

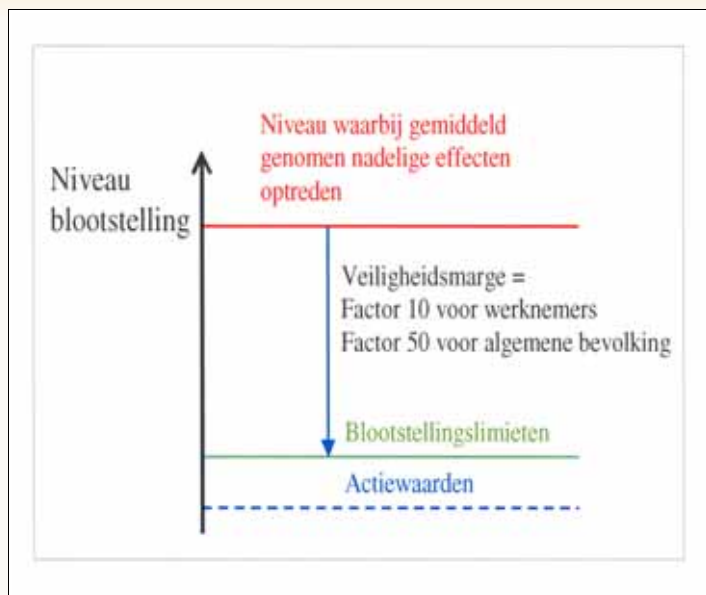
# HOE GEVAARLIJK IS BLOOTSTELLING AAN ELEKTROMAGNETISCHE VELDEN?

## METING EN EVALUATIE VAN ELEKTROMAGNETISCHE VELDEN IN HET KADER VAN DE NIEUWE EUROPESE EMF-RICHTLIJN 2004/40/EC

Dit biënniaal (2006-2007) onderzoeksproject is een prenormatief project gesubsidieerd door F.O.D. Economie, kmo, Middenstand en Energie. De uitvoerende projectpartners zijn het Belgisch Instituut voor Lastechniek (BIL), de Vlaamse Instelling voor Technologische Ontwikkeling (VITO) en het VervolmakingsCentrum voor Lassers (VCL). We bespreken de nieuwe richtlijnen en geven een overzicht van de eerste projectresultaten.

Door K. Broeckx – BIL

G. Decat, G. Meynen, L. Deckx, E. Peeters – VITO  
K.H. Mild – Nat. Inst. for Working Life, Umeå, Sweden



Figuur 1: Om rekening te houden met wetenschappelijke onzekerheden heeft ICNIRP een veiligheidsfactor van 10 ingebouwd voor werknemers en 50 voor de algemene bevolking

### SITUERING NIEUWE RICHTLIJN

Op 30 april 2005 is er een nieuwe Europese richtlijn (EMF-richtlijn 2004/40/EC) verschenen. Deze richtlijn handelt over de minimaal te nemen veiligheids- en gezondheidsvoorschriften met betrekking tot de blootstelling van

werknemers aan risico's te wijten aan elektromagnetische velden. De eventuele schadelijkheid van deze magnetische velden wordt al jaren wetenschappelijk onderzocht. Zoals bij elke sociale richtlijn gaat het om minimumvoorschriften en hebben de Europese lidstaten de vrijheid om strengere normen op te leggen.

De lidstaten hebben tot 30 april 2008 de tijd om de bepalingen van deze richtlijn in hun nationale wetgeving op te nemen.

### ELEKTROMAGNETISCHE VELDEN

Elektromagnetische velden zijn een natuurlijk verschijnsel. Door het steeds stijgende gebruik van

electriciteit (elektrische stroom) in zowel huishoudelijke als industriële omgeving worden personen meer en meer blootgesteld aan kunstmatige bronnen van elektromagnetische velden. Zowel thuis als op het werk wordt iedereen blootgesteld aan een complexe mix van elektrische en magnetische velden met een grote verscheidenheid aan frequenties. Elektromagnetische velden worden in functie van de frequentieband in verschillende types onderverdeeld:

- statische velden (DC),
- ELF-velden (Extra Low Frequency),
- RF-velden (Radio Frequency) en
- microgolfvelden (hoge frequenties).

