



Europeiska
kommissionen

Icke-bindande vägledning
till god praxis
vid tillämpningen av
direktiv 2013/35/EU

Elektromagnetiska fält

Volym 1: Praktisk vägledning

Denna publikation har fått ekonomiskt stöd från EU: s program för sysselsättning och social innovation "EASI" (2014–2020).

För ytterligare information, vänligen kontakta: <http://ec.europa.eu/social/easi>

Icke-bindande vägledning
till god praxis
vid tillämpningen av
direktiv 2013/35/EU

Elektromagnetiska fält

Volym 1: Praktisk vägledning

Europeiska kommissionen
Generaldirektoratet för sysselsättning, socialpolitik och inkludering
Enhet B3

Manuskriptet färdigställdes i november 2014

Varken Europeiska kommissionen eller någon annan part som verkar i kommissionens namn kan ta ansvar för hur informationen i denna publikation används.

De länkar till webbsidor som finns i texten var korrekta vid manuskriptets färdigställande.

Omslagsfoto: © Corbis

För all användning eller återgivning av foton som inte omfattas av Europeiska unionens upphovsrätt måste tillstånd sökas direkt från innehavaren av upphovsrätten.

Europa Direkt är en tjänst som hjälper dig
att få svar på dina frågor om EU.

Avgiftsfritt telefonnummer (*):

00 800 6 7 8 9 10 11

(* Den information som tillhandahålls är kostnadsfri, liksom de flesta telefonsamtal (vissa operatörer, telefonkiosker eller hotell kan ta ut en samtalsavgift).

En stor mängd övrig information om Europeiska unionen är tillgänglig på internet via Europa-servern (<http://europa.eu>).

Luxemburg: Europeiska unionens publikationsbyrå, 2015

ISBN 978-92-79-45905-4 (pdf)

doi:10.2767/9804 (pdf)

© Europeiska unionen, 2015

Kopiering tillåten med angivande av källan.

SAMMANFATTNING

En praktisk vägledning har utarbetats för att hjälpa arbetsgivare, särskilt små och medelstora företag, att förstå vad de behöver göra för att efterleva kraven i direktivet om elektromagnetiska fält (2013/35/EU). De allmänna bestämmelserna för att skydda arbetstagarnas hälsa och säkerhet inom EU finns i ramdirektivet (89/391/EEG). Direktivet om elektromagnetiska fält ger främst närmare upplysningar om hur målen i ramdirektivet ska uppnås i den särskilda situation då arbete utförs med elektromagnetiska fält.

Många av de verksamheter som bedrivs på moderna arbetsplatser ger upphov till elektromagnetiska fält, bland annat användning av elektrisk utrustning och många vanligt förekommande kommunikationsenheter. Trots detta är exponeringsnivåerna mycket låga på de flesta arbetsplatser och innebär ingen risk för arbetstagarna. Även när starka fält genereras minskas dessa normalt snabbt med avståndet. Det innebär att om arbetstagarna inte behöver gå nära utrustningen så är det ingen risk. Eftersom de flesta fält är elektriskt genererade försvinner de dessutom när strömmen stängs av.

Risker för arbetstagare kan uppkomma av både direkta effekter av fälten på kroppen och indirekta effekter på grund av föremål som finns i fältet. De direkta effekterna kan vara icke-termiska eller termiska. En del arbetstagare kan vara särskilt utsatta för risker på grund av elektromagnetiska fält. Till dessa arbetstagare hör sådana som har aktiva inopererade medicinska enheter eller passiva medicinska enheter och arbetstagare med medicinska enheter som bärs på kroppen samt gravida arbetstagare.

För att hjälpa arbetsgivare att genomföra en inledande bedömning av sina arbetsplatser innehåller vägledningen en tabell över vanligt förekommande arbetssituationer. I tabellens tre kolumner anges situationer som kräver särskild bedömning för arbetstagare med aktiva inopererade medicinska enheter, arbetstagare som är utsatta för särskilda risker och samtliga arbetstagare. Tabellen bör kunna hjälpa de flesta arbetsgivare att fastställa att det inte finns några risker på grund av elektromagnetiska fält på deras arbetsplatser.

Även för arbetstagare som har inopererade aktiva medicinska enheter brukar det räcka att se till att de följer de praktiska anvisningar som de har fått från den sjukvårdspersonal som ansvarar för deras vård. Det finns en bilaga som hjälp för arbetsgivare som behöver bedöma risken för arbetstagare som är utsatta för särskilda risker.

I den sista kolumnen i tabellen identifieras arbetssituationer som förväntas ge upphov till starka fält och för dessa krävs det normalt att arbetsgivarna följer ett mer ingående bedömningsförfarande. Ofta utgör dessa fält en risk enbart för arbetstagare som är särskilt utsatta för risker, men i ett antal fall kan det förekomma risker på grund av direkta eller indirekta effekter av elektromagnetiska fält för alla arbetstagare. I dessa fall måste arbetsgivaren överväga att genomföra ytterligare skyddande eller förebyggande åtgärder.

Den praktiska vägledningen ger råd om att genomföra en riskbedömning som bör överensstämma med en rad allmänt använda riskbedömningsförfaranden, inbegripet det interaktiva onlineverktyget för riskbedömning (OiRA) som tillhandahålls av Europeiska arbetsmiljöbyrån.

Under bedömningen av risker kan det ibland vara nödvändigt att arbetsgivarna jämför information om de fält som förekommer på arbetsplatsen med insatsvärden och gränsvärden för exponering som anges i direktivet om elektromagnetiska fält. Om fälten på arbetsplatsen är låga är sådana jämförelser normalt inte nödvändiga och arbetsgivarna tillråds i stället att utnyttja generell information som de ovannämnda tabellerna.

Om det är nödvändigt att göra jämförelser med insatsvärden eller gränsvärden för exponering uppmanas arbetsgivarna att utnyttja information som är tillgänglig från tillverkare eller databaser och om möjligt undvika att genomföra egna bedömningar. För arbetsgivare som måste genomföra egna bedömningar innehåller vägledningen råd om metoder och särskilda frågor som att hantera ojämna fält, multifrekvenssummering och tillämpning av "weighted peak"-metoden.

Om arbetsgivare behöver genomföra ytterligare skyddande eller förebyggande åtgärder ger vägledningen ytterligare råd om de alternativ som kan vara tillgängliga. Det är viktigt att betona att det inte finns en enda lösning på alla risker med elektromagnetiska fält och att arbetsgivare bör överväga alla tillgängliga alternativ så att de väljer dem som är mest lämpliga för deras situation.

Det har sedan en tid varit erkänt att användningen av MRT (magnetisk resonanstomografi) inom hälso- och sjukvården kan leda till en exponering av arbetstagare som överskrider de gränsvärden för exponering som anges i direktivet om elektromagnetiska fält. MRT är en viktig medicinsk teknik som är av stor betydelse för diagnos och behandling av sjukdomar. Därför görs ett villkorligt undantag för MRT från kraven att följa gränsvärdena för exponering i direktivet om elektromagnetiska fält. I en bilaga till vägledningen som utarbetats i samråd med berörda intressenter lämnas praktiska råd till arbetsgivare om att uppnå överensstämmelse med villkoren i undantaget.

I volym 2 presenteras tolv fallstudier som visar arbetsgivare hur bedömningar genomförs och som illustrerar vissa av de förebyggande och skyddande åtgärder som kan väljas och genomföras. Fallstudierna presenteras som allmängiltiga arbetsplatser men har sammanställts från verkliga arbetssituationer. Många av de situationer som bedöms i fallstudierna ger upphov till starka fält. I vissa fall innebar det en risk enbart för arbetstagare som är särskilt utsatta för risker vilka kunde undantas från området med starka fält. I andra fall fanns det potentiella risker för alla arbetstagare, men det var inte nödvändigt att de befann sig i området medan det starka fältet genererades.

Förutom MRT (som diskuterats ovan), identifierades två andra situationer som rutinmässigt kunde leda till att arbetstagare exponeras över gränsvärdena för exponering.

Den mest allmänt använda av dessa var motståndssvetsning. Det är en process som bygger på höga strömstyrkor och ofta ger upphov till magnetiska flödestätheter nära eller över de insatsnivåer som anges i direktivet om elektromagnetiska fält. För manuella svetsprocesser måste operatören vara nära källan till fältet. För de situationer som granskades i fallstudierna och på annat håll överskreds de lägre insatsnivåerna ibland tillfälligt. I samtliga fall, överskreds inte den högre insatsnivån eller så visade modellering att gränsvärdena för exponering inte överskreds. I de flesta fall kan således riskerna hanteras genom enkla åtgärder som att lämna information och utbilda arbetstagarna så att de förstår riskerna och hur de kan minimera exponeringen genom att använda utrustningen på avsett sätt. Trots detta är det möjligt att en minoritet av manuella processer för motståndssvetsning kan leda till exponering över de gränsvärden för exponering som anges i direktivet om elektromagnetiska fält. Det är troligt att företrädare för sektorer som utnyttjar sådan teknik behöver kontakta myndigheterna i respektive medlemsstat för att ansöka om ett undantag för att fortsätta använda denna utrustning tillfälligt för att få tid att byta till andra verktyg.

Den andra situationen som gav upphov till hög exponering var användning av transkraniell magnetstimulering inom medicin. Detta förfarande är mindre vanligt än MRT, men ändå en viktig och allmänt använd teknik inom både terapi och diagnos. Under behandling brukar applikatoren vara placerad över patientens huvud i ett lämpligt stativ. Eftersom terapeuten inte behöver befinna sig alldeles intill utrustningen under driften bör det vara enkelt att begränsa exponeringen av arbetstagare. I diagnostiska tillämpningar används däremot för närvarande manuell manipulering av applikatoren och ger därför oundvikligen upphov till höga exponeringar av arbetstagare. Utveckling av lämplig distansstyrd utrustning skulle göra det möjligt att minska exponeringen av arbetstagare.

Sammanfattningsvis har vägledningen utformats som moduler för att minimera bördan för majoriteten av arbetsgivarna, som bara behöver läsa det första avsnittet. En del arbetsgivare kommer att behöva ta hänsyn till arbetstagare som är utsatta för särskilda risker och de bör därför läsa det andra avsnittet. Arbetsgivare med starka fält behöver läsa det tredje avsnittet, och arbetsgivare med fält som utgör risker behöver också ta hänsyn till det sista avsnittet. Genomgående ligger betoningen på enkla metoder, både för bedömningar och för förebyggande och skyddande åtgärder.

INNEHÅLL

AVSNITT 1 – ALLA ARBETSGIVARE

1.	Inledning och vägledningens syfte	12
1.1	Hur ska vägledningen användas?.....	13
1.2	Direktivet om elektromagnetiska fält – en introduktion.....	15
1.3	Vägledningens tillämpningsområde.....	15
1.4	Överensstämmelse med direktiv 2013/35/EU.....	16
1.5	Nationell lagstiftning och källor till ytterligare information.....	17
2.	Hälsoeffekter och säkerhetsrisker orsakade av elektromagnetiska fält	18
2.1	Direkta effekter.....	18
2.2	Långsiktiga effekter.....	18
2.3	Indirekta effekter.....	19
3.	Källor till elektromagnetiska fält	20
3.1	Arbetstagare som är utsatta för särskilda risker.....	21
3.1.1	Arbetstagare med aktiva inopererade medicinska enheter (AIMD).....	22
3.1.2	Andra arbetstagare som är utsatta för särskilda risker.....	22
3.2	Bedömningskrav för vanligt förekommande arbetsuppgifter, utrustningstyper och arbetsplatser.....	23
3.2.1	Arbetsuppgifter, utrustningstyper och arbetsplatser där särskilda bedömningar sannolikt är nödvändiga.....	27
3.3	Arbetsuppgifter, utrustningstyper och arbetsplatser som inte inkluderats i detta kapitel.....	28

AVSNITT 2 – BESLUT OM ATT GÖRA MER

4.	Uppbyggnaden av direktivet om elektromagnetiska fält	30
4.1	Artikel 3 – Gränsvärden för exponering och insatsnivåer.....	32
4.2	Artikel 4 – Bedömning av risker och fastställande av exponering.....	32
4.3	Artikel 5 – Bestämmelser som syftar till att undvika eller minska riskerna.....	33
4.4	Artikel 6 – Information till och utbildning av arbetstagare.....	33
4.5	Artikel 7 – Samråd med och medverkan av arbetstagare.....	33
4.6	Artikel 8 – Hälsokontroll.....	34
4.7	Artikel 10 – Undantag.....	34
4.8	Sammanfattning.....	34
5.	Riskbedömning inom ramen för direktivet om elektromagnetiska fält	35
5.1	Onlineplattformen för interaktiv riskbedömning (OiRA).....	36
5.2	Steg 1 – Förberedelse.....	36
5.3	Steg 2 – Identifiering av faror och de som är utsatta för risker.....	37
5.3.1	Identifiering av faror.....	37
5.3.2	Identifiering av befintliga förebyggande åtgärder eller försiktighetsåtgärder.....	38
5.3.3	Identifiering av dem som är utsatta för särskilda risker.....	38
5.3.4	Arbetstagare som är utsatta för särskilda risker.....	38
5.4	Steg 3 – Utvärdera och prioritera risker.....	39
5.4.1	Riskutvärdering.....	39
5.4.1.1	Direkta effekter.....	40
5.4.1.2	Indirekta effekter.....	40
5.4.1.3	Arbetstagare som är utsatta för särskilda risker.....	41

5.5	Steg 4 – Fatta beslut om förebyggande åtgärder	41
5.6	Steg 5 – Vidta åtgärder	42
5.7	Dokumentera riskbedömningen	42
5.8	Övervakning och översyn av riskbedömningen	42

AVSNITT 3 – ÖVERENSSTÄMMELSEBEDÖMNINGAR

6.	Användning av gränsvärden för exponering och insatsnivåer	44
6.1	Insatsnivåer för direkta effekter	46
6.1.1	Insatsnivåer för elektriska fält (1 Hz–10 MHz)	48
6.1.2	Insatsnivåer för magnetfält (1 Hz–10 MHz)	49
6.1.3	Insatsnivåer för elektriska och magnetiska fält (100 kHz–300 GHz)	50
6.1.4	Insatsnivåer för inducerade strömmar i extremiteterna (10–110 MHz)	50
6.2	Insatsnivåer för indirekta effekter	50
6.2.1	Insatsnivåer för statiska magnetfält	50
6.2.2	Insatsnivåer för kontaktström (upp till 110 MHz)	50
6.3	Gränsvärden för exponering	51
6.3.1	Gränsvärden för exponering avseende sensoriska effekter och hälsoeffekter	51
6.3.2	Gränsvärden för exponering (0–1 Hz)	52
6.3.3	Gränsvärden för exponering (1 Hz–10 MHz)	52
6.3.4	Gränsvärden för exponering (100 kHz–300 GHz)	53
6.4	Undantag	53
6.4.1	MRT-undantag	54
6.4.2	Militärt undantag	55
6.4.3	Allmänt undantag	55
7.	Användning av databaser och tillverkarens utsläppsdata	56
7.1	Använda information som lämnats av tillverkare	56
7.1.1	Grund för tillverkarens bedömning	57
7.2	Bedömningsdatabaser	58
7.3	Tillverkarnas tillhandahållande av information	58
7.3.1	Bedömningsstandarder	58
7.3.2	Om det inte finns någon relevant standard	59
8.	Beräkning eller mätning av exponering	61
8.1	Krav i direktivet om elektromagnetiska fält	61
8.2	Arbetsplatsbedömningar	61
8.3	Särskilda fall	62
8.4	Att söka ytterligare assistans	62

AVSNITT 4 – BEHÖVER MER GÖRAS?

9.	Skyddsåtgärder och förebyggande åtgärder	66
9.1	Principer för förebyggande	66
9.2	Undanröjande av faran	67
9.3	Ersättning med mindre farlig process eller utrustning	67
9.4	Tekniska åtgärder	68
9.4.1	Avskärmning	68
9.4.2	Skydd	69
9.4.3	Säkerhetsfunktioner	70
9.4.4	Avkännande skyddsanordningar	71
9.4.5	Tvåhandsmanöverdon	71
9.4.6	Nödstopp	72

9.4.7	Tekniska åtgärder för att förhindra gnisturladdningar.....	72
9.4.8	Tekniska åtgärder för att förhindra kontaktströmmar.....	73
9.5	Organisatoriska åtgärder.....	73
9.5.1	Avgränsning och restriktioner för tillträde.....	73
9.5.2	Säkerhetsskyltar och meddelanden.....	75
9.5.3	Skriftliga rutiner.....	77
9.5.4	Information om säkerhet på arbetsplatsen.....	77
9.5.5	Övervakning och ledning.....	78
9.5.6	Anvisningar och utbildning.....	78
9.5.7	Utformning och planering av arbetsplatser och arbetsställen.....	79
9.5.8	Införande av bra arbetsrutiner.....	80
9.5.9	Program för förebyggande underhåll.....	82
9.5.10	Restriktioner för rörelse i statiska magnetfält.....	82
9.5.11	Samordning och samarbete mellan arbetsgivare.....	82
9.6	Personlig skyddsutrustning.....	83
10.	Nödfallsberedskap.....	84
10.1	Utarbetande av planer.....	84
10.2	Insatser vid ogynnsamma effekter.....	84
11.	Risker, symtom och hälsokontroll.....	86
11.1	Risker och symtom.....	86
11.1.1	Statiska magnetfält (0–1 Hz).....	86
11.1.2	Lågfrekventa magnetfält (1 Hz–10 MHz).....	87
11.1.3	Lågfrekventa elektriska fält (1 Hz–10 MHz).....	87
11.1.4	Högfrekventa fält (100 kHz–300 GHz).....	87
11.2	Hälsokontroll.....	89
11.3	Läkarundersökning.....	89
11.4	Journaler.....	90

AVSNITT 5 – REFERENSMATERIAL

Appendix A	Elektromagnetiska fälts beskaffenhet.....	92
Appendix B	Hälsoeffekter av elektromagnetiska fält.....	96
Appendix C	Storheter och enheter för elektromagnetiska fält.....	101
Appendix D	Exponeringsbedömning.....	108
Appendix E	Indirekta effekter och arbetstagare som är utsatta för särskilda risker.....	153
Appendix F	Riktlinjer för MRT.....	160
Appendix G	Krav i andra europeiska texter.....	170
Appendix H	Europeiska och internationella standarder.....	176
Appendix I	Resurser.....	178
Appendix J	Ordlista och förkortningar.....	182
Appendix K	Bibliografi.....	186
Appendix L	Direktiv 2013/35/EU.....	188

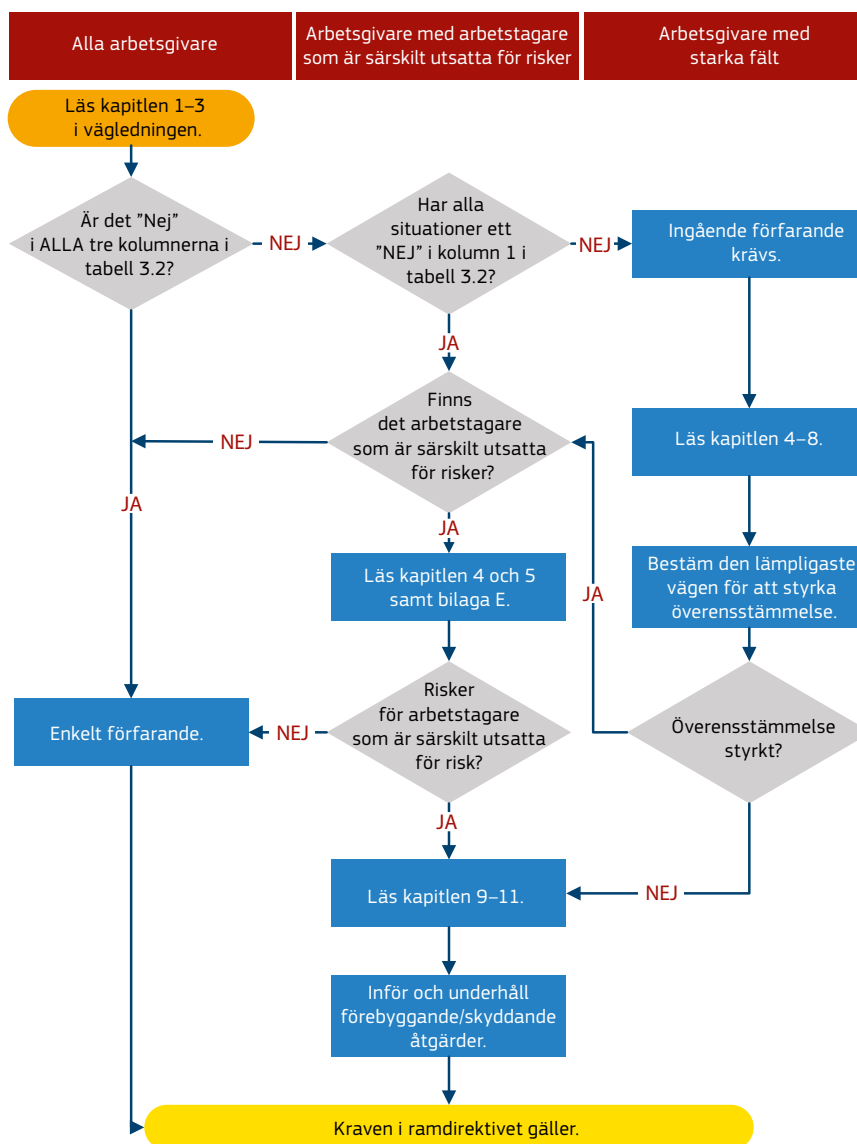
AVSNITT 1

ALLA ARBETSGIVARE

1. INLEDNING OCH VÄGLEDNINGENS SYFTE

Direktivet om elektromagnetiska fält (direktiv 2013/35/EU, nedan kallat direktivet) tar upp en företeelse som är en del av det dagliga livet i den utvecklade världen: de elektromagnetiska fält som genereras närhelst elektricitet används. För de flesta arbetstagare ligger fältstyrkan på en nivå som inte påverkar dem negativt. Emellertid kan fältstyrkan på vissa arbetsplatser utgöra en risk, och direktivet finns till för att skydda arbetstagarnas hälsa och säkerhet i dessa situationer. En av de största svårigheterna som arbetsgivare står inför är att veta om de bör vidta särskilda åtgärder eller inte.

Figur 1.1 – Översikt över hur vägledningen ska användas



1.1 Hur ska vägledningen användas?

Denna vägledning vänder sig först och främst till arbetsgivare, särskilt små och medelstora företag. Den kan också vara av intresse för arbetstagare, personer som representerar arbetstagare och regleringsmyndigheter i EU:s medlemsstater.

Med hjälp av detta dokument kan du göra en första bedömning av riskerna med elektromagnetiska fält på din arbetsplats. Beroende på bedömningens resultat kan du sedan besluta om du behöver vidta ytterligare åtgärder för att uppfylla kraven i direktivet. Om du behöver det, får du praktiska råd om åtgärder du kan vidta.

Vägledningen ska hjälpa dig att förstå hur ditt arbete kan påverkas av direktivet. Den är inte rättsligt bindande och innehåller inga tolkningar av eventuella juridiska krav som du är skyldig att uppfylla. Därför bör du även läsa igenom direktivet (se bilaga L), ramdirektiv 89/391/EEG och relevant nationell lagstiftning.

Direktivet innehåller minimikrav för säkerheten då arbetstagare exponeras för risker på grund av elektromagnetiska fält. Emellertid är det få arbetsgivare som behöver beräkna eller mäta nivåerna för elektromagnetiska fält på sin arbetsplats. I de flesta fall är arbetets art sådan att riskerna är små, och detta är relativt enkelt att konstatera. Vägledningen är utformad så att de arbetsgivare som redan uppfyller kraven enkelt ska kunna konstatera detta utan att läsa hela vägledningen.

Processen för att använda vägledningen illustreras i flödesdiagrammet i figur 1.1. Vägledningen består av fyra avsnitt.

1. Det första avsnittet (kapitlen 1–3) riktar sig till alla läsare och ger en allmän introduktion, anvisningar om att använda vägledningen, en översikt över de viktigaste säkerhets- och hälsoeffekterna samt en förklaring av källorna till elektromagnetiska fält. Observera att kapitel 3 innehåller en lista över utrustning, verksamheter och situationer där de elektromagnetiska fälten generellt förväntas vara så svaga att arbetsgivarna inte behöver vidta någon ytterligare åtgärd. För de flesta arbetsgivare bör tabellen räcka för att de ska kunna fastställa att de redan fullgör sina skyldigheter, förutsatt att de redan uppfyller kraven i ramdirektivet. För dessa arbetsgivare har vägledningen fyllt sitt ändamål och de behöver inte gå längre.
2. Det andra avsnittet (kapitlen 4 och 5) riktar sig till de arbetsgivare som inte har kunnat dra slutsatsen att de inte behöver göra någonting mer. Dessa arbetsgivare behöver en bättre förståelse av kraven i direktivet och genomföra en särskild riskbedömning för elektromagnetiska fält. För en del av dem därför att de har anställda som är utsatta för särskilda risker på grund av elektromagnetiska fält. Beroende på resultatet av bedömningen kan dessa arbetsgivare hänvisas direkt till det fjärde avsnittet. För andra arbetsgivare kan de elektromagnetiska fälten vara så starka att de utgör en risk för alla arbetstagare. Dessa arbetsgivare behöver också ta hänsyn till det tredje avsnittet.
3. Det tredje avsnittet (kapitlen 6–8) riktar sig till arbetsgivare som behöver fastställa om insatsnivåerna och i vissa fall gränsvärdena för exponering kommer att överskridas. Ofta är det möjligt att påvisa att detta inte kommer att vara fallet och att befintliga arbetsrutiner är godtagbara. Dessa arbetsgivare behöver dock ändå en mer ingående riskbedömning och en bättre uppskattning av exponeringen. För många räcker det att läsa så långt som till och med kapitel 7, men vissa arbetsgivare kan ha nytta av att läsa kapitel 8.
4. Det fjärde avsnittet (kapitlen 9–11) riktar sig till den lilla minoritet av arbetsgivare som har identifierat exponeringsnivåer över ett gränsvärde för exponering eller andra risker som behöver minskas. Dessa arbetsgivare behöver genomföra förändringar för att skydda arbetstagarna. De bör redan ha läst de tidigare kapitlen i vägledningen.

Avsikten är att vägledningen ska leda dig genom en logisk väg för att bedöma risken för att arbetstagarna exponeras för elektromagnetiska fält.

Tabell 1.1 – Riskbedömningsförfarande för elektromagnetiska fält enligt denna vägledning

Om alla risker på grund av elektromagnetiska fält är låga på arbetsplatsen krävs inga ytterligare åtgärder. Arbetsgivare bör dokumentera att de kontrollerat arbetsplatsen och kommit fram till denna slutsats.

Om riskerna från elektromagnetiska fält inte är låga, eller om risknivån inte är känd, bör arbetsgivare följa ett förfarande för att bedöma riskerna och vid behov vidta lämpliga skyddsåtgärder.

I kapitel 4 beskrivs kraven i direktivet och i kapitel 5 föreslås en metod för att bedöma riskerna med elektromagnetiska fält. Det kan hända att slutsatsen efter detta blir att det inte förekommer någon beaktansvärd risk. I sådana fall bör bedömningen dokumenteras och förfarandet avslutas.

I kapitel 6 förklaras användningen av gränsvärden för exponering och insatsnivåer. Där diskuteras även undantagen.

Information om nivåerna på elektromagnetiska fält kan vara till hjälp för arbetsgivare då de genomför riskbedömningen och särskilt då de bedömer efterlevnaden av insatsnivåer eller gränsvärden för exponering. Sådan information kan vara tillgänglig i databaser eller hos tillverkare (kapitel 7). Det kan också vara nödvändigt att göra egna beräkningar eller mätningar (kapitel 8).

I kapitel 9 beskrivs förebyggande och skyddande åtgärder när det är nödvändigt att minska risken.

I kapitel 10 ges vägledning om beredskap för nödsituationer och i kapitel 11 finns råd om risker, symtom och hälsokontroll.

Kapitlen i vägledningen har hållits så korta som möjligt för att minska bördan för de arbetsgivare som använder dem. Bilagorna till vägledningen ger ytterligare information till arbetsgivare och andra som kan medverka i riskbedömningen (tabell 1.2):

Tabell 1.2 – Bilagor till vägledningen

A – Elektromagnetiska fälts beskaffenhet

B – Hälsoeffekter av elektromagnetiska fält

C – Storheter och enheter för elektromagnetiska fält

D – Exponeringsbedömning

E – Indirekta effekter och arbetstagare som är utsatta för särskilda risker

F – Riktlinjer för MRT

G – Krav i andra europeiska texter

H – Europeiska och internationella standarder

I – Resurser

J – Ordlista, förkortningar och symboler i flödesdiagram

K – Bibliografi

L – Direktiv 2013/35/EU

1.2 Direktivet om elektromagnetiska fält – en introduktion

Alla arbetsgivare har en skyldighet att bedöma de risker som uppkommer i samband med det arbete som utförs på deras arbetsplats samt att se till att det finns förebyggande åtgärder eller skyddsåtgärder för att minska de risker som identifieras. Dessa skyldigheter anges i ramdirektivet. Direktivet om elektromagnetiska fält infördes för att hjälpa arbetsgivare att efterleva sina allmänna skyldigheter enligt ramdirektivet när det gäller elektromagnetiska fält på arbetsplatsen. Eftersom arbetsgivarna redan är skyldiga att efterleva kraven i ramdirektivet uppfyller de flesta redan samtliga krav i direktivet om elektromagnetiska fält, vilket innebär att de inte behöver vidta några ytterligare åtgärder.

Elektromagnetiska fält definieras i direktivet om elektromagnetiska fält som statiska, magnetiska och tidsvarierande elektriska, magnetiska och elektromagnetiska fält med frekvenser under 300 GHz. Denna terminologi används i denna vägledning endast när det innebär en klar fördel.

Elektromagnetiska fält kommer från många olika källor som arbetstagare kan komma i kontakt med på arbetsplatsen. De genereras och utnyttjas vid många arbetsuppgifter, inbegripet tillverkningsprocesser, forskning, kommunikation, medicinska metoder, produktion, överföring och distribution av el, radio- och tv-sändningar, flyg- och fartygsnavigering och säkerhet. Elektromagnetiska fält kan också uppkomma oavsiktligt, t.ex. runt distributionskablar för el inne i byggnader eller vid användning av elektrisk utrustning och elektriska apparater. Eftersom de flesta fält genereras elektriskt försvinner de när apparaten stängs av.

Direktivet behandlar direkta och indirekta effekter av elektromagnetiska fält, men tar däremot inte upp eventuella långsiktiga effekter på hälsan (se avsnitt 2.2). De direkta effekterna delas in i icke-termiska effekter, såsom stimulering av nerver, muskler och sinnesorgan och termiska effekter, såsom uppvärmning av vävnader (se avsnitt 2.1). Indirekta effekter uppkommer då ett föremål som befinner sig i ett elektromagnetiskt fält orsakar en säkerhets- eller hälsorisk (se avsnitt 2.3).

1.3 Vägledningens tillämpningsområde

Denna vägledning är till för att ge praktiska råd som kan hjälpa arbetsgivare att uppfylla kraven i direktivet. Den är avsedd för alla företag vars arbetstagare kan komma i kontakt med elektromagnetiska fält. Även om direktivet inte uttalar utesluter några särskilda arbetsuppgifter eller tekniker är de elektromagnetiska fälten på många arbetsplatser så svaga att de inte medför några risker. Vägledningen innehåller en förteckning över allmänna arbetsuppgifter, utrustningstyper och arbetsplatser där fälten kan antas vara så svaga att arbetsgivarna inte behöver vidta några åtgärder. I vägledningen tas inte frågor om elektromagnetisk kompatibilitet upp, eftersom de diskuteras på annat håll.

Enligt direktivet är arbetsgivare förbundna att ta hänsyn till arbetstagare som är utsatta för särskilda risker, bland annat arbetstagare som har aktiva eller passiva medicinska enheter inopererade i kroppen, såsom pacemakrar, arbetstagare med medicinska enheter som bärs på kroppen, såsom insulinpumpar, samt gravida arbetstagare. Denna vägledning ger dig råd om hur du bör hantera dessa situationer.

Ibland uppstår exponeringssituationer som är alltför specifika eller komplexa för att omfattas av denna vägledning. Vissa industrier med speciella exponeringssituationer kan ha tagit fram egna riktlinjer i samband med direktivet om elektromagnetiska fält som bör följas i tillämpliga fall (se bilaga I). Arbetsgivare för vilka mer komplexa exponeringssituationer är aktuella bör se till att få mer information om riskbedömningar (se kapitel 8 och bilaga I).

1.4 Överensstämmelse med direktiv 2013/35/EU

Vägledningen har utformats för att uppfylla kraven i artikel 14 i direktivet om elektromagnetiska fält. I tabell 1.3 visas hur artiklarna i direktivet motsvaras av kapitlen i denna vägledning.

Tabell 1.3 – Överensstämmelse mellan artiklar i direktivet och avsnitt i denna vägledning

Artiklar och riktlinjer	Avsnitt i vägledningen
Artikel 2: Definitioner	
Bakgrundsinformation	Bilagorna A, B
Storheter och enheter som används i direktivet	Bilaga C
Termer och förkortning	Tillägg J
Artikel 3: Gränsvärden för exponering och insatsnivåer	
Begränsning av exponering	Avsnitt 6.3
Tillämpning av insatsnivåer	Avsnitten 6.1, 6.2
Åtgärder som krävs	Avsnitten 9.4, 9.5
Artikel 4: Bedömning av risker och fastställande av exponering	
Riskbedömning	Kapitel 5
Indirekta effekter och arbetstagare som är utsatta för särskilda risker	Avsnitten 5.3, 5.4 och bilaga E
Exponeringsbedömning med hjälp av tillgänglig information	Kapitel 7
Exponeringsbedömning med hjälp av mätning eller beräkning	Kapitel 8 och bilaga D
Artikel 5: Bestämmelser som syftar till att undvika eller minska riskerna	
Principer för förebyggande	Avsnitt 9.1
Tekniska regler	Avsnitt 9.4
Organisatoriska åtgärder	Avsnitt 9.5
Personlig skyddsutrustning	Avsnitt 9.6
Artikel 6: Information till och utbildning av arbetstagare	
Information till arbetstagarna	Avsnitt 9.5 och bilaga E
Utbildning av arbetstagarna	Avsnitt 9.5 och bilagorna A, B
Artikel 7: Samråd med och medverkan av arbetstagare	
Samråd med och medverkan av arbetstagare	Kapitel 4
Artikel 8: Hälsokontroll	
Symtom	Avsnitt 11.1
Hälsokontroll	Avsnitt 11.2
Läkarundersökning	Avsnitt 11.3
Artikel 10: – Undantag	
Undantag	Avsnitt 6.4 och bilaga F

1.5 Nationell lagstiftning och källor till ytterligare information

Tillämpning av denna vägledning innebär inte automatiskt att de obligatoriska skyddskraven för elektromagnetiska fält i EU:s olika medlemsstater efterlevs. Den lagstiftning som medlemsstaterna har infört i syfte att införliva direktiv 2013/35/EU har alltid företräde. Denna kan gå längre än de minimikrav i direktivet som ligger till grund för detta dokument. Du kan eventuellt få mer information genom att vända dig till de nationella regleringsmyndigheter som anges i bilaga I.

Som en ytterligare hjälp vid tillämpningen av kraven i direktivet kan tillverkare utforma sina produkter för att minimera deras elektromagnetiska fält. De kan också tillhandahålla information om fälten och de risker som uppkommer vid normal användning av deras utrustning. Användning av tillverkarnas information diskuteras närmare i kapitel 7.

Källor till ytterligare information finns i bilagorna till denna vägledning. I bilaga I finns uppgifter om nationella organisationer och branschorganisationer. Bilaga J innehåller en ordlista, en förkortningslista samt förklaringar av de symboler i flödesdiagram som används i vägledningen. I bilaga K finns en bibliografi över användbara publikationer.

2. HÄLSOEFFEKTER OCH SÄKERHETSRISKER ORSAKADE AV ELEKTROMAGNETISKA FÄLT

Vilken effekt elektromagnetiska fält har på en person beror främst på frekvensen och intensiteten. Andra faktorer såsom vågformens utformning kan också spela roll i vissa situationer. Vissa fält stimulerar sinnesorganen, nerverna och musklerna, medan andra orsakar uppvärmning. Effekterna från uppvärmning kallas i direktivet om elektromagnetiska fält för *termiska effekter*. Alla andra effekter kallas icke-termiska. I bilaga B finns mer information om hälsoeffekter av exponering för elektromagnetiska fält.

För samtliga dessa effekter finns ett tröskelvärde under vilket det inte finns någon risk, och exponering under tröskelvärdet är inte på något sätt kumulativ. Effekterna av exponering är övergående och är förbundna med exponeringens varaktighet. Då exponeringen upphör minskar de eller upphör helt. Det innebär att det inte finns några ytterligare hälsorisker då exponeringen väl upphört.

2.1 Direkta effekter

Direkta effekter är sådana som uppkommer i en person till följd av exponering för ett elektromagnetiskt fält. Direktivet omfattar endast effekter som vi har omfattande kunskap om och som grundas på kända mekanismer. Det skiljer mellan sensoriska effekter och hälsoeffekter, som anses allvarligare.

De direkta effekterna är följande:

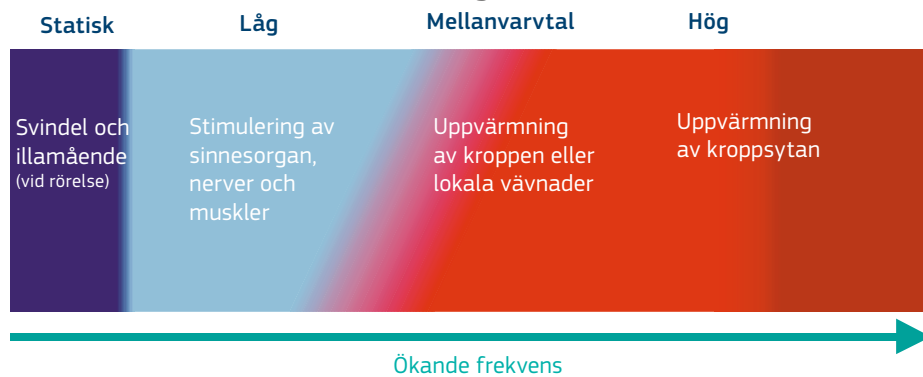
- Svindel och illamående som framkallas av statiska magnetfält (vanligtvis i samband med rörelse men även vid stillastående).
- Effekter på sinnesorgan, nerver och muskler från lågfrekventa fält (upp till 100 kHz).
- Uppvärmning av hela eller delar av kroppen från högfrekventa fält (10 MHz och mer). Vid nivåer över några GHz begränsas uppvärmningen i allt högre grad till kroppsytan.
- Effekter på nerver och muskler och uppvärmning från mellanhöga frekvenser (100 kHz–10 MHz).

Dessa koncept visas i figur 2.1. Se bilaga B för mer information om direkta effekter.

2.2 Långsiktiga effekter

Direktivet om elektromagnetiska fält omfattar inte påstådda långsiktiga effekter av exponering av elektromagnetiska fält, eftersom det för närvarande inte föreligger några väletablerade vetenskapliga bevis för ett orsakssamband. Om sådana bevis skulle framkomma kommer Europeiska kommissionen emellertid att ta ställning till det lämpligaste sättet att bemöta dessa effekter.

Figur 2.1 – Elektromagnetiska fälts effekter vid olika frekvensområden (frekvensintervallen är inte skalnliga)



2.3 Indirekta effekter

Oönskade effekter kan uppkomma på grund av föremål i fältet som ger upphov till en säkerhets- eller hälsorisk. Direktivet omfattar inte risker i samband med beröring av strömförande ledningar.

De indirekta effekterna är följande:

- Interferens med medicinsk elektronisk utrustning och andra apparater.
- Interferens med aktiva inopererade medicinska enheter eller utrustning, t.ex. pacemakrar och defibrillatorer.
- Interferens med medicinska enheter som bärs på kroppen, såsom insulinpumpar.
- Interferens med passiva inopererade enheter (konstgjorda leder, stift, trådar eller plattor av metall).
- Effekter på granatsplitter, kroppspiercingar, tatueringar och kroppskonst.
- Projektilrisk från lösa ferromagnetiska föremål i ett statiskt magnetfält.
- Oavsiktlig utlösning av detonatorer.
- Brand eller explosion orsakad av antändning av brandfarligt eller explosivt material.
- Elchocker eller brännskador som uppstår då en person berör ett strömförande föremål i ett elektromagnetiskt fält och en part är jordad och den andra inte är det.

Kapitel 5 och bilaga E innehåller mer information om indirekta effekter och om hur dessa risker kan hanteras på arbetsplatsen.



Huvudbudskap: effekter av elektromagnetiska fält

Elektromagnetiska fält på arbetsplatsen kan ge upphov till direkta eller indirekta effekter. Direkta effekter är sådana som uppstår vid kontakt mellan fältet och kroppen. De kan vara antingen termiska eller icke-termiska. Indirekta effekter uppkommer på grund av ett föremål i fältet som orsakar en säkerhets- eller hälsorisk.

3. KÄLLOR TILL ELEKTROMAGNETISKA FÄLT

Alla i vårt moderna samhälle exponeras för elektriska och magnetiska fält från många olika källor, bland annat elektrisk utrustning, radio- och tv-sändningar och kommunikationsenheter (se figur 3.1). I bilaga A finns mer information om elektromagnetiska fältets beskaffenhet. De flesta källor till elektromagnetiska fält i hemmet eller på arbetsplatsen ger upphov till extremt låga nivåer av exponering. Det är osannolikt att de vanligaste arbetsuppgifterna skulle innebära exponering över de insatsnivåer eller gränsvärden för exponering som fastställs i direktivet.

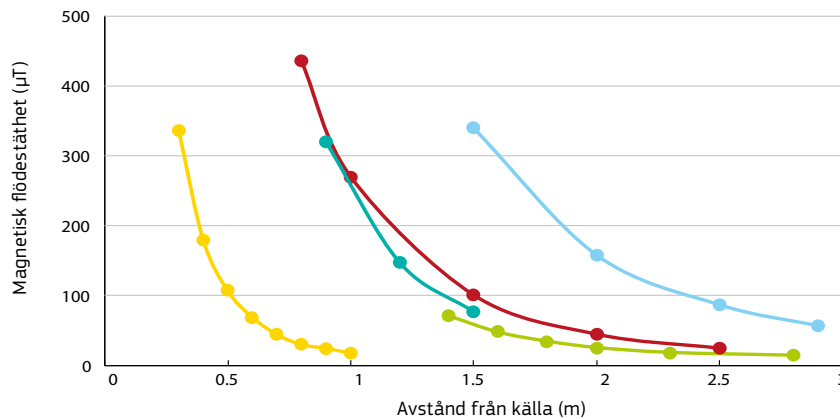
Figur 3.1 – Schematisk bild av ett elektromagnetiskt spektrum med vissa typiska källor



Syftet med detta kapitel är att ge arbetsgivare information om de källor till elektromagnetiska fält som finns på arbetsplatser, så att de kan avgöra om de behöver göra en ytterligare bedömning av riskerna från elektromagnetiska fält. Omfattningen och styrkan på de elektromagnetiska fält som genereras beror på den spänning, ström och frekvens som utrustningen använder eller genererar samt på dess utformning. Viss utrustning kan ha utformats i avsikt att generera externa elektromagnetiska fält. I sådana fall kan små apparater med låg effekt ge upphov till stora externa elektromagnetiska fält. Allmänt kan det sägas att utrustning som använder hög effekt eller hög spänning, eller som har utformats för att avge elektromagnetisk strålning kräver ytterligare bedömning. I bilaga C finns mer information om vanligt förekommande storheter och mått för att utvärdera elektromagnetiska fält. Råd om riskbedömning i anslutning till direktivet finns i kapitel 5.

Styrkan hos ett elektromagnetiskt fält avtar snabbt då avståndet från källan ökar (se figur 3.2). Den exponering som arbetstagare utsätts för kan minskas om tillträdet till områden nära utrustningen begränsas då denna är i bruk. Det är också värt att komma ihåg att elektromagnetiska fält vanligtvis försvinner när elen stängs av, såvida de inte genereras av en permanentmagnet eller en supraledande magnet.

Figur 3.2 – Minskning av magnetisk flödestäthet över avstånd för olika kraftfrekvenskällor: punktsvetsmaskin (●—●); 0,5 m avmagnetiserande spole (●—●); 180 kW induktionsugn (●—●); 100 kVA sömsvetsmaskin (●—●); 1 m avmagnetiserande spole (●—●)



Resten av kapitlet syftar till att hjälpa arbetsgivare att skilja mellan sådana utrustningstyper, arbetsuppgifter och situationer som sannolikt inte ger upphov till några risker och sådana för vilka skyddsåtgärder eller förebyggande åtgärder kan vara nödvändiga för att skydda arbetstagarna.

3.1 Arbetstagare som är utsatta för särskilda risker

Vissa kategorier av arbetstagare (se tabell 3.1) anses vara utsatta för särskilda risker på grund av elektromagnetiska fält. Dessa arbetstagare kanske inte skyddas tillräckligt av de insatsnivåer som anges i direktivet. Därför måste arbetsgivare ta särskild hänsyn till exponeringen av dessa arbetstagare.

Arbetstagare som är utsatta för särskilda risker kan i de flesta fall få ett tillräckligt skydd om referensnivåerna i rådets rekommendation 1999/519/EG efterlevs (se bilaga E). För en mycket liten minoritet ger dessa referensnivåer emellertid inte ett tillräckligt skydd. Dessa personer bör ha fått lämplig rådgivning från den sjukvårdspersonal som ansvarar för deras vård, och detta kan hjälpa arbetsgivaren att bedöma huruvida personen i fråga utsätts för risker på arbetsplatsen.

Tabell 3.1 – Arbetstagare som utsätts för särskilda risker enligt definitionen i direktivet

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	

OBS! Då arbetsgivare undersöker om en arbetstagare kan vara utsatt för särskilda risker bör denne ta hänsyn till exponeringens frekvens, nivå och varaktighet.

3.1.1 Arbetstagare med aktiva inopererade medicinska enheter (AIMD)

En kategori av arbetstagare som är utsatt för särskilda risker är personer med aktiva inopererade medicinska enheter. Detta beror på att starka elektromagnetiska fält kan störa dessa aktiva enheters normala funktion. Tillverkare av sådana enheter har en juridisk skyldighet att se till att deras produkter har skälig motståndskraft mot interferens och att de rutinmässigt testas för fältstyrkor som kan påträffas i allmänna miljöer. Därför bör fältstyrkor upp till de referensnivåer som anges i rådets rekommendation 1999/519/EG inte ha någon negativ inverkan på enheternas funktion. Fältstyrkor över dessa referensnivåer, i närheten av enheten eller dess avkännande ledningar (då sådana finns), kan dock leda till ett tekniskt fel som kan vara farligt för bäraren.

Även om vissa av de arbetssituationer som tas upp i detta kapitel kan innebära starka fält är fälten i många fall mycket lokala. Därför kan riskerna hanteras genom att se till att det starka fältet inte genereras alldeles i närheten av enheten. Det fält som genereras av en mobiltelefon kan exempelvis orsaka interferens med en pacemaker om telefonen hålls nära enheten. Personer med pacemaker kan trots detta använda mobiltelefoner utan risk. De måste bara se till att hålla telefonen en bit från bröstkorgen.

Kolumn 3 i tabell 3.2 visar de situationer där en särskild bedömning krävs för arbetstagare med aktiva inopererade enheter på grund av att starka fält kan genereras i enhetens eller eventuella avkännande ledningars omedelbara närhet. Resultatet av bedömningen blir ofta att arbetstagarna ska följa de instruktioner som de fått av sjukvårdspersonalen då enheten opererades in.

I fall då arbetstagare eller andra personer med aktiva inopererade enheter har tillträde till en arbetsplats måste arbetsgivaren överväga huruvida en mer omfattande bedömning är nödvändig. I detta sammanhang bör det noteras att man i ett antal arbetssituationer som anges i tabell 3.2 bör göra skillnad på en person som själv utför en viss arbetsuppgift och en arbetsuppgift som förekommer på arbetsplatsen. I den sistnämnda situationen är det osannolikt att ett starkt fält genereras i enhetens omedelbara närhet och därför är en bedömning i normala fall inte nödvändig.

I vissa situationer (såsom vid induktionssmältning) genereras mycket starka fält. I sådana fall kan det hända att referensnivåerna i rådets rekommendation 1999/519/EG överstigs i mycket större områden än normalt. Därför är bedömningen sannolikt mer komplex (se bilaga E), och det kan finnas krav på att upprätta begränsningar när det gäller tillträde till området.

3.1.2 Andra arbetstagare som är utsatta för särskilda risker

För övriga kategorier av arbetstagare som är utsatta för särskilda risker (se tabell 3.1) utgör mycket lokala starka fält normalt sett ingen risk. Dessa arbetstagare utsätts i stället för risker då arbetsuppgifter kan förväntas generera fält som överstiger referensnivåerna i rådets rekommendation 1999/519/EG i områden som är mer allmänt tillgängliga. Vanliga situationer där detta ofta förekommer anges i kolumn 2 i tabell 3.2. Denna situation kräver en särskild bedömning.

Om en bedömning krävs för arbetstagare som är utsatta för särskilda risker bör arbetsgivare läsa bilaga E.



Huvudbudskap: arbetstagare som är utsatta för särskilda risker

Arbetstagare med aktiva inopererade enheter kan utsättas för risker då det finns starka fält på arbetsplatsen. Dessa fält är ofta mycket lokala, och riskerna kan för det mesta hanteras på ett lämpligt sätt genom att man vidtar några enkla säkerhetsåtgärder grundade på de råd som arbetstagaren själv fått från sjukvårdspersonal.

Trots att starka fält kan utgöra en särskild risk för andra kategorier av arbetstagare (de med passiva inopererade enheter, medicinska enheter som bärs på kroppen och gravida arbetstagare) gäller detta endast i ett begränsat antal situationer (se tabell 3.2).

3.2 Bedömningskrav för vanligt förekommande arbetsuppgifter, utrustningstyper och arbetsplatser

Tabell 3.2 innehåller en förteckning över vanliga arbetsuppgifter, utrustningstyper och arbetsplatser och anger om bedömningar behövs för

- arbetstagare med aktiva inopererade enheter,
- andra arbetstagare som är utsatta för särskilda risker,
- arbetstagare som inte är utsatta för särskilda risker.

För varje arbetsuppgift i tabellen anges det om den sannolikt ger upphov till fältstyrkor som överstiger referensnivåerna i rådets rekommendation 1999/519/EG och om dessa fält i sådana fall är mycket lokala eller inte.

Tabell 3.2 är baserad på användning av utrustning som efterlever nyare standarder, som har underhållits på ett korrekt sätt och som används på det sätt som tillverkaren avsett. Om arbetsuppgifter omfattar användning av mycket gammal eller dåligt underhållen utrustning som inte uppfyller standarderna kan det hända att uppgifterna i tabell 3.2 inte gäller.

Om alla arbetsuppgifter på en arbetsplats har ett "Nej" i alla tre kolumner är det vanligtvis inte nödvändigt att göra en särskild bedömning när det gäller kraven i direktivet, eftersom det inte är sannolikt att det finns några risker på grund av elektromagnetiska fält. I sådana situationer finns det normalt inget behov av ytterligare åtgärder. Det är emellertid trots detta nödvändigt att göra en allmän riskbedömning för att kontrollera efterlevnaden av kraven i ramdirektivet. Arbetsgivare bör vara uppmärksamma på förändrade omständigheter, i enlighet med ramdirektivet, och de bör se över behovet av en särskild bedömning av elektromagnetiska fält om de blir medvetna om några ändringar.

På arbetsplatser dit arbetstagare med aktiva inopererade enheter eller andra arbetstagare som är utsatta för särskilda risker inte har tillträde, och för vilka samtliga arbetsuppgifter har ett "Nej" i relevanta kolumner, bör det inte föreligga något behov av en särskild bedömning avseende direktivet om elektromagnetiska fält. Det är emellertid nödvändigt att göra en allmän riskbedömning för att kontrollera efterlevnaden av kraven i ramdirektivet. Arbetsgivarna bör också vara uppmärksamma på eventuella ändrade omständigheter, särskilt då det finns en möjlighet att arbetstagare som är utsatta för särskilda risker kan få tillträde till arbetsplatsen.



Huvudbudskapet: bedömningar av elektromagnetiska fält

Om det på en arbetsplats enbart förekommer arbetsuppgifter som är märkta med "Nej" i alla relevanta kolumner i tabell 3.2 är det vanligtvis inte nödvändigt att göra en särskild bedömning av elektromagnetiska fält. Däremot ska en allmän riskbedömning göras för att kontrollera efterlevnaden av kraven i ramdirektivet, och arbetsgivarna bör fortsatt vara uppmärksamma på förändrade omständigheter.

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
Telefoner, mobila – vid användning	Nej	Nej	Ja
Telefoner, mobila – vid förekomst på arbetsplatsen	Nej	Nej	Nej
Enheter för trådlös kommunikation (t.ex. Wi-Fi eller Bluetooth) inklusive anslutningspunkter för WLAN – vid användning	Nej	Nej	Ja
Enheter för trådlös kommunikation (t.ex. Wi-Fi eller Bluetooth) inklusive anslutningspunkter för WLAN – vid förekomst på arbetsplatsen	Nej	Nej	Nej
Kontor			
Audiovisuell utrustning (t.ex. tv-apparater, dvd-spelare)	Nej	Nej	Nej
Audiovisuell utrustning som innehåller radiofrekvensändare	Nej	Nej	Ja
Fast kommunikationsutrustning och fasta nätverk	Nej	Nej	Nej
Dator- och it-utrustning	Nej	Nej	Nej
Värmebläktar, elektriska	Nej	Nej	Nej
Fläktar, elektriska	Nej	Nej	Nej
Kontorsutrustning (t.ex. kopieringsmaskiner, dokumentförstörare, elektriska häftapparater)	Nej	Nej	Nej
Fasta telefoner och faxmaskiner	Nej	Nej	Nej
Infrastruktur (byggnader och tillhörande mark)			
Larmsystem	Nej	Nej	Nej
Basstationsantennerna, inne i en operatörs avgränsade skyddsområde	Ja	Ja	Ja
Basstationsantennerna, utanför en operatörs avgränsade skyddsområde	Nej	Nej	Nej
Trädgårdsmaskiner (eldrivna) – vid användning	Nej	Nej	Ja
Trädgårdsmaskiner (eldrivna) – vid förekomst på arbetsplatsen	Nej	Nej	Nej
Utrustning (elektrisk) för uppvärmning av rum	Nej	Nej	Nej
Hushållsapparater och professionella apparater, t.ex. kylskåp, tvättmaskiner, torktumlare, diskmaskiner, ugnar, brödrostar, mikrovågsugnar och strykjärn som inte innehåller sändarutrustning såsom WLAN, Bluetooth eller mobiltelefoner	Nej	Nej	Nej
Belysning, t.ex. områdesbelysning och skrivbordslampor	Nej	Nej	Nej
Belysningsutrustning, radiofrekvens- eller mikrovågsdriven	Ja	Ja	Ja
Arbetsplatser dit allmänheten har tillträde som uppfyller referensnivåerna i rådets rekommendation 1999/519/EG	Nej	Nej	Nej

Säkerhet			
Artikelövervakningssystem och RFID (radiofrekvensidentifiering)	Nej	Nej	Ja
Raderare, för kassett eller hårddisk	Nej	Nej	Ja
Metalldetektorer	Nej	Nej	Ja
Elförsörjning			
Strömkrets där ledarna är placerade nära varandra och har en nettoström på 100 A eller mindre – inklusive kablar, högspänningsbrytare, transformatorer osv. – exponering för magnetfält	Nej	Nej	Nej
Strömkrets där ledarna är placerade nära varandra och har en nettoström på över 100 A – inklusive kablar, högspänningsbrytare, transformatorer osv. – exponering för magnetfält	Ja	Ja	Ja
Strömkretsar i en installation med en elektrodström på 100 A eller mindre för varje individuell krets – inklusive kablar, högspänningsbrytare, transformatorer osv. – exponering för magnetfält	Nej	Nej	Nej
Strömkretsar i en installation med en elektrodström på över 100 A för varje individuell krets – inklusive kablar, högspänningsbrytare, transformatorer osv. – exponering för magnetfält	Ja	Ja	Ja
Elektriska installationer med en elektrodström på över 100 A – inklusive kablar, högspänningsbrytare, transformatorer osv. – exponering för magnetfält	Ja	Ja	Ja
Elektriska installationer med en elektrodström på 100 A eller mindre – inklusive kablar, högspänningsbrytare, transformatorer osv. – exponering för magnetfält	Nej	Nej	Nej
Generatorer och reservgeneratorer – vid arbete med dessa	Nej	Nej	Ja
Växelriktare, inklusive i fotovoltaiska system	Nej	Nej	Ja
Oisolerad luftledning med en spänning på upp till 100 kV eller en luftledning på upp till 150 kV ovanför arbetsplatsen – exponering för elektriska fält	Nej	Nej	Nej
Oisolerad luftledning med en spänning på över 100 kV eller en luftledning på över 150 kV ⁽¹⁾ ovanför arbetsplatsen – exponering för elektriska fält	Ja	Ja	Ja
Oisolerade luftledningar med vilken spänning som helst – exponering för elektriska fält	Nej	Nej	Nej
Underjordisk eller isolerad kabelkrets med vilken spänning som helst – exponering för elektriska fält	Nej	Nej	Nej
Vindturbiner, vid arbete med dessa	Nej	Ja	Ja
Lätt industri			
Bågsvetsning, manuell (inklusive MAG-svetsning [metal inert gas], MAG-svetsning [metal active gas], gasvolframsvetsning/TIG-svetsning [tungsten inert gas]) då god praxis följs och kabeln inte kommer i kontakt med kroppsytan	Nej	Nej	Ja
Batteriladdare, industriella	Nej	Nej	Ja
Batteriladdare, stora för professionellt bruk	Nej	Nej	Ja
Beläggnings- och målningsutrustning	Nej	Nej	Nej
Kontrollutrustning som inte innehåller radiosändare	Nej	Nej	Nej

⁽¹⁾ För luftledningar på mer än 150 kV är styrkan på det elektriska fältet oftast, men inte alltid, lägre än den referensnivå som anges i rådets rekommendation 1999/519/EG.

Utrustning för koronaytbehandling	Nej	Nej	Ja
Dielektrisk uppvärmning	Ja	Ja	Ja
Dielektrisk svetsning	Ja	Ja	Ja
Utrustning för elektrostatisk målning	Nej	Ja	Ja
Ugnar, ohmsk uppvärmning	Nej	Nej	Ja
Limpistoler (bärbara) – vid förekomst på arbetsplatsen	Nej	Nej	Nej
Limpistoler – vid användning	Nej	Nej	Ja
Värmepistoler (bärbara) – vid förekomst på arbetsplatsen	Nej	Nej	Nej
Värmepistoler – vid användning	Nej	Nej	Ja
Hydrauliska ramper	Nej	Nej	Nej
Induktionsuppvärmning	Ja	Ja	Ja
System för induktionsuppvärmning, automatiska, felsökning och reparationer som utförs nära källan till det elektromagnetiska fältet	Nej	Ja	Ja
Utrustning för induktionsförseglning	Nej	Nej	Ja
Induktionslödning	Ja	Ja	Ja
Maskinverktyg (t.ex. pellarborrar, slipmaskiner, svarvar, fräsmaskiner, sågar)	Nej	Nej	Ja
Magnetpulverprovning (för att upptäcka sprickor)	Ja	Ja	Ja
Magnetiserare/avmagnetiserare, industriella (inklusive kassettraderare)	Ja	Ja	Ja
Mätutrustning och mätinstrument som inte innehåller radiosändare	Nej	Nej	Nej
Uppvärmning och torkning med mikrovågor inom trävaruindustrin (torkning, formning och limning av trä)	Ja	Ja	Ja
Enheter för radiofrekvensplasma inklusive vakuumbeläggning och förstoftning	Ja	Ja	Ja
Verktyg (elektriska, handhållna och som kan transporteras, t.ex. borrar, slipmaskiner, cirkelsågar och vinkelslipar) – vid användning	Nej	Nej	Ja
Verktyg (elektriska, handhållna och som kan transporteras) – vid förekomst på arbetsplatsen	Nej	Nej	Nej
Svetsningssystem, automatiska, felsökning och reparationer som utförs nära källan till det elektromagnetiska fältet	Nej	Ja	Ja
Svetsning, manuell motståndssvetsning (punktsvetsning, sömsvetsning)	Ja	Ja	Ja
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
Byggarbete			
Byggutrustning (t.ex. cementblandare, vibratorer, lyftkranar osv.) – vid arbete nära dessa	Nej	Nej	Ja
Mikrovågstorkning, inom byggbranschen	Ja	Ja	Ja
Medicinskt arbete			
Medicinsk utrustning som inte använder elektromagnetiska fält för diagnos eller behandling	Nej	Nej	Nej
Medicinsk utrustning som använder elektromagnetiska fält för diagnos och behandling (t.ex. kortvågsdiatermi, transkraniell magnetstimulering)	Ja	Ja	Ja

Transporter			
Motorfordon och fordonsfabriker – vid arbete nära startmotor, växelströmsgenerator, tändning	Nej	Nej	Ja
Radar, flygkontrolltjänst, militär, väder och långdistans	Ja	Ja	Ja
Tåg och spårvagnar, eldrivna	Ja	Ja	Ja
Diverse			
Batteriladdare, induktiv koppling eller närhetskoppling	Nej	Nej	Ja
Batteriladdare, icke-induktiv koppling avsedda för hushåll	Nej	Nej	Nej
System och enheter för utsändning (radio och tv: LF, MF, HF, VHF, UHF)	Ja	Ja	Ja
Utrustning som genererar statiska magnetfält > 0,5 millitesla, oavsett om de genereras elektriskt eller med permanentmagneter (t.ex. magnetiska chuckar, bord och rullband, lyftmagneter, magnetiska armar, namnskyltar, brickor)	Nej	Nej	Ja
Utrustning utsläppt på EU:s marknad som anges uppfylla kraven i rådets rekommendation 1999/519/EG eller harmoniserade standarder för elektromagnetiska fält	Nej	Nej	Nej
Hörlurar som genererar starka magnetfält	Nej	Nej	Ja
Matlagingsutrustning med induktionsteknik, för professionell användning	Nej	Nej	Ja
Icke-elektrisk utrustning av alla sorter utom sådan som innehåller permanentmagneter	Nej	Nej	Nej
Bärbar utrustning (batteridrivna) som inte innehåller radiofrekvensändare	Nej	Nej	Nej
Radioapparater, tvåvägs (t.ex. walkie-talkie, fordonsradio)	Nej	Nej	Ja
Sändare, batteridrivna	Nej	Nej	Ja

OBS! (*) En bedömning ska göras av efterlevnaden av tillämpliga insatsnivåer eller gränsvärden för exponering (se kapitel 6).

(**) En bedömning ska göras av efterlevnaden av referensnivåerna i rådets rekommendation (se avsnitt 5.4.1.3 och bilaga E).

(***) Lokal exponering av personer kan överstiga referensnivåerna i rådets rekommendation. Hänsyn måste tas till detta i riskbedömningen, som ska bygga på information från sjukvårdspersonalen med ansvar för inoperering av enheten och/eller påföljande vård (se avsnitt 5.4.1.3 och bilaga E).

3.2.1 Arbetsuppgifter, utrustningstyper och arbetsplatser där särskilda bedömningar sannolikt är nödvändiga

På arbetsplatser som innehåller eller ligger i närheten av utrustning som drivs med hög strömstyrka eller hög spänning kan det finnas områden med starka elektromagnetiska fält. Detta är också ofta fallet med utrustning som utformats i syfte att avge elektromagnetisk strålning med hög effekt. Sådana starka fält kan överstiga de insatsnivåer eller gränsvärden för exponering som anges i direktivet, eller kan medföra oacceptabla risker på grund av sina indirekta effekter.

Kolumn 1 i tabell 3.2 visar situationer som kan orsaka starka fält som vanligtvis kräver en särskild bedömning av elektromagnetiska fält. Tabellen sammanställdes mot bakgrund av befintliga mätningar som visar att fält i dessa situationer kan vara så starka att de närmar sig eller överstiger relevanta insatsnivåer. Ett "Ja" i kolumn 1 innebär inte med säkerhet att det tillgängliga fältet överstiger ett gränsvärde för exponering. Det innebär snarare att man inte kan vara säker på att exponeringsgränsvärdet alltid kommer att efterlevas, med tanke på den variation som ofta förekommer på arbetsplatser. Därför bör en bedömning göras för varje arbetsplats.

Det bör understrykas att tabell 3.2 innehåller exempel på situationer som är vanligt förekommande på arbetsplatser. Den är inte en uttömmande förteckning, och annan specialutrustning eller ovanliga processer som inte har inkluderats kan förekomma. Förteckningen bör emellertid kunna fungera som en hjälp för arbetsgivare när det gäller att identifiera situationer som kan kräva mer detaljerade bedömningar.

3.3 Arbetsuppgifter, utrustningstyper och arbetsplatser som inte inkluderats i detta kapitel

Om arbetsgivare identifierar situationer på sin arbetsplats som inte omfattas av tabell 3.2 är det första steget att samla in så mycket information som möjligt från handböcker och annan dokumentation som de har tillgång till. Nästa steg är att undersöka om det finns information tillgänglig från externa källor, såsom tillverkare av utrustning och branschorganisationer (se kapitel 7 i denna vägledning).

Om det inte går att få information om elektromagnetiska fält från andra källor kan det vara nödvändigt att göra en bedömning med hjälp av mätningar eller beräkningar (se kapitel 8).

AVSNITT 2

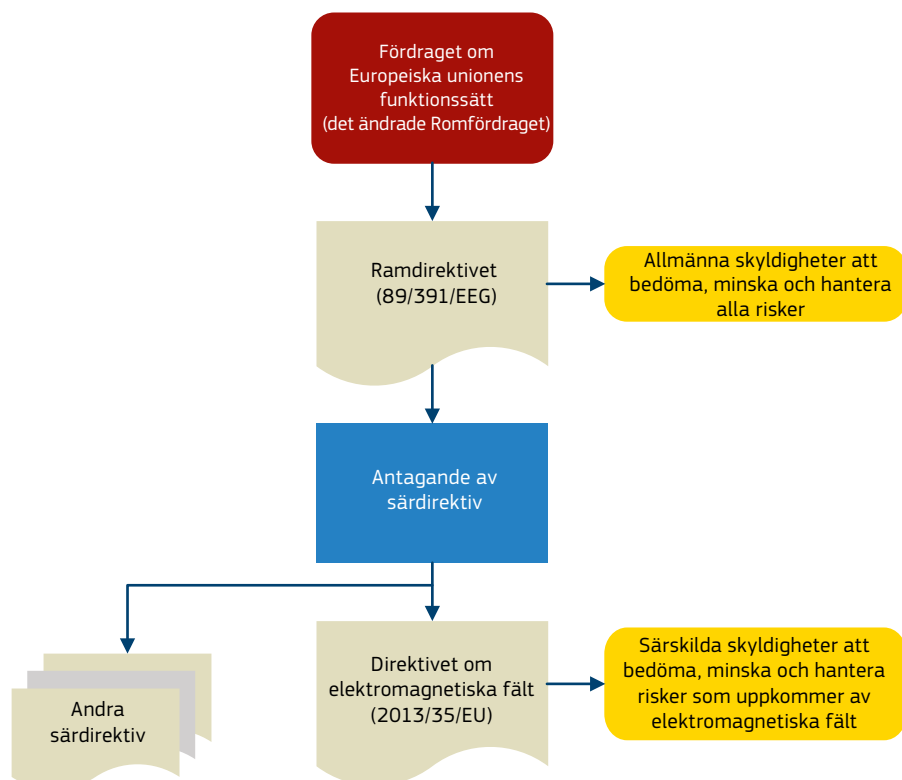
BESLUT OM ATT GÖRA MER

4. UPPBYGGNADEN AV DIREKTIVET OM ELEKTROMAGNETISKA FÄLT

Den fullständiga texten i direktivet om elektromagnetiska fält (2013/35/EU) finns i bilaga L till denna vägledning. I detta kapitel förklaras hur och varför direktivet om elektromagnetiska fält (nedan kallat *direktivet*) har införts. Det innehåller även en sammanfattning av de viktigaste kraven i direktivet.

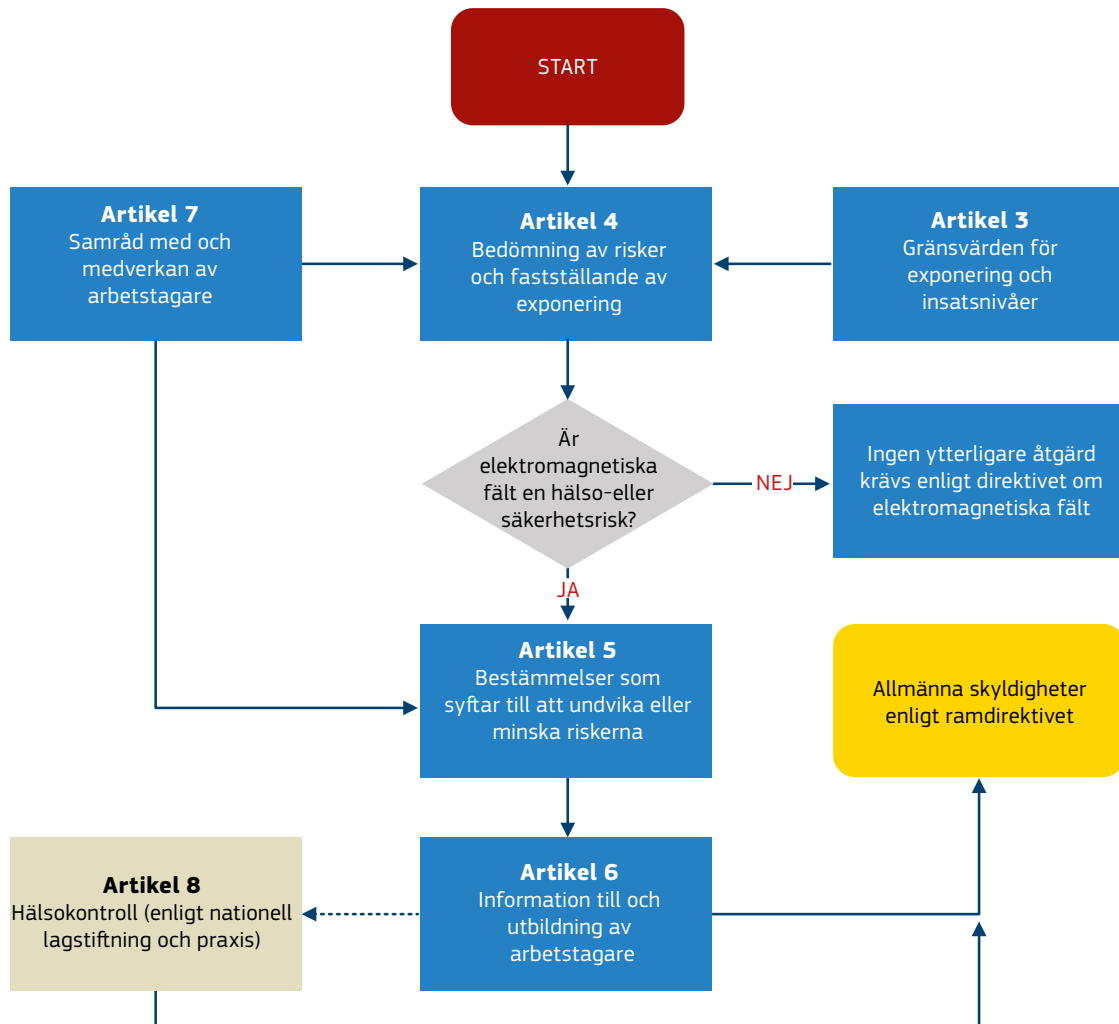
I Romfördraget (numera fördraget om Europeiska unionens funktionssätt) fastställs målet att EU ska främja förbättringar av arbetstagarnas hälsa och säkerhet i arbetet. För att uppnå detta mål får EU anta direktiv som fastställer minimikrav. År 1989 infördes ramdirektivet (89/391/EEG) som ett övergripande direktiv på detta område. I ramdirektivet fastställs allmänna krav för bedömning och minskning av risker, beredskap för nödsituationer, information till arbetstagarna, medverkan och utbildning, arbetstagarnas skyldigheter och hälsokontroll. Det föreskrivs också att man kan anta särdirektiv, som ger närmare föreskrifter om hur målen i ramdirektivet ska uppnås i särskilda situationer. Direktivet om elektromagnetiska fält är det tjugonde särdirektivet. I figur 4.1 illustreras hur direktivet passar in i den bredare lagstiftningsramen.

Figur 4.1 – Schematisk bild av den rättsliga bakgrunden till direktivet om elektromagnetiska fält



I figur 4.2 visas en översikt över de viktigaste artiklarna i direktivet om elektromagnetiska fält som är av betydelse för arbetsgivare och hur artiklarna samspelar med varandra.

Figur 4.2 – Schematisk bild av samspelet mellan artiklar i direktivet om elektromagnetiska fält



Syftet med direktivet om elektromagnetiska fält (se förklaringen ovan) är att hjälpa arbetsgivare att fullgöra sina skyldigheter enligt ramdirektivet i den särskilda situation då arbetet medför exponering för elektromagnetiska fält. Därav följer att många av kraven i direktivet om elektromagnetiska fält speglar kraven i det mer allmänna ramdirektivet och därför bör de båda direktiven användas tillsammans. I direktivet om elektromagnetiska fält ligger tonvikten på att bedöma risker som uppkommer av elektromagnetiska fält på arbetsplatsen och att om så behövs vidta åtgärder för att minska dem. Ett resultat av kopplingen mellan de båda direktiven är dock att de flesta arbetsgivare som redan uppfyller kraven enligt ramdirektivet bör kunna konstatera att de inte behöver göra så mycket mer för att uppfylla kraven i direktivet om elektromagnetiska fält.

I direktivet om elektromagnetiska fält strävar man efter att införa *minimikrav* för hälsa och säkerhet i samband med arbete med elektromagnetiska fält. Enligt fördraget om Europeiska unionens funktionssätt får medlemsstaterna välja att behålla sin befintliga lagstiftning eller införa ny lagstiftning med krav som är mer strikta än kraven i direktivet om elektromagnetiska fält.

4.1 Artikel 3 – Gränsvärden för exponering och insatsnivåer

I artikel 3 begränsas de maximala exponeringarna genom fastställande av gränsvärden för exponering avseende sensoriska effekter och hälsoeffekter. Dessa gränsvärden definieras i bilagorna II (icke-termiska effekter) och III (termiska effekter) i direktivet om elektromagnetiska fält. Gränsvärden för exponering avseende hälsoeffekter måste alltid följas. Det är dock godtagbart att tillfälligt överskrida gränsvärdena för exponering avseende sensoriska effekter, förutsatt att arbetstagarna informeras och att andra åtgärder vidtas i enlighet med artikel 3.



