor.

EU-direktivet 2013/35/EU: AL - Action levels

AFS 2016:3: Insatsnivåer

- > AL motsvarar beräknade eller uppmätta faktiska värden för elektriska och magnetiska fält på arbetsplatsen i arbetstagarens frånvaro.
- > AL motsvarar maximala beräknade eller uppmätta värden där arbetstagarnas kropp befinner sig. Detta leder till en försiktig bedömning av exponeringen och automatisk efterlevnad av ELV under alla förhållanden med ojäm exponering. ... I situationer med en mycket lokal källa på ett avstånd av några centimeter från kroppen ska efterlevnad av ELV fastställas dosimetriskt, från fall till fall.

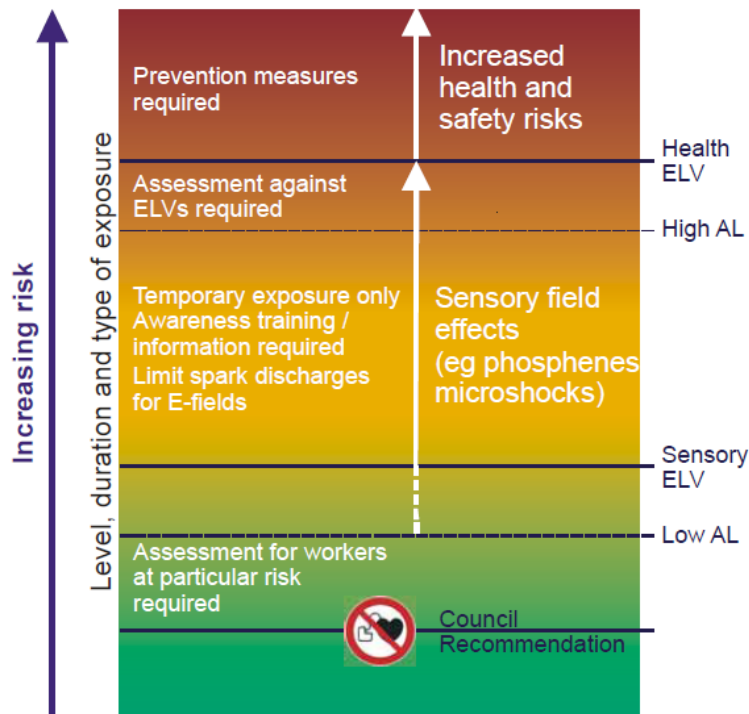
EU-direktivet: ELV - Exposure Limit Values

AFS 2016:3: Gränsvärden

- > ELV för sensoriska effekter för interna elektriska fält är lika med spatiala toppvärden i huvudet på den exponerade personen
- > ELV för hälsoeffekter för interna elektriska fält är lika med **lokala toppvärden i hela kroppen** på den exponerade personen
- > EU-direktivet eller AFS:en ger ingen hjälp att fastställa vad ELV:er motsvarar i yttre fält
- > ICNIRP ger hjälp i form av konverteringsfaktorer (har själva använt Dimbylow)

B-fält 50 Hz

FIGURE 6.3 Schematic showing relationship between exposure limit values and action levels



← ~13 mT, avser hela kroppen
 ← 6 mT inkl. huvudet

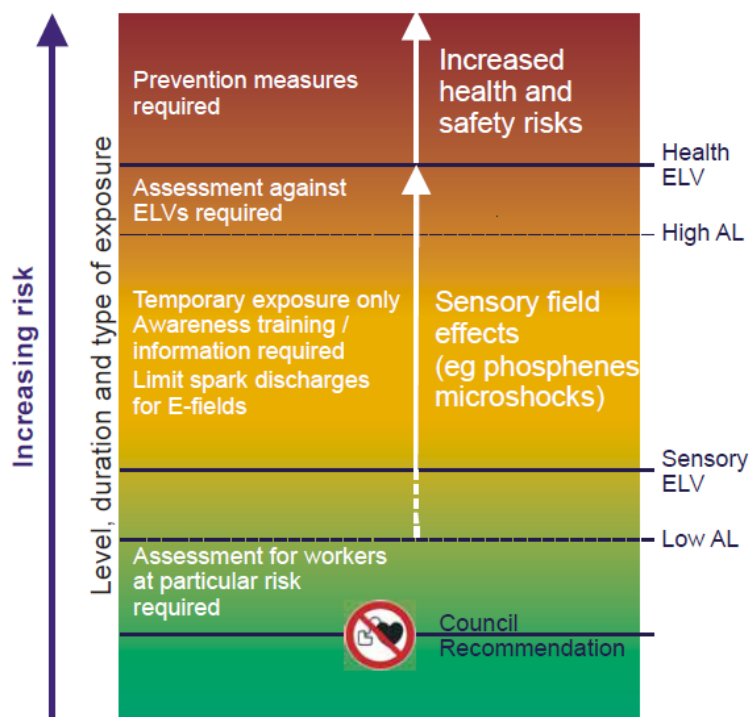
← ~3 mT, avser huvudet
 ← 1 mT = 1000 µT