De elektromagnetische velden die opgewekt worden tijdens het lassen bestaan hoofdzakelijk uit ELF- en RF-velden.

Tabel 1: De enquête werd gehouden bij een aantal grote bedrijven en heeft geleid tot een representatieve matrix die de basis vormt voor de uit te voeren proeven

LAS-PROCES	ID (*)	TYPE STROOM	% (**)	STROOM-GROOTTE [A]	% (***)
MIG/MAG (131/135) Massieve draad	25	DC+	60	150 – 250	47
		Gepulseerd	40	250 – 350	43
				> 350	10
MIG/MAG (136/137) Gevulde draad	30	DC+	88	< 150	10
		DC-	12	150 – 250	57
				250 – 350	33
				> 350	1
Beklede elektrode (111)	20	DC+	71	50 – 100	25
		DC-	28	100 – 150	37
		AC	1	150 – 200	24
				> 200	13
TIG (141)	25	DC-	99	< 50	5
		AC	1	50 – 100	30
				100 – 150	50
				150 – 200	14
				> 200	1

(\*) ID: gemiddeld geschatte inschakelduur (tijd dat lasboog werkelijk brandt t.o.v. de totale werktijd uitgedrukt in %)  
 (\*\*) gemiddeld geschat percentage [%] dat een bepaald type stroom wordt gebruikt  
 (\*\*\*) gemiddeld geschat percentage [%] dat een bepaald stroomgroottegebied wordt gebruikt

### GEVOLGEN

De gevolgen van blootstelling van het menselijke lichaam of menselijke lichaamscellen aan elektromagnetische velden zijn voornamelijk afhankelijk van hun frequentie en intensiteit of sterkte. Bij lage frequenties gaan de velden door het lichaam heen. Bij radiofrequenties worden de velden deels geabsorbeerd en dringen ze slechts over een korte afstand in het weefsel. Laagfrequente velden beïnvloeden de verdeling van elektrische

ladingen aan het oppervlak van geleidende weefsels en veroorzaken een elektrische stroom in het lichaam. De sterkte van deze geïnduceerde stroom is afhankelijk van de frequentie, de intensiteit van het externe veld en de grootte van de kringloop die de stroom volgt. De mogelijke effecten van elektromagnetische velden leiden al jaren tot maatschappelijke zorg en discussies.

Er zijn een aantal bekende en geaccepteerde nadelige effecten aangetoond van de velden (niet-ioniserende straling) op de gezondheid van de mens. Daarnaast bestaan nog vele vermoedens over andere nadelige effecten van deze velden, maar deze zijn nog niet éénduidig wetenschappelijk bewezen. Algemeen kan gezegd worden dat personen die werken of verblijven in de nabijheid van installaties en die gebruik maken van elektrische stroom met grote intensiteit, blootgesteld worden aan magnetische velden met hoge veldsterkten.

Bij laswerkzaamheden worden relatief grote, al dan niet gepulseerd, stromen gebruikt. Lassen is een veelgebruikte en onmisbare activiteit in de algemene metaalverwerkende industrie, maar ook in andere sectoren, zoals bijvoorbeeld de chemische industrie (onderhoudswerken ...).

De grootte van het opgewekte elektromagnetische veld tijdens het lassen is afhankelijk van de stroomsterkte en de frequentie van de lasstroom. Dit veld wordt opgewekt ter hoogte van de stroomvoerende kabels, de laselektroden en in mindere mate de transformator.

Aangezien de elektrode en de stroomgeleider zich tijdens het lassen dichtbij (en in veel gevallen in contact met) het lichaam van de lasser bevinden, zullen vooral de romp, de hals en het hoofd van de lasser blootgesteld worden aan een sterk elektromagnetisch veld.



**Figuur 2:** De stroom en spanning werden op twee manieren opgemeten: d.m.v. een meettoestel (ALX) dat speciaal ontwikkeld werd om lasparameters op te meten (hierbij werd gewerkt met een stroomtang) en d.m.v. een shunt die in serie met de massakabel ingeschakeld werd. Het signaal afkomstig van de shunt werd op een oscilloscoop gevisualiseerd

### BEREKENINGSMETHODEN

Europees gezien is men reeds enkele jaren bezig met het ontwikkelen van berekeningsmethoden om de grootte van elektromagnetische velden ten gevolge van het lassen te evalueren. Een doorgedreven evaluatie van deze berekeningsmethoden met praktijkmetingen is noodzakelijk.