Huvudbudskapet: definitioner

Många av begreppen i direktivet om elektromagnetiska fält definieras i artikel 2. Vissa av begreppen, bland annat tillfälligt och motiverat, definieras dock inte utan kan användas på olika sätt beroende på omständigheterna. Om begrepp inte uttryckligen definieras i direktivet definierar medlemsstaterna dem under genomförandet, antingen i lagstiftning eller på annat sätt.

I de flesta fall anges gränsvärden för exponering som mängder i kroppen, vilket inte kan mätas direkt eller enkelt beräknas. Därför införs i artikel 3 insatsnivåer, som fastställs som yttre fältmängder som enklare kan konstateras genom mätning eller beräkning. Insatsnivåerna fastställs i bilagorna II och III till direktivet om elektromagnetiska fält. Förutsatt att insatsnivåerna inte överskrider kan det antas att exponeringarna uppfyller gränsvärdena för exponering och att ytterligare bedömning inte är nödvändig. Under vissa omständigheter kan det vara godtagbart att överskrida vissa insatsnivåer och reglerna för detta anges i artikel 3.

Den praktiska tillämpningen av insatsnivåer och gränsvärden för exponering är komplicerad och diskuteras närmare i kapitel 6 i denna vägledning.

4.2 Artikel 4 – Bedömning av risker och fastställande av exponering

Det första steget mot att skapa en säkrare arbetsplats är att bedöma de risker som finns. I kapitel 5 i denna vägledning finns mer information om att bedöma risker som uppkommer av elektromagnetiska fält på arbetsplatsen. Där diskuteras de frågor som behöver övervägas för att uppfylla kraven i artikel 4. Det är viktigt att komma ihåg att det inte räcker att helt enkelt visa att insatsnivåerna och gränsvärdena för exponering efterlevs eftersom detta kanske inte är tillräckligt för att till fullo skydda arbetstagare som är särskilt utsatta för risker eller för att undvika säkerhetsrisker på grund av indirekta effekter.

Vid bedömning av risker av elektromagnetiska fält på arbetsplatsen är det viktigt att förstå arten av de fält som förekommer. I artikel 4 åläggs därför arbetsgivarna att identifiera och bedöma elektromagnetiska fält på arbetsplatsen. Arbetsgivarna får dock lov att beakta information som lämnats av andra och är endast skyldiga att själva bedöma fälten om det inte går att visa överensstämmelse genom andra medel.

Det är viktigt att det är tillåtet att använda uppgifter som tillhandahålls av tillverkare eller som offentliggjorts i databaser för generella bedömningar eftersom detta för de flesta arbetsgivare är det allra enklaste sättet att bedöma elektromagnetiska fält på arbetsplatsen. Användningen av information som tillhandahålls av andra diskuteras närmare i kapitel 7 i denna vägledning och illustreras i vissa av fallstudierna i volym 2.

Även om det är nödvändigt för arbetsgivare att bedöma fälten själva får de enligt artikel 4 välja att göra detta genom mätning eller beräkning. Denna valfrihet gör det möjligt för arbetsgivare att välja den enklaste metoden för en viss situation. Det finns många faktorer som påverkar valet av metod och dessa diskuteras närmare i kapitel 8 i denna vägledning och ytterligare riktlinjer finns i bilaga D.

4.3 Artikel 5 – Bestämmelser som syftar till att undvika eller minska riskerna

Förutsatt att insatsnivåerna inte överskrids och andra effekter kan uteslutas, behöver arbetsgivare inte vidta några andra åtgärder än att fortsätta att fullgöra sina skyldigheter enligt ramdirektivet. I detta ingår att regelbundet se över riskbedömningen för att försäkra sig om att den fortfarande är relevant.

Om insatsnivåerna överskrids kan arbetsgivaren vilja försöka styrka att gränsvärdena för exponering efterlevs och om detta är möjligt att det inte finns några andra säkerhetsrisker på grund av elektromagnetiska fält. I många fall kan det dock vara enklare och billigare att vidta åtgärder för att förebygga risker än att styrka efterlevnad av gränsvärden för exponering. Precis som i fråga om andra aspekter av direktivet om elektromagnetiska fält ska de allmänna metoderna att undvika och minska risker följa dem som anges i ramdirektivet. De flesta arbetsgivare har en rad olika handlingsalternativ och vilket av dem som är lämpligast beror på deras särskilda situation. Vanligt förekommande metoder diskuteras i kapitel 9 i vägledningen, bland annat åtgärder som är specifika för risker som uppkommer på grund av elektromagnetiska fält.

Artikel 3 tillåter på vissa villkor att låga insatsnivåer eller gränsvärden för exponering i fråga om sensoriska effekter överskrids tillfälligt, vilket nämndes i avsnitt 4.1 ovan. I artikel 5 anges försiktighetsåtgärder som måste vidtas i sådana situationer.

Även om insatsnivåer inte överskrids, måste arbetsgivaren ta hänsyn till att detta kanske inte ger tillräckligt skydd för arbetstagare som är särskilt utsatta för risker eller innebär att man undviker säkerhetsrisker på grund av indirekta effekter. Återigen brukar en rad olika handlingsalternativ vara tillgängliga för att hantera dessa risker, vilket också diskuteras närmare i kapitel 9.

4.4 Artikel 6 – Information till och utbildning av arbetstagare

Precis som i fråga om andra aspekter av direktivet om elektromagnetiska fält liknar kraven i artikel 6 i stora drag motsvarande artiklar i ramdirektivet. Om risker har identifierats ska sedan lämplig information och utbildning tillhandahållas. Eftersom det är känt att många arbetstagare kan vara okunniga om arten av de faror som är förknippade med elektromagnetiska fält, tänkbara symtom eller begrepp som gränsvärden för exponering och insatsnivåer bör dessa ämnen särskilt tas upp i utbildningen. Arbetstagare måste också få särskild information om resultaten av bedömningarna för deras egen arbetsplats.

Det är lika viktigt att riskerna sätts in i ett perspektiv. Arbetstagare ska få veta att många av källorna till elektromagnetiska fält på arbetsplatsen inte utgör någon risk för deras hälsa eller säkerhet. Många av källorna, som mobiltelefoner eller lyftutrustning, kan faktiskt bidra till arbetstagarnas välbefinnande eller göra deras arbete mycket lättare. Tillhandahållande av information och utbildning diskuteras närmare i kapitel 9 i denna vägledning.

4.5 Artikel 7 – Samråd med och medverkan av arbetstagare

I artikel 7 i direktivet om elektromagnetiska fält hänvisas direkt till artikel 11 i ramdirektivet.

4.6 Artikel 8 – Hälsokontroll

Artikel 8 i direktivet om elektromagnetiska fält bygger vidare på kraven i artikel 14 i ramdirektivet. Medlemsstaterna får uttryckligen lov att anpassa dessa krav till de system som de redan har infört och därför varierar troligen det praktiska genomförandet av artikeln från land till land. Vissa riktlinjer om hälsokontroll ges i kapitel 11 i denna vägledning.

4.7 Artikel 10 – Undantag

I artikel 10 beviljas ett obligatoriskt undantag och två undantag efter medlemsstaternas eget gottfinnande. Ett undantag är en lättnad i ett lagstadgat krav. I detta fall innebär det att arbetsgivare under vissa omständigheter inte behöver uppfylla vissa av kraven i direktivet om elektromagnetiska fält, förutsatt att arbetstagarna fortfarande är tillräckligt skyddade.

Det obligatoriska undantaget gäller installation, testning, användning, utveckling och underhåll av eller forskning om utrustning för magnetisk resonanstomografi (MRT) inom hälsovården. Undantaget tillåter exponeringar som överskrider gränsvärdena för exponering förutsatt att vissa villkor är uppfyllda. Dessa villkor diskuteras närmare i bilaga F till denna vägledning tillsammans med riktlinjer för arbetsgivare om hur de ska visa överensstämmelse.

Det första undantaget efter eget gottfinnande ger medlemsstaterna rätt att använda ett alternativt skyddssystem för personal som arbetar vid militära anläggningar eller deltar i militär verksamhet, inklusive gemensamma internationella militära övningar. Detta undantag beviljas under förutsättning av att negativa hälsoeffekter och säkerhetsrisker förebyggs.

Det andra undantaget enligt medlemsstaternas eget gottfinnande är ett allmänt undantag som ger medlemsstaterna rätt att tillåta att gränsvärden för exponeringar på vissa villkor tillfälligt överskrids inom särskilda sektorer eller för särskilda verksamheter.

Undantagen diskuteras närmare i avsnitt 6.4 i denna vägledning.

4.8 Sammanfattning

Syftet med direktivet om elektromagnetiska fält är att hjälpa arbetsgivare att uppfylla kraven i ramdirektivet beträffande de särskilda risker som är förknippade med elektromagnetiska fält. De flesta arbetsgivare uppfyller redan skyldigheter enligt ramdirektivet och har därigenom fullgjort sina skyldigheter enligt direktivet om elektromagnetiska fält. För vissa arbetsplatser där fälten är starkare kan dock arbetsgivare behöva genomföra mer ingående bedömningar och införa ytterligare försiktighetsåtgärder för att undvika eller minska riskerna. Arbetsgivare behöver också tillhandahålla information till och utbilda sin personal, se till att arbetstagarna medverkar i hanteringen av risker och följa nationell praxis i fråga om hälsokontroll.

MRT inom hälsovården omfattas av ett obligatoriskt undantag. Ytterligare undantag ger medlemsstaterna rätt att anta ett alternativt skyddssystem för militär verksamhet och att på vissa villkor tillåta att gränsvärden för exponeringar tillfälligt överskrids inom andra sektorer.

5. RISKBEDÖMNING INOM RAMEN FÖR DIREKTIVET OM ELEKTROMAGNETISKA FÄLT

Riskbedömning är ett grundkrav i ramdirektivet och detta återspeglas i artikel 4 i direktivet om elektromagnetiska fält. Detta medför en rad särskilda frågor som måste beaktas när risker på grund av elektromagnetiska fält bedöms. Detta kapitel ger riktlinjer om hur man går tillväga för att bedöma risker på grund av elektromagnetiska fält. De enskilda arbetsgivarna kan anpassa råden så att de passar deras befintliga riskbedömningssystem.

I allmänhet finns det inte några bestämda regler för hur en riskbedömning ska gå till, men det är alltid värt att kontrollera med de nationella myndigheterna om det finns särskilda nationella krav. Strukturerade metoder för riskbedömning brukar vara mest effektiva eftersom de gör det möjligt att systematiskt identifiera faror och arbetstagare som är utsatta för särskilda risker. Det bidrar till att inga risker förbises av misstag. Bedömningens komplexitet varierar beroende på arten av de uppgifter som ska bedömas. Erfarenheten tyder på att det i de flesta situationer är bäst att göra bedömningen så enkel som möjligt.

Eftersom det inte finns några bestämda regler för genomförandet av riskbedömningar så kan den använda terminologin variera. I detta kapitel används termer och definitioner som rekommenderats av Europeiska arbetsmiljöbyrån (tabell 5.1).

Tabell 5.1 – Termer och definitioner som används i denna vägledning i samband med riskbedömning

Fara	Den inneboende egenskapen eller förmågan hos någonting att kunna framkalla skador.
Risker	Sannolikheten för att potentialen att skada kommer att förverkligas under förhållandena för användning och/eller exponering samt den tänkbara omfattningen av skadan.
Riskbedömning	Processen för att utvärdera risken för arbetstagarnas hälsa och säkerhet i arbetet på grund av omständigheterna för uppkomsten av en fara på arbetsplatsen.

I en fullständig riskbedömning måste alla faror som är förknippade med arbetsverksamheten beaktas. I denna vägledning kommer dock endast faran på grund av elektromagnetiska fält att diskuteras. Vissa exempel på riskbedömning specifikt för elektromagnetiska fält ges i fallstudierna i volym 2 av vägledningen. För vissa användningsområden lämnas tillräcklig information av produkttillverkaren för att man ska kunna dra slutsatsen att risken hanteras på lämpligt sätt. Därför behöver inte processen för riskbedömning vara särskilt betungande. Bedömningen måste bevaras enligt nationell lagstiftning och praxis.

Riskbedömningen är ledningens ansvar men den ska genomföras i samråd med arbetstagarna, som ska informeras om resultaten av bedömningen.

5.1 Onlineplattformen för interaktiv riskbedömning (OiRA)

Onlineplattformen för interaktiv riskbedömning (OiRA) är ett initiativ för att stödja mikroföretag och små företag som utvecklats av Europeiska arbetsmiljöbyrån. Plattformen finns på en särskild webbplats (www.oiraproject.eu) som ger åtkomst till OiRA-verktygen. Verktygen tillhandahålls kostnadsfritt och är utformade för att hjälpa arbetsgivare att genomföra en riskbedömning steg för steg. Eftersom verktygen är sektorspecifika hjälper de arbetsgivarna att identifiera de mest vanligt förekommande farorna inom sina respektive sektorer.

OiRA-processen består av fyra huvudetapper som visas i tabell 5.2 nedan.

Tabell 5.2 – Etapper i OiRA-processen

Förberedelse	Detta ger en översikt över den särskilda bedömning som du är på väg att starta och kan ge dig möjlighet att ytterligare anpassa bedömningen till din verksamhets särskilda beskaffenhet.
Identifiering	OiRA presenterar en rad potentiella faror eller problem för hälsa och säkerhet som kan finnas på din arbetsplats. Du anger om dessa faror eller problem finns genom att svara ja eller nej på påståenden eller frågor. Du kan också bestämma dig för att lämna en fråga obesvarad och därmed bordlägga den tills vidare för att besvara den på ett senare stadium.
Utvärdering	Här kan du bestämma nivån på den risk som är förknippad med de olika faktorer som du under identifieringsetappen konstaterade var i behov av att behandlas närmare.
Handlingsplan	Under den fjärde etappen av bedömningen kan du bestämma vilka åtgärder som du ska vidta för att ta itu med de risker som du identifierat tidigare och vilka resurser detta kan kräva. Utifrån detta produceras en rapport automatiskt i nästa steg.

Den riktlinje som beskrivs nedan överensstämmer med OiRA-processen och bör vara till nytta för dem som använder OiRA-verktyg. Det är dock klart att inte alla arbetsgivare kommer att vilja använda OiRA-verktygen. En del kan redan ha infört riskbedömningssystem och andra kanske följer system för hantering av hälsa och säkerhet, t.ex. OHSAS 18001. Råden i detta kapitel är därför avsedda att vara relevanta i alla dessa situationer.

5.2 Steg 1 – Förberedelse

Det första steget i varje riskbedömning är att samla in bland annat följande information om arbetsverksamheterna:

- Beskrivning av arbetsuppgifterna.
- Vilka som utför arbetet.
- Hur arbetet utförs.
- Vilken utrustning som används för att utföra arbetsuppgifterna.

Samråd med arbetstagare och observation av arbetsverksamheterna är särskilt viktiga i denna etapp. Hur en arbetsverksamhet utförs i praktiken kan skilja sig från hur den utförs i teorin.

Det är också viktigt att se till att bedömningen omfattar både rutinuppgifter och sådana som inte är rutinuppgifter eller är periodiskt förekommande. Dessa kan t.ex. omfatta

- städning eller rengöring,
- löpande underhåll,
- skötsel,
- reparation,
- nya installationer,
- ibruktagande,
- avveckling.

5.3 Steg 2 – Identifiering av faror och de som är utsatta för risker

5.3.1 Identifiering av faror

Det första steget mot att identifiera faror på grund av elektromagnetiska fält är att identifiera verksamheter och utrustning som ger upphov till elektromagnetiska fält på arbetsplatsen. Det underlättar att jämföra denna lista med tabell 3.2 i kapitel 3 eftersom verksamhetens art eller utrustningens utformning i många fall är sådan att endast svaga fält genereras. Sådana svaga fält är inte farliga även om flera verksamheter eller utrustningsenheter finns alldeles i närheten.

I direktivet om elektromagnetiska fält konstateras att vissa arbetsplatser som är öppna för allmänheten kanske redan har bedömts i anslutning till rådets rekommendation om begränsning av allmänhetens exponering för elektromagnetiska fält (1999/519/EG). Förutsatt att dessa arbetsplatser överensstämmer med rådets rekommendation 1999/519/EG och att hälso- och säkerhetsrisker kan uteslutas finns det inget krav på att någon ytterligare exponeringsbedömning genomförs. Dessa villkor anses vara uppfyllda om

- utrustning avsedd för allmänheten används på avsett sätt,
- utrustning uppfyller kraven i produktdirektiv med striktare säkerhetsnivåer än i direktivet om elektromagnetiska fält,
- ingen annan utrustning används.

Tabell 3.2 i kapitel 3 är också till hjälp för att identifiera verksamheter och utrustning som troligen kräver ingående bedömning.

Vissa källor ger upphov till starkare fält som inte är åtkomliga under normal användning på grund av utrustningens hölje eller skydd runt arbetsområden. I sådana situationer är det viktigt att ta hänsyn till om arbetstagare kan komma i kontakt med starka fält under underhåll, skötsel eller reparationer.

Tillverkare och installörer av utrustning behöver ta hänsyn till att testning av delvis konstruerad utrustning kan medföra att arbetstagare kommer i kontakt med starka fält som normalt inte är tillgängliga.

5.3.2 Identifiering av befintliga förebyggande åtgärder eller försiktighetsåtgärder

På de flesta arbetsplatser finns redan en rad förebyggande åtgärder och försiktighetsåtgärder för att undanröja eller minska risker i arbetet. Sådana åtgärder kan ha vidtagits särskilt för elektromagnetiska fält. I andra fall kan de ha vidtagits för andra faror men fungerar också så att de begränsar kontakten med elektromagnetiska fält.

Det är därför viktigt att identifiera befintliga förebyggande åtgärder eller försiktighetsåtgärder som underlag för riskbedömningsprocessen.

5.3.3 Identifiering av dem som är utsatta för särskilda risker

Det är nödvändigt att identifiera vilka som kan skadas av de berörda farorna. När detta utförs är det viktigt att beakta alla arbetstagare på arbetsplatsen. Det bör vara okomplicerat att identifiera dem som utför arbetsverksamheter eller använder utrustning som genererar starka fält. Det är dock viktigt att beakta dem som utför andra uppgifter eller arbetar med annan utrustning men som också kan vara exponerade för fälten. Exempelvis visar bedömningen av fält från en punktsvetsmaskin placerad på en arbetsbänk i fallstudien om en verkstad (volym 2 i denna vägledning) att fältet inte är starkast där operatören står, utan snarare bredvid utrustningen. Om svetsmaskinen är placerad vid en gångväg kan andra arbetstagare som går förbi utsättas för starkare fält än operatören.

Det är också viktigt att ta hänsyn till risker för personer som inte är direktanställda men som trots detta finns på arbetsplatsen. Det kan röra sig om besökare, servicetekniker, andra entreprenörer och arbetstagare hos budfirmor osv.

5.3.4 Arbetstagare som är utsatta för särskilda risker

Det är ett krav att beakta arbetstagare som är utsatta för särskilda risker, och i direktivet om elektromagnetiska fält identifieras uttryckligen fyra grupper av arbetstagare som hör till denna kategori (se tabell 3.1 för mer information):

- Arbetstagare med aktiva inopererade medicinska enheter.
- Arbetstagare med passiva inopererade medicinska enheter.
- Arbetstagare med medicinska enheter som bärs på kroppen.
- Gravida arbetstagare.

Arbetstagare som tillhör någon av dessa grupper kan vara utsatta för större risk på grund av elektromagnetiska fält än den förvärvsarbetande befolkningen i allmänhet och bör bli föremål för en särskild riskbedömning (se avsnitt 5.4.1.3 nedan). Ibland kan detta visa att risken är godtagbar medan det i andra fall är nödvändigt att göra justeringar av arbetsförhållandena för att minska risken.

5.4 Steg 3 – Utvärdera och prioritera risker

5.4.1 Riskutvärdering

Riskutvärdering kan innebära varierande grader av komplexitet, alltifrån en enkel bedömning av om risken är låg, medelhög eller hög till en höggradigt kvantitativ analys. En enkel utvärdering brukar vara tillräckligt om alla fält ligger på låg nivå, t.ex. när alla aktiviteter och all utrustning har ett Nej i alla kolumner i tabell 3.2. Om fälten förväntas vara starkare är utvärderingen sannolikt mer komplicerad och kan innebära ett inslag av kvantitativ bedömning för att fastställa storleken på en eventuell fara.

I riskutvärderingen bör man ta hänsyn till både hur allvarlig en farlig händelse är och hur sannolikt det är att den inträffar.

Den angivna allvarlighetsgraden bör återspegla det förväntade utfallet av den farliga händelsen. Ett spektrum av tänkbara utfall av varierande allvarlighetsgrad är möjligt på grund av samspelet mellan elektromagnetiska fält på arbetsplatsen. Exempel på sådana tänkbara utfall och allvarlighetsgrader ges nedan. I praktiken är angivandet av allvarlighetsgrad en fråga om bedömarens omdöme som påverkas av styrkan på de tillgängliga fälten och andra lokala omständigheter.

Tabell 5.3 – Exempel på tänkbara utfall och allvarlighetsgrader till följd av interaktioner mellan elektromagnetiska fält på arbetsplatsen

Utfall	Allvarlighetsgrad
Svindel och illamående Varseblivning av ljusblixtar (fosfener) En stickande känsla eller smärta (nervstimulering) Små ökningar av vävnadstemperaturen Mikrovågshörande	Mindre
Ferromagnetiska projektilers rörelse i statiska magnetfält Interferens med inopererade medicinska enheter Stora ökningar av vävnadstemperaturen	Allvarlig
Antändning av brandfarlig omgivningsluft Utlösning av detonatorer	Dödlig

I bedömningen av sannolikheten behöver man beakta en rad olika faktorer, bland annat åtkomsten till fältet och arten av de arbetsuppgifter som utförs. Ofta är åtkomsten till starka fält begränsad av andra skäl, exempelvis mekaniska eller elektriska faror. Under sådana omständigheter är det inte nödvändigt att införa ytterligare restriktioner. I sannolikhetsbedömningen ska man även ta hänsyn till arbetsprocessen. Exempelvis kan en induktionsugn köras med full effekt under den inledande uppvärmningsfasen, men arbetstagare befinner sig normalt inte nära ugnen under denna del av cykeln. Senare när smältan har smält kan ugnen köras med reducerad effekt och därför är fältstyrkan mycket lägre.

I utvärderingen av risken måste även redan vidtagna förebyggande åtgärder eller försiktighetsåtgärder beaktas (se avsnitt 5.3.2).

Elektromagnetiska fält kan ge upphov till risker genom både direkta och indirekta interaktioner och dessa risker bör utvärderas separat. Dessutom kan vissa arbetstagare vara särskilt utsatta för risker (se avsnitt 5.3.4 ovan) och riskerna för dessa arbetstagare behöver uttryckligen utvärderas



Huvudbudskap: riskutvärdering

Riskutvärdering behöver inte vara komplicerad och arbetsgivare kan använda tabell 3.2 som hjälp för att bestämma hur detaljerad utvärderingen behöver vara. I utvärderingen bör man ta hänsyn till både hur allvarlig den farliga händelsen är och hur sannolikt det är att den kommer att inträffa.

5.4.1.1 Direkta effekter

I bedömningen av risker till följd av elektromagnetiska fältens direkta interaktion med arbetstagare måste man ta hänsyn till de tillgängliga fältens egenskaper. De huvudfaktorer som påverkar storleken på en fara är den frekvens (eller de frekvenser) som förekommer och fältstyrkan. Andra faktorer som vågform, spatiell likformighet samt förändringar av fältstyrkan över tiden kan dock också vara av betydelse.

Av avgörande betydelse för denna aspekt är att bedöma om arbetstagare kan komma att exponeras över gränsvärdena för exponering (se kapitel 6). Om gränsvärdena för exponering inte kan överskridas föreligger det inte någon fara på grund av direkta effekter.

För tidsvarierande fält med frekvenser mellan 1 Hz och 6 GHz går det i allmänhet inte att på ett enkelt sätt mäta eller beräkna gränsvärden för exponering. De flesta arbetsgivare finner det därför mer praktiskt att bedöma om tillgängliga fält överskrider insatsnivåerna för direkta effekter. Om insatsnivåerna inte överskrids kan inte gränsvärdena för exponering vara överskridna.

Enligt direktivet om elektromagnetiska fält behöver inte arbetsgivare genomföra beräkningar eller mätningar för att fastställa att insatsnivåerna inte överskrids, annat än om information inte är tillgänglig från annat håll. Många arbetsgivare kommer att finna att det för alla deras verksamheter och för all utrustning finns ett Nej i samtliga tre kolumner i tabell 3.2. Om så är fallet kommer insatsnivåerna inte att överskridas, även om det finns flera verksamheter eller utrustningsenheter i den omedelbara närheten. Även om verksamheter eller utrustning inte finns med i tabell 3.2 kan information som bekräftar att insatsnivåerna inte överskrids vara tillgänglig på annat håll (se kapitel 7).

Om arbetsgivare inte kan styrka överensstämmelse med vare sig insatsnivåerna eller gränsvärdena för exponering från lätt tillgänglig information kan de genomföra en mer ingående bedömning (se kapitel 8), eller överväga om de kan vidta åtgärder för att begränsa fälten (se kapitel 9).

5.4.1.2 Indirekta effekter

Elektromagnetiska fält kan ge upphov till risker för säkerhet och hälsa genom interaktion med föremål som finns i fältet. Enligt direktivet om elektromagnetiska fält ska dessa risker också bedömas, och de bör bedömas skilt från riskerna från direkta effekter.

I direktivet identifieras en rad indirekta effekter som kan behöva bedömas:

- Interferens med medicinsk elektronisk utrustning och anordningar, inklusive pacemakrar och andra implantat eller medicinska enheter som bärs på kroppen.
- Projektilrisk från ferromagnetiska föremål i statiska magnetfält.
- Utlösning av elektroexplosiv apparatur (detonatorer).
- Brand och explosioner som uppstår när brännbara material antänds av gnistor orsakade av induktionsfält, kontaktströmmar eller gnisturladdningar.
- Kontaktströmmar.

Många av dessa indirekta effekter förekommer endast i särskilda situationer och för de flesta arbetsgivare är därför det första steget att överväga om det är sannolikt att dessa risker över huvud taget förekommer på deras arbetsplatser.

I direktivet anges insatsnivåer för att hjälpa arbetsgivare att bedöma riskerna för två av dessa indirekta effekter: projektilrisken från ferromagnetiska föremål i statiska magnetfält och kontaktströmmar. Om insatsnivån inte överskrids är risken låg och inga ytterligare förebyggande åtgärder eller försiktighetsåtgärder krävs.

För övriga indirekta effekter finns det inga insatsnivåer men europeiska standarder ger ytterligare riktlinjer för bedömningen av risker. Detta diskuteras närmare i bilaga E i denna vägledning.

5.4.1.3 Arbetstagare som är utsatta för särskilda risker

För arbetstagare som är utsatta för särskilda risker (se tabell 3.1) är bedömningen i allmänhet mer komplicerad. Insatsnivåerna för direkta effekter kanske inte ger tillräckligt skydd för dessa arbetstagare och en separat bedömning krävs därför.

Arbetstagare med inopererade medicinska enheter eller medicinska enheter som bärs på kroppen kan ha fått särskild information om säkra fältstyrkor. Om så är fallet ger denna information bedömningskriterier och bör ha företräde framför mer generell information som eventuellt är tillgänglig. I bedömningen för en person som har pacemaker i fallstudien om enheter som genererar radiofrekvensplasma (volym 2) används exempelvis tillverkarens uppgifter.

Om särskild information inte är tillgänglig i fråga om inopererade medicinska enheter eller medicinska enheter som bärs på kroppen och för gravida arbetstagare bör arbetsgivarna läsa riktlinjerna i bilaga E i denna vägledning.



Huvudbudskap: frågor som ska beaktas

När arbetsgivare gör en bedömning av risker på grund av elektromagnetiska fält bör de beakta risker på grund av både direkta och indirekta effekter. En del arbetstagare kan vara utsatta för särskilda risker på grund av elektromagnetiska fält (se tabell 3.1) och detta bör också beaktas.

5.5 Steg 4 – Fatta beslut om förebyggande åtgärder

Om risker identifieras är det första steget att fråga sig om de kan undanröjas. Är det möjligt att minska fältstyrkan till en nivå som inte utgör en risk eller är det möjligt att förhindra kontakt med fältet?

Om möjligt bör beslut om förebyggande åtgärder fattas under utformnings- eller inköpsfasen för nya processer eller ny utrustning.

I kapitel 9 i denna vägledning finns riktlinjer för förebyggande åtgärder och skyddsåtgärder som kan användas för att minimera riskerna på grund av elektromagnetiska fält. Kollektivt skydd bör alltid prioriteras framför personligt skydd.

5.6 Steg 5 – Vidta åtgärder

Om det är nödvändigt att vidta åtgärder är det viktigt att prioritera genomförandet av förebyggande åtgärder eller skyddsåtgärder. Prioriteringar bör normalt göras efter riskens storlek och hur allvarligt utfallet blir om en farlig händelse inträffar. Det kanske inte är praktiskt möjligt att genomföra alla nya åtgärder omedelbart. I denna situation behöver en bedömning göras av om vissa tillfälliga åtgärder kan vidtas som gör det möjligt att fortsätta arbetet tills de permanenta förebyggande åtgärderna har genomförts. Man kanske bestämmer sig för att i stället stoppa arbetet tills de nya åtgärderna har vidtagits.

5.7 Dokumentera riskbedömningen

Det är viktigt att registrera resultaten av riskbedömningen. De viktigaste elementen i riskbedömningen bör anges, inklusive de faror som har identifierats, de arbetstagare som kan vara utsatta för risker samt resultatet av bedömningen. Om arbetstagare som är särskilt utsatta för risk har identifierats bör detta också registreras. Krav på nya förebyggande åtgärder eller försiktighetsåtgärder bör dokumenteras, liksom arrangemangen för en efterföljande översyn av bedömningen.

5.8 Övervakning och översyn av riskbedömningen

Det är viktigt att regelbundet se över riskbedömningen för att avgöra om den varit lämplig och om de förebyggande åtgärderna eller skyddsåtgärderna varit effektiva. I översynen ska man beakta resultaten av rutinkontroller av utrustningens tillstånd och eventuell försämring som kan påverka slutsatserna i riskbedömningen. Det är också viktigt att se över riskbedömningen om den använda utrustningen eller arbetsrutinerna ändras.

Arbetsgivare bör också komma ihåg att arbetstagarnas status kan ändras. En arbetstagare kan t.ex. få en medicinsk enhet inopererad eller bli gravid. En sådan förändring bör utlösa en översyn av riskbedömningen för att avgöra om den fortfarande är lämplig.

Om arbetstagare tillfälligt exponeras över den lägsta insatsnivån för magnetfält (tabell B2 i bilaga II till direktivet om elektromagnetiska fält) eller de sensoriska gränsvärdena för exponering kan de få övergående symtom. Dessa symtom kan inbegripa

- yrsel eller illamående av exponering för statiska magnetfält och magnetfält med låg frekvens,
- sensoriska förmimmelser som ljusblixtar (fosfener) eller smärre förändringar av hjärnfunktionen på grund av elektromagnetiska fält med låg frekvens,
- sensoriska förmimmelser såsom mikrovågshörande från exponering för fält med pulsad radiofrekvens under särskilda omständigheter (se avsnitt B5).

Om arbetstagare rapporterar sådana symtom ska arbetsgivaren se över och om så krävs uppdatera riskbedömningen. Detta kan leda till att ytterligare förebyggande åtgärder eller skyddsåtgärder väljs.

AVSNITT 3

ÖVERENSSTÄMMELSE- BEDÖMNINGAR

6. ANVÄNDNING AV GRÄNSVÄRDEN FÖR EXPONERING OCH INSATSNIVÅER

Exponering för elektromagnetiska fält kan ge olika effekter beroende på frekvensen, vilket diskuterades i kapitel 2. Därför innehåller direktivet om elektromagnetiska fält gränsvärden för exponering för

- icke-termiska effekter (0–10 MHz) i bilaga II,
- termiska effekter (100 kHz–300 GHz) i bilaga III.

Följaktligen är det i allmänhet nödvändigt att veta frekvensen (eller frekvenserna) för det elektromagnetiska fältet innan ett korrekt gränsvärde för exponering kan väljas. De båda intervallen överlappar således varandra. I mellanintervallet (100 kHz–10 MHz) kan både termiska och icke-termiska effekter förekomma och därför behöver båda gränsvärdena för exponering beaktas.

För frekvenser mellan 1 Hz och 6 GHz definieras gränsvärden för exponering som mängder i kroppen, vilka inte enkelt kan mätas eller beräknas. I direktivet anges därför också insatsnivåer som fastställs som externa fältmängder, vilka relativt enkelt kan mätas eller beräknas. Dessa insatsnivåer härleds från gränsvärdena för exponering genom att använda försiktiga antaganden och efterlevnaden av den relevanta insatsnivån garanterar därför alltid efterlevnaden av motsvarande gränsvärde för exponering. Det är dock möjligt att överskrida en insatsnivå och ändå iaktta gränsvärdet för exponering. Detta förhållande diskuterats närmare i avsnitt 6.1. I figur 6.1 illustreras processen för att fatta beslut om efterlevnaden av insatsnivåer eller efterlevnaden av gränsvärden för exponering ska bedömas.

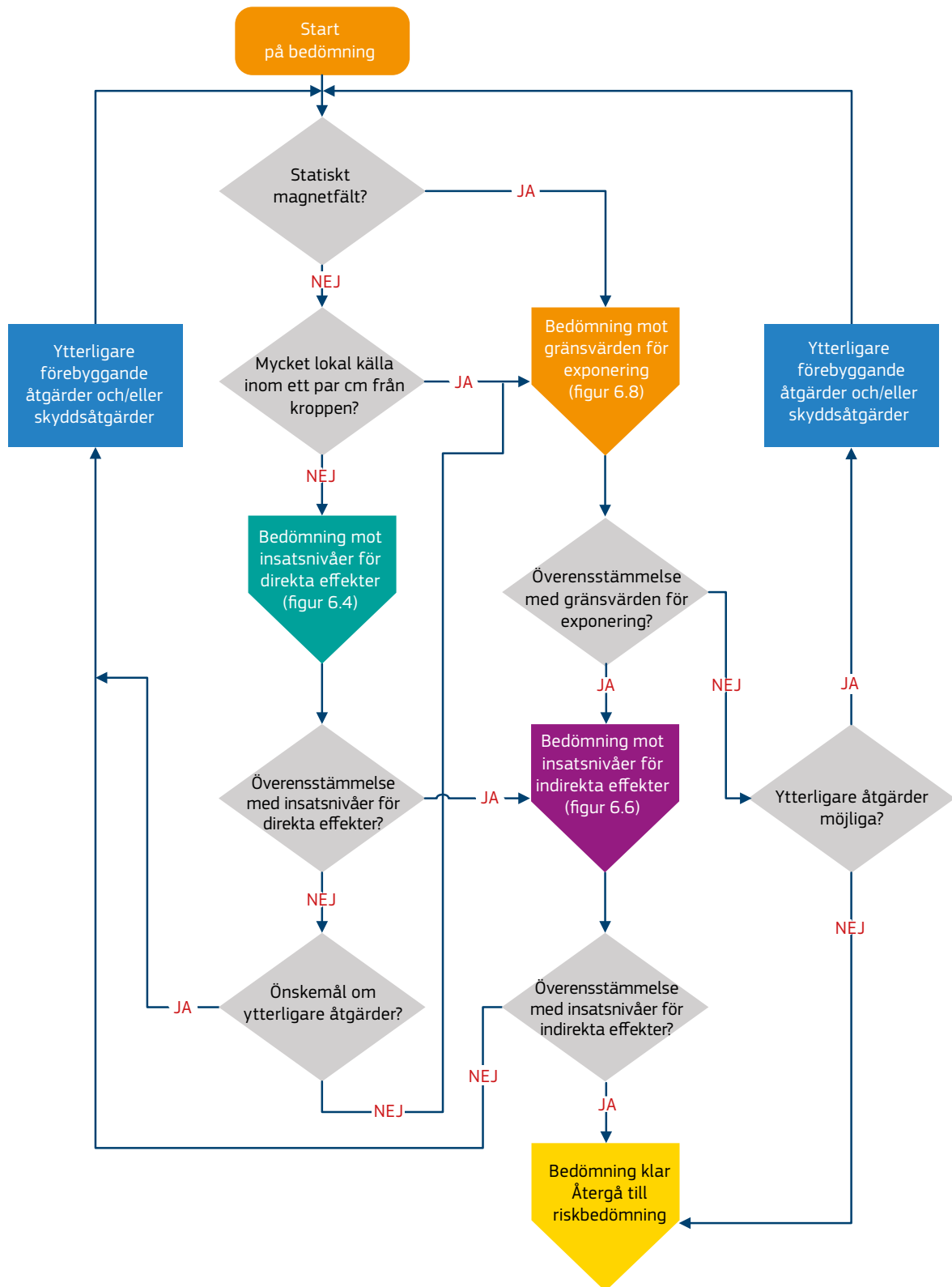
Jämförelsen av insatsnivåer med gränsvärden för exponering utgör en utgångspunkt för riskbedömningsprocessen. Om överensstämmelse med insatsnivåer inte kan styrkas kan arbetsgivare bestämma sig för att i stället göra bedömningen i förhållande till gränsvärden för exponering. En sådan bedömning är dock sannolikt mer komplicerad och följkärlig än dyrare. I många fall kan det vara möjligt att genomföra ytterligare åtgärder för att uppnå efterlevnad med antingen insatsnivåer eller gränsvärden för exponering. När arbetsgivare antingen har styrkt överensstämmelse eller har uttömt alla praktiskt genomförbara alternativ för ytterligare åtgärder, ska de gå vidare med riskbedömningsprocessen (se kapitel 5).

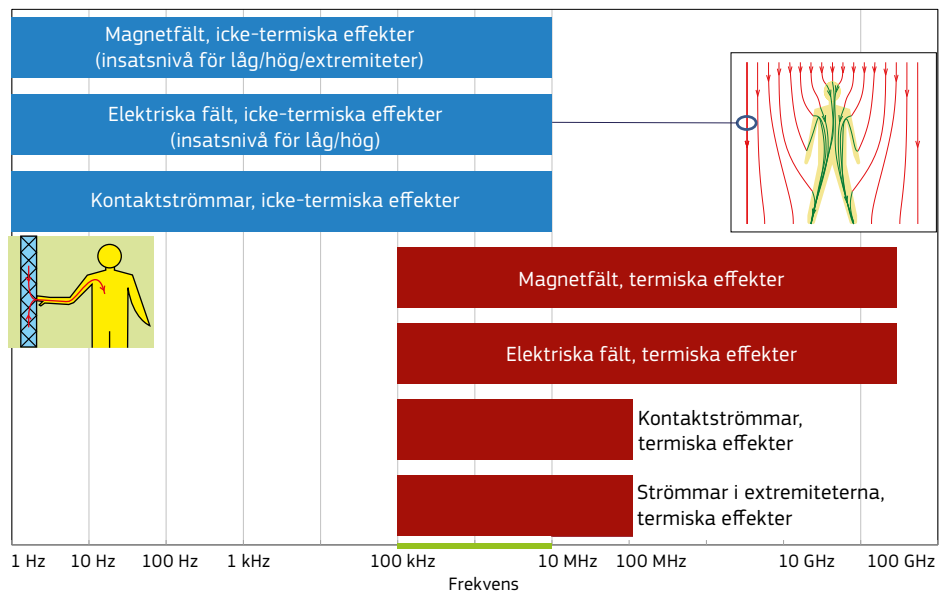
En fullständig bedömning av arbetstagarnas exponering och jämförelse med gränsvärden för exponering kan vara komplicerat och ligger utanför syftet med denna vägledning. Viss ytterligare information om bedömningar finns i bilaga D till denna vägledning. Huvudsyftet med den information som lämnas i detta kapitel är dock att förklara hur systemet med gränsvärden för exponering och insatsnivåer fungerar i praktiken så att arbetsgivare kan bestämma om de ska genomföra dessa själva eller ta hjälp av specialister.

I direktivet definieras ett antal olika insatsnivåer, varav mer än en kan tillämpas samtidigt. Insatsvärdena gäller antingen direkta eller indirekta effekter. Vid låga frekvenser kan elektriska fält och magnetfält betraktas som oberoende (den s.k. kvasistatiska approximationen) och båda inducerar elektriska fält i kroppen. Vid låga frekvenser finns det därför insatsnivåer för elektriska fält och magnetfält. Det finns också insatsnivåer för kontaktström.

När frekvensen ökar blir fälten närmare kopplade och interaktionen med kroppen förändras, vilket leder till energiuptagning som ger termiska effekter. För dessa frekvenser finns det insatsnivåer för elektriska fält och magnetfält. Vid frekvenser över 6 GHz finns det ytterligare en insatsnivå för strålningstäthet, som är relaterad till fältstyrkor för både elektriska fält och magnetfält. Det finns även insatsnivåer för inducerade strömmar i extremiteterna, som också är relaterade till termiska effekter, och för kontaktströmmar. Insatsnivåsystemet illustreras i figur 6.2.

Figur 6.1 – Processen för att fatta beslut om efterlevnaden av insatsnivåer eller efterlevnaden av gränsvärden för exponering ska bedömas



Figur 6.2 – Frekvensområde över vilket olika insatsnivåer är tillämpliga

Blå staplar anger icke-termiska effekter och röda staplar termiska effekter. Där frekvensintervallet är markerat med grön färg krävs både överensstämmelse med icke-termiska effekter (elektriskt fält, magnetfält och kontaktströmmar) och med termiska effekter (elektriskt och magnetiskt fält).

Gränsvärdena för exponering och relaterade insatsnivåer bygger på de riktlinjer som getts ut av Internationella kommissionen för skydd mot icke-joniserande strålning (ICNIRP). Mer information om den underliggande logiken återfinns i dessa riktlinjer, som är tillgängliga på www.icnirp.org (se Resurser i bilaga I).

Enligt direktivet om elektromagnetiska fält är medlemsstaterna skyldiga att införa gränsvärden för exponering i sin nationella lagstiftning och därigenom är arbetsgivarna rättsligt skyldiga att följa dem. Direktivet innehåller bestämmelser som ger kommissionen möjlighet att se över insatsnivåerna om det skulle behövas.



Huvudbudskap: insatsnivåer och gränsvärden för exponering

För de flesta arbetsgivare är det enklare att visa överensstämmelse med insatsnivåer än med gränsvärden för exponering, även om avstånden till överensstämmelse kan vara större för de förstnämnda. Insatsnivåer finns även för vissa men inte alla indirekta effekter. Insatsnivåer och gränsvärden för exponering ger normalt inte tillräckligt skydd för arbetstagare som är utsatta för särskilda risker.

6.1 Insatsnivåer för direkta effekter

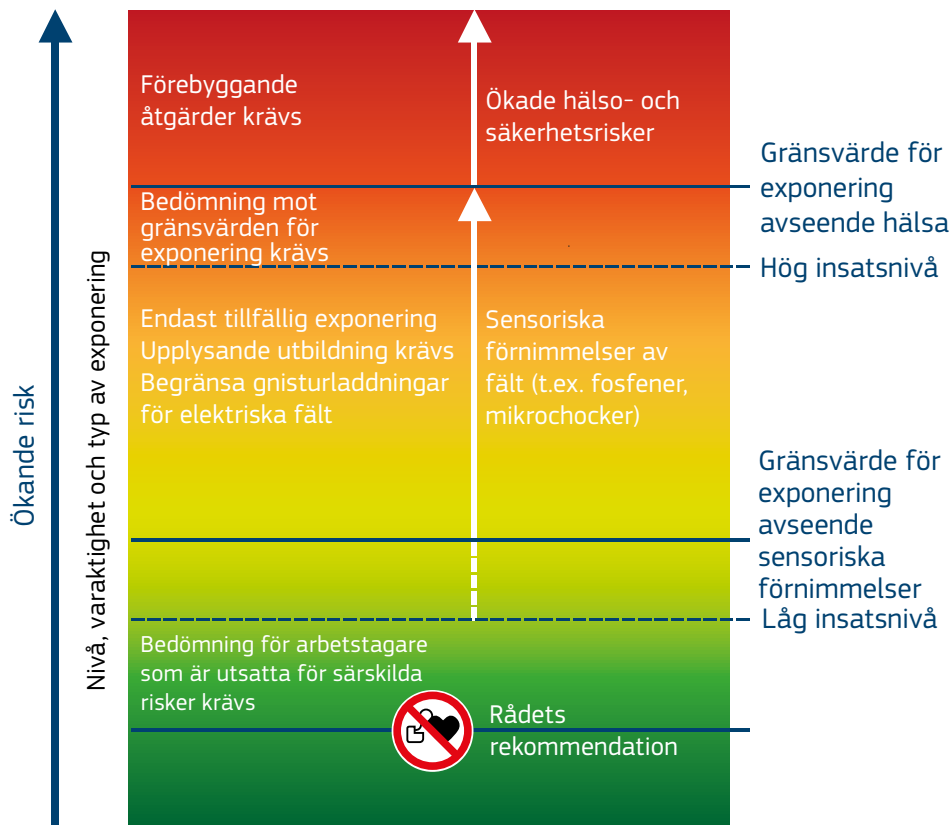
Så som angavs ovan har insatsnivåer för direkta effekter härletts från motsvarande gränsvärden för exponering med hjälp av datormodeller och med antagande av interaktioner i det värsta fallet. Detta innebär att överensstämmelse med insatsnivån garanterar överensstämmelse med motsvarande gränsvärde för exponering. I många situationer är det dock möjligt att överskrida insatsnivån och ändå efterleva motsvarande gränsvärde för exponering. Sambandet mellan insatsnivån och gränsvärdet för exponering illustreras i figur 6.3. För de flesta arbetsgivare och de flesta situationer erbjuder insatsnivåer för direkta effekter en relativt enkel väg att visa överensstämmelse med de underliggande gränsvärdena för exponering.

Alla insatsnivåer anges för fält som är opåverkade av närvaron av arbetstagarens kropp.

Om det inte är möjligt att visa efterlevnad med insatsnivåer, kan arbetsgivare välja mellan att antingen vidta skyddsåtgärder och förebyggande åtgärder eller bedöma överensstämmelsen med gränsvärdet för exponering direkt. När arbetsgivarna fattar detta beslut behöver de överväga om resultatet av bedömningen mot gränsvärdet för exponering fortfarande är ett krav för att vidta skyddsåtgärder och förebyggande åtgärder.

Processen för val av insatsnivåer för direkta effekter illustreras i flödesdiagrammet i figur 6.4.

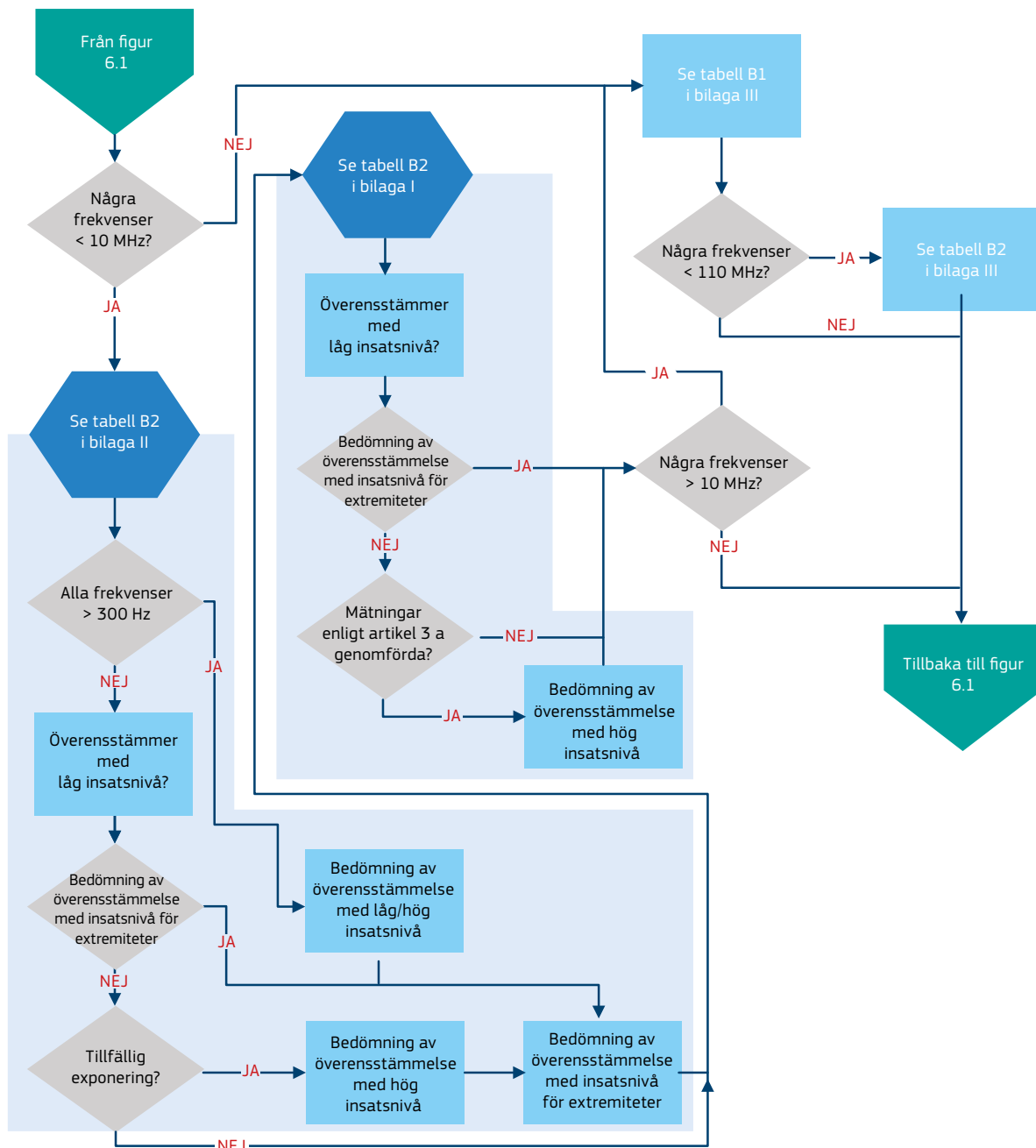
Figur 6.3 Schematisk bild av sambandet mellan gränsvärden för exponering och insatsnivåer



6.1.1 Insatsnivåer för elektriska fält (1 Hz–10 MHz)

I direktivet definieras två insatsnivåer för lågfrekventa elektriska fält: ett lågt och ett högt. Begreppen låg och hög insatsnivå illustreras i figur 6.3 ovan. Överensstämmelse med den låga insatsnivån säkerställer att de tillämpliga gränsvärdena för exponering inte överskrids och förhindrar även störande gnisturladdningar i arbetsmiljön.

Figur 6.4 – Flödesdiagram för val av insatsnivåer för direkta effekter
("Bilaga" hänvisar till bilagorna till direktivet om elektromagnetiska fält.)



Förutsatt att den elektriska fältstyrkan inte överskrider den låga insatsnivån överskrider inte något av de tillämpliga gränsvärdena för exponering. Om de elektriska fältstyrkorna överskrider den låga insatsnivån, är dock den höga insatsnivån inte i sig tillräcklig för att förhindra störande gnisturladdningar. I denna situation är det därför nödvändigt att genomföra ytterligare tekniska, organisatoriska och om lämpligt personliga skyddsåtgärder för att förhindra gnisturladdningar.

6.1.2 Insatsnivåer för magnetfält (1 Hz–10 MHz)

I direktivet om elektromagnetiska fält definieras tre insatsnivåer för magnetfält med låg frekvens: låg, hög och extremiteter.

Låga insatsnivåer härleds från gränsvärden för exponering för sensoriska effekter (se avsnitt 6.3.1) vilket innebär att överensstämmelse garanterar överensstämmelse med både gränsvärden för exponering för sensoriska effekter och gränsvärden för exponering för hälsoeffekter. Låga insatsnivåer har samma värde som höga insatsnivåer för frekvenser över 300 Hz.

Överensstämmelse med höga insatsnivåer garanterar överensstämmelse med gränsvärden för exponering avseende hälsoeffekter, från vilka de härleds, men garanterar inte överensstämmelse med gränsvärden för exponering avseende sensoriska effekter vid frekvenser under 300 Hz. Enligt direktivet får låga insatsnivåer överskridas, förutsatt att det kan visas att gränsvärden för exponering avseende sensoriska effekter inte överskrids eller om de överskrids att detta endast sker tillfälligt. Trots detta får gränsvärden för exponering avseende hälsoeffekter aldrig överskridas. Arbetstagarna måste dessutom informeras om tänkbara övergående symtom och förmimmelser. Om övergående symtom rapporteras ska arbetsgivaren om så krävs vidta åtgärder för att uppdatera riskbedömningen och vidta förebyggande åtgärder.

Överensstämmelse med insatsnivåer för extremiteter garanterar överensstämmelse med de gränsvärden för exponering avseende hälsoeffekter från vilka de härleds. Insatsnivåerna för extremiteter beaktar den svagare kopplingen av fältet till extremiteter och är följaktligen mindre restriktiva än de höga insatsnivåerna. Användning av insatsnivåer för extremiteter är endast motiverat om kroppsexponering vid samma fältstyrka är osannolik. Användning av dem är motiverat om en arbetstagare håller ett verktyg som genererar elektromagnetiska fält, men inte om verktyget hålls mot kroppen när det används (figur 6.5). Om bedömning av extremitetsexponering utförs mot insatsnivån för extremiteter, är det normal praxis att även bedöma kroppsexponeringen mot den låga eller, om så är lämpligt, den höga insatsnivån.

Figur 6.5 – Arbetstagare med ett maskindrivet handverktyg som hålls nära kroppen. I denna situation är exponeringen av kroppen och extremiteterna likartade och överensstämmelsen med låga/höga insatsnivåer är begränsande



6.1.3 Insatsnivåer för elektriska och magnetiska fält (100 kHz–300 GHz)

För frekvenser mellan 100 kHz och 6 GHz definierar direktivet om elektromagnetiska fält insatsnivåer för elektrisk fältstyrka och magnetisk flödestäthet, vilka härleds från gränsvärdena för exponering avseende hälsoeffekter. Eftersom de underliggande gränsvärdena för exponering är medelvärden över tiden, ska medelvärdet för kvadraten av insatsnivån beräknas för en sexminutersperiod.

För frekvenser över 6 GHz definierar direktivet insatsnivåer för elektrisk fältstyrka, magnetisk flödestäthet och strålningstäthet. Insatsnivån för strålningstäthet ska beräknas som ett medelvärde över en 20 cm² stor exponerad yta, förutsatt att den maximala spatiala tätheten för en yta på 1 cm² inte överskrider 20 gånger insatsnivån eller insatsnivåerna. Insatsnivåer för strålningstäthet är också medelvärden över tiden för en sexminutersperiod för frekvenser upp till 10 GHz, och över en period på $68/f^{1.05}$ minuter för högre frekvenser (där f är frekvensen i GHz). Därefter minskas tiden för medelvärdet med ökande frekvenser för att återspegla avtagande penetrationsdjup.

För frekvenser över 6 GHz härleds insatsnivåer för elektrisk fältstyrka och magnetisk flödestäthet från gränsvärden för exponering avseende strålningstäthet. Trots att det inte uttryckligen anges i direktivet ska därför beräkningen av de spatiala och tidsrelaterade medelvärdena för insatsnivåer också tillämpas på $[AL(E)]^2$ och $[AL(B)]^2$ vid frekvenser över 6 GHz.

6.1.4 Insatsnivåer för inducerade strömmar i extremiteterna (10–110 MHz)

I direktivet anges insatsnivåer för storleken på radiofrekvent ström som induceras i extremiteterna på en arbetstagare som är exponerad för ett radiofrekvent fält. Eftersom denna insatsnivå gäller uppvärmning av vävnader ska kvadratvärdet för insatsnivån beräknas som ett medelvärde över en sexminutersperiod.

6.2 Insatsnivåer för indirekta effekter

I direktivet anges insatsnivåer för att skydda mot indirekta effekter som är förknippade med elektromagnetiska fält. Processen för val av insatsnivåer för indirekta effekter illustreras i flödesdiagrammet i figur 6.6.

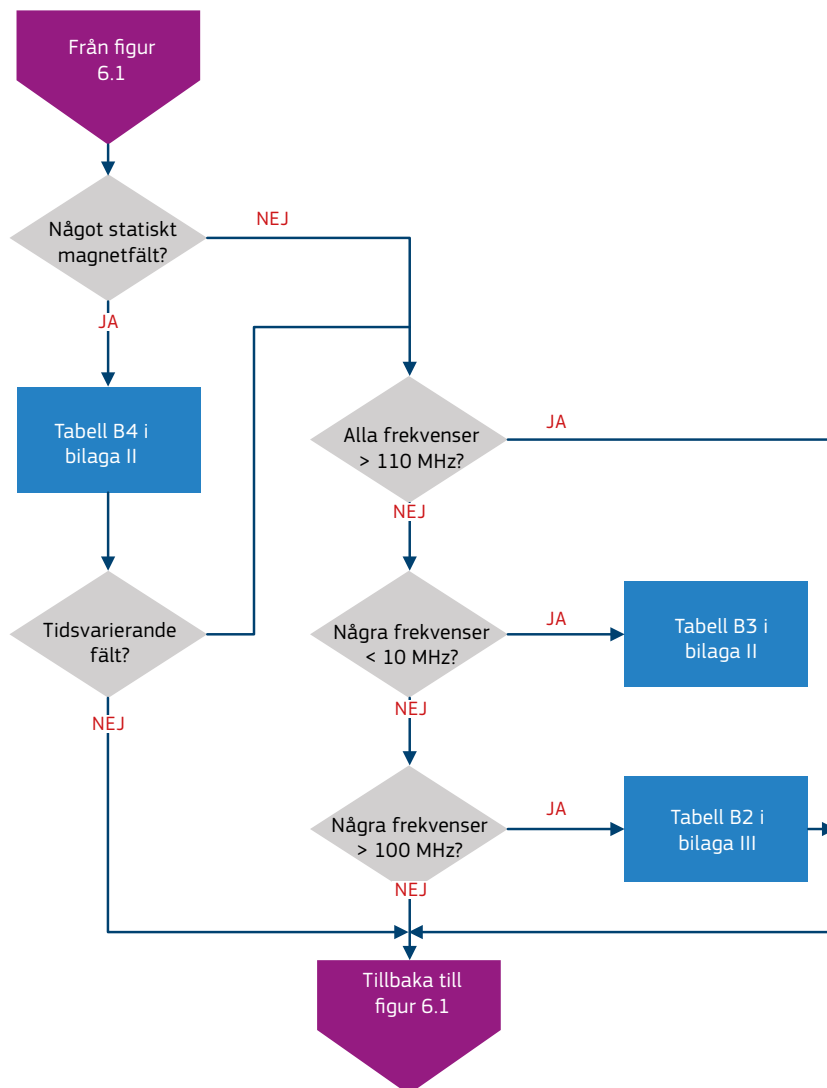
6.2.1 Insatsnivåer för statiska magnetfält

En insatsnivå på 0,5 mT anges för att begränsa störningar av funktionen hos inopererade aktiva medicinska enheter. I direktivet anges även en insatsnivå på 3 mT för att begränsa projektilrisken nära starka källor (> 100 mT).

6.2.2 Insatsnivåer för kontaktström (upp till 110 MHz)

I direktivet anges insatsnivåer för en steady-state kontaktström för att begränsa risken för chock och brännskador när en person rör vid ett ledande föremål i ett fält och personen eller föremålet är jordat men inte båda.

Figur 6.6 – Flödesdiagram för val av insatsnivåer för indirekta effekter
 ("Bilaga" hänvisar till bilagorna till direktivet om elektromagnetiska fält.)

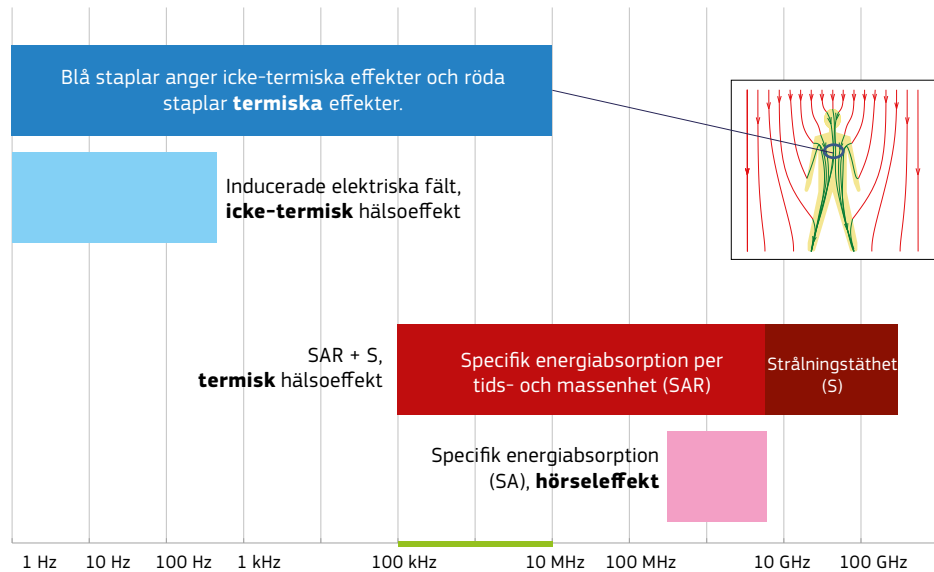


6.3 Gränsvärden för exponering

6.3.1 Gränsvärden för exponering avseende sensoriska effekter och hälsoeffekter

I direktivet om elektromagnetiska fält definieras separata gränsvärden för exponering avseende sensoriska effekter och hälsoeffekter (figur 6.7). Gränsvärdena för exponering avseende sensoriska effekter är endast tillämpliga på specifika frekvensområden (0–400 Hz och 0,3–6 GHz). För låga frekvenser inträffar varseblivning av fältet vid lägre exponeringsnivåer än de som ger upphov till hälsoeffekter. Gränsvärdet för exponering avseende termiska sensoriska effekter bygger på att man ska undvika effekten mikrovågshörande, som endast uppkommer under särskilda förhållanden (se bilaga B). Gränsvärdena för exponering avseende hälsoeffekter är däremot tillämpliga på alla frekvenser. I allmänhet är det tillåtet att tillfälligt överskrida gränsvärdena för exponering avseende sensoriska effekter under korta perioder, förutsatt att vissa villkor är uppfyllda.

Figur 6.7 – Frekvensområde över vilket olika gränsvärden för exponering är tillämpliga



Blå staplar anger icke-termiska effekter och röda staplar termiska effekter.

6.3.2 Gränsvärden för exponering (0–1 Hz)

Gränsvärden för exponering för frekvensområdet 0–1 Hz definieras som extern magnetisk flödestäthet (tabell A1 i bilaga II till direktivet). Gränsvärden för exponering avseende sensoriska effekter är fastställda för att förhindra yrsel och andra perceptionseffekter. Dessa härrör främst från elektriska fält som induceras i vävnader när kroppen rör sig i ett starkt statiskt magnetfält, även om det numera finns vissa bevis för att de kan uppkomma utan rörelse. I en kontrollerad arbetsmiljö där rörelse i fältet är begränsad och arbetstagarna har informerats kan det därför vara tillåtet att tillfälligt överskrida gränsvärdena för exponering avseende sensoriska effekter, förutsatt att detta motiveras av rutinen eller processen. I så fall får exponeringarna inte överskrida gränsvärdet för exponering avseende hälsoeffekter.

6.3.3 Gränsvärden för exponering (1 Hz–10 MHz)

Gränsvärden för exponering i frekvensområdet 1 Hz–10 MHz definieras som interna elektriska fält som induceras i kroppen (tabellerna A2 och A3 i bilaga II till direktivet).

För frekvenser upp till 400 Hz finns det både gränsvärden för exponering avseende sensoriska effekter och gränsvärden för exponering avseende hälsoeffekter. Gränsvärden för exponering avseende sensoriska effekter är avsedda att förhindra fosfener på näthinnan och smärre övergående förändringar av hjärnfunktionen. Följaktligen gäller de endast vävnader i det centrala nervsystemet i den exponerade arbetstagarens huvud.

Gränsvärdena för exponering avseende hälsoeffekter är tillämpliga på alla frekvenser mellan 1 Hz och 10 MHz och är avsedda att förhindra stimulering av perifera och centrala nerver. Dessa gränsvärden för exponering gäller därför för alla vävnader i den exponerade arbetstagarens kropp.

6.3.4 Gränsvärden för exponering (100 kHz–300 GHz)

För frekvenser i området 100 kHz–6 GHz varierar graden av uppvärmning till följd av exponeringen beroende på den energi som absorberas i vävnaderna. Detta definieras av specifik energiabsorption per tids- och massenhet (SAR), som används för att ange gränsvärden för exponering avseende hälsoeffekter, med separata värden för helkroppsexponering och lokala exponeringar (tabell A1 i bilaga III till direktivet). Helkroppsvärdena skyddar mot värmebelastning och värmestroke och tillämpas på SAR beräknat som ett medelvärde för hela kroppen. De lokala värdena skyddar mot termisk skada på specifika vävnader och tillämpas på SAR som medelvärde för 10 g sammanhängande vävnad. Både SAR för helkroppsexponering och SAR för lokal exponering beräknas som medelvärden under en sexminutersperiod.

För frekvenser i området 300 MHz–6 GHz finns det även gränsvärden för exponering avseende sensoriska effekter som är avsedda att skydda mot fenomenet mikrovågshörande till följd av exponering för pulsade fält (tabell A2 i bilaga III till direktivet). Dessa anges som specifik absorption (SA) beräknat som ett medelvärde för 10 g i huvudet.

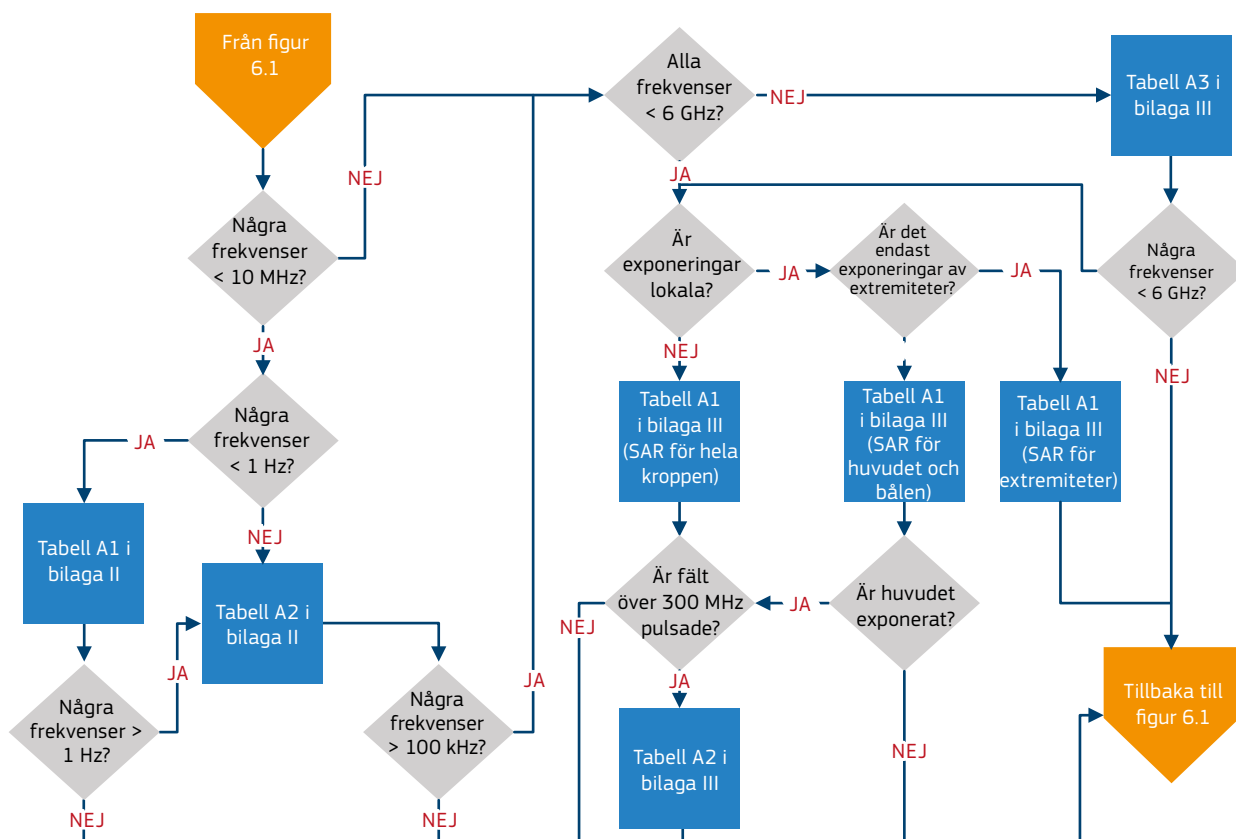
Elektromagnetiska fälts penetration i kroppen minskar med frekvensen i radiofrekvensområdet, så att fältet vid frekvenser över 6 GHz huvudsakligen absorberas på kroppens yta. Detta innebär att för dessa frekvenser är det mycket mer relevant att begränsa den infallande strålningstätheten mot kroppsytan än den energi som absorberas i vävnadsmassan. Strålningstätheten beräknas som ett medelvärde för 20 cm², med en gräns för det maximala medelvärdet för en yta på 1 cm². För frekvenser i området 6–10 GHz beräknas strålningstätheten som ett medelvärde för en sexminutersperiod. Därefter minskas perioden för beräkning av medelvärdet i takt med ökad frekvens för att återspegla det minskade penetrationsdjupet (tabell A3 i bilaga III till direktivet).

6.4 Undantag

I artikel 10 i direktivet beviljas ett villkorligt undantag från artikel 3 (gränsvärden för exponering och insatsnivåer) för tre situationer. Artikel 10 påverkar inte arbetsgivarnas allmänna skyldighet enligt artikel 5.1 att säkerställa att risker som uppstår på grund av elektromagnetiska fält på arbetsplatsen elimineras eller minskas till ett minimum.

Det första undantaget, som gäller användning av magnetisk resonanstomografi (MRT) i hälsovården, är obligatoriskt. De övriga undantagen får medlemsstaterna bestämma om de ska tillämpas eller inte.

Figur 6.8 – Flödesdiagram för val av gränsvärden för exponering



6.4.1 MRT-undantag

Exponeringar i samband med installation, testning, användning, utveckling och underhåll av eller forskning om utrustning för magnetisk resonanstomografi (MTR) för patienter inom hälsovården får överstiga gränsvärdena för exponering på följande villkor:

- Riskbedömningen har visat att gränsvärdena för exponering överskrids.
- Alla tekniska och/eller organisatoriska åtgärder har tillämpats, med hänsyn till den aktuella tekniska utvecklingsnivån.
- Överskridandet av gränsvärdena för exponering sker under vederbörligen motiverade omständigheter.
- Särdragen hos arbetsplatsen, arbetsutrustningen eller arbetspraxis har beaktats.
- Arbetsgivaren visar att arbetstagarna fortfarande är skyddade mot negativa hälsoeffekter och säkerhetsrisker, bland annat genom att säkerställa att den bruksanvisning som tillverkaren tillhandahåller följs.

Ytterligare riktlinjer för arbetsgivare om överensstämmelse med MRT-undantaget finns i bilaga F till denna vägledning.

6.4.2 Militärt undantag

Medlemsstaterna får tillåta att likvärdiga eller mer specifika skyddssystem genomförs för personal som arbetar vid operativa militära anläggningar eller deltar i militär verksamhet. Detta undantag beviljas under förutsättning av att negativa hälsoeffekter och säkerhetsrisker förebyggs.

6.4.3 Allmänt undantag

Medlemsstaterna får under vederbörligen motiverade omständigheter tillåta att gränsvärden för exponering tillfälligt överskrids inom särskilda sektorer eller för särskild verksamhet utanför tillämpningsområdet för de båda andra undantagen. För att omständigheterna ska vara vederbörligen motiverade måste följande villkor vara uppfyllda:

- i) Riskbedömningen har visat att gränsvärden för exponering överskrids.
- ii) Alla tekniska och/eller organisatoriska åtgärder har tillämpats, med hänsyn till den aktuella tekniska utvecklingsnivån.
- iii) Särdragen hos arbetsplatsen, arbetsutrustningen eller arbetspraxis har beaktats.
- iv) Arbetsgivaren visar att arbetstagarna fortfarande är skyddade mot negativa hälsoeffekter och säkerhetsrisker, bland annat genom användning av jämförbara, mer specifika och internationellt erkända normer och riktlinjer.

7. ANVÄNDNING AV DATABASER OCH TILLVERKARENS UTSLÄPPSDATA

Information om exponeringar kan vara tillgänglig från utrustningstillverkare. Dessutom kan offentliga institut, yrkes- eller branschorganisationer utveckla och underhålla databaser med generella exponeringsbedömningar. Om information av detta slag är tillgänglig och relevant ger den arbetsgivarna det enklaste sättet att visa att de iakttar direktivet om elektromagnetiska fält. Därför kommer de flesta arbetsgivare att vilja utforska detta alternativ innan de överväger att bedöma exponeringar med hjälp av mätning eller beräkning.

7.1 Använda information som lämnats av tillverkare

Det är viktigt för arbetsgivare att känna till att deras skyldigheter enligt direktivet om elektromagnetiska fält avser arbetstagarens totala exponering och inte exponeringen från en viss utrustningsenhet. I bedömningen måste man därför ta hänsyn till exponering som uppkommer från alla källor i arbetsmiljön. Om tillverkare lämnar information avser denna däremot just den utrustningsenhet som de tillverkar.

För de flesta typer av utrustning sjunker fältstyrkorna snabbt med avståndet från källan (se figur 3.2). Detta innebär att arbetstagarens exponering i många fall domineras av en eller, i värsta fall, några få utrustningsenheter i omedelbar närhet till arbetsstället. Följaktligen kommer arbetsgivare ofta vilja ha information om hur fälten avtar med avståndet från utrustningen. När arbetsgivare överväger bidrag från flera källor till arbetstagarens exponering bör de komma ihåg fält som genereras av kompletterande installationer, t.ex. elledningar, nätaggregat och växelutrustning.

Information från tillverkare kan vara en enkel lösning på problemet att bedöma exponering men arbetsgivare bör visa en viss försiktighet när de använder informationen. Det finns många skäl till att tillverkare tillhandahåller information om elektromagnetiska fält som är förknippade med deras utrustning. En tillverkare kan t.ex. tillhandahålla information om den fältstyrka som genereras av utrustning, eftersom detta är viktigt för dess funktion och följaktligen ingår i specifikationen. Information kan också tillhandahållas för att visa överensstämmelse med krav på elektromagnetisk kompatibilitet i EU:s produktdirektiv (se bilaga G). Denna information kan visserligen vara av betydelse för säkerhetsfrågor som gäller interferens, men den är inte till nytta för exponeringsbedömning.

Den information som är till mest nytta från arbetsgivarsynpunkt är en bedömning av typiska exponeringar av arbetstagare under normal användning av utrustningen tillsammans med en uppgift om hur fälten avtar med avståndet. Som alternativ kan arbetsgivare ha nytta av fältstyrkor i förhållande till insatsnivåerna vid olika tillgängliga lägen runt utrustningen. Då kan de göra sin egen bedömning av överensstämmelsen under användning.