Logiskt
 OBS! 13 mT erhålls med
 60 mV/m/mT, inte Dimbylow

Bild från EU-kommissionens "Non-binding guide to good practice for Implementing Directive 2013/35/EU 'Electromagnetic Fields'"

E-fält 50 Hz

FIGURE 6.3 Schematic showing relationship between exposure limit values and action levels



Om man använder Dimbylow's konverteringsfaktorer mellan yttre och inre E-fält erhålls:

← ~24 kV/m, avser hela kroppen
← 20 kV/m inkl. huvudet

← ~50 kV/m, avser huvudet
← 10 kV/m

Detta är inte logiskt, tveksamt detta är genomtänkt.

Lägsta värde för yttre E-fält m.a.p. sensoriska effekter och "värsta" konverteringsfaktorn i ICNIRP ger 38 kV/m.

Tillämpning: Magnetfält (B-fält) 50 Hz

- > För transmissionsnätet ses inga större problem med avseende på magnetfält.
 - > Markkablar som går upp till anslutningar i stationer kan ge problem om man använder dem som huvudkuddar (utan hjälm på huvudet).
 - > AMS-arbete kan möjligen närma sig nivåerna.
- > Produktionsanläggningar kan få höga magnetfält före step-up transformatorer
- > Andra yrkesområden torde få större problem (ugnar m.m.)

ICNIRP o EU-direktivet

		Yrkesmässig verksamhet	
		Yttre fält:	Fält inne i kroppen:
	50 Hz fält	Reference Values	Basic restrictions
ICNIRP Guidelines 2010:	E-fält:	10 kV/m	100 mV/m (CNS, huvud)
	B-fält:	1000 μ T	0,8V/m (PNS, hela kroppen inkl. huvudet)
	Kontaktström	1 mA	
		Insatsnivåer	Gränser för inre E-fält
EU-direktiv 2013/35:	E-fält IN Låg	10 kV/m	99 mV/m (sensoriska effekter, huvud)
	E-fält IN Hög	20 kV/m	778 mV/m (hälsoeffekter, hela kroppen inkl. huvudet)
	B-fält IN Låg	1000 μ T	
	B-fält IN Hög	6000 μ T	
E-fält ???	B-fält lokal exponering av extremiteter	18000 μT	
	Kontaktström	1 mA	