### PROJECT

Het doel van het project is om de werkelijke blootstelling van de lasser (beroepsbevolking) aan elektromagnetische velden te evalueren in het kader van de Europese richtlijn. Tevens zullen de mogelijke problemen of moeilijkheden bij de implementatie van de nieuwe EMF-

richtlijn onderzocht worden en in kaart gebracht worden specifiek voor bedrijven waar lasactiviteiten plaatsvinden.

De resultaten van dit project moeten het voor de bedrijven mogelijk maken om een goede inschatting te maken in welke gevallen maatregelen genomen moeten worden om de werknemers te beschermen tegen elektromagnetische velden en te voldoen aan de nieuwe EMF-richtlijn. De resultaten van het project zullen dus verhinderen dat elk lasbedrijf op zich een dergelijke evaluatie moet uitvoeren.

Op deze manier kunnen de financiële middelen van de lasbedrijven efficiënt ingezet en toegespitst worden op de mogelijke probleemgevallen.

**DE RESULTATEN VAN DIT PROJECT MOETEN HET VOOR DE BEDRIJVEN MOGELIJK MAKEN OM EEN GOEDE INSCHATTING TE MAKEN IN WELKE GEVALLEN MAATREGELEN GENOMEN MOETEN WORDEN OM DE WERKNEMERS TE BESCHERMEN TEGEN ELEKTROMAGNETISCHE VELDEN EN TE VOLDOEN AAN DE NIEUWE EMF-RICHTLIJN**

De nieuwe richtlijn is gebaseerd op richtlijnen opgesteld door ICNIRP (International Commission for Non-Ionizing Radiation Protection).

Ter bescherming van de werknemers gaat ICNIRP uit van basisrestricties waarbij een biologisch effect geïnduceerd wordt.

Tijdens het lassen worden hoofdzakelijk ELF- en RF-velden gegenereerd. Blootstelling van de mens aan een ELF-veld van 100 mA/m<sup>2</sup> (basisrestrictie voor ELF-velden) veroorzaakt een effect op het zenuwstelsel van de mens. Een blootstelling aan een RF-veld met een SAR (Specific Absorption Rate) van 4 W/kg (basisrestrictie RF-straling) veroorzaakt een temperatuursverhoging van 1°C in het lichaam.

### Blootstellingslimieten

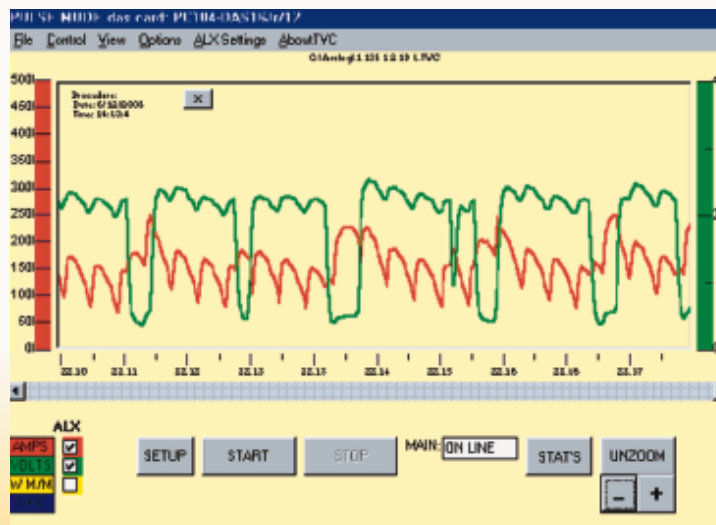
Om rekening te houden met wetenschappelijke onzekerheden heeft ICNIRP een veiligheidsfactor van 10 ingebouwd voor werknemers en 50 voor de algemene bevolking (zie figuur 1). Deze waarden, die rekening houden met de respectievelijke veiligheidsfactoren, worden de blootstellingslimieten genoemd. Bij het overschrijden van deze blootstellingslimieten bestaat het vermoeden dat er nadelige gezondheidseffecten kunnen optreden.