Huvudbudskap: information från databaser och tillverkare

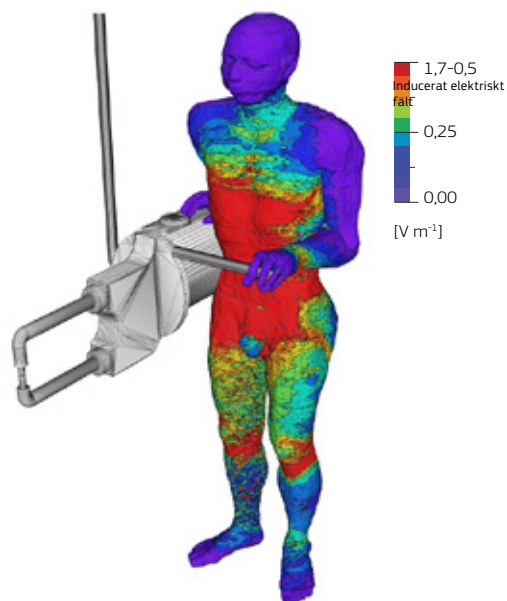
Om information från databaser och tillverkare är tillgänglig erbjuder den arbetsgivare en mycket enklare väg att visa överensstämmelse än att genomföra en särskild bedömning. Leverantörer av maskiner har en rättslig skyldighet att se till att utsläpp inte är farliga för människor (se bilaga H). De är också skyldiga att lämna information om kvarstående risker och sannolika utsläpp som kan skada människor, inklusive dem som har inopererade medicinska enheter.

7.1.1 Grund för tillverkarens bedömning

En del tillverkare kanske offentliggör bedömningar av sin utrustning som genomförts enligt standardiserade förfaranden. Många mätstandarder tas dock fram från utsläppssynpunkt, inte från synpunkten exponering av människor. Dessa utsläppsstandarder har utvecklats för att tillhandahålla standardiserade förfaranden för laboratorietestning av den nivå av elektromagnetiska fält som alstras av specifika typer av elektriska enheter. De är inriktade på fältvärdet vid en viss punkt i rummet och är till nytta vid jämförelse av olika enheter eller apparater. De kan dock vara av begränsat värde vid bedömningen av exponering i förhållande till insatsnivåer eller gränsvärden för utsläpp under normal användning.

I den gällande harmoniseringsstandarderna för överensstämmelseprovning av svetsutrustning rekommenderas t.ex. mätning av fält 20 cm från svetsledaren eftersom detta leder till en mer reproducerbar mätning. I daglig användning kan dock kabeln vara i kontakt med arbetstagarens kropp och vara nära känsliga vävnader i arbetstagarens huvud. Figur 7.1 illustrerar en punktsvetspistol som hålls nära en arbetstagarens kropp och väl inom avståndet 20 cm. Det är klart att denna svaghet kommer att åtgärdas i kommande utgåvor av standarden.

Figur 7.1 – Fördelning av ett inducerat elektriskt fält i en modell för exponering av människor från en flyttbar punktsvetsningsenhet. Detta är ett exempel där källan till det elektromagnetiska fältet är betydligt mindre än 20 cm från kroppen.



Obs: Exemplet är i denna figur endast i illustrationssyfte och bör inte extrapoleras till någon specifik situation.

Figuren visar att det är viktigt att förstå vilken standard som tillämpats och för vilket ändamål som data tagits fram innan man använder data som offentliggjorts av tillverkare.

7.2 Bedömningsdatabaser

Databaser för generella bedömningar för vissa industrisektorer kan vara till stor nytta. De kan ha tagits fram av offentliga institutioner, yrkes- eller branschorganisationer. Under alla omständigheter är det främsta övervägandet att spara tid och kostnader för enskilda arbetsgivare vid genomförandet av specifika bedömningar. Om utrustning och arbetsrutiner är tämligen standardmässiga är detta en pragmatisk och kostnadseffektiv metod.

När arbetsgivare överväger att använda information från databaser bör de kontrollera att utrustningen används som avsett i både databasbedömningen och på deras egen arbetsplats. Dessutom kan det hända att bedömningsdata inte är relevanta om utrustningen är av en mycket annorlunda ålder eller inte har underhållits på rätt sätt.

Europeiska kommissionen har stött arbetet med att utveckla ett programpaket som är tänkt som hjälp för arbetsgivare när de utför bedömningar av svetsning och likartat arbete. Mer information om projektet finns på webbplatsen för svetsning och elektromagnetiska fält (www.emfweld.com).

7.3 Tillverkarnas tillhandahållande av information

Tillverkare som lämnar information som ingår i tillämpningsområdet för maskindirektivet (se bilaga G) har särskilda skyldigheter när det gäller att lämna information. För att uppfylla de grundläggande kraven måste tillverkarna lämna information om eventuella kvarstående risker och om eventuella skyddsåtgärder som ska vidtas av användaren.

Om det är sannolikt att maskiner avger icke-joniserande strålning som kan skada personer, särskilt personer som bär inopererade aktiva eller passiva medicinska enheter, är tillverkaren skyldig att lämna information både för operatören och för alla andra som kan komma att exponeras.

7.3.1 Bedömningsstandarder

Standardiseringskommittéer utvecklar aktivt standarder för att vägleda tillverkare genom processen för bedömning av utsläpp i förhållande till de insatsnivåer och gränsvärden för exponering som anges i direktivet om elektromagnetiska fält. I vissa fall anger dessa standarder även hur bedömningsresultaten ska rapporteras till dem som köper utrustningen.

Det första steget för en tillverkare bör därför vara att kontrollera om en relevant standard har publicerats som avser det nuvarande direktivet om elektromagnetiska fält. Om det finns en relevant standard som ger råd om rapportering av bedömningsresultat bör tillverkaren följa den.

Tillverkare kan också bestämma sig för att tillhandahålla ytterligare information som inte anges i standarden om de anser att det kan vara till nytta för en köpare.

7.3.2 Om det inte finns någon relevant standard

Om det inte finns någon relevant standard som kan vägleda tillverkaren, bör följande bedömningsinformation göra det möjligt för köpare att utföra lämpliga bedömningar på sina egna arbetsplatser.

De första tre informationspunkterna bör ge köparen en del bakgrundsinformation om de typer av effekter som kan förväntas och hur bedömningen utfördes. Det är framför allt viktigt att köparen vet om driftförhållandena för bedömningen återspeglar det sätt på vilket de kommer att använda utrustningen.

De två nästa informationspunkterna är till nytta för att förstå de sannolika operatörsexponeringarna och om köparna behöver införa restriktioner eller utbilda sin personal.

De båda sista informationspunkterna kan användas för en enkel bedömning av effekten av att placera flera utrustningsenheter i samma område. Arbetsgivare kan använda konturdiagrammen som visar andelen av insatsnivåer eller procentandelen av de referensnivåer som anges i rådets rekommendation 1999/519/EG för att göra en enkel bedömning av den ackumulerade effekten av att placera utrustning nära varandra.

Denna metod leder ofta till en överskattning av de fältstyrkor som blir följden. Detta beror på att alla källorna kanske inte är i drift samtidigt och att fälten ofta utjämnas på grund av fasskillnader. Trots detta är metoden enkel att tillämpa och gör det lättare för de flesta köpare att visa överensstämmelse.

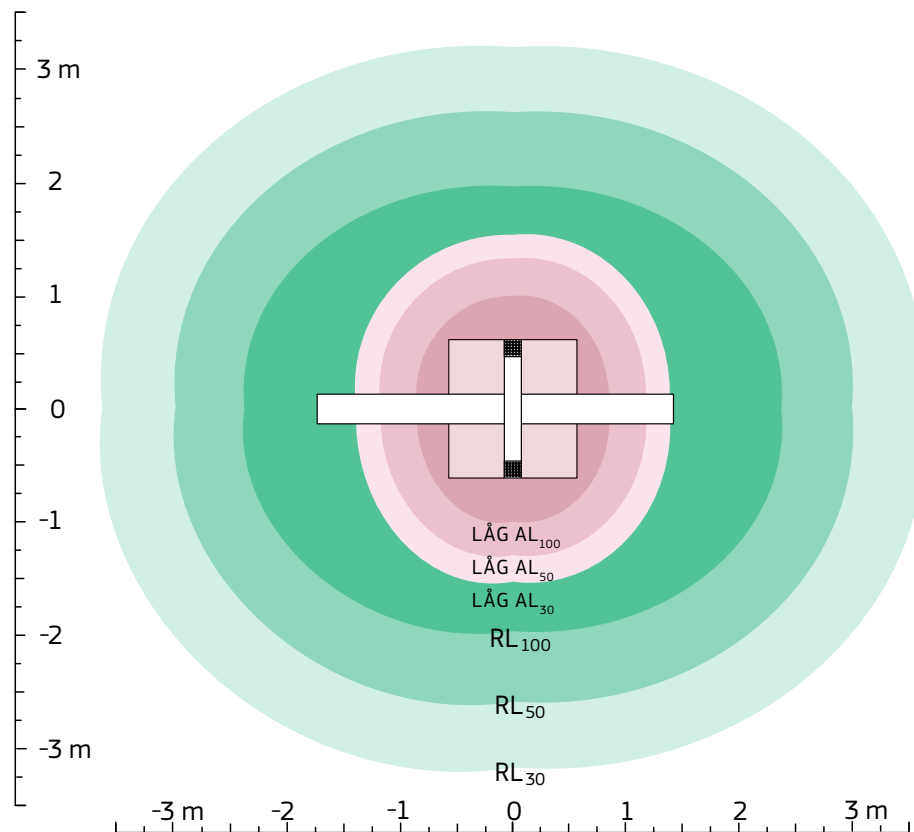
Tabell 7.1 – Förslag på information som ska tillhandahållas av tillverkare

Faktorer att ta hänsyn till i en arbetsplatsbedömning:	<ul style="list-style-type: none"> • icke-termiska effekter • termiska effekter • indirekta effekter (ange vilka)
Under vilka driftförhållanden som bedömningen utfördes:	<ul style="list-style-type: none"> • maximal kapacitet hos energikällan • scenarier i värsta fall (ange vilka) • typiska scenarier (ange vilka)
Medelvärden som tillämpats på bedömningsresultatet:	
<ul style="list-style-type: none"> • rumsmedelvärden • tidsmedelvärden 	
Överskrider exponeringen i normal operatörposition följande värden när utrustningen används på avsett sätt?	
<ul style="list-style-type: none"> • låg AL • hög AL • AL för extremiteter 	ELLER <ul style="list-style-type: none"> • ELV för sensoriska effekter • ELV för hälsoeffekter
Överskrider exponeringen i normal operatörposition relevanta värden i rådets rekommendation 1999/519/EG för följande när utrustningen används på avsett sätt?	
<ul style="list-style-type: none"> • referensnivå 	ELLER <ul style="list-style-type: none"> • grundläggande begränsningar
Om fältstyrkorna överskrider en eller flera insatsnivåer, ange maximala avstånd, eller helst ett konturdiagram, för följande andelar av insatsnivån:	
<ul style="list-style-type: none"> • 100 % • 50 % • 30 % 	
Om fältstyrkorna överskrider en eller flera referensnivåer, ange maximala avstånd, eller helst ett konturdiagram, för följande andelar av referensnivån:	
<ul style="list-style-type: none"> • 100 % • 50 % • 30 % 	

Hänsyn till fysikaliska faktorer begränsar i regel antalet enheter som kan placeras nära varandra. Eftersom fält brukar avta snabbt med avståndet (se kapitel 3) är det osannolikt att mer avlägsen utrustning ger ett betydande bidrag till exponeringen.

Figur 7.2 illustrerar konturdiagram som kan tillhandahållas för utrustning.

Figur 7.2 – Illustration av konturdiagram som kan tillhandahållas av tillverkare för att hjälpa användare att se till att den ackumulerande effekten av flera utrustningsenheter på arbetsplatsen inte medför att insatsnivåer överskrids



Exemplet visar en generaliserad utrustningsenhet med konturer som visar vid vilka avstånd fältet är lika med 100 %, 50 % och 30 % (anges av index) av den aktuella insatsnivån. Motsvarande konturdiagram ges för referensnivåer i rådets rekommendation 1999/519/EG (anges med RL) som hjälp vid bedömningen för arbetstagare som är utsatta för särskilda risker.

8. BERÄKNING ELLER MÄTNING AV EXPONERING

Bedömningen av exponeringar på grund av elektromagnetiska fält är en specialistuppgift och få arbetsgivare har den kompetens som krävs för att själva utföra dessa bedömningar. Alternativet att använda en extern konsult kan dock vara dyrt. I allmänhet behöver arbetsgivare väga kostnaden mot kostnaden för att vidta enkla skyddsåtgärder eller förebyggande åtgärder (se kapitel 9). När de tillgängliga alternativen övervägs är det viktigt att komma ihåg att resultatet av en bedömning ändå kan kräva att skyddsåtgärder eller förebyggande åtgärder vidtas. Fält avtar ofta mycket snabbt med avståndet, vilket diskuterats tidigare i denna vägledning. Att begränsa tillträdet till utrustningens omedelbara närhet kan därför vara en billig och effektiv åtgärd.

8.1 Krav i direktivet om elektromagnetiska fält

Direktivet om elektromagnetiska fält innehåller ett tydligt krav på att arbetsgivare ska bedöma de risker som elektromagnetiska fält på arbetsplatsen medför för deras anställda. Som ett led i riskbedömningen är arbetsgivare skyldiga att identifiera och bedöma de elektromagnetiska fälten på arbetsplatsen. Detta behöver dock inte innebära beräkning eller mätning eftersom arbetsgivare har rätt att beakta utsläppsdata och andra säkerhetsrelaterade uppgifter som tillhandahålls av tillverkare eller distributörer. Det är endast om överensstämmelse med gränsvärden för exponering inte kan visas på ett tillförlitligt sätt med andra medel som arbetsgivare är skyldiga att genomföra beräkningar eller mätningar.

Om tillverkare har tillhandahållit exponeringsuppgifter eller riskbedömningar är dessa ofta en enklare och billigare väg att visa överensstämmelse. Om generella bedömningsuppgifter är tillgängliga från offentliga institutioner, yrkes- eller branschorganisationer brukar arbetsgivare anse att det är enklare att använda dessa uppgifter än att själva genomföra exponeringsbedömningar. Båda dessa alternativ diskuteras närmare i kapitel 7.

8.2 Arbetsplatsbedömningar

Om arbetsgivare bestämmer att det finns behov av att genomföra en exponeringsbedömning på arbetsplatsen finns det ofta en rad alternativ tillgängliga. Det första beslutet är om exponeringen ska bedömas genom beräkning eller mätning. Båda metoderna är godtagbara sätt att visa överensstämmelse med direktivet om elektromagnetiska fält och båda kan erbjuda en rad olika alternativ med varierande komplexitet.

Enkla bedömningsmetoder bygger ofta på antaganden eller approximationer som leder till att exponeringen överskattas. Följaktligen är mer komplexa bedömningsmetoder benägna att leda till mindre avstånd till överensstämmelse men kommer praktiskt taget säkert att kräva mer tid eller pengar. Det slutliga valet kommer att vara beroende av de särskilda omständigheterna för arbetet och arbetsplatsen. För många arbetsgivare är dock en relativt enkelt bedömning fullt tillräcklig.

Bedömningar av exponering för elektromagnetiska fält är ofta komplicerade. Därför behöver arbetsgivare som planerar att själva bedöma exponeringarna överväga vilken

kompetens de personer har som utför arbetet. Ett fåtal arbetsgivare har den kunskap och kompetens som krävs inom den egna organisationen, men för de flesta innebär det en betydande investering att anskaffa dessa färdigheter.

För mätningbaserade bedömningar krävs det en ytterligare investering för att anskaffa de nödvändiga instrumenten och hålla dem kalibrerade. De som utför bedömningen måste förstå de tekniska prestanda som krävs av instrumenten så att de kan anskaffa lämplig utrustning. De behöver också känna till hur man använder instrumentet ute på fältet och vara medvetna om fallgroparna. De måste förstå att mätningar utgör en ögonblicksbild som är beroende av utrustningens driftsparametrar vid tidpunkten för undersökningen. Om bedömningar sker sällan kan arbetsgivare finna att det är mer kostnadseffektivt att hyra instrument från en ansedd leverantör.

Slutligen är det viktigt att inse att genomförandet av en bedömning inte är en enkel fråga om att mäta fält. Det är viktigt att bedöma arten av det arbete som utförs så att arbetstagarnas placeringar kan fastställas. För frekvenser där tidsmedelvärden är tillåtet är det också viktigt att registrera utrustningens arbetscykler och uppskatta hur länge det finns personer i de berörda områdena.

8.3 Särskilda fall

Det finns ett antal situationer då exponeringar kan vara ovanligt komplexa. En del av dem diskuteras närmare i bilaga D, vilket anges i tabell 8.1.

Tabell 8.1 – Ytterligare riktlinjer för komplexa exponeringsbedömningar

Bedömningsscenario	Tillägg
Ojämn exponering	D2
Exponering för fält med frekvenser mellan 100 kHz och 10 MHz	D3
Samtidig exponering för fält med multipla frekvenser	D3
Exponering för fält som inte är sinusoidala	D3
Bedömning av fält med frekvenser från 0 till 1 Hz	D4

8.4 Att söka ytterligare assistans

Om arbetsgivare inte redan har den kompetens och, när det gäller mätningar, de instrument som krävs för att genomföra bedömningar, behövs det en betydande investering för att utveckla detta. För vissa arbetsgivare kan det vara värt mödan men för de flesta inte.

Arbetsgivare som söker extern assistans bör tänka på att sådan kan vara tillgänglig från en rad olika leverantörer. Följande typer av organisationer kan ha den expertis och de instrument som krävs för att kunna hjälpa till:

- Nationella hälso- och säkerhetsinrättningar.
- Vissa lokala eller nationella myndigheter erbjuder billiga bedömningstjänster till arbetsgivare inom sina områden.
- Forskningsinstitut (t.ex. universitet).
- Tillverkare av mätinstrument eller deras agenter.
- Specialiserade konsultfirmor.

Arbetsgivare som vänder sig till en extern leverantör för att få assistans vill vara försäkrade om att den externa leverantören har kompetens att tillhandahålla den tjänst som krävs. Arbetsgivare bör försöka få styrkt att tjänsteleverantören kommer att

- tillhandahålla kunnig personal som har erfarenhet av tillämpningen av berörda gränsvärden för exponering och insatsnivåer samt eventuella beräkningsmetoder som krävs,
- tillhandahålla kunnig personal som har erfarenhet av den typ av bedömning som krävs,
- använda instrument som klarar att mäta de fält som är av intresse, med hänsyn till frekvenskomponenter, pulsegenskaper och vågformer,
- kunna visa att kalibrering kan spåras till lämplig nationell standard,
- kunna uppskatta osäkerheten hos eventuella mätningar som görs.

Arbetsgivaren är beroende av den externa leverantören för valet av lämpliga insatsnivåer eller gränsvärden för exponering och för att generera data som är lämpliga för jämförelser. Leverantörer behöver ha ett system för kvalitetssäkring för att garantera att data är tillförlitliga. De kommer också att behöva tillhandahålla en skriftlig rapport som förklarar för arbetsgivaren vad bedömningen innebär och som innehåller tydliga slutsatser. Om så är lämpligt bör rapporten även innehålla rekommendationer om fortsatta åtgärder.



Huvudbudskap: mätning eller beräkning av exponering

Att bedöma exponering genom mätning eller beräkning är i allmänhet en komplicerad uppgift och bör undvikas om det finns information tillgänglig från andra källor såsom tillverkare eller databaser. Om det är nödvändigt att genomföra en bedömning bör arbetsgivare noga överväga om de själva har kapacitet att genomföra den.

För många arbetsgivare kan det vara mer kostnadseffektivt att skaffa extern assistans, men i så fall måste de själva försäkra sig om att tjänsteleverantörerna har rätt instrument, kompetens och erfarenhet för att utföra bedömningen.

AVSNITT 4

BEHÖVER MER GÖRAS?

9. SKYDDSÅTGÄRDER OCH FÖREBYGGANDE ÅTGÄRDER

Valet av lämpliga skyddsåtgärder eller förebyggande åtgärder för en viss situation bör vägledas av resultatet av riskbedömningen. Detta kommer att ge information om hur farliga exponeringar kan uppkomma. I valet av åtgärder för att ta itu med risker behöver man också ta hänsyn till arten av det arbete som ska utföras.

Inga ytterligare åtgärder krävs om det kan fastställas att insatsnivåer (AL) eller gränsvärden för exponering (ELV) inte kommer att överskridas och att det inte finns några betydande risker på grund av indirekta effekter eller för arbetstagare som är utsatta för särskilda risker (se diskussionen i kapitel 6).

För områden där det finns risk för att insatsnivåer eller gränsvärden för exponering överskrids, eller om det förekommer indirekta effekter, behöver arbetsgivaren överväga om området i fråga är tillgängligt medan fälten förekommer där. Om tillträde till området redan är tillräckligt begränsat av andra skäl (t.ex. på grund av höga spänningar) brukar det normalt inte behövas några ytterligare åtgärder. I annat fall behöver arbetsgivaren i regel genomföra ytterligare åtgärder.

Om ytterligare skyddsåtgärder eller förebyggande åtgärder införs bör de relaterade aspekterna av riskbedömningen ses över för att bestämma om alla risker nu har eliminerats eller minskats till ett minimum.

Införandet av skyddsåtgärder eller förebyggande åtgärder under utformning och installation av arbetsplatser eller utrustning kan i allmänhet erbjuda betydande fördelar från säkerhets- och driftsynpunkt. Om det sker senare kan det få betydande konsekvenser på kostnaderna.

9.1 Principer för förebyggande

I artikel 6 i ramdirektivet anges principer för förebyggande som ska tillämpas på alla risker (se tabell 9.1), om skyddsåtgärder och förebyggande åtgärder krävs.

Tabell 9.1 – Principer för förebyggande i ramdirektivet

Principer för förebyggande:
Undvika risker
Utvärdera risker, som inte kan undvikas
Bekämpa riskerna vid källan
Anpassa arbetet till den enskilde, i synnerhet vad gäller utformningen av arbetsplatser, val av arbetsutrustning och val av arbets- och produktionsmetoder
Ta hänsyn till den tekniska utvecklingen
Ersätta farliga ämnen med ämnen som inte är farliga eller mindre farliga
Utveckla en enhetlig övergripande policy för det förebyggande arbetet, vilken omfattar teknik, arbetsorganisation, arbetsbetingelser, sociala relationer och faktorer i arbetsmiljön
Prioritera gemensamma skyddsåtgärder framför individriktade skyddsåtgärder
Ge arbetstagarna tillräckliga instruktioner

9.2 Undanröjande av faran

Det effektivaste sättet att kontrollera risker är att undanröja faran helt. Detta kan innebära att byta till en alternativ process som inte leder till att starka elektromagnetiska fält genereras. Ett exempel kan vara att byta från elektrisk motståndssvetsning till lasersvetsning. Detta är som bekant inte alltid möjligt. Ofta finns det inte någon lämplig alternativ process, eller så kan de tillgängliga alternativen införa andra typer av faror (i exemplet ovan förekomsten av en laserstråle med hög effekt) som medför lika stora eller större risker för arbetstagarna.

Undanröjandet av faror innebär ofta att ändra utformningen på en hel process och betydande investeringar i ny utrustning. Därför är det praktiskt genomförbart endast under den inledande installationen eller vid ett större verktygsbyte. Vid dessa tillfällen bör dock alternativa sätt att uppnå samma ändamål utan att generera starka elektromagnetiska fält övervägas.

9.3 Ersättning med mindre farlig process eller utrustning

En effektiv metod att minska riskerna på grund av elektromagnetiska fält är att ersätta befintliga processer eller utrustning med processer eller utrustning som producerar mindre elektromagnetiska fält. I sin enklaste form kan t.ex. dielektrisk svetsning av plast medföra att operatören utsätts för hög exponering av strålning från radiofrekventa elektromagnetiska fält och till och med får brännskador av att röra vid blottlagda elektroder. Normalt är det möjligt att utforma utrustning med skydd för att begränsa storleken på det utstrålade fältet, ofta i kombination med automatisering för att öka operatörens avstånd från elektroderna.

Även om ersättning av en befintlig anläggning med mer högautomatiserad och bättre avskärmd utrustning normalt förbättrar processens effektivitet, sker detta till en betydande kapitalkostnad. Alternativet är därför endast genomförbart som ett led i den normala cykeln för att byta ut utrustning.



Huvudbudskap: åtgärder för att minska risker

Om riskerna inte kan minskas genom undanröjande eller ersättning är det nödvändigt att införa ytterligare åtgärder. Det finns många alternativ tillgängliga för arbetsgivare som vill uppnå detta ändamål och i allmänhet är tekniska och organisatoriska åtgärder att föredra eftersom de ger kollektivt skydd. Många av de åtgärder som kan utnyttjas för att minska riskerna på grund av elektromagnetiska fält liknar dem som används för andra faror på arbetsplatsen.

9.4 Tekniska åtgärder

Om det är praktiskt möjligt att genomföra tekniska åtgärder, har de den fördelen att de ger kollektivt skydd och innebär normalt att riskerna bekämpas vid källan. Dessutom brukar de vara mer tillförlitliga än organisatoriska åtgärder eftersom de inte är beroende av att personer ska vidta åtgärder. Ett antal tekniska åtgärder kan vara effektiva för att förhindra eller begränsa åtkomsten till elektromagnetiska fält. Dessa diskuteras närmare nedan.

9.4.1 Avskärmning

Avskärmning kan vara ett effektivt sätt att minska elektromagnetiska fält som produceras av en källa och inbegrips ofta i utformningen av utrustning för att begränsa utsläppen. Ett bra exempel är en mikrovågsugn. Ett nät i fönstret ansluts till ugnens metallkåpa så att en sammanhängande skärm bildas som begränsar utsläppen av mikrovågsstrålning. Skärmar kan även tillämpas på lokaler för att skapa en miljö med svag elektromagnetisk strålning, även om detta i regel görs för att skydda känslig elektrisk utrustning snarare än personer.

I praktiken är skärmar för radiofrekventa och lågfrekventa elektriska fält beroende av inneslutning av källan inom en ledande yta (en Faraday-bur). Denna brukar vara tillverkad av metallplåt eller metalltråd, även om andra material som keramik, plast och glas med en eller flera metallbeläggningar, eller med ett integrerat metallnät också kan användas. Det sistnämnda är användbart för fönster i situationer då det är nödvändigt att se processen. Om lufttillförsel krävs, t.ex. för kylning, kan detta normalt uppnås genom att använda metallnät eller material med bikakestruktur.

För att vara effektivt är det nödvändigt att se till att skärmen verkligen är sammanhängande. Alla luckor eller fogar måste vara mycket mindre än det elektromagnetiska fältets våglängd (se bilaga A). Därför är alla paneler som ingår i en skärm normalt fästa med tätt placerade skruvar eller bultar. Om det blir nödvändigt att ta bort en panel ska den återmonteras med alla fästanordningar på plats för att minimera läckage. Dörrar och luckor brukar ha en kontaktskena hela vägen runt. Förutom av eventuella luckor och fogar, är skärmningens effektivitet beroende av det material som det är tillverkat av, dess tjocklek, skärmens form och fältets frekvens.

Kablar och andra vågledare som används för transmission av radiofrekventa fält skärmas som standard. Detta är i första hand avsett för att förhindra strålning av radiofrekvent energi, som skulle leda till stora förluster, men begränsar också storleken på fält i miljön. Om skärmens fullständighet försämras kan det leda till läckage och man bör därför tänka på att fogar eller böjda delar kan försämrats.

Skärmning av magnetfält med statisk och låg frekvens (mindre än cirka 100 kHz) är svårare. Det är möjligt att skärma sådana fält med speciella metallegeringar som mymetall, men det finns många begränsningar och tekniken är i allmänhet begränsad till specialiserade användningsområden.

Eftersom passiv skärmning av magnetfält är svårt används ofta aktiv skärmning i stället, särskilt för statiska fält (se fallstudien om NMR-enheter i volym 2 i denna vägledning). I aktiv skärmning används en extra spole, oftast i form av en solenoid, för att generera ett motsatt magnetfält. Utjämningen av de båda fälten leder till en snabb minskning av den magnetiska flödestätheten bort från källan.

9.4.2 Skydd

Skydd kan vara ett billigt och effektivt sätt att begränsa åtkomsten till områden med starka fält. Fältstyrkor brukar avta snabbt med avståndet från källan (se kapitel 3) och därför är användning av skydd för att begränsa åtkomsten till den omedelbara närheten ofta ett praktiskt alternativ. En person som är kompetent att utforma och installera maskinskydd ska med kunskap om fältfördelningen kunna tillhandahålla en effektiv lösning.

När skydd installeras i starka fält bör man ta hänsyn till fältets koppling till skyddsmaterialet. Det kan därför vara lämpligt att använda icke-metalliska material, t.ex., plastbarriärer i NMR-anläggningar med starka statiska magnetfält. Dessutom kan installationen av metallskydd göra det nödvändigt att ta hänsyn till gnisturladdningar och kontaktströmmar samt lämplig jordförbindning (avsnitten 9.4.7 och 9.4.8).

Om det inte är nödvändigt att ha åtkomst till det begränsade området under normal drift är fasta skydd ofta den enklaste och billigaste lösningen. Dessa skydd monteras på ett sådant sätt att det krävs verktyg för att avlägsna dem.

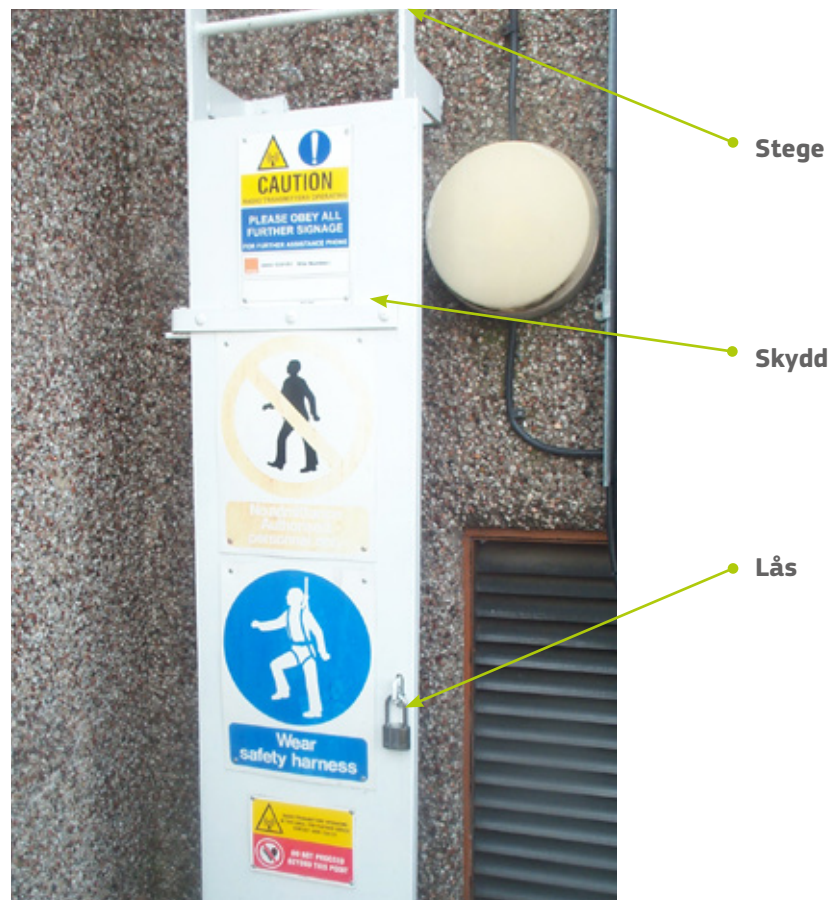
På grund av kravet på verktyg för att ta bort de fasta skydden är de inte lämpliga för områden som man ofta behöver ha tillträde till. I sådana fall kan ett löstagbart skydd vara en acceptabel lösning. Dessa brukar låsas vid fältkällan, även om ett icke-låst skydd (figur 9.1) kan vara en godtagbar lösning om risken är relativt låg.

Figur 9.1 – Exempel på ett enkelt löstagbart skydd som används för att begränsa åtkomsten till ett starkt magnetfält I detta fall är skyddet inte låst utan kompletteras av varningssignaler och organisatoriska åtgärder



Om starka fält endast är tillgängliga via fasta vertikala stegar, så som när högeffektsantennerna installeras på ett hustak (se fallstudie i volym 2 i denna vägledning), kan ett stegskydd vara ett billigt och effektivt sätt att begränsa åtkomsten (figur 9.2).

Figur 9.2 – Användning av stegskydd för att begränsa åtkomsten till starka fält på ett hustak



9.4.3 Säkerhetsfunktioner

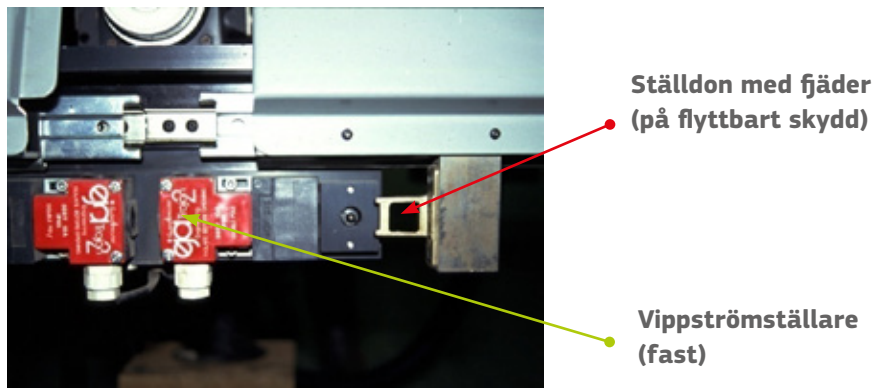
Om flyttbara skydd används för att begränsa åtkomsten till starka fält bör skyddet vara låst vid källan till de elektromagnetiska fälten. Låsanordningen övervakar skyddets position och förhindrar generering av elektromagnetiska fält så fort skyddet inte är i helt stängt läge.

Det finns en rad olika typer av låsanordningar, som har olika fördelar och nackdelar (se tabell 9.2). Valet av lämplig anordning är beroende av de särskilda omständigheterna och bör vägledas av resultatet av riskbedömningen.

Tabell 9.2 – Exempel på olika typer av låsanordningar

Typ	Beskrivning	Exempel
1	Mekaniskt aktiverad strömställare utan kodning	Kamströmställare med ratt på gångjärnsförsedd skydd Linjär kamströmställare som aktiveras av skenan på ett skjutskydd Strömställare som är monterad inuti gångjärnet
2	Mekaniskt aktiverad strömställare med kodning	Fjäderaktiverad vippströmställare Låssystem med nyckel
3	Kontaktlös vippströmställare utan kodning	Närhetsströmställare som bygger på induktiv, magnetisk, kapacitiv, ultraljudsbaserad eller optisk detektion
4	Kontaktlös vippströmställare med kodning	Närhetsströmställare med kodad magnetisk detektion Närhetsströmställare med RFID-detektion

Figur 9.3 – Fjäderaktiverad vippströmställare, ett exempel på låsanordning av typ 2



Om det finns starka elektromagnetiska fält måste man överväga risken för att låsanordningen och dess kretsar störs. Mekaniskt aktiverade anordningar kan vara mindre mottagliga för elektromagnetiska störningar.

Lås bör uppfylla tillämpliga europeiska standarder och vara installerade med fästsanordningar som kräver verktyg för att avlägsnas.

Eftersom öppnandet av skyddet normalt skulle förväntas avbryta förhållandet med starka fält omedelbart, krävs i regel inte skyddslås (som gör att skyddet förblir låst tills risken har upphört).

9.4.4 Avkännande skyddsanordningar

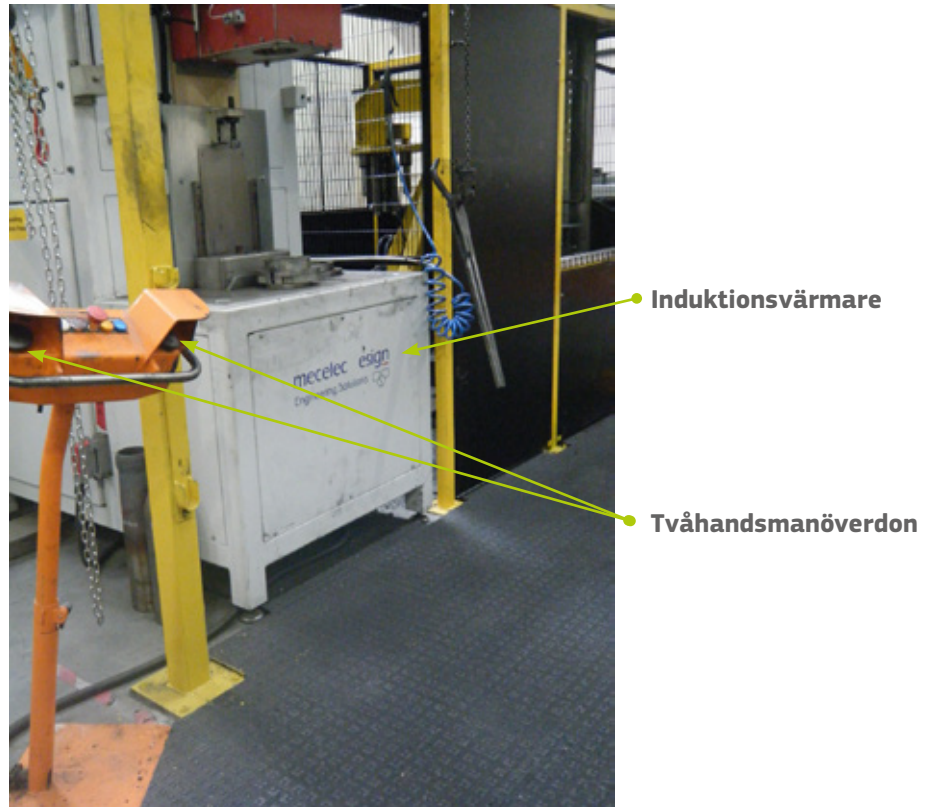
Om det inte är praktiskt genomförbart att installera fasta eller flyttbara skydd kan ett annat alternativ vara att använda avkännande skyddsutrustning. Detta är utrustning som ljusgardiner, skanningsenheter och tryckkänsliga mattor. Utrustningen kan upptäcka om någon tar sig in i eller finns i ett område med starka fält och kan förhindra driften av den utrustning som genererar elektromagnetiska fält.

Avkännande skyddsanordningar utnyttjar en rad olika detekteringstekniker, vars lämplighet varierar beroende på situationen. Arbetsgivare bör söka kompetent råd vid valet av lämpliga system. Framför allt bör risken för interferens från starka elektromagnetiska fält beaktas.

9.4.5 Tvåhandsmanöverdon

Ett tvåhandsmanöverdon (figur 9.4) kan användas för att kräva aktivering samtidigt med operatörens båda händer. Detta kan vara användbart för att säkerställa att en operatör befinner sig i ett visst läge eller att operatören har sina händer utanför området med starka fält. Anordningar av detta slag skyddar dock inte andra arbetstagare.

Figur 9.4 – Tvåhandsmanöverdon som används för att se till att arbetstagare är åtskilda från induktionsvärmaren



9.4.6 Nödstopp

När arbetstagare kan få tillträde till potentiellt farliga miljöer är det viktigt att tillhandahålla nödstopp. De flesta personer känner till röda nödstoppsknappar. Nödstoppsknappen måste reagera snabbt, stoppa alla aktiviteter i området och förhindra all omstart innan den nollställts.

Nödstoppsknappar bör finnas runt området i tillräckligt antal för att det alltid ska finnas en knapp inom räckhåll och definitivt utan att någon behöver passera igenom ett farligare område för att nå fram till en knapp. När stora områden ska täckas är det ofta bekvämt att använda linmanövrerade nödstopp i stället för knappar.

9.4.7 Tekniska åtgärder för att förhindra gnisturladdningar

Gnisturladdningar kan förekomma i starka elektriska fält när en person rör vid ett ledande föremål som har en annan elektrisk potential därför att en av dem är jordad men inte den andra. Gnisturladdningar kan förhindras genom att se till att sådana potentialskillnader inte förekommer. Detta kan uppnås med tekniska åtgärder som att jorda ledande föremål och ledande förbindning av arbetstagare till ledande arbetsföremål (potentialutjämning).

I praktiken kan det vara svårt att genomgående införa dessa tekniska åtgärder på grund av svårigheten att uppnå effektiv jordning eller ledande förbindning av flyttbara föremål. Därför brukar det vara nödvändigt att kombinera tekniska åtgärder med lämpliga organisatoriska åtgärder, särskilt personalutbildning, och eventuellt användning av personlig skyddsutrustning.

9.4.8 Tekniska åtgärder för att förhindra kontaktströmmar

När en person kommer i kontakt med ett ledande föremål i ett radiofrekvent fält och en av dem är ojordad kan en radiofrekvent ström flöda genom personer till jorden. Detta kan leda till chock eller brännskador. En rad åtgärder kan genomföras för att begränsa kontaktströmmar. Om styrkan på strömfält minskas reduceras storleken på den radiofrekventa ström som kan flöda, samtidigt som ytterligare förbättringar kan göras av isolering och jordning. Slutligen bör det noteras att organisatoriska åtgärder, t.ex. att avlägsna onödiga ledande föremål och i synnerhet stora föremål, minskar möjligheten att komma i kontakt.

9.5 Organisatoriska åtgärder

I vissa situationer kanske det inte är praktiskt genomförbart att minska riskerna på grund av elektromagnetiska fält genom tekniska åtgärder. I sådana situationer är nästa steg att undersöka möjligheten att använda organisatoriska åtgärder. Dessa bör fortfarande ge kollektivt skydd, men eftersom de i allmänhet är beroende av att människor agerar på information är de endast så effektiva som dessa personers handlingar. Trots detta har organisatoriska åtgärder en viktig roll och kan vara den huvudsakliga kontrollåtgärden under vissa åtgärder, t.ex. under idriftsättning och service.

Valet av organisatoriska åtgärder är beroende på riskens art och det arbete som utförs. Åtgärder kan inbegripa avgränsning av områden och restriktioner för tillträde, skyltar, signaler och etiketter, utseende av personer som ska övervaka områden eller arbetsaktiviteter samt skriftliga förfaranden.

9.5.1 Avgränsning och restriktioner för tillträde

I vissa situationer kan det vara praktiskt omöjligt att begränsa tillträdet till områden med starka fält genom tekniska åtgärder, som t.ex. skydd. I sådana situationer kan en rad olika organisatoriska åtgärder användas för att avgränsa områdena och införa restriktioner på tillträdet eller aktiviteter. I allmänhet innebär detta troligen varningsskyltar och meddelanden som informerar arbetstagare om risken, ofta i kombination med golvmarkeringar som identifierar områden med starka fält.

Tabell 9.3 – Exempel på restriktioner för tillträde eller andra restriktioner som kan krävas för områden med starka elektromagnetiska fält

Kriterier	Restriktioner
Icke-termiska effekter Gränsvärden för exponering avseende hälsoeffekter överskrids Hög insatsnivå överskrids Insatsnivå för extremiteter överskrids	Inget tillträde medan fält förekommer
Termiska effekter Gränsvärde för exponering avseende hälsoeffekter överskrids Insatsnivå för exponering överskrids Insatsnivå för inducerade strömmar i extremiteterna överskrids	Tillträdesrestriktioner för att begränsa medexponeringen under en tidsperiod
Gränsvärde för exponering avseende sensoriska effekter överskrids tillfälligt Låg insatsnivå överskrids tillfälligt	Tillträde begränsat till utbildade arbetstagare Andra restriktioner kan vara tillämpliga
Projektilrisker från starka statiska magnetfält	Restriktioner för införande av ferromagnetiska föremål i området
Risker för arbetstagare som är särskilt utsatta för risk	Restriktioner för tillträde till områden med starka fält Information för tillträde till platsen
Risk för gnisturladdningar från starka elektriska fält	Tillträde begränsat till utbildade arbetstagare
Risk för kontaktströmmar	Tillträde begränsat till utbildade arbetstagare Förbud för onödiga ledande föremål

I vissa situationer, där det redan finns golvmarkeringar som varnar för andra faror eller restriktioner, kan det vara godtagbart att använda alternativa sätt att avgränsa områden, t.ex. väggmarkeringar eller uppsatta planritningar med markerade områden.

Om elektromagnetiska fält endast förekommer under vissa stadier av en utrustningscykel, kan det vara till nytta att ange när fälten förekommer genom visuella (t.ex. en varningslampa) eller akustiska (t.ex. en siren) varningssignaler.

Om tillträdet begränsas till vissa arbetstagare, behövs det en process för att formellt bevilja arbetstagare tillträde.

I vissa fall kan det vara nödvändigt att införa tillfälliga restriktioner för tillträdet. Detta kan vara lämpligt för en tillfällig installation, eller under idriftsättningsarbete i en permanent installation, men innan fasta skydd har installerats. I sådana situationer brukar det vara godtagbart att utnyttja tillfälliga avspärmingar. Dessa är normalt försedda med varningsskyltar. För högre risk i situationer med kort varaktighet, kan det också vara lämpligt att utse arbetstagare som ska övervaka områdets gränser och se till att ingen passerar avspärmingarna.

Figur 9.5 – Tillfälliga avspärningar och varningsskyltar för att begränsa tillträdet till starka fält som genereras av en tillfällig installation



Om det finns risk för antändning av brandfarlig luft eller initiering av elektroexplosiv apparatur är det normal praxis att avgränsa området där den primära faran (brandfarlig luft eller elektroexplosiv apparatur) finns och sedan införa restriktioner för alla källor till antändning eller initiering, inklusive elektromagnetiska fält, i det området.

9.5.2 Säkerhetsskyltar och meddelanden

Dessa utgör en viktig del i alla system för organisatoriska åtgärder. Säkerhetsskyltar och meddelanden är endast effektiva om de är tydliga och entydiga. De bör placeras i ögonhöjd för att vara så synliga som möjligt. Arten av faran bör tydligt anges. I figurerna 9.6–9.8 finns det piktogram som visar exempel som är relevanta för elektromagnetiska fält och deras erkända betydelse. I allmänhet är det lämpligt att lägga till ett kompletterande textmeddelande för att underlätta förståelsen. Detta är särskilt viktigt för påbudsskyltar om att isolerande eller ledande skor eller handskar måste bäras.

Figur 9.6 – Standardvarningsskyltar som ofta förekommer i samband med elektromagnetiska fält



Varning: magnetfält



Varning: icke-joniserande strålning

Figur 9.7 – Standardförbudsskyltar som ofta förekommer i samband med elektromagnetiska fält



Tillträde förbjudet för personer med aktiv inopererad hjärtapparat



Tillträde förbjudet för personer med inopererade proteser av metall

Figur 9.8 – Standardpåbudsskyltar som kan förekomma i samband med elektromagnetiska fält



Bär skyddsskor



Bär skyddshandskar



Bär ögonskydd



Skyltar om allmänna påbud

Om elektromagnetiska fält endast förekommer emellanåt ska varningsskyltar endast visas när fältet är aktivt, i annat fall kan folk komma att strunta i dem. Detta kan i praktiken åstadkommas genom att vända på skylten (på en krok eller monterad i ett fack) så att den är tom när den farliga situationen har upphört.

Det är normal praxis att sätta upp varningsskyltar med samma piktogram på all utrustning som genererar elektromagnetiska fält.

9.5.3 Skriftliga rutiner

Om det är nödvändigt att förlita sig till organisatoriska åtgärder för att hantera risker från elektromagnetiska fält, bör dessa dokumenteras i riskbedömningen så att alla har klart för sig vad som krävs. Programmet ska innehålla följande:

- Beskrivningar av alla områden med särskilda restriktioner i fråga om tillträde eller aktiviteter.
- Uppgifter om eventuella villkor för tillträde till ett område eller för att utföra en viss aktivitet.
- Särskilda krav på utbildning av arbetstagare (t.ex. utbildning som krävs för att tillfälligt överskrida den låga insatsnivån).
- Namnen på personer som har tillträde till områden.
- Namnen på anställda som ansvarar för övervakning av arbete eller för att upprätthålla tillträdesrestriktioner.
- Identifiering av eventuella grupper som uttryckligen är uteslutna från områden, t.ex. arbetstagare som är utsatta för särskilda risker.
- Uppgifter om nödutrustning om tillämpligt.

Kopior av skriftliga rutiner ska vara tillgängliga i de områden som de är tillämpliga på och ska lämnas ut till alla som berörs av dem.

9.5.4 Information om säkerhet på arbetsplatsen

Det är allmän praxis att tillhandahålla säkerhetsinformation eller en säkerhetsgenomgång till personer som för första gången har tillträde till en arbetsplats. Om det finns identifierade områden till vilka tillträdet eller i vilka vissa aktiviteter är begränsade på arbetsplatsen, är det en bra praxis att förklara detta i informationen om säkerhet på arbetsplatsen

Figur 9.9 – I information om säkerhet på arbetsplatsen som lämnas till besökare ska eventuella restriktioner för tillträdet till områden och särskilda risker för arbetstagare som är utsatta för särskilda risker förklaras



Det är särskilt viktigt att framhålla om det finns områden som kan vara riskabla för arbetstagare som är utsatta för särskilda risker. Det är erkänt att riskgrupper ska identifieras och att alla som tillhör någon av dessa grupper ska tillrådas att informera sin värd om detta. Denna information ska innehålla en varning till personer i dessa grupper om att vara uppmärksam på ytterligare varningsskyltar.

9.5.5 Övervakning och ledning

Säkerhet avseende elektromagnetiska fält bör hanteras genom samma struktur för hälso- och säkerhetshantering som andra potentiellt farliga aktiviteter. Detaljerna i de organisatoriska arrangemangen kan variera beroende på organisationens storlek och struktur.

Om fält är tillräckligt starka för att kräva särskild hantering är det oftast lämpligt att utse en kunnig anställd som den som ska övervaka de dagliga aspekterna av säkerhet i fråga om elektromagnetiska fält på arbetsplatsen.

9.5.6 Anvisningar och utbildning

I artikel 6 i direktivet om elektromagnetiska fält nämns uttryckligen tillhandahållandet av information och utbildning till arbetstagare som sannolikt kan komma att utsättas för risker på grund av elektromagnetiska fält i arbetet. I tabell 9.4 anges vad utbildningen måste innehålla.

Nivån på informationen eller utbildningen bör stå i proportion till riskerna på grund av elektromagnetiska fält på arbetsplatsen. Om den inledande bedömningen (se kapitel 3) har visat att tillgängliga fält är så låga att ingen särskild åtgärd krävs, bör det räcka med att tillhandahålla försäkran om att så är fallet. Även i denna situation är det dock viktigt att uppmärksamma arbetstagare eller deras företrädare på att vissa arbetstagare kan vara särskilt utsatta för risker. Alla arbetstagare som tillhör någon av de erkända riskgrupperna bör uppmanas att identifiera sig själva för ledningen.

Tabell 9.4 – Innehåll i information och utbildning i enlighet med direktivet om elektromagnetiska fält

Åtgärder som vidtas för att tillämpa direktivet.
Värden och begreppen gränsvärde för exponering (ELV) och insatsnivå (AL), de därmed sammanhängande eventuella riskerna och de förebyggande åtgärder som vidtas.
Eventuella indirekta effekter av exponeringen.
Resultaten av bedömningen, mätningen eller beräkningarna av exponeringsnivåerna för elektromagnetiska fält som genomförs i enlighet med artikel 4 i direktivet.
Hur exponeringens negativa hälsoeffekter upptäcks och hur de ska rapporteras.
Eventuella övergående symtom och sinnesförmimmelser som är förknippade med effekter på det centrala eller perifera nervsystemet.
Under vilka omständigheter arbetstagare har rätt till hälsokontroller.
Säkra arbetsrutiner för att minimera riskerna i samband med exponering.
Arbetstagare som är utsatta för särskilda risker.

Om det har varit nödvändigt att vidta särskilda tekniska eller organisatoriska åtgärder i samband med elektromagnetiska fält är det i regel lämpligt att tillhandahålla ett visst mått av mer formell utbildning. Om risker har undanröjts helt genom tekniska åtgärder bör det vara tillräckligt att tillhandahålla en säkerhetsgenomgång eller säkerhetssamtal.

Syftet med detta är att uppmärksamma arbetstagare på risker och förklara de tekniska åtgärder som har vidtagits för att skydda dem. I utbildningen bör det betonas vikten av att rapportera alla uppenbara fel eller brister i skyddsåtgärderna så att dessa kan åtgärdas.

Om hanteringen av risker på grund av elektromagnetiska fält är beroende av en betydande andel organisatoriska åtgärder eller användning av personlig skyddsutrustning behöver utbildningen i regel vara mer formell och utförlig.

Vid fastställandet av djupet, bredden och varaktigheten av den utbildning som krävs, bör arbetsgivare överväga de ämnen som tas upp i tabell 9.5. I all utbildning är det viktigt att sätta in risker på grund av elektromagnetiska fält i perspektivet av andra risker på arbetsplatsen.

Tabell 9.5 – Frågor att ta hänsyn till vid beslut om vilken utbildningsnivå som krävs

Resultatet av riskbedömningarna.
Personalens aktuella kunskapsnivå och deras medvetenhet om riskerna på grund av elektromagnetiska fält.
Graden av medverkan av arbetstagarna i hanteringen av risker på grund av elektromagnetiska fält.
Arbetsmiljöns beskaffenhet och om den är stabil eller ofta ändras.
Om utbildningen är avsedd för nyanställda eller om det är vidareutbildning av befintlig personal.

Om det finns risk för gnisturladdningar eller kontaktströmmar behöver detta uttryckligen tas upp i utbildningen. Det är också nödvändigt att förklara de åtgärder som vidtagits för att minska riskerna, särskilt om dessa kräver åtgärder av arbetstagarna.

Tillhandahållandet av utbildning ska dokumenteras.

9.5.7 Utformning och planering av arbetsplatser och arbetsställen

Risker på grund av elektromagnetiska fält kan ofta minimeras till låg eller ingen kostnad genom att ägna lite eftertanke åt disponeringen av arbetsplatsen i allmänhet och av de enskilda arbetsställena i synnerhet.

Exempelvis kan utrustning som genererar starka fält ofta placeras på avstånd från allmänna gångvägar och andra områden där många vistas. Under alla omständigheter bör man vara noga med att se till att utrustning ordnas så att tillträdet kan begränsas på lämpligt sätt då överensstämmelse med gränsvärdena för exponering inte kan garanteras.

Utrustning som genererar starka fält bör placeras så att arbetstagare som är utsatta för särskilda risker inte behöver passera igenom fält som kan utsätta dem för risk. Sådana fält bör därför aldrig få utsträckas till allmänna gångvägar och bör inte heller utsträckas till andra områden annat än om det är godtagbart att utesluta sådana arbetstagare från dessa områden.

Vid övervägandet av disponeringen av arbetsplatserna bör arbetsgivare komma ihåg att magnetfält normalt inte dämpas av skiljeväggar och att det därför är nödvändigt att beakta tillträdet till angränsande områden. Detta illustreras av den utrustning för magnetpulverprovning som används i den mekaniska verkstaden i fallstudien i volym 2 av denna vägledning.

Disponeringen av arbetsställena är ofta också viktig. I exemplet i figur 9.10 är fältet i operatörens position framför punktsvetsmaskinen svagare än fältet vid sidan om maskinen. Det är därför viktigt att i en situation av detta slag ordna arbetsstället så att operatören sitter eller står på förväntat ställe (figur 9.10) och även att ta hänsyn till var andra arbetstagare befinner sig som utför andra uppgifter.

Figur 9.10 – Illustrationer av bra och dålig praxis vid arrangerandet av arbetsstället för en punktsvetsmaskin och övervägande av operatörens placering



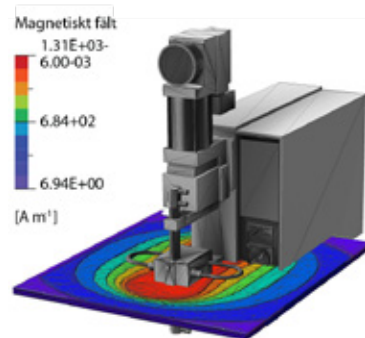
Bra praxis:

Fältet är starkare på punktsvetsmaskinens sidor än framför maskinen. I denna disponering står arbetstagaren framför utrustningen för att utföra svetsningen. Arbetstagarens exponering hålls därför på en låg nivå.



Dålig praxis:

I denna disponering står arbetstagaren bredvid utrustningen för att utföra svetsningen. Det leder till högre exponering av arbetstagaren.



Bilden illustrerar hur magnetfältets konturer har bredare spridning på punktsvetsmaskinens sidor.

9.5.8 Införande av bra arbetsrutiner

Det är ofta möjligt för arbetstagare att minimera genereringen av starka fält eller att minska sin exponering genom att göra mindre förändringar av sina arbetsrutiner. Om tillförsel- och returström går genom separata ledare bör dessa exempelvis placeras nära varandra. Detta leder normalt till en betydande minskning av det fält som genereras av motsatta strömmar, vilket leder till fältutjämning.

Arbetstagare bör vara noga med att dra kablar bort från sina kroppar när så är praktiskt möjligt, särskilt om det finns separata tillförsel- och återledare. Illustrationerna i figur 9.11 visar exempel på bra och dålig praxis vid svetsning. Svetskablar är tunga

och tenderar att begränsa svetspistolens rörelse. Därför är det vanligt att svetsare stöder kabeln på sina axlar eller till och med lindar den runt halsen. Detta medför oundvikligen att källan till det starka fältet kommer närmare hjärnan och ryggmärgen. Om kabeln stöds på annat sätt skulle det inte bara minska exponeringen utan även vara ergonomiskt bättre.

Figur 9.11 – Exempel på bra och dålig praxis vid dragning av bågsvetskabel



Bra praxis:
Kabeln dras bort från arbetstagarens kropp så att exponeringen för fältet hålls låg.

Tillförsel- och återledare hålls samman så långt möjligt så att fältutjämningen minskar storleken på fälten i arbetsmiljön.



Dålig praxis:
I det här exemplet stöder arbetstagaren svetskabelns vikt på axlarna i en slinga. Detta gör dock att kabeln kommer nära huvudet och kroppen och ökar därför exponeringen.

• Kabel slängd över axeln.



Dålig praxis:
I det här exemplet stöder arbetstagaren svetskabelns vikt på axlarna i en slinga. Detta gör dock att kabeln kommer nära huvudet och kroppen och ökar därför exponeringen.

• Kabel i en slinga runt halsen.

Vid magnetpulverprovning är det vanligt att utföra uppgiften genom att köra en avmagnetiseringscykel, vilket brukar generera ett starkare initialt fält än provningscykeln. Till skillnad från provningscykeln är det dock inte nödvändigt att provaren är nära arbetsstycket under avmagnetiseringen och där är därför bra praxis att provaren går åt sidan under den här fasen av processen.

I vissa situationer uppnås avmagnetiseringen genom att använda en avmagnetiseringsspole (se fallstudien om den mekaniska verkstaden i volym 2 av denna vägledning). Sådana spolar tillhandahålls normalt med en skena och en liten vagn att montera arbetsstycket på. Användningen av käppar för att skjuta arbetsstycket och vagnen genom spolen minimerar exponeringen av operatören.

9.5.9 Program för förebyggande underhåll

Utrustning som producerar elektromagnetiska fält ska omfattas av ett program för regelbundet förebyggande underhåll och om så är lämpligt inspektion för att säkerställa att utrustningen fungerar effektivt. Tillfredsställande underhåll är ett krav i direktivet om arbetsutrustning (se bilaga G) som också bidrar till att minimera en eventuell ökning av utsläppen på grund av att utrustningen försämras.

Tekniska åtgärder för att begränsa utsläppen eller begränsa tillträdet till starka fält bör också vara föremål för löpande underhåll, inspektion och provning för att se till att de förblir helt fungerande.

Frekvensen av sådana underhålls- och inspektionsaktiviteter beror på typen av utrustning, hur den används och den miljö där den är placerad. I allmänhet rekommenderar utrustningstillverkare lämpliga underhållsintervall och i de flesta fall tillhandahåller de en tillfredsställande handbok. Ovanligt hårda miljöer eller tung användning av utrustningen kan dock göra att den försämras snabbare och i sådana fall krävs det i regel tätare underhåll och inspektion

9.5.10 Restriktioner för rörelse i statiska magnetfält

Rörelse i starka statiska magnetfält kan leda till inducering av lågfrekventa magnetfält i kroppen som kan framkalla en rad olika effekter. Dessa effekter kan minimeras genom att begränsa omfattningen och hastigheten på rörelse inom fälten. Detta är särskilt viktigt för rörelse av delar av kroppen, som t.ex. vridning på huvudet. Med utbildning och/eller vana kan arbetstagare lära sig att begränsa sina rörelser och därigenom minimera eventuella effekter.

9.5.11 Samordning och samarbete mellan arbetsgivare

Om det är nödvändigt att arbetstagare från mer än en arbetsgivare arbetar på samma arbetsplats bör det ske ett informationsutbyte mellan arbetsgivarna så att alla arbetstagare är tillräckligt skyddade. Denna situation uppkommer ofta under installation, idriftsättning och service av utrustning men kan även förekomma i andra situationer. Det är t.ex. vanligt att arbetsgivare lägger ut många stödfunktioner på entreprenad, inklusive städning, anläggningsunderhåll, lagerhantering och logistik, företagshälsövård och it-tjänster.

Informationsutbytet när det gäller elektromagnetiska fält ska inbegripa uppgifter om eventuella restriktioner som krävs beträffande tillträde eller aktiviteter inom ett visst område och eventuella risker för arbetstagare som är utsatta för särskilda risker. Sådana restriktioner måste överenskommas mellan arbetsgivarna och varje arbetsgivare ska se till att de iakttas av deras arbetstagare.

9.6 Personlig skyddsutrustning

Principerna om förebyggande i ramdirektivet (se tabell 9.1) gör det klart att det alltid har högre prioritet att ge kollektivt skydd än individuella skyddsåtgärder. Ibland kan det dock vara praktiskt ogörligt att genomföra tekniska eller organisatoriska åtgärder som ger tillräckligt kollektivt skydd. I sådana situationer kan det vara nödvändigt att utnyttja personlig skyddsutrustning.

Så som framgår ovan i avsnittet om tekniska åtgärder är det relativt okomplicerat att skärma av elektriska fält men det är svårt att uppnå effektivt skydd mot magnetfält. Därför är det i regel inte praktiskt möjligt att använda personlig skyddsutrustning för att skydda mot magnetfält. Effektiviteten hos personlig skyddsutrustning beror på fältets frekvens, så att skyddsutrustning som är lämplig för ett frekvensområde sannolikt inte är lämplig för andra frekvensområden.

Valet av lämplig utrustning är beroende av den särskilda situationen och arten av de risker som den ska skydda mot. I olika situationer kan isolerande eller ledande skor, stövlar eller handskar vara effektiva för att minska riskerna. Om isolerande fotbeklädnad krävs är det i regel tillräckligt att skaffa kraftiga arbetsstövlar eller skor med tjock gummisula. Om en bedömning visar att sådana skor inte är tillräckligt kan det vara nödvändigt att hitta mer specialiserad säkerhetsutrustning.

Ögonskydd kan användas för att skydda ögonen mot högfrekventa fält. I vissa situationer kan det vara nödvändigt att använda helkroppsdräkter men det bör noteras att dessa kan medföra nya risker genom att hindra rörelse eller värmeavgivning från bäraren.

Personliga skyddsutrustningar ska underhållas och regelbundet inspekteras för att säkerställa att de fortsätter att vara ändamålsenliga.

Hänsyn bör tas till om den personliga skyddsutrustning som bärs för att skydda mot andra risker är förenlig med förekomsten av starka elektromagnetiska fält. Exempelvis kan användning av skyddsskor med tåhätta av stål vara olämplig i miljöer med starka statiska magnetfält, medan lågfrekventa magnetfält i stället värmer upp stålet om de är tillräckligt starka. En del skyddsdräkter har elektroniska komponenter som kan störas av starka fält. Liknande problem kan uppkomma med aktiva hörselskydd.

10. NÖDFALLSBEREDSKAP

Om arbetsgivare har utrustning i drift eller utför andra aktiviteter som kan ge upphov till en ogynnsam effekt ska de anta beredskapsplaner för att hantera konsekvenserna. Ogynnsamma effekter i detta sammanhang kan vara situationer där någon skadas eller faller illa samt olyckstillbud eller oönskade förhållanden. Ogynnsamma effekter kan inbegripa situationer där ett exponeringsgränsvärde (ELV) har överskridits men ingen har skadats (och det inte finns något tillämpligt undantag). Ett exempel är en antennmontör som ovetande går in i en förbudszon kring en högeffektsändare innan den har stängts av.

Ogynnsamma effekter kan också uppkomma av indirekta effekter, t.ex. störning av en inopererad medicinsk enhet eller antändning av brandfarlig luft. Ett annat exempel är ett ferromagnetiskt föremål som dras in i en NMR-enhets tunnel av det starka statiska magnetfältet (den s.k. projektileffekten).

Tabell 10.1 – Scenarier som ska behandlas i beredskapsplaner

I beredskapsplaner ska åtgärder och ansvarsområden behandlas för följande:
Faktisk exponering av arbetstagare utöver ett ELV (inget tillämpligt undantag).
Faktiska ogynnsamma omständigheter som uppkommer av en indirekt effekt.
Misstänkt exponering av arbetstagare utöver ett ELV.
Olyckstillbud eller oönskad konsekvens som uppkommer av en indirekt effekt.

10.1 Utarbetande av planer

Riskbedömningen som utarbetats i enlighet med artikel 4 i direktivet om elektromagnetiska fält ska göra det möjligt för arbetsgivaren att identifiera rimligt förutsebara ogynnsamma effekter (se kapitel 5 i handledningen). När arbetsgivaren har identifierat och förstått arten av dessa potentiella ogynnsamma effekter är det möjligt att utarbeta planer för att hantera konsekvenserna. I vissa fall kan tillverkare tillhandahålla beredskapsrutiner i sin dokumentation och dessa bör ha företräde.

De flesta arbetsgivare har redan allmänna beredskapsplaner och det kan vara möjligt att täcka potentiella ogynnsamma effekter som uppkommer av elektromagnetiska fält genom dessa befintliga arrangemang. Beredskapsplaner kan inbegripa arrangemang för att ge första hjälpen och efterföljande läkarundersökning (se kapitel 11 i denna vägledning). Under alla omständigheter är graden av detalj och planernas komplexitet beroende av risken. I allmänhet är det en bra praxis att repetera beredskapsplaner för att identifiera brister och se till att de är ihållbara.

10.2 Insatser vid ogynnsamma effekter

Insatsen vid en ogynnsam effekt är oundvikligen dynamisk och styrs av dess art och allvarlighet. Figur 10.1 illustrerar en typisk sekvens av händelser som reaktion på en ogynnsam effekt. Alla åtgärder är inte nödvändigtvis lämpliga för alla ogynnsamma effekter.

Den inledande rapporten om den ogynnsamma effekten bör ge så mycket information som möjligt som hjälp vid den efterföljande undersökningen. Rapporten ska normalt innehålla följande:

- En beskrivning av den ogynnsamma effektens art.
- Hur den ogynnsamma effekten uppkom.
- Uppgifter om all berörd personal och var de befann sig under den ogynnsamma effekten.
- Uppgifter om eventuella uppkomna skador.
- Egenskaper hos den berörda källan till elektromagnetiska fält:
 - Frekvens.
 - Effekt.
 - Arbetsström och arbetsspänning.
 - Driftcykel (i förekommande fall).

Figur 10.1 – Sekvens av händelser i en typisk insats på en incident



Ytterligare information om hantering av exponering för RFI-fält finns i rapporten från det finska institutet för företagshälsovård (Alanko m.fl., 2014). I bilagan finns mallar för en första incidentrapport och en teknisk rapport

11. RISKER, SYMTOM OCH HÄLSOKONTROLL

Artikel 8 i direktivet om elektromagnetiska fält handlar om hälsokontroll av arbetstagare, som ska uppfylla kraven i artikel 14 i ramdirektivet. Arrangemangen för hälsokontroll beträffande elektromagnetiska fält kommer troligen att anpassas efter de system som redan finns i medlemsstaterna. Tillhandahållandet och tillgängligheten av patientjournaler ska överensstämma med nationell lagstiftning och praxis.

11.1 Risker och symtom

Effekterna av exponeringen för elektromagnetiska fält sammanfattas i kapitel 2 och ytterligare uppgifter om hälsoeffekter finns i bilaga B. Exponeringar över gränsvärdena för exponering från lågfrekventa fält kan orsaka effekter på nervvävnader och muskler eller uppvärmning från högfrekventa fält. Om arbetstagaren rör vid metallföremål kan det orsaka chock och brännskador i båda frekvensområdena. I allmänhet krävs det fält eller exponeringar en bra bit över insatsnivåerna (AL) eller gränsvärdena för exponering (ELV) för att ge upphov till fysiska skador. AL och ELV har en säkerhetsmarginal, vilket gör att en enda kort exponering precis ovanför gränsen inte kan ge upphov till negativa konsekvenser.

11.1.1 Statiska magnetfält (0–1 Hz) ⁽¹⁾

Statiska magnetfält vid flödestätheter på över 0,5 mT kan orsaka interferens med aktiva inopererade medicinska enheter, t.ex. pacemakrar och defibrillatorer, eller medicinska enheter som bärs på kroppen, t.ex. infusionspumpar. Sådan interferens kan ha mycket allvarliga konsekvenser.

Exponering för statiska magnetfält långt över ELV för hälsoeffekter kan leda till förändringar i blodflödet till extremiteter och/eller hjärtfrekvensen. Dessa effekter är för närvarande inte väl förstådda och utgör kanske inte någon hälsorisk.

Att vistas eller röra sig i starka statiska magnetfält kan orsaka svindel, illamående och andra sensoriska effekter. Det kan också finnas mindre uppenbara förändringar i uppmärksamhet, koncentration eller andra intellektuella funktioner, som kan påverka arbetsresultatet och säkerheten negativt. Det kan vara möjligt att inducera nervstimulering och ofrivillig muskelsammandragning under snabba rörelser med helkroppsexponering över 8 T eller i situationer med en snabb förändring av flödestätheten. Dessa effekter är reversibla och det är därför osannolikt att symtomen består efter att exponeringen upphört.

⁽¹⁾ Vetenskapligt sett har statiska magnetfält en frekvens på 0 Hz, men för tillämpningen av direktivet om elektromagnetiska fält definieras de som frekvensen 0–1 Hz.

11.1.2 Lågfrekventa magnetfält (1 Hz–10 MHz)

Exponering för lågfrekventa fält under den låga insatsnivån (AL) kan orsaka interferens med den normala funktionen hos aktiva inopererade medicinska enheter eller medicinska enheter som bärs på kroppen. Varje funktionsfel kan ha potentiellt allvarliga konsekvenser. Förekomsten av passiva metallproteser kan leda till lokala områden med starkare elektriska fält i kroppen, medan själva proteser kan bli induktivt uppvärmd med risk för termisk skada.

Det första tecknet på exponering av andra arbetstagare kan uppkomma när arbetstagaren rapporterar sig se diffusa, flimrande bilder (fosfener), som kan vara distraherande eller irriterande. Den högsta känsligheten inträffar dock vid 16 Hz och det krävs mycket stora fältstyrkor för att ge upphov till fosfener vid andra frekvenser, långt över de nivåer som arbetstagare normalt påträffar. Dessutom kan arbetstagare känna illamående eller yrsel och det kan förekomma subtila förändringar av tankeförmåga, problemlösning och beslutsfattande under exponering, som leder till negativa effekter på arbetsresultatet och säkerheten. När det gäller exponering för statiska magnetfält är dessa effekter reversibla och det är därför osannolikt att de kvarstår efter att exponeringen upphört.

Nervstimulering kan förekomma, som leder till en stickande känsla eller smärta. Okontrollerade ryckningar eller andra muskelsammandragningar kan också förekomma och i mycket starka yttre fält kan detta även leda till effekter på hjärtat (dysrytmi). I praktiken är det endast sannolikt att dessa effekter produceras vid fältstyrkor en bra bit över dem som vanligen förekommer på arbetsplatser.

Dessutom förekommer uppvärmningseffekter vid exponeringar i den övre änden av frekvensområdet (se avsnitt 11.1.4).

11.1.3 Lågfrekventa elektriska fält (1 Hz–10 MHz)

Lågfrekventa elektriska fält ger upphov till liknande effekter på nervvävnad och muskler som de som produceras av magnetfält. De första indikationerna på starka elektriska fält är dock troligen när småhåren på kroppen börjar röra på sig eller vibrera, och när arbetstagare börjar få elchocker av att röra vid ojordade, ledande föremål i fältet. Hårvibrering kan vara distraherande och irriterande och elchocker kan vara irriterande, obehagliga eller smärtsamma beroende på fältintensiteten. Vidröring av föremål i starka fält kan också orsaka brännskador.

11.1.4 Högfrekventa fält (100 kHz–300 GHz)

Exponering för högfrekventa fält under den relevanta insatsnivån (AL) kan orsaka interferens med den normala funktionen hos aktiva inopererade medicinska enheter eller medicinska enheter som bärs på kroppen. Varje funktionsfel kan ha potentiellt allvarliga konsekvenser. Passiva inopererade medicinska enheter av metall kan fungera som absorberande antenner vilket leder till lokala ökning av RF-exponering av vävnader och eventuellt till skada.

Den första indikationen på exponering för högfrekventa fält kan vara en känsla av värme när arbetstagaren eller delar av arbetstagarens kropp värms upp av fältet. Detta är dock inte alltid fallet och en känsla av värme är inte en tillförlitlig varningssignal. Det är också möjligt att höra pulsade fält mellan 300 kHz och 6 GHz. Exponerade arbetstagare kan därför höra klickningar, surrande eller väsningar.

Utdragen exponering av hela kroppen kan leda till höjd kroppstemperatur. En temperaturökning på endast ett par grader kan leda till förvirring, matthet, huvudvärk och andra symtom på värmestress. Hög fysisk arbetsbelastning, eller arbete i varma och fuktiga förhållanden, ökar sannolikheten för dessa effekter. Symtomens allvarighet är också beroende av arbetstagarnas fysiska tillstånd, om de är uttorkade eller inte, och på de kläder som de bär.

Partiell kroppsexponering kan leda till lokal uppvärmning eller varma punkter i muskler, inre organ och även orsaka ytliga brännskador som uppträder direkt vid exponering. Allvarlig inre skada är möjlig utan synliga brännskador på huden. Stark lokal överexponering kan skada muskler och omgivande vävnader i exponerade extremiteter (benhinneinflammation), som utvecklas omedelbart eller inom högst ett par dagar. Allmänt sett kan de flesta vävnader klara temperaturökningar under korta perioder utan skada men en temperatur på 41 °C i över 30 minuter ger skador.

En tillfällig sänkning av antalet spermier är möjlig vid exponeringar som orsakar betydande uppvärmning av testiklar. Uppvärmning kan även öka risken för missfall under tidig graviditet.

Det är känt att ögonen är känsliga för värme och en mycket hög exponering en bra bit över ELV kan orsaka inflammation i senhinnan, regnbågshinnan eller bindhinnan. Symtom kan vara röda ögon, smärta i ögonen, känslighet för ljus och pupillsammandragning. Katarakter (grumlingar av linsen) är ovanliga men en tänkbar sen effekt av exponering och det kan ta flera veckor eller månader innan de utvecklas efter exponering. Det finns inga rapporter om att effekter uppkommer efter exponering i många år.