IN = Insatsnivå = Action Level = AL

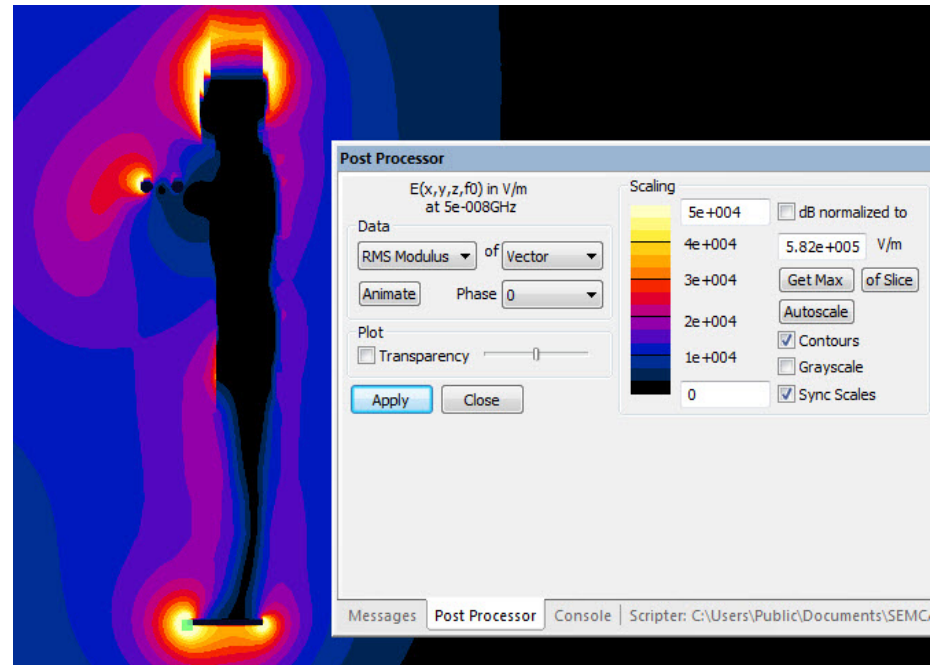
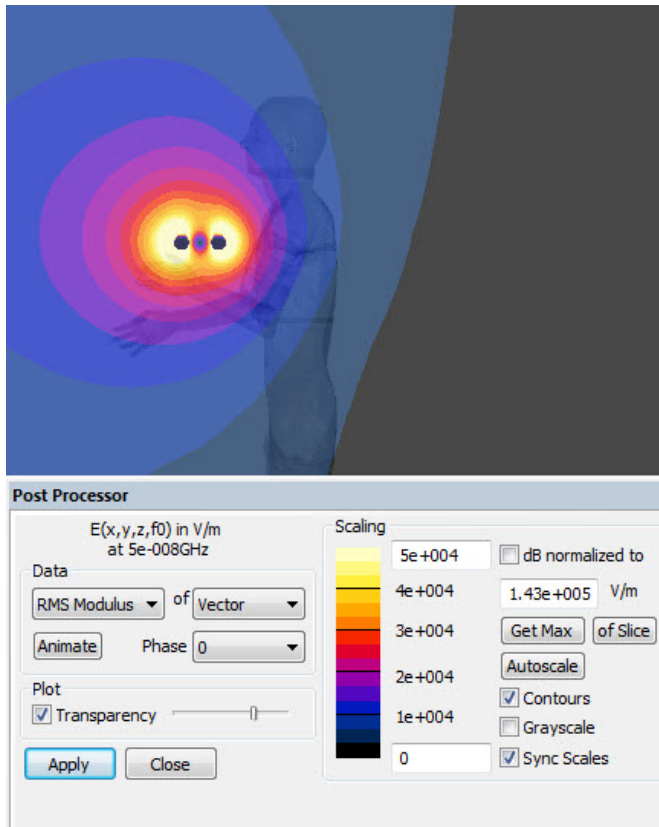
Gränser för inre E-fält = Exposure Limit Values = ELV