Een blootstellingslimiet is bijvoorbeeld de hoeveelheid ingestraald vermogen per kg weefsel (SAR). Een dergelijke grootte is echter moeilijk te meten.

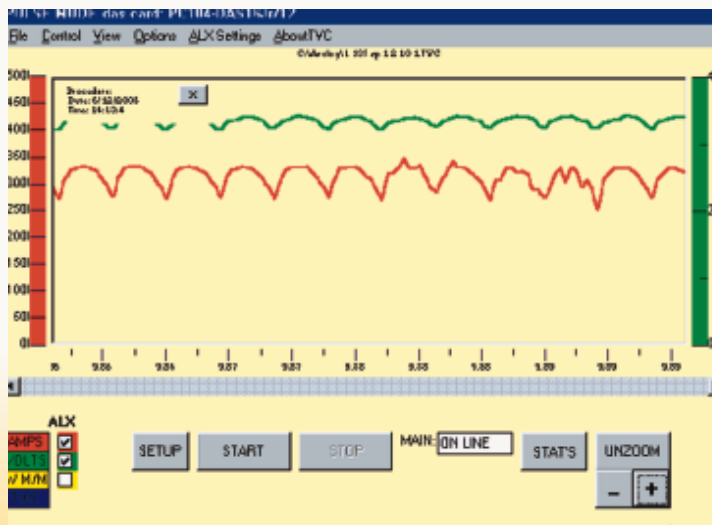
### Actiewaarden

Om dit probleem te verhelpen heeft men actiewaarden vastgelegd. Dit zijn meetbare waarden. Een voorbeeld is de elektromagnetische veldsterkte op de plaats van de blootstelling. Als

**Figuur 3:** Stroom- en spanningspectrum bij het kortsluitbooglassen



**Figuur 4:** Stroom- en spanningspectrum bij het sproei-booglassen



de opgemeten of berekende waarden de actiewaarden overschrijden moet een evaluatie uitgevoerd worden om na te gaan of de blootstellingslimieten al dan niet overschreden worden.

**EERSTE PROJECTRESULTATEN**

Om ervoor te zorgen dat de uitgevoerde testen representatief zijn voor de praktijk werd aan de hand van een enquête een marktonderzoek uitgevoerd.

**Enquête**

De enquête werd gehouden bij een aantal grote bedrijven en heeft geleid tot een representatieve matrix (zie tabel 1) die de basis vormt voor de uit te voeren proeven. De testmatrix bevat de volgende gegevens:

- lasprocessen,
- veelgebruikte stroomsterktes,
- geschatte tijdsduur (uitgedrukt in %) dat een bepaalde stroomsterkte gebruikt wordt,
- type stroom (gelijkstroom, wisselstroom, gepulseerde stroom),
- geschatte tijdsduur (uitgedrukt in %) dat een bepaalde type stroom wordt gebruikt,
- geschatte inschakelduur (percentage van de totale werktijd dat de lasboog werkelijk brandt), enz.

Het in kaart brengen van de stroomsterkte en het type stroom per lasproces is noodzakelijk om representatieve proeven uit te voeren tijdens het project. De geschatte inschakelduur is onontbeerlijk om een goede inschatting te maken van de werkelijke blootstellingstijd van een lasser aan elektromagnetische velden.

**Preliminaire lasproeven**

Tijdens het eerste projectjaar werden een aantal preliminaire lasproeven uitgevoerd om in



**Figuur 5:** Naast de stroommeting wordt het magnetisch veld opgemeten. Dit veld wordt volgens de norm gemeten in het middelpunt van een gekromde stroomgeleider (massakabel) met een straal van 20 cm

eerste instantie het opgestelde meetprotocol te optimaliseren in de praktijk en om de meetapparatuur uit te testen.

De stroom en spanning werden op twee manieren opgemeten (zie ook figuur 2):

- door middel van een meettoestel (ALX) dat speciaal ontwikkeld werd om lasparameters op te meten.

Hierbij werd gewerkt met een stroomtang. • Door middel van een shunt die in serie met de massakabel geschakeld werd. Het signaal afkomstig van de shunt werd op een oscilloscoop gevisualiseerd.

