

# BBEMG Webinar

---

# Agenda

Van	Tot	Onderwerp	Spreker
14:00	14:05	Verwelkoming	Catherine Bouland
14:05	14:15	Onderzoek naar elektromagnetische velden en gezondheid in België:  Een langdurige samenwerking met de energiesector	Vincent Du Four
14:15	14:40	ELF: regelgeving, modellering en metingen	Christophe Geuzaine, Véronique Beauvois & Maxime Spirlet
14:40	14:50	Analyse van de effecten van langdurige blootstelling aan een magnetisch veld van 50 Hz (MF) op een TK6-cel lijn	Thi Thu Ha Nguyen
14:50	15:05	Analyse van cytogenetische schade in bloedstalen bij het personeel van energieleveranciers	Thi Thu Ha Nguyen
15:05	15:15	Studie bij de Brusselse bevolking van de meervoudige blootstelling aan milieuhinder: Elektromagnetische velden (50 Hz), lucht, lawaai en hormoonontregelende chemische stoffen (EXPO-HEALTH-1)	Agathe Salmon
15:15	15:20	Blootstelling aan magnetische velden en kinderleukemie: een systematische review en meta-analyse van case-control en cohort studies	Christian Brabant & Olivier Bruyère
15:20	15:30	Toepassing van het voorzorgsbeginsel in het domein van elektromagnetische velden	Els De Waegeneer
15:30	16:30	Tijd voor vragen en antwoorden	All speakers

# Gidsen onderweg:

---



Luc Verschaeve



Annemie Maes



Jolien Van De Maele



Maurits De Ridder



# Onderzoek naar EMV en gezondheid in België een samenwerking van 3 decennia met de elektriciteitssector

---

ELIA – VINCENT DU FOUR



NL



FR

[www.bbemg.be](http://www.bbemg.be)

# 40 jaar aan onderzoeksresultaten

- **Eind 1960's:** eerste studies naar de gezondheid van elektriciteitswerkers in de Sovjetunie
- **1979:** eerste publicatie die een associatie suggereert tussen residentiële blootstelling en kanker (Wertheimer & Leeper)

AMERICAN JOURNAL OF EPIDEMIOLOGY  
Copyright © 1979 by The Johns Hopkins University School of Hygiene and Public Health  
All rights reserved

Vol. 109, No. 3  
Printed in U.S.A.

## Original Contributions

### ELECTRICAL WIRING CONFIGURATIONS AND CHILDHOOD CANCER

NANCY WERTHEIMER\* AND ED LEEPER

Wertheimer, N. (Dept. of Preventive Medicine, U. of Colorado Medical Center, Box C-245, Denver, CO 80262), and E. Leeper. Electrical wiring configurations and childhood cancer. *Am J Epidemiol* 109:273-284, 1979.

An excess of electrical wiring configurations suggestive of high current-flow was noted in Colorado in 1976-1977 near the homes of children who developed cancer, as compared to the homes of control children. The finding was strongest for children who had spent their entire lives at the same address, and it appeared to be dose-related. It did not seem to be an artifact of neighborhood, street congestion, social class, or family structure. The reason for the correlation is uncertain; possible effects of current in the water pipes or of AC magnetic fields are suggested.

## België

- **1988:** Interdisciplinaire expertcommissie onderzocht de klachten over negatieve effecten bij vee in de buurt van bovengrondse lijnen
- **1990:** een driejarig onderzoek "Effecten van EMV op de gezondheid" werd door de federale overheid toegekend aan de universiteit van Luik (Ulg)

De financiering werd niet voortgezet ; het contract eindigde in 1994



# Oprichting van de BBEMG

---

- **1995**, 8 teams uit 5 instituten (ULB, RUG, KUL, ULG & Vito) komen samen en vormen de **Belgian BioElectroMagnetics Group (BBEMG)**

Lanceren een multidisciplinair onderzoeksprogramma om:

- een beter inzicht te bekomen van de interacties tussen elektromagnetische velden en biologische activiteiten;
- bij te dragen aan de ontwikkeling en verspreiding van wetenschappelijke kennis rond de mogelijke gezondheidseffecten van elektrische en magnetische velden.

en creëren zo expertise- en informatiecentra die toegankelijk zijn voor het publiek, wetenschappers, overheidsinstanties en elektriciteitsbedrijven.

- **Steun van de elektriciteitssector**

- Ontbrekende overheidsfinanciering
- Financiële steun van CPPTTE (Electrabel – SPE) in 1995
- In 2001 werd Elia (ontbinding) opgericht en werd de eerste onderzoeksovereenkomst van 4 jaar ondertekend

# Onderzoeksovereenkomst met Elia

---

- **20 jaar samenwerking**

- 4-jaarlijkse contractverlenging: in 2021, voor de 6e keer (2021-'25)
- Onderzoeksonderwerpen en team worden aangepast aan het wetenschappelijke voortschrijdende inzicht & de vragen van stakeholders
- Noodzaak om onderzoek voort te zetten en expertise te ontwikkelen aangezien het elektriciteitsgebruik zal toenemen

- **Wetenschappelijke onafhankelijkheid en integriteit**

- In de overeenkomst gewaarborgde academische vrijheid
- Publicatie van de resultaten in wetenschappelijke, door vakgenoten beoordeelde tijdschriften is vereist
- Overeenkomsten met universiteiten/instituten, niet met individuele onderzoekers
- Onderzoekers zijn gebonden aan de ethische code voor wetenschappelijk onderzoek in België



# ELF: Regelgeving, Modellering en Metingen

---

V. BEAUVOIS, C. GEUZAINÉ, M. SPIRLET - ULIEGE ACE



NL



FR

[www.bbemg.be](http://www.bbemg.be)

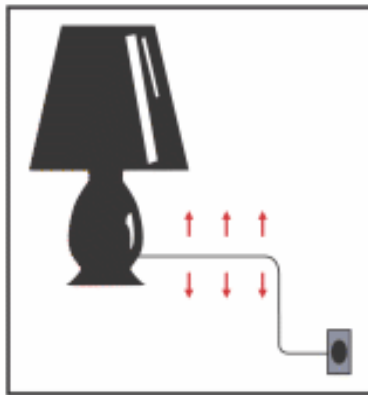


# ELF?

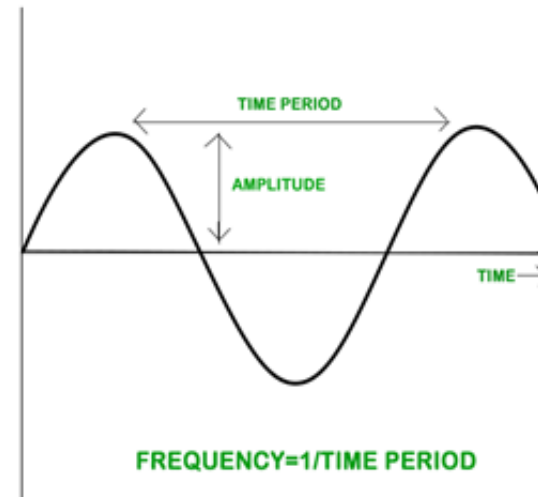
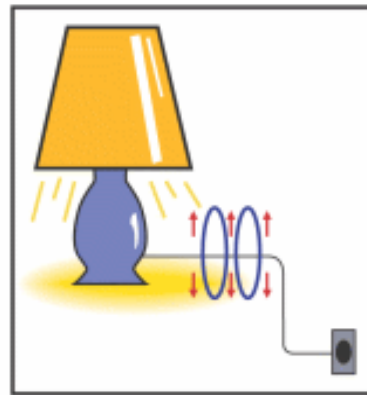
"**ELF**" elektrische en magnetische velden zijn elektrische en magnetische velden met extreem **lage frequentie**:

- Het **elektrisch veld** is gekoppeld aan de spanning (V), gemeten in Volt per meter (V/m).
- Het **magnetisch veld** is gekoppeld aan de stroom (A), gemeten in Ampère per meter (A/m); ook de Tesla (T of miljoen T,  $\mu\text{T}$ ) kan worden gebruikt, met een direct verband tussen beide.