CNS = Centrala nervsystemet

PNS = Perifera nervsystemet

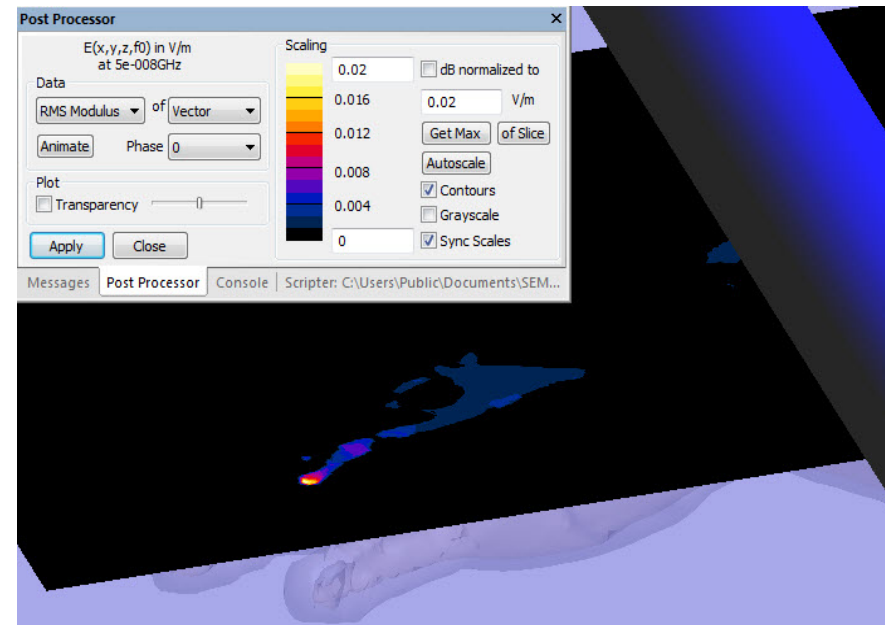
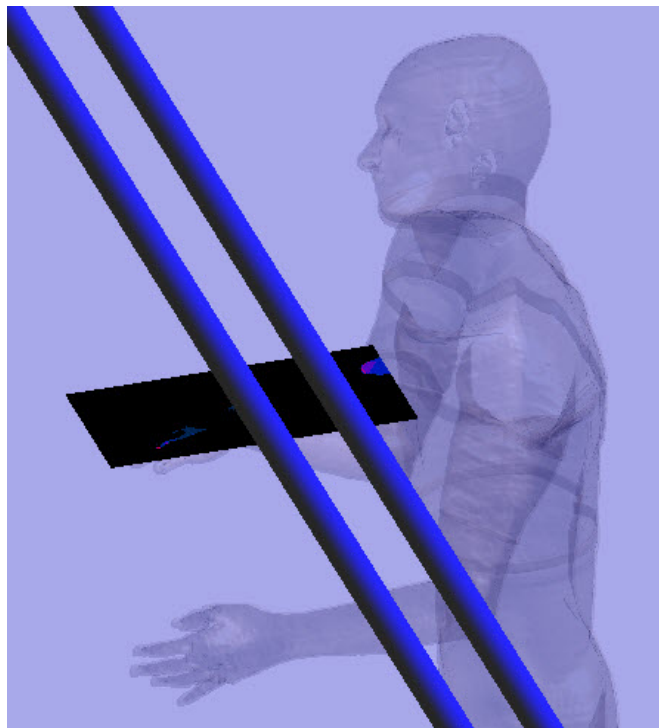
Beräkningar av inre E-fält

(Yngve Hamnerius, Tomas Nilsson)



Beräkningar av inre E-fält

(Yngve Hamnerius, Tomas Nilsson)



Tillämpning: Elektriska fält (E-fält) 50 Hz (Svenska kraftnät)

- > Högsta E-fält där någon kroppsdel ska placeras är 24 kV/m
- > Undantag: Arm/hand kan placeras i inhomogena fält med fältstyrkan upp mot 50 kV/m, vid mycket små exponeringsytor ännu högre (begränsas till armar/händer pga att det ger en begränsad exponeringsyta och undvikande av obehagskänslor vid exponering av huvud och kropp).
 - > Homogena fält begränsas till 20 kV/m (Action Level High, hög insatsnivå i AFS)
- > Ovanstående kan komma att ändras när den kommande EN-standarderna utkommit och/eller mer kunskap erhålls.

Tillämpning: Elektriska fält (forts.)

- > I övrigt enligt direktivets Action Levels (insatsnivåer i AFS) :
- > E-fält > 10 kV/m (Action Level Low): Begränsning av gnisturladdningar och kontaktströmmar samt information/utbildning av arbetstagare om E-fält, gnisturladdningar och kontaktströmmar
- > Största tillåtna kontinuerliga kontaktström: 1 mA rms

Tillämpning: Elektriska fält (forts.)

- > Höga E-fält (> 24 kV/m) kan förekomma vid:
 - > byggnation eller rivning under spänningssatta ledare (framför allt 400 kV-ledningar)
 - > byggnation eller rivning invid vid spänningssatta ledare
 - > underhållsarbeten i ställverk (framför allt 400 kV-ställverk)
 - > klättring i stolpar på spänningssatta ledningar
 - > ANS- och AMS-arbeten (AMS utan skyddsdräkt)