Figuren 3 en 4 tonen respectievelijk het opgemeten stroom- en spanningsverloop voor kortsluitboog- en sproeihooglassen (m.b.v. ALX). De golfvorm van de stroom kan ook opgemeten worden door

middel van een shunt. Het signaal afkomstig van de shunt wordt dan op een oscilloscoop gevisualiseerd.

**DE VOORLOPIGE CONCLUSIE VAN DE PRELIMINAIRE PROEVEN IS DAT ER EEN TENDENS BESTAAT DAT DE ACTIEWAARDEN VAN DE EUROPESE RICHTLIJN 2004/40/EC TIJDENS HET LASSEN Overschreden WORDEN**

Een elektromagnetisch veld bestaat uit een magnetisch veld (B-veld) en een elektrisch veld (E-veld). Van beide vertoont het B-veld de grootste schommelingen. Tevens is het magnetisch veld moeilijk af te schermen en is dit veld volgens de literatuur de

risicobepalende component van het elektromagnetisch veld. Daarom wordt het meetprotocol toegespitst op het meten van het B-veld.

Het meetprotocol is gebaseerd op de bestaande Europese normen en "Good Measurement

Practice".

Naast de stroommeting wordt het magnetisch veld opgemeten. Dit veld wordt volgens de norm gemeten in het middelpunt van een gekromde stroomgeleider (massakabel) met een straal van 20 cm (zie figuur 5).

Aangezien in de realiteit bij het lassen de stroomgeleider in zeer veel gevallen contact maakt met het lichaam van de lasser, wordt tijdens de proeven het veld ook net naast de stroomgeleider gemeten.

Figuur 6 toont een opgemeten breedbandfrequentiespectrum van het magnetisch veld bij het sproeihooglassen. Dit spectrum bevat een aantal harmonischen (pieken van het magnetisch veld bij bepaalde frequenties).

Figuur 7 toont de harmonischen van het magnetisch veld. Op basis van de harmonischen van het magnetisch veld kan berekend worden of het veld de waarden voorgeschreven door de richtlijn al dan niet overschrijdt.

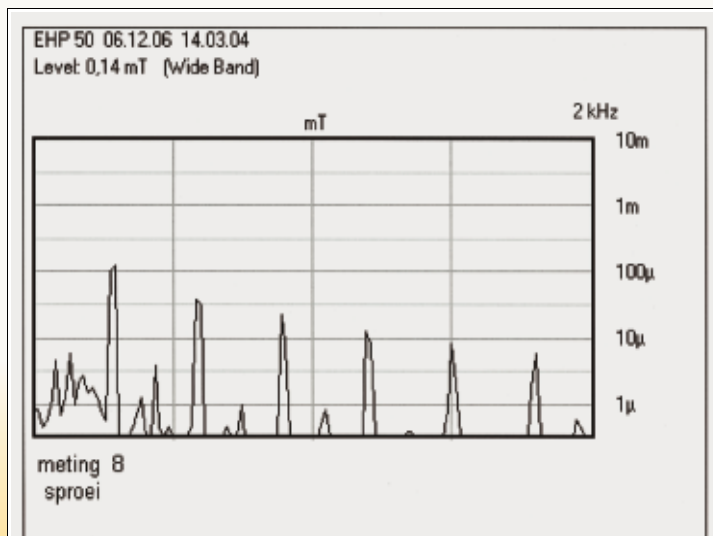
De volledige uitwerking van deze berekening zou ons te ver brengen.

In dit geval blijkt uit de berekening dat de actiewaarden overschreden worden. Een evaluatie van de geïnduceerde stromen (blootstellingslimiet) is bijgevolg noodzakelijk.

**VOORLOPIGE CONCLUSIE**

De voorlopige conclusie van de preliminaire proeven is dat er een tendens bestaat dat de actiewaarden van de Europese richtlijn 2004/40/EC tijdens het lassen overschreden worden. Het is noodzakelijk om deze voorlopige conclusie verder te onderbouwen aan de hand van zeer veel uiteenlopende metingen. □

**Figuur 6:** een opgemeten breedbandfrequentiespectrum van het magnetisch veld bij het sproeihooglassen



**Figuur 7:** de harmonischen van het magnetisch veld