ELECTRIC FIELDS

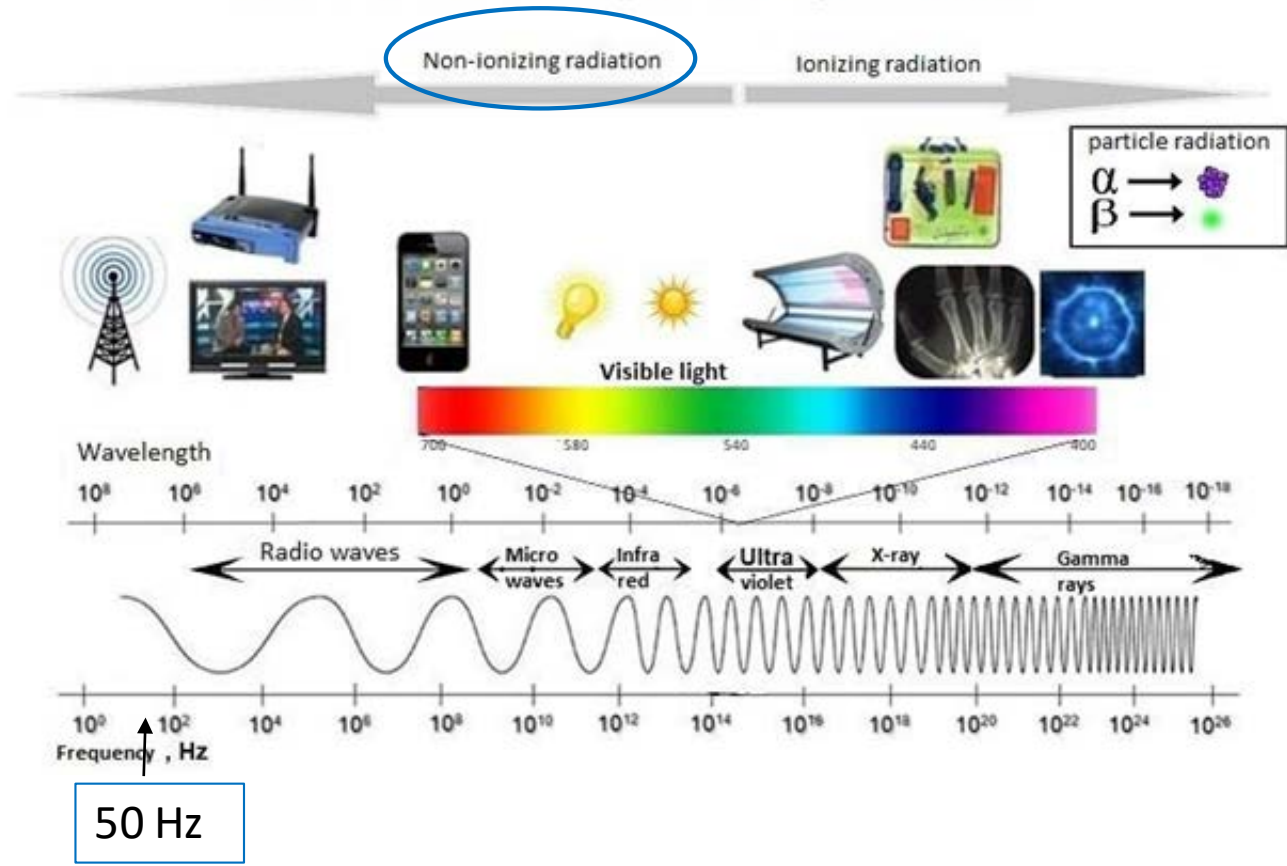


ELECTRIC AND MAGNETIC FIELDS

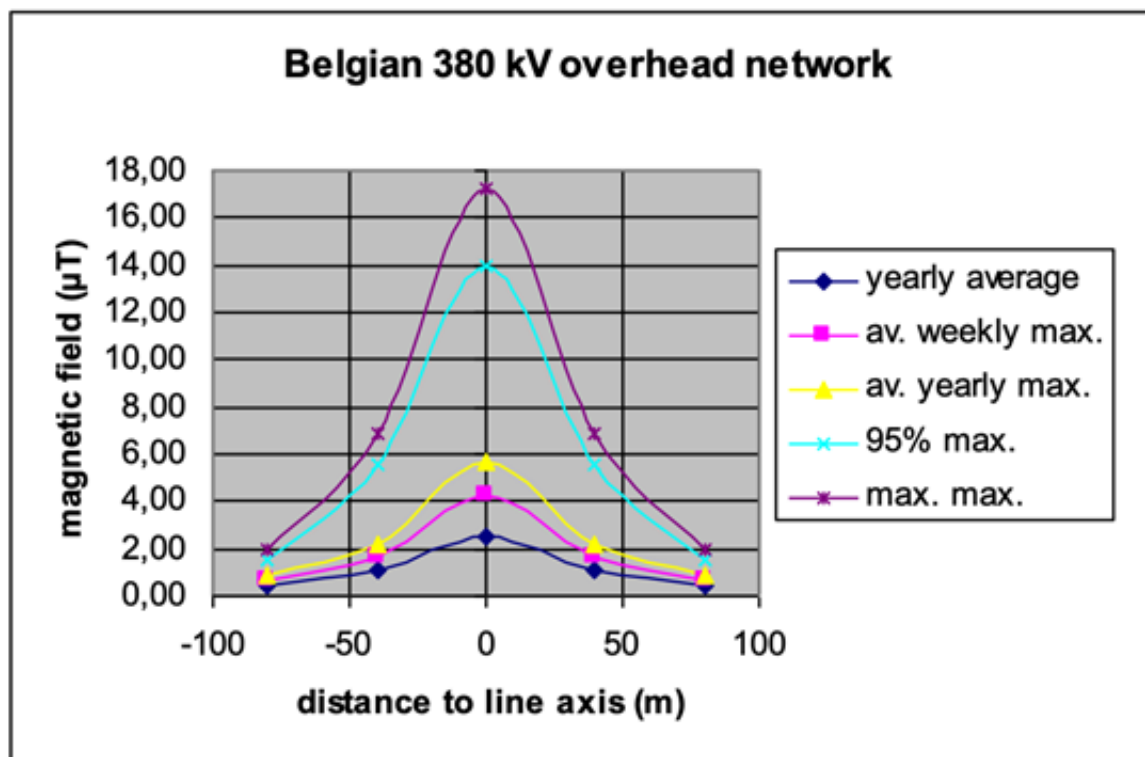


# ELF?

## The electromagnetic spectrum



# ELF - Grootteorde



# Regelgeving

---

Er bestaan voorschriften voor blootstelling van de **bevolking in het algemeen** en blootstelling **op het werk** (werknemers) in het bijzonder, en deze zijn verschillend. Vooral gebaseerd op **langdurige blootstelling**.

Er bestaan verschillende niveaus van regelgeving:

## 1. Internationaal niveau

ICNIRP (Internationale Commissie voor Bescherming tegen **N**iet-ioniserende Straling)

De laatste editie van de aanbevelingen inzake lage frequenties dateert van 2010.

Aanbevelingen eerst als basisbependingen: intern elektrisch veld.  
Onmogelijk te meten > referentieniveaus:

**Algemeen publiek**: 5 kV/m voor E en 200  $\mu$ T voor B

**Werkers**: 10 kV/m voor E en 1000  $\mu$ T voor B

# Regelgeving

---

## 2. Europees niveau

**Algemeen publiek** : Aanbeveling van de EU (1999)

5 kV/m voor E en 100 $\mu$ T voor B

**Werknemers**: Richtlijn 2004/40/EG

Actiewaarden 10 kV/m voor E en 1000 $\mu$ T voor B

# Regelgeving

---

## 3. Belgisch niveau

### Algemeen publiek

E > Bewoond gebied, of gebied bestemd voor bewoning op sectorplan 5 kV/m, overstekken van wegen 7 kV/m en andere plaatsen 10 kV/m

### B > regionaal niveau

- Wallonië: alleen in de buurt van statische transformatoren, 5 kV/m en 100  $\mu$ T
- Vlaanderen: binnenhuispollutie, interventiewaarde 20  $\mu$ T en richtwaarde 0,4  $\mu$ T
- Brussel: alleen in de buurt van statische transformatoren, 5 kV/m en 100  $\mu$ T voor permanente blootstelling

**Werknemers** > Belgische wetgeving vergelijkbaar met Europese Richtlijn 10 kV/m voor E en 1000  $\mu$ T voor B

# Modelleren

---

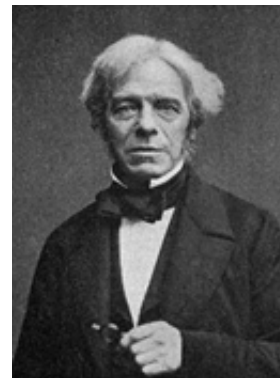
Zoals alle elektromagnetische verschijnselen worden de elektrische en magnetische ELF-velden beschreven door de **vergelijkingen van Maxwell**.



James Clerk  
Maxwell  
1831 - 1879



André-Marie  
Ampère  
1775 - 1836



Michael  
Faraday  
1791 - 1867



Carl Friedrich  
Gauss  
1777 - 1855

# Modelleren

---

Zoals alle elektromagnetische verschijnselen worden de elektrische en magnetische ELF-velden beschreven door de **vergelijkingen van Maxwell**.

$\text{curl } \mathbf{H} = \mathbf{J} + \partial_t \mathbf{D}$  De vergelijking van Maxwell-Ampère

$\text{curl } \mathbf{E} = -\partial_t \mathbf{B}$  Faraday's vergelijking

$\text{div } \mathbf{B} = 0$  De wet van Gauss voor magnetisme

$\text{div } \mathbf{D} = \rho$  De wet van Gauss

**H** magnetisch veld (A/m)

**E** elektrisch veld (V/m)

**B** magnetische fluxdichtheid (T)

**D** elektrische verplaatsing (C/m<sup>2</sup>)

**J** stroomdichtheid (A/m<sup>2</sup>)

$\rho$  ladingsdichtheid (C/m<sup>3</sup>)



# Modelleren

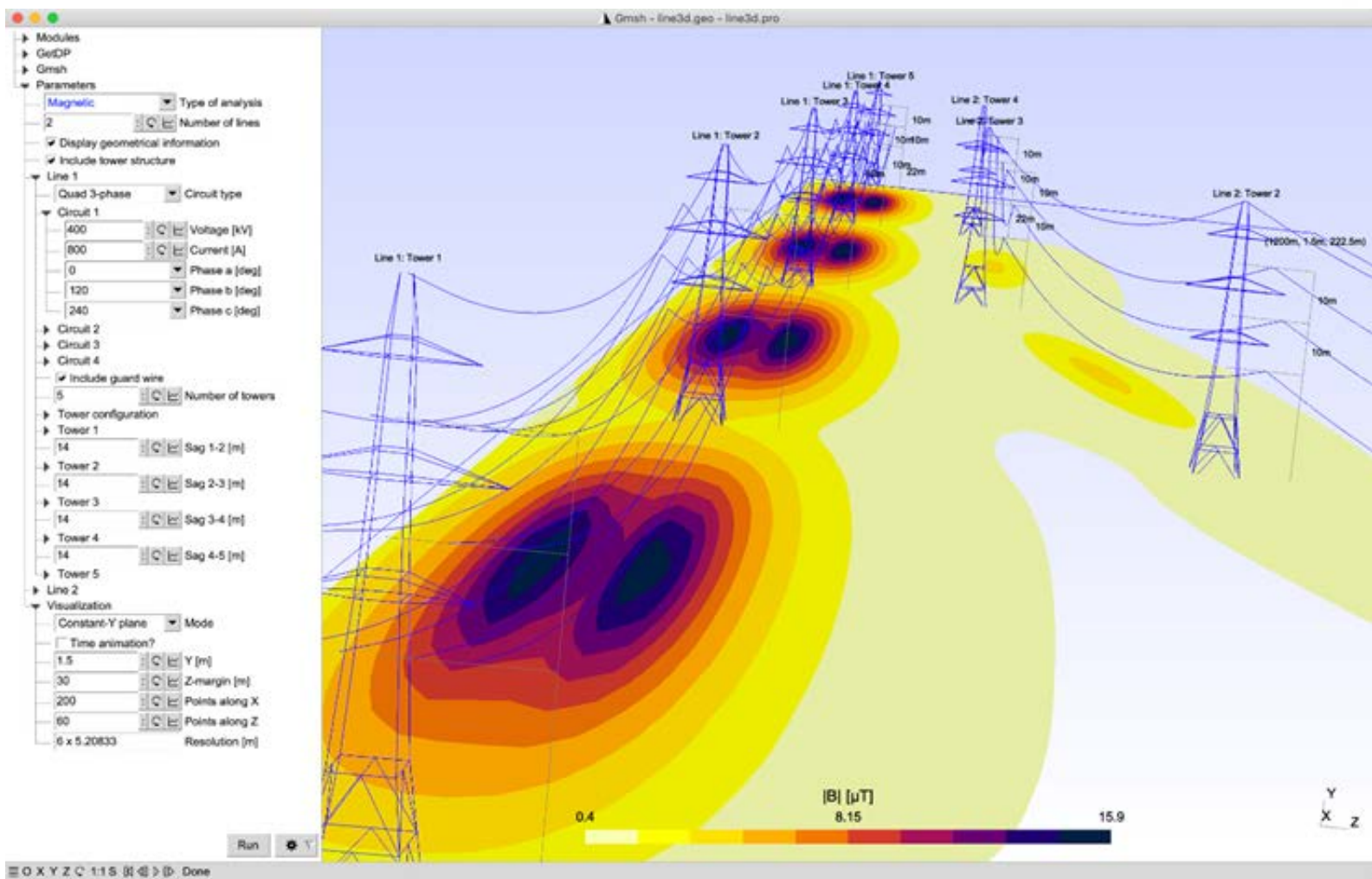
---

Deze vergelijkingen kunnen in eenvoudige gevallen "met de hand" worden opgelost, maar in meer gecompliceerde situaties worden zij **door computers opgelost**.