För högfrekventa fält (omkring 6 GHz och däröver) blir energiabsorptionen allt mer ytlig. Dessa fält absorberas av ögats hornhinna, men det krävs exponeringar en bra bit över ELV för att orsaka brännskador. Huden absorberar dessa högfrekventa fält och vid tillräckligt höga exponeringar kan detta leda till smärta och brännskador.

Arbetstagare kan drabbas av elchocker eller kontaktbrännskador av att röra vid antenner i funktion eller av kontakt med stora, ojordade metallföremål, t.ex. bilar, i fältet. Liknande effekter kan uppkomma när en ojordad arbetstagare rör vid ett jordat metallföremål. Dessa brännskador kan vara ytliga eller finnas djupt inne i kroppen. Metallproteser, inklusive tandfyllningar och kroppspiercingar (samt smycken och vissa tatueringspigment) kan koncentrera fältet vilket leder till lokal uppvärmning och termiska brännskador. Hög exponering av handen kan också leda till nervskador.

Rapporter om fall av överexponerade arbetstagare tyder på att andra symtom också kan vara möjliga. Dessa är bland annat huvudvärk, magbesvär, letargi och långvarig känsla av "nålar" i de exponerade vävnaderna.

Stressreaktioner kan vara förknippade med faktisk eller misstänkt överexponering.

Tabell 11.1 – Effekter och symtom som är förknippade med exponering över ELV för hälsoeffekter

Fält	Frekvens	Möjliga effekter och symtom
Statiska magnetfält	0–1 Hz	Interferens med medicinska enheter. Illamående och yrsel. Effekter på blodflöde, hjärtfrekvens, hjärnfunktion (möjliga över 7 T). Nervstimulering och muskelsammandragning (snabba rörelser).
Lågfrekventa magnetfält	1 Hz–10 MHz	Interferens med medicinska enheter. Visuella förnimmelser. Nervstimulering som ger en stickande känsla eller smärta. Muskelsammandragning, dysrytmi.
Lågfrekventa elektriska fält	1 Hz–10 MHz	Elchock och ytliga brännskador (vidröring av föremål).
Högfrekventa fält	100 kHz och däröver	Interferens med medicinska enheter. Värmekänsla. Värmestress. Chock och ytliga eller djupa brännskador (vidröring av föremål). Andra symtom är möjliga.

Mellanfält (100 kHz–10 MHz) leder till en blandning av de symtom som produceras av låga och höga frekvenser.

11.2 Hälsokontroll

Rutinhälsokontroller av arbetstagare bör genomföras om detta krävs enligt nationell lagstiftning eller praxis. I avsaknad av kända risker eller symtom av exponeringar för elektromagnetiska fält under ELV finns det dock ingen grund för regelbundna läkarundersökningar. Hälsokontroll kan motiveras av andra skäl.

Arbetstagare som är utsatta för särskilda risker från exponering för elektromagnetiska fält är bland annat gravida kvinnor och personer med aktiva eller passiva inopererade medicinska enheter eller enheter som bärs på kroppen. Dessa arbetstagare bör få regelbunden rådgivning hos företagshälsovården för att se till att arbetstagarna helt förstår eventuella ytterligare restriktioner för dem i deras arbetsmiljö. Dessa rådgivningar ger arbetstagaren möjlighet att rapportera oönskade eller oväntade hälsoeffekter och att hålla situationen under uppsikt.

Läkarundersökningar kan också vara lämpligt för arbetstagare som drabbas av en oväntad eller oönskad hälsoeffekt.

11.3 Läkarundersökning

Överexponeringar av olyckshändelse som orsakar skada bör behandlas som andra arbetsolyckor i enlighet med nationell lagstiftning och praxis.

Omedelbar kontroll av lämplig hälsovårdspersonal kan krävas om arbetstagaren har drabbats av chocker och/eller brännskador eller om deras temperatur har stigit. Sådana effekter bör behandlas på vanligt sätt enligt befintliga system på arbetsplatsen. Arbetstagare som har drabbats av chocker eller brännskador bör följas upp av en läkare med lämplig kompetens. Andra arbetstagare kan få en uppföljning av sina symtom från sin egen allmänläkare eller av en läkare inom företagshälsovården.

Det finns inga särskilda undersökningar som bör vidtas efter överexponering av ett elektromagnetiskt fält. Det finns t.ex. inga bevis för att exponering för elektromagnetiska fält orsakar förändring av blodparametrar som blodkroppar, urea och elektrolyter eller leverfunktion. En ögonundersökning kan dock vara lämplig vid överexponering för högfrekventa fält och bör normalt upprepas senast tre månader efter den första kontrollen. En sådan undersökning ska normalt utföras av en ögonläkare.

11.4 Journaler

Arbetstagare som har eller tros ha varit utsatta för exponeringar över gränsvärdena för exponering (ELV) ska få tillgång till läkarundersökning. Arbetstagarna ska inte behöva betala för dessa undersökningar och de ska tillhandahållas under arbetstid. Journalföringen ska överensstämma med nationell lagstiftning och praxis.

Journalerna ska innehålla en sammanfattning av de åtgärder som utförts och vara i en form som kan konsulteras vid en senare tidpunkt, med beaktande av konfidentialiteten. Enskilda arbetstagare ska få tillgång till sina egna journaler på begäran.

Eventuella uppgifter om överexponering eller misstänkt överexponering ska registreras så snart som möjligt efter händelsen. Journalen ska inbegripa uppgifter om exponeringens intensitet och varaktighet, frekvensen för fältet (för att uppskatta fältets penetrationsdjup i kroppen). Det är också viktigt att bestämma om exponeringen gällde hela kroppen eller endast vissa kroppsdelar, och om arbetstagaren har pacemaker eller annan medicinsk enhet. Exempel på journaler finns i en rapport om att arbeta i elektromagnetiska fält med en pacemaker från det finska institutet för företagshälsovård (Alanko m.fl., 2013).

AVSNITT 5

REFERENSMATERIAL

APPENDIX A

ELEKTROMAGNETISKA FÄLTS BESKAFFENHET

De elektromagnetiska fält som vi förmodligen känner bäst till är de som förekommer i naturen. De magnetfält som vi kan märka på jordens yta anses vara producerade av elektriska strömmar som genereras djupt inne i jordens flytande järnkärna. Även om vi inte helt förstår fältets ursprung har dess interaktion med magnetiska material i århundraden utnyttjats i kompasser för navigering. Den elektriska laddning som genereras i åskmoln leder också till mycket höga spänningar mellan molnen och jordens yta. Dessa spänningar ger upphov till elektriska fält mellan molnen och jorden som kan leda till stora och snabba urladdningar av elektrisk ström mellan molnet och jorden, dvs. blixtar.

Figur A1 – Naturliga källor till elektromagnetiska fält: a) en kompass som används för att upptäcka riktningen på jordens statiska magnetfält och b) höga spänningar mellan molnet och jorden, dvs. blixtar



A.1 Upptäckt av elektromagnetism

Människor har varit medvetna om effekterna av statisk elektricitet och magnetism sedan urgamla tider. Framstegen mot att förstå elektromagnetiska fenomen började troligen med Luigi Galvanis upptäckt 1780 att han kunde få grodors ben att sprattla genom att använda elektricitet som genererats från två olika metaller. Denna princip användes ett decennium senare av Alessandro Volta i den galvaniska cellen (Volts stapelbatteri).

Upptäckterna fortsatte och tog fart i Europa. 1820 påvisade Hans Christian Ørsted sambandet mellan elektriska strömmar och magnetfält när han lyckades få en kompassnål att böja av genom att använda en ledning som transporterade en elektrisk ström. André-Marie Ampère upptäckte att ledningar som transporterar ström utövade krafter på varandra och Michael Faraday studerade magnetisk induktion.

Några år senare formulerade James Clerk Maxwell teorin om elektromagnetism på matematisk grund och publicerade sin avhandling om elektricitet och magnetism 1873. Maxwells idéer om elektromagnetiska vågor används ännu i dag som grund för elektromagnetisk teori.

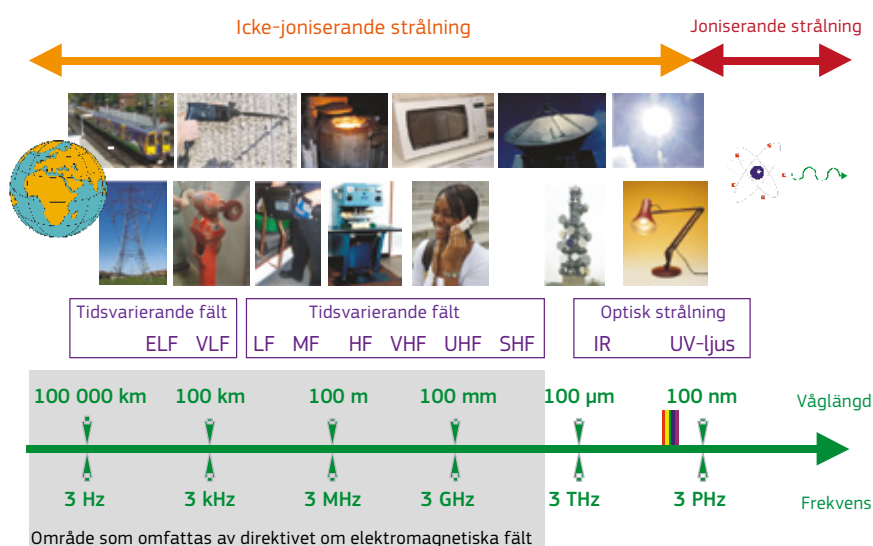
Heinrich Hertz bekräftade Maxwells idéer genom att generera och upptäcka elektromagnetiska vågor 1885. Ett decennium senare använde Guglielmo Marconi denna upptäckt för att skicka meddelanden över långa avstånd med hjälp av radiosignaler. Det fick stor betydelse för genereringen av elkraft när Nikolai Tesla byggde den första generatoren för växelström 1892.

Elektromagnetiska fält är nu en vardaglig företeelse i den moderna världen. Det går knappast att föreställa sig ett modernt samhälle utan elektriska apparater. Under 1900-talet ökade användningen av elkraft inom industrin och hushållen kraftigt. Liknande ökningar skedde inom radio- och tv-sändning och i slutet av århundradet och början på 2000-talet skedde en revolution inom telekommunikation och numera är användning av mobiltelefoner och trådlösa enheter allmänt förekommande. Elektromagnetiska fält är också vanligt inom specialiserade tillämpningar som radionavigering och medicin.

A.2 Det elektromagnetiska spektrumet

Det elektromagnetiska spektrumet, som illustreras i figur A2, täcker ett brett strålningsområde med olika frekvenser och våglängder. Sambandet mellan frekvens och våglängd förklaras i bilaga C. Den del av detta spektrum som täcks av direktivet om elektromagnetiska fält sträcker sig från statiska fält (0 Hz) till tidsvarierande elektromagnetiska fält med frekvenser upp till 300 GHz (0,3 THz). Inom detta område återfinns strålning som brukar kallas statiska fält, tidsvarierande fält och radiovågor (inklusive mikrovågor). Andra avsnitt av det elektromagnetiska spektrumet som inte täcks av direktivet om elektromagnetiska fält är det optiska området (infrarött, synligt och ultraviolett ljus) samt det joniserande området. Dessa avsnitt omfattas av direktivet om artificiell optisk strålning (2006/25/EU) respektive direktivet om grundläggande säkerhetsnormer (2013/59/Euratom).

Figur A2 – Det elektromagnetiska spektrumet

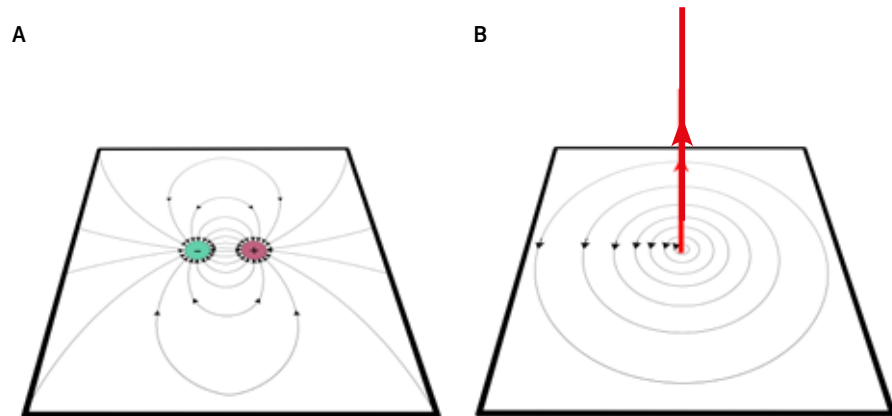


Elektromagnetisk strålning i det frekvensområde som omfattas av direktivet om elektromagnetisk strålning har inte tillräckligt mycket energi för att avlägsna elektroner från atomer i ett material och klassificeras därför som icke-joniserande. Röntgen- och gammastrålar är elektromagnetiska strålningar med hög energi som kan avlägsna elektroner från omloppsbanan och som därför klassificeras som joniserande strålning.

A.3 Produktion av elektromagnetiska fält

Elektriska laddningar ger upphov till ett elektriskt fält. När fälten rör sig och skapar en elektrisk ström produceras även ett magnetfält. Det är hälso- och säkerhetsriskerna från dessa elektriska och magnetiska fält på arbetsplatsen som man försöker åtgärda genom direktivet om elektromagnetiska fält.

Figur A3 – Representationer av fältlinjer runt a) elektriska laddningar och b) en flödande elektrisk ström, visas som en röd linje



Produktionen av ett magnetfält runt en permanent magnet beror på summan av alla magnetfält som produceras av justeringen av elektronernas rörelse i materialet. I ett icke-magnetiskt material finns det ingen sådan justering och därför utjämnas de små magnetfält som genereras runt varje atom.

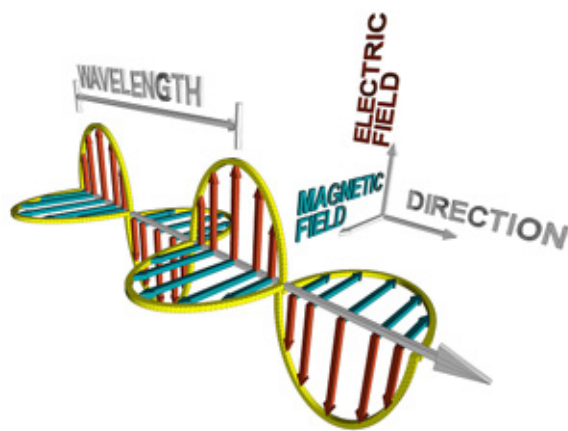
A.3.1 Tidsvarierande fält

Om ett föremåls elektriska laddning ändras med tiden eller om laddningsflödet (strömmen) varierar produceras tidsvarierande fält. De tidsvarierande fältens art styrs av svängningarnas frekvens. Vid låga frekvenser kan de elektriska och magnetiska fälten betraktas som oberoende av varandra. När frekvensen ökar i det radiofrekventa området blir fälten närmare kopplade: ett tidsvarierande elektriskt fält inducerar ett magnetfält och tvärtom. Det är detta samspel mellan elektriska och magnetiska fält som gör att elektromagnetisk strålning kan transporteras över långa avstånd.

A.3.2 Utstrålande elektromagnetiska fält

Interaktionen mellan elektriska och magnetiska fält vid radiofrekvenser gör att energi kan stråla bort från produktionspunkten. I fjärfältet svänger de båda komponenterna – ett elektriskt fält och ett magnetiskt fält – i räta vinklar mot varandra och i räta vinklar mot den riktning som vågen transporteras. Det gör den i samma hastighet som ljus färdas. Sändarens utformning gör det möjligt att avge strålningen i alla riktningar eller fokuserad i en viss riktning.

Figur A4 – Elektromagnetisk strålning består av ett magnetiskt och ett elektriskt fält som svänger i räta vinklar mot varandra och färdas i ljusets hastighet



APPENDIX B

HÄLSOEFFEKTER AV ELEKTROMAGNETISKA FÄLT

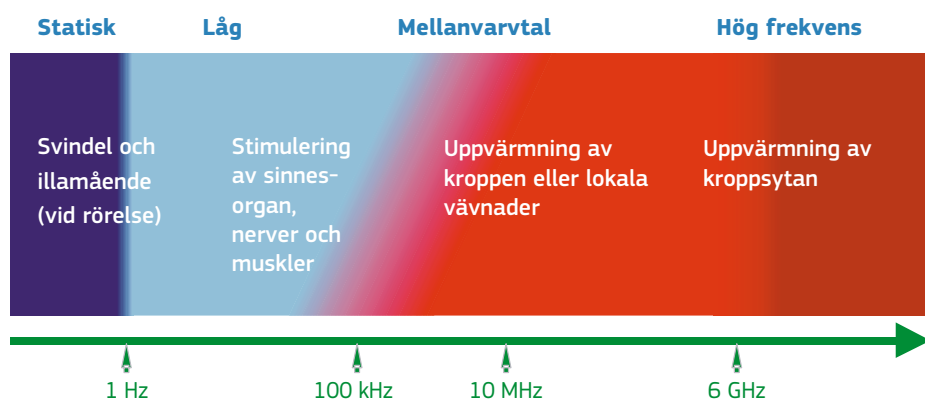
B.1 Inledning

Hur kroppen reagerar på exponering för ett elektromagnetiskt fält beror främst på frekvensen hos det tillämpade fältet. Detta beror på att olika frekvenser interagerar med kroppen på olika sätt. Lågfrekventa fält ger inte samma effekter som fält med högre frekvenser: lågfrekventa fält stimulerar nerver och muskler, medan högfrekventa fält värmer.

Elektromagnetiska fält kan delas in i fyra breda områden (figur B1) utifrån hur de interagerar med människan: fält med frekvensen 0–1 Hz (statiska fält); fält med frekvensen 1 Hz–100 kHz (lågfrekventa fält); fält med frekvensen 100 kHz–10 MHz (mellanfrekventa fält); och fält med frekvens över 10 MHz (högfrekventa fält). Över ett par GHz begränsas uppvärmningen alltmer till kroppens yta.

Enligt direktivet om elektromagnetiska fält är effekter som uppkommer till följd av inverkan på nervsystemet icke-termiska effekter, medan uppvärmningseffekter som uppkommer till följd av exponering för fält över 100 kHz är termiska effekter.

Figur B1 – Schematisk bild av principen om direkta effekter av elektromagnetiska fält med de frekvensbrytpunkter som används för definitionen av gränsvärden för exponering (ELV) och insatsnivåer (AL) i direktivet om elektromagnetiska fält



Storleken på reaktionen på en viss frekvens beror på fältets intensitet. Svagare fält producerar främst perceptuella eller sensoriska effekter och starkare fält producerar mer allvarliga reaktioner. För att en reaktion ska uppkomma vid någon frekvens måste ett tröskelvärde för exponeringen överskridas.

Direktivet om elektromagnetiska fält skyddar exponerade arbetstagare genom en rad gränsvärden för exponering (ELV). För varje frekvensområde finns det ett lägre värde för att begränsa sensoriska effekter och ett högre värde för att begränsa hälsoeffekter (se tabell B1). Dessa värden bygger på rekommendationer från Internationella

kommissionen för skydd mot icke-joniserande strålning (ICNIRP) och beaktar endast de kortsiktiga effekterna av exponering som bygger på mekanismer för frisk biofysisk interaktion.

Tabell B1 – Sammanfattning av relevanta hälsoeffekter och sensoriska effekter som används för att begränsa exponeringar i olika frekvensområden

Fält och frekvens	Sensoriska effekter	Hälsoeffekter
Statiska magnetfält 0–1 Hz	Yrsel, illamående, metallsmak	Förändrat blodflöde i extremiteter, förändrad hjärnfunktion Förändrad hjärtfunktion
Lågfrekventa fält 1 Hz–10 MHz	Fosfener (uppfattas som ljusblixtar) (Smärre förändringar av hjärnfunktionen 1–400 Hz)	En stickande känsla eller smärta (nervstimulering) Muskelryckningar Störd hjärtfrekvens
Högfrekventa fält 100 kHz–6 GHz	Mikrovågshörande (200 MHz–6,5 GHz)	Uppvärmning av hela kroppen eller lokal uppvärmning eller brännskador
Högfrekventa fält 6–300 GHz		Lokal värmeskada på ögon eller hud

OBS! Effekterna av fält med mellanfrekvenser (100 kHz–10 MHz) är en kombination av effekterna av lågfrekventa fält och högfrekventa fält.

Det är tänkbart att upprepad, långvarig exponering kan medföra ännu inte identifierade hälsorisker. I direktivet om elektromagnetiska fält anges dock att det inte omfattar några föreslagna långsiktiga effekter.

B.2 Statiska magnetfält (0–1 Hz)

Människor som är stilla är i regel opåverkade av statiska magnetfält. Möjligen med undantag av mycket höga intensiteter då det kan förekomma effekter på hjärta eller hjärna (se tabell B1). Effekter kan dock uppkomma när människor rör sig i fälten. Rörelsen gör att det produceras elektriska fält i vävnaderna och dessa kan påverka nervvävnader. Det finns vissa belägg på senare tid som tyder på att dessa effekter kan uppkomma när människor är orörliga. Storleken på de inducerade elektriska fälten är beroende av tids- och rumsgradienter.

Balansorganen i örat är särskilt känsliga, vilket leder till yrsel när människor går omkring eller rör på huvudet snabbt i fältet. Tungan kan också påverkas och alstra en känsla av smak. Illamående och andra symtom har också rapporterats vid arbete kring MRT-maskiner i drift. Alla dessa effekter är övergående och upphör när rörelsen upphör eller saktar ned.

Det finns inga belägg för att exponering orsakar bestående försämring eller allvarlig negativ effekt. Att röra sig långsamt i fältet bidrar till att förhindra effekterna och begränsning av den externa magnetiska flödestätheten till 2 T skyddar arbetstagaren.

B.3 Lågfrekventa fält (1 Hz–100 kHz)

B.3.1 Lågfrekventa elektriska fält

Lågfrekventa elektriska fält utanför kroppen kan inducera elektriska fält i kroppens vävnader. Kroppens yta ger dock en hög grad av skärmning så att det inducerade fältet i kroppen blir mycket mindre än det yttre fältet.

I princip kan de inducerade elektriska fälten framkalla liknande effekter som de fält som induceras av lågfrekventa magnetfält (se avsnitt B3.2). Konsekvenserna av skärmningen är dock att det inducerade elektriska fältet normalt är för svagt för att ge upphov till skadliga effekter för elektriska fält av den typ som ofta förekommer på arbetsplatser.

Dessutom ger lågfrekventa elektriska fält en annan effekt som inte förekommer med magnetfält. En arbetstagare som står vid ett elektriskt fält av tillräcklig intensitet kan känna kittlingar eller stickningar i huden. Detta kan ibland erfaras under en högspänningsledning en torr dag. Detta inträffar därför att lågfrekventa elektriska fält laddar upp kroppens yta, och denna elektriska laddning får håren på huden att röra sig och vibrera (med dubbelt så hög frekvens som det lågfrekventa fältet). Liknande förnimmelser kan också kännas som att hårstrån vibrerar mot kläderna.

B.3.2 Lågfrekventa magnetfält

Lågfrekventa magnetfält inducerar elektriska fält i människokroppen som kan orsaka stimulering av sinnesorganen vid lägre fältvärden eller stimulering av nerver och muskler (särskilt i armar och ben) vid starkare fält. Effekterna på sinnesorganen är inte skadliga men kan vara irriterande eller distraherande för arbetstagaren, och effekterna av starkare fält kan vara obehagliga eller till och med smärtsamma.

Olika vävnader uppvisar den högsta känsligheten för olika frekvenser och därför ändras också de upplevda effekterna med ändrad frekvens.

Tabell B2 – Interaktionsställen och högsta känsligheter för olika effekter

Effekt	Interaktionsställe	Högsta känslighet (Hz)
Metallsmak	Receptorer i tungan	< 1 Hz
Yrsel, illamående Stimulering av nerver och muskler	Innerörat (balansorgan) Blodflödesinducerade elektriska fält i vävnader	< 0,1–2 Hz
Fosfener	Näthinnans celler i ögat	~ 20 Hz
Känsl- och smärtförnimmelse Inducerad muskelsammandragning Effekter på hjärtat	Perifera nerver Perifera nerver och muskler Hjärta	~ 50 Hz

Ögonen tycks vara mycket känsliga för effekterna av inducerade elektriska fält, och den oftast rapporterade effekten av exponering är fosfener. Det är flyktiga, flimrande synförnimmelser i utkanten av synfältet (påminner något om effekten av att försiktigt massera stängda ögon). Om det inducerade fältet i nervsystemet begränsas förhindras dessa effekter och ger arbetstagaren skydd.

Dessa ytliga laddningseffekter är dock inte begränsade till människor. Alla metallföremål eller ledande föremål, som fordon eller stängsel som inte är elektriskt jordade, kan också laddas av det elektriska fältet. Den som rör vid dessa föremål får en liten

elchock. En chock kan vara överraskande men att få flera chocker av att röra vid föremålet blir irriterande eller värre ändå. En person som inte själv är jordad och rör vid ett jordat föremål kan också få en chock. För att ge det nödvändiga skyddet kan det krävas särskild utbildning av dem som arbetar under dessa förhållanden, lämplig jordningskontroll av föremål och arbetstagare samt användning av isolerande skor, handskar och skyddskläder.

B.4 Mellanfrekventa fält

Mellanfrekventa fält representerar en övergångszon mellan lågfrekventa och högfrekventa fält. Det sker en gradvis förändring i detta område från effekter på nervsystemet till uppvärmningseffekter. Effekter på nervsystemet dominerar vid 100 kHz och uppvärmningseffekter vid 10 MHz.



Huvudbudskap: mellanfrekventa fält

Mellanfrekventa fält definieras i denna vägledning som fält med frekvensen 100 kHz–10 MHz, som kan producera både icke-termiska och termiska effekter.

Andra definitioner av mellanfrekventa fält förekommer på andra håll. Exempelvis definierar Världshälsoorganisationen mellanfrekventa fält som fält med frekvensen 300 Hz–10 MHz.

B.5 Högfrekventa fält

Om människor exponeras för fält med frekvenser på över 100 kHz uppkommer uppvärmning på grund av energiabsorption. Beroende på situationen kan detta leda till uppvärmning av hela kroppen eller till lokal uppvärmning av kroppsdelar, såsom extremiteter eller huvudet.

Friska vuxna brukar kunna reglera den generella temperaturen i sina kroppar mycket effektivt och upprätthåller en balans mellan mekanismerna för värmegenerering och värmeavgivning. De normala mekanismerna för värmeavgivning kanske dock inte klarar att hantera situationen om energi absorberas i för hög takt. Det leder till en gradvis och fortlöpande höjning av kroppstemperaturen med 1 °C eller mer som ger upphov till värmestress. Detta får inte bara en skadlig effekt på personens förmåga att arbeta på ett säkert sätt. Långvariga höjningar av kroppstemperaturen med ett par grader eller mer kan vara mycket farligt.

Begränsning av andelen absorberad energi (specifik energiabsorption per tids- och massenhet eller SAR) förhindrar värmerelaterade rubbningar och skyddar arbetstagaren. Eftersom uppvärmning inte är omedelbar och kroppen kan hantera ökade värmebelastningar under kortare perioder, beräknas gränsvärdena för exponering som medelvärden under en sexminutersperiod. Det gör också att arbetstagare kan exponeras för högre SAR-värden under kortare perioder förutsatt att inte medelvärdet överskrids.

Dessutom är gränsvärdena för exponering tillräckligt försiktiga så att det inte är nödvändigt att ge utrymme för andra faktorer som kan påverka temperaturregleringen, t.ex. manuellt arbete i hög takt eller arbete i varma och fuktiga miljöer.

I många industriella situationer är dock inte exponeringen enhetlig och energin absorberas endast i vissa delar av kroppen, t.ex. händerna och handlederna. Om helkroppsgränsen tillämpas i sådana situationer är det möjligt att värmeskador kan uppstå i de exponerade områdena (eftersom den absorberade energin koncentreras i en

betydligt mindre vävnadsmassa). Därför innehåller direktivet om elektromagnetiska fält värden som begränsar exponeringen av kroppsdelar.

Dessa värden är fastställda för att förhindra alltför stor uppvärmning i kroppens värmekänsliga områden, som är ögonen (linsen) och testiklarna (hos män). Det är också känt att växande foster är särskilt känsliga för effekterna av hypertermi hos modern och gravida arbetstagare ska därför behandlas som utsatta för särskilda risker.

Vid de högsta frekvenserna, 6 GHz och däröver, penetrerar fälten inte kroppen i nämnvärd grad och uppvärmningen är till stor del begränsad till huden. Skydd ges genom att begränsa den absorberade energin till en liten hudyta.

Pulsade radiofrekvensfält kan ge upphov till förmimmelser i form av mikrovågshörande. Människor med normal hörsel kan förnimma pulsmodulerade fält med frekvenser på ungefär 200 MHz–6,5 GHz. Detta beskrivs ofta som surrande, klickning eller smällande, beroende på fältets moduleringssegenskaper. Varaktigheten hos pulserna för att fältet ska kunna uppfattas brukar vara i storleksordningen några tiotals mikrosekunder.

Precis som med lågfrekventa elektriska fält finns det risk för att få en chock eller bränna sig om man rör vid ett ledande föremål i ett högfrekvent fält. Denna risk ska också hanteras enligt direktivet om elektromagnetiska fält.

APPENDIX C

STORHETER OCH ENHETER FÖR ELEKTROMAGNETISKA FÄLT

Riskerna på grund av elektromagnetiska fält beror främst på fältets frekvens och intensitet. För att bedöma vilken risk ett visst elektromagnetiskt fält medför är det nödvändigt att kunna karakterisera fältet med hjälp av etablerade fysikaliska storheter. De storheter som används i direktivet om elektromagnetiska fält beskrivs i följande avsnitt.

Storheter för elektromagnetiska fält kan uttryckas på olika sätt. Detta gäller särskilt på displayerna till mätinstrument där utrymmet är något begränsat. Det blir lättare att använda den information som tillhandahålls om man bekantar sig med de olika former som enheterna kan ha. Här följer ett par exempel:

- Prefix kan användas för att ange storleken på måttet 1 volt, 1 V, 1 000 mV och 1 000 000 μ V representerar således samma värde. De oftast använda prefixen återfinns i tabell C1.
- Användningen av upphöjda siffror eller potenser efter ett tal eller en enhet anger till vilken potens det ska höjas. Exempelvis är m^2 detsamma som kvadratmeter och om det används betyder det att en yta mäts.
- Mått kan uttryckas på olika sätt: 100 volt per meter, 100 V/m, 100 $V \cdot m^{-1}$ 100 Vm^{-1} och 100 Vm^{-1} representerar därför alla samma värde.

Tabell C1 – Prefix som används med SI-enheter

Namn	Beteckning	Skalfaktor
Tera	T	10^{12} , eller 1 000 000 000 000
Giga	G	10^9 , eller 1 000 000 000
Mega	M	10^6 , eller 1 000 000
Kilo	k	10^3 , eller 1 000
Milli	m	10^{-3} , eller 0.001
Mikro	μ	10^{-6} , eller 0.000 001
Nano	n	10^{-9} , eller 0.000 000 001



Huvudbudskap: beteckningar som används i direktivet om elektromagnetiska fält

Enheter kan uttryckas med olika format. I direktivet om elektromagnetiska fält uttrycks enheter i formatet Vm^{-1} . Det beteckningssystemet används även i denna vägledning.

I direktivet om elektromagnetiska fält används komma som decimalavskiljare, till skillnad från i vetenskaplig text.

C.1 Frekvens (f)

Insatsnivåerna (AL) och gränsvärdena för exponering (ELV) i direktivet om elektromagnetiska fält anges enligt det elektromagnetiska fältets frekvens. Frekvens brukar representeras av bokstaven f.

Ett elektromagnetiskt fältets frekvens anger hur många gånger den elektromagnetiska vågens topp passerar igenom en viss punkt varje sekund. Det representerar antalet svängningar per sekund och är en grundegenskap hos en våg.

Enheten för frekvens är hertz, som förkortas Hz.

Frekvens är nära förknippat med ett elektromagnetiskt fältets våglängd, som representeras av symbolen λ . Våglängd mäts i meter, som förkortas m.

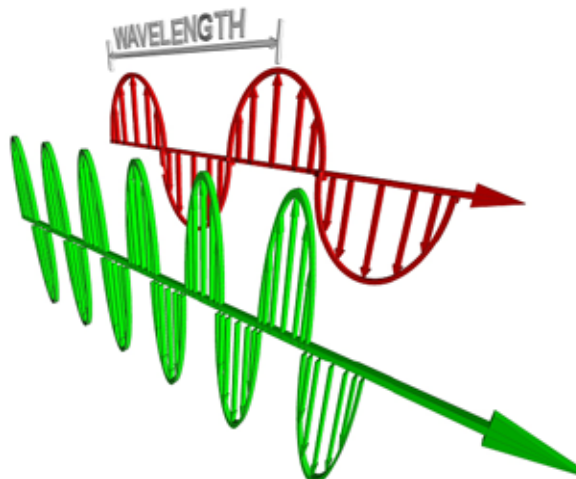
Antalet vågtoppar som passerar igenom en viss punkt på en sekund är beroende av våglängden eftersom alla elektromagnetiska vågor fortplantas med samma hastighet i ett vakuum. Följaktligen har fält med längre våglängder lägre frekvenser (figur C1).

Frekvensen relateras till våglängden med uttrycket

$$f = \frac{c}{\lambda}$$

där c är ljusets hastighet i ett vakuum ($3,0 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$).

Figur C1 – Elektromagnetiska vågor med våglängden angiven. En våg med längre våglängd har lägre frekvens (rött). Vågor med kortare våglängd har högre frekvens (grönt).



C.2 Elektrisk fältstyrka (E)

Elektrisk fältstyrka i en punkt i ett elektriskt fält är den kraft som verkar på en laddad partikel som placeras i den punkten. Det är en vektorstorhet som både har en storlek och en riktning. Den elektriska fältstyrkan eller intensiteten hos det elektriska fältet kan jämföras med en bergsslutning. Ju större slutning, desto större är den kraft som får föremål att rulla utför. För ett elektriskt fält gäller att ju större elektrisk fältstyrka, desto större är kraften på en laddad partikel.

Elektrisk fältstyrka brukar representeras av bokstaven E och kvantifieras i volt per meter, som förkortas Vm^{-1} .

Elektriska fält kan finnas både utanför och inuti kroppen. AL för elektriska fält under 10 MHz och elektromagnetiska fält över 100 kHz anges som extern elektrisk fältstyrka. ELV för icke-termiska effekter i bilaga II till direktivet om elektromagnetiska fält anges som intern elektrisk fältstyrka inuti kroppen.

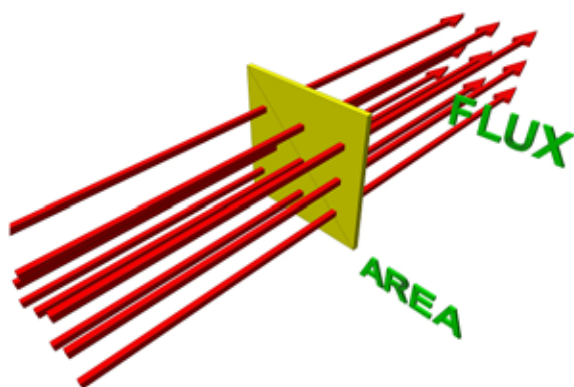
C.3 Magnetisk flödestäthet (B)

Magnetisk flödestäthet är ett mått på det magnetiska flöde som passerar igenom ett visst område (figur C2). Den magnetiska flödestätheten är större om det finns fler fältlinjer i ett visst område, så att flödeslinjernas täthet är hög. Den magnetiska flödestätheten är ett resultat av den kraft som utövas på laddningar i rörelse.

Det magnetiska flödet är ett mått på mängden magnetism. Det är en skalär mängd som beaktar ett magnetfältets styrka och utsträckning.

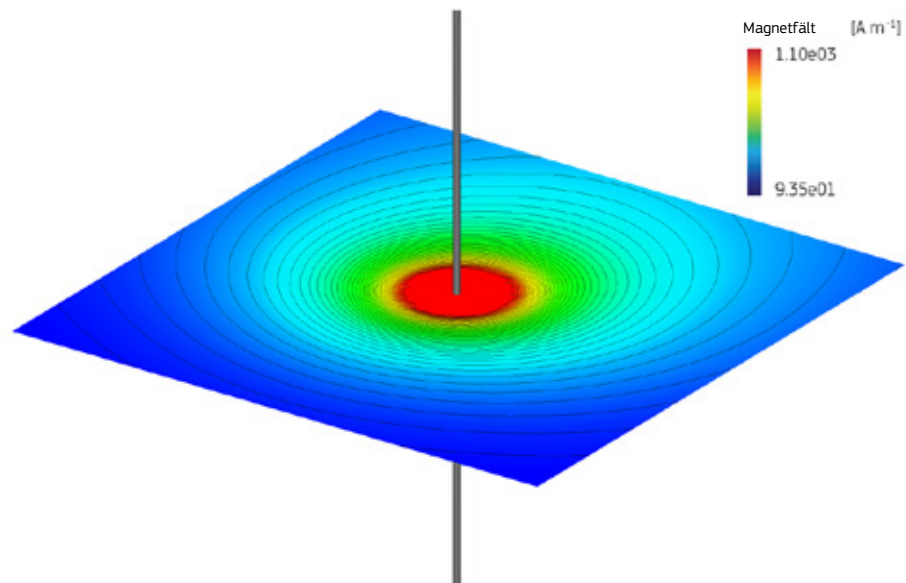
Magnetisk flödestäthet brukar återges med bokstaven B och kvantifieras i enheten tesla, som förkortas T .

Figur C2 – Det magnetiska flödet (rött) passerar igenom ett definierat område (gult). Den magnetiska flödestätheten representerar magnetflödets mängd per ytenhet och har enheten tesla.



ELV för exponering för fält på 0–1 Hz anges som magnetisk flödestäthet och det gäller även för AL för magnetfält på 1 Hz–10 MHz och för elektromagnetiska fält över 100 kHz.

Figur C3 – Den rumsliga fördelningen av en magnetisk fältstyrka runt en 50 Hz kabel som transporterar en ström på 70 A



C.4 Magnetisk fältstyrka (H)

Precis som magnetisk flödestäthet är magnetisk fältstyrka ett mått på ett magnetfälts storlek. Magnetisk fältstyrka återges med bokstaven H och kvantifieras i enheten ampère per meter (Am^{-1}). Magnetisk fältstyrka används visserligen inte i direktivet om elektromagnetiska fält, men det används i ICNIRP-riktlinjerna och många magnetfältmätare tillhandahåller resultat i denna kvantitet.

I fri rymd kan ett värde för magnetisk fältstyrka konverteras till motsvarande magnetisk flödestäthet med hjälp av ekvationen:

$$B [\mu\text{T}] \approx H \times 1,25 [\text{Am}^{-1}]$$

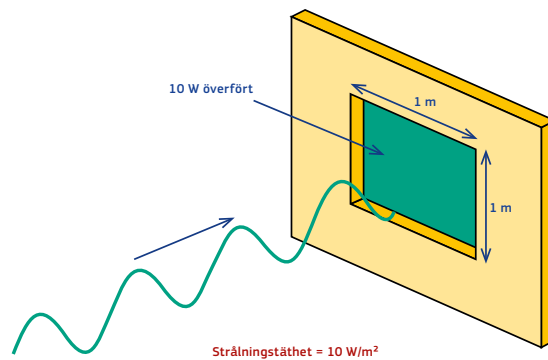
Om H har värdet 800 Am^{-1}

är B ungefär lika med $800 \times 1,25 \mu\text{T} = 1\,000 \mu\text{T} = 1 \text{ mT}$

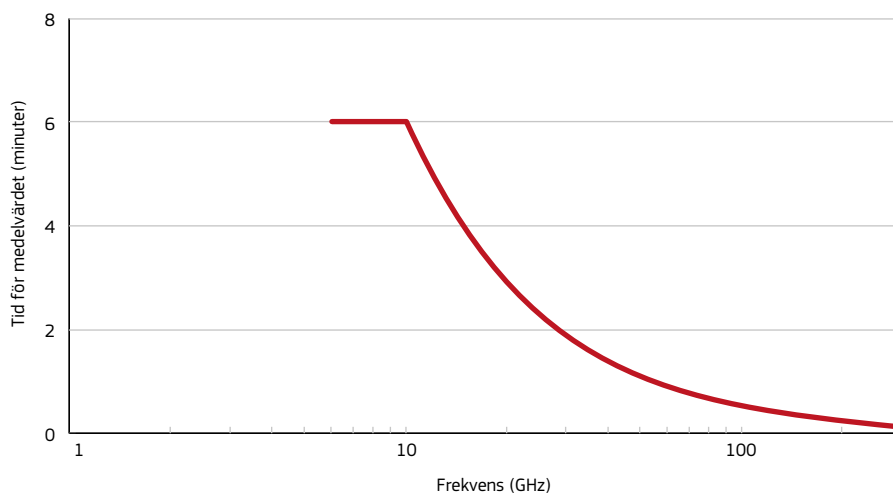
C.5 RF-strålningstäthet (S)

Vid mycket höga frekvenser (över 6 GHz) då djupet i penetrationen i kroppen är lågt, återges både ELV och AL som strålningstäthet och har samma numeriska värde. Strålningstäthet definieras som den utstrålade energi, mätt i watt, som infaller mot en yta, mätt i kvadratmeter. Den återges med symbolen S och uttrycks i watt per kvadratmeter (Wm^{-2}).

När strålningstätheten jämförs med tillämpligt ELV och AL kan ett medelvärde beräknas för en exponerad yta på 20 cm^2 , med förbehållet att strålningstätheten beräknad som medelvärde över en exponerad yta på 1 cm^2 inte får överstiga 20 gånger ELV eller AL (dvs. $1\,000 \text{ Wm}^{-2}$).

Figur C4 – Strålningstäthet är den utstrålade energin per ytenhet

Strålningstäthet kan också beräknas som ett medelvärde för en tidsperiod som är beroende av strålningens frekvens. Formeln för tidsperioden återges i anmärkningarna A3-1 och B1-4 i bilaga III till direktivet om elektromagnetiska fält och presenteras grafiskt i figur C5.

Figur C5 – Graf som visar hur beräkningen av medelvärdet för strålningstäthet är beroende av frekvensen

C.6 Specifik energiabsorption per tids- och massenhet (SAR)

Specifik energiabsorption per tids- och massenhet (SAR) är ett sätt att kvantifiera i vilken takt en massenhet vävnad i kroppen absorberar energi från elektromagnetisk strålning. Takten i energiabsorptionen är relaterad till de elektromagnetiska fältens termiska effekter.

Specifik energiabsorption per tids- och massenhet kvantifieras i watt per kilogram, som förkortas Wkg^{-1} .

Specifik energiabsorption per tids- och massenhet är användbart för att uppskatta höjningar av kroppstemperaturen som är följden av helkroppsexponeringar. I denna situation beräknas SAR som medelvärdet för arbetstagarens kroppsmassa. Möjligheten

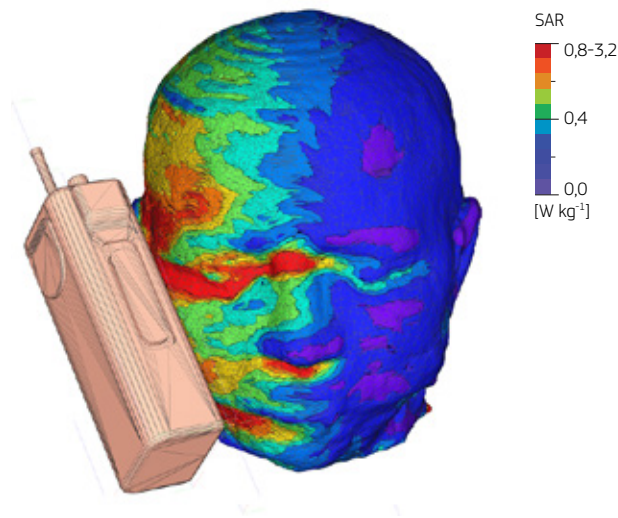
av vävnadsuppvärmning och därav följande negativa hälsoeffekter ökar med stigande SAR. SAR beräknat som ett medelvärde för hela kroppen för en arbetstagare tenderar att vara som högst vid resonansfrekvensen i arbetstagarens kropp. Resonansfrekvensen är beroende av människokroppens storlek och form samt dess riktning i förhållande till det infallande elektromagnetiska fältet. För en arbetstagare med genomsnittlig längd och massa, inträffar resonans vid ungefär 65 MHz om arbetstagaren är isolerad från elektrisk jord och det infallande fältet är vertikalt polariserat.

Lokal SAR är tillämplig när absorptionen av det infallande elektromagnetiska fältet sker i ett litet område av kroppen, t.ex. om huvudet är exponerat för ett TETRA-handset (figur C6). Lokal SAR beräknas som ett medelvärde för 10 g sammanhängande vävnadsmassa i kroppen. SAR för 10 g sammanhängande massa är mer rättvisande för lokal energiabsorption och ett bättre mått på SAR-fördelningen i kroppen.

När kroppens vävnader absorberar energi från ett utstrålat fält tar det tid för vävnaderna att nå termisk jämvikt. Därför beräknas SAR-medelvärdet för både hela kroppen och lokalt som ett medelvärde under en viss tidsperiod (sex minuter).

ELV för hälsoeffekter av exponering för elektromagnetiska fält på 100 kHz–6 GHz anges som SAR för hela kroppen eller lokal SAR.

Figur C6 – Fördelningen av specifik energiabsorption per tids- och massenhet (SAR) i huvudet från exponering för ett 380 MHz TETRA-handset



C.7 Specifik energiabsorption (SA)

Specifik energiabsorption definieras som den energi som absorberas per massenhet biologisk vävnad och uttrycks i joule per kilogram (Jkg^{-1}). I direktivet om elektromagnetiska fält används det för att fastställa gränser för effekter från pulssad mikrovågsstrålning.

ELV för sensoriska effekter på grund av exponering för elektromagnetiska fält på 300 MHz–6 GHz återges i direktivet som lokal SA beräknad som medelvärde för 10 g vävnad.

C.8 Kontaktström (I_c)

Kontakt med passivt ledande föremål i elektromagnetiska fält kan ge upphov till strömmar i kroppen som kan leda till chock eller lokal uppvärmning. Insatsnivåer har fastställts för att begränsa denna effekt. Kontaktströmmar återges med I_c och kvantifieras i milliampère (mA).

C.9 Ström i extremiteter (I_L)

Den inducerade strömmen i extremiteterna är den elektriska ström som laddas ur till jorden från en person som är utsatt för ett elektriskt fält utan att röra vid ett ledande föremål. Den kan mätas med en elmätare som späns fast runt extremiteten (figur C7) eller genom att mäta den ström som flödar till jorden. Den återges av I_L och kvantifieras i milliampère (mA).

Figur C7 – En strömklämma som används för att mäta ström i extremiteter vid användning av en 27 MHz dielektrisk svets



APPENDIX D

EXPONERINGSBEDÖMNING

I denna bilaga får arbetsgivare en översikt över processen för att bedöma exponeringen i arbetet i samband med direktivet om elektromagnetiska fält, inklusive särskilda hänsyn i fråga om multifrekvensexponering och ojämna exponeringar. Avsikten är inte att definiera detaljerade mätprotokoll för att undersöka vissa utrustningsdelar eller arbetsprocesser. Så småningom kommer Europeiska kommittén för elektroteknisk standardisering (Cenelec) och andra standardiseringsorgan att utarbeta tekniska standarder för dessa ändamål.

Elektromagnetiska fält är komplexa fysiska agens som varierar över tid och rum. Beroende på den särskilda arbetsplatssituationen kan exponeringen domineras av antingen den elektriska eller den magnetiska fältdelen i vågen. Vågen kan svänga i en frekvens eller bestå av många frekvenser med oregelbundna svängningar eller pulser. Frekvensen och amplituden kan också förändras med tiden under driftcykeln.

I vissa industriella situationer är det nödvändigt att utföra mätningar för att jämföra dem med insatsnivåerna i direktivet om elektromagnetiska fält och i ett fåtal situationer är det nödvändigt att gå vidare och använda beräkningsbaserade tekniker för att bedöma exponeringen i förhållande till gränsvärdena för exponering i direktivet. I regel kräver de mer sofistikerade bedömningsmetoderna mer tid och pengar, men ger bättre uppskattningar av exponeringen som kan minska bristerna i överensstämmelse.

Vilken situationen än är måste man i bedömningen ta hänsyn till exponeringen i värsta fall för att fastställa om arbetsplatsen uppfyller kraven i direktivet.

D.1 Exponeringsbedömning – allmänna principer

Figurerna D1 (icke-termiska effekter) och D2 (termiska effekter) illustrerar tillsammans med avsnitten D1.1–D1.3 en möjlig strategi för bedömning av överensstämmelsen som består av tre huvudsteg. Olika strategier krävs för lågfrekventa och högfrekventa elektromagnetiska fält för att ta hänsyn till de olika sätt på vilka fälten påverkar människor.

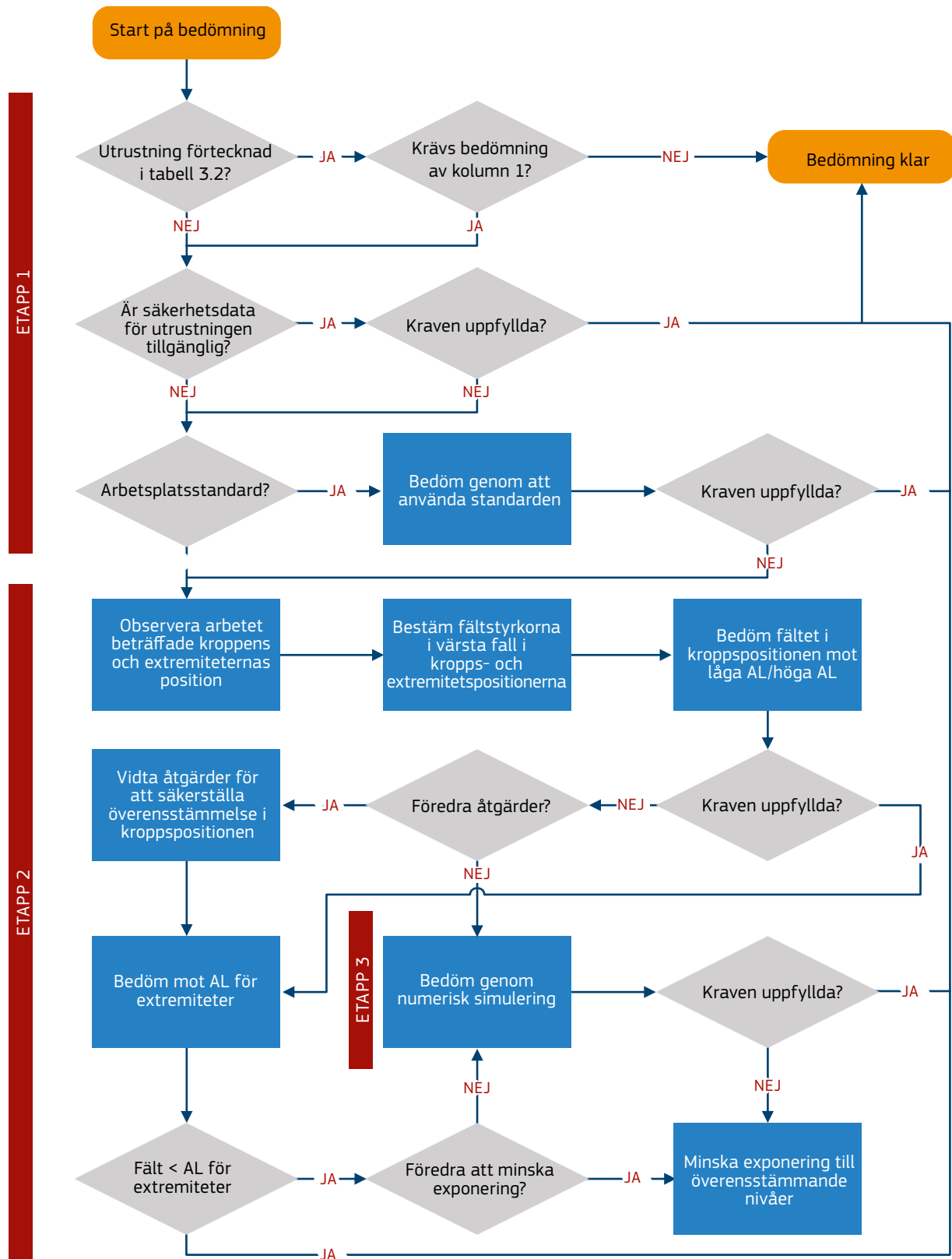
D.1.1 Etapp 1 – Inledande bedömning

För att visa överensstämmelse med direktivet om elektromagnetiska fält har arbetsgivare rätt att utnyttja tillverkarens data eller databaser med generella bedömningar om sådan information är tillgänglig. I allmänhet ska detta göra det möjligt för arbetsgivare att utföra bedömningarna internt, vilket minimerar behovet av att använda specialtkällor för assistans, t.ex. säkerhetsorganisationer, konsultfirmor och forskningsinstitutioner.

Det första steget är att identifiera och förteckna all utrustning, alla situationer och verksamheter på arbetsplatsen som kan generera elektromagnetiska fält. Överväg därefter vilka av dessa som överensstämmer med direktivet om elektromagnetiska fält och vilka som kräver en mer ingående bedömning (etapp 2 och/eller etapp 3). Detta kan ske genom jämförelse med tabellen i kapitel 3.

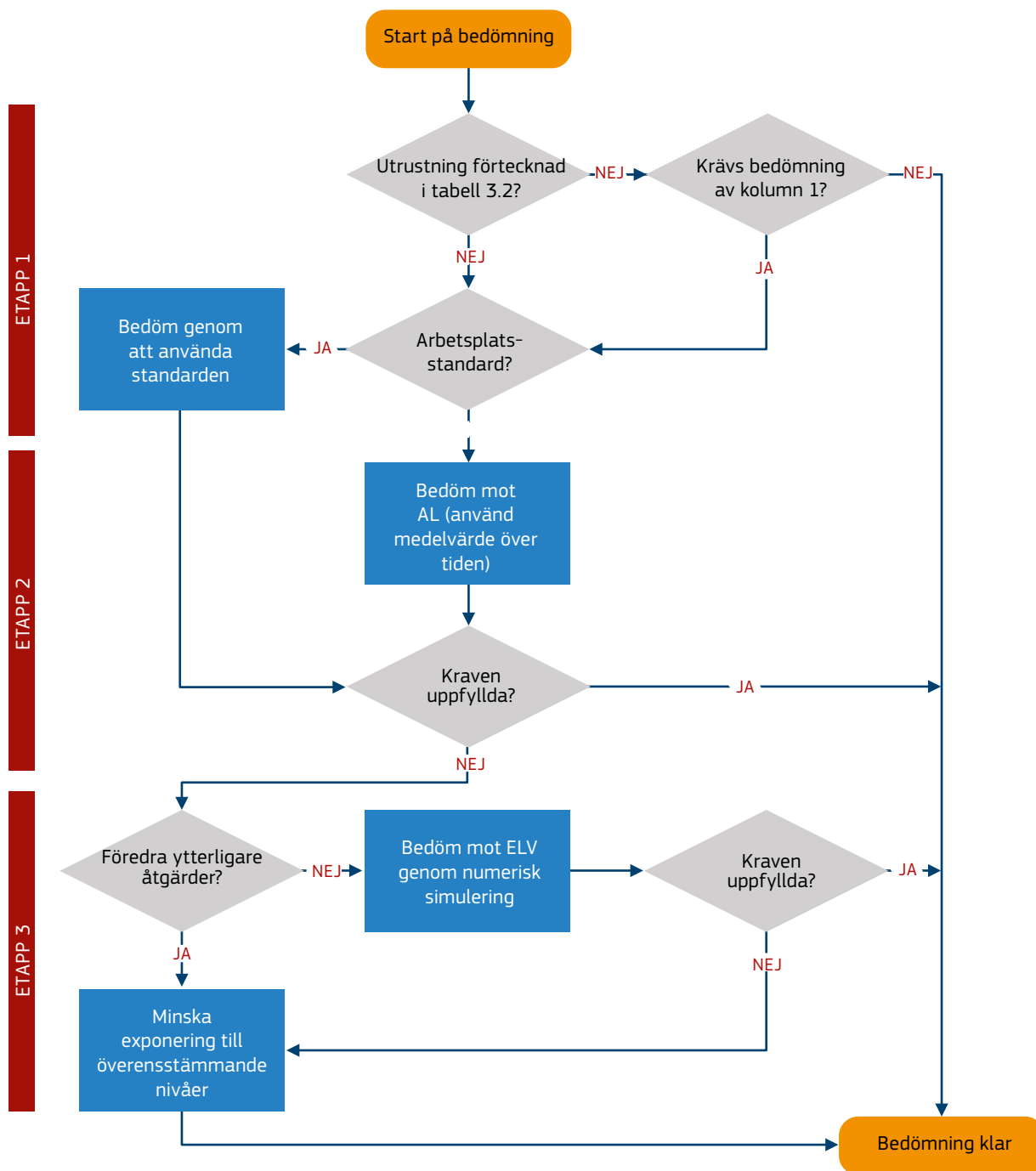
De flesta utrustningsenheter, verksamheter och situationer kräver inte en bedömning i etapp 2 eller etapp 3 eftersom det antingen inte finns något fält eller därför att fälten är på mycket låga nivåer.

Figur D1 – Flödesdiagram som visar de olika etapperna i en bedömning av elektromagnetiska fält på arbetsplatsen avseende icke-termiska effekter



OBS! Flödesdiagrammet avser insatsnivåer (AL) och gränsvärden för exponering (ELV) för icke-termiska effekter enligt definitionen i bilaga II till direktivet om elektromagnetiska fält.

Figur D2 – Flödesdiagram som visar de olika etapperna i en bedömning av elektromagnetiska fält på arbetsplatsen avseende termiska effekter



OBS! Flödesdiagrammet avser termiska effekter enligt definitionen i bilaga III till direktivet om elektromagnetiska fält. Elektriska och magnetiska fält måste bedömas separat.

Enligt maskindirektivet (se bilaga G) har maskintillverkare särskilda skyldigheter att tillhandahålla information om farliga fält som produceras av deras utrustning. Det finns dock inget krav att utrustningstillverkare ska styrka överensstämmelse med kraven i direktivet om elektromagnetiska fält. Trots detta är många tillverkare benägna att inse den kommersiella fördelen av att förse sina kunder med den information som de behöver för att visa överensstämmelse med direktivet om elektromagnetiska fält.

I framtiden är det troligt att fler standarder har utvecklats för att visa överensstämmelse med direktivet om elektromagnetiska fält. Även om dessa standarder kommer att vara informerande snarare än normerande bör de ge en grund för den information som tillverkare kommer att tillhandahålla. Den information som tillverkare tillhandahåller brukar ingå i de manualer som följer med utrustningen. I annat fall kan det vara nödvändigt att kontakta tillverkaren eller leverantören av utrustningen och begära att få eventuell tillgänglig information.

För att utrustning ska anses kompatibel i etapp 1 måste den ha installerats, använts och underhållits enligt tillverkarens instruktioner. Dessutom bör man överväga om exponeringssituationen sannolikt kan bli annorlunda under underhåll/service/repairation. Om så är fallet kan en fortsatt och mer ingående bedömning i etapp 2 vara nödvändig.

Arbetsplatser som uppfyller kraven i etapp 1 behöver inte utföra någon ytterligare bedömning än att dokumentera sina resultat som en del av den övergripande riskbedömningen. Om arbetsplatsen inte kan visa att den uppfyller kraven i etapp 1 är en bedömning enligt etapp 2 och eventuellt etapp 3 nödvändig.

D.1.2 Etapp 2 – Bedömning mot insatsnivåer (AL)

Vissa typer av utrustningar, verksamheter och situationer, exempelvis de som anges med ett Ja i kolumn 1 i tabell 3.2 kräver fortsatt och mer ingående bedömning. Detta kan vara möjligt genom att använda information som är tillgänglig från tillverkare eller andra källor. Om sådan information inte är lätt tillgänglig brukar det dock vara nödvändigt att undersöka överensstämmelsen genom att använda mätning- eller beräkningsmetoder. I allmänhet används mätningbaserade metoder för att bedöma överensstämmelsen med insatsnivåer (AL), medan mer komplexa numeriska modellmetoder krävs för att bedöma överensstämmelsen med gränsvärden för exponering (ELV).

D.1.2.1 Föreberedande fas

När en bedömning i etapp 2 förbereds är den första frågan vad som är känt om utrustningen, verksamheten eller situationen. Registrera uppgifter om hur arbetet utförs och information som tillhandahålls av tillverkaren eller leverantören, om sådan information är tillgänglig.

För att bestämma rätt bedömningsmetod är det viktigt att ha en tydlig bild av det arbete som utförs och förstå egenskaperna hos den utrustning som genererar fält. I detta ingår normalt information om frekvens, spänning, effekt och driftcykel.

- Titta i tillverkarens handbok och tekniska specifikationer som levererats med utrustningen för att bekanta dig med utrustningen och hur den används.
- Överväg hur arbetet utförs och operatörens och andra arbetstagares position på arbetsplatsen. Överväg också arbetstagarnas position under underhålls- och reparationsarbete, som kan kräva en annan bedömning.
- Överväg vilka som kommer att finnas i arbetsområdet. Har några anställda anmält att de är gravida, har en inopererad medicinsk enhet eller en medicinsk enhet som bärs på kroppen?

D.1.2.2 Fas för att bestämma omfattningen av mätningar

I de flesta situationer är det nödvändigt att utföra omfattnings- eller provmätningar på arbetsplatsen för att undersöka arten av det fält som ska bedömas. Dessa mätningar utförs i början på undersökningen och hjälper till att bestämma de typer av mätningar och instrument som krävs för att bedöma fälten korrekt. Tabell D1 innehåller ett par exempel på faktorer som bör övervägas under fasen för att bestämma omfattningen.

Tabell D1 – Överväganden under fasen för att bestämma omfattningen av mätningar i etapp 2

De elektromagnetiska fältens egenskaper	Exempel på överväganden	Konsekvenser för bedömningen
Fysikalisk storhet av intresse	Är fältet magnetiskt och/eller elektriskt?	Bestämmer vilken typ av instrument som krävs för att utföra mätningar.
Frekvens och amplitud	Varierar fältet som en kontinuerlig våg med en frekvens eller är det en komplex vågform som består av flera frekvenser?	Bestämmer vilken typ av instrument som krävs för att utföra mätningar. Enkla sinusoidala vågformer i en viss frekvens kan bedömas med enkla bredbandsinstrument och resultaten kan jämföras direkt med AL. Komplexa vågformer kan kräva tillämpning av sofistikerade spektraltekniker för att identifiera de olika frekvenskomponenterna och komplexa analyser som RMS, Peak eller Weighted Average för jämförelse med AL (se avsnitt D3).
Rumsliga egenskaper	Varierar fältets styrka i det berörda området? I så fall är exponeringen sannolikt ojämn.	Överväg sondstorleken och platsen samt antalet mätningar. Mätningar behöver göras för att registrera exponeringen i de värsta situationerna (se avsnitt D2).
Tidsrelaterade egenskaper	Varierar fältet i frekvens och/eller styrka under driftcykeln?	Bestämmer de instrument som krävs samt tiden och varaktigheten för mätningarna. Det kan finnas loggande mätare och i så fall behöver provtagningsfrekvens och integreringsperiod för en mätning övervägas. Mätningar behöver göras för att registrera exponeringen i de värsta situationerna. Svårigheten är att registrera fältet tillräckligt länge och med tillfredsställande provtagningsfrekvens för att fånga det maximala fältvärdet.

D.1.2.3 Fysikalisk storhet av intresse

Vid låga frekvenser är det nödvändigt att bedöma elektriska fält och magnetiska fält separat. Starkströmsutrustning som producerar magnetfält används i många slags industriprocesser. Starka elektriska fält tenderar att vara mindre vanliga på arbetsplatsen eftersom höga spänningar eller öppna (oskärmda) ledningar används i relativt få tillämpningsområden. Magnetfält är mycket svårare att kartlägga.

Det är viktigt att fastställa om exponeringen är i fjärrfältet, på en plats på avstånd från källan eller i närfältsområdet. Gränsen mellan fjärrfält och närfält styrs främst av fältets våglängd och storleken på källan. I fjärrfältet är det ett enkelt samband mellan elektriska och magnetiska fält som bestäms av vågimpedansen. Därför kan antingen det elektriska fältet eller det magnetiska fältet bedömas för att bestämma den totala exponeringen.

Sambandet mellan magnetiska och elektriska fält i närfältet intill källan är mycket svårare att förutse eftersom fältet kan variera betydligt över mycket korta avstånd, till den grad att de behöver bedömas separat. Mätningar i närfältet är i allmänhet svåra att göra eftersom fältnivåerna kan variera på mycket korta avstånd och själva sensorn kan koppla till fältet, vilket påverkar mätningen. I industriprocesser där det förekommer kraftöverförings- och uppvärmningsprocesser, kräver källans storlek och signalfrekvensen att elektriska och magnetiska fält bedöms separat.

Det kanske inte är möjligt att göra meningsfulla mätningar i närfältet. I så fall är den alternativa metoden att göra en bedömning i etapp 3, som bygger på numeriska modeller.

D.1.2.4 Rumslig variation

Det är viktigt att på ett tidigt stadium i undersökningen fastställa hur fältet är fördelat i förhållande till arbetstagarens position och hur fältet varierar inom arbetsstället. I bedömningen behöver man ta hänsyn till den maximala fältstyrka som förekommer i förhållande till arbetstagarens position och i många situationer avtar fältet snabbt med ökande avstånd från källan.

Om fältet varierar betydligt på mycket korta avstånd, bör man vara uppmärksam på sondstorleken eftersom stora sonder kan ge felaktiga avläsningar i sådana situationer. Insatsnivåer för exponering av extremiteter kan vara lämpligare under sådana omständigheter, beroende på vilken del av kroppen som exponeras, och dessa är mindre restriktiva än andra insatsnivåer.

Metoder för att beräkna rumsliga medelvärden och visa överensstämmelse i situationer med ojämn exponering behandlas i avsnitt D2 av denna bilaga.

D.1.2.5 Karakterisering av vågformen

Många elektromagnetiska fält som påträffas på arbetsplatsen varierar som en kontinuerlig våg med samma frekvens. I sådana fall kan en relativt enkel bedömning göras med hjälp av ganska enkla bredbandsinstrument. Vissa typer av industriutrustning ger upphov till komplexa vågformer som består av en rad olika frekvenser. I sådana situationer är det nödvändigt att använda sofistikerade instrument, t.ex. spektrumanalysapparater eller instrument som registrerar vågor för att sampla signalen.

Bedömningar av flera frekvenser och komplexa vågformer behandlas mer ingående i avsnitt D3 i denna bilaga.

D.1.2.6 Variation över tiden

Det är viktigt att bestämma hur fältets frekvens och/eller styrka (amplitud) varierar över tiden. I vissa situationer kan fältet förändras under driftcykeln. I så fall måste man i bedömningen ta hänsyn till förändringar av fältstyrkan och frekvensen samt identifiera den tidpunkt då det maximala fältet eller toppfältet inträffar.

Ändringarna över tiden kan vara avsiktliga, t.ex. signaler som moduleras för att överföra information i telekommunikationssystem, eller oavsiktliga, t.ex. harmoniska signaler som alstras under induktionsuppvärmningsprocesser eller vid likriktning av växelström eller då snabb växling av strömmen används för att styra krafttillförseln till vissa typer av industriutrustning. Det är viktigt att identifiera harmoniska signaler när de uppkommer eftersom AL och ELV varierar beroende på frekvens. Hur exponeringar vid flera frekvenser ska behandlas i exponeringsbedömningen diskuteras i avsnitt D3.

Många moderna instrument har loggningsfunktioner varigenom fältet kan registreras vid förbestämda intervall för perioder på upp till flera timmar. Provtagningsfrekvensen väljs på grundval av hur snabbt fältet varierar över tiden. Om provtagningsfrekvensen är för långsam i förhållande till fältvariationen kan toppnivån missas, vilket leder till en underskattning av exponeringen. Instrumentets integreringsperiod, dvs. den tid det tar för mätaren att bearbeta och registrera signalen, behöver också noga beaktas eftersom en under- eller överskattning av exponeringen kan uppkomma om fältet ändras snabbt under integreringsperioden. De flesta moderna instrument kräver en integreringsperiod på minst en sekund. Om fältet ändras snabbare än detta är det tillrådligt att registrera toppsignalen eller hela vågformen.

D.1.2.7 Statiska magnetfält

I direktivet om elektromagnetiska fält ingår ELV för externa magnetfält på 0–1 Hz. Rörelse i statiska magnetfält ger upphov till inducerade elektriska fält i kroppen som liknar dem som alstras av lågfrekventa tidsvarierande fält. Den bedömning av elektromagnetiska fält som krävs i denna situation behandlas i avsnitt D4.

D.1.2.8 Huvudfasen i undersökningen

Säkerhetsaspekter vid utförande av mätningar

Förutom normala säkerhetsöverväganden i en arbetsmiljö bör uppmärksamhet ägnas åt att den person som utför mätningarna inte själv exponeras för elektromagnetiska fält som överstiger AL eller ELV eller risker i form av indirekta effekter. Det är en bra praxis att starta mätningarna på visst avstånd från källan till fälten. Det säkerställer att inspektören inte exponeras för fält över AL eller ELV och skyddar instrumentet mot skador av höga fält som kan förekomma nära en stark källa.

Särskild omsorg bör ägnas åt statiska magnetfält för att undvika risken för projektileffekter. I starka elektriska fält måste mikrochocker och kontaktströmmar undvikas.

En lämplig riskbedömning bör göras i förväg och lämpliga skyddande eller förebyggande åtgärder vidtas. Dessa åtgärder kan mycket väl vara huvudsakligen av organisatorisk natur.

Undersökningens uppläggning

Omsorg bör ägnas åt att bestämma platsen, tiden och varaktigheten av mätningarna. Detta börjar normalt med att tala med arbetstagarna för att ta reda på vilka arbetsuppgifter de utför. Därefter bör en period ägnas åt att iaktta dem medan de arbetar för att identifiera lämpliga kropps- och extremitetspositioner för mätningarna. I bedömningarna bör man beakta spektrumet av verksamheter som normalt förekommer, inklusive normal drift, städning, rensning av stopp, underhåll och service/repairation om detta sker i lokalerna.

Den vanligaste uppläggningsen av en undersökning är att använda punktmätningar på fastställda ställen på arbetsplatsen eller på särskilda ställen runt källor till elektromagnetiska fält. Dessa bör reflektera de områden där arbetstagarna vistas medan de utför sina arbetsuppgifter (se diskussionen ovan). Det bör dock också noteras att de AL som anges i direktivet är värden utan närvaro av kroppar. Arbetstagaren ska alltså inte vara på plats under den faktiska mätningen (se nedan). För att beakta eventuell fältvariation över tiden kan loggande mätare ställas in så att fältet registreras på olika ställen medan punktmätningarna utförs.

Det är en bra praxis att upprepa mätningarna på samma ställe med olika intervall under bedömningen för att förvissa sig om att mätningarna är stabila och att mätarna fungerar korrekt.

Mätningar av elektriska fält är svårare att utföra än av magnetiska fält, eftersom elektriska fält lätt störs av omgivande föremål, inklusive människokroppen. I direktivet om elektromagnetiska fält definieras ostörda AL. Därför bör omsorg ägnas åt att se till att arbetstagares och inspektörens kroppar befinner sig långt bort från mätsonden (och att sonden befinner sig långt bort från metallföremål) när sådana mätningar utförs.

Mätutrustning

För att bedömningen ska bli giltig är det viktigt att rätt mätutrustning används för att utföra mätningarna och denna är beroende av arten av de elektromagnetiska fält som bedöms. De tekniska specifikationerna för instrumentet bör beaktas för att säkerställa att det är lämpligt för mätningen av den signal som är av intresse. I vissa situationer kan det vara nödvändigt att mäta både elektriska och magnetiska fält. Om det är känt att källan arbetar vid frekvenser över några tiotal MHz och operatören befinner sig i fjärrfältet kan fältstyrkan för elektriska och magnetiska fält konverteras till och från varandra baserat på värdet för impedansen för fri rymd ($Z_0 = 377 \text{ ohm } (\Omega)$). Ett annat viktigt krav är att instrumenten ska kalibreras efter spårbara standarder för att garantera att de fungerar korrekt. Inled alltid en undersökning med instrumentet inställt på dess högsta mätområde för att minimera risken för att det överbelastas.

Instrument som har en sensor med en axel mäter endast en komponent av fältet. Vid användning av en sensor av denna typ är det därför viktigt att den används i tre vinkelräta riktningar på mätstället så att det resulterande fältet kan beräknas. Mer sofistikerade instrument har tre vinkelräta sensorer som kan mäta det resulterande fältet. Det är också viktigt att ta hänsyn till sondens storlek eftersom sonden måste vara mindre än den volym som fältet varierar inom. Mer information om lämpliga sondstorlekar ges i IEC617861.

Många moderna instrument kan ställas in för att mäta toppvärden eller rms-värden (kvadratisk medelvärde) för direkt jämförelse med gränsvärdena i direktivet om elektromagnetiska fält. AL i direktivet för elektromagnetiska fält anges normalt som rms-värden. Rms-mätenheter kanske inte är lämpliga för mätning av fält som alstras av utrustning för punktsvetsning eller radiofrekvensidentifiering (RFID) där signalen kan vara pulsad och fältändringarna är mycket snabbare än tiden för instrumentets medelvärdesberäkning. I situationer med komplexa signaler är bedömningar av "weighted peak"-exponering att föredra (se avsnitt D3).

Vissa av huvudfaktorerna att ta hänsyn till vid valet av lämplig mätutrustning sammanfattas i tabell D2.

Tabell D2 – Faktorer att ta hänsyn till vid valet av lämplig mätutrustning

Elektromagnetiskt fält som ska bedömas	Krav på instrument
Frekvens	Instrumentet måste klara att svara mot hela spektrumet av frekvenser i den signal som bedöms.
Vägamplitud	Instrumentet måste ha tillräckligt stort dynamiskt intervall för att mäta de fältstyrkor som sannolikt påträffas.
Modulationskaraktistik	Instrumentet måste klara att detektera olika modulationsmetoder.
Tidsvariation/driftcykel	Ta hänsyn till instrumentets provtagningsfrekvens och integreringstid samt loggningsperiodens varaktighet.
Rumslig variation	Sonden måste vara mindre än den volym som fältet varierar inom.
Inomhus och/eller utomhus Instrumentets vikt/hållbarhet	Undersökningar utomhus långt ifrån elförsörjning kan kräva tillräcklig batteritid. Är instrumentet lämpligt för undersökning utomhus?

Rapportparametrar

Exempel på viktiga parametrar att logga som en del av arbetsplatsbedömningen presenteras i tabell D3.

Om bedömningen i etapp 2 anger att miljöfälten är under AL, uppfyller arbetsplatsen kraven i direktivet om elektromagnetiska fält och bedömningen kan avslutas (figur D1).

Om ELV eller AL för statiska fält kan komma att överskridas behöver arbetsgivaren vidta lämpliga förebyggande åtgärder eller skyddsåtgärder.