Exempel på höga värden och inhomogena E-fält



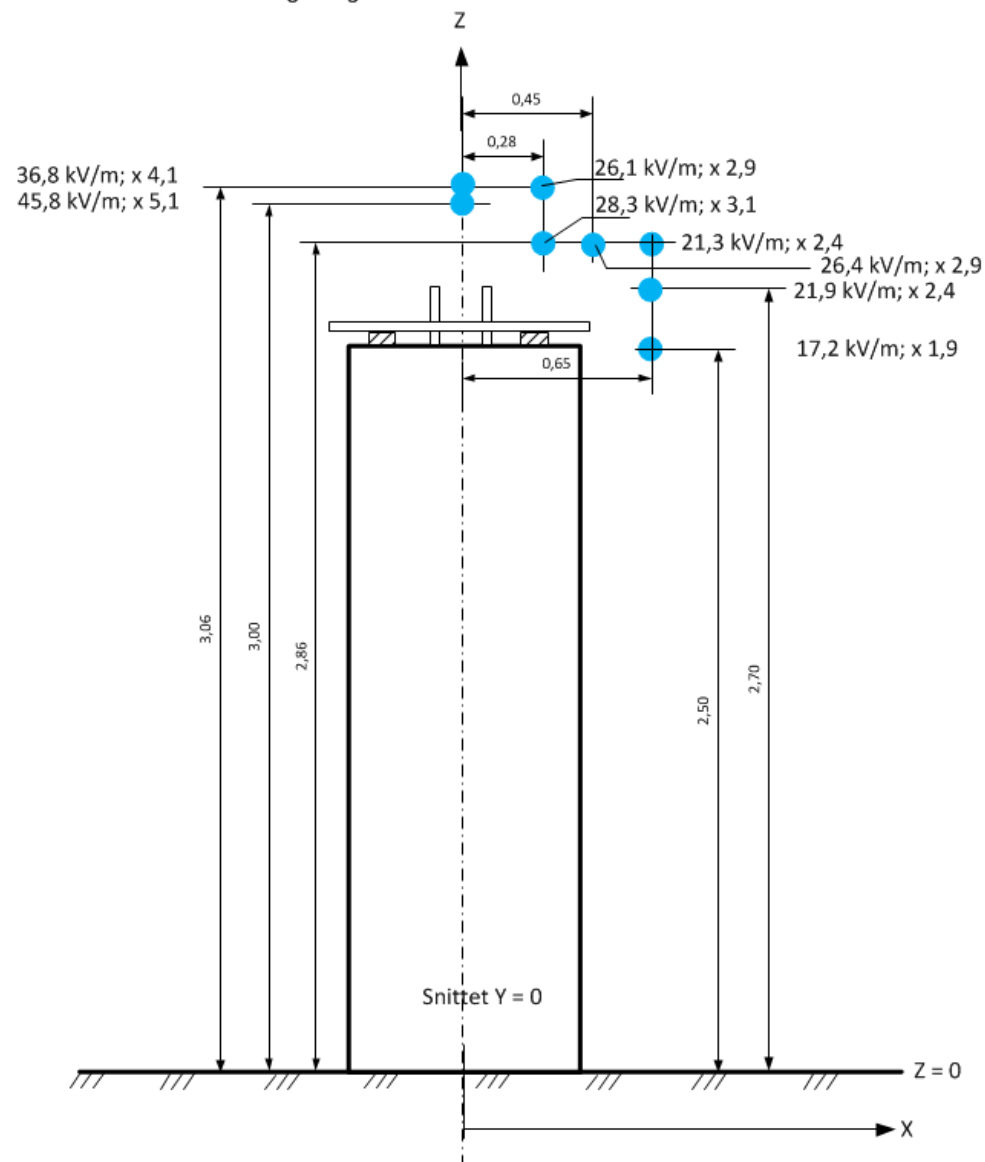
Mätt värde: 27 kV/m

Fältmätning med toppbricka och fundamentbultar och byggnadsställning



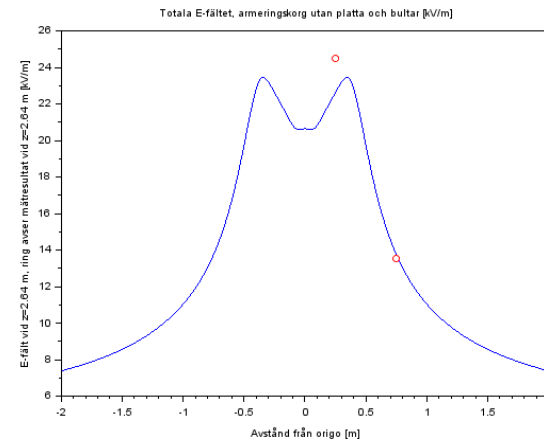
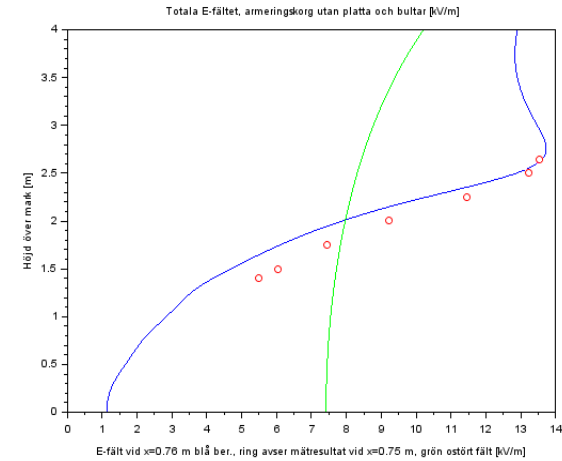
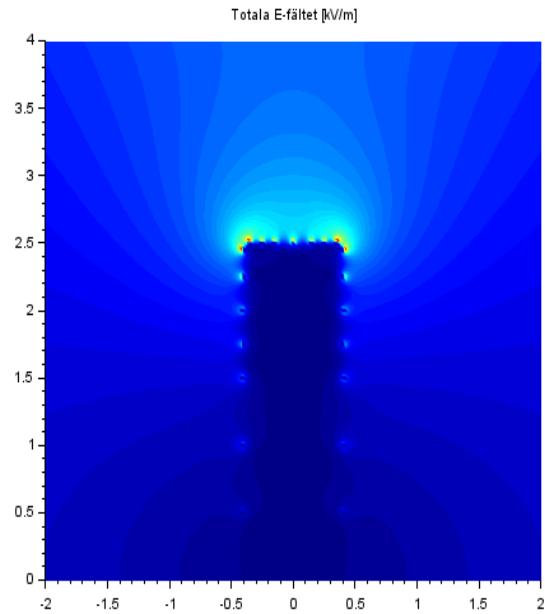