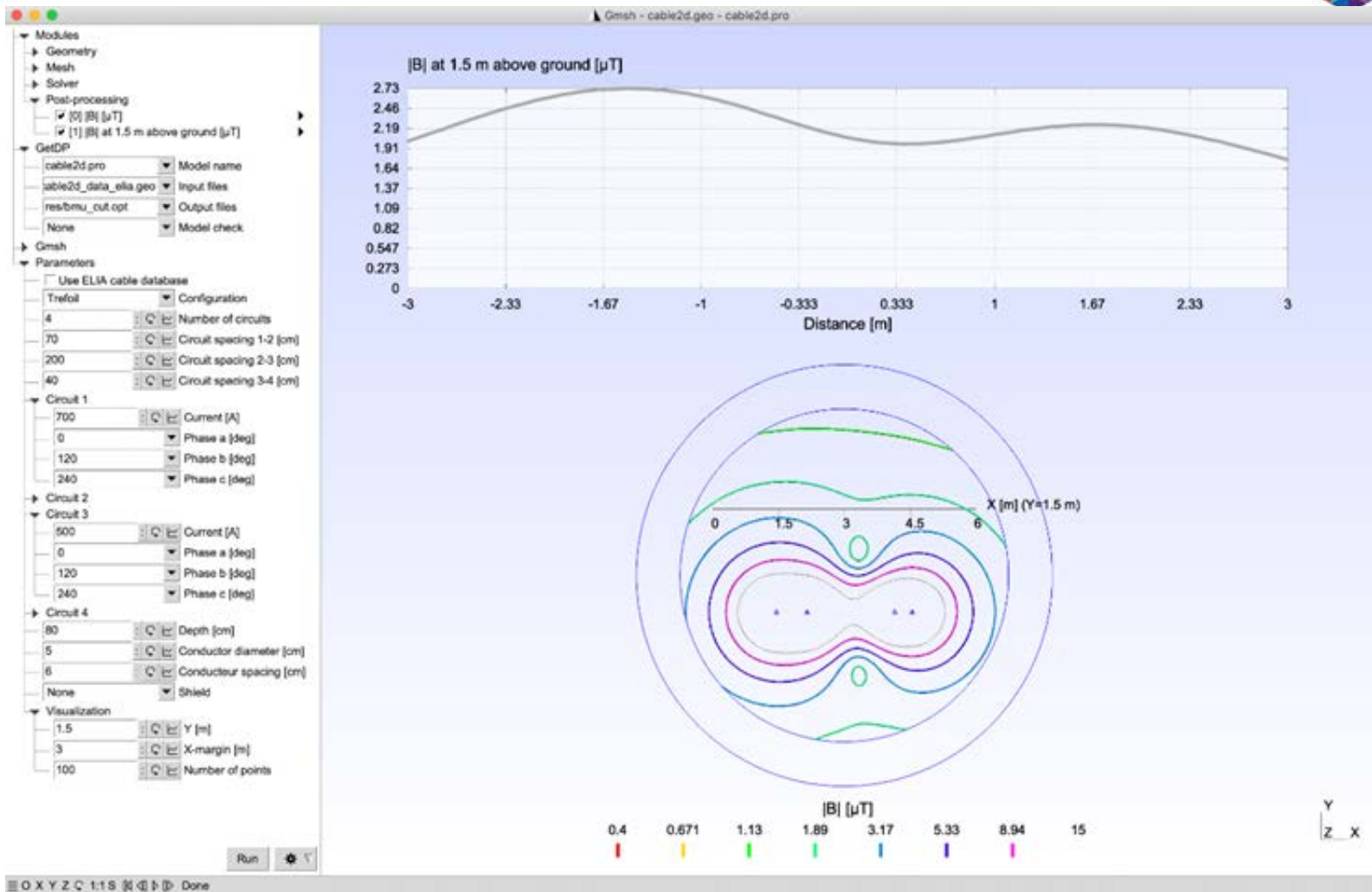
Het BBEMG-team van de Universiteit van Luik is internationaal erkend voor zijn elektromagnetische simulatie-tools:

- Gratis en open bron
- 20+ PhD's, 100s van wetenschappelijke artikelen
- Specifieke modellen voor ELF: bovengrondse leidingen en ondergrondse kabels

<https://onelab.info>



Schermafbeelding van een 3D-configuratie met twee stroomlijnen (vier- en enkelkring). Visualisatie van de magnetische fluxdichtheid op een vlak, met een aangepast bereik en een kleurenkaart.



Schermafbeelding van een ondergrondse kabelconfiguratie met 4 circuits, met verschillende stromen en relatieve afstanden. Visualisatie van de magnetische fluxdichtheid in een grafiek op 1,5 m boven de grond, en als iso-waarde curven.

# Modelleren

---

Vrijwel alles kan worden gesimuleerd... maar er is een fundamentele beperking:

" Garbage in, garbage out! "

## Nauwkeurige kennis van

- geometrieën (hoogspanningsmasten, doorbuiging van de lijn, diepte van de kabels, ...);
- materialen; en
- bronnen (waarde van de stromen in leidingen en kabels, ...)

is nodig om **nauwkeurige resultaten te** verkrijgen.

# Metingen

---

- De elektrische en magnetische velden zijn het resultaat van een complexe combinatie van alle (bekende en onbekende) bronnen, hetgeen kan leiden tot een moeilijke kwantificering door simulatie.

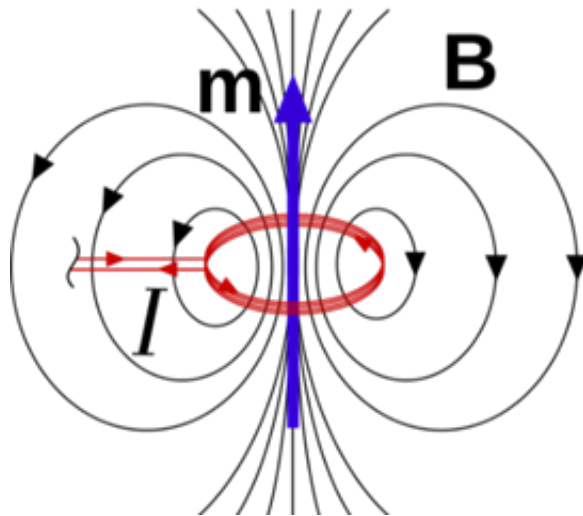
- In geval van onzekerheid is de definitieve optie het **resulterende elektrische of magnetische veld in-situ te meten.**

*In-situ metingen zijn zeer nuttig, vooral voor complexe situaties.*



# Metingen

Behalve in de nabijheid van elektrische apparaten is het magnetische ELF-veld echter over het algemeen klein en dus moeilijk te meten (sterk beïnvloed door ruis, gebrek aan gevoeligheid door de geringe afmetingen van de lusantenne, bijdragen van andere bronnen, ...).



# Metingen - Grootteorde

---

*De veldsterkte neemt snel af met de afstand tot de bron.*

Magnetisch veld

Bron	Grootteorde ( $1\mu\text{T}=10^{-6}\text{T}$ )
Menselijke hersenen: veld gemeten aan het buitenoppervlak van de schedel	$10^{-15}\text{T}$
Aarde: veld gemeten aan het buitenoppervlak	$50\mu\text{T}$
Draad onder stroom van 10 A: veld gemeten op 2 cm van de draad	$100\mu\text{T}$
Permanente magneet: veld gemeten op 10 mm van het oppervlak	0.1 T - 1T



# Metingen - Grootteorde

---

*De veldsterkte neemt snel af met de afstand tot de bron.*

Elektrisch veld

Bron	Orde van grootte
Hoogspanningslijn (400 kV) ; veld gemeten op 1,5 m onder de kabels	4000 V/m
Computer; veld gemeten op 10 cm van de stroomvoorziening	100 V/m

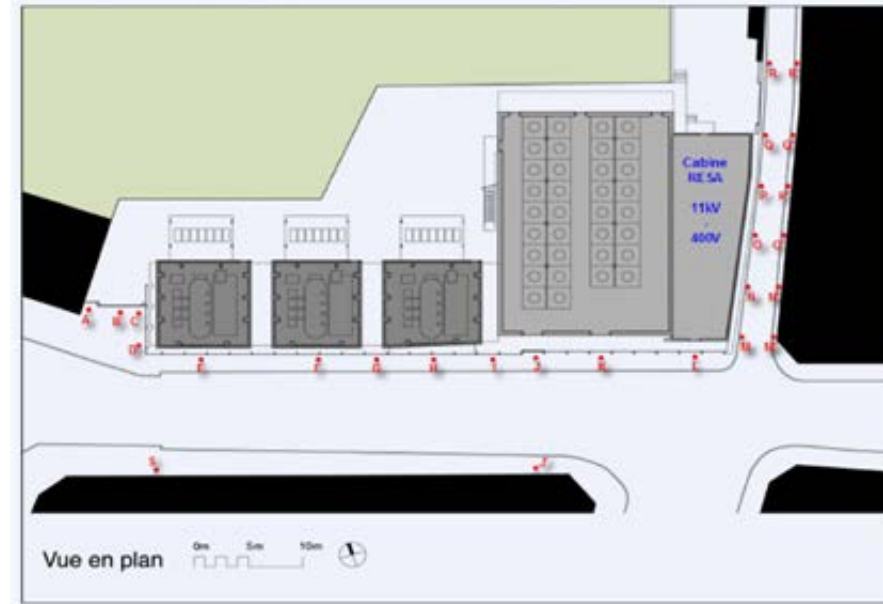


# Metingen

[ $\mu$ T]	30 cm van de omheining	Terug naar huizen
A	0,5	-
B	2,3	-
C	7,7	-
D	1,5	-
E	1,75	-
F	2,1	-
G	0,97	-
H	1	-
I	2,7	-
J	6,1	0,3
K	4,8	-
L	1,9	-
M	0,9	0,7
N	1	0,7
O	1,3	0,85
P	1,5	0,9
Q	1	0,8
R	0,75	0,6
S	-	0,18

Voorbeeld:

Magnetisch veld rond 11 kV - 400 V cabine



# Conclusies

---

Elektrische en magnetische velden met extreem lage frequentie (ELF) gehoorzamen aan bekende vergelijkingen en kunnen nauwkeurig worden gemodelleerd indien de bronnen en de omgeving nauwkeurig bekend zijn.

In-situ metingen blijven de sluitende optie om elektrische en magnetische ELF-velden te kwantificeren in geval van onzekerheid.

Er bestaat regelgeving voor de algemene bevolking en voor bepaalde beroepsgroepen, hoofdzakelijk gebaseerd op langdurige blootstelling.