Om det låga AL överskrider vid låga frekvenser behöver arbetsgivaren genomföra en fortsatt bedömning mot höga AL. Om mätningar ligger under höga AL kan arbetsgivaren välja att vidta skyddsåtgärder eller förebyggande åtgärder, inklusive utbildning av arbetstagarna, eller genomföra en bedömning enligt etapp 3 för att visa att kraven för ELV avseende sensoriska effekter uppfylls.

Tabell D3 – Exempel på parametrar att registrera i ett undersökningsprotokoll

Parameter	Anmärkning
Datum och klockslag för undersökningen	Referens
Kontaktpersonens namn/platsuppgifter/strukturer	Referens
Bedömd arbetsplats	Uppgifter om förekommande utrustning, inklusive sammanfattning av driftspecifikation
Bedömd uppgift eller aktivitet för arbetstagare	Rutindrift, underhåll eller rengöring
Fysikalisk storhet av intresse	Elektriskt fält, magnetfält eller strömtäthet
Uppgifter om mätutrustningen	Bredbands- eller smalbandsmätare, frekvensåtergivning, dynamiskt område, provtagningsfrekvens, kalibreringsdatum och osäkerhet.
Mätstrategi	Topp/rms (kvadratisk medelvärde) Resultant, x, y, z Punktmätningar eller utsträckta mätningar Provtagningsplatser (ta med diagram eller karta om tillämpligt) Provtagningsfrekvens

Om de mätta fälten överskrider höga AL behöver fältets rumsliga utsträckning beaktas i förhållande till den del av arbetstagarens kropp som är exponerad och om så är lämpligt jämförs fälten med AL för extremiteter. Om exponeringen inte är lokal eller om den lokala exponeringen överskrider AL för extremiteter har arbetsgivarna två alternativ. De kan antingen vidta skyddsåtgärder och/eller förebyggande åtgärder eller gå vidare till en bedömning i etapp 3 för att utvärdera överensstämmelsen med ELV (se avsnitt D1.3).

Om miljöfälten överskrider AL vid höga frekvenser har arbetsgivarna återigen möjlighet att välja att vidta skyddsåtgärder och/eller förebyggande åtgärder eller att gå vidare med en bedömning i etapp 3.

Om AL för kontaktström överskrider måste arbetsgivaren vidta lämpliga skyddsåtgärder eller förebyggande åtgärder.

D.1.3 Etapp 3 – Bedömning mot gränsvärden för exponering (ELV)

D.1.3.1 Inledning

I direktivet om elektromagnetiska fält definieras gränsvärden för exponering (ELV) som främst är avsedda att begränsa de inducerade elektriska fälten och specifik energiabsorption per tids- och massenhet (SAR) i kroppen. Sådana storheter är inte enkla att mäta och därför utnyttjas i regel sofistikerade numeriska modelleringstekniker för bedömningen i etapp 3 för att bestämma överensstämmelsen med ELV, även om vissa mätmetoder är tillgängliga.

Insatsnivåerna (AL) ger försiktiga uppskattningar av de maximala miljöfält som en arbetstagares hela kropp kan exponeras för utan att överskrida relevanta ELV. Om mätningar anger att en AL kan komma att överskridas för en viss exponeringssituation, kan det vara nödvändigt att genomföra en dosimetrisk bedömning för att bestämma överensstämmelsen med ELV.

Numeriska simuleringar kan användas för att bedöma om de elektromagnetiska fält som alstras av en enhet kommer att leda till att ELV överskrids. Simuleringar och tillämpning av dosimetriska beräkningar ger sambandet mellan AL (externt uppmätta, ostörda elektromagnetiska fält) och ELV (modellerade dosmängder som representerar interaktionen mellan det elektromagnetiska fältet och människokroppen). Dessa simuleringar används för att översätta elektromagnetiska fältvärden, uppmätta utan närvaron av kroppen, till dosmängder i kroppen.

De dosmängder som ingår i ELV innefattar elektriska fältstyrkor, specifik energiabsorption per tids- och massenhet (SAR) och strålningstäthet. Hälsoeffekter och följaktligen dosmängder är beroende av det infallande fältets frekvens. Vid låga frekvenser anges ELV i direktivet i form av inducerade elektriska fältstyrkor. Vid högre frekvenser används SAR och strålningstätheter (tabell D4).

Tabell D4 – Potentiella negativa biologiska effekter, ELV- och AL-mängder

Frekvens	Potentiell negativ biologisk effekt	ELV-dosmängd (numeriskt simulerad)	AL-exponeringsmängd (oftast uppmätt)
1 Hz till 10 MHz	Effekter på det centrala nervsystemet och det perifera nervsystemet	Inducerade elektriska fält i stimulerade vävnader i V/m	Elektrisk fältstyrka, magnetisk flödestäthet, inducerad ström och kontaktströmmar
100 kHz till 6 GHz	Vävnadsuppvärmning	SAR i W/kg SA i J/kg	(Elektrisk fältstyrka) ² , (magnetisk flödestäthet) ² , inducerad ström och kontaktströmmar
6 GHz till 300 GHz	Ytuppvärmning	Strålningstäthet i W/m ²	(Elektrisk fältstyrka) ² , (magnetisk flödestäthet) ² och strålningstäthet

D.1.3.2 Interaktioner mellan elektromagnetiska fält och mänsklig vävnad

Lågfrekventa fält

Vid låga frekvenser kan elektriska fält och magnetiska fält betraktas som frikopplade (kvasistatisk approximation) och kan därför behandlas separat.

Extern elektriskt fält

Människokroppen påverkas av ett infallande lågfrekvent elektriskt fält betydligt. I de flesta exponeringssituationer är det externa elektriska fältet vertikalt riktat i förhållande till jordningen. Människokroppen är en bra ledare för låga frekvenser och de interna elektriska fält som induceras i kroppen är många storleksordningar mindre än det externt applicerade fältet.

Fördelningen av laddningar som induceras på kroppens yta av exponeringen för ett externt fält är olikformig. Resultatet är att de internt inducerade strömmarna i kroppen för det mesta har en vertikal riktning. En annan faktor som starkt påverkar storleken och den rumsliga fördelningen av inducerade elektriska fält i kroppen är kontakten mellan människan och den elektriska jordningen. De högsta interna elektriska fälten induceras när kroppen är i perfekt kontakt med jordningen genom båda fötterna. Ju mer isolerad kroppen är från elektrisk jordning, desto lägre blir de inducerade elektriska fälten i vävnaderna. Det är därför som isolerande skor under vissa omständigheter kan ge ett visst skydd mot effekterna av lågfrekventa fält.

Externt magnetfält

Till skillnad från tillämpade elektriska fält stör inte människokroppen ett tillämpat magnetfält. Magnetfältet i den mänskliga vävnaden är samma som det externa magnetfältet. Det beror på att vävnaderna har samma magnetiska permeabilitet som luften. Magnetiska material (t.ex. magnetit) kan finnas inuti vävnaden, men i så små mängder att man kan bortse från dem för praktiska ändamål.

Ett externt magnetfälts huvudsakliga interaktion med kroppen är den Faradays induktion som är förknippad med strömflödet i ledande mänsklig vävnad. I heterogena vävnader bestående av olika ledande områden flödar strömmar även i gränssnitten mellan dessa områden.

Högfrekventa fält

Vid höga frekvenser kan människokroppen betraktas som en ofullständig ledande antenn. Elektriska fält och strömmar induceras i kroppens vävnader. Om kroppen står på ett jordplan flödar de inducerade strömmarna genom kroppen i vertikal riktning genom fötterna till jorden. Inducerade elektriska fält och strömmar ger upphov till termiska effekter i kropps vävnader, både lokalt och i hela kroppen. Storleken och den rumsliga distributionen av dessa inducerade elektriska fält är mycket beroende av exponeringens sammansättning och frekvens.

Kroppen har en naturlig resonansfrekvens som är relaterad till kroppshöjden. Radiofrekventa elektromagnetiska fält absorberas mer effektivt vid frekvenser nära denna resonansfrekvens. Vid lägre frekvenser än ungefär 1 MHz, absorberar människokroppen mycket lite RF-energi. Betydande absorption inträffar vid resonansfrekvensen 60–80 MHz när kroppen är isolerad och vid 30–40 MHz när kroppen är jordad. Dessutom kan kroppsdelar också ge resonans. En vuxen människas huvud ger resonans vid ungefär 400 MHz. Om personen sitter, kan den övre och den nedre kroppshalvan ha sina egna resonansfrekvenser. Den maximala mängd RF-energi som absorberas är således beroende av om personen är stående eller sittande. I allmänhet förekommer mindre RF-uppvärmning när frekvensen ökar ovanför resonansområdet. Uppvärmningen vid högre frekvenser tenderar dock att vara mer koncentrerad till kroppens yta eftersom det infallande fältets penetrationsdjup minskar.

D.1.3.3 Gränsvärden för exponering

Gränsvärden för exponering (ELV) representerar dosmängder i kroppen som är avsedda att skydda mot negativa hälsoeffekter när människor exponeras för elektromagnetiska fält. De ELV som tillämpas är beroende av det undersökta fältets frekvens.

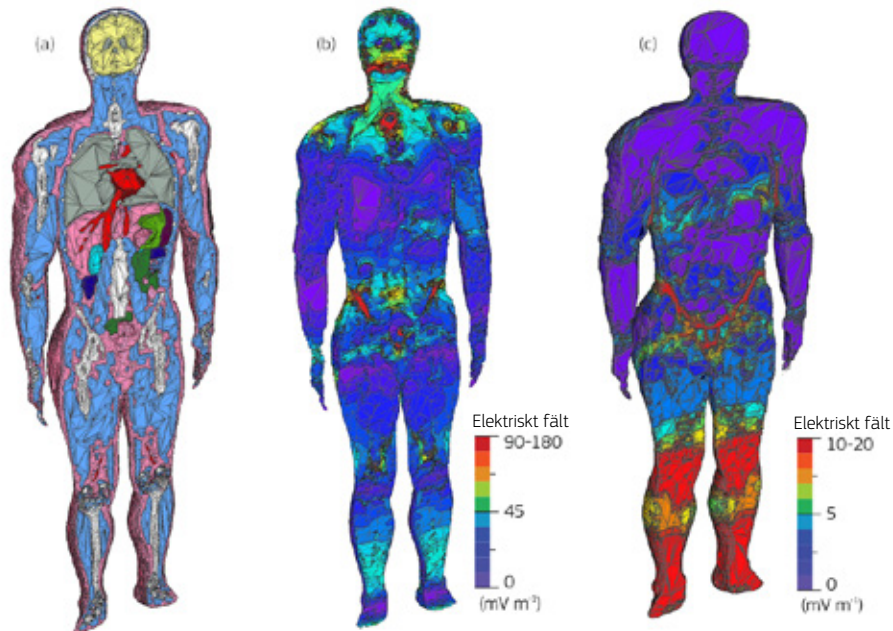
Låg frekvens

Vid låga frekvenser (1 Hz–10 MHz) är den främsta dosimetriska mängden det interna elektriska fält som induceras i människokroppen. Detta beror på att tröskelvärdena för stimulering av mänsklig nervvävnad definieras av storleken och den rumsliga variationen på dessa interna elektriska fält. Det inducerade elektriska fältet mäts i volt per meter (Vm^{-1}).

För exponering för lågfrekventa elektriska fält utövar de interna elektriska fält som alstras i kroppen betydande störningar på det infallande fältet. Ojämna laddningar induceras på kroppsytan av det externa elektriska fältet, och interna elektriska fält bildas i kroppen och kan generera strömmar i kroppen.

För exponering för lågfrekventa fält alstras interna elektriska fält av magnetfält som inducerar ett elektriskt fält och tillhörande strömmar i mänsklig vävnad. Fält alstras också av strömmar som flödar mellan olika ledande vävnadsområden i kroppen. I figur D3 visas hur dessa inducerade elektriska fält absorberas i kroppen från exponering för externa lågfrekventa elektriska och magnetiska fält.

Figur D3 – Lågfrekvent exponering: Sprängskisser av människokroppen som visar a) inre organ i kroppen, b) interna elektriska fält som alstras på grund av exponering för ett externt lågfrekvent magnetfält och c) interna elektriska fält på grund av exponering för ett externt lågfrekvent elektriskt fält

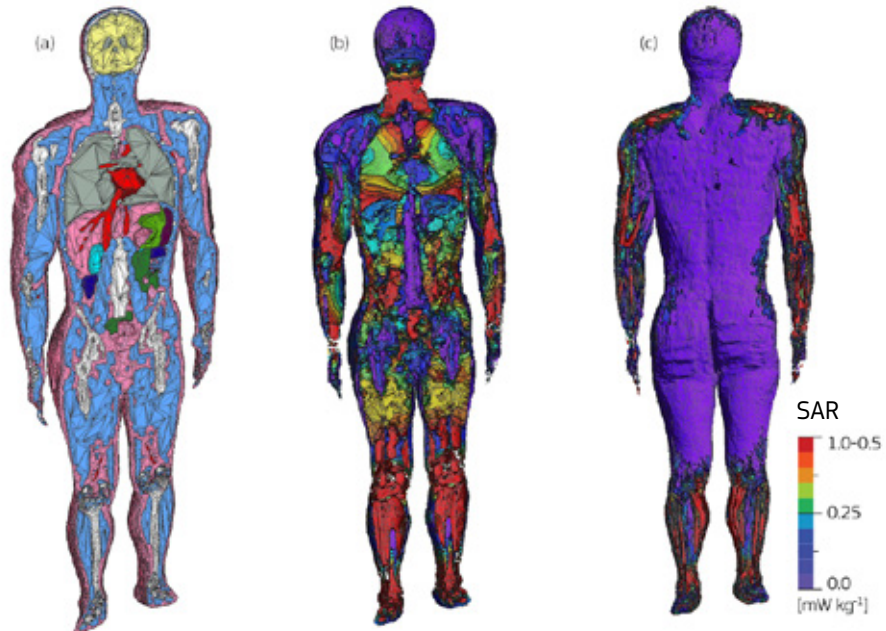


Hög frekvens

Vid höga frekvenser (100 kHz–300 GHz) är det primära dosimetriska måttet på absorption av elektromagnetiska fält den specifika energiabsorptionen per tids- och massenhet (SAR). Detta beror på att de dominerande negativa biologiska effekterna av exponering för elektromagnetiska fält vid dessa frekvenser kan uppkomma av temperaturhöjningar i vävnader.

SAR kan definieras som absorberad effekt per massaenhet. Enheten är watt per kilogram (Wkg^{-1}). Den används som dosstorhet i direktivet om elektromagnetiska fält eftersom den är nära korrelerad med temperaturhöjningen i mänsklig vävnad. Figur D4 visar hur SAR är fördelad i människokroppen vid exponering för ett högfrekvent elektromagnetiskt fält.

Figur D4 – Högfrekvent exponering: Sprängskisser av människokroppen som visar inre organ i kroppen med b) SAR alstrad i vävnader från exponering för ett elektromagnetiskt fält på 40 MHz och c) SAR alstrad i vävnaderna från exponering för ett elektromagnetiskt fält på 2 GHz



De interna dosstorheterna (elektriska fält och SAR) som används för att definiera ELV kan inte bedömas korrekt genom mätning eftersom fältstyrkorna i den mänskliga kroppen inte kan mätas genom ett icke-invasivt förfarande. ELV-dosmängderna har uppmätts hos djur. Data är dock begränsade och mätningarnas noggrannhet är relativt dålig. Dessutom kan inte djurstudier extrapoleras till människor genom direkt tillämpning på grund av fysiologiska skillnader mellan arterna på många områden. Numeriska simuleringar av människors elektromagnetiska absorption gör det möjligt att undersöka de interna dosmängderna direkt för bedömning av överensstämmelse med direktivet om elektromagnetiska fält.

D.1.3.4 Bedömning av överensstämmelse med ELV

För att bedöma dosmängderna i kroppen för att jämföra dem med ELV krävs det en representation av människokroppen, en numerisk metod som kan modellera det elektromagnetiska fältets interaktion med biologiska vävnader och en representation av källan till det elektromagnetiska fältet.

Modell av människan

Människokroppen kan betraktas som en mottagningsantenn när den exponeras för elektromagnetiska fält. Kroppens anatomiska, geometriska och elektriska egenskaper är därför ytterst viktiga vid bedömningen av överensstämmelse med ELV.

Tidigare har enkla homogena strukturer så som sfärer, sfäroider, cylindrar, skivor och kuber använts som ersättning för kroppen vid utvärdering av interna dosmängder. För dess homogena former används ett enda värde för konduktivitet och permeabilitet, som representerar ett medelvärde för hela kroppen och som oftast inte är frekvensberoende. Användningen av sådana enkla strukturer underlättar numerisk simulering av exponering för elektromagnetiska fält. Sådana förfaranden kan dock ge felaktiga resultat där den verkliga exponeringen överskattas betydligt.

Figur D5 – Människomodell: Ett exempel på en heterogen, anatomiskt realistisk modell av en man. Skelett och inre organ (vänster), muskelskikt (mitten) och hudskikt (höger).



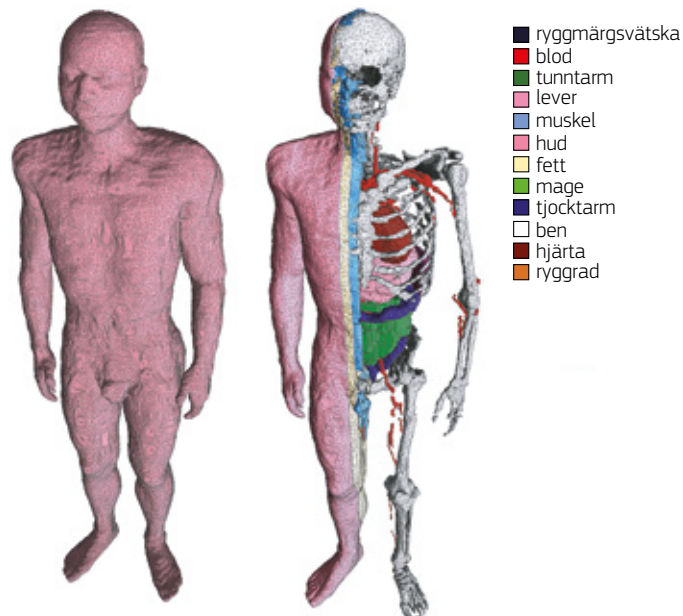
Det rekommenderas att heterogena, anatomiskt realistiska modeller av människokroppen används för bedömning av exponeringen för elektromagnetiska fält. För närvarande har ett antal organisationer utvecklat en rad olika heterogena modeller av människokroppen (man, kvinna, gravid, olika ställningar etc.) med realistisk anatomi och många olika vävnader identifierade. Den investering som krävs för att utarbeta en sådan modell gör att det kostar att använda den. Det finns också oundvikligen skillnader mellan olika tillgängliga modeller och därför tenderar de att ge en aning olika resultat.

Anatomiskt realistiska modeller brukar utarbetas genom datorsegmentering av data från MRT-bilder av olika vävnadstyper i kroppen. Särskild omsorg ägnas åt att göra dessa modeller anatomiskt realistiska. I figurerna D5 och D6 visas exempel på en modell av en heterogen vuxen man. Det är vanligt att dessa modeller består av över 30 skilda vävnader och organ. Modellen kan vara voxel (volume-pixel) eller ytbaserad.

När modellen av människokroppen används i simuleringar med en numerisk metod såsom simulering med FDTD (finite-difference time-domain) brukar människokroppen representeras av kubformade celler (voxlar) med en storlek på 1–2 mm. Voxlar tilldelas ett konduktivitets- och permittivitetsvärde som bygger på uppmätta värden för olika organ och vävnader.

För att beräkna dosmängder i de modeller av människokroppen som visas måste man ange de dielektriska egenskaperna för vävnaderna i modellerna. Det antas att olika vävnader i stort sett är homogena och att de elektriska egenskaperna kan beskrivas av de båda parametrarna. Det vill säga konduktivitet (σ) och permittivitet (ϵ). För biologiska vävnader varierar dessa egenskaper med frekvensen. I allmänhet ökar en vävnads konduktivitet och permittiviteten minskar när frekvensen ökar.

Figur D6 – Sprängskiss av en modell av en heterogen människokropp som visar ett urval vävnadstyper



Dielektriska egenskaper skiljer sig främst beroende på den berörda vävnaden (se <http://niremf.ifac.cnr.it/tissprop/>). Vävnader med hög andel vatten, t.ex. kroppsvätskor, visar praktiskt taget inget frekvensberoende vid frekvenser under 100 kHz. Andelen vatten eller vätska i en mänsklig vävnad är av betydelse för de uppvisade dielektriska egenskaperna och hur dessa förändras med frekvensen. Följden är att vävnader som uppvisar liknande beteende när de exponeras för elektromagnetiska fält kan grupperas efter sin vattenhalt. Exempelvis har blod och ryggmärgsvätska hög vattenhalt och kan leda ström ganska bra. Lungor, hud och fett är relativt dåliga ledare, medan lever, mjälte och muskler är mittemellan i fråga om konduktivitet.

Numeriska metoder

Olika numeriska metoder har använts för att bedöma absorption av elektromagnetiska fält i heterogena anatomiskt realistiska modeller av människokroppen. Lämpliga numeriska metoder begränsas av människokroppens högst heterogena elektriska egenskaper och lika komplexa former på yttre och inre organ.

De metoder som framgångsrikt har använts för dosimetri med hög upplösning i fråga om elektromagnetiska fält är bland annat metoderna finita differenser (FD) i frekvensdomänen och tidsdomänen (FDTD), finita element (FEM) och finit integration (FIT).

Dessa metoder ger en direkt lösning på Maxwells integralekvationer. De tenderar att dela in beräkningsdomänen i en tredimensionell lattice-modell av celler eller ytor, som tilldelas skilda elektriska egenskaper. När det gäller FD-metoder upprepas beräkningskoden i tiden och rummet och fältvärden utvärderas i varje cell tills en konvergerande lösning erhålls.

Varje metod har sina fördelar och begränsningar. Alla metoder och vissa datorprogram har genomgått omfattande verifiering genom jämförelse med analyslösningar och experimentella resultat för att säkerställa att de resultat som dessa metoder ger är representativa för den elektromagnetiska exponeringen i en rad olika situationer.

D.1.3.5 Beräkning av medelvärden: 99:e percentilen för inducerade elektriska fält, WBSAR och lokal SAR

Det inducerade elektriska fältets 99:e percentil

Vid begränsning av de negativa effekterna av elektriska fält som induceras i arbetstagarens kropp (in situ) är det viktigt att definiera över vilket område medelvärdet beräknas för det elektriska fältet in situ. Som en praktisk kompromiss som uppfyller kraven på en sund biologisk grund och de beräkningsmässiga begränsningarna, rekommenderas att det elektriska fältet in situ bestäms som ett vektormedelvärde av det elektriska fältet i en liten sammanhängande vävnadsvolym på $2 \times 2 \times 2 \text{ mm}^3$.

Ofta bygger de numeriska metoder som används för att beräkna inducerade elektriska fält i kroppen på en modell av människan som delats in i olika celler eller voxlar. Om man använder en metod som inte bygger på celler ska en lämplig algoritm förberedas i den numeriska koden som beräknar medelvärdet för det elektriska fältet i en volym som är $2 \times 2 \times 2 \text{ mm}^3$ stor. För en bestämd vävnad är det elektriska fältets 99:e percentil det relevanta värdet som ska jämföras med gränsvärdet för exponering (ICNIRP 2010).

SAR-medelvärde för hela kroppen (WBSAR)

Syftet med WBSAR ELV är att skydda mot uppvärmningseffekter i hela kroppen. Helkropp-SAR beräknas genom att man summerar absorptionstakten i alla voxlar i människomodellen och sedan dividerar summan med kroppens massa.

Lokal SAR

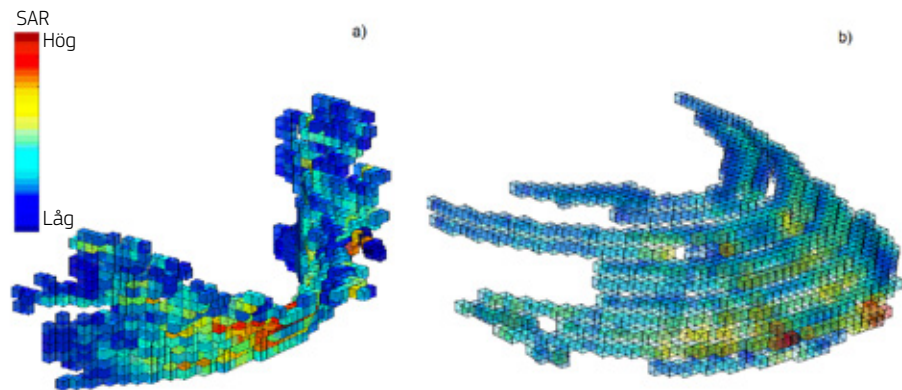
I direktivet för elektromagnetiska fält anges gränsvärden för exponering (ELV) för lokal SAR för att skydda mot lokal uppvärmning i människokroppen, främst från exponering för närfältskällor till elektromagnetisk strålning.

När det gäller beräkning av lokal SAR för exponering för elektromagnetiska fält på mellan 100 kHz och 6 GHz anger direktivet att medelvärdet ska beräknas i en massa på 10 g sammanhängande vävnad. Det maximala lokala SAR-värdet i kroppen ska användas för uppskattning av exponeringen.

Lokal SAR i 10 g sammanhängande vävnad beräknas enligt följande förfarande. En cell med maximal SAR väljs i ett horisontalt skikt av människomodellen. En sökning utförs sedan i de sex angränsande celler som vidrör den ursprungliga cellens ytor för att hitta den cell som har den högsta absorptionsgraden. När detta är gjort summeras effekterna och massorna. En sökning utförs bland motsvarande grannceller på dess yta för att få fram ett sammanhängande cellområde vars massa är lika med 10 g och SAR beräknas sedan för detta sammanhängande område. Ungefär 1 000 celler (beroende på vävnadstypens täthet) används i detta förfarande för en voxelupplösning på 2 mm, eftersom varje cell har en volym på $0,008 \text{ cm}^3$. Detta förfarande upprepas för varje horisontellt skikt. Till sist väljs det maximala SAR-värdet för ett sammanhängande område i hela människomodellen.

I figur D7 visas exempel på lokal SAR beräknad som ett medelvärde för ett sammanhängande område på 10 g. I figuren visas en topp för SAR för sammanhängande områden på 10 g i en människomodell av exponering för ett elektromagnetiskt fält med en plan våg på 100 MHz och 3,4 GHz.

Figur D7 – Sammanhängande områden: SAR beräknad som medelvärde i en massa på 10 g i ett sammanhängande område i en människomodell av exponeringen för ett elektromagnetiskt fält på a) 100 MHz och b) 3,4 GHz. Färgerna går från mörkblått (låg SAR) till mörkrött (hög SAR)



D.2 Påvisande av efterlevnad vid ojämn exponering

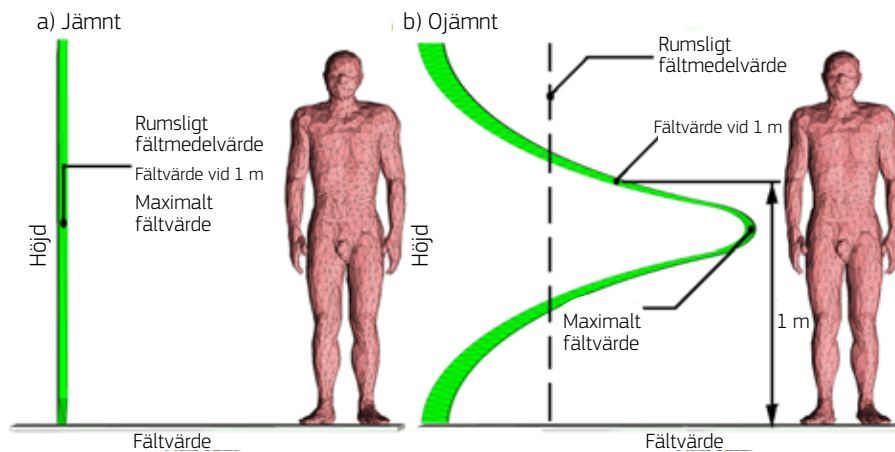
D.2.1 Inledning

Exponering för elektromagnetiska fält kan beskrivas som jämn eller ojämn. Ett jämnt elektromagnetiskt fält definieras vid höga frekvenser som en våg som har spridits ut i en sådan omfattning att den ser ut att ha samma amplitud överallt i ett plan som är vinkelrätt mot dess färdriktning. Det jämna fältet är en idealisering som gör att vågen kan förklaras som en hel våg som färdas i en enda riktning. Vid låga frekvenser är ett jämnt fält ett fält som är likadant i en hel definierad volym, t.ex. ett elektriskt fält mellan två oändliga parallella plåtar.

Fastställandet av fältvärdet för bedömningen av efterlevnaden av insatsvärden (AL) är enkelt för ett jämnt elektromagnetiskt fält, eftersom värdet är detsamma utmed en linje i rät vinkel till vågens färdväg (figur D8). Om ett fält är enhetligt på detta sätt, eller relativt jämnt (inom 20 %), ska det räcka med en mätning av fältet på ett ställe i det utrymme där arbetstagaren finns.

Enheter som alstrar elektromagnetisk strålning kan ge upphov till ojämna exponeringsförhållanden över kroppens höjd, om kroppen befinner sig nära en person eller i en miljö där det alstrade fältet varierar på grund av reflexion eller skingras av föremål i närheten.

Figur D8 – Exempel på jämn och ojämn exponering: Fältets variation med avståndet från jorden för a) ett jämnt fält, b) en typisk dipol. Det rumsliga medelvärdet för fältet, det maximala fältvärdet och fältvärdet vid 1 m anges.



Fastställandet av ett enda fältvärde för jämförelse med AL är inte enkelt om fältet varierar betydligt i det område där arbetstagaren befinner sig. I denna exponeringssituation kan det maximala fältvärdet i positionen för arbetstagarens kropp användas, men detta leder till en försiktig bedömning. En del organisationer har föreslagit att man ska använda ett enda fältvärde på 1 meters höjd, men detta värde är också ofta inte representativt.

I dessa situationer med ojämna fält måste en lämplig metod för att få fram ett enda värde för fältet fastställas. I direktivet anges att det rumsliga medelvärdet kan användas i dessa fall. Mätningar eller beräkningar av rumsliga medelvärden rekommenderas eftersom de ger en mer representativ indikation på exponeringen i situationer då fältet varierar med människokroppens höjd.

D.2.2 Frågor i samband med ojämn exponering

I direktivet anges insatsnivåer (AL) som ett enda värde för en viss frekvens. Storleken på dessa AL fastställs för att säkerställa efterlevnaden av relevanta gränsvärden för exponering (ELV) eller vilka förebyggande åtgärder eller skyddsåtgärder enligt artikel 5 som måste vidtas.

Om fältet är ojämnt inom det område som upptas av arbetstagaren (som i figur D8 (b)), varierar den elektriska fältstyrkan eller magnetiska flödestätheten beroende på den position i vilken fältet bedöms. En rimlig fråga i detta sammanhang är: Vilket enskilt värde i fältet ska jämföras med AL?

I direktivet rekommenderas att man i sådana exponeringssituationer beräknar det maximala fältet för den relevanta volymen eller ett rumsligt medelvärde. I fall då det är fråga om en mycket lokal källa nära kroppen bör efterlevnaden av ELV fastställas på dosimetrisk väg.

I direktivet anges följande för icke-termiska effekter i anmärkningarna B1–3 och B2–3 i bilaga II:

"AL motsvarar maximala beräknade eller uppmätta värden där arbetstagarens kropp befinner sig. Detta leder till en försiktig bedömning av exponeringen och automatisk efterlevnad av ELV under alla förhållanden med ojämn exponering. För att förenkla den bedömning av efterlevnad av ELV som genomförs i enlighet med artikel 4 under särskilda förhållanden med ojämn exponering kommer kriterier för beräkning av rumsmedelvärden för uppmätta fält på grundval av väletablerad dosimetri att fastställas i de praktiska riktlinjer som avses i artikel 14. I situationer med en mycket lokal källa inom ett avstånd av några centimeter från kroppen ska efterlevnad av ELV fastställas dosimetriskt, från fall till fall."

I direktivet anges följande för termiska effekter i anmärkning B1–3 i bilaga III:

”AL(E) och AL(B) 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 ojämn exponering. För att förenkla den bedömning av efterlevnad av ELV som genomförs i enlighet med artikel 4 under särskilda förhållanden med ojämn exponering kommer kriterier för beräkning av rumsmedelvärden för uppmätta fält på grundval av väletablerad dosimetri att fastställas i de praktiska riktlinjer som avses i artikel 14. 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.”

D.2.2.1 Maximalt fältvärde

Detta är det enklaste sättet att bedöma efterlevnaden av de gränsvärden som anges i direktivet. Det är dock också den metod som ger den mest försiktiga uppskattningen av en arbetstagares fältexponering. Ingen beräkning av rumsligt medelvärde utförs. Mätningen eller beräkningen av det opåverkade fältet, dvs. utan att arbetstagaren är där, utförs i den punkt där fältet är maximalt i det område där arbetstagaren brukar befinna sig. Fältet bedöms utan att arbetstagaren finns på plats eftersom arbetstagaren under vissa exponeringsförhållanden kan förvränga fältvärdet. Observera att vid låga frekvenser är det endast ett elektriskt fält som påverkas av en arbetstagares närvaro. Människor är icke-magnetiska och de inducerade strömmarna är inte tillräckliga för att påverka fältet.

I ICNIRP (2010) sägs följande i avsnittet ”Spatial averaging of external electric and magnetic fields”:

”Referensnivåer har fastställts för exponeringsförhållanden där det elektriska eller magnetiska fältets variation i det utrymme där kroppen befinner sig är relativt små. I de flesta fall är dock avståndet till fältets källa så kort att fältet är ojämnt fördelat eller koncentrerat till en liten del av kroppen. I dessa fall leder mätning av den maximala fältstyrkan i kroppens position i utrymmet alltid till en säker om än mycket försiktig bedömning av exponeringen.”

D.2.2.2 Beräkning av rumsligt medelvärde

Rumslig bedömning av fältet för en ojämn exponering kan utföras på en rad olika sätt. De vanligaste sätten är i ordning efter fallande komplexitet att beräkna det rumsliga medelvärdet för fältet för

- en volym som upptas av arbetstagaren eller en del av arbetstagaren,
- ett tvärsnittsområde som upptas av arbetstagaren eller en del av arbetstagaren,
- en linje i det område som upptas av arbetstagaren eller en del av arbetstagaren.

Närmare uppgifter om dessa metoder finns i olika standarder eller riktlinjer, t.ex. IEEE C95.3 (2002), CENELEC EN 50357 (2001), IEC 62226 (2001), IEC 62233 (2005), IEC 62110 (2009). Ju mer komplext förfarandet för att beräkna medelvärdet är, desto bättre blir approximationen av det ojämna fältet. För bedömningar av efterlevnaden är det dock accepterat att det kan vara svårt att fastställa fältvärden för en projicerad volym eller ett projicerat område eftersom sådana metoder kräver många provtagningspunkter. Metoder för linjära medelvärden kan ge en rimlig representation av ett ojämnt elektromagnetiskt fält och rekommenderas därför i de följande avsnitten.

a) Exponering för elektriska och magnetiska fält mellan 1 Hz och 10 MHz

De rumsliga medelvärdena för elektrisk fältstyrka (E_{avg}) eller magnetisk flödestäthet (B_{avg}) beräknas enligt följande formel:

$$E_{avg} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n E_i \quad \text{(Ekvation 1)}$$

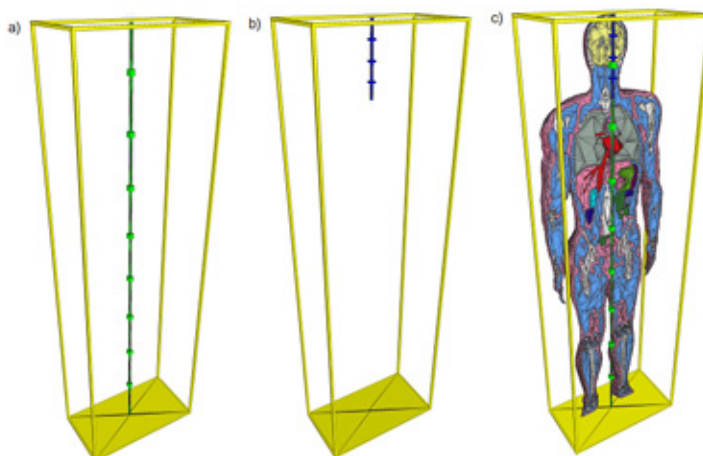
$$B_{avg} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n B_i \quad \text{(Ekvation 2)}$$

där n är antalet ställen, E_i och B_i är den elektriska fältstyrkan respektive den magnetiska flödestätheten, mätt på stället i.

Positionen för den linje över vilken medelvärdet ska beräknas beror på var det rumsliga medelvärdet som blir resultatet ska jämföras med en låg eller hög AL eller AL för extremiteter. De höga AL föreskrivs för att skydda mot stimulering av det perifera nervsystemet i huvudet och bålén. Om avsikten är att jämföra värdet E_{avg} eller B_{avg} med den höga AL, brukar det därför räcka med en enkel linjär skanning av fälten på huvudets och båléns höjd genom mitten av det projicerade området. Låga AL anges för att skydda mot sensoriska effekter i det centrala nervsystemet i huvudet. Om avsikten är att jämföra värdet E_{avg} eller B_{avg} med den låga AL, brukar det därför räcka med en enkel linjär skanning av fälten på huvudets höjd genom mitten av det projicerade området. AL för extremiteter föreskrivs för att skydda mot nervstimulering i extremiteterna. Om avsikten är att jämföra värdet B_{avg} med den låga AL, brukar det därför räcka med en enkel linjär skanning av fälten på extremitetens höjd genom mitten av det projicerade området.

Det rekommenderas att medelvärdet av en serie med minst tre mätningar, utförda med jämna mellanrum torde räcka för att beräkna det rumsliga medelvärdet för huvud, huvud och bål eller extremiteter. Ytterligare fältmätningar, t.ex. som erhållits genom användning av dataloggning eller utrustning som beräknar rumsliga medelvärden, är godtagbart och ger fler uppgifter om fältets rumsliga fördelning.

Figur D9 – a) Beräkning av rumsligt medelvärde för fältet för en vertikal linje i det utrymme som upptas av arbetstagaren, b) rumsligt medelvärde för fältet över en vertikal linje i området vid arbetstagarens huvud, c) medelvärden för en sprängskiss av arbetstagaren på plats



b) *Exponering för elektriska och magnetiska fält mellan 100 kHz och 300 GHz*

De rumsliga medelvärdena för den elektriska fältstyrkan (E_{avg}), den magnetiska flödestätheten (B_{avg}) och strålningstätheten (W_{avg}) beräknas enligt följande formel:

$$E_{avg} = \frac{1}{\sqrt{n}} \left[\sum_{i=1}^n E_i^2 \right]^{\frac{1}{2}} \quad \text{(Ekvation 3)}$$

$$B_{avg} = \frac{1}{\sqrt{n}} \left[\sum_{i=1}^n B_i^2 \right]^{\frac{1}{2}} \quad \text{(Ekvation 4)}$$

$$W_{avg} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n W_i \quad \text{(Ekvation 5)}$$

där n är antalet ställen, E_i , B_i och W_i är den elektriska fältstyrkan, den magnetiska flödestätheten respektive strålningstätheten, mätt på stället i .

AL för exponering för elektriska och magnetiska fält från 100 kHz till 300 GHz föreskrivs för att skydda mot negativa effekter på grund av uppvärmning i kroppen. Om avsikten är att jämföra värdet E_{avg} eller B_{avg} med AL för termiska effekter borde det därför räcka med en enkel linjär skanning av fälten i en vertikal linje med jämna avstånd från golvnivån upp till en höjd av 2 m genom mitten av det projicerade området.

Det rekommenderas att medelvärdet av en serie med minst tio mätningar, utförda med jämna mellanrum torde räcka för att beräkna det rumsliga medelvärdet för arbetstagarens höjd i de flesta exponeringssituationer. Ställena för mätning av fältstyrkan visas som gröna kuber i figur D9 a. Ytterligare mätningar av fältstyrkan, som t.ex. erhållits genom användning av dataloggning eller utrustning som beräknar rumsliga medelvärden, är godtagbart och ger fler uppgifter om fältets rumsliga fördelning.

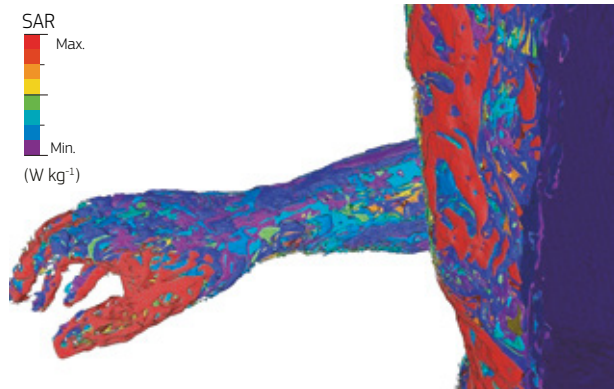
Mätningar i dessa situationer bör utföras med fältsensorer placerade på ett avstånd på minst 0,2 m från ett föremål eller en person för att undvika fältkopplingseffekter. Observera att rumsliga medelvärden även är beroende av de radiofrekventa fältens rumsliga egenskaper i förhållande till den exponerade arbetstagarens kroppsställning.

D.2.2.3 Dosimetrisk bedömning för direkt jämförelse med ELV

Om källan till det elektromagnetiska fältet finns inom några få centimeter från kroppen rekommenderas i direktivet att efterlevnaden ska bestämmas dosimetriskt för direkt jämförelse med ELV.

Fastställandet av de inducerade elektriska fälten i kroppen vid låga frekvenser, eller SAR och strålningstätheten vid höga frekvenser, kan endast utföras noggrant med hjälp av numeriska beräkningar. Förfarandet för att beräkna interna dosmängder har beskrivits i tidigare avsnitt i denna bilaga. Ett exempel på en dosimetrisk bedömning med hjälp av numeriska beräkningar visas i figur D10.

Figur D10 – Fastställandet av dosmängder, i detta fall SAR i handen och bålen från exponering för en oskärmad kabel, för direkt jämförelse med ELV. I direktivet rekommenderas denna metod för att visa efterlevnad för mycket lokala källor till elektromagnetiska fält ett par centimeter från kroppen



D.2.2.3.1 Underliggande dosimetriska begrepp

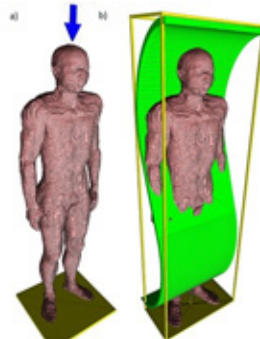
Begreppet och noggrannheten hos metoder för att bedöma ojämn exponering kan undersökas med hjälp av exempel.

a) Exempel 1: Beräkning av rumsligt medelvärde för exponering för en reflekterad plan våg

När en reflekterad elektromagnetisk våg stör den inkommande vågen kan en stående våg alstras. På vissa ställen jämnas fältets intensitet ut, medan det elektriska fältets maximala punkt i den stående vågen fördubblas. Detta förhållande visas i figur D11.

Här är en arbetstagare exponerad för ett horisontellt polariserat fält ovanifrån med fältet riktat framifrån och bakåt. Vågen reflekteras från det ledande jordplanet tillbaka till det område där arbetstagaren befinner sig. Om en enda mätning görs i detta område skulle man få ett värde mellan noll och det maximala fältvärdet. Därför är det mycket troligt att detta enda uppmätta fältvärde inte är representativt för exponeringssituationen. I figur D12 visas resultatet på arbetstagaren av denna exponering för den stående vågen på 200 MHz. Det framgår att absorptionsstället huvudsakligen bestäms av positionen för topparna och dalarna i den stående vågen.

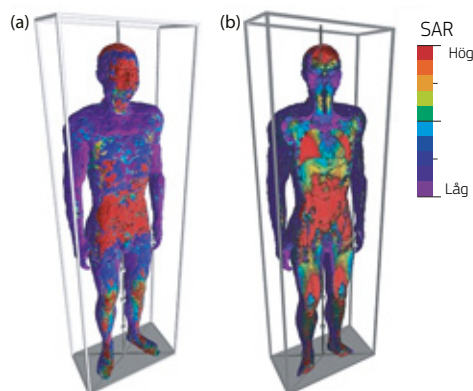
Figur D11 – Exempel 1: Modell av en människa som exponeras för ett elektromagnetiskt fält som reflekteras tillbaka till det område där människan befinner sig. Detta område är markerat som en gul ruta. Den stående vågen är markerad med grön färg.



$$E_{spa} = \left[\frac{\int E^2(z) dz}{\int dz} \right]^{\frac{1}{2}} \quad \text{(Ekvation 6)}$$

Den integral som visas i ekvation 6 ger oss ett exakt svar på det linjära medelvärdet för fältet i det område där arbetstagaren finns.

Figur D12 – Exempel 1 SAR-diagram: SAR-fördelningarna i a) hela kroppen och b) skikt i en modell av en människa från exponeringen för ett horisontellt pulsat elektriskt fält i riktningen framifrån och bakåt av en planvågs strålning vid 200 MHz under jordade förhållanden



Eftersom ett ändligt antal mätningar används för att beräkna fältets rumsliga medelvärde, skulle man förvänta sig att ju fler mätningar som görs desto närmare skulle detta värde komma den exakta lösning som beräknas genom integralen. Detta stämmer i allmänhet men för bedömning av efterlevnad räcker det med ungefär tio mätningar. Skillnaderna mellan det exakta rumsliga medelvärdet för det elektriska fältet och det värde som beräknas genom att använda x mätningar brukar vara små, till och med när endast ett fåtal mätningar används. Undantaget är när en nod i den stående vågen finns nära ett uppmätt värde.

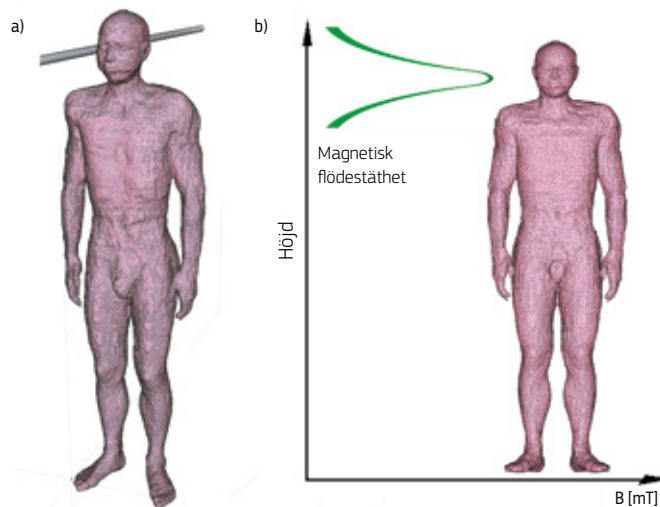
Även om det rumsliga medelvärdet för fältet kan representeras genom att använda tio mätningar, ger fler mätningar ett mer noggrant rumsligt medelvärde för fältet. Rådet är därför att använda modern undersökningsutrustning om sådan är tillgänglig. Den kan göra i storleksordningen 200 till 300 mätningar utmed kroppens längd (dvs. om sonden flyttas i 10 sekunder med användning av en loggningsfrekvens på 32 datapunkter per sekund ger det 320 mätningar). Det rekommenderas eftersom fler mätningar uppenbart ger större noggrannhet.

När en källa till elektromagnetiska fält placeras nära kroppen kan det infallande fältet i området där kroppen finns bli ojämnt. Ett exempel på detta är en ledning som placeras nära huvudet (figur D13).

b) Exempel 2: Beräkning av rumsligt medelvärde för exponering för fältet från en ledning på 50 Hz

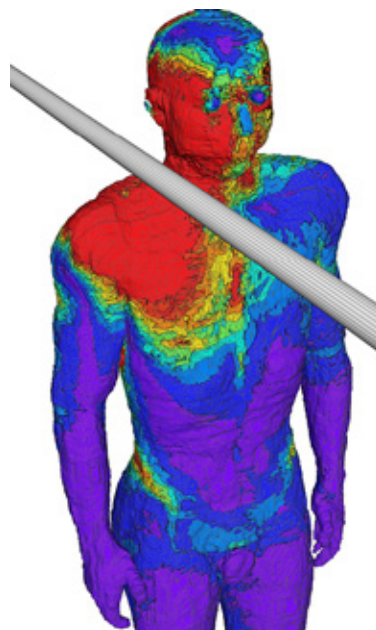
I figur D14 visas den inducerade fältfördelningen för exponering på huvudnivå från en rak ledning på 50 Hz. Som framgår är den elektromagnetiska fältabsorptionen ganska lokal i huvudet och axlarna på kroppen.

Figur D13 – Exempel 2: a) människomodell som exponeras för en rak ledning, b) det alstrade fältet varierar med höjden



Forskning har visat att rekommendationen om att göra tre mätningar är tillräckligt i intervallet för extremt låg frekvens (ELF) för lokala källor. Skillnaden om man använder tre punkter ovanför huvudområdet och ett oändligt antal punkter för det här exemplet med 50 Hz är ungefär 8 %. Skillnaden kan uppenbart förbättras om så önskas genom att man gör fler mätningar med jämna avstånd utmed en vertikal linje.

Figur D14 – Exempel 1: Distribution av ett inducerat elektriskt fält från exponering för en ledning på 50 Hz placerad nära huvudet.





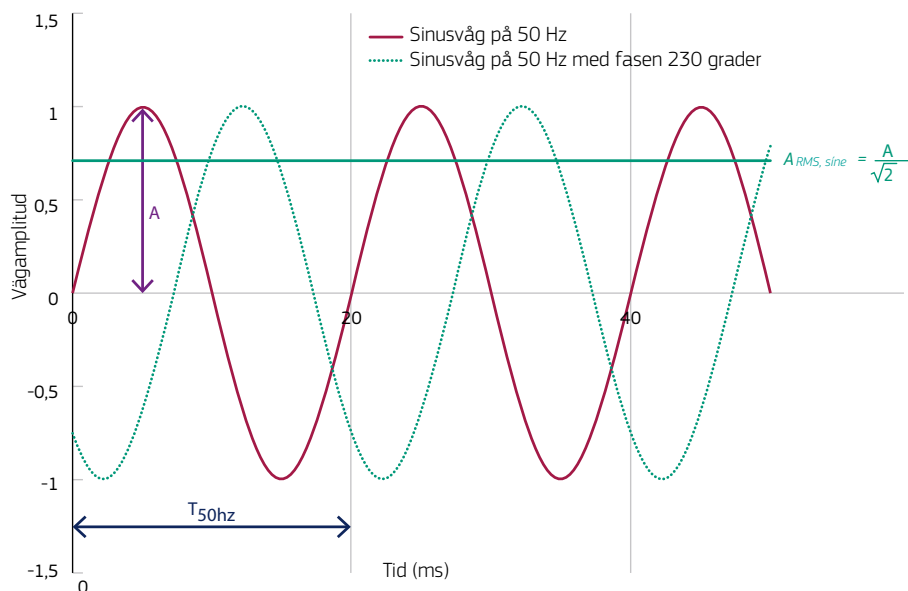
Huvudbudskap: beräkning av rumsligt medelvärde

Tre mätpunkter för bedömningar av exponering för låg frekvens, eller tio mätpunkter för radiofrekvensundersökningar, brukar vara tillräckligt för att beräkna rumsliga medelvärden. Förbättringen av noggrannheten blir successivt mindre med varje extra mätpunkt. Därför är det i regel inte nödvändigt att använda fler än tio punkter. Om det är svårt att beräkna det rumsliga medelvärdet över en linje bör en enda mätning av den maximala fältstyrkan användas.

D.3 Bedömning av exponeringar för flera frekvenser

Som nämnts i kapitel 3 och bilaga A inducerar externa tidsvarierande elektriska och magnetiska fält med låg frekvens interna elektriska fält. Fältets variation över tiden beskrivs av en vågform. För ett externt fält som beskrivs av en enkel sinusvåg (figur D15) är det inducerade elektriska fältet i kroppen proportionellt mot det externa fältets amplitud och frekvens.

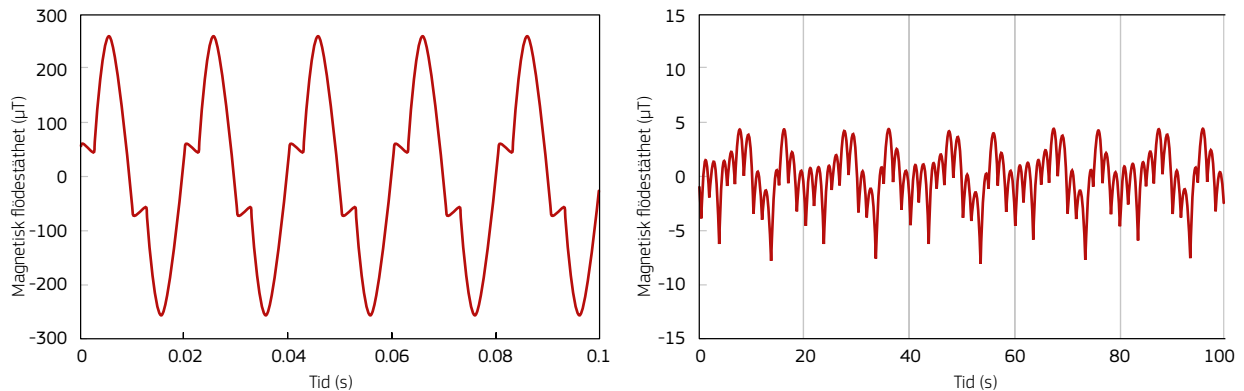
Figur D15 – En sinusvåg på 50 Hz. Sinusvågorna är periodiska och har frekvensen f som ges av $1/T$, där T är vågformens period (t.ex. $T = 20$ ms för en sinusvåg på 50 Hz). Sinusvågens rms-värde (kvadratisk medelvärde) ges av toppamplituden dividerat med $\sqrt{2}$. Sinusvågens faseffekt gör att den förändras utmed tidsaxeln.



Källor till elektriska och magnetiska fält under 10 MHz uppvisar ganska ofta vågformer som skiljer sig (ibland påtagligt) från en perfekt sinusvåg (figur D15), men är trots detta periodiska (figur D16). Det vill säga att vågformen upprepas över tiden. Komplexa vågformer av detta slag motsvarar summan av en rad sinusvågor med olika frekvenser, vilka brukar kallas spektralkomponenter. För en given vågform beskriver var och en av dessa spektralkomponenter en amplitud och en fas. En analogi är att en viss färg kan delas upp i olika mängder av primärfärgerna (rött, grönt och blått). Färgen motsvarar vågformen, rött, grönt och blått är spektralkomponenter och intensiteten hos varje primärfärg är amplituden hos varje spektralkomponent. Vågformens spektrum ger den

spektrala informationen (frekvenser, amplituder, faser) och brukar erhållas genom en Fourieranalys av vågformen, eller genom att direkt mäta den med smalbandsinstrument (även om det sistnämnda inte ger någon fasinformation).

Figur D16 – Exempel på vågformer med komplex magnetflödestäthet runt system för spricksökning. Till höger har periodiciteten på 20 ms framhävts med vertikalt streckade punktrutlinjer.



D.3.1 Icke-termiska effekter (> 1 Hz–10 MHz)

Bedömning av efterlevnaden av AL (och ELV) i det låga frekvensområdet (under 10 MHz) kan utföras på olika sätt, där vissa metoder ger mer försiktiga bedömningar än andra men är enklare att tillämpa.



Huvudbudskap: bedömning av flera frekvenser

Weighted peak-metoden i tidsdomänen är den referensmetod som rekommenderas i direktivet om elektromagnetiska fält, även om alternativa metoder kan användas förutsatt att de ger ungefär motsvarande (eller försiktigare) resultat, t.ex. multifrekvensmetoden som beskrivs i avsnitt D3.1.2.

D.3.1.1 Weighted peak-metoden

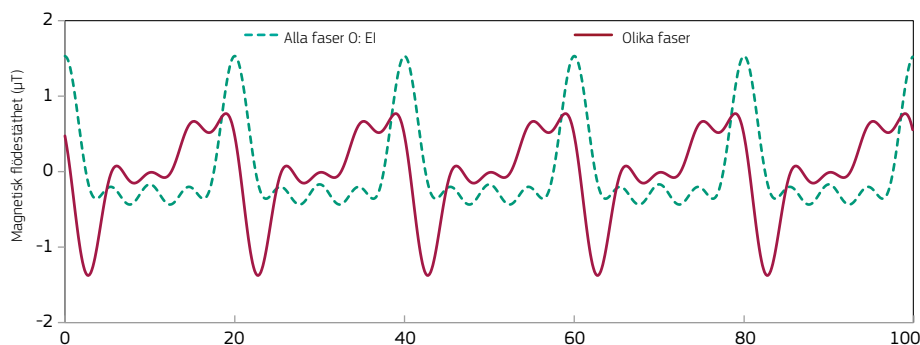
Weighted peak-metoden (WPM) är en metod som beaktar både amplituden och faserna hos de spektralkomponenter som ingår i signalen (se figur D17 för information om effekten av vågformens spektrala faser på vågformen och exponeringsindex). Metoden kallas weighted peak eftersom vågformen viktas av frekvensberoende AL och toppamplituden för den viktade vågformen ger exponeringsindexet. Viktning (eller filtrering) kan antingen utföras i frekvensdomänen eller i tidsdomänen. Metoden är också lämplig för bedömning av efterlevnaden av exponeringsgränsvärden (ELV) för både sensoriska effekter och hälsoeffekter.



Huvudbudskap: exponeringsindex (EI)

Exponeringsindexet representerar den observerade exponeringen dividerat med gränsvärdet. Om exponeringsindexet är mindre än ett är exponeringen tillåtlig.

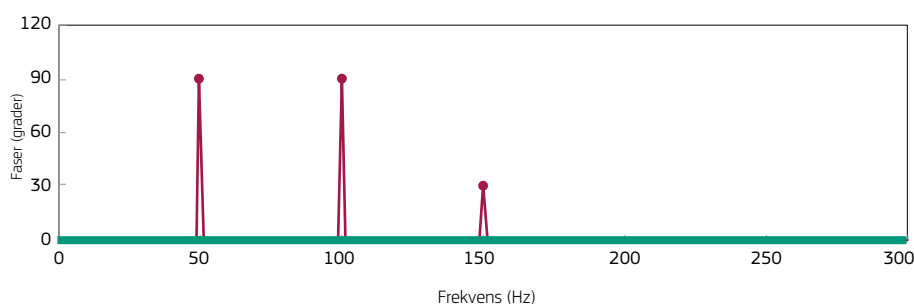
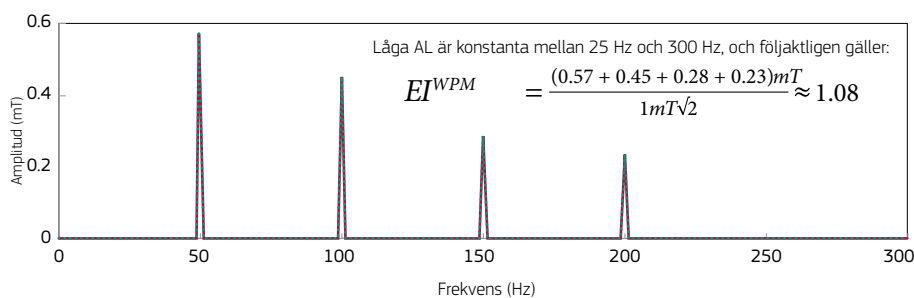
Figur D17 – Exempel på effekten av spektralkomponenters faser på vågformen (övre diagrammet). Båda vågformerna består av cosinusvågformer på 50 Hz, 100 Hz, 150 Hz och 200 Hz (nedre diagrammet). Den enda skillnaden mellan de båda vågformerna är att för den ena är alla faserna för de fyra spektralkomponenterna inställda på 0 (streckad grön linje), medan faserna för tre spektralkomponenter i den andra vågformen (röd heldragen linje) har ändrats (diagrammet i mitten).



Låga AL är konstanta mellan 25 Hz och 300 Hz. För låga AL gäller därför följande:

$$\text{Alla faser 0: EI} \quad EI_{\text{Icke-termisk}}^{WPM} = \frac{1.53mT}{1mT\sqrt{2}} \approx 1.08 \Rightarrow \text{Icke-termisk}$$

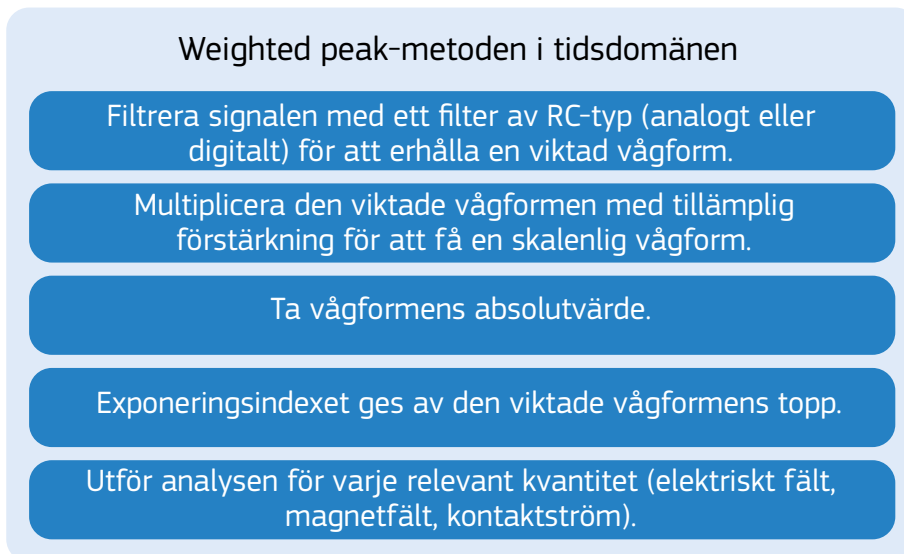
$$\text{Olika faser} \quad EI_{\text{Icke-termisk}}^{WPM} = \frac{1.38mT}{1mT\sqrt{2}} \approx 0.97 \Rightarrow \text{Kraven uppfyllda}$$



WPM i tidsdomän

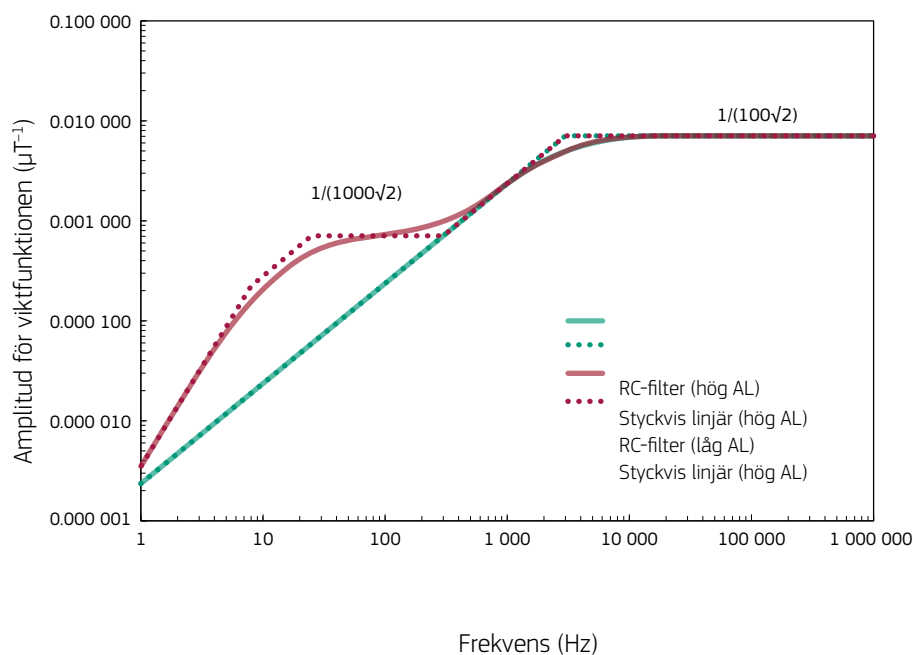
Vid tillämpning av weighted peak-metoden i tidsdomänen, utförs viktningen med hjälp av RC-filtret med frekvensberoende förstärkning som avspeglar AL-nivåns amplitud- och frekvensberoende (figur D18). Det finns vissa smärre skillnader i filtrets amplitud och fas när RC-filtret används till skillnad mot de styckvisa värden som anges i direktivet ⁽¹⁾ (figurerna D19 och D20). RC-filtren representerar dock ett mer realistiskt biologiskt beteende och dessa skillnader anses vara godtagbara av ICNIRP (ICNIRP 2010, Jokela 2000).

⁽¹⁾ Filtrets styckvisa amplitud ges av inversen till AL, medan dess styckvisa fas ges av ekvation 7.

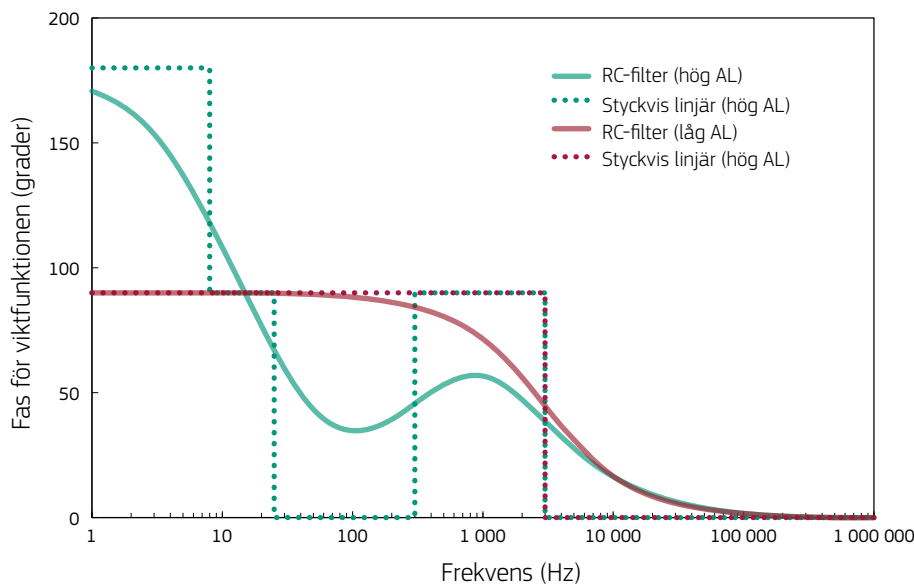
Figur D18 – Beräkningssteg för weighted peak-metoden i tidsdomänen

Filtreringen i tidsdomänen kan utföras genom att efterbehandla den uppmätta vågformen, eller digitalt, t.ex. genom kommersiellt tillgänglig utrustning som har filtreringskapacitet (funktionen kallas ibland Shaped Time Domain (STD)). Om en kommersiell utrustning används, måste användaren se till att den relevanta AL-opsättningen används av utrustningen (till skillnad mot om man använder andra exponeringsstandarder eller metoder).

Figur D19 – Amplitud för viktfunktionen för WPM: Styckvisa linjära värden som används i frekvensdomänen (enligt definitionen i underavsnittet nedan) och approximerade värden (RC-filter) som används i tidsdomänen.



Figur D20 – Fas för viktfunktionen för WPM: Styckvisa linjära värden som används i frekvensdomänen (enligt definitionen i underavsnittet nedan) och approximerade värden (RC-filter) som används i tidsdomänen.



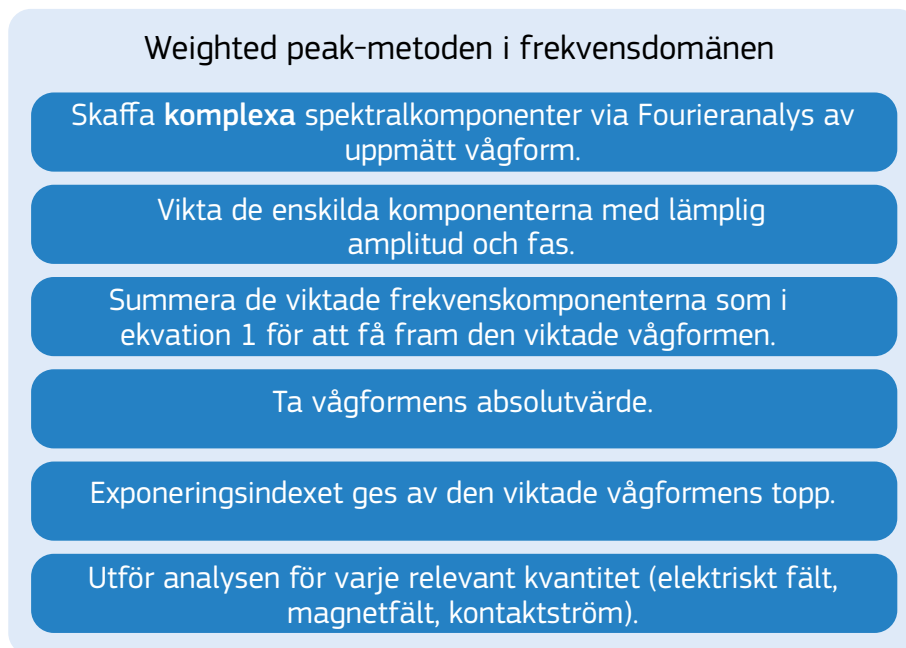
WPM i frekvensdomänen

Stegen för att utföra weighted peak-metoden i frekvensdomänen visas i figur D21, och beskrivs i ICNIRP 2010-riktlinjerna (ICNIRP 2010). För att beräkna den viktade vågformen divideras amplituden för varje spektralkomponent med relevanta AL (eller ELV om de undersökta amplituderna är interna elektriska fält), och en fas φ_f adderas till fasan för varje spektralkomponent. Den viktade spektralinformationen konverteras därefter tillbaka till tidsdomänen på följande sätt:

$$E_{non-thermal}^{WP} = \text{Maximum} \left\{ \left| \sum_f \frac{|A_f|}{AL_f \sqrt{2}} * \cos(2\pi f t + \theta_f + \varphi_f) \right| \right\} \quad \text{Ekvation 7}$$

Där $|A_f|$ och θ_f är spektralkomponentens toppamplitud (elektrisk fältstyrka eller magnetisk flödestäthet) respektive fas vid frekvensen f , och AL_f är den frekvensens relevanta AL. Fasen φ_f är en funktion av frekvens, och definieras i bilagan till ICNIRP 2010-riktlinjerna (ICNIRP 2010):

$$\varphi_f = \begin{cases} 180^\circ, & \text{for } AL_f \propto 1/f^2 \\ 90^\circ, & \text{for } AL_f \propto 1/f \\ 0^\circ, & \text{for } AL_f = \text{constant} (\propto f^0) \\ -90^\circ, & \text{for } AL_f \propto f \end{cases} \quad \text{Ekvation 8}$$

Figur D21 – Beräkningssteg för weighted peak-metoden i frekvensdomänen

Dessa är de styckvisa värden som avses i figur D20. Som nämnts tidigare är metoden lämplig för bedömning av efterlevnaden av exponeringsgränsvärden (ELV) för både sensoriska effekter och hälsoeffekter. För bedömning av efterlevnaden av ELV, är $|A_f|$ och θ_f amplituden och fasen för inducerade (interna) elektriska fält och AL ersätts med ELV i ekvation 7 och ekvation 8. Precis som i beräkningarna av icke-termiska effekter, tas $\sqrt{2}$ bort från ekvationen när ELV används, eftersom dessa är definierade som toppvärden och inte som rms.

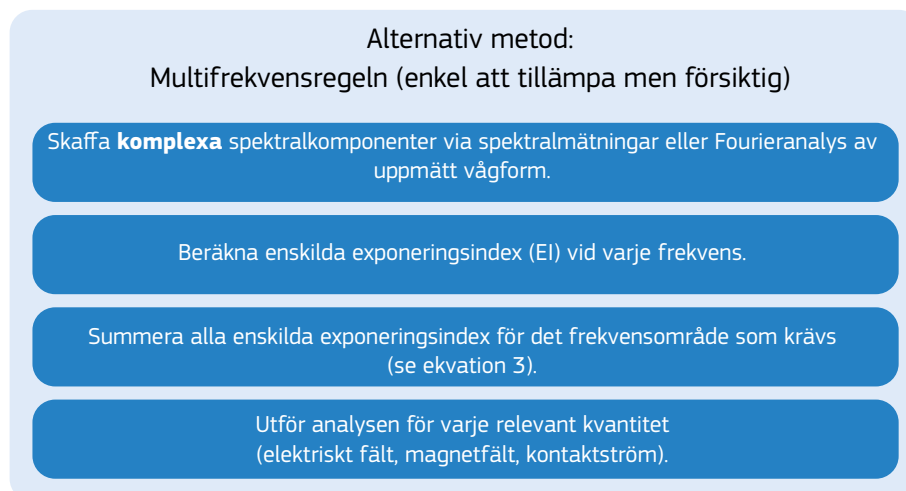
D.3.1.2 Alternativ metod: Multifrekvensregeln

En alternativ metod till weighted peak-tekniken är MFR-regeln (Multiple Frequency Rule), som är enklare att tillämpa men försiktigare än weighted peak-metoden. Om det är troligt att exponeringen är nära AL (eller ELV) vid låga frekvenser, kanske denna metod inte är lämplig. Den leder nämligen ofta till en försiktigare bedömning eftersom spektralkomponenternas faser ignoreras och man antar att deras sinusvågor sammanfaller samtidigt så att hela fältet förändras kraftigt med tiden (ICNIRP 2010).

MFR-metoden beskrivs i ekvationerna 3–6 i ICNIRP-riktlinjerna (ICNIRP 2010), även om AL och ELV behöver användas i stället för referensvärden respektive grundläggande begränsningar:

$$EI_{non-thermal, X}^{MFR} = \sum_{f=1 \text{ Hz}}^{10 \text{ MHz}} \frac{X_f}{AL(X)_f} \quad \text{Ekvation 9}$$

Där X_f är amplituden (rms), vid frekvensen f , för den externa mängd som uppmäts (eller beräknats) och $AL(X)_f$ är den relevanta insatsnivån (AL) vid frekvensen f . Relevant AL innebär AL vid spektralkomponentens frekvens, men också den typ av AL som krävs för bedömningen (elektrisk fältstyrka, magnetisk flödestäthet, låg, hög, kontakt) enligt definitionen i tabell B2 i bilaga II till direktivet. Vid bedömning mot ELV blir X_f amplituden för den inducerade elektriska fältstyrkan (topp, ej rms), vid frekvensen f , och $AL(X)_f$ ersätts av ELV_f . I figur D22 visas stegen för att beräkna exponeringsindexet med hjälp av metoden för multifrekvenssummering.

Figur D22 – Steg för beräkning enligt multifrekvensregeln

Metoden för multifrekvenssummering är ganska okomplicerad och det finns en rad olika utrustningar som kan utföra bedömningen automatiskt för ICNIRP-riktlinjer. Utrustningen är lämplig för bedömning av efterlevnaden av AL, så länge som relevant AL-uppsättning har laddats in i utrustningen. Metoden är också lämplig för bedömning av efterlevnaden av exponeringsgränsvärden (ELV) för både sensoriska effekter och hälsoeffekter.