Fältstyrka invid armeringskorg med toppbricka och bultar, med ojordad byggnadsställning

Uppmätt totalfält i kV/m
 Beräknad fältförstärkning relativt 9,0 kV/m 2,5 m ovan golv
 Jordad armeringskorg



Källa: STRI AB, Rapport R15-1088

Elektriskt fält – E-fält

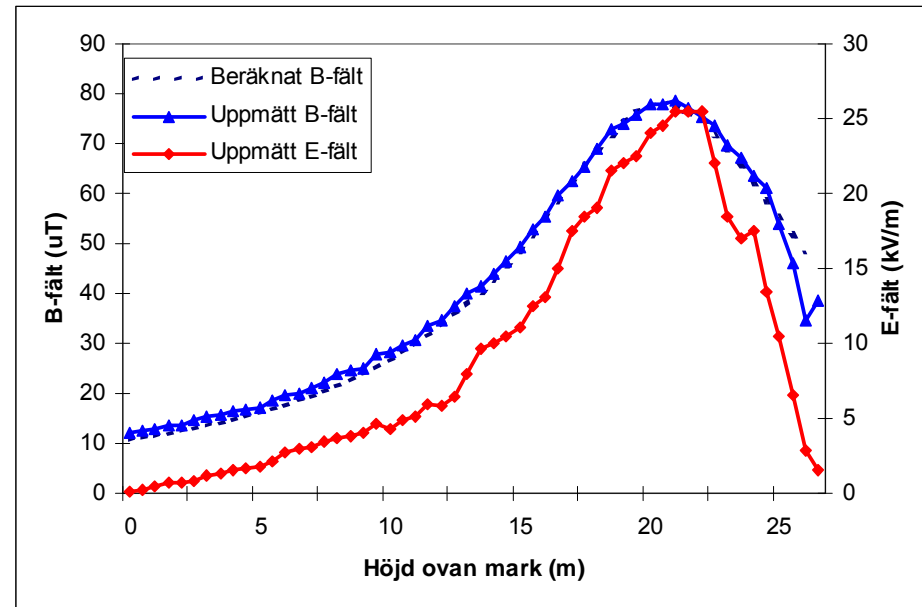
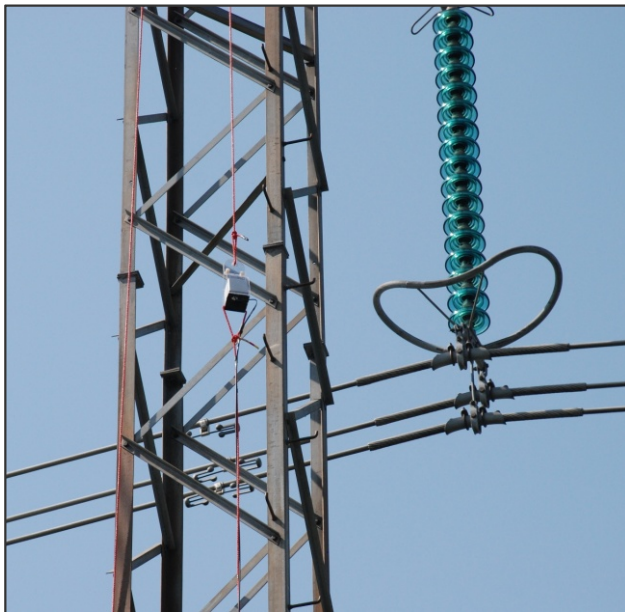