Evaluatie 50 Hz blootstelling (gebaseerd op jobtitel)

Vragenlijst :  
Gezondheid en levensstijl

Individuele metingen (50 Hz - 3 werkdagen)

Beroepsbevolking

Bloedstalen en buccale cellen:

- Cytogenetische analyses (comet assay en micronucleus test)
- > Collectieve resultaten
- Genexpressie (in werknemers)

Brusselaars

50 Hz-metingen in bepaalde gebieden

Andere milieu invloeden (luchtverontreiniging, lawaai, RF)

Vragenlijst :  
Socio-demografische gegevens  
Huisvesting en milieu  
Gezondheid en levensstijl  
Perceptie van gezondheid  
Overgevoeligheden

Individuele metingen (50 Hz - 24 uur)

Individuele metingen van andere agenten

Selectie van de 50 meest en minst aan 50 Hz blootgestelde inwoners



# Analyse van de effecten van langdurige blootstelling aan magnetisch velden van 50 Hz (MF) op een TK6-celijn

H. NGUYEN, S. SEGERS, M. LEDENT, R. ANTHONISSEN, JF. COLLARD, M. HINSENKAMP, L. VERSCHAEVE, V. FEIPEL, E. DE CLERCQ, B. MERTENS



NL



FR

[www.bbemg.be](http://www.bbemg.be)

# 1. Inleiding

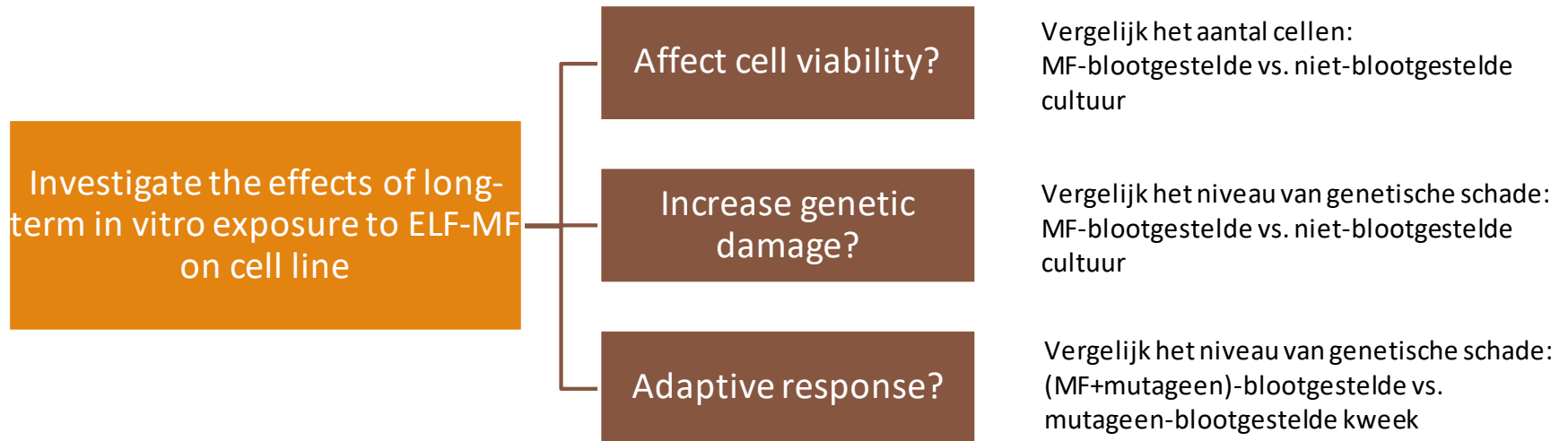
---

- Extreem laagfrequent magnetisch veld (ELF-MF) geclassificeerd als mogelijk kankerverwekkend voor de mens (IARC, 2002)
  - Beperkt bewijs van carcinogeniteit bij de mens
  - **Geen duidelijke wetenschappelijke ondersteuning door experimentele studies**
- De huidige richtlijnen inzake blootstellingsgrenzen zijn gebaseerd op studies over **korte-termijn blootstelling**



Hoe zit het met langdurige blootstelling aan een lagere magnitudo van het magnetisch veld?

# Doelstellingen van de studie



## Review

Adaptive response in mammalian cells exposed to non-ionizing radiofrequency fields: A review and gaps in knowledge

Vijayalaxmi<sup>a</sup>, Yi Cao<sup>b,\*\*</sup>, Maria Rosaria Scarfi<sup>c,\*</sup>

<sup>a</sup> Department of Radiology, University of Texas Health Science Center, San Antonio, TX 78229, USA

<sup>b</sup> School of Public Health, Medical College of Soochow University, Suzhou, People's Republic of China

<sup>c</sup> CNR – Institute for Electromagnetic Sensing of Environment, Napoli, Italy

## 2. Methodologie

---

### Cellen en blootstelling


- **Celweek:** Menselijke lymfoblastoïde cel (TK6)
- **Systeem voor blootstelling aan magnetische velden**
  - Magneetspoel
  - 380 spoel, 20 cm diameter, 42 cm lengte
  - Veldbereik: 0- 2500  $\mu\text{T}$
  - Toegepast veld: 10, 100, en 500  $\mu\text{T}$
- **Afschermingssysteem voor magnetische velden:** Mu-metalen cilinder

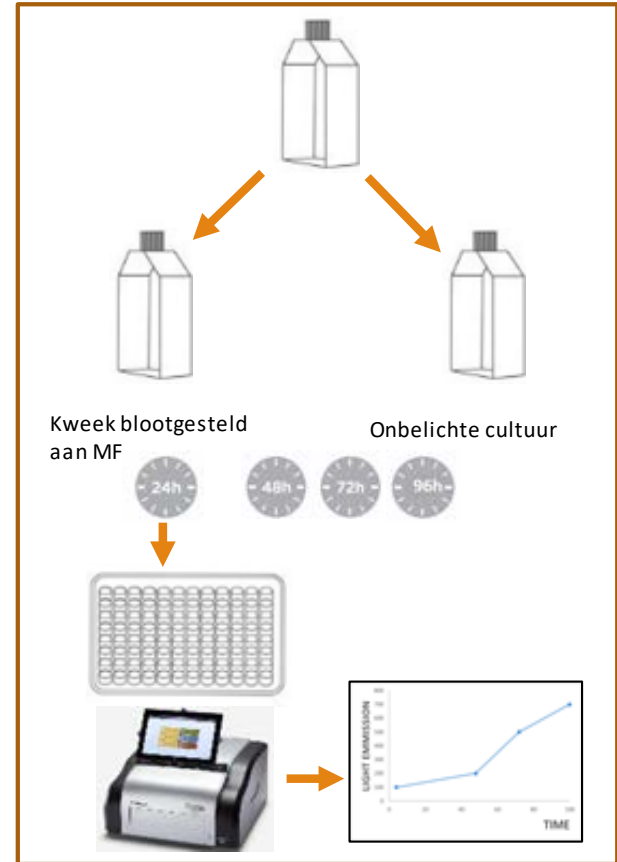


Foto van het belichtingssysteem (links) en het afschermingssysteem (rechts) in de incubator

# 2. Methodologie

## Levensvatbaarheidstest van cellen

- ATP test
- Schatting van het relatieve aantal levensvatbare cellen
  - Levensvatbare cellen → ATP → 
  - Dode cellen → ATP → Geen signaal
- De uitgezonden luminescentie is recht evenredig met het aantal levensvatbare cellen

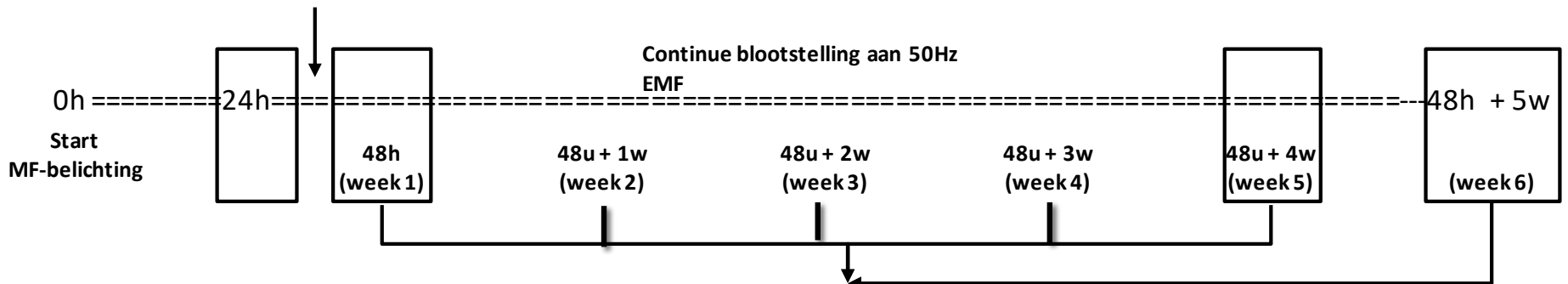




# 2. Methodologie

## Cytogenetische tests

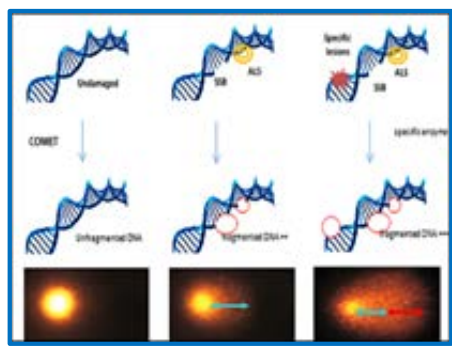
Protocol 1: geen blootstelling aan chemische agentia  
 Protocol 2: blootstelling aan chemische agentia (MMS/EMS) gedurende 24 uur



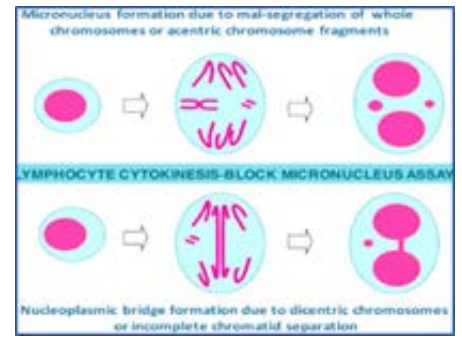
Verzameling van TK6-cellen

*In vitro* Comet assay

*In vitro* Micronucleus test



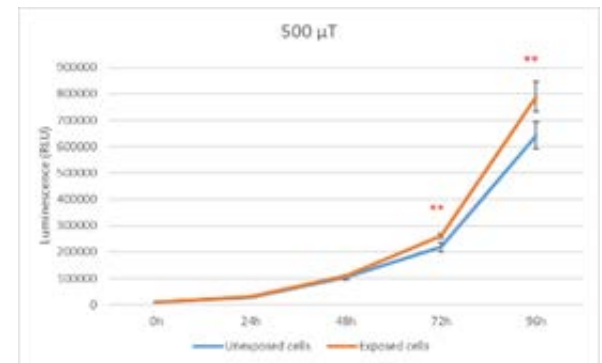
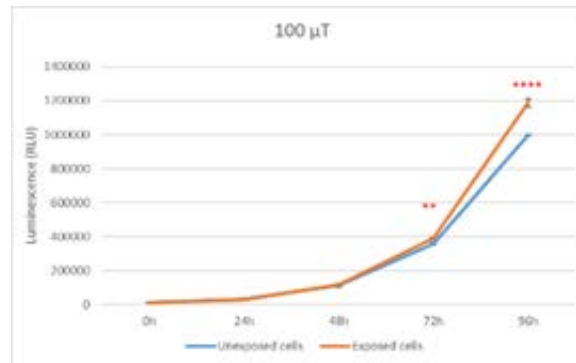
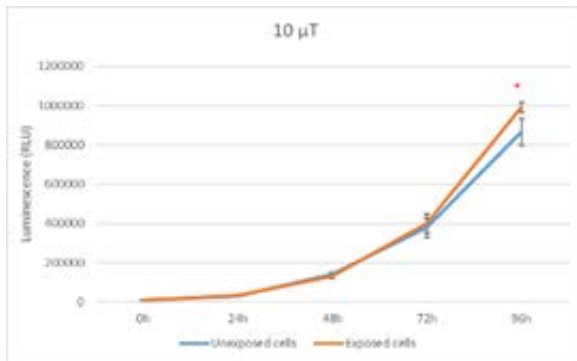
Meet % beschadigd DNA in komeetstaart



Score incidentie van micronucleïde cellen/2000 bi-nucleïde cellen

# 3. Resultaten

## Levensvatbaarheidstest van cellen



-> Blootstelling aan 50 Hz MF verhoogde de levensvatbaarheid van de cellen

-> Significante resultaten werden waargenomen na 72 uur en 96 uur blootstelling aan 50 Hz MF 10, 100, en 500 µT.