I tabellerna 5a–5d visas en jämförelse av exponeringsindex med hjälp av WPM i frekvensdomänen och MFR-metoden, samt det som erhållits direkt med hjälp av STD-funktionen (WPM för tidsdomän) i en kommersiellt tillgänglig sond.

Tabell D5a – Punktsvetsmaskin 50 Hz (50 kVA). Mätningar gjordes på ett avstånd av 0,3 m på samma höjd som punktsvetsmaskinen.

Metod	Låga AL	Höga AL	AL för extremiteter
MFR ^a	3,18	1,70	0,57
WPM ^a	0,94	0,45	0,15
STD ^b	0,83	0,34	0,13

^a Beräkningar gjordes i frekvensdomänen från ett spår med $N = 4096$, $T = 0,84$ s (dvs. den maximala beaktade frekvensen var ungefär 2 kHz).

^b STD-mätningar utfördes med utrustning med frekvensområdet 1 Hz–400 kHz.

Tabell D5b – Svetsmaskin på 2 kHz (mätningar gjordes 0,33 m från mitten av återledarklämman).

Metod	Låga AL	Höga AL	AL för extremiteter
MFR ^a	4,52	3,44	1,15
WPM ^a	1,08	0,81	0,27
STD ^b	—	1,00	—

^aBeräkningar gjordes i frekvensdomänen från ett spår med N = 4096, T = 0,5 s (dvs. den maximala frekvens som beaktades var 4 kHz).

^bSTD-mätningar utfördes med utrustning med frekvensområdet 1 Hz–400 kHz.

Tabell D5c – TMS (Transcranial Magnetic Stimulator)

Metod	Låga AL	Höga AL	AL för extremiteter
MFR ^a	21,88	21,81	7,27
WPM ^a	13,43	13,23	4,41
STD ^b	—	12,22	4,11

^aBeräkningar gjordes i frekvensdomänen från ett spår med T = 5 ms (dvs. den maximala frekvens som beaktades var 409 kHz).

^bSTD-mätningar utfördes med utrustning med frekvensområdet 1 Hz–400 kHz.

Tabell D5d – Sömsvetsmaskin på 100 kVA (mätningen gjordes 28 cm framför och nedanför svetspunkten).

Metod	Låga AL	Höga AL	AL för extremiteter
MFR ^a	4,30	2,59	0,86
WPM ^a	1,09	0,61	0,20
STD ^b	1,13	0,59	0,16

^aBeräkningar gjordes i frekvensdomänen från ett spår med T = 333 ms (dvs. den maximala frekvens som beaktades var 6,1 kHz).

^bSTD-mätningar utfördes med utrustning med frekvensområdet 1 Hz–400 kHz.

Om det finns icke-försumbara spektralkomponenter under 100 kHz behöver termiska effekter beaktas och bedömas oberoende av de icke-termiska effekterna. Dessa kommer att diskuteras i nästa underavsnitt.

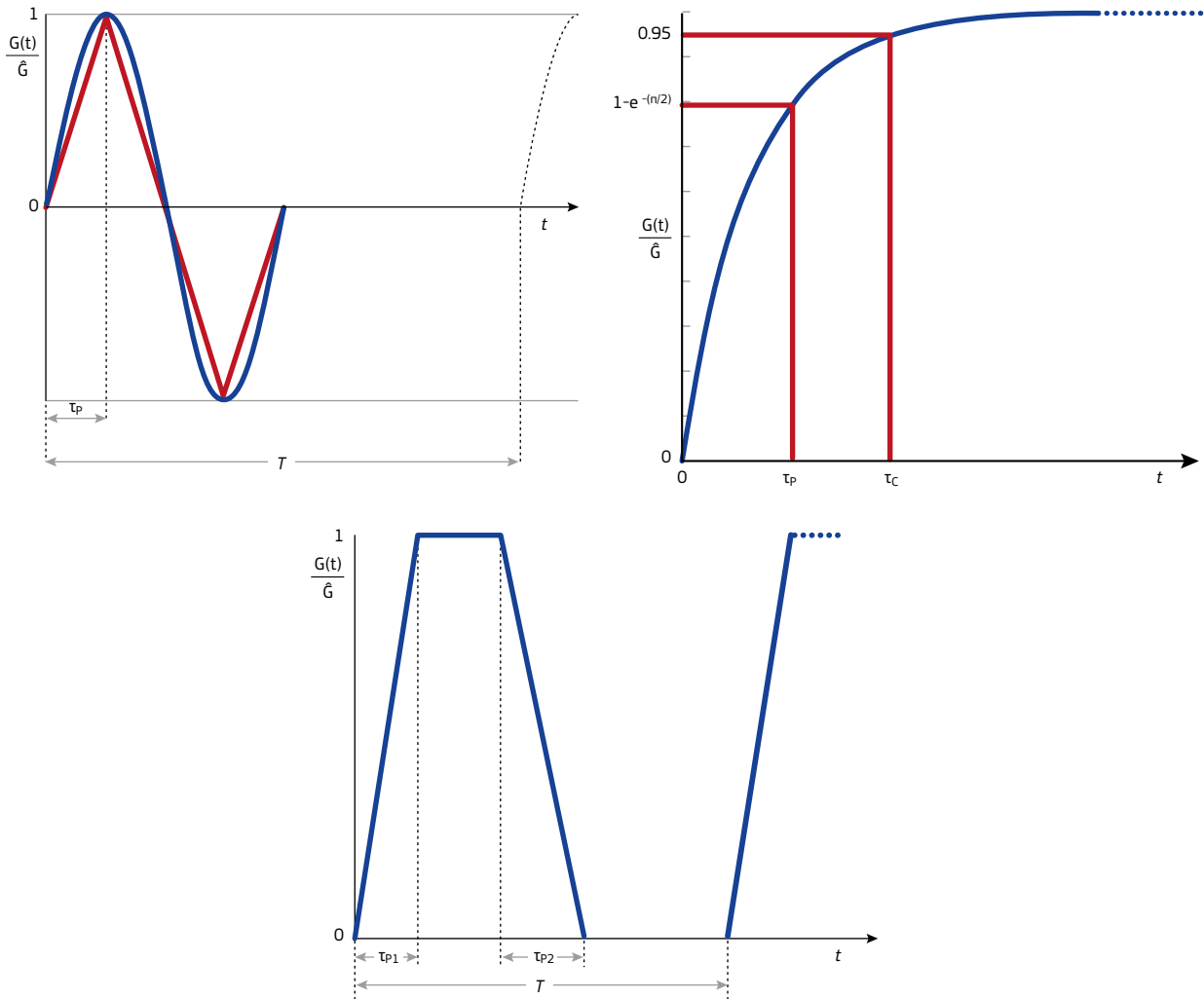
D.3.1.3 Alternativ metod: Enkel bedömning på fysiologisk grund

Pulsade fält i tidsdomänen kan delas upp i sinusoidala, trapetsoida, triangulära eller exponentiella enkla och multipla eller konstanta fältkomponenter (se figur D23). Därmed kan en förenklad bedömning göras i det lågfrekventa området genom att använda de parametrar som beskrivs nedan (Heinrich, 2007). Metoden bygger på fysiologi, särskilt mekanismen för stimulering, på följande sätt:

- 1) Stimuleringseffekter uppstår endast om den väldefinierade tröskeln överskrids.
- 2) Pulser under tröskeln kan inte skapa någon stimulus även om de är mycket långa.
- 3) Om pulserna är mycket korta krävs det högre intensiteter.

Bedömningsförfarandet ingår i bestämmelserna om förebyggande av olyckor från det tyska organet för olycksfallsförsäkring (BGV B11, 2001). Det måste dock noteras att i dessa bestämmelser från 2001 används inte insatsnivåerna och gränsvärdena för exponering från det nya direktivet från 2013 (2013/35/EU).

Figur D23 Signalkurvor (pulser) för sinusoidal (överst till vänster), exponentiell (överst till höger) och trapetsoid eller triangulär (längst ned) form



De fält som är förknippade med dessa typer av signalkurvor (figur D23) beskrivs av följande ytterligare parametrar:

G I stället för mängden G används den elektriska fältstyrkan, E , den magnetiska fältstyrkan, H , eller den magnetiska flödestätheten, B .

$G(t)$ anger tidsfunktionen, \hat{G} toppvärdet.

T Pulsvaraktighet eller pulsbredd med följande brytpunkt.

τ_p Tidsvaraktigheten för en fältändring för sinusoidala, triangulära eller trapetsoida signalkurvor från noll till det positiva eller negativa toppvärdet respektive från det positiva eller negativa toppvärdet till noll. Undersökningen av τ_p för exponentiella signalkurvor ska utföras enligt ovanstående diagram. Om de enskilda tidsvaraktigheterna τ_{p_i} skiljer sig, ska alla dessa värden τ_{p_i} inbegripas för fortsatta beräkningar.

T_I	Integreringstid, där $T_I = \begin{cases} T & \text{where } T \leq 1 \text{ s} \\ 1 \text{ s} & \text{in all other cases} \end{cases}$
τ_{pmin}	Det minsta värdet av alla tidsvaraktigheter τ_{pi} : $\tau_{pmin} = \min_i(\tau_{pi})$
τ_c	Hjälp mängd för att definiera exponentiella signalkurvor. Om de enskilda tidsvaraktigheterna τ_{ci} skiljer sig, ska alla dessa värden τ_{ci} inbegripas för fortsatta beräkningar.
τ_D	Summan av tiden för alla fältändringar under ett tidsintervall T_I för: — sinusoidala, triangulära, trapetsoida signalkurvor: $\tau_D = \sum_i \tau_{pi}$ — exponentiella signalkurvor: $\tau_D = \sum_i \tau_{ci}$
f_p	Frekvens för en fältändring, där $f_p = \frac{1}{4 \cdot \tau_{pmin}}$
V, V_{max}	Viktningfaktor, maximal viktningfaktor $V = \begin{cases} \sqrt{\frac{T_I}{\tau_D}} & \text{where } \sqrt{\frac{T_I}{\tau_D}} \leq V_{max} \\ V_{max} = 2.6 & \text{in all other cases} \end{cases}$
$\left \frac{dB(t)}{dt} \right _{p,max}$	Maximal tidsderivator för magnetisk flödestäthet $\left \frac{dB(t)}{dt} \right _{p,max} = \omega \hat{B} \cdot V = 2\pi \cdot f_p \cdot \sqrt{2} \cdot B \cdot V$
$\left \frac{dB(t)}{dt} \right _{p,mean}$	Genomsnittlig tidsderivator för magnetisk flödestäthet $\left \frac{dB(t)}{dt} \right _{p,mean} = \frac{\omega \hat{B} \cdot V}{\pi/2} = 4 \cdot f_p \cdot \sqrt{2} \cdot B \cdot V$

Tabell D6 – Insatsnivåer för maximal tidsderivator för magnetisk flödestäthet $\left| \frac{dB(t)}{dt} \right|_{p,mean}$ i (T/s) enligt tabell B2 i direktiv 2013/35/EU

Frekvensområde	Låg insatsnivå	Hög insatsnivå	Insatsnivå för exponering av extremiteter för ett lokalt magnetfält
1 Hz < f_p < 8 Hz	$1,8 \cdot V/f_p$	$2,7 \cdot V/f_p$	$8 \cdot V/f_p$
8 Hz < f_p < 25 Hz	$0,2 \cdot V/f_p$	$2,7 \cdot V/f_p$	$8 \cdot V/f_p$
25 Hz < f_p < 300 Hz	$0,01 \cdot V/f_p$	$2,7 \cdot V/f_p$	$8 \cdot V/f_p$
300 Hz < f_p < 3 kHz	$2,7 \cdot V/f_p$	$2,7 \cdot V/f_p$	$8 \cdot V/f_p$
3 kHz < f_p < 10 MHz	$0,001 \cdot V/f_p$	$0,001 \cdot V/f_p$	$0,003 \cdot V/f_p$

Tabell D7 – Insatsnivåer för den genomsnittliga tidsderivatorn för magnetisk flödestäthet $\left| \frac{dB(t)}{dt} \right|$ i (T/s) enligt tabell B2 i direktiv 2013/35/EU, där medelvärdet beräknats för tidsintervallet τ_p

Frekvensområde	Låg insatsnivå	Hög insatsnivå	Insatsnivå för exponering av extremiteter för ett lokalt magnetfält
1 Hz < f_p < 8 Hz	$1,15 \cdot V/f_p$	$1,7 \cdot V/f_p$	$5,1 \cdot V/f_p$
8 Hz < f_p < 25 Hz	$0,13 \cdot V/f_p$	$1,7 \cdot V/f_p$	$5,1 \cdot V/f_p$
25 Hz < f_p < 300 Hz	$6 \cdot 10^{-3} \cdot f_p \cdot V$	$1,7 \cdot V/f_p$	$5,1 \cdot V/f_p$
300 Hz < f_p < 3 kHz	$1,7 \cdot V/f_p$	$1,7 \cdot V/f_p$	$5,1 \cdot V/f_p$
3 kHz < f_p < 10 MHz	$6 \cdot 10^{-4} \cdot f_p \cdot V$	$6 \cdot 10^{-4} \cdot f_p \cdot V$	$2 \cdot 10^{-3} \cdot f_p \cdot V$

Gränsvärdena för exponering i direktiv 2013/35/EU iakttas när insatsnivåerna tillämpas för detta förfarande.

Viktningfaktorerna V , V_{\max} och tabellerna för insatsnivåerna för detta bedömningsförfarande är anpassade till kraven i direktiv 2013/35/EU.

D.3.2 Termiska effekter (100 kHz–300 GHz)

D.3.2.1 Bedömningar mot AL

För elektromagnetiska fält med icke-försumbara spektralkomponenter över 100 kHz är termiska effekter relevanta och det sammanlagda exponeringsindexet (EI) för termisk effekt ges av (ICNIRP 1998):

$$EI_{thermal,X} = \sum_{f=100 \text{ kHz}}^{300 \text{ GHz}} \frac{X_f^2}{AL(X)_{thermal,X}^2} \quad \text{Ekvation 10}$$

där X_f är amplituden (rms) vid frekvensen f , och x står för elektrisk fältstyrka, magnetisk flödestäthet eller kontaktström. $AL(X)_{thermal,X}$ är insatsnivån för termiska effekter vid frekvensen f , enligt definitionen i tabellerna B1, B2 och B3 i bilaga III till direktivet. Om jämförelsen görs mot fältstyrkan behöver X_f vara ett medelvärde för en sexminutersperiod för frekvenser under 6 GHz, eller en period vars varaktighet ges av $\tau = 68/f^{1,05}$ minutes (där f är i enheten GHz) för frekvenser över 6 GHz. För kontaktströmmar utförs summeringen endast mellan 100 kHz och 110 MHz och inget tidsmedelvärde krävs.

Den elektromagnetiska vågformens lutning påverkar inte uppvärmningen av vävnader och därför används inte weighted peak-metoden för bedömning av efterlevnad av insatsnivåer som fastställts för att undvika termiska effekter.

För RF-pulser med bärafrekvenser över 6 GHz måste den högsta strålningstätheten beräknad som ett medelvärde för pulsbredden vara under 50 kWm², vilket är 1 000 gånger AL för strålningstätheten (tabell B1 i bilaga III till direktivet).

Precis som i de icke-termiska beräkningarna, där externa fält varierar betydligt över arbetstagarens kropp, kan det vara nödvändigt att inbegripa rumsliga medelvärden för exponeringsnivåerna, som är lämpliga för den kroppsdel som nämns i den gräns som utnyttjas. Detta diskuterades i det föregående avsnittet (D2).

Bedömning mot insatsnivå (AL) för strömmar i extremiteter (10 MHz–110 MHz)

Vid bedömning av strömmar i extremiteter används samma ekvation som för de elektriska och magnetiska fälten, men endast frekvenser mellan 10 MHz och 110 MHz beaktas. Observera att $I_{L,f}^2$, kvadraten av strömmen i extremiteter vid frekvensen f , måste beräknas som ett medelvärde för en sexminutersperiod.

D.3.2.2 Bedömning mot gränsvärden för exponering (ELV)

Bedömning mot ELV för hälsoeffekter (100 kHz–300 GHz)

Så som beskrivs i (ICNIRP 1998) ges exponeringsindex för termiska hälsoeffekter av:

$$EI_{thermal,ELV} = \frac{1}{ELV(SAR)} \sum_{f=100 \text{ kHz}}^{6 \text{ GHz}} W_i \langle SAR_f \rangle + \frac{1}{ELV(S)} \sum_{f>6 \text{ GHz}}^{300 \text{ GHz}} \langle S_f \rangle \quad \text{Ekvation 11}$$

där,

$\langle SAR_f \rangle$ är specifik energiabsorption per tids- och massenhet (SAR) vid frekvensen f , i W/kg, beräknad som ett medelvärde för en sexminutersperiod.

$ELV(SAR)$ är ELV för SAR, i W kg^{-1} , i enlighet med tabell A1 i bilaga III till direktivet.

$\langle S_f \rangle$ är strålningstätheten vid frekvensen f , i Wm^{-2} , beräknad som ett medelvärde för 20 cm^2 exponerad yta under en period som ges av $\tau = 68/f^{1.05}$ minutes (där f är i enheten GHz).

$ELV(S)$ är ELV för strålningstätheten, lika med 50 Wm^{-2} , i enlighet med tabell A1 i bilaga III till direktivet.

För bedömning av lokal SAR, till skillnad från medelvärdet för hela kroppen, måste lokal SAR beräknas som ett medelvärde för 10 g sammanhängande vävnad. Det därigenom erhållna maximala SAR-värdet är det värde som ska användas i ekvation 10. I avsnitt D2 finns mer information om medelvärdesberäkning.

Bedömning mot ELV för sensorisk effekt (300 MHz–6 GHz)

Sensoriska hörsleffekter kan uppkomma vid exponering av huvudet för en pulsad mikrovågsstrålning med en frekvens mellan 300 MHz och 6 GHz. För att undvika sådana effekter måste ELV för specifik absorption iakttas, där exponeringsindexet ges av:

$$EI_{auditory ELV} = \frac{1}{ELV(SAR)} \sum_{f=300 \text{ MHz}}^{6 \text{ GHz}} SA_f \quad \text{Ekvation 12}$$

där,

SA_f är den specifika absorptionen (SA) vid frekvensen f i huvudet, i J kg^{-1} , som är lika med det maximala värdet bland medelvärdena för 10 g vävnad, och är lika med 10 mJ kg^{-1} .

D.3.3 Bedömning av elektromagnetiska fält med frekvenser mellan 100 kHz och 10 MHz

Om det finns RF-signaler med frekvenser mellan 100 kHz och 10 MHz, inklusive övertoner av grundsignaler med frekvenser under 100 kHz, måste efterlevnaden av både icke-termiska effekter och termiska effekter påvisas. Detta kan ske genom en jämförelse av interna fältvärden med relevanta ELV. Normalt jämförs dock externa fältnivåer med lämplig AL.

I figurerna 6.2 och 6.7 visas vilken bedömning som krävs beroende på källans frekvensområde (för efterlevnad av AL respektive ELV). I många fall är endast en typ av effekt (termisk eller icke-termisk) relevant på grund av källans frekvenssegenskaper. I fall då källan ligger inom frekvensområdet 100 kHz–10 MHz (visas i figurerna 6.2 och 6.7) är dock båda effekterna relevanta och därför krävs efterlevnad av båda, vilket framgår av tabell D8 (för AL).

Ett exempel är en miljö där exponeringen av en arbetstagare visats bestå av en grundsignal på 75 kHz tillsammans med betydande övertonsinnehåll vid 225 kHz, 375 kHz och 525 kHz. Eftersom alla dessa frekvenser är under 10 MHz måste de inbegripas i utvärderingen av icke-termiskt exponeringsindex för elektriska fält, för magnetiska fält och om relevant för kontaktströmmar vid alla identifierade frekvenser i frekvensområdet 1 Hz–10 MHz. Detta kan mycket väl innebära bidrag från signaler (50/60 Hz) och motsvarande övertoner. Dessutom måste signalerna 225 kHz, 375 kHz och 525 kHz inbegripas i utvärderingen av det termiska exponeringsindexet för denna miljö eftersom dessa frekvenser ligger inom frekvensområdet 100 kHz–300 GHz. Alla andra frekvenser som identifieras i detta område måste också tas med i beräkningen av det termiska exponeringsindexet. Termisk överensstämmelse med AL kan bedömas genom att använda värden för antingen extern elektrisk eller magnetisk fältstyrka men en utvärdering av exponeringsindexet för kontaktström bör göras om det är relevant. Alla exponeringsindex (icke-termisk, termisk och kontaktström) måste vara under ett. Om så inte är fallet måste restriktioner införas för arbetstagaren eller källan för att säkerställa efterlevnad. Om efterlevnad av AL inte kan uppvisas är det möjligt att efterlevnad av ELV ändå kan visas men kostnaderna för detta tillvägagångssätt kan vara betydande.

Tabell D8 – Icke-uttömmande lista med exempel och tillhörande krav för AL-efterlevnad baserad på källans frekvensområde. Förkortningar och ekvationer förklaras i följande underavsnitt.

Källans frekvensområde	Mätning som krävs	Ekvationer som ska användas	Krav för AL-efterlevnad	Exempel på källa
1 Hz till 100 kHz	B, E, I_C	Ekn 6 eller Ekn 8	$EI_{non-thermal,X}^M \leq 1$ $X = \{B, E, I_C\}$ och $M = \{(1) \text{ eller } (2)\}$	Kraftindustrins transmissionsledningar, Magnetisk partikelinduktion
100 kHz till 10 MHz	B, E, I_C	Ekn 6 eller Ekn 8 Ekn 9	Samma som ovan, plus: $EI_{thermal,X} \leq 1$ För $X = \{B, E, I_C\}$	System för elektronisk artikelövervakning, Basstationer för AM-radiosändning, Strömledning för kommunikationssystem
10 MHz till 110 MHz	B, E, I_C, I_L	Ekn 9	$EI_{thermal,X} \leq 1$ För $X = \{B, E, I_C, I_L\}$	Basstationer för FM-radiosändning, Plastsvetsmaskin
110 MHz till 300 GHz	B, E (om det är i fjärrfältet, så B eller E)	Ekn 9	$EI_{thermal,X} \leq 1$ För $X = \{B, E\}$ (om det är i fjärrfältet, så $X = \{B \text{ eller } E\}$)	Basstationer för mobilkommunikation, Militär radar

Det bör framhållas att icke-termiska effekter är omedelbara medan kroppens värme-reglerande processer innebär att de termiska effekterna är beroende av exponeringens varaktighet eller arbetskvot. För bedömning av icke-termiska hälsoeffekter används därför den maximala omedelbara exponeringen för bedömningen. För bedömning av termiska hälsoeffekter tillåter direktivet om elektromagnetiska fält att exponeringen beräknas som ett medelvärde för en sexminutersperiod och över en period om $\tau = 68/f^{0.05}$ minutes (där f är i enheten GHz) för frekvenser under respektive över 10 GHz. Om jämförelsen görs mot fältstyrkan, flödestätheten eller AL för ström i extremiteter, ska tidsmedelvärdet beräknas som kvadrerade värden.

D.4 Bedömning av exponering för statiska magnetfält

D.4.1 Inledning

De huvudsakliga effekter som induceras när en kropp eller kroppsdelar rör sig i ett statiskt magnetfält är stimulering av det perifera nervsystemet och övergående sensoriska effekter som yrsel, illamående, metallsmak och visuella förnimmelser som fosfener i näthinnan.

I direktivet om elektromagnetiska fält fastställs gränser för statiska magnetfält för två typer av arbetsförhållanden:

- normal (okontrollerad), och
- kontrollerad, där förebyggande åtgärder såsom kontroll av rörelse och tillhandahållande av information till arbetstagare har vidtagits.

Efterlevnadsbedömningen av rörelse i statiska magnetfält är beroende av arbetsmiljön, om den är normal eller kontrollerad och olika effekter kan behöva beaktas. Processen illustreras i flödesdiagrammet i figur D24. Efterlevnad under normala arbetsförhållanden säkerställer efterlevnaden under kontrollerade arbetsförhållanden. I kontrollerade arbetsmiljöer behöver dock endast efterlevnad av ELV och AL för stimulering av perifera nerver påvisas.

ELV i tabell A1 i bilaga II till direktivet om elektromagnetiska fält för magnetisk flödesdensitet gäller för statiska magnetfält. Rörelse i en statisk magnetfältsgradient inducerar lågfrekventa elektriska fält i kroppen. I detta fall ska ELV i tabellerna A2 och A3 samt AL från tabell B2 i bilaga II till direktivet om elektromagnetiska fält användas som grund för bedömning av exponeringar. Ytterligare riktlinjer för begränsning av exponering för elektriska fält som inducerats av rörelse i statiska magnetfält har publicerats (ICNIRP, 2014). Denna vägledning bygger på bästa tillgängliga rön, men vid den tidpunkt då vägledningen färdigställdes hade dessa rön inte införlivats i direktivet om elektromagnetiska fält. Värdena sammanfattas i tabell D9.

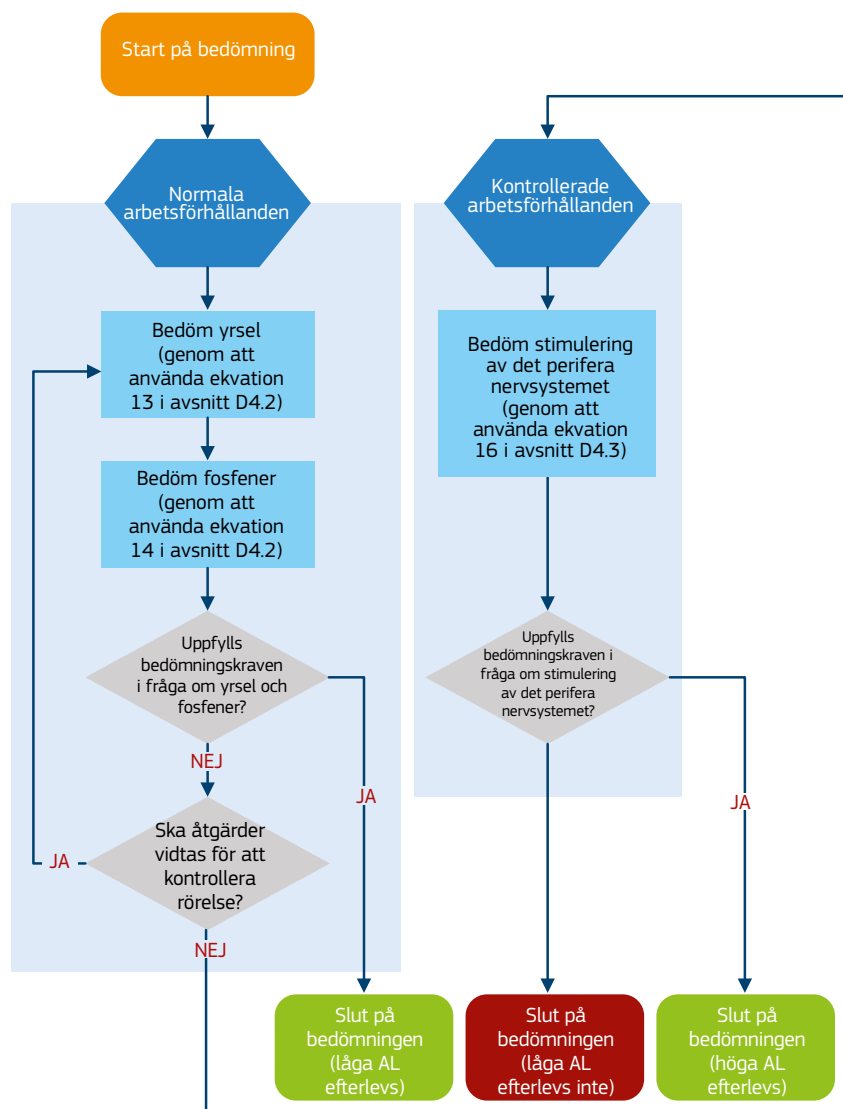
Riktlinjerna från ICNIRP är icke-bindande och en annan terminologi används än i direktivet om elektromagnetiska fält. Grundläggande begränsningar är mängder som inte bör överskridas och motsvarar begreppsmässigt gränsvärdena för exponering (ELV) i direktivet om elektromagnetiska fält. Referensvärden härleds på ett försiktigt sätt från de grundläggande begränsningarna men är fastställda i storheter som är lättare att bedöma. Referensvärden motsvarar begreppsmässigt de insatsnivåer (AL) som används i direktivet om elektromagnetiska fält.

Tabell D9 – Grundläggande begränsningar och referensvärden för begränsning av exponering i arbetet från rörelse i statiska magnetfält (från ICNIRP, 2014)

Frekvens (Hz)	Grundläggande begränsningar Intern elektrisk fältstyrka ($Vm^{-1}_{(peak)}$)		Referensnivåer Tidsderivator för magnetisk flödestäthet ($Ts^{-1}_{(peak)}$)	
	Sensoriska effekter ¹	Hälsoeffekter ²	Sensoriska effekter ¹	Hälsoeffekter ²
0–0,66	1,1	1,1	2,7	2,7
0,66–1	0,7/f	1,1	1,8/f	2,7

OBS! 1 – Begränsningar föreskrivs för att minimera fosfener under normala arbetsförhållanden.
 2 – Begränsningar föreskrivs för att minimera förekomsten av effekter på det perifera nervsystemet under kontrollerade arbetsförhållanden.
 3 – För att förhindra yrsel på grund av rörelse i statiskt magnetfält, får den maximala förändringen av magnetisk flödestäthet ΔB under en trestekundersperiod inte överstiga 2 T. I kontrollerade arbetsförhållanden får detta värde överskridas (ICNIRP 2014).

Figur D24 – Process för bedömning av efterlevnaden vid rörelse i statiska magnetfält.



D.4.2 Normala arbetsförhållanden

Under normala arbetsförhållanden bygger begränsningar för exponering från rörelse i statiska magnetfält på sensoriska effekter som yrsel, illamående och fosfener. Spektrumet av rörelseinducerade fält sträcker sig upp till 25 Hz och bör beaktas vid valet av ELV för sensoriska effekter (tabell A3 i bilaga II till direktivet om elektromagnetiska fält) och grundläggande begränsningar i ICNIRP (tabell D9). I allmänhet är det lämpligt att jämföra exponeringar med låga AL (tabell B2 i bilaga II till direktivet om elektromagnetiska fält) och referensvärdena i ICNIRP (tabell D9).

Minimera yrseffekt

Förekomsten av sensoriska effekter som yrsel och illamående på grund av rörelse i ett statiskt magnetfält kan minimeras genom att röra sig så långsamt som möjligt i fältet. För att minimera sannolikheten för yrsel och illamående ska därför inte ändringen av den magnetiska flödestätheten ΔB under en tresekundersperiod överstiga 2 T:

$$|\Delta B|_{3s} \leq 2 \text{ T} \quad \text{Ekvation 13}$$

Minimera fosfener

För att minimera förmiddelsen av fosfener ska ELV för sensoriska effekter (tabell A3 i bilaga II) och grundläggande begränsningar (tabell D9) för den interna elektriska fältstyrkan E_i användas. Eftersom den interna elektriska fältstyrkan inte enkelt kan fastställas är det i regel mer praktiskt att bedöma efterlevnaden genom att använda referensnivåer (tabell D9) och tidsderivatorn för låga AL (tabell B2 i bilaga II).

Det elektriska fält som induceras av rörelse i ett statiskt magnetfält är icke-sinusoidal med ett spektrum som sträcker sig upp till 25 Hz. Därför är det nödvändigt att beakta förekommande frekvenskomponenter genom att använda weighted peak-metoden (se bilaga D3).

Exponeringsindexet för dB/dt erhålls genom följande ekvation som bygger på en frekvensberoende och fasrelaterad viktningsfunktion:

$$EI_{movement}^{phosphene} = \text{Maximum} \left\{ \left| \sum_{f=0}^{25 \text{ Hz}} \frac{|A_f|}{RL_f} * \cos(2\pi f t + \theta_f + \varphi_f) \right| \right\} \quad \text{Ekvation 14}$$

där $|A_f|$ och θ_f är spektralkomponentens amplitud och fas vid frekvensen f för tidsderivatorn för magnetisk flödestäthet dB/dt och RL_f är referensnivån för sensoriska effekter vid den frekvensen. Fasen φ_f (filtrets så kallade fasvinkel) är en funktion av frekvensberoendet för RL_f och värdena 90° , 180° och 90° i frekvensområdena 0–0,66 Hz, 0,66–8 Hz och 8–25 Hz, där frekvensberoendet för RL_f är f^0 , $1/f$ och f^0 . Filterfunktionens fasvärden för dB/dt definieras i bilagan till ICNIRP 2010-riktlinjerna (ICNIRP, 2010) och förklaras i bilaga D3.

När man tillämpar den ovanstående ekvationen för att beräkna exponeringsindexet för dB/dt, bör man vara uppmärksam på att referensvärden för maximal dB/dt endast tillhandahålls under 1 Hz. Över 1 Hz tillhandahålls AL (tabell B2 i bilaga II) som kvadratiska medelvärden (rms) för magnetisk flödestäthet men inte som tidsderivata. Det är dock möjligt att använda dessa AL för att beräkna motsvarande RL_f för maximal dB/dt över 1 Hz:

$$\left(\frac{dB}{dt}\right)_{RL,peak} = 2\sqrt{2}\pi f B_{lowAL,rms} \quad \text{Ekvation 15}$$

där $B_{lowAL,rms}$ är de kvadratiska medelvärdena för låg AL för magnetflödestäthet vid frekvensen f och $\left(\frac{dB}{dt}\right)_{RL,peak}$ är den konverterade RL_f för maximal dB/dt vid den frekvensen.

D.4.3 Kontrollerade arbetsförhållanden

Det inducerade elektriska fältet inkluderar komponenter med frekvenser upp till 25 Hz, vilket diskuterades i avsnitt D42 ovan. Detta måste därför beaktas vid val av lämpliga ELV för hälsoeffekter (tabell A2 i bilaga II) och grundläggande begränsningar (tabell D9). Återigen är det i allmänhet lämpligare att jämföra exponeringar med höga AL (tabell B2 i bilaga II) och referensnivåer för hälsoeffekter (tabell D9).

Förebyggande av stimulering av det perifera nervsystemet

För att förebygga stimulering av det perifera nervsystemet begränsar både ICNIRP:s grundläggande begränsning och ELV för hälsoeffekter den interna elektriska fältstyrkan E_i till $1,1 \text{ Vm}^{-1}$. Motsvarande ICNIRP-referensnivåer och tidsderivatorn för höga AL har värdet $2,7 \text{ Ts}^{-1}$. Eftersom både referensnivån och tidsderivatorn för höga AL är konstanta inom det frekvensområde som är av intresse, erhålls exponeringsindexet genom att summera spektralkomponenterna vid frekvenser upp till 25 Hz utan spektralviktning av amplituden (filterfasen ϕ_f är inställd på noll för alla spektralkomponenter), men beakta spektralkomponenternas faser för dB/dt:

$$EI_{movement}^{PNS} = \frac{1}{2.7} * \text{Maximum} \left\{ \sum_{f=0}^{25 \text{ Hz}} |A_f| * \cos(2\pi f t + \theta_f) \right\} \quad \text{Ekvation 16}$$

där $|A_f|$ och θ_f är amplituden och fasen för spektralkomponenten dB/dt vid frekvensen f . Uttrycket inom hakparenteser i ekvation 16 motsvarar att ta absolutvärdet för vågformen dB/dt (därför är alla värden för dB/dt positiva). Exponeringsindexet erhålls sedan av toppvärdet från vågformen dividerat med $2,7 \text{ Ts}^{-1}$.

D.5 Osäkerhetsöverväganden

Syftet med en mätning eller beräkning är att fastställa det "verkliga värdet" ⁽¹⁾ för den storhet som undersöks och varje avvikelse tillskrivs osäkerhet.

Direktivet kräver att arbetsgivare beaktar osäkerhet och registrerar den som en del av den sammanlagda exponeringsbedömningen. Enligt artikel 4 ska man i sådana fall "vid bedömningen beakta osäkerheten vid dessa mätningar eller beräkningar,

⁽¹⁾ Själva det verkliga värdet är förknippat med osäkerhet eftersom det är en uppskattning som bygger på nuvarande kunskap och data.

såsom numeriska fel, källmodellering, fantomgeometri, samt vävnaders och materials elektriska egenskaper, som fastställts i enlighet med relevant god praxis”.

En av de största svårigheterna för en arbetsgivare vid genomförandet av en efterlevnadsbedömning är att styrka att mätningarna och/eller beräkningarna är korrekta i förhållande till AL och ELV i direktivet. En sådan garanti kan erhållas genom att identifiera källorna till osäkerhet, kvantifiera deras inflytande och visa att detta inflytande ligger inom godtagbara gränser.

Internationella standarder som ISO/IEC Guide 98-3:2008 är bra källor till praktiska råd om mätning av osäkerhet. Cenelec och andra standardiseringsorgan har offentliggjort standarder som beskriver olika alternativ för bästa praxis vid hantering av osäkerhet vid jämförelse av elektromagnetiska exponeringsmängder med gränsvärden (se bilaga H).

Helst ska osäkerheten vara liten i förhållande till skillnaden mellan det uppmätta och/eller beräknade värdet och AL eller ELV. Om osäkerheten är mycket stor blir förtroendet för bedömningen av att ett exponeringsvärde överensstämmer eller inte överensstämmer med en gräns sannolikt lägre, och det kan vara önskvärt att upprepa bedömningen med mer noggranna metoder och/eller mätutrustning för att minska osäkerheten.

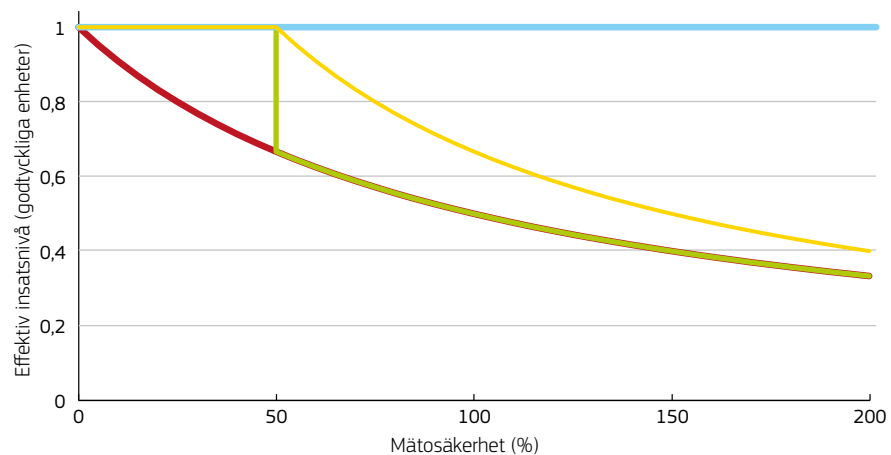
Två allmänna metoder är erkända för att avhjälpa osäkerhet i efterlevnadsbedömningen, som vardera har sina styrkor och svagheter. Den första metoden är direkt jämförelse eller ”delad risk”, där det uppmätta eller beräknade värdet jämförs direkt med AL eller ELV. Den andra metoden är den additiva metoden där osäkerheten adderas till det uppmätta eller beräknade värdet innan det jämförs med lämplig AL eller ELV. Båda metoderna innebär en noggrann bedömning av osäkerheten, men den andra är mer öppen till sin natur.

Olika kombinationer av dessa båda metoder kan användas och valet av en viss metod beror troligen på faktorer som nationell praxis eller omständigheterna för exponeringen. Effekten av olika metoder illustreras i figur D25. Andra metoder kan vara berättigade när osäkerheten inte är alltför stor därför att AL och ELV härleds från begränsningar som inbegriper minskningsfaktorer för att se till att det finns tillräcklig säkerhetsmarginal för att förhindra sensoriska effekter eller hälsoeffekter.

D.5.1 Osäkerheter i fråga om mätningar

Osäkerheten i ett mätsystem brukar uppstå av en kombination av faktorer, bland annat systematiska fel som är relaterade till mätinstrumentets prestanda och slumpmässiga fel som kan uppkomma på grund av det sätt som mätningen utförs på. Det är viktigt att känna till att potentiella felkällor kan identifieras och att den maximala osäkerheten för var och en av dem kan kvantifieras. Kvantitativa uppskattningar av osäkerheten görs i allmänhet på två sätt. De kan härledas från statistisk utvärdering av upprepade avläsningar (kallas typ A-utvärdering) eller uppskattas med hjälp av en rad olika andra uppgifter såsom tidigare erfarenhet, kalibreringscertifikat, tillverkarens specifikationer, publicerad information, beräkningar och sunt förnuft (kallas typ B-utvärdering).

Figur D25 – Jämförelse av olika metoder att hantera osäkerhet. Den blå linjen visar effekten av att bortse från osäkerhet. Den röda linjen visar effekten av att tillämpa den additiva metoden. Den gröna linjen illustrerar ett exempel på metoden för delad risk – i detta fall jämförs det uppmätta värdet direkt, förutsatt att osäkerheten är mindre än 50 % – om osäkerheten överskrider detta värde bör man byta till den additiva metoden. Den gula linjen illustrerar en alternativ metod för delad risk – om osäkerheten överstiger 50 % tillämpas en additiv metod från och med den punkten.



När alla enskilda felkällor har identifierats och de resulterande osäkerheterna kvantifierats, kan den kumulativa effekten beräknas genom att följa etablerade regler för utbredningsosäkerhet. Detta ger möjlighet att uppskatta den totala osäkerhet som är förknippad med en mätning, vilket kan uttryckas som ett konfidensintervall. Konfidensprocentsatsen för konfidensintervallet erhålls genom att tillämpa en täckningsfaktor, k , som är relaterad till en klockformad sannolikhetskurva. $k = 1$ motsvarar 68 % konfidens, $k = 2$ motsvarar 95 %, $k = 3$ motsvarar 99,7 %.

Utvärderingen av mätosäkerheten kan vara komplicerad i många arbetsmiljöer, där en metod inte är tillämplig på alla situationer. Det finns dock olika metoder som allmänt betraktas som bra praxis, t.ex. att använda instrument med låg mätosäkerhet och se till att spårbara kalibreringar används för mätutrustningen (reducerar de systematiska felen). Tillämpning av bra mättekniker såsom att upprepa mätningar och beräkna medelvärdet under en bedömning kan användas för att minska slumpmässiga fel.

I många av Cenelecs produktstandarder tenderar man att använda en hybridmetod varigenom en mätning kan jämföras direkt med gränsvärden, förutsatt att en given maximal osäkerhetsnivå inte överskrider. Om den maximala nivån överskrider inräknas osäkerheten direkt i mät- eller gränsvärdena för att göra efterlevnadskriterierna mer strikta och kompensera för den större osäkerheten.

I allmänhet är de maximalt tillåtna osäkerhetsvärdena för mätning av elektromagnetiska fält av samma storleksordning som de noggrannhets- och precisionsvärden som uppnås med den mätutrustning och de kalibreringsförfaranden som vanligen används.

Tekniska standarder är användbara källor till information om att kombinera olika osäkerhetselement för att få en sammanlagd uppskattning. Osäkerhetsbudgetar kan vara ett användbart verktyg för bedömning av osäkerhet för exponering för elektromagnetiska fält och de diskuteras i olika produktstandarder i samband med

elektromagnetiska fält. Ett bra exempel finns i EN 50413, en generell mätstandard som kan användas i situationer där ingen teknik- eller branschspecifik standard är tillgänglig.

Försiktighet bör iaktas när ett tillåtligt osäkerhetsintervall tillämpas för att säkerställa att en arbetstagares exponering inte överskrider direktivets insatsnivåer (AL) eller gränsvärden för exponering (ELV). Enligt artikel 5 i direktivet får arbetstagare "inte utsättas för värden som överskrider ELV för hälsoeffekter och ELV för sensoriska effekter, såvida inte villkoren enligt antingen artikel 10.1 a eller c, eller artikel 3.3 eller 3.4 är uppfyllda. Om ELV för hälsoeffekter och ELV för sensoriska effekter, trots de åtgärder som arbetsgivaren vidtagit för att tillämpa detta direktiv, har överskridits, ska arbetsgivaren omedelbart vidta ytterligare åtgärder för att minska exponeringen så att den hamnar under dessa ELV.

D.5.2 Osäkerheter i exponeringsberäkningar

Vid beräkningar av intern och extern exponering kan det finnas många källor till numeriska fel om modellerna inte är korrekt utformade. Därför är det viktigt att undersöka den osäkerhet som är förknippad med dosimetrin. De olika källorna till osäkerhet kan delas upp i tre kategorier, som beskrivs i följande avsnitt.

D.5.2.1 Osäkerheter relaterade till numeriska metoder

Ett exempel är de fel som är förknippade med beräkning av en intern dosmängd, exempelvis SAR. SAR-värdet kräver att det elektriska fältet i kroppen beräknats korrekt i fråga om storlek och fördelning. Om det krävs att man beräknar medelvärdet för ett maximalt rumsligt värde i en viss massa, t.ex. 10 g sammanhängande område såsom anges i bilaga III till direktivet, uppkommer fel om SAR utvärderas för t.ex. en kub. Om gränsvillkoren för den numeriska simuleringen är felaktigt inställda, uppkommer fel i lösningen genom den artefaktiska reflexionen av det elektromagnetiska fältet tillbaka till beräkningsdomänen. Dessutom kan diskretiseringen av lösningen, t.ex. att exponeringssituationen representeras i kuber, leda till s.k. "staircasing errors" som ger betydande problem i beräkningar för låg frekvens.

D.5.2.2 Osäkerheter relaterade till modellen av den elektromagnetiska anordningen

För att simulera exponeringssituationen måste man skapa en modell som representerar den anordning som alstrar det elektromagnetiska fältet. I sådana fall kan fel introduceras i lösningen om anordningens dimensioner, position, uteffekt, utsläppskarakteristik etc. är dåligt återgivna. Anordningens position är särskilt viktig om fältkällan är nära kroppen, eftersom det fält som alstras av de flesta anordningar minskar snabbt med ökat avstånd.

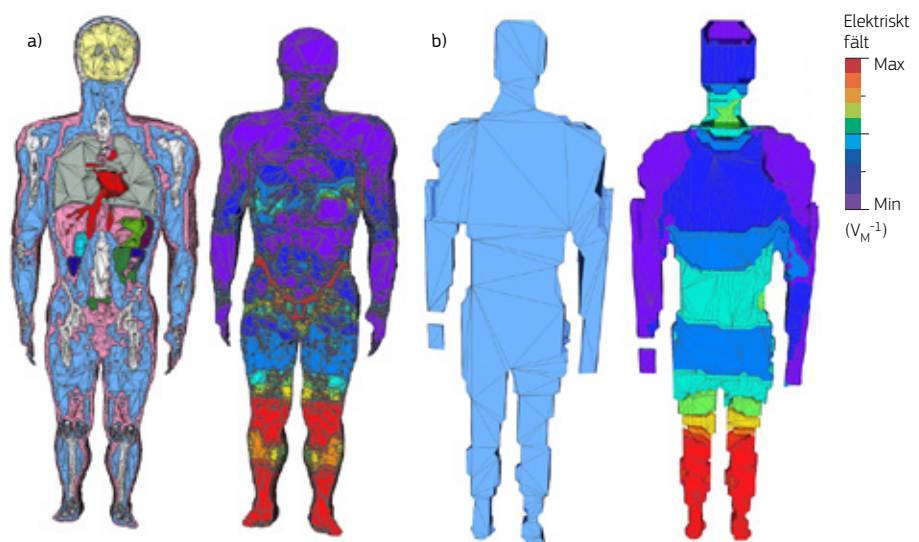
D.5.2.3 Osäkerheter relaterade till modellen av människokroppen

Om kroppsmodellen inte är representativ för den exponerade arbetstagaren när det gäller anatomi och ställning etc. kan fel introduceras i resultaten. Exempelvis kan en enkel homogen modell av kroppen leda till betydligt annorlunda värden för de interna dosmängderna, t.ex. inducerade elektriska fält och SAR, jämfört med beräkningar som utförs med anatomiskt realistiska heterogena modeller. När enkla modeller av människokroppen används i numeriska simuleringar kan de dessutom ge upphov till artificiella fenomen som att maximal lokal SAR eller inducerade elektriska fält förekommer djupt inne i kroppen (figur D26).

Följande metoder rekommenderas för att begränsa uppkomsten av oriktigheter i beräkningarna av dosmängder:

- Jämförelse av de erhållna resultaten med andra numeriska metoder för samma exponeringssituation. Om likartade resultat erhålls kan detta utgöra en validering av den numeriska simulering som används för en viss exponeringskonfiguration.
- Jämförelser av numeriska resultat med mätningar. Simuleringar av externa fältstorheter som elektriska och magnetiska fältstyrkor bör jämföras med uppmätta värden om det finns sådana för att validera modellen av källan till de elektromagnetiska fälten.
- Jämförelser av resultat från olika organisationer (jämförelser mellan laboratorier). Jämförelser av numeriska resultat med andra publicerade data från samma eller liknande exponeringskonfiguration kan ge bedömare större tillförsikt om att de producerade resultaten är giltiga.
- Konvergenstest. De numeriska metoder som används för att beräkna interna dosmängder i kroppen är ofta iterativa (t.ex. FDTD-metoden, SPFD-metoden, FEM etc.) och brukar därför konvergera till en lösning. Om en lösningens konvergens och stabilitet är dålig, är det högst troligt att de erhållna resultaten från simuleringen är felaktiga.

Figur D26 – Distributionen av ett inducerat elektriskt fält från exponering för ett externt elektriskt fält på 50 Hz i upplösningen a) 2 mm, heterogen modell av människokroppen av hög kvalitet, b) 16 mm, homogen modell av människokroppen av låg kvalitet. Användningen av homogena modeller av människokroppen av dålig kvalitet och i låg upplösning kan introducera fel i de beräknade värdena.



Huvudbudskap: osäkerhet

Alla mätningar och beräkningar är förknippade med osäkerheter och dessa bör alltid kvantifieras och beaktas när resultaten tolkas. Sättet att hantera osäkerheten varierar beroende på nationell lagstiftning och praxis. Det innebär ofta metoden "delad risk", men en del myndigheter kan kräva att den additiva metoden används.

APPENDIX E

INDIREKTA EFFEKTER OCH ARBETSTAGARE SOM ÄR UTSATTA FÖR SÄRSKILDA RISKER

Enligt direktivet om elektromagnetiska fält ska arbetsgivare när de genomför riskbedömningar beakta både indirekta effekter och arbetstagare som är utsatta för särskilda risker. Med de tre undantag som förtecknas i tabell E1 nedan (se avsnitt 6.2) föreskrivs inga insatsnivåer (AL) eller andra riktlinjer om vad som utgör ett säkert fältförhållande. I denna bilaga förklaras svårigheterna att definiera säkra fältförhållanden närmare och ytterligare vägledning ges till arbetsgivare som behöver bedöma riskerna i dessa situationer.

Tabell E1 – Insatsnivåer (AL) för indirekta effekter som behandlas närmare i denna vägledning

AL för indirekta effekter	Avsnitt
Interferens med aktiva inopererade medicinska enheter från statiska magnetfält	6.2.1
Attraktionskraft och projektilrisk från statiska magnetfält	6.2.1
Kontaktströmmar från tidsvarierande fält < 110 MHz	6.2.2

E.1 Indirekta effekter

Indirekta effekter uppkommer när det finns ett föremål i ett elektromagnetiskt fält som orsakar en säkerhets- och hälsorisk. I direktivet om elektromagnetiska fält identifieras fem indirekta effekter som ska beaktas i en riskbedömning:

- Interferens med medicinsk elektronisk utrustning.
- Projektilrisker från ferromagnetiska föremål i statiska magnetfält.
- Utlösning av elektroexplosiv apparatur (detonatorer).
- Antändning av brandfarlig omgivningsluft.
- Kontaktströmmar.

Dessutom ska hänsyn tas till alla andra indirekta effekter som kan förekomma (se avsnitt E1.6).

I allmänhet uppkommer indirekta effekter endast under särskilda förhållanden och det är ofta okomplicerat att fastställa att dessa förhållanden inte förekommer på en viss arbetsplats, vilket innebär att risken redan är minimal. Ibland är det dock inte så och i dessa situationer krävs det en mer utförlig bedömning.

E.1.1 Interferens med medicinsk elektronisk utrustning

Elektromagnetiska fält kan eventuellt orsaka interferens med korrekt fungerande medicinsk elektronisk utrustning på samma sätt som de kan orsaka interferens med annan elektronisk utrustning. En sådan utrustning kan dock ha en livsviktig funktion i medicinsk behandling och därför kan konsekvenserna av interferens bli allvarliga.

Sedan den 30 juni 2001 har all medicinsk elektronisk utrustning som släppts ut på marknaden eller tagits i drift i Europeiska unionen varit tvungen att uppfylla de *väsentliga kraven* i direktivet om medicintekniska produkter (93/42/EEG i ändrad lydelse). I praktiken uppfyller många av de utrustningar som tagits i drift efter den 1 januari 1995 också kraven i direktivet om medicintekniska produkter.

I dessa väsentliga krav ingår att enheterna måste vara utformade och tillverkade på ett sådant sätt att de risker som är förknippade med rimligt förutsebara miljöförhållanden såsom magnetfält, externa elektriska influenser och elektrostatisk urladdning har undanröjts eller minimerats.

I praktiken uppnår tillverkare överensstämmelse med väsentliga krav i direktivet om medicintekniska produkter genom att tillverka sina produkter i överensstämmelse med en lämplig harmoniserad standard. När det gäller okänslighet för interferens är den viktigaste standarden EN 60601-1-2, men det kan också finnas krav i specifika standarder. De väsentliga kraven när det gäller okänslighet för elektromagnetiska fält är desamma i direktivet om medicintekniska produkter och direktivet om aktiva medicintekniska produkter för implantation (se nedan) men detta gäller inte för tolkningen av de harmoniserade standarderna. I versionerna av EN60601-1-2 till och med version 3 (2007) krävdes att väsentliga funktioner hos utrustningen inte skulle äventyras genom exponering för

- magnetiska fält med effektfrekvenser upp till 3 A/m (3,8 μ T),
- elektriska fältstyrkor upp till 3 V/m vid frekvenser från 80 MHz till 2,5 GHz (fält brukar vara amplitudmodulerade vid 1 kHz),
- för livsuppehållande utrustning ökas kravet på okänslighet för elektriska fältstyrkor på mellan 80 MHz och 2,5 GHz till 10 V/m.

Dessa värden utgör en grund för bedömningen av risken för interferens med medicinsk elektronisk utrustning.

I version 4 (2014) av EN60601-1-2 tas frågan om konsekvens mellan direktivet om medicintekniska produkter och direktivet om aktiva medicintekniska produkter för implantation upp. Det ålägger tillverkare att ange lämpliga miljöer för användning och att öka okänslighetsnivåerna för enheter som är avsedda att användas i hemlik vårdmiljö.

Standarden godkänner också att uppnåendet av dessa okänslighetsnivåer kan vara svårt för utrustning som är avsedd för övervakning av fysiologiska parametrar. Därför sänks kraven på okänsligheten hos denna utrustning i förväntan om att den kommer att användas i en miljö med låga fält.

E.1.2 Projekttilrisker från ferromagnetiska föremål i statiska magnetfält

I starka statiska magnetfält kan ferromagnetiska föremål utsättas för starka attraherande krafter som kan leda till att föremålet flyttas. Under rätt omständigheter utgör denna rörelse en projekttilrisk. Risken för rörelse beror på en rad faktorer, bland annat magnetfältets gradient, föremålets massa och form samt det material som det är tillverkat av.

I direktivet om elektromagnetiska fält anges en insatsnivå (AL) på 3 mT för att förebygga projekttilrisken för ferromagnetiska föremål i närfältet för källor till starka statiska magnetfält (> 100 mT).

E.1.3 Utlösning av elektroexplosiv apparatur (detonatorer)

Det är ett välkänt faktum att elektromagnetiska fält under rätt omständigheter kan utlösa elektroexplosiv apparatur (detonatorer). Denna effekt är beroende av att det på

arbetsplatsen finns både elektroexplosiv apparatur och tillräckliga fältstyrkor för att utlösa dem. På de flesta arbetsplatser är det därför osannolikt att detta är ett problem men frågan kan behöva beaktas av vissa arbetsgivare, exempelvis inom försvarssektorn.

Eftersom elektroexplosiv apparatur utgör en risk även i avsaknad av elektromagnetiska fält är förekomsten och lagring av dem strikt kontrollerad, med restriktioner för de aktiviteter som får äga rum i deras närhet, inklusive genereringen av elektromagnetiska fält.

Det finns en europeisk teknisk rapport (CLC/TR 50426) som ger riktlinjer för bedömningar av risken för utlösning av anordningar med exploderande brygga. Rapporten innehåller metoder för att bedöma risken för att tillräcklig energi kan extraheras från fältet för att orsaka en utlösning.

En annan europeisk teknisk rapport som kan vara användbar är CLC/TR 50404. Den innehåller riktlinjer för bedömning av riskerna och åtgärder för att undvika att explosiva material utlöses av statisk elektricitet.

E.1.4 Bränder och explosioner på grund av antändning av brandfarlig luft

Det är välkänt att elektromagnetiska fälts interaktion med föremål kan leda till generering av gnisturladdningar som kan antända brandfarlig luft. Eftersom denna effekt kräver att det finns både brandfarlig luft och fältstyrkor som är tillräckligt kraftiga för att antända den, är detta sannolikt inte en fråga för flertalet arbetsplatser. Den kan dock behöva beaktas av arbetsgivare inom vissa sektorer.

Brandfarlig luft kan utgöra en risk för antändning från en rad olika källor och därför är den normala strategin att identifiera områden där det kan finnas luft med sådana egenskaper och införa restriktioner för aktiviteterna i dessa områden. Dessa restriktioner inbegriper normalt begränsningar för genereringen av elektromagnetiska fält inom området.

Det finns en europeisk teknisk rapport (CLC/TR 50427) som ger riktlinjer för bedömningar av risken för oavsiktlig antändning av brandfarlig luft genom radiofrekventa elektromagnetiska fält. Rapporten tillhandahåller metoder för att bedöma den energi som kan extraheras från fältet och jämföra den med den energi som krävs för att antända olika klasser av brandfarliga material.

En annan europeisk teknisk rapport som kan vara användbar är CLC/TR 50404. Den innehåller riktlinjer för bedömning av riskerna och åtgärder för att undvika att brandfarlig luft antänds av statisk elektricitet.

E.1.5 Kontaktströmmar

Kontakt mellan en person och ett ledande föremål i ett elektromagnetiskt fält, där en av dem är jordad och den andra inte, kan leda till ett strömflöde till jorden genom kontaktpunkten. Detta kan leda till chocker och brännskador.

I direktivet om elektromagnetiska fält anges insatsnivåer (AL) för kontaktström som är avsedda att hindra smärtsamma chocker. Det är möjligt att den person som rör vid föremålet ändå förnimmer interaktion vid kontaktströmmar under AL. Dessa är visserligen inte farliga men de kan vara irriterande och kan minimeras genom att följa råden i avsnitt 9.4.8.

E.1.6 Ospecificerade indirekta effekter

Dessutom ska hänsyn tas till alla andra indirekta effekter som kan förekomma. De interaktioner som ska beaktas är bland annat följande:

- Interaktion av fält med skärmning eller metallföremål i arbetsmiljön som leder till uppvärmning och termiska faror.
- Interaktion av fält med elektroniska system och kontrollsystem på arbetsplatsen som leder till störningar och felfunktion.
- Interaktion av fält med metallföremål eller komponenter som bärs på eller nära kroppen.
- Interaktion av fält med elektroniska komponenter eller utrustning som bärs på eller nära kroppen.

E.2 Arbetstagare som är utsatta för särskilda risker

I direktivet om elektromagnetiska fält identifieras fyra grupper av arbetstagare som kan vara utsatta för särskilda risker på grund av elektromagnetiska fält på arbetsplatsen:

- Arbetstagare med aktiva inopererade medicinska enheter.
- Arbetstagare med passiva inopererade medicinska enheter.
- Arbetstagare med medicinska enheter som bärs på kroppen.
- Gravida arbetstagare.

Arbetsgivare bör vara medvetna om att det kan förekomma särskilda risker för hittills ospecificerade grupper av arbetstagare (se avsnitt E2.5).

Dessa arbetstagare kanske inte är tillräckligt skyddade av de insatsnivåer och gränsvärden för exponering som anges i direktivet. Om arbetsgivare fastställer att det kan finnas risker för dessa grupper av arbetstagare bör arbetstagare utbildas och besökare informeras. I detta bör ingå att uppmuntra arbetstagarna att anmäla sig till ledningen så att en särskild riskbedömning kan genomföras.

E.2.1 Arbetstagare med aktiva inopererade medicinska enheter (AIMD)

E.2.1.1 Bakgrund

Det finns många aktiva enheter som kan vara inopererade i människor av medicinska skäl. Bland annat följande:

- Pacemakrar
- Defibrillatorer
- Hörselimplantat
- Hjärnstamsimplantat
- Proteser i innerörat
- Neurostimulatorer
- Infusionspumpar för läkemedel
- Näthinnekodare

I regel är enheter som har ledningar som ansluts till patienten för förnimmelse eller stimulering mer känsliga för störningar än de som inte har det. Det beror på att ledningarna bildar en slinga som kan koppla till det elektromagnetiska fältet. Även bland enheter med ledningar kan känsligheten variera beroende på funktion och omständigheter. Enheter som är utformade för att avkänna neurofysiologiska signaler i kroppen är troligen de mest känsliga för störningar eftersom de är utformade för att vara känsliga för små förändringar i ledningarnas spänning. Sådana spänningsändringar kan lätt genereras av interaktion med fält, men storleken på den inducerade spänningen beror på längden, typen och positionen av ledningarna i kroppen. Enheter med en enda ledning som kan bilda en

stor effektiv slinga kopplar i regel starkt till fältet, medan bipolära enheter i allmänhet är mindre känsliga eftersom de bildar mindre effektiva slingor.

Pacemakrar har i regel en reed-omkopplare (en typ av magnetisk omkopplare) som kan aktiveras av starka magnetfält så att enheten slås om från läget "demand" till "pacing". En del AIMD är utformade så att de känner av radiofrekvens eller induktivt kopplade signaler för programmeringsändamål, medan andra som t.ex. hörselimplantat kan använda induktiv koppling som en del av den normala funktionen. Alla dessa enheter är utformade för att vara känsliga för externa fält och är följaktligen känsliga för interferens när specifika fält förekommer.

Sedan den 1 januari 1995 har all medicinsk utrustning som släppts ut på marknaden i Europeiska unionen varit tvungen att uppfylla de väsentliga kraven i direktivet om aktiva medicintekniska produkter för implantation (90/385/EEG i ändrad lydelse). I dessa väsentliga krav ingår att enheterna måste vara utformade och tillverkade på ett sådant sätt att de risker som är förknippade med rimligt förutsebara miljöförhållanden såsom magnetfält, externa elektriska influenser och elektrostatisk urladdning har undanröjts eller minimerats.

I praktiken uppnår tillverkare överensstämmelse med väsentliga krav i direktivet om aktiva medicintekniska produkter för implantation genom att tillverka sina produkter i överensstämmelse med en lämplig harmoniserad standard. Relevanta harmoniserade standarder är bland annat EN45502-1 och EN45502-2-X-serien av specifika standarder. Tålighetskraven i dessa standarder härleds från de referensnivåer som anges i rådets rekommendation 1999/519/EG, men utan krav på beräkning av tidsmedelvärden för radiofrekventa fält och med antagandet att den inopererade enheten följer god medicinsk praxis.

E.2.1.2 Bedömningsriktlinjer

Grundläggande förhållningssätt

Det första steget är att överväga vilken utrustning och vilka aktiviteter som förekommer på arbetsplatsen och om det är känt att några arbetstagare bär aktiva inopererade medicinska enheter. Det bör noteras att det inte är alla anställda som talar om att de bär aktiva inopererade medicinska enheter och att det finns en del belegg för att upp till 50 % av de anställda kan vägra att lämna denna information av rädsla för att det kan påverka deras anställning. Arbetsgivare måste ta hänsyn till denna tveksamhet när de söker information.

Om endast utrustning och aktiviteter som förtecknas i kolumn 1 i tabell 3.2 förekommer, krävs det normalt inte någon ytterligare åtgärd annat än om det fastställs att en arbetstagare har en ovanligt känslig aktiv inopererad medicinsk enhet (se ovan).

Om det inte går att identifiera arbetstagare som har en aktiv inopererad medicinsk enhet, krävs det normalt inte ytterligare åtgärder men arbetsgivare bör fortsätta vara uppmärksamma på att det är möjligt att nya arbetstagare eller besökare bär en sådan enhet eller att befintliga arbetstagare har en sådan enhet.

Om arbetstagare med en aktiv inopererad medicinsk enhet identifieras bör arbetsgivaren samla in så mycket information om enheten eller enheterna som möjligt. Arbetstagaren bör samarbeta i denna process och man bör om möjligt samråda med en läkare inom företagshälsovården och/eller den läkare som ansvarar för arbetstagarens vård.

Om arbetstagaren har en äldre enhet eller har fått särskilda varningar om att deras aktiva inopererade medicinska enhet är utformad så att den är ovanligt känslig, är det nödvändigt att genomföra en särskild bedömning. Bedömningen bör bygga på enhetens kända egenskaper.

I de flesta andra situationer bör det vara möjligt att genomföra en allmän bedömning, vilket diskuteras nedan. Om detta visar att arbetstagarens normala aktiviteter kan leda till ett farligt förhållande brukar den enklaste lösningen vara att anpassa arbetsstället eller arbetsaktiviteterna. Om detta är svårt kanske arbetsgivaren vill överväga en särskild bedömning.

Äldre aktiva inopererade medicinska enheter

Äldre aktiva implantat från tiden före den 1 januari 1995 kanske inte har samma tålighet för interferens från elektromagnetiska fält som moderna enheter. Det är inte känt hur många av dessa äldre enheter som fortfarande är i bruk. Batterierna som driver den aktiva inopererade medicinska enheten har begränsad livslängd och hela enheten eller delar av den kan komma att bytas tillsammans med batterierna. Exempelvis är det normal praxis för pacemakrar att byta hela pulsgenerators tillsammans med batterierna, även om vissa delar som t.ex. ledningarna normalt lämnas kvar. Pacemakrar utgör fortfarande majoriteten av implantaten och det var säkerligen så också före 1995. Dessa äldre pacemakrar påverkades troligen inte av statiska magnetfält på mindre än 0,5 mT, elektriska fält med lägre frekvens än 2 kV/m eller magnetiska fält med lägre frekvens än 20 μ T.

Särskilda varningar

Alla patienter som har en aktiv inopererad medicinsk enhet får allmänna varningar om att undvika situationer som kan leda till interferens. Dessa varningar ska följas men påverkar inte bedömningen av risker om den allmänna bedömningsstrategi som beskrivs nedan används. Ibland kan det dock finnas medicinska skäl för att operera in en aktiv medicinsk enhet på ett icke-standardiserat sätt eller att använda icke-standardiserade inställningar och detta förhållande kan kräva särskilda varningar. Detta kan också inträffa på grund av patientens kliniska situation. Om särskilda varningar har tagits emot är det nödvändigt att genomföra en särskild bedömning.

Allmän bedömning

Strategin för den allmänna bedömningen följer den som anges i EN50527-1 och bygger på tålighetskraven i de harmoniserade standarderna för aktiva inopererade medicinska enheter. Därför bör störning inte uppkomma förutsatt att andra fält än statiska magnetfält inte överskrider de ögonblickliga värden som anges som referensvärden i rådets rekommendation 1999/519/EG. Aktiva inopererade medicinska enheter bör också vara opåverkade av magnetfält på mindre än 0,5 mT.

Särskild bedömning

I vissa situationer kan det vara nödvändigt att genomföra en särskild bedömning. Detta krävs förmodligen om

- arbetstagare har äldre aktiva inopererade medicinska enheter (se nedan),
- arbetstagare har fått särskilda varningar,
- det är svårt att göra justeringar av arbetsstället eller arbetsaktiviteten för att se till att exponeringen inte överskrider referensnivåerna i rådets rekommendation 1999/519/EG.

Mer information om särskilda bedömningar finns i bilaga A till EN50527-1. Ytterligare riktlinjer är också tillgängliga i dokumentet BGI/GUV-I 5111 från det tyska organet för olycksfallsförsäkring.

E.2.2 Arbetstagare med passiva inopererade medicinska enheter

En rad olika medicinska implantat kan vara av metall. Konstgjorda leder, stift, plattor, skruvar, kirurgiska klämmor, åderbråcksklämmor, stent, hjärtklaffsprotoser, annuloplastingar, p-stavar av metall, aktiva inopererade medicinska enheter och tandfyllningar.

Om dessa enheter är tillverkade av ferromagnetiska material kan de utsättas för vridningar och krafter i närvaro av starka statiska magnetfält. Beläggen hittills tyder på att statiska magnetiska flödestätheter på 0,5 mT eller därunder inte utövar tillräcklig effekt för att utgöra en hälsofara (ICNIRP, 2009). Detta överensstämmer med den insatsnivå (AL) som anges i direktivet om elektromagnetiska fält för att förhindra störning av aktiva inopererade medicinska enheter i statiska magnetfält.

I tidsvarierande fält kan metallimplantat störa det inducerade elektriska fältet i kroppen, vilket leder till lokala områden med starka fält. Dessutom kan metallimplantat bli induktivt uppvärmda, vilket leder till uppvärmning och därav följande termisk skada på de omgivande vävnaderna. Detta kan till sist leda till fel på implantatet.

Det finns lite data att bygga en bedömning av risken för dem som bär passiva implantat. En faktor att överväga är de elektromagnetiska fältens frekvens eftersom fältets penetration i kroppen minskar med ökande frekvens, så att det är mycket liten eller ingen interaktion mellan frekvens med höga fält och flertalet implantat, som finns i en massa av omgivande vävnad.

Induktiv uppvärmning som är tillräcklig för att orsaka termisk skada i de omgivande vävnaderna beror på om fältet utövar tillräcklig kraft. Detta påverkas av implantatets dimensioner och massa samt styrkan och frekvensen på det tillgängliga fältet. Efterlevnaden av rådets rekommendation 1999/519/EG borde normalt förväntas ge tillräckligt skydd, medan starkare fält kan vara motiverade under vissa omständigheter.

E.2.3 Arbetstagare med medicinska enheter som bärs på kroppen

Medicinska enheter som bärs på kroppen omfattas av direktivet om medicintekniska produkter (93/42/EEG i ändrad lydelse). I avsaknad av mer specifik information är därför bedömningsövervägandena samma som för interferens med annan medicinsk elektronisk utrustning som diskuterats i avsnitt E1.1.

I allmänhet väntas enheter som bärs på kroppen inte vara mer känsliga än aktiva inopererade medicinska enheter och enheter som inte är utformade för att känna av fysiologiska parametrar kan vara mindre känsliga än vissa aktiva inopererade medicinska enheter. Därför är det alltid tillrådligt att kontakta tillverkaren och begära information om tåligheten för interferens.

E.2.4 Gravida arbetstagare

Det har förekommit rapporter om negativa effekter till följd av exponering under graviditeten för lågfrekventa magnetfält. Sammantaget anses dock bevisen för ett samband mellan dessa effekter och exponering för lågfrekventa fält vara mycket svaga (ICNIRP, 2010). Trots detta har en expertgrupp ansett att fostrets nervsystem under utveckling skulle kunna vara känsligt för inducerade tidsvarierande elektriska fält (NRPB, 2004). Samma grupp drog slutsatsen att begränsning av de inducerade elektriska fältstyrkorna till omkring 20 mV/m borde ge tillräckligt skydd för fostrets nervsystem under utveckling. Det beräknades att detta kunde uppnås genom efterlevnad av de referensnivåer för lågfrekventa fält som anges i rådets rekommendation 1999/519/EG.

Det finns övertygande bevis för att temperaturökningen i moderns kropp kan påverka graviditetens utveckling negativt och att det centrala nervsystemet tycks vara särskilt känsligt. Man har dragit slutsatsen att begränsning av SAR-medelvärdet för hela kroppen till 0,1 W/kg hos gravida kvinnor borde ge tillräckligt skydd (NRPB, 2004). Detta liknar den grundläggande begränsningen för radiofrekvent exponering till 0,08 W/kg som anges i rådets rekommendation 1999/519/EG.

För de flesta arbetsgivare är det därför ett pragmatiskt förhållningssätt att begränsa exponeringen av gravida arbetstagare genom att använda referensvärdena i rådets rekommendation 1999/519/EG. Detta bör ge tillräckligt skydd vid både låga och höga frekvenser.

E.2.5 Ospecifierade arbetstagare som är utsatta för särskilda risker

Arbetsgivare bör vara medvetna om att det för närvarande kan finnas ospecificerade grupper av arbetstagare som kan vara utsatta för särskilda risker, t.ex. arbetstagare som tar vissa läkemedel för kända medicinska tillstånd.

APPENDIX F

RIKTLINJER FÖR MRT

MRT är en viktig medicinsk teknik som har blivit av stor betydelse för diagnos och behandling av sjukdomar och som är ett värdefullt verktyg inom medicinsk forskning. Tekniken är allmänt använd i hela Europeiska unionen och tiotals miljoner skanningar utförs varje år. Den innebär avsiktlig exponering av patienter eller försökspersoner för starka elektromagnetiska fält för att generera detaljerade bilder, inklusive kartläggning av hjärnans metabolism och aktivitet. MRT är visserligen ett komplement till andra bildtagningstekniker, t.ex. datortomografi, men MRT har den fördelen att den inte medför exponering för joniserande strålning och inte har några kända långsiktiga hälsoeffekter.

Exponeringar av patienter och försökspersoner för elektromagnetiska fält i skannern omfattas inte av direktivet om elektromagnetiska fält. Det elektromagnetiska fältets distribution i skannern styrs framför allt av hänsyn till skanningseffektivitet och bildkvalitet. Dessutom strävar tillverkare efter att minimera utsträckningen av strömfält utanför skannern för att därigenom minska exponeringen av personal som arbetar runt utrustningen. Statiska magnetfält kan överskrida insatsnivåerna (AL) för indirekta effekter (se kapitel 6). Dessutom kan arbetstagare under vissa omständigheter ändå exponeras för fält som överskrider ett gränsvärde för exponering (ELV) (se tabell F1). Härledningen av ELV inbegriper en säkerhetsmarginal, vilket innebär att exponering över ELV inte får framkalla effekter hos arbetstagare. Det anses säkert att rutinmässigt exponera patienter och försökspersoner för intensiva fält inuti en MRT-skanner (ICNIRP 2004, 2009).

MRT:s värde som väsentlig teknik inom hälso- och sjukvårdssektorn är välkänd och i artikel 10 i direktivet om elektromagnetiska fält beviljas ett villkorligt undantag från kravet att iaktta ELV. Denna vägledning har utarbetats i samråd med intressenter från MRT-branschen för att ge praktisk vägledning till arbetsgivare om att uppfylla dessa villkor, om det skulle behövas. Hälso- och sjukvårdsinrättningar som erbjuder MRT har tillgång till experter på radiografi, radiologi och sjukhusfysiker som bör rådfrågas när det gäller att uppfylla kraven. Tillverkare och forskningsinstitut har motsvarande experter och bör rådfrågas på liknande sätt.