Exempel på inhomogena

Arbetsställningar och höga värden



Mätta fält längs ett 400 kV ledningsstolpben

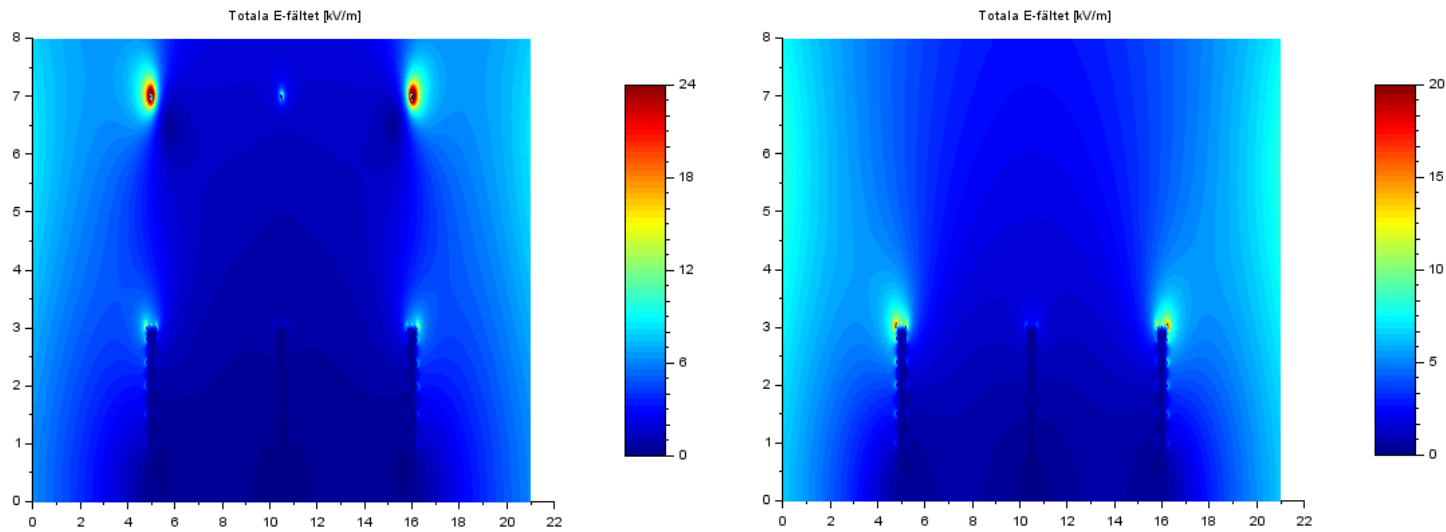


Källa: STRI AB, Elforsk EMF presentation

Allmänna åtgärder vid planering

- Beräkna det ostörda E-fältet (utan metallstrukturer)
- Eventuell mätning och/eller beräkning av E-fält för arbetsmoment som bedöms behöva utföras i hög E-fältstyrka, annars bedömning utifrån kända förstärkningsfall (får bedömmas från fall till fall)
- Sammanställ och tillhandahåll informationsmaterial gällande E-fält för berörd personal
- Informera berörd personal
- **OBS! Hantering av risker med E-fält får inte öka den totala riskbilden utan att det hanteras !!!!**

Elektriskt fält – E-fält



Detaljberäkning för ett fack

Åtgärder minska exponering av E-fält

- Utför arbeten utanför områden med högt E-fält
- Spänningsavbrott under arbetet
- Prefab (t.ex. fundament eller förmontage av kontrollkablar)
- Arbeta under jordad skärmbur
- Arbeta från maskinhytt (t.ex. med radiostyrd utrustning)



Åtgärder (forts.)