-> Gunstig effect

# 3. Resultaten

Medische toepassingen:

- Weefselregeneratie
- Wondgenezing
- .....

Review > Cell Prolif. 2014 Dec;47(6):485-93. doi: 10.1111/cpr.12142. Epub 2014 Oct 16.

## Therapeutic potential of electromagnetic fields for tissue engineering and wound healing

T Saliev <sup>1</sup>, Z Mustapova, G Kulsharova, D Bulanin, S Mikhailovsky

Affiliations + expand

PMID: 25319486 PMID: PMC6496472 DOI: 10.1111/cpr.12142

[Free PMC article](#)

### Abstract

Ability of electromagnetic fields (EMF) to stimulate cell proliferation and differentiation has attracted the attention of many laboratories specialized in regenerative medicine over the past number of decades. Recent studies have shed light on bio-effects induced by the EMF and how they might be harnessed to help control tissue regeneration and wound healing. Number of recent reports suggests that EMF has a positive impact at different stages of healing. Processes impacted by EMF include, but are not limited to, cell migration and proliferation, expression of growth factors, nitric oxide signalling, cytokine modulation, and more. These effects have been detected even during application of low frequencies (range: 30-300 kHz) and extremely low frequencies (range: 3-30 Hz). In this regard, special emphasis of this review is the applications of extremely low-frequency EMFs due to their bio-safety and therapeutic efficacy. The article also discusses combinatorial effect of EMF and mesenchymal stem cells for treatment of neurodegenerative diseases and bone tissue engineering. In addition, we discuss future perspectives of application of EMF for tissue engineering and use of metal nanoparticles activated by EMF for drug delivery and wound dressing.

© 2014 John Wiley & Sons Ltd.

# 3. Resultaten

## Genetische schade en aanpassingsvermogen

Studies	Cytogenetische tests	Experimenten met verschillende fluxdichtheid ( $\mu\text{T}$ )					
		10	10	100	100	500	500
Genetische effecten van blootstelling aan MF	MN	-	-	-	-	-	-
	Comet assay	?	?	?	-	-	-
Adaptieve reactietest	MN	-	-	-	-	-	-
	Comet assay	?	-	-	-	-	-

( - Geen significant resultaat; ? Onsamenhangende resultaten)

- Micronucleus test resulteerde altijd in niet-significant verschillende resultaten
- Enkele incoherente resultaten bij langdurige blootstelling van de cellen aan een magnetisch veld van 10  $\mu\text{T}$
- Resultaten van de Comet assay toonden geen effecten aan wanneer cellen langdurig werden blootgesteld aan 100 of 500  $\mu\text{T}$

## 4. Conclusie

---

- Langdurige blootstelling aan MF beïnvloedt de levensvatbaarheid van TK6-cellen
  - → Om deze waarneming te verklaren, is extra onderzoek nodig naar de mechanismen die verband houden met de levensvatbaarheid van de cellen.
- Slechts enkele incoherente genetische effecten werden gevonden wanneer de TK6-cellen langdurig continu werden blootgesteld aan 10  $\mu\text{T}$
- Er werd geen genetisch effect of adaptive respons geconstateerd bij cellen die langdurig werden blootgesteld aan 100 en 500  $\mu\text{T}$



# Analyse van cytogenetische schade in bloedstalen van personeel van energiebedrijven

---

H. NGUYEN, M. LEDENT, G. VANDEWALLE, J. VAN DE MAELE, JF. COLLARD, M. HINSENKAMP, L. VERSCHAEVE, V. FEIPEL, E. DE CLERCQ



NL



FR

[www.bbemg.be](http://www.bbemg.be)

# Inleiding

---

## Beroepsmatige blootstelling aan ELF-EMF → Niet-ioniserende straling → Geen directe DNA-schade

- Controversiële resultaten in eerdere studies in beroepssituaties
- Maar, **studies hebben vaak tekortkomingen** → niet overtuigend (Verschaeve & Maes, 2016)

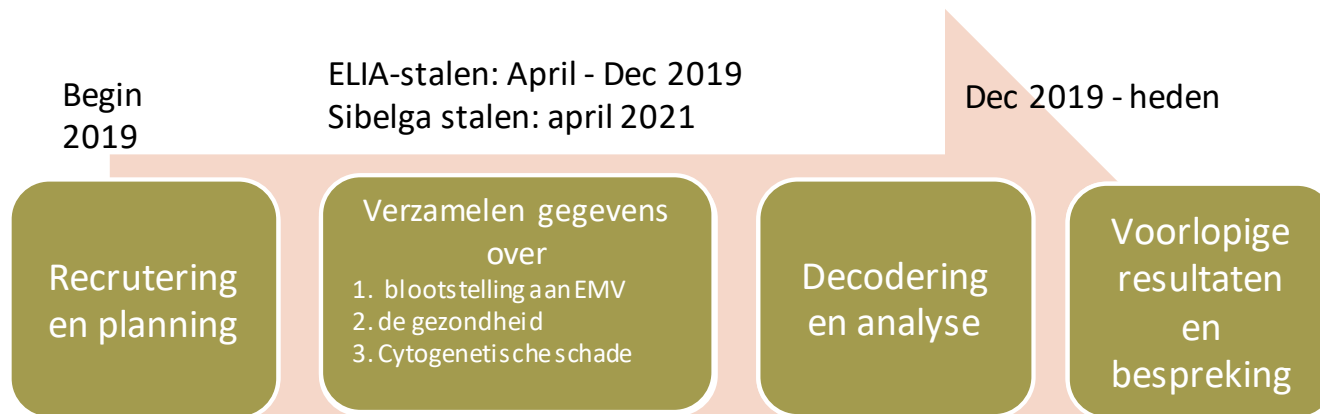
## Doelstelling: Onderzoek naar cytogenetische schade in bloedstalen van werknemers die beroepsmatig zijn blootgesteld aan ELF-EMF

- Voldoende groot aantal werknemers
- Blootstellingsbeoordeling: Functiebenamingen + gegevens over feitelijke blootstelling
- Gevalideerde cytogenetische testen...

**Nulhypothese:** Werknemers die beroepsmatig worden blootgesteld aan ELF-EMF, op basis van functietitels, hebben geen verhoogde genetische schade in hun bloedcellen

→ Vergelijk de genetische schade bij minder blootgestelde werknemers met die bij meer blootgestelde werknemers.

# Biomonitoring: tijdlijn



## Insluitingscriteria:

- Tussen 18 en 55 jaar oud;
- Bij voorkeur niet-rokende mannen, maar rokers / vrouwen worden geaccepteerd;
- Geen recent radiografisch onderzoek;
- Geen belangrijke medische antecedenten of genetische ziekten;
- Technici: met ten minste 5 jaar beroepservaring in de electriciteitssector.

## Uitsluitingscriteria:

- Blootstelling thuis
- Gezondheidsproblemen



# Detail van de gegevensverzameling

## Gegevens over blootstelling aan magnetische velden

- **Apparaten:** Emdex II
- **Meetperiode:** Ten minste 3 opeenvolgende dagen tijdens een typische werkweek
- **Hoe te dragen?**
  - Op het werk: het toestel dragen in een zakje rond hun heup of bevestigd aan hun riem
  - Thuis: draag het apparaat zo veel mogelijk.
  - Laat het anders in zijn zakje en plaats het ver van elektrische apparaten of transformatoren
- **Dagboek van activiteiten:** beroepsmatige blootstelling afbakenen t.o.v. andere blootstellingen



EMDEX II  
apparaat

Activity logbook

Your ID | ...

Day | ...

Date | ...

Thank you for filling out the activity logbook according to the following form:  
(only working hours)

Code	Activity	Localization
1	Office work	Home (Office location (line code))
2	On-site work	Home (Office location (line code))
3	Lunch/Break	/
4	Commuting/Leisure activities	/
5	At home	/
6	Sleep time	/

Wake up time: ...

Bedtime: ...

Time	Code	Localization	Time	Code	Localization	Time	Code	Localization	Time	Code	Localization
6:00	...	...	12:00	...	...	18:00	...	...	2:00	...	...
6:15	...	...	12:15	...	...	18:15	...	...	2:15	...	...
6:30	...	...	12:30	...	...	18:30	...	...	2:30	...	...
6:45	...	...	12:45	...	...	18:45	...	...	2:45	...	...
7:00	...	...	13:00	...	...	19:00	...	...	3:00	...	...
7:15	...	...	13:15	...	...	19:15	...	...	3:15	...	...
7:30	...	...	13:30	...	...	19:30	...	...	3:30	...	...
7:45	...	...	13:45	...	...	19:45	...	...	3:45	...	...
8:00	...	...	4:00	...	...	20:00	...	...	4:00	...	...
8:15	...	...	4:15	...	...	20:15	...	...	4:15	...	...
8:30	...	...	4:30	...	...	20:30	...	...	4:30	...	...
8:45	...	...	4:45	...	...	20:45	...	...	4:45	...	...
9:00	...	...	5:00	...	...	21:00	...	...	5:00	...	...
9:15	...	...	5:15	...	...	21:15	...	...	5:15	...	...
9:30	...	...	5:30	...	...	21:30	...	...	5:30	...	...
9:45	...	...	5:45	...	...	21:45	...	...	5:45	...	...

Dagboek van activiteiten

# Detail van de gegevensverzameling

## Toestemming en gezondheidsgegevens

- Vragenlijsten
  - Rookgedrag
  - Alcoholgebruik
  - Recente ziekte
  - Röntgenfoto
  - ....