F.1 Utformning och konstruktion av MRT-utrustning

MRT-skannrar är utformade för att generera en komplex elektromagnetisk miljö i utrustningens tunnel, som består av tre huvudkomponenter:

- Statiska magnetfält – de flesta system i kliniskt bruk fungerar vid 1,5 eller 3 T, men öppna system som ofta föredras för interventionella förfaranden brukar fungera med lägre magnetiska flödestätheter (0,2–1 T) och det finns även ett litet antal skannrar med höga fält som fungerar upp till 9,4 T som främst används för forskningsändamål.
- Lågfrekventa magnetfält med växlad gradient – skannrar använder tre vinkelräta gradienter som snabbt slås på och av för att generera positionsinformation för de uppmätta MR-signalerna. Dessa är komplexa pulsade vågformer som varierar med den typ av skanning som utförs. De pulsade vågformerna motsvarar radiofrekventa fält vid frekvenser i området 0,5–5 kHz,
- som tillämpas vid Larmorfrekvensen, som är beroende av den statiska magnetflödestätheten (62–64 MHz och 123–128 MHz för skannrar på 1,5 T respektive 3 T).

Tabell F1 – Jämförelse av arbetstagarexponeringar från MRT med gränsvärden och effekter

Exempel på arbetstagarexponeringar (*)	Gränsvärden	Rapporterade effekter
Statiska magnetfält		
1.0 T, 1.5 T, 3.0 T, 7.0 T	2 T, 8 T	Yrsel i avsaknad av rörelse
< 2 m/s som motsvarar < 3 T/s 0,3 V/m (pk) i hjärnan eller 2 V/m (pk) i kroppen	0,05 V/m (rms) (ELV för sensoriska effekter) 0,8 V/m (rms) (ELV för hälsoeffekter)	Svindel och illamående
Fält med växlade gradienter		
100–1500 Hz Begränsas av patientens värden för det perifera nervsystemet, som motsvarar de uppskattade värdena för dB/dt och inducerade rms E-fält i hjärnan och bålen Vid normala patientplatser < 40 T/s (rms) = 4 V/m i hjärnan < 40 T/s (rms) = 8 V/m i bålen Tillgängliga platser för interventionsarbetstagare i värsta fall < 120 T/s (pk) = 8 V/m i hjärnan < 40 T/s (pk) = 2 V/m i bålen	0,8 V/m (rms)	Stickande känsla, smärta eller muskelsammandragning om gränserna för det perifera nervsystemet i kontrollerat läge överskrids. Effekter i det centrala nervsystemet har aldrig rapporterats för MRT-arbetstagare. Kända rapporter är för TMS vid värdena > 500 T/s eller > 50 100 V/m
Radiofrekvensfält		
42, 64, 128, 300 MHz WB SAR begränsad till < 4 W/kg i isocentrum motsvarar WB SAR < 0,4 W/kg halvvägs inuti < 0,1 W/kg vid öppningen	0,4 W/kg	Värmesensationer och svettning vid exponeringar > 2 W/kg

(*) Data från COCIR – ytterligare data om arbetstagarexponeringar är tillgängliga i Stam, 2014.

Alla MRT-skannrar som är avsedda för diagnos och/eller behandling av människor och som släppts ut på marknaden eller tagits i drift i Europeiska unionen sedan den 30 juni 2001 måste uppfylla de väsentliga kraven i direktivet om medicintekniska produkter (93/42/EEG), som inbegriper ett allmänt krav att de inte får äventyra användarens säkerhet eller hälsa eller, om tillämpligt, andra personers. Tillverkare är skyldiga att välja utformnings- och konstruktionslösningar som överensstämmer med den aktuella tekniska utvecklingsnivån och som eliminerar eller minskar riskerna så långt möjligt. För att hjälpa tillverkare att uppfylla de väsentliga kraven har Europeiska kommittén för elektroteknisk standardisering (Cenelec), på uppdrag av Europeiska kommissionen, offentliggjort en produktstandard för magnetisk resonansutrustning för medicinsk diagnos (EN60601-2-33).

Den aktuella versionen av EN60601-2-33 innehåller ett krav på att tillverkare ska tillhandahålla information om den rumsliga fördelningen av fält och sådan information brukar finnas i skannermanualerna. Informationen är tillgänglig för alla MR-system och bör vara till hjälp för arbetsgivare vid identifieringen av de områden där gränsvärdena för exponering kan komma att överskridas. Dessutom ska skannrar lämna information om gradienteffekt och SAR (specifik energiabsorption per tids- och massenhet) innan varje skanning initieras. Skannrar ska också ha säkerhetsanordningar för att skydda mot alltför stora exponeringar. Det är möjligt att de krav som avses i detta stycke inte är tillämpliga på äldre utrustning.

F.2 Arbetstagares exponering under drift av MRT inom hälso- och sjukvårdssektorn

MRT-skannrar är utformade för att generera starka, men noggrant kontrollerade fält i skannertunneln samtidigt som ströfält utanför utrustningen minimeras. Fälten varierar därför snabbt med avståndet från skannerns öppning, vilket brukar leda till höga rumsliga fältgradienter nära skannern och mycket svagare fält på längre avstånd. De tillgängliga bevisen tyder på att arbete inne i skannertunneln eller i omedelbar närhet av öppningen leder till exponeringar över gränsvärdena för exponering (ELV).

Eftersom exponeringar av arbetstagare som inte behöver befinna sig i närheten av skannerns öppning alltid uppfyller kraven finns det inget behov av att bedöma dem. Bedömningen av exponeringen av arbetstagare som måste befinna sig nära öppningen eller gå in i skannerns tunnel är komplicerad. Den kräver detaljerad kunskap om fältens rumsliga fördelning inuti och utanför skannern samt en förståelse av hur personal rör sig i förhållande till skannern när de utför sitt arbete, vilket är starkt beroende av de uppgifter som ska utföras. Dessutom bör bedömningar helst bygga på numeriska modelleringstekniker så att exponeringarna kan jämföras direkt med gränsvärdena för exponering. Sådana bedömningar ligger utanför kapaciteten hos de flesta institutioner som genomför rutinmässiga MRT-förfaranden.

För att ge information om arbetstagarexponeringar till följd av en rad olika förfaranden och olika typer av utrustning har Europeiska kommissionen finansierat en bedömning av fyra magnetresonansanläggningar i olika länder. I detta detaljerade projekt bedömdes personalens rörelse och positioner under olika förfaranden tillsammans med fältkartläggning och datorbaserad dosimetri (Capstick m.fl., 2008). Resultaten från denna och tidigare studier (granskade i Stam, 2008) är informativa, även om de detaljerade slutsatserna behöver behandlas med viss försiktighet. Resultaten är relaterade till det tidigare direktivet om elektromagnetiska fält och använder andra exponeringsmått. Dessutom är de begränsade till ett relativt litet antal skannrar och exponeringsscenarioer. Aktuella analyser tyder på att gränsvärdena för exponering under vissa omständigheter kan komma att överskridas (Stam, 2014; McRobbie, 2012).

Mätningdata för växlade gradientfält behöver behandlas med särskild försiktighet eftersom insatsnivåerna i den aktuella lydelsen av direktivet om elektromagnetiska fält i många fall är mindre restriktiva än de som diskuteras i tidigare exponeringsstudier. I allmänhet leder jämförelser med insatsnivåer till en försiktig bedömning jämfört med användning av gränsvärden för exponering, så att de sistnämnda är att föredra, men kräver i allmänhet expertkunskap om komplex datorbaserad dosimetri.

F.2.1 Exponeringar relativt gränsvärden för exponering

F.2.1.1 Statiska magnetfält

För alla skannrar med låga fält (som drivs vid mindre än 2 T) och för de flesta rutinförfaranden som drivs över 2 T uppfyller exponeringen för statiska magnetfält kraven i exponeringsvärdena för sensoriska effekter. Alla andra förfaranden med skannrar som drivs med statiska magnetfält upp till 8 T kommer att uppfylla gränsvärdena för hälsoeffekter.

F.2.1.2 Rörelse i statiska magnetfält

Rörelse i de starka statiska magnetfält som alstras av MRT-skannrar inducerar elektriska fält i kroppens vävnader och dessa kan överskrida de gränsvärden för exponering som anges i direktivet om elektromagnetiska fält. Vid normala rörelsehastigheter sker detta endast i skannertunneln och på kort avstånd från öppningen (i regel högst 1 m enligt tillgänglig information). Detta är en särskilt viktig fråga under installationen av patienten, vilket kan innebära att operatörens huvud rör sig på ett mer komplicerat sätt.

F.2.1.3 Fält med växlade gradienter

För de flesta rutinuppgifter överskrider växlade gradientfält varken gränsvärdena för sensoriska effekter eller hälsoeffekter. För en liten andel förfaranden måste dock arbetstagarna närma sig skannerns öppning (oftast mindre än 1 m). Då finns det risk för att gränsvärdena för exponering överskrids och det är mycket troligt att ett litet antal gränsvärden överskrids, särskilt om arbetstagaren lutar sig in i skannern. De verkliga exponeringarna är beroende av ett antal faktorer, bland annat antalet gradienter som är aktiva samtidigt och deras egenskaper, som vid bildtagning i hög hastighet i regel leder till högre exponeringar. I tabell F2 illustreras exempel på förfaranden som tillhör respektive kategori.

F.2.1.4 Radiofrekvensfält

Exponeringsgränser för radiofrekvens är tidsmedelvärden för exponeringen under en sexminutersperiod och exponeringarna uppfyller i regel kraven när en arbetstagare måste böja sig in i en skanner (t.ex. för att övervaka en patient) förutsatt att detta endast pågår i ett par minuter. Längre exponeringar brukar också uppfylla kraven.

F.3 MRT-undantag

Vikten av MRT som väsentlig teknik inom hälso- och sjukvårdssektorn är välkänd och i artikel 10 i direktivet om elektromagnetiska fält föreskrivs en rätt att bevilja ett villkorligt undantag från kravet att iaktta gränsvärdena för exponering. Detta undantag gäller för exponering av arbetstagare i samband med installation, provning, användning, utveckling, underhåll eller forskning relaterad till MRT förutsatt att följande villkor uppfylls:

- i) Den riskbedömning som har genomförts i enlighet med artikel 4 har visat att ELV överskrids.
- ii) Alla tekniska och/eller organisatoriska åtgärder har tillämpats, med hänsyn till den aktuella tekniska utvecklingsnivån.
- iii) Överskridandet av gränsvärdena för exponering sker under vederbörligen motiverade omständigheter.
- iv) Särdragen hos arbetsplatsen, arbetsutrustningen eller arbetspraxis har beaktats.
- v) Arbetsgivaren visar att arbetstagarna fortfarande är skyddade mot negativa hälsoeffekter och säkerhetsrisker, bland annat genom att säkerställa att den bruksanvisning som tillverkaren tillhandahåller i enlighet med direktiv 93/42/EEG om medicintekniska produkter följs.

Tabell F2 – Risk för överskridande av relevanta gränsvärden för exponering för gradientfält under olika MRT-undersökningar

Risk för att överskrida gränsvärden för exponering	Förfarande
Hög	Placering av trådledare (med realtidsskanning) Interventionstekniker, t.ex. kardiovaskulär MRT Funktionell MRT (fysisk stimulering av patienten i skannern) Justering av EEG-elektroder (forskningsaktivitet)
Medel	Allmän anestesi (nära övervakning av patientens tillstånd under skanning) Hjärtstresstest (nära övervakning av patientens tillstånd under skanning) Rengöring/infektionskontroll inuti skannern (utan skanning) Lugnande av barn under skanning (den som lugnar står kvar utanför skannern men inom 1 m från öppningen)
Låg	Rutinskanningar (ingen personal är närvarande i skannerrummet) Biopsi (patient är inte i skanner/ingen skanning) Manuell tillförsel av kontrastmedel (ingen skanning)

Det bör noteras att undantaget endast gäller i fråga om gränsvärden för exponering (ELV), som är avsedda att skydda mot direkta effekter av elektromagnetiska fält på människor. Andra faror kan uppkomma från driften av MRT-utrustning som kan ge upphov till säkerhetsrisker med potentiellt allvarliga följder. Operatörer bör se till att dessa risker hanteras på rätt sätt. Dessa andra faror kan inkludera interferens med

- aktiva eller passiva inopererade medicinska enheter,
- medicinska enheter som bärs på kroppen,
- medicinsk elektronisk utrustning,
- kosmetiska eller medicinska implantat.

Andra faror är

- projektilrisk från rörelse av ferromagnetiska material i ett starkt magnetfält,
- buller,
- flytande helium.

F.4 Uppfyllande av villkoren för undantaget

I detta avsnitt ges vägledning till arbetsgivare i bedömningen av om de uppfyller villkoren för undantaget.

F.4.1 Riskbedömning för att bestämma om ELV överskrids

Särskilda råd om riskbedömning i anslutning till direktivet om elektromagnetiska fält finns i kapitel 5. I MRT-utrustning utnyttjas starka fält för att producera bilder och därför finns det ofta risk för att gränsvärdena för exponering (ELV) överskrids. I regel överskrider de elektriska fältstyrkorna endast ELV inuti skannern eller mycket nära öppningen (se avsnitt F1) och de flesta MRT-förfarandena (uppskattade till cirka 97 %) kräver inte att personal är närvarande i dessa positioner under skanningen.

Eftersom bedömningen troligen överstiger kapaciteten i de flesta institutioner som rutinmässigt utför MRT-förfaranden är det normalt godtagbart att förlita sig på publicerade data tillsammans med information om den prognosticerade exponeringen från skannersystemen.

Huvudfrågan för att bedöma risken är därför att bestämma om personal behöver gå in i de områden där ELV kan komma att överskridas (normalt inom 1 m från öppningen). Under rutindrift och patientvård kommer operatörerna att gå in i området men normalt inte medan systemet skannar. Om personal måste närma sig inom 1 m från öppningen bör det räcka att de rör sig långsamt för att hålla de elektriska fält som induceras av rörelsen under det relevanta ELV. Granskning av tabell F2 och publicerade exponeringsdata (se avsnitt F2) bör ge arbetsgivare hjälp att besluta om några förfaranden kan ge upphov till exponeringar över ELV från de växlade gradientfälten.

Personal bör om möjligt undvika att gå in i skannerns tunnel (se avsnitt F6.4). Det bör dock noteras att om personal inte behöver gå in i skannerns tunnel för aktiviteter som infektionskontroll, utförs detta med de växlade gradient- och RF-fälten avstängda så att endast exponeringar till följd av statiska magnetfält behöver beaktas. Så som diskuterades i avsnitt F2 för skannrar som fungerar med magnetiska flödeståtheter upp till 8 T överskrids inte ELV för hälsoeffekter. Om åtgärder för att informera arbetstagare och förhindra säkerhetsrisker har vidtagits är det godtagbart att tillfälligt överskrida ELV för sensoriska effekter.

F.4.2 Tillämpning av moderna tekniska och organisatoriska åtgärder

F.4.2.1 Tekniska regler

Tekniska åtgärder för att begränsa fälten i skannerns tunnel beror på utformningen och konstruktionen samt driftsåtgärder för att begränsa uteffekten. Tillverkare utvecklar och förbättrar sin utrustning, inklusive åtgärder för att begränsa fält för att uppfylla kraven i direktivet om medicintekniska produkter. Av dessa överensstämmelsekrav framgår att vid den tidpunkt då skannrar tillverkas och installeras ska de tekniska åtgärder som införlivats i dem motsvara den aktuella tekniska utvecklingsnivån. Ändringar av MR-utrustning efter installationen är tekniskt svårt och kräver normalt en ny bedömning av överensstämmelsen med direktivet om medicintekniska produkter, vilket normalt överstiger kapaciteten i de institutioner som använder utrustningen.

I princip är det möjligt att välja driftparametrar (t.ex. gradientegenskaper eller RF-fältstyrka) för att minska exponeringar när personal är närvarande i tunneln eller intill skannerns öppning. I praktiken styrs valet av skannerns driftparametrar i första hand av det kliniska behovet. De förfaranden som innebär att personal lutar sig in i skannern (t.ex. interventionella förfaranden) är ofta de som kräver snabba skanningar som leder till höga exponeringar. Därför finns det sannolikt inte så mycket utrymme att minska exponeringar genom detta tillvägagångssätt, men om det finns en valmöjlighet bör röntgenassistenterna välja långsamma skanningar och lägre radiofrekventa exponeringar om det är troligt att de kommer att närma sig skannern. Trots detta måste valet av lämpliga skannerinställningar vara en fråga om klinisk bedömning.

F.4.2.2 Organisatoriska åtgärder

Arbetsgivare som använder MRT-skannrar bör följa rekommendationerna i avsnitten F5 och F6 nedan.

F.4.3 Omständigheter som motiverar att ELV överskrids

Omständigheter som motiverar att gränsvärden för exponering (ELV) överskrids beror på de berörda tillämpningarna. För diagnos och behandling är kravet att genomföra vissa förfaranden alltid en fråga om klinisk bedömning. Om förfaranden innebär att arbetstagare går in i området kring den öppning som anges i planen (se avsnitt F5.3 nedan) bör arbetsgivaren rådfråga berörd sjukvårdspersonal om det finns några andra godtagbara sätt att uppnå det önskade resultatet med beaktande av de kliniska behoven och patientsäkerheten.

Tillverkare bör beakta liknande överväganden när de organiserar sitt arbete, särskilt behovet av att säkerställa att utrustningen genererar bilder av tillräcklig kvalitet för klinisk användning. Forskningsinstitutioner bör följa en liknande process som i direkt patientvård, med beaktande av kvaliteten på erhållna data och försökspersonernas säkerhet.

F.4.4 Arbetsplatsens, arbetsutrustningens eller arbetsrutinernas egenskaper

Arbetsgivare bör läsa avsnitt F1 ovan och följa rekommendationerna i avsnitten F5 och F6 nedan.

F.4.5 Skydd av arbetstagare och säker användning

MRT-utrustning som överensstämmer med EN60601-2-33 har skyddsåtgärder som skyddar mot alltför starka exponeringar (se avsnitt F1). Trots detta finns det risk för att de arbetstagare som är mest känsliga för fälten kan uppleva effekter om gränsvärdena för exponering (ELV) överskrids. Därför är det viktigt att arbetstagare som behöver gå in i det kontrollerade området (se avsnitt F5.1) får information om tänkbara konsekvenser av exponering så att de känner igen dem om de förekommer och kan vidta åtgärder för att minska sin exponering. Alla sådana händelser måste rapporteras till den som ansvarar för enheten eller den ansvariga person som ska vidta lämplig åtgärd.

MRT-skannrar är komplex och mycket teknisk utrustning för medicinska ändamål eller forskning och operatörerna har omfattande utbildning. Utrustningen har en mängd olika säkerhetssystem, bland annat anordningar för att skydda mot alltför stora exponeringar samt automatiska varningssystem. Förutsatt att arbetsgivarna har infört system för att se till att operatörerna använder utrustningen enligt tillverkarens instruktioner och uppmärksammar de automatiska varningssystemen bör utrustningen vara säker för patienter och arbetstagare enligt kraven i direktivet om medicintekniska produkter (93/42/EEG).

F.4.6 Gravida arbetstagare

När arbetstagare har anmält att de är gravida ska arbetsgivaren se över den befintliga riskbedömningen för att se om den passar för ändamålet. Om ändringar krävs bör en särskild riskbedömning genomföras. Ytterligare riktlinjer finns i kapitel 5 och bilaga E i denna vägledning.

F.5 Organisation av MRT-anläggningen

Institutioner kan minimera arbetstagarnas exponering genom att tillämpa ett strukturerat förhållningssätt till organisationen av MRT-anläggningar och särskilt genom att dela upp området efter storleken på de fält som sannolikt kan påträffas. Det underlättar

begränsningen av åtkomsten till områden där risken för exponering över gränsvärdena för exponering är högre. I allmänhet driver de flesta MRT-anläggningar redan ett system med begränsat tillträde på grund av andra faror (se punktlistan i avsnitt F3). Det tillvägagångssätt som beskrivs nedan bygger på förslag till bra praxis som publicerats på annat håll samt en utveckling av de befintliga metoderna i samband med direktivet om elektromagnetiska fält.

F.5.1 Kontrollerat område

I EN60601-2-33 definieras begreppet kontrollerat område. Det anges att detta område krävs för all MRT-utrustning som genererar ett strömfält som överstiger 0,5 mT utanför dess permanent fastgjorda hölje och/eller inte uppfyller kraven på nivån av elektromagnetisk interferens i EN60601-1-2. Utseendet av det kontrollerade området är således redan en etablerad praxis inom hälso- och sjukvårdssektorn.

Inom det kontrollerade området finns det risk för interferens med aktiva inopererade medicinska enheter och annan medicinsk utrustning. Det finns också risk för attrahering av ferromagnetiska material eller vridkrafter som utövas på sådana material.

Tillträde till området behöver begränsas, helst genom en kontrollerad ingångsdörr, med lämpliga skyltar. Lämpliga organisatoriska arrangemang krävs för att kontrollera tillträdet till området (se avsnitt F6 nedan).

F.5.2 Skannerrum

Tillträdet till skannerrummet bör begränsas till arbetstagare som har ett operativt behov av att uppehålla sig där. De som går in i rummet bör inte stanna kvar där längre än vad som krävs för att utföra sina arbetsuppgifter.

Den magnetiska rumsliga fältgradienten är maximal i området alldeles kring skannerns öppning. Växlade gradientfält i området kan också vara tillräckligt starka för att det ska finnas en risk för att gränsvärdet för exponering överskrids när skannern är i drift. Detta område bör därför identifieras på en ritning som är uppsatt i skannerrummet. Det identifierade området ska bygga på den mest restriktiva rumsliga gradienten och växlade gradientfälten och anges normalt av tillverkaren. Om det inte finns särskild information tillgänglig (t.ex. för en äldre skanner) bör standardåtgärden vara att identifiera ett område inom 1 m från öppningen (mätt från centralaxeln) eftersom detta normalt är tillräckligt. Ritningen ska uppmärksamma arbetstagare om de större riskerna när de arbetar i detta område. Arbetstagare bör inte gå in i det identifierade området annat än om det är nödvändigt för att utföra deras arbetsuppgifter och de bör inte stanna kvar i området längre än nödvändigt. All personal som måste gå in i det angivna området bör se till att de rör sig tillräckligt långsamt för att undvika negativa effekter.

F.5.3 Skannerrummets disponering

Skannerrummets disponering bör utformas så att personal så långt möjligt inte behöver arbeta intill skannern. Anestesiutrustning och annan flyttbar utrustning bör därför placeras så långt bort från skannern som möjligt förutsatt att detta är förenligt med bra medicinsk praxis. Administrationen av läkemedel och kontrastmedel bör om möjligt vara automatiserad, även om det erkänns att detta inte alltid är en säker metod: detta är en fråga om klinisk bedömning. Manuell infusion betraktas ofta som ett säkrare alternativ för unga eller svårt sjuka patienter och detta är alltid en fråga om klinisk bedömning.

F.6 Organisation av arbete

F.6.1 Kontrollerat område

Det kontrollerade området bör vara föremål för lämpliga organisatoriska åtgärder, vilka bör dokumenteras. Det ska finnas en direkt tillsyn över arbetet i området av en medlem av personalen i ledande ställning, t.ex. den ansvariga röntgenassistenten under dagen.

Medicinsk personal och besökare i det kontrollerade området ska kontinuerligt övervakas av en MR-arbetstagare.

Ett viktigt inslag i arrangemangen är kartläggning av vilka som utsätts för risker på grund av förekomsten av aktiva eller passiva implantat, eller andra riskfaktorer som piercingar eller tatueringar med hög järnhalt. Dessa är samma kriterier som används för patienter och vårdgivare.

Arrangemang behövs också för att kontrollera tillträde utanför normal arbetstid (t.ex. för städare, säkerhetspersonal, brandbekämpningspersonal och arbetstagare som utför byggnadsunderhåll).

Kartläggningen bör även utsträckas till föremål som förs in i området för att se till att ferromagnetiska föremål markeras som MR-säkra eller MR-villkorliga. Detta bör täckas av lokala rutiner.

F.6.2 Personalutbildning

Personal som behöver arbeta i det kontrollerade området ska få utbildning i MRT-säkerhet. Utbildningen bör omfatta följande moment:

- Medvetenhet om tänkbara effekter av rörelse i ett starkt statiskt magnetfält.
- Medvetenhet om effekterna av starka växlade gradientfält.
- Medvetenhet om effekterna av RF-fält.
- Medvetenhet om projektilrisken på grund av attrahering av ferromagnetiska material och riskerna för att vridkraft utövas på dessa material.
- Medvetenhet om risken för interferens med aktiva inopererade medicinska enheter.
- Medvetenhet om riskerna för interferens med medicinsk elektronisk utrustning.
- Vikten av tillträdesrestriktioner och kartläggning av personer eller föremål som kommer in i det kontrollerade området.
- Vikten av att röra sig långsamt kring och inuti skannern.
- Medvetenhet om den rumsliga fördelningen av fält kring skannern.
- Medvetenhet om andra faror, inklusive buller och kryogena gaser.
- Utvärderingsförfaranden i händelse av släckning av en supraledande magnet.
- Medvetenhet om förfaranden i en nödsituation.

Utbildningen bör normalt anpassas till en viss anläggning och ges därför internt av någon som har lämplig kunskap och erfarenhet. Ytterligare vägledning om utbildningskrav förväntas tillhandahållas av berörda europeiska yrkesorganisationer.

Om annan personal såsom städare, säkerhetspersonal, brandmän och arbetstagare som utför byggnadsunderhåll kan ha tillträde till det kontrollerade området, bör även de få upplysande utbildning som är anpassad till de områden som de kan vara tvungna att gå in i, även om denna utbildning inte behöver vara så detaljerad som för MR-personal.

F.6.3 Skannerrum

Personal som behöver gå in i det område kring öppningen som identifieras i ritningen måste se till att de rör sig tillräckligt långsamt för att göra eventuella övergående effekter acceptabla för individen. Ytterligare riktlinjer om att begränsa rörelsen i statiska magnetfält har publicerats (ICNIRP, 2014) och diskuteras närmare i avsnitt D4. Personalen måste vara medveten om effekterna av växlade gradientfält och vikten av att inte närma sig det område som identifieras i ritningen annat än om det krävs för det förfarande som utförs och att sedan inte stanna kvar i området längre än nödvändigt.

När aktiv skanning utförs med alla arbetstagare nära eller inuti tunneln kan de uppleva stimulering av det perifera nervsystemet. Moderna skannrar är utformade för att begränsa stimuleringen av det perifera nervsystemet för de flesta människor men de mest känsliga personerna kan ändå erfara vissa effekter och bör vara medvetna om symtomen så att de kan vidta åtgärder för att begränsa effekterna. Om arbetstagare förnimmer effekter av exponering bör dessa rapporteras till anläggningens ledning, som om det krävs ska uppdatera riskbedömningen och de förebyggande åtgärderna.

Direkta effekter på arbetstagare kan leda till säkerhetsrisker för andra. Exempelvis kan yrsel eller synstörningar som erfars av arbetstagare till följd av snabb rörelse i det statiska fältet påverka deras förmåga att ge lämplig patientvård.

F.6.4 Att gå in i skannern

Personal bör instrueras att inte gå in i skannertunneln annat än om det är absolut nödvändigt. Att gå in i skannertunneln för att t.ex. rengöra skannern eller lugna en patient bör hållas till det minimum som krävs för att slutföra uppgiften. Personal bör överväga om förfarandet är nödvändigt eller om det är möjligt att uppnå samma mål utan att gå in. Personal som inte känner till effekterna av rörelse i starka magnetfält kan vara särskilt utsatt för risker.

I många fall kan enkla metoder som fjärrövervakning (t.ex. med hjälp av en spegel) användas för aktiviteter som att övervaka patienter under skanning eller inspektera skannerns tunnel. Redskap med långa skaft kan också vara lämpliga för vissa rengöringsförfaranden. Förnuftig användning av dessa metoder minimerar behovet av att arbetstagare går in i skannern.

Om det är viktigt att personal går in i skannern bör RF-fälten och de växlade gradientfälten inaktiveras om de inte är absolut nödvändiga. Om växlade gradientfält krävs bör de om möjligt begränsas till en enda gradient och skanningshastigheten bör sänkas för att begränsa exponeringen. Om RF-fält krävs bör de hållas på den minimieffekt som krävs för att uppnå ändamålet.

F.7 MRT i forskningsmiljöer

Det är känt att arbete i forskningsmiljöer ofta är mindre rutinmässigt och med nödvändighet kan innebära en högre grad av aktivitet för arbetstagare intill skannern. Trots detta bör det i allmänhet vara möjligt att följa de allmänna principer som beskrivs ovan för skanning av patienter och vid behov anpassa dem för att uppfylla de särskilda kraven i forskningen. Detaljerade råd om säker drift av MRT i forskningsmiljöer har utarbetats av International Society of Magnetic Resonance in Medicine (Calamante m.fl., 2014).

APPENDIX G

KRAV I ANDRA EUROPEISKA TEXTER

G.1 Rättslig grund för europeisk lagstiftning

EU-lagstiftningen utformas i enlighet med tre grundfördrag:

- Fördraget om Europeiska unionen (FEU).
- Fördraget om Europeiska unionens funktionssätt (EUF-fördraget).
- Fördraget om upprättandet av Europeiska atomenergigemenskapen.

EUF-fördraget (kallades tidigare Romfördraget) ger den rättsliga grunden för de direktiv som diskuteras nedan.

G.2 Hälsa- och säkerhetsdirektiv

I EUF-fördraget fastställs målet att uppmuntra förbättringar av arbetsmiljö beträffande arbetstagarnas hälsa och säkerhet. Som hjälp att uppnå detta mål är det tillåtet att anta direktiv som fastställer minimikrav.

G.2.1 Ramdirektiv

År 1989 antogs ramdirektiv 89/391/EEG som ett övergripande direktiv på detta område. I ramdirektivet fastställs allmänna principer för förebyggande och skydd av arbetstagare när det gäller arbetsolyckor och arbetssjukdomar. Det ger arbetsgivare skyldigheter när det gäller

- bedömning av risker (se kapitel 5),
- förebyggande av risker (se kapitel 9),
- anordningar för första hjälpen, brandsläckning, utrymning och åtgärder i händelse av allvarlig och överhängande fara,
- förande av register över olyckor,
- information, deltagande och utbildning av arbetstagare,
- hälsokontroll enligt nationell lagstiftning och praxis,
- skydd av särskilt känsliga riskgrupper.

I ramdirektivet åläggs även arbetstagare

- att använda utrustning, ämnen och personlig skyddsutrustning på rätt sätt,
- att informera arbetsgivaren om alla situationer som kan utgöra allvarlig och överhängande fara och om eventuella brister i skyddsorganisationen,
- att samarbeta med arbetsgivaren för att genomföra åtgärder för skydd av hälsa och säkerhet.

Enligt ramdirektivet kan särdirektiv antas för att ge ytterligare information om hur målen i ramdirektivet ska uppnås i skilda situationer. Direktivet om elektromagnetiska fält är endast ett av en rad särdirektiv som kompletterar de allmänna kraven i ramdirektivet. En del av dessa direktiv kan ha betydelse för arbetet med elektromagnetiska fält och diskuteras kortfattat nedan. För definitiv information om dessa direktiv bör man läsa själva direktiven, den nationella lagstiftning som genomför dem och eventuella officiella vägledningar som kan vara tillgängliga.

G.2.2 Maskindirektivet

Maskindirektivet (2009/104/EG) inför skyldigheter för arbetsgivare att se till att den arbetsutrustning som tillhandahålls till arbetstagare är säker och lämplig för den arbetsplats där den ska användas. Det ålägger även arbetsgivare att se till att arbetsutrustningen är tillräckligt underhållen så att den fortsätter att uppfylla kraven under hela dess brukstid. Arbetsgivaren måste genomföra inspektioner och/eller provning för att se till att utrustningen är korrekt installerad och fungerar ordentligt och resultaten måste registreras.

Om det är troligt att arbetsutrustningen ger upphov till särskilda risker är arbetsgivaren skyldig att begränsa användningen till dem som behöver använda utrustningen och att se till att reparationer, ändringar, underhåll eller service endast utförs av utsedd personal.

Arbetsgivare är skyldiga att ge anställda information om villkoren för att använda arbetsutrustningen, förutsebara onormala situationer och faror i samband med dessa. Arbetstagare ska också få tillräcklig utbildning.

G.2.3 Direktivet om minimikrav för säkerhet och hälsa på arbetsplatsen

Direktivet om minimikrav för säkerhet och hälsa på arbetsplatsen (89/654/EEG) ålägger arbetsgivare att se till att en arbetsplats är säker, ren och ordentligt underhållen.

G.2.4 Direktivet om säkerhets- och hälsoskyltar

Direktivet om varselmärkning och signaler för hälsa och säkerhet i arbetet (92/58/EEG) ålägger arbetsgivare att se till att det finns säkerhets- och/eller hälsoskyltar på de ställen där faror inte kan undvikas eller minskas. Arbetstagare och deras företrädare måste förses med anvisningar om betydelsen av skyltar och de åtgärder som ska vidtas när dessa visas.

Minimikrav för dessa skyltar beskrivs närmare i direktivets bilagor.

G.2.5 Direktivet om gravida arbetstagare

Direktivet om gravida arbetstagare (92/85/EEG) ålägger arbetsgivare att bedöma säkerhets- och hälsorisker från exponering av en rad olika fysiska, biologiska och kemiska agens, inklusive icke-joniserande strålning. Resultaten av bedömningen och eventuella åtgärder som ska vidtas måste göras tillgängliga för arbetstagare som är gravida, som nyligen har fött barn eller ammar, och för arbetstagare som kan komma att befinna sig i någon av dessa situationer. Om risker identifieras är arbetsgivaren skyldig att undvika dem genom att anpassa arbetsförhållandena, flytta arbetstagare till andra arbeten eller ge dem ledigt.

Direktivet ger också gravida arbetstagare skydd mot att behöva arbeta nattskift när detta motiveras av medicinska skäl, rätt till barnledighet och skydd mot att avskedas under graviditet eller barnledighet.

G.2.6 Direktivet om minderåriga arbetstagare

I direktivet om skydd av minderåriga i arbetslivet (94/33/EG) fastställs ett system för skydd av alla under 18 år. Med vissa bestämda undantag är medlemsstaterna skyldiga att förbjuda att barn som är skolpliktiga (och under alla omständigheter barn under 15 år) arbetar.

Arbetsgivare är skyldiga att utföra en riskbedömning som särskilt beaktar de risker som uppkommer av brist på erfarenhet, bristande kunskap om existerande eller möjliga risker och av minderårigas brist på mognad. Arbetsgivare är sedan skyldiga att införa åtgärder för att skydda minderårigas säkerhet och hälsa. Bedömningen måste göras innan minderåriga börjar arbeta och när det sker en större förändring av arbetsförhållandena. Minderåriga arbetstagare och deras företrädare ska informeras om resultatet av bedömningen och de åtgärder som vidtagits.

G.2.7 Direktivet om användning av personlig skyddsutrustning

I direktivet om användning av personlig skyddsutrustning (89/656/EEG) införs en skyldighet för arbetsgivare att se till att personlig skyddsutrustning används om risker inte kan undvikas eller begränsas tillräckligt genom tekniska eller organisatoriska medel. All tillhandahållen personlig skyddsutrustning måste uppfylla EU:s bestämmelser om utformning och tillverkning och måste

- vara lämplig för riskerna, utan att själv leda till en ökad risk,
- vara anpassad till förhållandena på arbetsplatsen,
- vara anpassad till ergonomiska krav och till arbetstagarens hälsotillstånd,
- passa bäraren efter nödvändig justering.

Personlig skyddsutrustning ska tillhandahållas kostnadsfritt till arbetstagarna, vara i bra fungerande skick och hygienisk standard. Arbetsgivaren måste genomföra en bedömning för att försäkra sig om att utrustningen är lämplig och om så krävs förenlig med annan personlig skyddsutrustning.

Arbetstagare ska få ordentlig utbildning i användningen av all personlig skyddsutrustning som de tilldelas.

G.3 Produktdirektiv

I EUF-fördraget förbjuds kvantitativa restriktioner för handel mellan medlemsstaterna i Europeiska unionen, eller åtgärder med motsvarande effekt. Rättspraxis har fastställt att restriktioner för den fria rörligheten för varor inom Europeiska unionen endast kan motiveras av att väsentliga krav inte uppfylls. Detta leder i sin tur till ett behov av att definiera väsentliga krav och standardisera bedömningen av överensstämmelse.

Dessa frågor behandlades inledningsvis genom antagandet av den *nya harmoniseringsmetoden* för produktlagstiftning med följande principer:

- Lagstiftningsharmonisering ska begränsas till de väsentliga krav som produkter som släpps ut på EU-marknaden måste uppfylla för att åtnjuta fri rörlighet inom EU.
- De tekniska specifikationerna för att produkterna ska uppfylla de väsentliga kraven bör fastställas i harmoniserade standarder.
- Produkter som tillverkas i överensstämmelse med harmoniserade standarder åtnjuter en presumtion om överensstämmelse med motsvarande väsentliga krav.

- Tillämpningen av harmoniserade eller andra standarder fortsätter att vara frivillig och tillverkare kan alltid tillämpa andra tekniska specifikationer men måste i så fall styrka att de har gjort detta.

Den nya metoden har nu ersatts av den nya lagstiftningsramen, där vissa aspekter av det tidigare systemet setts över och skärpts.

Detta system för produktlagstiftning gör det möjligt att reglera breda produktgrupper som har gemensamma väsentliga krav. Hittills har 27 direktiv antagits enligt detta system men endast några få har troligen någon betydelse för säkerheten i fråga om elektromagnetiska fält på arbetsplatsen och dessa diskuteras nedan.

G.3.1 Elektrisk utrustning

Elektrisk utrustning som görs tillgänglig på marknaden i Europeiska unionen omfattas av kraven i lågspänningsdirektivet (2006/95/EG). Direktivet omarbetades 2014 och medlemsstaterna ålades att införa ny nationell lagstiftning för att genomföra det nya lågspänningsdirektivet (2014/35/EU) senast den 20 april 2016. Med vissa särskilda undantag gäller lågspänningsdirektivet för elektrisk utrustning som är utformad för att användas med en spänning på mellan 50 och 1 000 V för växelström eller en spänning på mellan 75 och 1 500 V för likström.

Det är ett krav i lågspänningsdirektiven att utrustningen inte ska utgöra en fara för människors eller husdjurs hälsa och säkerhet eller för egendom då den är korrekt installerad och underhållen och används för de ändamål den är avsedd för. Av särskild betydelse för denna vägledning är ett krav att tekniska åtgärder ska användas för att säkerställa att utrustningen inte alstrar strålning som kan orsaka en fara.

G.3.2 Maskiner

Maskiner som tillhandahålls på marknaden i Europeiska unionen omfattas av kraven i maskindirektivet (2006/42/EG). Direktivet är i stort sett tillämpligt på alla sammansatta enheter av inbördes förbundna delar eller komponenter, varav minst en är rörlig, som är utrustade med eller avsedda att utrustas med ett drivsystem. Med undantag av lyftande maskiner är utrustning som drivs enbart med drivkraft från människa eller djur undantagna från direktivets tillämpningsområde. Det finns en rad särskilda undantag och tillägg till detta breda tillämpningsområde.

Syftet med maskindirektivet är att säkerställa att maskiner inte utgör en risk för hälsa eller säkerhet. Det finns särskilda krav för att säkerställa att oönskade utsläpp av strålning elimineras eller minskas till nivåer som inte har farliga effekter på människor. Utsläpp av icke-joniserande strålning under installation, drift och rengöring ska begränsas till nivåer som inte har skadliga effekter på människor.

Tillverkare av maskiner är skyldiga att tillhandahålla information om kvarstående risker i de instruktioner som tillhandahålls med maskinen. Tillverkare är också skyldiga att tillhandahålla information om troliga utsläpp av icke-joniserande strålning om denna kan orsaka skada på människor, inklusive personer med inopererade medicinska enheter.

G.3.3 Radioutrustning

Radioutrustning som släpps ut på marknaden i Europeiska unionen omfattas av kraven i direktivet om radioutrustning och teleterminalutrustning (1999/5/EG). Direktivet upphör dock att gälla den 13 juni 2016 och ersätts av direktivet om radioutrustning (2014/53/EU). Enligt övergångsbestämmelserna kan radioutrustning som uppfyller kraven i direktiv 1999/5/EG fortfarande släppas ut på marknaden fram till den 13 juni 2017. Radiodirektivet gäller för all utrustning som är utformad för att avsiktligt avge

och/eller motta radiovågor för radiokommunikation och/eller radiobestämning (genom att använda radiovågor för att bestämma position, hastighet eller andra egenskaper hos ett föremål, eller information om dessa egenskaper). Direktivet om radioutrustning och telekommunikationsutrustning har ett bredare tillämpningsområde och omfattar exempelvis all utrustning som är avsedd för anslutning till offentliga nät.

Båda direktiven innehåller samma krav i fråga om hälsa och säkerhet som lågspänningsdirektivet (se avsnitt G3.1) men utan några spänningsbegränsningar.

G.3.4 Medicinsk utrustning

Medicinsk elektronisk utrustning som släpps ut på marknaden i Europeiska unionen omfattas av kraven i antingen direktivet om medicintekniska produkter (93/42/EEG) eller direktivet om aktiva medicintekniska produkter för implantation (90/385/EEG). Båda direktiven diskuteras närmare i avsnitten E2.1.1 (direktivet om aktiva medicintekniska produkter för implantation) och E2.3 (direktivet om medicintekniska produkter).

G.3.5 Personlig skyddsutrustning

Personlig skyddsutrustning som släpps ut på marknaden i Europeiska unionen omfattas av kraven i direktivet om personlig skyddsutrustning (89/686/EEG). Förutom särskilda undantag definieras personlig skyddsutrustning i huvudsak som varje enhet eller anordning som är avsedd att bäras eller hållas av en person till skydd mot en eller flera hälso- eller säkerhetsrisker.

Direktivet om personlig skyddsutrustning kräver att personlig skyddsutrustning endast får släppas ut på marknaden eller tas i bruk om den ger skydd i fråga om användarnas hälsa när de underhålls på rätt sätt och används för avsett ändamål. Personlig skyddsutrustning får inte inverka negativt på hälsa och säkerhet för andra människor, husdjur eller varor.

G.3.6 Allmän produktsäkerhet

Syftet med direktivet om allmän produktsäkerhet (2001/95/EG) är att säkerställa säkerheten för produkter som är avsedda för konsumentbruk. Om sådana produkter omfattas av direktiv enligt den nya metoden eller den nya lagstiftningsramen har kraven i särdirektiven normalt företräde framför direktivet om allmän produktsäkerhet. Även om syftet med direktivet om allmän produktsäkerhet är att skydda konsumenter gäller det för produkter som köps av företag, förutsatt att produkten är avsedd för konsumentbruk.

Direktivet om allmän produktsäkerhet kräver att produkter inte ska utgöra någon risk, eller endast minimala risker vid sin avsedda användning som anses godtagbara (i överensstämmelse med en hög nivå av skydd för hälsa och säkerhet). Dessa krav gäller endast under rimligen förutsebara användningsförhållanden, inklusive installation, i bruktagande och underhåll.

G.3.7 Elektromagnetisk kompatibilitet

Utrustning som sannolikt kan orsaka elektromagnetisk störning eller påverkas av sådan störning och släpps ut på marknaden eller tas i bruk i Europeiska unionen omfattas av kraven i direktivet om elektromagnetisk kompatibilitet (2004/108/EG). Direktivet har nyligen omarbetats och det nya direktivet om elektromagnetisk kompatibilitet (2014/30/EU) träder i kraft den 20 april 2016 och det nuvarande direktivet upphör att gälla samma dag. All utrustning som släpps ut på marknaden före den 20 april 2016 och som överensstämmer med direktiv 2004/108/EG får fortsätta att göras tillgänglig på marknaden efter den dagen. Det finns särskilda undantag för direktivens tillämpningsområde, bland annat utrustning som omfattas av direktivet om radioutrustning och telekommunikationsterminaler (se G.3.3)

samt luftfartsutrustning. Krav på elektromagnetisk kompatibilitet för luftfartyg omfattas av förordning (EG) nr 216/2008 och krav för fordon som är försedda med fyra eller fler hjul omfattas av förordning (EG) nr 661/2009.

Direktiven om elektromagnetisk kompatibilitet innehåller inte några bestämmelser som uttryckligen gäller att säkerställa människors hälsa och säkerhet. De innehåller dock krav på att elektromagnetiska störningar ska begränsas för att inte störa annan utrustning och krav på att utrustning ska ha en viss tålighet för störningar för att säkerställa att de fungerar i sin avsedda miljö utan oacceptabel försämring. Dessa krav kan ha konsekvenser för säkerheten i samband med vissa indirekta effekter.

G.4 Rådets rekommendation

För att skydda allmänheten har Europeiska unionens råd antagit en rekommendation om att begränsa allmänhetens exponering för elektromagnetiska fält (1999/519/EG). Rekommendationen ger ett ramverk för att skydda allmänheten mot säkerställda skadliga hälsoeffekter som kan uppstå till följd av exponering för elektromagnetiska fält. Den tar inte upp skydd av arbetstagare.

Rådets rekommendation är inte bindande men fastställer ett system för grundläggande begränsningar, som är mängder som inte ska överskridas och som begreppsmässigt motsvarar de gränsvärden för exponering som används i direktivet om elektromagnetiska fält.

Eftersom de grundläggande begränsningarna oftast fastställs som mängder i kroppen kan de inte enkelt mätas. I rådets rekommendation fastställs dock också ett system för referensnivåer för externa fältmängder som lättare kan bedömas. Referensnivåerna härleds från de grundläggande begränsningarna med hjälp av försiktiga metoder som innebär att om referensnivån inte överskrids, överskrids inte heller den underliggande grundläggande begränsningen. Eftersom härledningen av referensnivåer bygger på antaganden i värsta fall, är det ofta möjligt att överskrida referensnivåerna och ändå inte överskrida de grundläggande begränsningarna. I detta avseende motsvarar referensvärdena begreppsmässigt insatsnivåerna i direktivet om elektromagnetiska fält.

Medlemsstaterna rekommenderas att vid tillämpning av grundläggande begränsningar och referensnivåer ta hänsyn till riskerna och fördelarna med de tekniker som alstrar elektromagnetiska fält. Medlemsstaterna rekommenderades också att tillhandahålla information till allmänheten och att främja och skaffa sig överblick över forskning om elektromagnetiska fält och människors hälsa.

I rådets rekommendation uppmanas också Europeiska kommissionen att bidra till skyddet av allmänheten. Kommissionen uppmanades att verka för att upprätta europeiska standarder för att stödja det beskrivna skyddssystemet, att främja forskning om kortsiktiga och långsiktiga effekter av exponering för elektromagnetiska fält, att främja internationell samstämmighet på området, och hålla de frågor som omfattas av rekommendationen under uppsikt.

Skyddssystemet som beskrivs i rådets rekommendation har antagits allmänt som ett ramverk för skydd av allmänheten. I synnerhet har de referensnivåer som anges i rådets rekommendation använts som grund för att hantera exponeringar i allmänt tillgängliga områden. Dessutom har referensnivåerna använts som upplysning i utvecklingen av standarder för aktiva inopererade medicinska enheters elektromagnetiska tålighet.

APPENDIX H

EUROPEISKA OCH INTERNATIONELLA STANDARDER

Tekniska standarder för elektromagnetiska fält har utvecklats av organ som Internationella elektrotekniska kommissionen (IEC), Europeiska kommittén för elektroteknisk standardisering (Cenelec) och andra standardiseringsorgan.

Cenelec har redan utvecklat en rad olika standarder för exponering i arbetet med anknäring till bedömning av elektromagnetiska fält. Dessa standarder utvecklades dock för att uppnå överensstämmelse med det tidigare direktivet om elektromagnetiska fält. Därför bör standarder som är daterade 2013 eller tidigare inte användas för att bedöma överensstämmelse med det nuvarande direktivet om elektromagnetiska fält.

Vissa befintliga standarder gör det dock möjligt att bedöma överensstämmelsen med rådets rekommendation (1999/519/EG). Enligt artikel 4.6 i direktivet om elektromagnetiska fält behöver arbetsgivare inte genomföra bedömning av exponering för arbetsplatser som är öppna för allmänheten och för vilka en utvärdering visar att de överensstämmer med rådets rekommendation (1999/519/EG). Som villkor för denna bestämmelse gäller att exponeringarna av arbetstagare överensstämmer med exponeringarna av allmänheten och att det inte finns några hälso- och säkerhetsrisker.

Cenelec har också publicerat standarder som är harmoniserade med olika produkt direktiv (se avsnitt G.3). Förteckningar över standarder som är harmoniserade efter respektive produkt direktiv är offentliggjorda i företagsdelen av Europeiska kommissionens webbplats. Dessa standarder kan användas av tillverkare och leverantörer för att visa överensstämmelse med säkerhetskraven för elektromagnetiska fält. Om utrustningen är avsedd att användas av allmänheten och uppfyller de striktare säkerhetsnivåer som krävs för sådan utrustning, anses arbetsplatsen överensstämma med rådets rekommendation (1999/519/EG) förutsatt att inte någon annan utrustning används.

Om standarder utvecklas tillhör de i allmänhet endera av typerna utsläppsstandarder eller exponeringsstandarder (se ovan).

- Utsläppsstandarder gäller utsläpp från utrustning och ger tillverkare ett sätt att visa att det fält som avges av en produkt inte överskrider en viss gräns. Gränsen brukar vara insatsnivåer (AL) eller gränsvärden för exponering (ELV) i direktivet om elektromagnetiska fält eller värdena i rådets rekommendation (1999/519/EG). Det är viktigt att notera att dessa bedömningar förutsätter att utrustningen används som avsett. Om utrustningen inte används så som tillverkaren avsett kanske bedömningen inte är giltig.
- Standarder för exponeringsbedömning ger i allmänhet ett standardiserat sätt att bedöma exponeringar inom vissa branscher eller för vissa typer av teknik. I en arbetsplatsbedömning ska man beakta hur utrustningen används och den ska omfatta alla aspekter av arbetet med utrustning, inklusive rengöring och underhåll.

I allmänhet har standarder till syfte att säkerställa att den sammanlagda exponeringen för emissionen från en enhet är tillräckligt låg för att användning, även i närheten av andra källor som avger elektromagnetiska fält, inte gör att exponeringsgränserna överskrids.

Det bör noteras att dessa standarder gäller bedömning av enskilda utrustningsenheter, medan direktivet om elektromagnetiska fält gäller exponering av arbetstagare från alla

källor. Det är möjligt att exponering för mer än en källa som i sig uppfyller kraven, kan leda till en kombinerad exponering av personal som överskrider AL eller ELV. I allmänhet avtar fält snabbt med avståndet så att om utrustningen är placerad med stora avstånd kommer de fält som uppkommer normalt att uppfylla kraven.

Arbete pågår inom Cenelec för att utveckla nya tekniska standarder som ska inriktas på att uppnå överensstämmelse med det nuvarande direktivet om elektromagnetiska fält. Dessa standarder kommer att publiceras när de är godkända men det kommer troligen att ta ett tag innan en omfattande uppsättning standarder har utvecklats. Alla som behöver utföra en bedömning bör trots detta kontrollera om det finns en standard som gäller det nuvarande direktivet om elektromagnetiska fält.

Inom Cenelec utförs arbetet med att utveckla nya standarder för exponeringsbedömning av den tekniska kommittén CLC/TC106X: elektromagnetiska fält i den mänskliga miljön. Framsteg i utvecklingen av nya standarder kan kontrolleras i TC106X-området av Cenelecs webbplats.

APPENDIX I

RESURSER

I.1 Rådgivning/tillsyn

I.1.1 Europeiska unionen

Land	Organisation	Webbplats
Belgien	Federal Public Service Employment, Labour and Social Dialogue	www.employment.belgium.be
Bulgarien	National Center of Public Health and Analyses	ncphp.government.bg/en
Cypern	Ministry of Labour and Social Insurance	www.mlsi.gov.cy
Danmark	Danish Working Environment Authority	www.at.dk
Estland	Labour Inspectorate of Estonia	www.ti.ee
Finland	Ministry of Social Affairs and Health	www.riskithaltuun.fi
Frankrike	Ministère du Travail, de l'Emploi, et du Dialogue social	www.travail.gouv.fr
Förenade kungariket	Health and Safety Executive Public Health England	www.hse.gov.uk www.gov.uk/government/organisations/public-health-england
Grekland	Ministry of Labour and Social Affairs	www.mathra.gr
Irland	Health and Safety Authority	www.hsa.ie
Italien	National Institute for Insurance against Accidents at Work	www.inail.it
Kroatien	Ministeriet för arbetsmarknad och pensionssystem	www.mrms.hr
Lettland	State Labour Inspectorate of the Republic of Latvia	www.vdi.gov.lv
Litauen	Labour Department, Ministry of Social Security and Labour	www.socmin.lt/en
Luxemburg	Inspection du Travail et des Mines	www.itm.lu/de/home.html
Malta	Occupational Health and Safety Authority	www.ohsa.org.mt
Nederländerna	National Institute for Public Health and the Environment (RIVM)	www.rivm.nl
Polen	Central Institute for Labour Protection	www.ciop.pl
Portugal	Autoridade para as Condições de Trabalho	www.act.gov.pt
Rumänien	The National Research and Development Institute on Occupational Safety	www.protectiamuncii.ro
Slovakien	Ministry of Labour, Social Affairs and Family	www.employment.gov.sk/en
Slovenien	Ministry of Labour, Family and Social Affairs	www.gov.si
Spanien	National Institute of Safety and Hygiene at Work	www.meys.es
Sverige	Arbetsmiljöverket	www.av.se
Tjeckien	Ministry of Labour and Social Affairs	www.mpsv.cz/cs
Tyskland	Federal Ministry of Labour and Social Affairs	www.bmas.bund.de
Österrike	Bundesministerium für Arbeit, Soziales und Konsumentenschutz	www.bmask.gv.at/site

I.1.2 Internationella organisationer

Organisation	Webbplats
Internationella kommissionen för skydd mot icke-joniserande strålning	www.icnirp.de
Världshälsoorganisationen	www.who.int
European Trade Union Confederation	www.etuc.org
European Public Health Alliance	www.epha.org
Europeiska arbetsmiljöbyrån	osha.europa.eu
International Commission on Occupational Health	www.icohweb.org

I.2 Branschorganisationer

Organisation	Webbplats
Council of European Employers of the Metal, Engineering and Technology-Based Industries	www.ceemet.org
Den europeiska bilindustriföreningen	www.acea.be
Euro Chlor	www.eurochlor.org
Det europeiska nätverket av systemansvariga för överföringssystemen för el – ENTSO-E	www.entsoe.eu
European Coordination Committee of the Radiological Electromedical and Healthcare IT Industry (COCIR)	www.cocir.org
Union of the Electricity Industry – Eurelectric	www.eurelectric.org

1.3 Nationella riktlinjer

Land	Handlingar
Belgien	Ordinance No 7 for the minimal requirements for safety and health at work, State gazette No 88, 1999
Danmark	The executive order no. 559 on 'The Performance of Work' The executive order no. 513 amending the executive order no. 559 on 'The Performance of Work' Ikke-ioniserende stråling, Vejledning om ikke-ioniserende stråling med frekvenser under 300 GHz D.6.1.1, maj 2002 At-vejledning, arbejdsstedets indretning – A.1.8, Gravide og ammendes arbejdsmiljø
Estland	Töökeskkonna füüsikaliste ohutegurite piinormid ja ohutegurite parameetrite mõõtmise kord
Finland	Toimintamalli RF-kenttien aiheuttamissa tapaturmaisissa yllälistumistilanteissa, Tommi Alanko, Harri Lindholm, Soile Jungewelter, Maria Tiikkaja, Maila Hietanen (2013), ISBN 978-952-261-349-3 (PDF, FI), ISBN 978-952-261-393-6 (PDF, EN) Sydäntahdistimen häiriötön toiminta työympäristön sähkömagneettisissa kentissä, Maria Tiikkaja, Maila Hietanen, Tommi Alanko, Harri Lindholm (2012), ISBN 978-952-261-212-0 (print) ISBN 978-952-261-213-7 (pdf, FI), ISBN 978-952-261-295-3 (pdf, EN) Turvallinen työskentely tukiasemien lähellä, Tommi Alanko, Maila Hietanen (2006), ISBN (vihko) 951-802-707-2, ISBN (PDF) 951-802-708-0 Sähkömagneettiset kentät työympäristössä — Opaskirja työntekijöiden altistumisen arvioimiseksi, Maila Hietanen, Patrick von Nandelstadh, Tommi Alanko, ISBN 951-802-614-9, ISSN 1458-9311 Työntekijöiden altistuminen tukiasemien radiotaajuisille kentille, Tommi Alanko, Maila Hietanen, Patrick von Nandelstadh (2006), ISBN 951-802-667-X, ISSN 1458-9311 Sydäntahdistinpotilaan työhön paluun tukeminen — Sähkömagneettisten häiriöriskien hallinta, Maria Tiikkaja, Maila Hietanen, Tommi Alanko ja Harri Lindholm (2012), ISBN 978-952-261-204-5 (nid.) ISBN 978-952-261-205-2 (PDF)
Frankrike	Hygiène et sécurité du travail no 233 Décembre 2013 (Resistance Welding) INRS, Exposition des travailleurs aux risques dus aux champs électromagnétiques, Guide d'évaluation des risques
Grekland	ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΣΤΑΤΙΚΟΥ ΜΑΓΝΗΤΙΚΟΥ ΠΕΔΙΟΥ ΣΤΑ ΠΛΑΙΣΙΑ ΤΗΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΠΡΟΣΩΠΙΚΟΥ ΣΤΟΥΣ ΧΩΡΟΥΣ ΤΟΥ ΠΥΡΗΝΙΚΟΥ ΜΑΓΝΗΤΙΚΟΥ ΣΥΝΤΟΝΙΣΜΟΥ (NMR), 50 Τακτικό Εθνικό Συνέδριο Μετρολογίας, Εθνικό Ίδρυμα Ερευνών, Αθήνα, 9-10 Μαΐου 2014
Lettland	Atgādne par elektromagnētisko lauku, Aktualizēts 2011, gada jūnijā
Litauen	Lithuanian Hygiene Norm (HN) 110: 2001 Electromagnetic field of 50 Hz frequency in work places Permissible values of the parameters and measuring requirements and labour No 660/174 of 21 December 2001 Lithuanian Hygiene Norm (HN) 80: 2011 Electromagnetic field in working places and living environment. Permissible values of the parameters and measuring requirements in the 10 kHz to 300 GHz radiofrequency zone, approved by the order of minister of health and No V-199 of 2 March 2011 Rules on determining electrostatic field strength permitted levels in working places approved by the order of minister of health and No 28 of 18 January 2001
Luxemburg	Conditions d'exploitation pour les émetteurs d'ondes électromagnétiques à haute fréquence, ITM-CL 179.4

Polen	EU Directive, ICNIRP Guidelines and Polish Legislation on Electromagnetic Fields, <i>International Journal of Occupational Safety and Ergonomics</i> (JOSE), 12(2), 125–136
	Exposure of Workers to Electromagnetic Fields A Review of Open Questions on Exposure Assessment Techniques, <i>International Journal of Occupational Safety and Ergonomics</i> (JOSE), 15(1), 3–33
Rumänien	MONITORUL OFICIAL AL ROMANIEI Anul 175 (XIX) – Nr. 645, Vineri, 21 septembrie 2007
Tyskland	BGV B11, Unfallverhütungsvorschrift, Elektromagnetische Felder
	BGR B11, Berufsgenossenschaftliche Regel, Elektromagnetische Felder
	BGI 5011, Beurteilung magnetischer Felder von Widerstandsschweißeinrichtungen
	BGI/GUV-I 5111, Beeinflussung von Implantaten durch elektromagnetische Felder
	IFA Report 4/2013, Elektromagnetische Felder an handgeführten Mittelfrequenz-/Inverter-Punktschweißzangen
	IFA-Report 5/2011, Elektromagnetische Felder an Anlagen, Maschinen und Geräten
	IFA-Report 2/2009, Electromagnetic fields at handheld spot-welding guns
	Hannah Heinrich (2007). Assessment of non-sinusoidal, pulsed, or intermittent exposure to low frequency electric and magnetic fields, <i>Health Physics</i> , 92 (6)
	BMAS-Forschungsbericht FB 400-E, Electromagnetic fields at workplace, ISSN 0174-4992

I.4 Branschriktlinjer

Organisation	Vägledning
Euro Chlor	Electromagnetic Fields in the Chlorine Electrolysis Units: Health Effects, Recommended Limits, Measurement Methods and Possible Prevention Actions. HEALTH 3. 3 rd edition, 2014

APPENDIX J

ORDLISTA OCH FÖRKORTNINGAR

J.1 Ordlista

Administrativa åtgärder	Säkerhetsåtgärder av icke teknisk art, t.ex. nyckelkontroll, säkerhetsutbildning och varningsmeddelanden.
Dielektrisk	En elektrisk isolator som kan polariseras av ett tillämpat elektriskt fält.
Dipol	En antenn som består av en ledande stav med anslutningsledningen i mitten.
Dosimetri	Beräkning eller bedömning av energidepositionen i en människas kropp.
Elektromagnetisk strålning	Elektromagnetisk strålning är en form av strålning med både elektriska och magnetiska fältkomponenter, som kan beskrivas som vågor som sprids med ljusets hastighet. Under vissa omständigheter kan man anse att elektromagnetisk strålning finns i form av partiklar som kallas för fotoner.
Elektromagnetiskt spektrum	Det elektromagnetiska spektrumet är intervallet med alla tänkbara frekvenser av elektromagnetisk strålning. Spektrumet sträcker sig från korta våglängder som röntgenstrålar, till synlig strålning och vidare till strålning med längre våglängder från mikrovågor, televisions- och radiovågor.
Exploderande tråd	En detonator som använder en elektrisk ström för att förångas en ledning; den stöt och den värme som blir följden leder till att omgivande explosivt material detonerar.
Exponeringsindex	Den observerade exponeringen dividerad med gränsvärdet. Om exponeringsindexet är mindre än ett är exponeringen förenlig med kraven.
Fara	Någonting som har potential att orsaka skada. Faran kan gälla människor, egendom eller miljö.
Felsäker	En felsäker komponent är en komponent som inte leder till ökad fara om den går sönder, dvs. den går sönder på ett säkert sätt. I felläge sätts systemet ur funktion eller i ett icke-farligt läge.
Fosfener	Ljusblixtar som upplevs av en person utan att ljus faller in mot ögonen.
Frekvens	Antalet cykler per tidsenhet i en svängning. Symbol: f-enhet: Hz.
Icke-joniserande strålning	Strålning som inte alstrar jonisering i biologisk vävnad. Exempel är ultraviolett strålning, ljus, infraröd strålning och radiofrekvent strålning.
Induktion	Induktion (elektromagnetisk) är alstring av spänning genom en elektrisk ledare när den exponeras för ett tidsvarierande magnetfält.
Industriell elektrolys	En process som används i stor skala där en elektrisk ström stimulerar en annars icke-spontan kemisk reaktion.
Internationella kommissionen för skydd mot icke-joniserande strålning (ICNIRP)	Ett organ bestående av oberoende vetenskapliga experter som har till syfte att sprida information och råd om potentiella hälsofaror på grund av exponering för icke-joniserande strålning.
Joule	Energienhet som motsvarar det arbete som utförs av en kraft på en newton som flyttar ett föremål en meter. Symbol: J.
Kontaktström	Den elektriska ström som flödar i en person som rör vid ett ledande föremål inom ett elektromagnetiskt fält.
Lås (se säkerhetsfunktion)	En mekanisk, elektrisk eller annan typ av anordning, vars ändamål är att förhindra att utrustningen används under vissa omständigheter.
Magnetisk resonanstomografi	En medicinsk bildtagningsteknik där starka magnetfält och högfrekventa elektromagnetiska fält används för att framställa detaljerade bilder inuti kroppen.

Magnetpulverprovning	En metod att upptäcka sprickor och andra defekter i ett magnetiskt material genom att använda magnetpulver och magnetfält.
Produktstandard	Dokument som anger väsentliga egenskaper hos en produkt för att göra det möjligt att producera och använda den på ett enhetligt sätt.
Radiofrekvent strålning	Elektromagnetisk strålning definieras ofta som frekvenser mellan 100 kHz och 300 GHz.
Rimligen förutsebar händelse	Förekomsten av en händelse under vissa omständigheter kan förutses tämligen korrekt och förekomstens sannolikhet eller frekvens är inte låg eller mycket låg.
Risker	Sannolikheten för skada.
Riskvärde	Produkten av sannolikheten att en farlig händelse förekommer och resultatet eller skadan som blir följden.
Rätvinklig	I rätta vinklar (90 grader)
Sinusoidal	Varierar på ett sätt som kan representeras av den trigonometriska sinusfunktionen.
Spänning	Enheten för elektrisk potentialskillnad, symbol: V.
Strålningstäthet	Täthet hos strålning som faller in mot en yta (Wm^2).
Säkerhetsfunktion	En mekanisk, elektrisk eller annan typ av anordning, vars ändamål är att förhindra att utrustningen används under vissa omständigheter.
Teknisk standard	Dokument som anger en standardiserad metod för en process.
Tekniska kontrollåtgärder	Säkerhetsåtgärder för en teknisk utformning som ska användas som grundläggande metod att minska exponeringen för strålning. Ett fysikaliskt medel att förhindra kontakt med strålning.
Undantag	Ett delvis återkallande av en lag eller förordning under vissa omständigheter.
Walkie-talkie	En handhållen dubbelriktad kommunikationsenhet som används i olicensierade radiofrekvensband. Kallas även för handhållen mottagare.
watt	Effektenhet som motsvarar en joule energi per sekund. Symbol: W.
Wi-Fi	Ett system för anslutning av elektronisk utrustning såsom datorer i ett lokalt nätverk med hjälp av radiofrekvent kommunikation.
Våglängd	Avståndet mellan motsvarande punkter i en vågs successiva cykler. Enhet: meter, symbol: m.
Överföring	Passagen av en strålning genom ett medium. Om inte all strålning absorberas sägs den strålning som passerar igenom vara överförd. Beroende på våglängd, polarisering, strålningstäthet och överföringsmaterial.

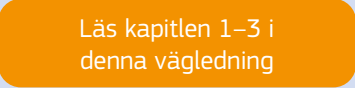

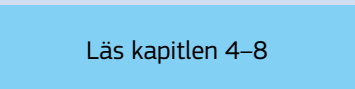
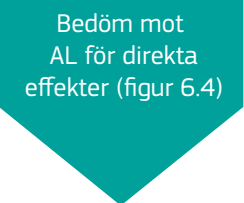
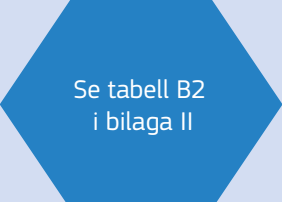
J.2 Förkortningar

AIMD	Aktiv inopererad medicinsk enhet (Active implanted medical device)
AL	Insatsnivå (Action level)
AM	Amplitudmodulering
BSS	Grundläggande säkerhetsstandarder (Basic safety standards)
Cenelec	Europeiska kommittén för elektroteknisk standardisering
CNS	Centrala nervsystemet
DECT	Digital utökad sladdlös telekommunikation (Digital enhanced cordless telecommunications)
DVD	Digitalt optiskt lagringsmedium (Digital versatile disc)
EI	Exponeringsindex
ELF	Extremt låg frekvens

ELV	Gränsvärde för exponering (ELV)
EMF	Förslag om elektromagnetiska fält
ERP	Effektiv utstrålad effekt (Effective radiated power)
FD	Finit differens
FDTD	Finit differens i tidsdomänen
FEM	Finit elementmetod
HF	Högfrekvens
ICNIRP	Internationella kommissionen för skydd mot icke-joniserande strålning
IR	Infraröd
IT	Informationsteknik
LF	Lågfrekvens
MF	Medelfrekvens
MFR	Multifrekvensregel (Multiple frequency rule)
MRT	Magnetisk resonanstomografi
NMR	Kärnmagnetisk resonans (Nuclear magnetic resonance)
OIRA	Interaktivt onlineverktyg för riskbedömning (Online interactive risk assessment)
RC	Resistorkrets (Resistor capacitor)
RF	Radiofrekvens
RFID	Radiofrekvensidentifiering
RMS	Kvadratisk medelvärde (Root-mean-square)
SA	Specifik energiabsorption
SAR	Specifik energiabsorption per tids- och massenhet
SHF	Superhög frekvens
SPFD	Scalar-potential finite-difference
STD	Shaped time domain
TETRA	Terrestrial trunked radio
TV	TV:n
UHF	Ultra high frequency
UV	Ultraviolet
VHF	Very High Frequency
VLF	Very low frequency
WBSAR	SAR-medelvärde för hela kroppen (Whole-body averaged SAR)
WLAN	Trådlöst lokalt nät (Wireless local area network)
WPM	Weighted peak-method

J.3 Flödesdiagramsymboler

Tabell J3 – Flödesdiagramsymboler som används i vägledningen

Beteckning	Beskrivning	Betydelse i denna vägledning
 Läs kapitlen 1–3 i denna vägledning	Terminator	Anger start och slut på förfarandet
 Överensstämmelse styrkt?	Dom	Ställer en fråga som leder användaren nedför den ena av två alternativa vägar, märkta ja och nej.
 Läs kapitlen 4–8	Förfarande	Anger det förfarande som ska vidtas för att gå vidare
 Bedöm mot AL för direkta effekter (figur 6.4)	Koppling till annan sida	Används för att länka till annat flödesdiagram. Dessa är färgkodade för att ange ingångs- och utgångspunkterna.
 Se tabell B2 i bilaga II	Förberedelse	Anger att förberedande arbete krävs för detta avsnitt av flödesdiagrammet. Relaterar till en färgkodad ruta.

APPENDIX K

BIBLIOGRAFI

K.1 Kapitel 5 – Riskbedömning inom ramen för direktivet om elektromagnetiska fält

Occupational Health and Safety Management Systems – Guidelines for the implementation of OHSAS 18001. PHSAS 18002:2000.

Forschungs Bericht 400-E, Electromagnetic fields at workplaces – A new scientific approach to occupational health and safety. ISSN 0174-4992.

K.2 Kapitel 9 – Skyddsåtgärder och förebyggande åtgärder

ISO (International Organization for Standardization) (2011). Graphical symbols – Safety colours and safety signs – Registered safety signs. ISO7010.

Melton, G., och Shaw, R. (2014), *Electromagnetic fields in the welding environment*, RR1018, HSE, London.

K.3 Kapitel 11 – Risker, symtom och hälsokontroll

Alanko, T., Lindholm, H., Jungewelter, S., Tiikkaja, M., och Hietanen, M. (2014), *Operating model for managing accidental overexposure to RF- fields*, Helsinki, Finnish Institute of Occupational Health. ISBN 978-952-261-393-6.

K.4 Bilaga D – Exponeringsbedömning

De Santis, V., Chen, X. L., Laakso, I., och Hirata, A. (2013), 'On the issues related to compliance of LF pulsed exposures with safety standards and guidelines', *Phys Med Biol*, Vol. 58, s. 8597–8607.

HVBG (2001), Accident Prevention Regulation Electromagnetic Fields. BGVB11 <http://publikationen.dguv.de/dguv/pdf/10002/v-b11.pdf>

Heinrich, H. (2007), 'Assessment of non-sinusoidal, pulsed, or intermittent exposure to low frequency electric and magnetic fields', *Health Phys*, Vol. 92, No 6, s. 541–546.

ICNIRP(1998), 'ICNIRP guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic fields and electromagnetic fields (up to 300GHz)', *Health Phys*, Vol. 74, No 4, s. 494–522.

ICNIRP(2010), 'ICNIRP guidelines for limiting exposure to time-varying electric and magnetic fields (1 Hz–100 kHz)', *Health Phys*, Vol. 99, No 6, s. 818–836.

ICNIRP (2014), 'ICNIRP guidelines for limiting exposure to electric fields induced by movement of the human body in a static magnetic field and by time-varying magnetic fields below 1 Hz', *Health Phys*, Vol. 106, No 3, s. 418–425.

ISO/IEC Guide 98-3:2008, Uncertainty of measurement – Part 3: Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM:1995).

Jokela, K. (2000), 'Restricting exposure to pulsed and broadband magnetic fields', *Health Phys*, Vol. 79, No 4, s. 373–388.

K.5 Bilaga E – Indirekta effekter och arbetstagare som är utsatta för särskilda risker

German Social Accident Insurance Association (2012). Beeinflussung von implantaten durch elektromagnetische felder. BGI/GUV-I 5111.

NRPB (2004), 'Review of the scientific evidence for limiting exposure to electromagnetic fields (0–300 GHz)', *Documents of the NRPB*, Vol. 15, No 3.

K.6 Bilaga F – Riktlinjer för MRT

Calamante, F., Faulkner, WH Jr, Ittermann, B., Kanal, E., Kimbrell, V., Owman, T., Reeder, S.B., Sawyer, A.M., Shellock, F.G., och van den Brink, J.S., on behalf of the ISMRM Safety Committee (2014), 'MR system operator: minimum requirements for performing MRI in human subjects in a research setting', *Journal of Magnetic Resonance Imaging*, doi: 10.1002/jmri.24717.

Capstick, M., McRobbie, D., Hand, J., Christ, A., Kühn, S., Hansson Mild, K., Cabot, E., Li, Y., Melzer, A., Papadaki, A., Prüssmann, K., Quest, R., Rea, M., Ryf, S., Oberle, M., och Kuster, N. (2008), 'An investigation into occupational exposure to electromagnetic fields for personnel working with and around medical magnetic resonance imaging equipment', Project Report VT/2007/017.

CENELEC (European Committee for Electrotechnical Standardization) (2010). Medical electrical equipment – Part 2–33: Particular requirements for the basic safety and essential performance of magnetic resonance equipment for medical diagnosis. EN60601-2-33.

ICNIRP (International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection) (2004), 'Medical magnetic resonance (MR) procedures: protection of patients', *Health Phys*, Vol. 87, s. 197216.

ICNIRP (2009), 'Amendment to the ICNIRP "statement on medical magnetic resonance (MR) procedures: protection of patients"', *Health Phys*, Vol. 97, No 3, s. 259–261.

McRobbie, DW (2012), 'Occupational exposure in MRI', *Br J Radiol*, Vol. 85, s. 293–312.

MRI Working Group (2008), *Using MRI safely – practical rules for employees*, RIVM, Bilthoven, Netherlands.

Stam, R. (2008), *The EMF Directive and protection of MRI workers*, RIVM Report 610703001/2008, RIVM, Bilthoven, Netherlands.

Stam, R. (2014), 'The revised electromagnetic fields directive and worker exposure in environments with high magnetic flux densities', *Ann Occup Hyg*, Vol. 58, No 5, s. 529541.