- Arbete bredvid jordat stativ e.d., eventuellt med ett högt temporärt stativ som flyttas
- Skylift med jordad skärmbur
- Arbete utförs med utskjuten jordad kranarm över arbetsplatsen
- Arbete med skyddsdräkt (ex.vis AMS-dräkt)

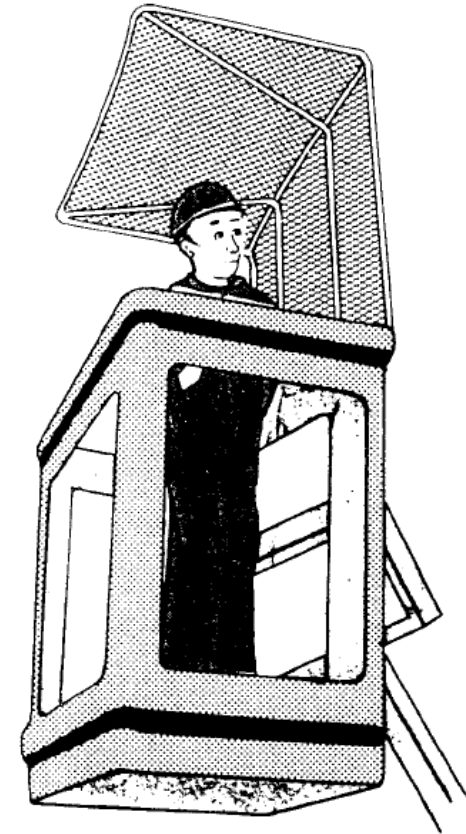
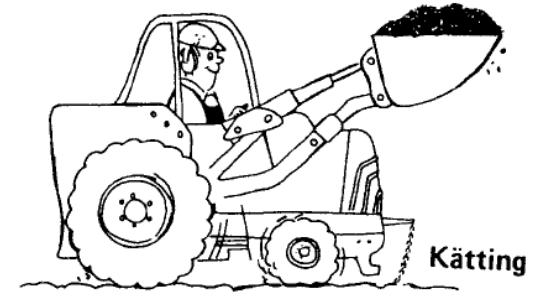


Bild: E-fält – deras inverkan och hur de undviks (Vattenfall o Sydkraft 1986)

Åtgärder minska risken för gnisturladdningar

- Minska exponering av E-fält enligt föregående
- Potentialutjämna, t.ex. jorda maskiner för att undvika gnistbildning och stötar
- Personlig skyddsutrusning, ex.vis ESD- armband med banan-kontakter.



Bilder: STRI och Vattenfalls o Sydkrafts E-fältsbroschyr

Krångligt? AFS 2016:3 föreskriver:

31 § Arbetsgivaren ska säkerställa att de arbetstagare, som sannolikt kan komma att utsätta för risker på grund av elektromagnetiska fält på arbetsplatsen, eller deras företrädare får ta del av all **nödvändig information och utbildning om** resultatet av den riskbedömning som föreskrivs i 14-16 §§, särskilt när det gäller:

1. åtgärder som vidtas för att tillämpa dessa föreskrifter,
2. **värdena och principerna om gränsvärden för exponering och insatsnivåer, de därmed sammanhängande eventuella riskerna och de förebyggande åtgärder som vidtas,**
3. eventuella indirekta effekter av exponeringen,
4. resultaten av bedömningen, mätningen eller beräkningarna av exponeringsnivåerna för elektromagnetiska fält som genomförs i enlighet med 13-15 §§,
5.

**Hantering av risker med E-fält får inte öka
den totala riskbilden utan att det hanteras !!!!**

Tack för uppmärksamheten!
Kommentarer?!