Titel onderzoek: Humane cytogenetische biomonitoringstudie bij Elia werknemers  
Opdrachtgever: Belgian BioElectroMagnetics Group, Elia System Operator  
Verantwoordelijke onderzoekers: Prof. Dr. L. Verschaeve, Dr. G. Vandewalle  
Contactpersoon Elia: Vincent Du Four

### VRAGENLIJST

Dit blad moet van het informatieformulier en de toestemmingsverklaring worden losgemaakt. Alleen het codenummer zal worden gebruikt als identificatie op de volgende pagina's.

Lees de volgende vragen zorgvuldig door en beantwoord ze zo volledig en nauwkeurig mogelijk. Indien nodig kan de achterkant van een pagina gebruikt worden om een antwoord te vervolledigen. Vermeld hierbij dan ook het nummer van de vraag. De antwoorden die u geeft, kunnen een directe invloed hebben op de interpretatie van onze resultaten. Bij twijfel kunt u dit vermelden op de vragenlijst en dan nemen we met u contact op. Bedankt voor uw interesse en deelname aan deze studie.

#### 1. Beroepsinformatie

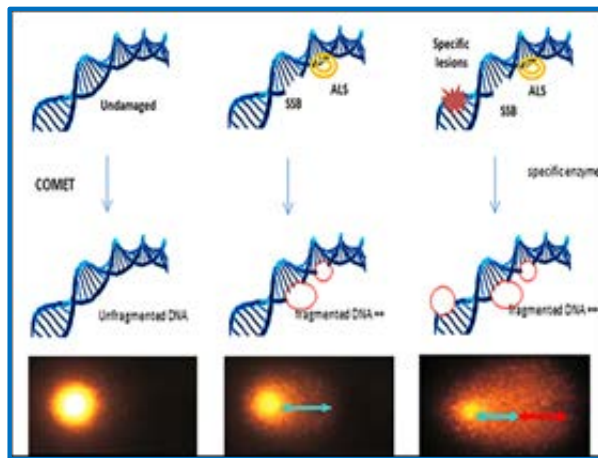
In dit deel van de vragenlijst wordt geïnformeerd naar de mate en de frequentie van beroepsmatige blootstelling aan 50HZ-elektromagnetische velden. Werknemers die niet werkzaam zijn in de nabijheid van 50-HZ velden beantwoorden alleen deel B.

**A. Werknemers werkzaam in de nabijheid van elektrische installaties.**

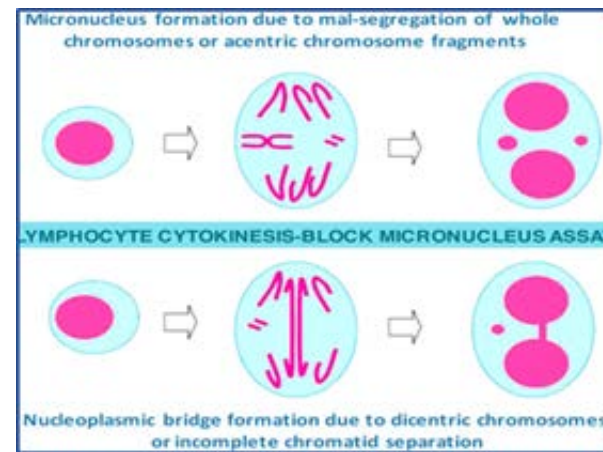
# Detail van de gegevensverzameling

## Data van Cytogenetische schade

- Bloedstalen werden verkregen door bloedafname
- Bloedstalen werden onmiddellijk gebruikt voor de Comet assay en micronucleus test



Meet het percentage beschadigd DNA in de komeetstaart (staartintensiteit)



registreer het aantal cellen met micronuclei per 2000 binucleaire cellen. (frequentie van MN)

# RESULTATEN

---

# Studie Populatie

---

- **126 ELIA werknemers** (67 kantoorwerknemers en 59 Techniekers) + **6 Sibelga werknemers** (3 kantoorwerknemers en 3 Techniekers) geïnteresseerd in deelname aan de studie
- Gebaseerd op de exclusie criteria waarover beslist werd voor de aanvang van de studie en na blootstellingsanalyses, **bevatte de resulterende dataset 67 werknemers** (30 Office staffs and 37 Technicians)

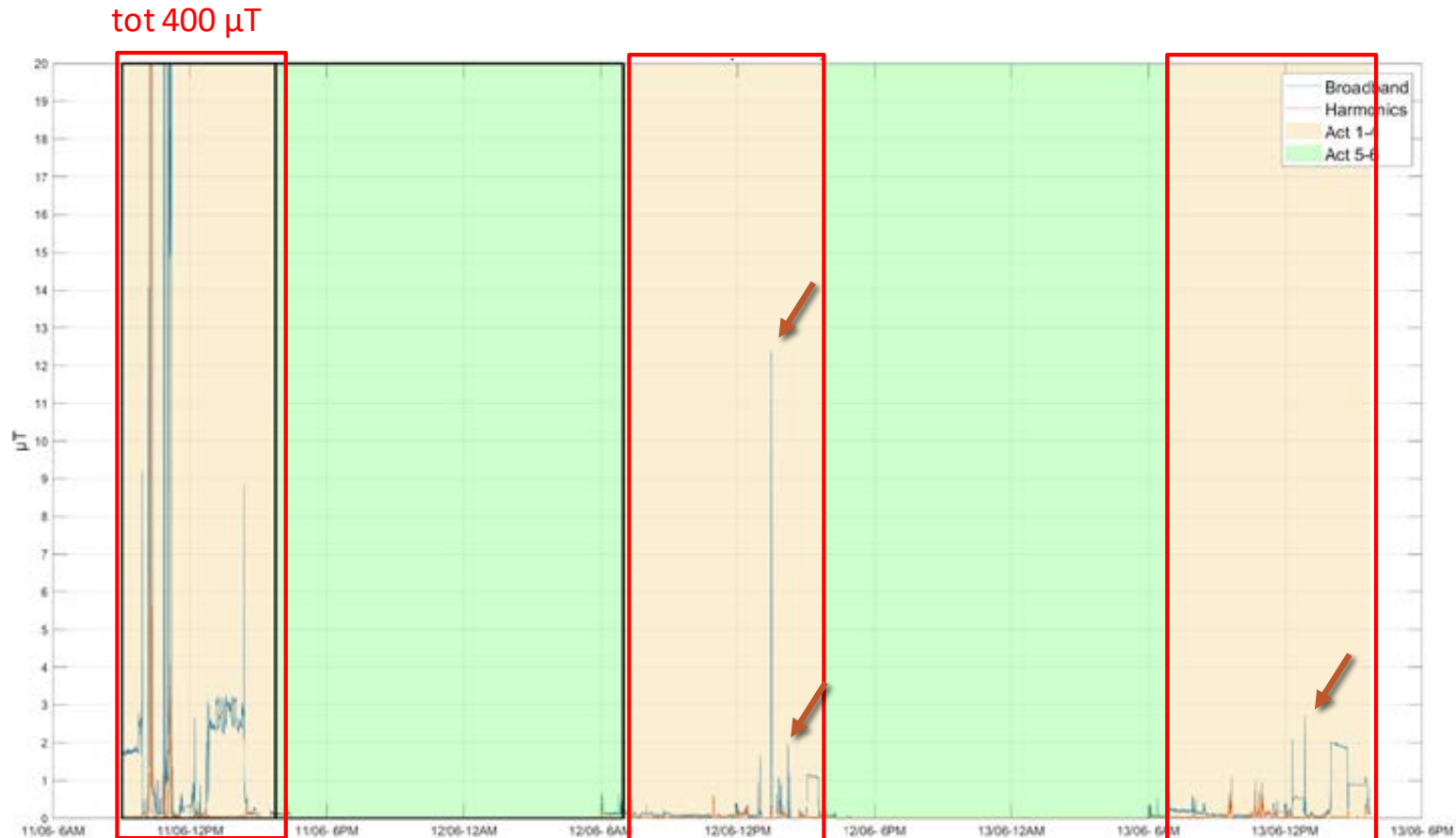
*Opmerking: Niet alle Sibelga stalen werden al onderzocht, dus analyses zijn alleen gebaseerd op data verkregen van ELIA werknemers*

# Kenmerken van de studie populatie

---

- De kantoorgroep bestaat uit **6 vrouwen** en 24 mannen
- Gemiddelde leeftijden zijn gelijkaardig tussen de kantoor groep (36.9) en de technieker groep (37.1)
- Het aantal X-ray onderzoeken over het verloop van de laatste 5 jaar zijn ook gelijkaardig tussen de kantoorgroep (1.3) en de technieker groep (1.2)
- In de technieker groep:
  - Aantal maanden dat ter plaatse wordt gewerkt (bv. dicht bij de hoogspanningslijn of transformator): 60 - 360 maanden
  - Percentages van de tijd dat ter plaatse wordt gewerkt: van 30 tot 100%

# Blootstellingskarakterisatie



Voorbeeld van een magnetisch veld blootstellingscurve van een techniker over een meetperiode van 3 dagen

# Blootstellingskarakterisatie



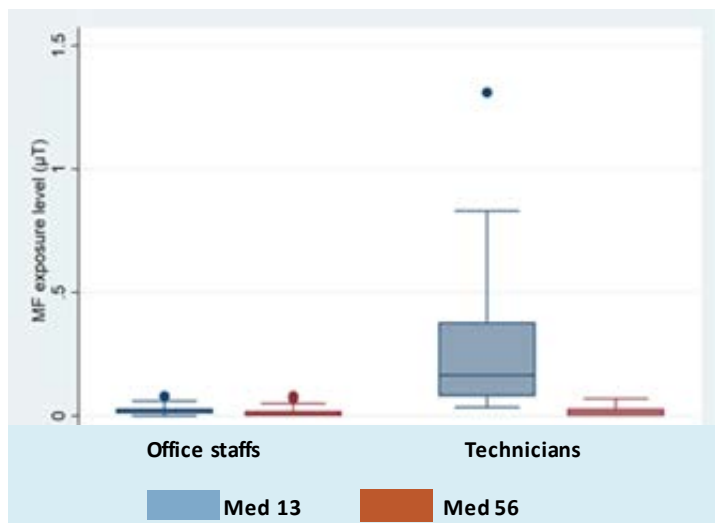
Voorbeeld van een blootstellingscurve van een 2e techniker

- Blootstelling aan het magnetische veld verschilt tussen werknemers
- Blootstelling aan het magnetische veld van dag tot dag
- blootstelling aan het magnetisch veld bereikt een piekhoogte, maar slechts voor een korte tijd.



# Blootstellingniveaus aan magnetische velden in de bestudeerde populatie

Samenvattingsstatistiek: Mediaan van occupationele blootstelling aan het magnetisch veld (Med13)



Verdeling van occupationele en residentiële blootstellingsniveaus in kantoor (n=30) en Technieker groepen (n=37) gebruikmakend van Med13 en Med 56

Tabel: samenvatting van occupationele blootstellingsniveaus (µT) in de Kantoor en technieker groepen.

Werkgroep	n	Mean	Median	Min	Max
Kantoorwerknemer	30	0.02	0.02	0.00	0.08
Technieker	37	0.27	0.17	0.04	1.31

Blootstellingsniveaus in beide groepen zijn laag!