APPENDIX L

DIREKTIV 2013/35/EU

I

(Lagstiftningsakter)

DIREKTIV

EUROPAPARLAMENTETS OCH RÅDETS DIREKTIV 2013/35/EU

av den 26 juni 2013

om minimikrav för arbetstagares hälsa och säkerhet vid exponering för risker som har samband med fysikaliska agens (elektromagnetiska fält) i arbetet (20:e särdirektivet enligt artikel 16.1 i direktiv 89/391/EEG) och om upphävande av direktiv 2004/40/EG

EUROPAPARLAMENTET OCH EUROPEISKA UNIONENS RÅD HAR
ANTAGIT DENNA FÖRORDNING

med beaktande av fördraget om Europeiska unionens funktions-
sätt, särskilt artikel 153.2,

med beaktande av Europeiska kommissionens förslag,

efter översändande av utkastet till lagstiftningsakt till de natio-
nella parlamenten,

med beaktande av Europeiska ekonomiska och sociala kommit-
téens yttrande ⁽¹⁾,

efter att ha hört Regionkommittén,

i enlighet med det ordinarie lagstiftningsförfarandet ⁽²⁾, och

av följande skäl:

(1) Enligt fördraget kan Europaparlamentet och rådet genom direktiv anta minimikrav för att främja förbättringar, särskilt av arbetsmiljön, för att garantera en högre skyddsnivå för arbetstagarnas hälsa och säkerhet. I sådana direktiv bör alla administrativa, finansiella och rättsliga ålägganden som motverkar tillkomsten och utvecklingen av små och medelstora företag undvikas.

(2) I artikel 31.1 i Europeiska unionens stadga om de grundläggande rättigheterna föreskrivs det att varje arbetstagare har rätt till hälsosamma, säkra och värdiga arbetsförhållanden.

(3) Efter ikraftträdandet av Europaparlamentets och rådets direktiv 2004/40/EG av den 29 april 2004 om minimikrav för arbetstagares hälsa och säkerhet vid exponering för risker som har samband med fysikaliska agens (elektromagnetiska fält) i arbetet (18:e särdirektivet enligt artikel 16.1 i direktiv 89/391/EEG) ⁽³⁾ uttrycktes allvarliga farhågor från berörda parter, särskilt läkarkåren, om hur genomförandet av direktivet eventuellt skulle kunna påverka bruket av medicinska behandlingsmetoder som bygger på bildiagnostik. Farhågor uttrycktes också i fråga om direktivets inverkan på viss industriell verksamhet.

(4) Kommissionen genomförde en ingående granskning av argumenten från berörda parter och efter flera samråd beslutade den sig för att grundligt ompröva vissa bestämmelser i direktiv 2004/40/EG på grundval av nya vetenskapliga rön som offentliggjorts av internationellt erkända experter.

(5) Direktiv 2004/40/EG ändrades genom Europaparlamentets och rådets direktiv 2008/46/EG ⁽⁴⁾, vilket ledde till ett senareläggande av tidsfristen för införlivandet av direktiv 2004/40/EG med fyra år, och senare genom Europaparlamentets och rådets direktiv 2012/11/EU ⁽⁵⁾, vilket ledde till att tidsfristen för införlivande senarelades till den 31 oktober 2013. Därigenom skulle kommissionen kunna lägga fram ett nytt förslag och lagstiftarna skulle kunna anta ett nytt direktiv som grundar sig på nyare och bättre rön.

(6) Direktiv 2004/40/EG bör upphävas, och bättre lämpade och proportionella åtgärder som skyddar arbetstagare mot risker förknippade med elektromagnetiska fält bör införas. Det direktivet beaktade inte de långsiktiga effekter, exempelvis eventuell cancerrisk, av exponering för

⁽¹⁾ EUT C 43, 15.2.2012, s. 47.

⁽²⁾ Europaparlamentets ståndpunkt av den 11 juni 2013 (ännu ej offentliggjord i EUT) och rådets beslut av den 20 juni 2013.

⁽³⁾ EUT L 159, 30.4.2004, s. 1.

⁽⁴⁾ EUT L 114, 26.4.2008, s. 88.

⁽⁵⁾ EUT L 110, 24.4.2012, s. 1.

- tidsvarierande elektriska, magnetiska och elektromagnetiska fält i sådana fall där det för närvarande inte föreligger några etablerade vetenskapliga bevis för något orsakssamband. Det här direktivet är avsett att ta itu med alla kända direkta och biofysiska effekter och indirekta effekter som orsakas av elektromagnetiska fält, i syfte att inte endast trygga den enskilde arbetstagarens hälsa och säkerhet utan även att skapa ett minimiskydd för alla arbetstagare inom unionen och samtidigt minska en eventuell snedvridning av konkurrensen.
- (7) Detta direktiv omfattar inte påstådda långsiktiga effekter av exponering av elektromagnetiska fält, eftersom det för närvarande inte föreligger några väletablerade vetenskapliga bevis för ett orsakssamband. Om det emellertid kommer fram sådana väletablerade vetenskapliga bevis, bör kommissionen överväga hur man lämpligast kan komma till rätta med sådana effekter och genom sin rapport om det praktiska genomförandet av detta direktiv hålla Europaparlamentet och rådet informerade i detta avseende. Kommissionen bör därvid beakta, utöver den relevanta information som den erhåller från medlemsstaterna, aktuell forskning och nya vetenskapliga rön utifrån uppgifter på detta område.
- (8) Minimikrav bör fastställas för att därigenom ge medlemsstaterna möjlighet att behålla eller anta mer förmånliga bestämmelser för skydd av arbetstagare, särskilt genom att fastställa lägre insatsnivåer (AL) eller gränsvärden för exponering (ELV) när det gäller elektromagnetiska fält. Genomförandet av detta direktiv bör emellertid inte kunna återopas som skäl till inskränkningar i det skydd som för närvarande finns i varje medlemsstat.
- (9) Systemet för skydd mot elektromagnetiska fält bör begränsas till att definiera, utan att därvid gå in på onödiga detaljer, de mål som ska uppnås och vilka principer och grundläggande värden som ska användas för att möjliggöra en likartad tillämpning av minimikraven i samtliga medlemsstater.
- (10) Skyddet av arbetstagare som utsätts för elektromagnetiska fält kräver att en ändamålsenlig och effektiv riskbedömning genomförs. Detta krav måste emellertid stå i proportion till den faktiska situationen på arbetsplatsen. Därför är det lämpligt att utforma ett skyddssystem som grupperar olika risknivåer på ett enkelt, graderat och lättbegripligt sätt. Följaktligen kan hänvisningar till ett antal indikatorer och standardsituationer, som bör tillhandahållas genom praktiska riktlinjer, vara en användbar hjälp för arbetsgivare när dessa ska fullgöra sina skyldigheter.
- (11) De oönskade effekterna på kroppen är beroende av vilken frekvens det elektromagnetiska fältet eller den strålning har som den utsätts för och därför måste systemen för begränsning av exponering vara beroende av frekvens och exponeringsmönster för att på ett adekvat sätt skydda arbetare som exponeras för elektromagnetiska fält.
- (12) Exponeringsnivån för elektromagnetiska fält kan minskas effektivare genom att sätta in förebyggande åtgärder redan vid utformningen av arbetsplatser och genom att vid valet av arbetsutrustning, arbetsprocesser och arbetsmetoder prioritera en minskning av riskerna redan vid källan. Bestämmelser om arbetsutrustning och arbetsmetoder bidrar således till att skydda de berörda arbetstagarna. Det föreligger emellertid ett behov av att undvika dubbla bedömningar, när arbetsutrustning uppfyller kraven i relevant unionsrätt på produktområdet, som fastställer strängare säkerhetskrav än de som föreskrivs i detta direktiv. Detta möjliggör förenklade bedömningar i ett stort antal fall.
- (13) Arbetsgivarna bör anpassa sig till tekniska framsteg och vetenskapliga rön om risker i samband med exponering för elektromagnetiska fält i syfte att förbättra arbetstagarnas säkerhet och hälsoskydd.
- (14) Då detta direktiv är ett särdirektiv enligt artikel 16.1 i rådets direktiv 89/391/EEG av den 12 juni 1989 om åtgärder för att främja förbättringar av arbetstagarnas säkerhet och hälsa i arbetet⁽¹⁾, är direktiv 89/391/EEG följaktligen tillämpligt på arbetstagares exponering för elektromagnetiska fält, utan att detta påverkar tillämpningen av strängare och/eller mer specifika bestämmelser i det här direktivet.
- (15) De fysikaliska storheter, ELV och AL, som fastställs i detta direktiv grundar sig på rekommendationerna från Internationella kommissionen för skydd mot icke-joniserande strålning (ICNIRP) och bör beaktas i enlighet med ICNIRP:s principer, förutsatt att det i detta direktiv inte föreskrivs några särskilda bestämmelser.
- (16) I syfte att säkerställa att detta direktiv hålls uppdaterat bör befogenheten att anta akter i enlighet med artikel 290 i fördraget om Europeiska unionens funktionssätt delegeras till kommissionen med avseende på rent tekniska ändringar av bilagorna, för att beakta antagandet av förordningar och direktiv på området teknisk harmonisering och standardisering, tekniska framsteg, förändringar av de mest relevanta standarderna eller specifikationerna samt nya vetenskapliga rön om riskerna med elektromagnetiska fält, samt att anpassa AL. Det är av särskild betydelse att kommissionen genomför lämpliga samråd under sitt förberedande arbete, inklusive på expertnivå. När kommissionen förbereder och utarbetar delegerade akter, bör den se till att relevanta handlingar översänds samtidigt till Europaparlamentet och rådet och att detta sker så snabbt som möjligt och på lämpligt sätt.

⁽¹⁾ EGT L 183, 29.6.1989, s. 1.

- (17) Om ändringar av rent teknisk art i bilagorna visar sig nödvändiga, bör kommissionen arbeta i nära samarbete med den rådgivande kommitté för arbetsmiljöfrågor som inrättades genom rådets beslut av den 22 juli 2003 ⁽¹⁾.
- (18) I undantagsfall, om tvingande skäl till skyndsamhet så kräver, till exempel möjliga överhängande risker för arbetstagarnas hälsa och säkerhet som följer av exponering för elektromagnetiska fält, bör det vara möjligt att tillämpa det brådskande förfarandet på delegerade akter som antas av kommissionen.
- (19) I enlighet med den gemensamma politiska förklaringen av den 28 september 2011 från medlemsstaterna och kommissionen om förklarande dokument ⁽²⁾ har medlemsstaterna åtagit sig att i motiverade fall låta anmälan om införlivandeåtgärder åtföljas av ett eller flera förklarande dokument om förhållandet mellan de olika delarna i ett direktiv och motsvarande delar i nationella instrument för införlivande. När det gäller detta direktiv anser lagstiftaren det vara motiverat att sådana dokument överlämnas.
- (20) Ett system med ELV och AL bör, i tillämpliga fall, ses som ett sätt att underlätta tillhandahållandet av en hög nivå av skydd mot negativa hälsoeffekter och säkerhetsrisker som kan uppstå till följd av exponering för elektromagnetiska fält. Emellertid kan ett sådant system komma i konflikt med särskilda villkor inom vissa verksamheter, t.ex. användningen av magnetresonansteknik inom den medicinska sektorn. Därför är det nödvändigt att beakta dessa särskilda villkor.
- (21) Med tanke på särdragen hos de väpnade styrkorna och i syfte att göra det möjligt för dessa styrkor att fungera effektivt och samverka, bland annat inom gemensamma internationella militära övningar, bör medlemsstaterna kunna genomföra likvärdiga eller mer specifika skyddssystem, exempelvis internationellt överenskomna standarder, såsom Natos standarder, förutsatt att man förebygger negativa hälsoeffekter och säkerhetsrisker.
- (22) Arbetsgivarna bör åläggas att säkerställa att de risker som uppstår på grund av elektromagnetiska fält på arbetsplatsen elimineras eller reduceras till ett minimum. Det är dock i specifika fall och under vederbörligen motiverade omständigheter möjligt att de ELV som fastställs i detta direktiv endast tillfälligt överskrids. I sådana fall bör arbetsgivarna åläggas att vidta nödvändiga åtgärder för att så snabbt som möjligt återgå till att iakttä ELV.
- (23) Ett system som säkerställer en hög skyddsnivå när det gäller de negativa hälsoeffekter och säkerhetsrisker som kan uppstå till följd av exponering för elektromagnetiska fält bör i tillräcklig grad beakta specifika grupper av arbetstagare som är utsatta för särskilda risker och undvika

interferensproblem med och funktionsstörningar på medicinsk utrustning, exempelvis proteser av metall, pacemakrar och defibrillatorer, hörselimplantat och andra implantat eller medicinska enheter som bärs på kroppen. Interferensproblem, i synnerhet med pacemakrar, kan uppstå vid nivåer som ligger under AL och bör därför bli föremål för lämpliga säkerhets- och skyddsåtgärder.

HÄRIGENOM FÖRESKRIVS FÖLJANDE.

KAPITEL I

ALLMÄNNA REGLER

Artikel 1

Syfte och tillämpningsområde

1. I detta direktiv, som är det 20:e särdirektivet enligt artikel 16.1 i direktiv 89/391/EEG, fastställs minimikrav för att skydda arbetstagare mot sådana hälso- och säkerhetsrisker som uppstår eller kan uppstå vid exponering för elektromagnetiska fält under arbetet.

2. Detta direktiv omfattar alla kända direkta biofysiska effekter och indirekta effekter som orsakas av elektromagnetiska fält.

3. De gränsvärden för exponering (ELV) som fastställs i detta direktiv omfattar endast vetenskapligt vedertagna samband mellan kortsiktiga direkta biofysiska effekter och exponering för elektromagnetiska fält.

4. Detta direktiv omfattar inte påstådda långsiktiga effekter.

Kommissionen ska övervaka den senaste vetenskapliga utvecklingen. Om det framkommer väletablerade vetenskapliga bevis för de påstådda långsiktiga effekterna ska kommissionen överväga vilka åtgärder som är lämpliga att vidta, vilket i förekommande fall även kan innebära att lägga fram lagstiftningsförslag för att komma till rätta med sådana effekter. Kommissionen ska genom sin rapport som avses i artikel 15 hålla Europaparlamentet och rådet informerade i detta avseende.

5. Detta direktiv omfattar inte de risker som uppstår vid beröring av strömförande ledare.

6. Direktiv 89/391/EEG ska fortsätta att tillämpas fullt ut inom hela det område som avses i punkt 1, utan att det påverkar tillämpningen av strängare eller mer specifika bestämmelser i det här direktivet.

Artikel 2

Definitioner

I detta direktiv gäller följande definitioner:

- a) *elektromagnetiska fält*: statiska, magnetiska och tidsvarierande elektriska, magnetiska och elektromagnetiska fält med frekvenser under 300 GHz.

⁽¹⁾ EUT C 218, 13.9.2003, s. 1.

⁽²⁾ EUT C 369, 17.12.2011, s. 14.

- b) *direkta biofysiska effekter*: effekter på kroppen som direkt orsakas av vistelse i ett elektromagnetiskt fält, bland annat
- i) termiska effekter, såsom uppvärmning av vävnad genom energiabsorption från elektromagnetiska fält i vävnaden,
 - ii) icke-termiska effekter, såsom stimulering av muskler, nerver eller sinnesorgan. Dessa effekter kan inverka negativt på de exponerade arbetstagarnas mentala och fysiska hälsa. Dessutom kan stimuleringen av sinnesorgan förorsaka övergående symtom, såsom svindel eller fosfener. Dessa effekter kan skapa tillfällig irritation eller påverka kognitionen eller andra hjärn- eller muskelfunktioner och kan därmed påverka en arbetstagares förmåga att utföra sina arbetsuppgifter på ett säkert sätt (dvs. säkerhetsrisker), och
 - iii) strömmar i extremiteterna.
- c) *indirekta effekter*: effekter som orsakas av att ett föremål befinner sig i ett elektromagnetiskt fält, vilket kan orsaka en säkerhets- eller hälsorisk, såsom
- i) interferens med medicinsk elektronisk utrustning och anordningar, inklusive pacemakrar och andra implantat eller medicinska enheter som bärs på kroppen,
 - ii) projektilrisk från ferromagnetiska föremål i statiska magnetiska fält,
 - iii) initiering av elektroexplosiv apparatur (detonatorer),
 - iv) eldsvådor eller explosioner till följd av antändning av brännbart material genom gnistor från inducerade fält, kontaktström eller gnisturladdning,
 - v) kontaktströmmar.
- d) *gränsvärden för exponering (ELV)*: värden grundade på biofysiska och biologiska hänsynstaganden, särskilt på grundval av vetenskapligt välgrundade kortsiktiga och akuta direkta effekter, dvs. termiska effekter och elektrisk stimulering av vävnader.
- e) *ELV för hälsoeffekter*: De ELV över vilka arbetstagare kan utsättas för negativa hälsoeffekter, såsom termisk uppvärmning eller stimulering av nerv- och muskelvävnad.
- f) *ELV för sensoriska effekter*: ELV över vilka arbetstagare kan utsättas för övergående störningar i sensoriska förmågor och smärre förändringar i hjärnfunktioner.

- g) *insatsnivåer (AL)*: operativa nivåer som fastställs för att för enkla påvisandet av att relevanta ELV iaktas eller i förekommande fall för att vidta relevanta skyddsåtgärder eller förebyggande åtgärder enligt detta direktiv.

Den AL-terminologi som används i bilaga II är följande:

- i) för elektriska fält, *låga AL* och *höga AL*: nivåer som avser de särskilda skyddsåtgärder eller förebyggande åtgärder som anges i detta direktiv, och
- ii) för magnetiska fält, *låga AL*: nivåer som avser ELV för sensoriska effekter, och *höga AL*: nivåer som avser ELV för hälsoeffekter.

Artikel 3

Gränsvärden för exponering och insatsnivåer

1. Fysikaliska storheter som gäller exponering för elektromagnetiska fält anges i bilaga I. ELV för hälsoeffekter, ELV för sensoriska effekter och AL anges i bilagorna II och III.
2. Medlemsstaterna ska ålägga arbetsgivaren att säkerställa att arbetstagares exponering för elektromagnetiska fält begränsas till de ELV för hälsoeffekter och de ELV för sensoriska effekter som anges i bilaga II med avseende på icke-termiska effekter och de som anges i bilaga III med avseende på termiska effekter. Iakttagandet av ELV för hälsoeffekter och ELV för sensoriska effekter ska fastställas genom användning av de relevanta förfaranden för bedömning av exponering som avses i artikel 4. Om exponeringen av arbetstagare för elektromagnetiska fält överskrider ELV, ska arbetsgivaren omedelbart vidta åtgärder i enlighet med artikel 5.8.
3. Med avseende på tillämpningen av detta direktiv ska arbetsgivaren anses iaktta ELV för hälsoeffekter och ELV för sensoriska effekter då det har påvisats att de relevanta AL som anges i bilagorna II och III inte överskrids. Om exponeringen överskrider AL, ska arbetsgivaren vidta åtgärder i enlighet med artikel 5.2, om inte den bedömning som har genomförts i enlighet med artikel 4.1, 4.2 och 4.3 visar att de relevanta ELV inte överskrids och att säkerhetsrisker kan uteslutas.

Trots vad som sägs i första stycket får exponeringen dock överskrida

- a) låga AL för elektriska fält (bilaga II, tabell B1), om detta är motiverat av praxis eller processen, förutsatt att ELV för sensoriska effekter (bilaga II, tabell A3) inte överskrids, eller
- i) ELV för hälsoeffekter (bilaga II, tabell A2) inte överskrids,

- ii) alltför kraftig gnisturladdning och kontaktström (bilaga II, tabell B3) förebyggs genom särskilda skyddsåtgärder enligt artikel 5.6, och
 - iii) arbetstagarna har givits information med avseende på de situationer som avses i artikel 6 f,
- b) låga AL för magnetiska fält (bilaga II, tabell B2), om detta är motiverat av praxis eller processen, inbegripet i huvud och bål, under skiftet, förutsatt att ELV för sensoriska effekter (bilaga II, tabell A3) inte överskrids, eller
- i) ELV för sensoriska effekter endast tillfälligt överskrids,
 - ii) ELV för hälsoeffekter (bilaga II, tabell A2) inte överskrids,
 - iii) åtgärder vidtas i enlighet med artikel 5.9, om det förekommer övergående symtom enligt led a i den punkten, och
 - iv) arbetstagarna har givits information med avseende på de situationer som avses i artikel 6 f.
4. Trots vad som sägs i punkterna 2 och 3, får exponeringen överskrida
- a) ELV för sensoriska effekter (bilaga II, tabell A1) under skiftet, om detta är motiverat av praxis eller processen, förutsatt att
 - i) överskridandet är endast tillfälligt,
 - ii) ELV för hälsoeffekter (bilaga II, tabell A1) inte överskrids,
 - iii) särskilda skyddsåtgärder har vidtagits i enlighet med artikel 5.7,
 - iv) åtgärder vidtas i enlighet med artikel 5.9, om det förekommer övergående symtom enligt led b i den punkten, och
 - v) arbetstagarna har givits information med avseende på de situationer som avses i artikel 6 f,
- b) ELV för sensoriska effekter (bilaga II, tabell A3 och bilaga III, tabell A2) under skiftet, om detta är motiverat av praxis eller processen, förutsatt att
- i) överskridandet är endast tillfälligt,
 - ii) ELV för hälsoeffekter inte överskrids (bilaga II, tabell A2 och bilaga III, tabell A1 och A3)
 - iii) åtgärder vidtas i enlighet med artikel 5.9, om det förekommer övergående symtom enligt led a i den punkten, och

- iv) arbetstagarna har givits information med avseende på de situationer som avses i artikel 6 f.

KAPITEL II

ARBETSGIVARENS SKYLDIGHETER

Artikel 4

Bedömning av risker och fastställande av exponering

1. Arbetsgivaren ska, för att uppfylla sina skyldigheter enligt artiklarna 6.3 och 9.1 i direktiv 89/391/EEG, bedöma alla de risker för arbetstagarna som uppstår på grund av elektromagnetiska fält på arbetsplatsen och, om nödvändigt, mäta eller beräkna nivåerna på de elektromagnetiska fält som arbetstagarna exponeras för.

Utan att det påverkar tillämpningen av artikel 10 i direktiv 89/391/EEG och av artikel 6 i det här direktivet kan bedömningen offentliggöras på begäran i enlighet med relevant unionsrätt och nationell rätt. I synnerhet ska, om anställdas personuppgifter behandlas vid en sådan bedömning, varje offentliggörande ske i överensstämmelse med Europaparlamentets och rådets direktiv 95/46/EG av den 24 oktober 1995 om skydd för enskilda personer med avseende på behandling av personuppgifter och om det fria flödet av sådana uppgifter⁽¹⁾ och medlemsstaternas nationella lagstiftning som genomför det direktivet. Såvida det inte föreligger ett överskuggande allmänintresse att lämna ut informationen, får myndigheter som innehar en kopia av bedömningen avslå en begäran om tillgång till den eller en begäran om att den ska offentliggöras, om utlämnandet skulle undergräva skyddet för arbetsgivarens kommersiella intressen, däribland immateriell äganderätt. Arbetsgivare har rätt att vägra att lämna ut eller offentliggöra bedömningen under samma villkor i enlighet med relevant unionsrätt och nationell lagstiftning.

2. För bedömningen enligt punkt 1 i den här artikeln ska arbetsgivaren identifiera och bedöma elektromagnetiska fält på arbetsplatsen, med beaktande av de relevanta praktiska riktlinjer som avses i artikel 14 och andra relevanta normer eller riktlinjer som tillhandahålls av de berörda medlemsstaterna, inklusive exponeringsdatabaser. Utan att det påverkar arbetsgivarens skyldigheter enligt den här artikeln, ska arbetsgivaren också, när så är tillämpligt, ha rätt att beakta exponeringsnivåerna och andra lämpliga säkerhetsrelaterade uppgifter som tillverkaren eller distributören tillhandahåller för utrustningen i enlighet med gällande unionsrätt, inklusive en riskbedömning, om detta är tillämpligt med avseende på exponeringsförhållandena på arbetsplatsen eller installationsplatsen.

3. Om iakttagandet av ELV inte kan fastställas på ett tillförlitligt sätt på grundval av lättillgänglig information, ska bedömningen av exponeringen genomföras på grundval av mätningar eller beräkningar. I sådana fall ska man vid bedömningen beakta osäkerheten vid dessa mätningar eller beräkningar, såsom numeriska fel, källmodellering, fantomgeometri, samt vävnaders och materials elektriska egenskaper, som fastställts i enlighet med relevant god praxis.

⁽¹⁾ EGT L 281, 23.11.1995, s. 31.

4. De bedömningar, mätningar och beräkningar som avses i punkterna 1, 2 och 3 i den här artikeln ska i lämpliga intervall planeras och genomföras av behöriga instanser eller personer, med beaktande av den handledning som ges enligt det här direktivet och med särskilt beaktande av artiklarna 7 och 11 i direktiv 89/391/EEG om sakkunnig hjälp och personal samt om samråd med och medverkan av arbetstagare. Resultatet av bedömningen, mätningen eller beräkningarna av exponeringsnivån ska bevaras i sådan spårbar form att uppgifterna kan användas vid en senare tidpunkt, i enlighet med nationell rätt och praxis.

5. Vid genomförandet av en riskbedömning enligt artikel 6.3 i direktiv 89/391/EEG ska arbetsgivaren särskilt vara uppmärksam på följande:

- a) ELV för hälsoeffekter, ELV för sensoriska effekter och de AL som avses i artikel 3 och bilagorna II och III till det här direktivet.
- b) Exponeringens frekvens, nivå, varaktighet och typ, inklusive fördelning över arbetstagarens kropp och på arbetsplatsen.
- c) Alla direkta biofysiska effekter.
- d) Alla effekter på hälsa och säkerhet för arbetstagare som är särskilt utsatta, i synnerhet arbetstagare som har aktiva eller passiva medicinska enheter inopererade i kroppen, såsom pacemakrar, arbetstagare med medicinska enheter som bärs på kroppen, såsom insulinpumpar, samt gravida arbetstagare.
- e) Alla indirekta effekter.
- f) Ersättningsutrustning som är avsedd att minska exponeringsnivån för elektromagnetiska fält.
- g) Adekvat information från de hälsokontroller som avses i artikel 8.
- h) Information från tillverkaren av utrustning.
- i) Annan relevant hälso- och säkerhetsrelaterad information.
- j) Flera exponeringskällor.
- k) Samtidig exponering för fält med multipla frekvenser.

6. En bedömning av exponeringen behöver inte genomföras på arbetsplatser som är öppna för allmänheten, förutsatt att en utvärdering redan har gjorts i enlighet med bestämmelserna om begränsning av allmänhetens exponering för elektromagnetiska fält och att de begränsningar som specificeras i dessa bestämmelser beträffande arbetstagarna respekteras och hälso- och säkerhetsrisker utesluts. När utrustning som är avsedd för användning av allmänheten används på det sätt som avses och som är förenligt med unionsrätten på produktområdet, i vilken det fastställs striktare säkerhetsnivåer än de som föreskrivs i detta direktiv, och ingen annan utrustning används, ska villkoren anses vara uppfyllda.

7. Arbetsgivaren ska förfoga över en riskbedömning i enlighet med artikel 9.1 a i direktiv 89/391/EEG och fastställa vilka åtgärder som ska vidtas i enlighet med artikel 5 i det här direktivet. Riskbedömningen får innehålla motiveringen till varför arbetsgivaren anser att riskerna med avseende på elektromagnetiska fält är av sådan art och omfattning att en ytterligare detaljerad riskbedömning är onödig. Riskbedömningen ska uppdateras regelbundet, särskilt om viktiga förändringar har ägt rum som kan göra den inaktuell eller om resultat av de hälsokontroller som avses i artikel 8 visar att så är nödvändigt.

Artikel 5

Bestämmelser som syftar till att undvika eller minska riskerna

1. Med beaktande av tekniska framsteg och möjligheten att kontrollera produktionen av elektromagnetiska fält vid källan ska arbetsgivaren vidta nödvändiga åtgärder för att säkerställa att risker som uppstår på grund av elektromagnetiska fält på arbetsplatsen elimineras eller minskas till ett minimum.

Minskningen av de risker som härrör från exponering för elektromagnetiska fält ska genomföras på grundval av de allmänna principer för förebyggande arbete som anges i artikel 6.2 i direktiv 89/391/EEG.

2. När de relevanta AL som avses i artikel 3 och bilagorna II och III överskrids, ska arbetsgivaren, om inte den bedömning som genomförts i enlighet med artikel 4.1, 4.2 och 4.3 visar att de relevanta ELV inte överskrids och att säkerhetsrisker kan uteslutas, på grundval av den riskbedömning som avses i artikel 4 utarbeta och genomföra en handlingsplan som innehåller tekniska och/eller organisatoriska åtgärder för att förebygga exponering som överskrider ELV för hälsoeffekter och ELV för sensoriska effekter, med särskilt beaktande av följande:

- a) Alternativa arbetsmetoder som ger mindre exponering för elektromagnetiska fält.
- b) Val av utrustning som ger upphov till mindre intensiva elektromagnetiska fält, dock med hänsyn till det arbete som ska utföras.
- c) Tekniska åtgärder för att minska emissionen för elektromagnetiska fält, inbegripet genom användning av spärranordningar, avskärmning eller liknande hälsoskyddsmekanismer när så krävs.
- d) Lämpliga avgränsnings- och tillträdesåtgärder, såsom signaler, märkningar, markeringar i golvet och barriärer, för att begränsa eller kontrollera tillträdet.
- e) Vid exponering för elektriska fält, åtgärder och förfaranden för att hantera gnisturladdningar och kontaktströmmar med hjälp av tekniska metoder och utbildning av arbetstagare.

- f) Lämpliga program för underhåll av arbetsutrustning, arbetsplatser och system för arbetsställen.
- g) Utformning och planering av arbetsplatser och arbetsställen.
- h) Begränsning av exponeringens varaktighet och intensitet.
- i) Tillgång till lämplig personlig skyddsutrustning.

3. På grundval av den riskbedömning som avses i artikel 4 ska arbetsgivaren utarbeta och genomföra en handlingsplan som ska innehålla tekniska och/eller organisatoriska åtgärder för att förebygga alla risker för arbetstagare som är särskilt utsatta och alla risker som förorsakas av de indirekta effekter som avses i artikel 4.

4. Utöver att tillhandahålla den information som anges i artikel 6 i det här direktivet, ska arbetsgivaren enligt artikel 15 i direktiv 89/391/EEG anpassa de åtgärder som avses i den här artikeln till behoven hos arbetstagare som är särskilt utsatta samt, i förekommande fall, till individuella riskbedömningar, särskilt beträffande arbetstagare som har uppgivit att de har en aktiv eller passiv medicinsk enhet inopererad i kroppen, såsom pacemakrar, eller har medicinska enheter som bärs på kroppen, såsom insulinpumpar, eller beträffande gravida arbetstagare som har uppgivit för arbetsgivaren att de är gravida.

5. Med utgångspunkt i den riskbedömning som avses i artikel 4 ska de arbetsplatser där arbetstagarna kan komma att utsättas för elektromagnetiska fält som överskrider AL markeras med lämpliga skyltar i enlighet med bilagorna II och III och med rådets direktiv 92/58/EEG av den 24 juni 1992 om minimikrav beträffande varselmärkning och signaler för hälsa och säkerhet i arbetet (9:e särdirektivet enligt artikel 16.1 i direktiv 89/391/EEG) ⁽¹⁾. De berörda områdena ska märkas och tillträde till dem begränsas på lämpligt sätt. Om tillträde till dessa områden av andra skäl är begränsat på lämpligt sätt och arbetstagarna har underrättats om riskerna som uppstår på grund av elektromagnetiska fält, ska ingen särskild skyltning eller begränsning av tillträdet krävas.

6. När artikel 3.3 a är tillämplig ska särskilda skyddsåtgärder antas, såsom utbildning av arbetstagare i enlighet med artikel 6 och användning av tekniska metoder och personligt skydd, till exempel jordning av arbetsobjekt, förbindning av arbetstagare och arbetsobjekt (potentialutjämning) och om lämpligt, och i enlighet med artikel 4.1 a i rådets direktiv 89/656/EEG av den 30 november 1989 om minimikrav för säkerhet och hälsa vid arbetstagares användning av personlig skyddsutrustning på arbetsplatsen (tredje särdirektivet enligt artikel 16.1 i direktiv 89/391/EEG) ⁽²⁾, användning av isolerande skor, handskar och skyddskläder.

7. När artikel 3.4 a är tillämplig ska särskilda skyddsåtgärder, såsom styrning av rörelser, antas.

8. Arbetstagare får inte utsättas för värden som överskrider ELV för hälsoeffekter och ELV för sensoriska effekter, såvida inte villkoren enligt antingen artikel 10.1 a eller c, eller artikel 3.3 eller 3.4 är uppfyllda. Om ELV för hälsoeffekter och ELV för sensoriska effekter, trots de åtgärder som arbetsgivaren vidtagit för att tillämpa detta direktiv, har överskridits, ska arbetsgivaren omedelbart vidta ytterligare åtgärder för att minska exponeringen så att den hamnar under dessa ELV. Arbetsgivaren ska fastställa och registrera orsakerna till att ELV för hälsoeffekter och ELV för sensoriska effekter har överskridits och anpassa skyddsåtgärder och förebyggande åtgärder för att undvika att detta upprepas. De anpassade skyddsåtgärderna och förebyggande åtgärderna ska bevaras i sådan spårbar form att uppgifterna kan användas vid en senare tidpunkt, i enlighet med nationell lag och praxis.

9. När artikel 3.3 och 3.4 är tillämplig och om arbetstagaren har rapporterat övergående symtom, ska arbetsgivaren vid behov uppdatera riskbedömningen och de förebyggande åtgärderna. Övergående symtom kan inbegripa

- a) sensoriska förnimmelser och effekter på hur det centrala nervsystemet i huvudet fungerar, vilka framkallas av tidsvarierande magnetiska fält, och
- b) effekter som framkallas av statiska magnetfält, såsom svindel och illamående.

Artikel 6

Information till och utbildning av arbetstagare

Utan att det påverkar tillämpningen av artiklarna 10 och 12 i direktiv 89/391/EEG ska arbetsgivaren säkerställa att de arbetstagare som sannolikt kan komma att utsättas för risker på grund av elektromagnetiska fält på arbetsplatsen och/eller deras företrädare får ta del av all nödvändig information och utbildning om resultatet av den riskbedömning som föreskrivs i artikel 4 i det här direktivet, särskilt när det gäller

- a) åtgärder som vidtas för att tillämpa detta direktiv,
- b) värdena och principerna om ELV och AL, de därmed sammanhängande eventuella riskerna och de förebyggande åtgärder som vidtas,
- c) eventuella indirekta effekter av exponeringen,
- d) resultaten av bedömningen, mätningen eller beräkningarna av exponeringsnivåerna för elektromagnetiska fält som genomförs i enlighet med artikel 4 i det här direktivet,
- e) hur exponeringens negativa hälsoeffekter upptäcks och hur de ska rapporteras,
- f) eventuella övergående symtom och sinnesförnimmelser som är förknippade med effekter på det centrala eller perifera nervsystemet,

⁽¹⁾ EGT L 245, 26.8.1992, s. 23.

⁽²⁾ EGT L 393, 30.12.1989, s. 18.

- g) under vilka omständigheter arbetstagare har rätt till hälsokontroller,
- h) säkra arbetsrutiner för att minimera riskerna i samband med exponering,
- i) arbetstagare som är särskilt utsatta, som avses i artiklarna 4.5 d, 5.3 och 5.4 i detta direktiv.

Artikel 7

Samråd med och medverkan av arbetstagare

Samråd med och medverkan av arbetstagare och/eller deras företrädare ska genomföras i enlighet med artikel 11 i direktiv 89/391/EEG.

KAPITEL III

ÖVRIGA BESTÄMMELSER

Artikel 8

Hälsokontroll

1. I syfte att förebygga och tidigt diagnostisera eventuella negativa hälsoeffekter orsakade av exponering för elektromagnetiska fält, ska lämpliga hälsokontroller genomföras i enlighet med artikel 14 i direktiv 89/391/EEG. Hälsojournaler och deras tillgänglighet ska föreskrivas i enlighet med nationell lag och/eller praxis.

2. I enlighet med nationell lag och praxis ska resultaten av hälsokontrollen bevaras i sådan form att de kan användas vid en senare tidpunkt, dock med beaktande av konfidentialitetskrav. Den enskilde arbetstagaren ska på begäran få tillgång till sin personliga hälsojournal.

Om en önskad eller oväntad hälsoeffekt rapporteras av en arbetstagare, och under alla omständigheter om exponering som överskrider ELV upptäcks, ska arbetsgivaren se till att den eller de berörda arbetstagarna genomgår läkarundersökning eller individuell hälsokontroll i enlighet med nationell lag och praxis.

Sådana undersökningar eller sådan kontroll ska ske på tider som passar arbetstagaren och denne ska inte stå för eventuella kostnader som uppstår.

Artikel 9

Sanktioner

Medlemsstaterna ska fastställa lämpliga sanktioner för överträdelser av nationell lagstiftning som antagits i enlighet med detta direktiv. Dessa sanktioner ska vara effektiva, proportionella och avskräckande.

Artikel 10

Undantag

1. Genom undantag från artikel 3, men utan att det påverkar tillämpningen av artikel 5.1, ska följande gälla:

- a) Exponeringen får överskrida ELV om exponeringen sker i samband med installation, testning, användning, utveckling och underhåll av eller forskning om utrustning för magnetisk resonanstomografi (MRT) för patienter inom hälsovården, under förutsättning att samtliga följande villkor är uppfyllda:
 - i) Den riskbedömning som har genomförts i enlighet med artikel 4 har visat att ELV överskrids.
 - ii) Alla tekniska och/eller organisatoriska åtgärder har tillämpats, med hänsyn till den aktuella tekniska utvecklingsnivån.
 - iii) Överskridandet av ELV sker under vederbörligen motiverade omständigheter.
 - iv) Särdragen hos arbetsplatsen, arbetsutrustningen eller arbetspraxis har beaktats.
 - v) Arbetsgivaren visar att arbetstagarna fortfarande är skyddade mot negativa hälsoeffekter och säkerhetsrisker, bl.a. genom att säkerställa att den bruksanvisning som tillverkaren tillhandahåller i enlighet med rådets direktiv 93/42/EEG av den 14 juni 1993 om medicintekniska produkter⁽¹⁾ följs.
- b) Medlemsstaterna får tillåta att likvärdiga eller mer specifika skyddssystem genomförs för personal som arbetar vid operativa militära anläggningar eller deltar i militär verksamhet, inklusive gemensamma internationella militära övningar, förutsatt att negativa hälsoeffekter och säkerhetsrisker förebyggs.
- c) Medlemsstaterna får, under vederbörligen motiverade omständigheter och endast så länge som omständigheterna förblir vederbörligen motiverade, tillåta att ELV tillfälligt överskrids inom särskilda sektorer eller för särskild verksamhet utanför tillämpningsområdet för leden a och b. Med avseende på tillämpningen av detta led avses med "vederbörligen motiverade omständigheter" omständigheter som uppfyller följande kriterier:
 - i) Den riskbedömning som har genomförts i enlighet med artikel 4 har visat att ELV överskrids.
 - ii) Alla tekniska och/eller organisatoriska åtgärder har tillämpats, med hänsyn till den aktuella tekniska utvecklingsnivån.
 - iii) De specifika särdragen hos arbetsplatsen, arbetsutrustningen eller arbetspraxis har beaktats, och
 - iv) arbetsgivaren visar att arbetstagarna fortfarande är skyddade mot negativa hälsoeffekter och säkerhetsrisker, bland annat genom användning av jämförbara, mer specifika och internationellt erkända normer och riktlinjer.

⁽¹⁾ EGT L 169, 12.7.1993, s. 1.

2. Medlemsstaterna ska informera kommissionen om eventuella undantag enligt punkt 1 b och c och ska ange de skäl som motiverar dem i den rapport som avses i artikel 15.

Artikel 11

Tekniska ändringar i bilagorna

1. Kommissionen ska ges befogenhet att anta delegerade akter i enlighet med artikel 12 för att göra ändringar av rent teknisk natur i bilagorna, för att

- a) beakta antagandet av förordningar och direktiv om teknisk harmonisering och standardisering som gäller utformning, uppbyggnad av, tillverkning eller konstruktion av arbetsutrustning eller arbetsplatser,
- b) beakta tekniska framsteg, förändringar av de mest relevanta standarderna eller specifikationerna samt nya vetenskapliga rön om elektromagnetiska fält, och
- c) förändra AL då det föreligger nya vetenskapliga belägg, under förutsättning att arbetsgivarna fortsätter att vara bundna av befintliga ELV som anges i bilagorna II och III.

2. Kommissionen ska anta en delegerad akt i enlighet med artikel 12 för att i bilaga II föra in ICNIRP:s riktlinjer för begränsning av exponering för elektriska fält som induceras genom en människokroppens rörelse i ett statistiskt magnetiskt fält och av tidsvarierande magnetiska fält upp till 1 Hz, så snart dessa riktlinjer är tillgängliga.

3. Om det, i fråga om de ändringar som avses i punkterna 1 och 2, är nödvändigt på grund av tvingande skäl till skyndsamt, ska det förfarande som anges i artikel 13 tillämpas på delegerade akter som antas enligt den här artikeln.

Artikel 12

Utövande av delegeringen

1. Befogenheten att anta delegerade akter ges till kommissionen med förbehåll för de villkor som anges i denna artikel.

2. Den befogenhet att anta delegerade akter som avses i artikel 11 ska ges till kommissionen för en period av fem år från och med den 29 juni 2013. Kommissionen ska utarbeta en rapport om delegeringen av befogenhet senast nio månader före utgången av perioden av fem år. Delegeringen av befogenhet ska genom tyst medgivande förlängas med perioder av samma längd, såvida inte Europaparlamentet eller rådet motsätter sig en sådan förlängning senast tre månader före utgången av perioden i fråga.

3. Den delegering av befogenhet som avses i artikel 11 får när som helst återkallas av Europaparlamentet eller rådet. Ett beslut om återkallelse innebär att delegeringen av den befogenhet som anges i beslutet upphör att gälla. Beslutet får verkan dagen efter det att det offentliggörs i *Europeiska unionens officiella tidning*, eller vid ett senare i beslutet angivet datum. Det påverkar inte giltigheten av delegerade akter som redan har trätt i kraft.

4. Så snart kommissionen antar en delegerad akt ska den samtidigt delge Europaparlamentet och rådet denna.

5. En delegerad akt som antas enligt artikel 11 ska träda i kraft endast om varken Europaparlamentet eller rådet har gjort invändningar mot den delegerade akten inom en period av två månader från den dag då akten delgavs Europaparlamentet och rådet, eller om både Europaparlamentet och rådet, före utgången av den perioden, har underrättat kommissionen om att de inte kommer att invända. Denna period ska förlängas med två månader på Europaparlamentets eller rådets initiativ.

Artikel 13

Skyndsamt förfarande

1. Delegerade akter som antas enligt denna artikel ska träda i kraft utan dröjsmål och ska tillämpas så länge ingen invändning görs i enlighet med punkt 2. Delgivningen av en delegerad akt till Europaparlamentet och rådet ska innehålla en motivering till varför det skyndsamma förfarandet tillämpas, och denna motivering ska hänföra sig till arbetstagarnas hälsa och säkerhet.

2. Såväl Europaparlamentet som rådet får invända mot en delegerad akt i enlighet med det förfarande som anges i artikel 12.5. I ett sådant fall ska kommissionen upphäva akten utan dröjsmål efter det att Europaparlamentet eller rådet har delgett den sitt beslut om invändning.

KAPITEL IV

SLUTBESTÄMMELSER

Artikel 14

Praktiska riktlinjer

I syfte att underlätta genomförandet av detta direktiv ska kommissionen senast sex månader före den 1 juli 2016 tillhandahålla icke-bindande praktiska riktlinjer, i synnerhet när det gäller följande:

- a) Fastställande av exponering, med beaktande av lämpliga europeiska eller internationella standarder, inklusive
 - beräkningsmetoder för bedömning av ELV,
 - beräkning av rumsmedelvärde för yttre elektriska och magnetiska fält,
 - vägledning för hantering av osäkerhet vid mätningar och beräkningar.
- b) Vägledning om påvisande av efterlevnad vid särskilda typer av ojämn exponering i specifika situationer, på grundval av väletablerad dosimetri.
- c) Beskrivning av "weighted-peak-metoden" för lågfrekventa fält och av summering av multipla frekvenser för högfrekventa fält.

- d) Genomförande av riskbedömningen och om möjligt tillhandahållande av förenklade metoder, särskilt med tanke på små och medelstora företags behov.
- e) Åtgärder som syftar till att undvika eller minska riskerna, inklusive särskilda förebyggande åtgärder beroende på exponeringsnivån och arbetsplatsens särdrag.
- f) Fastställande av dokumenterade arbetsmetoder samt specifik information och fortbildning för arbetstagare som utsätts för elektromagnetiska fält i samband med MRT-relaterad verksamhet som omfattas av artikel 10.1 a.
- g) Utvärdering för exponering inom frekvensområdet mellan 100 kHz och 10 MHz, där både termiska och icke-termiska effekter ska beaktas.
- h) Vägledning om de läkarundersökningar och den hälsokontroll som arbetsgivaren ska tillhandahålla i enlighet med artikel 8.2.

Kommissionen ska bedriva ett nära samarbete med den rådgivande kommittén för arbetsmiljöfrågor. Europaparlamentet ska hållas informerat.

Artikel 15

Granskning och rapportering

Med beaktande av artikel 1.4 ska rapporten om det praktiska genomförandet av detta direktiv utarbetas i enlighet med artikel 17a i direktiv 89/391/EEG.

Artikel 16

Införlivande

1. Medlemsstaterna ska senast den 1 juli 2016 sätta i kraft de lagar och andra författningar som är nödvändiga för att följa detta direktiv.

När en medlemsstat antar dessa bestämmelser ska de innehålla en hänvisning till detta direktiv eller åtföljas av en sådan hänvisning när de offentliggörs. Närmare föreskrifter om hur hänvisningen ska göras ska varje medlemsstat själv utfärda.

2. Medlemsstaterna ska till kommissionen överlämna texten till de centrala bestämmelser i nationell lagstiftning som de antar inom det område som omfattas av detta direktiv.

Artikel 17

Upphävande

1. Direktiv 2004/40/EG ska upphöra att gälla den 29 juni 2013.

2. Hänvisningar till det upphävda direktivet ska anses som hänvisningar till det här direktivet och ska läsas i enlighet med den jämförelsetabell som anges i bilaga IV.

Artikel 18

Ikraftträdande

Detta direktiv träder i kraft samma dag som det offentliggörs i *Europeiska unionens officiella tidning*.

Artikel 19

Adressater

Detta direktiv riktar sig till medlemsstaterna.

Utfärdat i Bryssel den 26 juni 2013.

På Europaparlamentets vägnar

M. SCHULZ

Ordförande

På rådets vägnar

A. SHATTER

Ordförande

BILAGA I

FYSIKALISKA STORHETER SOM GÄLLER GRÄNSVÄRDEN FÖR EXPONERING FÖR ELEKTROMAGNETISKA FÄLT

Följande fysikaliska storheter ska användas för att beskriva exponering för elektromagnetiska fält:

Elektrisk fältstyrka (E) är en vektorstorhet som motsvarar den kraft som verkar på en laddad partikel oavsett dess rörelse. Denna storhet uttrycks i volt per meter (Vm^{-1}). En skillnad måste göras mellan det omgivande elektriska fältet och det elektriska fält som finns i kroppen (in situ) som ett resultat av exponering för det omgivande elektriska fältet.

Ström i extremiteter (I_I) är en ström i extremiteterna hos en människa som exponeras för elektromagnetiska fält inom frekvensområdet 10–110 MHz som ett resultat av kontakt med ett föremål i ett elektromagnetiskt fält eller de kapacitiva strömmarna som induceras i en exponerad kropp. Denna storhet uttrycks i ampere (A).

Kontaktström (I_C) är en ström som uppstår när en person kommer i kontakt med ett föremål i ett elektromagnetiskt fält. Denna storhet uttrycks i ampere (A). En steady-state ström uppstår när en person är i kontinuerlig kontakt med ett föremål i ett elektromagnetiskt fält. När sådan kontakt uppstår, kan en gnisturladdning ske på grund av de transienta strömmarna.

Elektrisk laddning (Q) är en lämplig storhet som används för gnisturladdning och uttrycks i coulomb (C).

Magnetisk fältstyrka (H) är en vektorstorhet som tillsammans med den magnetiska flödestätheten karakteriserar ett magnetfält i varje punkt i rummet. Denna storhet uttrycks i ampere per meter (Am^{-1}).

Magnetisk flödestäthet (B) är en vektorstorhet som beskriver den kraft som verkar på laddningar i rörelse. Storheten uttrycks i tesla (T). I fri rymd och i biologiskt material kan den magnetiska flödestätheten och den magnetiska fältstyrkan omräknas till den andra storheten med användande av magnetisk fältstyrka $H = 1 \text{ Am}^{-1}$, vilket motsvarar magnetisk flödestäthet $B = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ T}$ (ungefär 1,25 mikrottesla).

Strålningstäthet (S) är en storhet som används vid mycket höga frekvenser, där inträngningsdjupet i kroppen är litet. Den definieras som den mot ytan i rät vinkel infallande strålningens effekt, dividerad med ytans area. Den uttrycks i watt per kvadratmeter (Wm^{-2}).

Specifik energiabsorption (SA) definieras som en energi som absorberas per massenhet biologisk vävnad och uttrycks i joule per kilogram (Jkg^{-1}). I detta direktiv används det för att ange gränsvärden i syfte att begränsa påverkan av pulsad mikrovågsstrålning.

Specifik energiabsorption per tids- och massenhet (SAR) definieras som den energi, medelvärdesbildad över hela kroppen eller delar av kroppen som absorberas per tidsenhet och per massenhet i biologisk vävnad. Storheten uttrycks i watt per kilogram (Wkg^{-1}). Helkroppss-SAR är ett allmänt accepterat mått för att koppla negativa termiska effekter till exponering för radiovågor. Utöver medelvärden för helkroppss-SAR krävs lokala SAR-värden för att kunna bedöma och begränsa hur stor energimängd som tas upp i mindre delar av kroppen vid särskilda exponeringsförhållanden. Ett sådant förhållande kan t.ex. vara en person som exponeras för radiovågor i det nedre MHz-området (t.ex. dielektriska värmare) samt personer som utsätts för exponering i närheten av en antenn.

Av dessa storheter är magnetisk flödestäthet (B), kontaktström (I_C), ström i extremiteter (I_I), elektrisk fältstyrka (E), magnetisk fältstyrka (H) och strålningstäthet (S) direkt mätbara.

BILAGA II

ICKE-TERMISKA EFFEKTER

GRÄNSVÄRDEN FÖR EXPONERING OCH INSATSVÄRDEN I FREKVENSOMRÅDET 0 Hz–10 MHz

A. GRÄNSVÄRDEN FÖR EXPONERING (ELV)

ELV upp till 1 Hz (tabell A1) utgör gränser för statiska magnetfält som inte påverkas av biologisk vävnad.

ELV inom frekvensområdet 1 Hz–10 MHz (tabell A2) är gränsvärden för elektriska fält som induceras i kroppen vid exponering för tidsvarierande elektriska och magnetiska fält.

ELV för extern magnetisk flödestäthet mellan 0–1 Hz

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

ELV för hälsoeffekter under kontrollerade arbetsförhållanden (tabell A1) ska tillämpas tillfälligt under ett skift, om detta är motiverat av praxis eller av processen, förutsatt att förebyggande åtgärder, som kontroll av rörelser och information till arbetstagarna, har vidtagits.

Tabell A1

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 hälsoeffekter för intern elektrisk fältstyrka från 1 Hz till 10 MHz

ELV för hälsoeffekter (tabell A2) gäller elektrisk stimulering av alla vävnader i det perifera och det centrala nervsystemet i kroppen, huvudet inbegripet.

Tabell A2

ELV för hälsoeffekter för intern elektrisk fältstyrka från 1 Hz till 10 MHz

Frekvensområde	ELV för hälsoeffekter
$1 \text{ Hz} \leq f < 3 \text{ kHz}$	$1,1 \text{ Vm}^{-1}$ (toppvärde)
$3 \text{ kHz} \leq f \leq 10 \text{ MHz}$	$3,8 \times 10^{-4} f \text{ Vm}^{-1}$ (toppvärde)

Anmärkning A2-1: f är lika med frekvensen uttryckt i Hertz (Hz).

Anmärkning A2-2: ELV för hälsoeffekter för interna elektriska fält är lika med lokala toppvärden i hela kroppen på den exponerade personen.

Anmärkning A2-3: ELV är lika med toppvärden över en period vilka motsvarar rms-värden (RMS) multiplicerade med $\sqrt{2}$ för sinusoidala fält. För fält som inte är sinusoidala ska den utvärdering av exponering som genomförs i enlighet med artikel 4 bygga på weighted peak-metoden (filtrering i tidsdomänen), som förklaras i de praktiska riktlinjer som avses i artikel 14, men andra vetenskapligt bevisade och validerade utvärderingsförfaranden får tillämpas, förutsatt att de leder till ungefär likvärdiga och jämförbara resultat.

ELV för sensoriska effekter för intern elektrisk fältstyrka från 1 Hz till 400 Hz

ELV för sensoriska effekter (tabell A3) gäller effekter av elektriska fält på det centrala nervsystemet i huvudet, dvs. retinala fosfener och mindre transienta förändringar i vissa hjärnfunktioner.

Tabell A3

ELV för sensoriska effekter för intern elektrisk fältstyrka från 1 Hz till 400 Hz

Frekvensområde	ELV för sensoriska effekter
$1 \text{ Hz} \leq f < 10 \text{ Hz}$	$0,7/f \text{ Vm}^{-1}$ (toppvärde)
$10 \text{ Hz} \leq f < 25 \text{ Hz}$	$0,07 \text{ Vm}^{-1}$ (toppvärde)
$25 \text{ Hz} \leq f \leq 400 \text{ Hz}$	$0,0028 f \text{ Vm}^{-1}$ (toppvärde)

Anmärkning A3-1: f är lika med frekvensen uttryckt i Hertz (Hz).

Anmärkning A3-2: ELV för sensoriska effekter för interna elektriska fält är lika med spatiala toppvärden i huvudet på den exponerade personen.

Anmärkning A3-3: ELV är lika med toppvärden över en period vilka motsvarar rms-värden (RMS) multiplicerade med $\sqrt{2}$ för sinusoidala fält. För fält som inte är sinusoidala ska den utvärdering av exponering som genomförs i enlighet med artikel 4 bygga på weighted peak-metoden (filtrering i tidsdomänen), som förklaras i de praktiska riktlinjer som avses i artikel 14, men andra vetenskapligt bevisade och validerade utvärderingsförfaranden får tillämpas, förutsatt att de leder till ungefär likvärdiga och jämförbara resultat.

B. INSATSNIVÅER (AL)

Följande fysiska kvantiteter och värden används för att specificera insatsnivåer (AL), vilkas storlek ska fastställas för att genom en förenklad bedömning se till att relevanta ELV efterlevs eller vid vilka relevanta skyddsåtgärder eller förebyggande åtgärder enligt artikel 5 ska vidtas:

— Låg AL(E) och hög AL(E) för elektrisk fältstyrka E för tidsvarierande elektriska fält enligt tabell B1.

— Låg AL(B) och hög AL(B) för magnetisk flödestäthet B för tidsvarierande magnetiska fält enligt tabell B2.

— AL(I_C) för kontaktström enligt tabell B3.

— AL(B_0) för magnetisk flödestäthet för statiska magnetiska fält enligt tabell B4.

AL motsvarar beräknade eller uppmätta faktiska värden för elektriska och magnetiska fält på arbetsplatsen i arbetstagarens frånvaro.

Insatsnivåer (AL) för exponering för elektriska fält

Låg AL (tabell B1) för det externa elektriska fältet bygger på en begränsning av det interna elektriska fältet under ELV (tabellerna A2 och A3) och begränsning av gnisturladdningar i arbetsmiljön.

Under hög AL överskrider det interna elektriska fältet inte ELV (tabellerna A2 och A3) och besvärande gnisturladdningar förebyggs, förutsatt att skyddsåtgärderna i artikel 5.6 vidtas.

Tabell B1

AL för exponering för elektriska fält från 1 Hz till 10 MHz

Frekvensområde	Elektrisk fältstyrka låg AL (E) [Vm^{-1}] (RMS)	Elektrisk fältstyrka hög AL (E) [Vm^{-1}] (RMS)
$1 \leq f < 25 \text{ Hz}$	$2,0 \times 10^4$	$2,0 \times 10^4$
$25 \leq f < 50 \text{ Hz}$	$5,0 \times 10^5/f$	$2,0 \times 10^4$
$50 \text{ Hz} \leq f < 1,64 \text{ kHz}$	$5,0 \times 10^5/f$	$1,0 \times 10^6/f$

Frekvensområde	Elektrisk fältstyrka låg AL (E) [Vm^{-1}] (RMS)	Elektrisk fältstyrka hög AL (E) [Vm^{-1}] (RMS)
$1,64 \leq f < 3$ kHz	$5,0 \times 10^5/f$	$6,1 \times 10^2$
$3 \text{ kHz} \leq f \leq 10$ MHz	$1,7 \times 10^2$	$6,1 \times 10^2$

Anmärkning B1-1: f är lika med frekvensen uttryckt i Hertz (Hz).

Anmärkning B1-2: Låg AL (E) och hög AL (E) är lika med rms-värden (RMS) för elektrisk fältstyrka vilka motsvarar toppvärdena dividerade med $\sqrt{2}$ för sinusoidala fält. För fält som inte är sinusoidala ska den utvärdering av exponering som genomförs i enlighet med artikel 4 bygga på weighted peak-metoden (filtrering i tidsdomänen), som förklaras i de praktiska riktlinjer som avses i artikel 14, men andra vetenskapligt bevisade och validerade utvärderingsförfaranden för exponering får tillämpas, förutsatt att de leder till ungefär likvärdiga och jämförbara resultat.

Anmärkning B1-3: 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 ojämn exponering. För att förenkla den bedömning av efterlevnad av ELV som genomförs i enlighet med artikel 4 under särskilda förhållanden med ojämn exponering kommer kriterier för beräkning av rumsmedelvärden för uppmätta fält på grundval av väletablerad dosimetri att fastställas i de praktiska riktlinjer som avses i artikel 14. 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.

Insatsnivåer (AL) för exponering för magnetiska fält

Låg AL (tabell B2) gäller frekvenser under 400 Hz som motsvarar ELV för sensoriska effekter (tabell A3) och AL för frekvenser över 400 Hz från ELV för hälsoeffekter av interna elektriska fält (tabell A2).

Hög AL (tabell B2) motsvarar ELV för hälsoeffekter för interna elektriska fält i samband med elektrisk stimulering av perifer och autonom nervvävnad i huvudet och bälten (tabell A2). Efterlevnad av hög AL säkerställer att ELV för hälsoeffekter inte överskrider, men effekter kopplade till retinala fosfener och mindre transienta förändringar i hjärnverksamheten är möjliga, om exponeringen av huvudet överskrider låg AL vid exponeringar upp till 400 Hz. I sådana fall är artikel 5.6 tillämplig.

AL för exponering av extremiteterna som motsvarar ELV för hälsoeffekter för interna elektriska fält i samband med elektrisk stimulering av vävnader i extremiteterna med beaktande av att magnetiska fält har en svagare koppling till extremiteterna än till hela kroppen.

Tabell B2

AL för exponering för magnetiska fält från 1 Hz till 10 MHz

Frekvensområde	Magnetisk flödestäthet låg AL (B) [μT] (RMS)	Magnetisk flödestäthet hög AL (B) [μT] (RMS)	Magnetisk flödestäthet AL för exponering av extremiteterna för ett lokalt magnetiskt fält [μT] (RMS)
$1 \leq f < 8$ Hz	$2,0 \times 10^5/f^2$	$3,0 \times 10^5/f$	$9,0 \times 10^5/f$
$8 \leq f < 25$ Hz	$2,5 \times 10^4/f$	$3,0 \times 10^5/f$	$9,0 \times 10^5/f$
$25 \leq f < 300$ Hz	$1,0 \times 10^3$	$3,0 \times 10^5/f$	$9,0 \times 10^5/f$
$300 \text{ Hz} \leq f < 3$ kHz	$3,0 \times 10^5/f$	$3,0 \times 10^5/f$	$9,0 \times 10^5/f$
$3 \text{ kHz} \leq f \leq 10$ MHz	$1,0 \times 10^2$	$1,0 \times 10^2$	$3,0 \times 10^2$

Anmärkning B2-1: f är lika med frekvensen uttryckt i Hertz (Hz).

Anmärkning B2-2: Låg AL och hög AL är lika med rms-värdena (RMS) vilka motsvarar toppvärdena dividerade med $\sqrt{2}$ för sinusoidala fält. För fält som inte är sinusoidala ska den utvärdering av exponering som genomförs i enlighet med artikel 4 bygga på weighted peak-metoden (filtrering i tidsdomänen), som förklaras i de praktiska riktlinjer som avses i artikel 14, men andra vetenskapligt bevisade och validerade utvärderingsförfaranden för exponering får tillämpas, förutsatt att de leder till ungefär likvärdiga och jämförbara resultat.

Anmärkning B2-3: AL för exponering för magnetfält motsvarar maximala värden där arbetstagarnas kropp befinner sig. Detta leder till en försiktig bedömning av exponeringen och automatisk efterlevnad av ELV under alla förhållanden med ojämn exponering. För att förenkla den bedömning av efterlevnad av ELV som genomförs i enlighet med artikel 4 under särskilda förhållanden med ojämn exponering kommer kriterier för beräkning av rumsmedelvärden för uppmätta fält på grundval av väletablerad dosimetri att fastställas i de praktiska riktlinjer som avses i artikel 14. I situationer med en mycket lokal källa inom ett avstånd av några centimeter från kroppen ska efterlevnad av ELV fastställas dosimetriskt, från fall till fall.

Tabell B3

AL för kontaktström I_C

Frekvens	AL (I_C) för statisk kontaktström [mA] (RMS)
Upp till 2,5 kHz	1,0
$2,5 \leq f < 100$ kHz	0,4 f
$100 \text{ kHz} \leq f \leq 10\,000$ kHz	40

Anmärkning B3-1: f är lika med frekvensen uttryckt i kilohertz (kHz).

Insatsnivåer (AL) för magnetisk flödestäthet i statiska magnetiska fält

Tabell B4

AL för magnetisk flödestäthet i statiska magnetiska fält

Risker	AL(B_0)
Interferens med aktiva inopererade enheter, t.ex. pacemakrar	0,5 mT
Attraktionskraft och nära källor med höga fält (> 100 mT)	3 mT

BILAGA III

TERMISKA EFFEKTER

GRÄNSVÄRDEN FÖR EXPONERING OCH INSATSVÄRDEN I FREKVENSOMRÅDET 100 kHz–300 GHz

A. GRÄNSVÄRDEN FÖR EXPONERING (ELV)

ELV för hälsoeffekter i frekvensområdet 100 kHz–6 GHz (tabell A1) utgör gränser för den energi och effekt som absorberas per massenhet biologisk vävnad och genereras vid exponering för elektriska och magnetiska fält.

ELV för sensoriska effekter i frekvensområdet 0,3–6 GHz (tabell A2) utgör gränser för den energi som absorberas i en liten massa vävnad i huvudet vid exponering för elektromagnetiska fält.

ELV för hälsoeffekter vid frekvenser över 6 GHz (tabell A3) utgör gränser för strålningstätheten hos en mot kroppsytan infallande elektromagnetisk våg.

Tabell A1

ELV för hälsoeffekter för exponering för elektromagnetiska fält från 100 kHz till 6 GHz

ELV för hälsoeffekter	SAR-värden som medelvärden under en sexminutersperiod
ELV avseende helkroppsvärmebelastning, uttryckt som medelvärdet för SAR i kroppen	0,4 Wkg ⁻¹
ELV avseende lokal värmebelastning i huvudet och bälten, uttryckt som lokal SAR i kroppen	10 Wkg ⁻¹
ELV avseende lokal värmebelastning i extremiteterna, uttryckt som lokal SAR i extremiteterna	20 Wkg ⁻¹

Anmärkning A1-1: Lokal SAR beräknas som medelvärde i en massa på 10 g sammanhängande vävnad; det resulterande maximala SAR-värdet bör vara det värde som används vid bedömning av exponeringen. 10 g-vävnaden ska vara en massa av sammanhängande vävnad med någorlunda homogena elektriska egenskaper. Denna modell av sammanhängande vävnad kan användas i dosimetriska beräkningar men kan medföra svårigheter vid direkta fysikaliska mätningar. En enkel geometrisk form, som exempelvis kubisk eller sfärisk vävnadsmassa, kan användas.

ELV för sensoriska effekter från 0,3 GHz till 6 GHz

Dessa ELV för sensoriska effekter (tabell A2) avser undvikande av hörsleffekter till följd av exponering av huvudet för pulsad mikrovågsstrålning.

Tabell A2

ELV för sensoriska effekter för exponering för elektromagnetiska fält från 0,3 till 6 GHz

Frekvensområde	Lokal specifik energiabsorption (SA)
$0,3 \leq f \leq 6$ GHz	10 mJkg ⁻¹

Anmärkning A2-1: Lokal SA beräknas som medelvärde i en massa på 10 g vävnad.

Tabell A3

ELV för hälsoeffekter för exponering för elektromagnetiska fält i frekvensområdet från 6 till 300 GHz

Frekvensområde	ELV för hälsoeffekter avseende strålningstäthet
$6 \text{ GHz} \leq f \leq 300 \text{ GHz}$	50 Wm ⁻²

Anmärkning A3-1: Strålningstätheten ska beräknas som ett medelvärde över 20 cm^2 av exponerat område. Maximala spatiala effektdensiteter beräknade som ett medelvärde över 1 cm^2 får inte överstiga 20 ggr värdet av 50 Wm^{-2} . Effekttätheter i frekvensområdet 6–10 GHz ska beräknas som medelvärden under en sexminutersperiod. Över 10 GHz ska effekttätheten beräknas som ett medelvärde över en $68/f^{1,05}$ -minutersperiod (där f är lika med frekvensen i GHz) för att kompensera för progressivt kortare penetrationsdjup då frekvensen ökar.

B. INSATSNIVÅER (AL)

Följande fysiska kvantiteter och värden används för att specificera insatsnivåer (AL), vilkas storlek ska fastställas för att genom en förenklad bedömning se till att relevanta ELV efterlevs eller vid vilka relevanta skyddsåtgärder eller förebyggande åtgärder enligt artikel 5 ska vidtas:

- AL(E) för elektrisk fältstyrka E för tidsvarierande elektriska fält enligt tabell B1.
- AL(B) för magnetisk flödestäthet B för tidsvarierande magnetiska fält enligt tabell B1.
- AL(S) för strålningstäthet för elektromagnetiska vågor enligt tabell B1.
- AL(I_C) för kontaktström enligt tabell B2.
- AL(I_L) för ström i extremiteter enligt tabell B2.

AL motsvarar beräknade eller uppmätta faktiska värden på arbetsplatsen i arbetstagarens frånvaro, uttryckta i form av maximivärden på det ställe där kroppen eller en viss del av kroppen befinner sig.

Insatsnivåer (AL) för exponering för elektriska och magnetiska fält

AL(E) och AL(B) motsvarar SAR eller ELV för strålningstäthet (tabellerna A1 och A3) som grundar sig på tröskelvärdena för interna termiska effekter som orsakas av exponering för (externa) elektriska och magnetiska fält.

Tabell B1

AL för exponering för elektriska och magnetiska fält från 100 kHz till 300 GHz

Frekvensområde	Elektrisk fältstyrka AL(E) [Vm^{-1}] (RMS)	Magnetisk flödestäthet AL(B) [μT] (RMS)	Strålningstäthet, AL(S) (Wm^{-2})
$100 \text{ kHz} \leq f < 1 \text{ MHz}$	$6,1 \times 10^2$	$2,0 \times 10^6/f$	—
$1 \leq f < 10 \text{ MHz}$	$6,1 \times 10^8/f$	$2,0 \times 10^6/f$	—
$10 \leq f < 400 \text{ MHz}$	61	0,2	—
$400 \text{ MHz} \leq f < 2 \text{ GHz}$	$3 \times 10^{-3} f^{1/2}$	$1,0 \times 10^{-5} f^{1/2}$	—
$2 \leq f < 6 \text{ GHz}$	$1,4 \times 10^2$	$4,5 \times 10^{-1}$	—
$6 \leq f \leq 300 \text{ GHz}$	$1,4 \times 10^2$	$4,5 \times 10^{-1}$	50

Anmärkning B1-1: f är lika med frekvensen uttryckt i Hertz (Hz).

Anmärkning B1-2: $[\text{AL(E)}]^2$ och $[\text{AL(B)}]^2$ ska beräknas som medelvärden under en sexminutersperiod. För radiofrekvenspulser ska toppvärdet för effekttätheten som medelvärde över pulsbredden inte vara större än 1 000 gånger det berörda AL(S)-värdet. För multifrekvensfält ska analysen bygga på summering, som förklaras i de praktiska riktlinjer som avses i artikel 14.

Anmärkning B1-3: AL(E) och AL(B) 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 ojämn exponering. För att förenkla den bedömning av efterlevnad av ELV som genomförs i enlighet med artikel 4 under särskilda förhållanden med ojämn exponering kommer kriterier för beräkning av rumsmedelvärden för uppmätta fält på grundval av väletablerad dosimetri att fastställas i de praktiska riktlinjer som avses i artikel 14. 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.

Anmärkning B1-4: Strålningstätheten ska beräknas som ett medelvärde över 20 cm² av exponerat område. Maximala spatiala effektdensiteter beräknade som ett medelvärde över 1 cm² får inte överstiga 20 ggr värdet av 50 Wm⁻². Strålningstätheter i frekvensområdet 6–10 GHz ska beräknas som medelvärden under en sexminutersperiod. Över 10 GHz ska effekttätheten beräknas som ett medelvärde över en $68/f^{1,05}$ -minutersperiod (där f är lika med frekvensen i GHz) för att kompensera för progressivt kortare penetrationsdjup då frekvensen ökar.

Tabell B2

AL för statiska kontaktströmmar och inducerade strömmar i extremiteterna

Frekvensområde	Statisk kontaktström, $AL(I_C)$ [mA] (RMS)	Inducerad ström i extremiteter, i vilken extremitet som helst, $AL(I_L)$ [mA] (RMS)
100 kHz \leq f < 10 MHz	40	—
10 MHz \leq f \leq 110 MHz	40	100

Anmärkning B2-1: $[AL(I_L)]^2$ ska beräknas som ett medelvärde under en sexminutersperiod.

BILAGA IV

Jämförelsetabell

Direktiv 2004/40/EG	Detta direktiv
Artikel 1.1	Artikel 1.1
Artikel 1.2	Artikel 1.2 och 1.3
Artikel 1.3	Artikel 1.4
Artikel 1.4	Artikel 1.5
Artikel 1.5	Artikel 1.6
Artikel 2 a	Artikel 2 a
—	Artikel 2 b
—	Artikel 2 c
Artikel 2 b	Artikel 2 d, e och f
Artikel 2 c	Artikel 2 g
Artikel 3.1	Artikel 3.1
Artikel 3.2	Artikel 3.1
—	Artikel 3.2
Artikel 3.3	Artikel 3.2 och 3.3
—	Artikel 3.4
Artikel 4.1	Artikel 4.1
Artikel 4.2	Artikel 4.2 och 4.3
Artikel 4.3	Artikel 4.3
Artikel 4.4	Artikel 4.4
Artikel 4.5 a	Artikel 4.5 b
Artikel 4.5 b	Artikel 4.5 a
—	Artikel 4.5 c
Artikel 4.5 c	Artikel 4.5 d
Artikel 4.5 d	Artikel 4.5 e
Artikel 4.5 d i	—
Artikel 4.5 d ii	—
Artikel 4.5 d iii	—

Direktiv 2004/40/EG	Detta direktiv
Artikel 4.5 d iv	—
Artikel 4.5 e	Artikel 4.5 f
Artikel 4.5 f	Artikel 4.5 g
—	Artikel 4.5 h
—	Artikel 4.5 i
Artikel 4.5 g	Artikel 4.5 j
Artikel 4.5 h	Artikel 4.5 k
—	Artikel 4.6
Artikel 4.6	Artikel 4.7
Artikel 5.1	Artikel 5.1
Artikel 5.2, inledningsfrasen	Artikel 5.2, inledningsfrasen
Artikel 5.2 a–c	Artikel 5.2 a–c
—	Artikel 5.2 d
—	Artikel 5.2 e
Artikel 5.2 d–g	Artikel 5.2 f–i
—	Artikel 5.4
Artikel 5.3	Artikel 5.5
—	Artikel 5.6
—	Artikel 5.7
Artikel 5.4	Artikel 5.8
—	Artikel 5.9
Artikel 5.5	Artikel 5.3
Artikel 6, inledningsfrasen	Artikel 6, inledningsfrasen
Artikel 6 a	Artikel 6 a
Artikel 6 b	Artikel 6 b
—	Artikel 6 c
Artikel 6 c	Artikel 6 d
Artikel 6 d	Artikel 6 e
—	Artikel 6 f

Direktiv 2004/40/EG	Detta direktiv
Artikel 6 e	Artikel 6 g
Artikel 6 f	Artikel 6 h
—	Artikel 6 i
Artikel 7	Artikel 7
Artikel 8.1	Artikel 8.1
Artikel 8.2	—
Artikel 8.3	Artikel 8.2
Artikel 9	Artikel 9
—	Artikel 10
Artikel 10.1	Artikel 11.1 c
Artikel 10.2 a	Artikel 11.1 a
Artikel 10.2 b	Artikel 11.1 b
Artikel 11	—
—	Artikel 12
—	Artikel 13
—	Artikel 14
—	Artikel 15
Artikel 13.1	Artikel 16.1
Artikel 13.2	Artikel 16.2
—	Artikel 17
Artikel 14	Artikel 18
Artikel 15	Artikel 19
Bilaga	Bilaga I, Bilaga II, Bilaga III
—	Bilaga IV

I direktiv 2013/35/EU fastställs minimikrav för arbetstagares hälsa och säkerhet vid exponering för risker som har samband med elektromagnetiska fält. Denna praktiska vägledning är tänkt att visa arbetsgivarna, särskilt små och medelstora företag, vad de måste göra för att uppfylla kraven i direktivet. Den kan dock även vara användbar för arbetstagare, arbetstagarorganisationer och tillsynsmyndigheter i medlemsstaterna. Den består av två volymer och en särskild vägledning för små och medelstora företag.

Volym 1 av den praktiska vägledningen innehåller råd om hur man gör riskbedömningar och ytterligare råd om vilka möjligheter som står till buds när arbetsgivarna vill vidta ytterligare skyddsåtgärder eller förebyggande åtgärder.

Volym 2 innehåller tolv fallstudier som visar hur arbetsgivarna kan utföra bedömningarna och illustrerar vissa av de möjliga förebyggande åtgärderna och skyddsåtgärderna. Fallstudierna avser generiska arbetsplatser, men sammanställdes med utgångspunkt i verkliga arbetssituationer.

Vägledningen för små och medelstora företag hjälper dig att göra en inledande bedömning av riskerna förenade med elektromagnetiska fält på din arbetsplats. Med ledning av resultatet från bedömningen kan du avgöra om ytterligare åtgärder måste vidtas till följd av direktivet om elektromagnetiska fält.

Denna publikation finns tillgänglig i elektroniskt format på EU:s alla officiella språk.

Du kan ladda ner våra publikationer eller prenumerera kostnadsfritt på

<http://ec.europa.eu/social/publications>

Vill du få regelbundna uppdateringar från generaldirektoratet för sysselsättning, socialpolitik och inkludering? Registrera dig för att få det kostnadsfria *e-nyhetsbrevet Social Europe* på

<http://ec.europa.eu/social/e-newsletter>



<https://www.facebook.com/socialeurope>



https://twitter.com/EU_Social