# Strategieën voor data analyse

- Vergelijk groepen met het verschillende blootstellingsniveaus aan magnetische velden.

- Hoe definiëren we de groepen?

- Gebaseerd op jobtitel?

- Gebaseerd op blootstellingsdata?

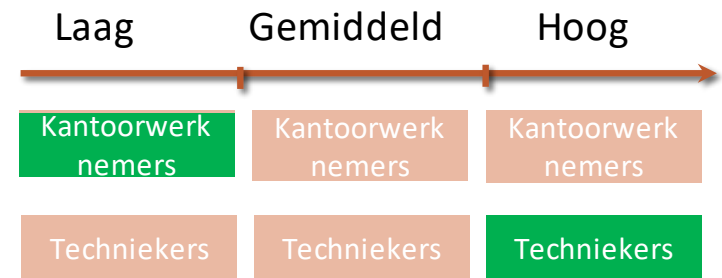
⇒ **Gebaseerd op beide parameters**

⇒ **Verdelen van de studiepopulatie in drie verschillende groepen gebaseerd op blootstellingsniveaus (Laag, gemiddeld, hoog)**

- Gebaseerd op vut-offs (0.1 en 1  $\mu$ T);
- percentiel (p50, p75);
- *Clustering*.

⇒ **Verdeling van jobtitels in elke groep**

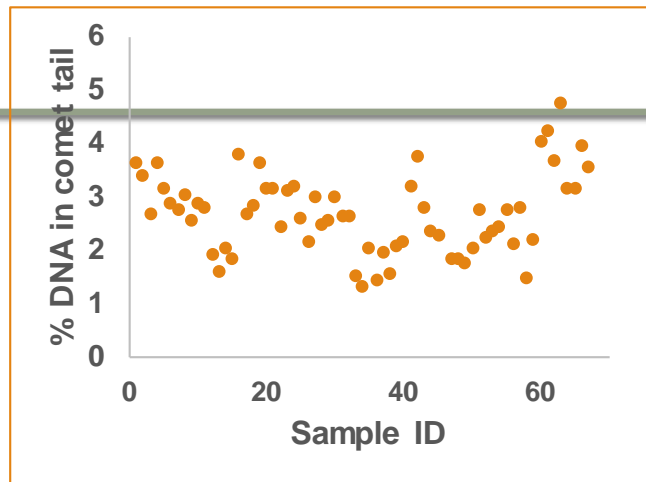
⇒ **Kies alleen kantoorwerknemers bij de laag blootgestelde groepen en techniekers in de hoogst blootgestelde groepen voor analyse**



# Verdeling van resultaten van cytogenetische tests van werknemers

## Comet assay

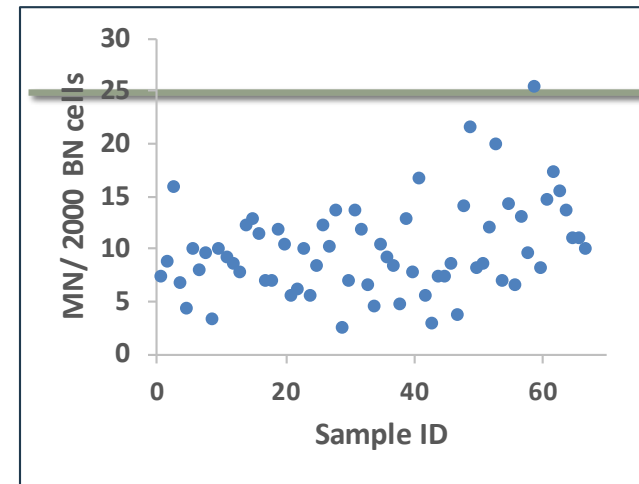
Gemiddelde hoeveelheid DNA schade in de algemene bevolking



Figuur 1: Percentage van beschadigd DNA geobserveerd in stalen van 67 werknemers

## Micronucleus test

Gemiddelde frequentie van MN in de algemene bevolking



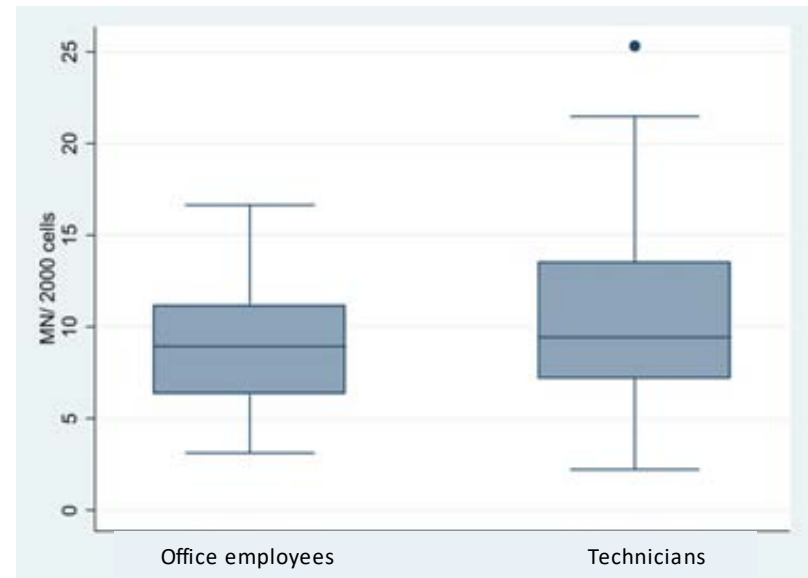
Figuur 2: Frequenties van micronuclei geobserveerd in stalen van 67 werknemers

→ Cytogenetische resultaten zijn allemaal in het normale bereik

# Vergelijking resultaten van cytogenetische testen in verschillende jobtitelgroepen - Een eerste hypothese



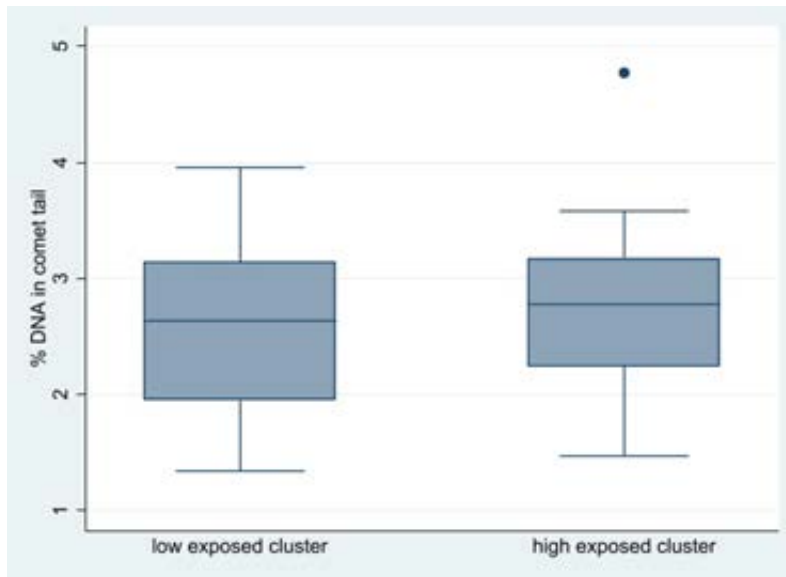
Vergelijking van de resultaten van  
Comet assays  
Wilcoxon Rank Sum tests ( $p = 0.6582$ )



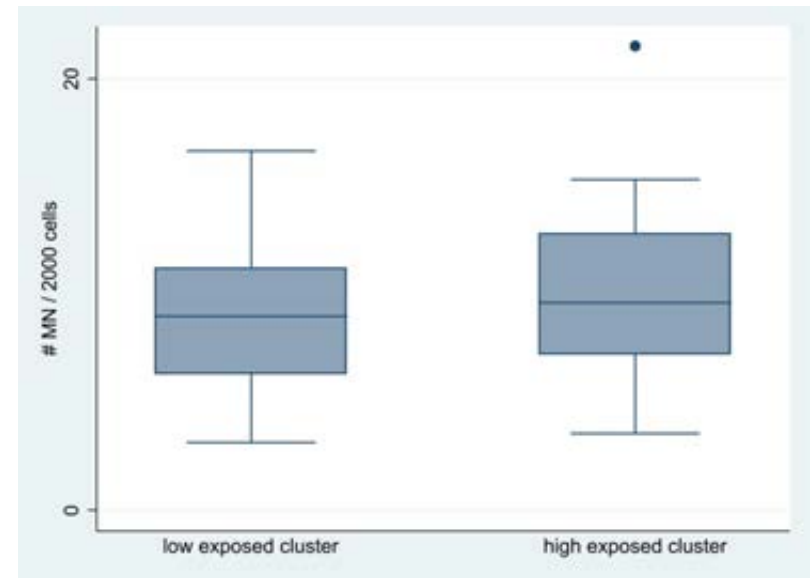
Vergelijking van de resultaten van de  
Micronucleus test  
Wilcoxon Rank Sum tests ( $p = 0.2384$ )

**=> Geen significant verschil werd geobserveerd tussen jobtitelgroepen**

# Vergelijking resultaten van cytogenetische testen in de lage en hoge blootstellingsclusters



Vergelijking van de resultaten van  
Comet assays  
Wilcoxon Rank Sum tests ( $p = 0.9283$ )

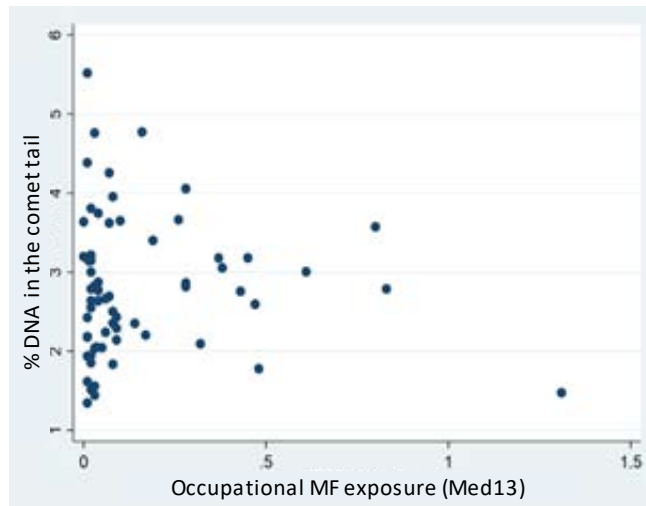


Vergelijking van de resultaten van de  
Micronucleus test  
Wilcoxon Rank Sum tests ( $p = 0.5455$ )

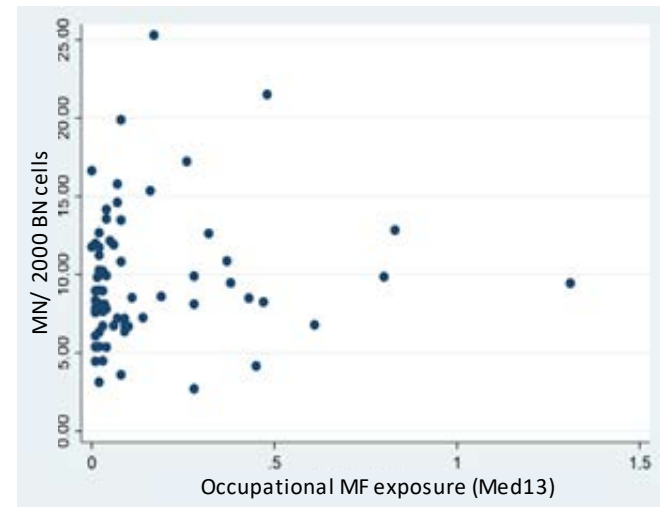
→ **Geen significant verschil tussen lage en hoge blootstellingscluster**

# Correlatie tussen blootstelling en cytogenetische testresultaten (Hele populatie)

Correlaties die de hele populatie in rekening neemt  
(67 werknemers)



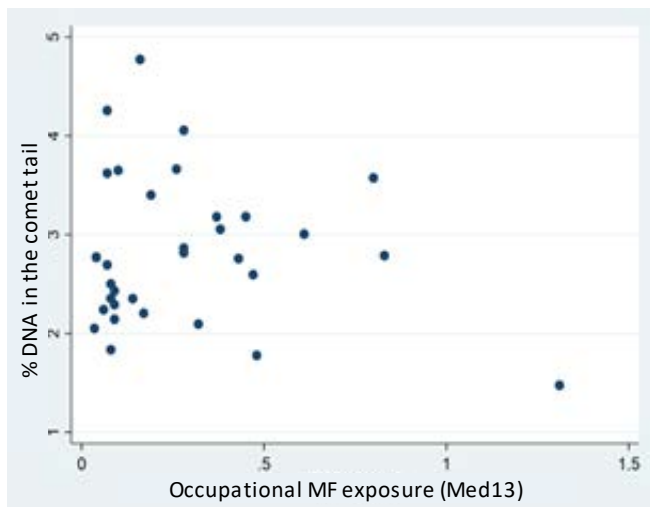
Comet assay resultaten in functie van blootstellingsniveaus van het magnetisch veld



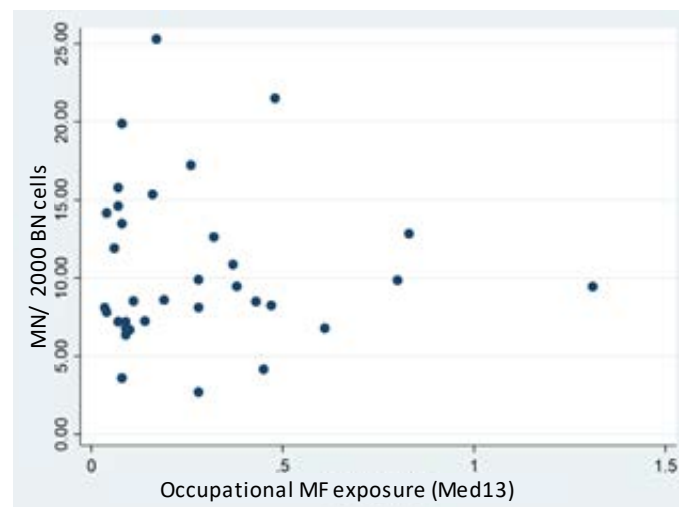
Micronucleus test resultaten in functie van blootstellingsniveaus van het magnetisch veld.

# Correlatie tussen blootstelling en cytogenetische test resultaten (Enkel de techniekeer groep)

Correlaties met alleen techniekeers  
(37 werknemers)



Comet assay resultaten in functie van het blootstellingsniveau aan het magnetische veld



Micronucleus test resultaten in functie van het blootstellingsniveau van het magnetische veld

# Verkennde analyse: Multivariate analyse

---

- Multivariate analyse kan verschillende mogelijke verklarende variabelen in de analyse combineren → Helpt te onderzoeken in hoeverre deze variabelen samenhangen met de testuitslag.
- In aanmerking genomen verklarende variabelen:
  - Leeftijd (Adjustment)
  - Aantal maanden ervaring in de job (Adjustment)
  - Geslacht (Adjustment)
  - Aantal X-Ray onderzoeken (Adjustment)
  - Rook gedrag (Adjustment)
  - Verfijnde clusters (groepen gedefinieerd door zowel clusteranalyse als functietitel) waaronder kantoorpersoneel in de laag blootgestelde groep en technici in de hoog blootgestelde groep.



# Verkennde Analyse: Multivariate analyse

---

- **Multivariate analyse voor Comet assay resultaten**
  - Leeftijd en rookgedrag hebben een significant verband met het resultaat van de comet assay.
  - Job titels en clusters (blootstellingsniveau) tonen geen significant verband
  
- **Multivariate analyse voor Micronucleus test resultaten**
  - Geslacht en leeftijd hebben een significant verband met de testresultaten
  - Jobtitels tonen een borderline significant verband met de testresultaten (p-waarde aan 0.056)
  - Geen significant verband tussen clusters (blootstelingsniveaus) en MN test resultaten werden gevonden.

# Conclusie

---

- **Er werd geen verband vastgesteld tussen beroepsmatige blootstelling aan magnetische velden en cytogenetische schade**
- Het niveau van beroepsmatige blootstelling aan magnetische velden in onze bestudeerde populatie was lager dan elders gemeld (10-20 maal)  
*Mediaan TWA13 bij het kantoorpersoneel en de technici zijn 0,02 en 0.17  $\mu T$*   
*Gemiddelde TWA13 in het kantoorpersoneel en de technici zijn 0.02 en 0.27  $\mu T$*
- In verkennende multivariate analyses: **leeftijd, geslacht en rookgedrag in plaats van blootstelling aan het magneetveld** kunnen van invloed zijn op de uitkomst van cytogenetische tests



# Onderzoek naar meervoudige blootstelling aan milieustressoren : Elektromagnetische velden-50Hz, lucht, lawaai en hormoonontregelende chemische stoffen [ExpoHealth-1]

---

SALMON AGATHE, LEDENT MARYSE, ENNAMSA ZINEB, BRUNIN FANNY, DE CLERCQ EVA, BOULAND CATHERINE



NL



FR

[www.bbemg.be](http://www.bbemg.be)

# Belangrijkste doelstellingen

---

1. Beoordelen van de gezondheidsperceptie/gevolgen van ELF-EMF bij de bevolking
  - Casestudie Brussel
  - Via de individuele perceptie van ELF-EMF-blootstelling (zichtbare en niet-zichtbare apparatuur)
  - Via de melding van niet-specifieke symptomen in verband met (1) blootstelling, (2) kennis van blootstelling en (3) moderne gezondheidszorgen
2. Karakterisering van de blootstelling aan meervoudige verontreinigende stoffen: ELF-EMF, lawaai, PM en hormoonverstorende chemische stoffen
3. Analyse en vergelijking van de blootstelling in woningen in het betrokken gebied tussen straten met en zonder directe bronnen van verontreiniging (bijv.: huizen dichtbij of ver van elektrische apparatuur, huizen in straten met veel of weinig verkeer, ...)
4. De bijdrage van cumulatieve blootstelling aan gezondheid en NSS evalueren

# 50Hz MF blootstelling : Doelstelling

---

1. Bijdrage van waargenomen versus gemeten blootstellingen tot het rapporteren van specifieke symptomen (NSS) en elektrohypersensitiviteit (EHS)
2. Effect van de zichtbaarheid van elektrische apparatuur (leidingen, ondergrondse kabels, transformatoren, enz.) die bijdraagt tot soortgelijke milieublootstellingen op de melding van NSS en EHS
3. Bijdrage van milieublootstelling van ondergrondse netwerken aan blootstelling van woningen, per statistische sector (haalbaarheidsstudie)

# Stappen van de studie



# Implicaties voor deelnemers

- 24-uren metingen :
  - ELF-EMV
  - Lawaai
  - Stofdeeltjes
- Omgevingsdagboek (24u)
- vragenlijst
- kraantjeswater voor EDC's tests





# Voorlopige resultaten

## Studiegebied



*Som van de lading (MW) in elke statistische sector (data voorzien door Elia)*

## Metingen in de straten



ELF-EMF  
( $\mu\text{T}$ ) :

- 0 - 0,1
- 0,1 - 0,4
- 0,4 - 1,55

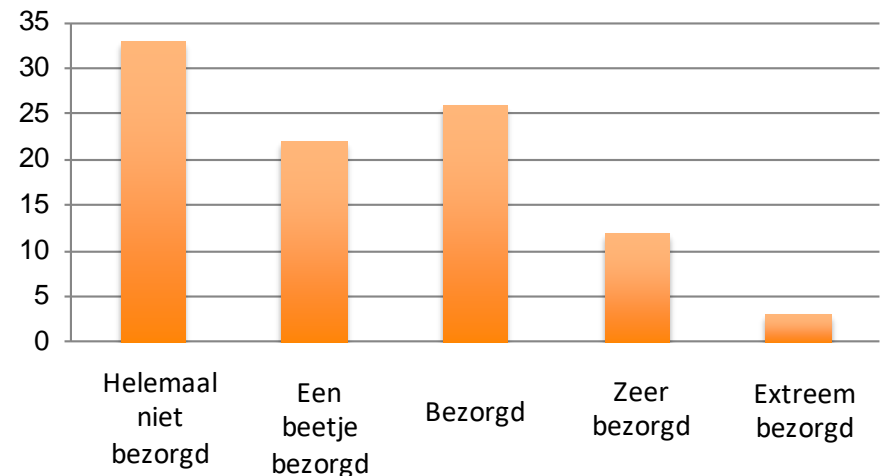
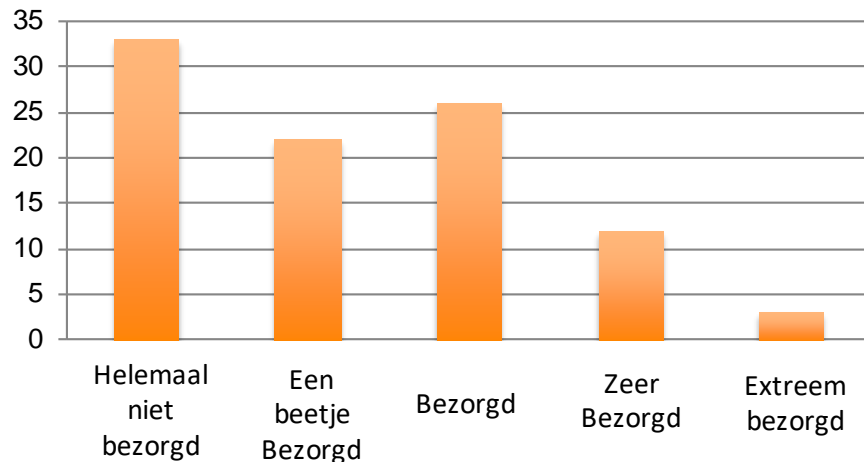


# Voorlopige resultaten: Perceptie van deelnemers op hun ELF-EMV blootstelling

Beoordeel hoe bezorgd u bent over de invloed van de volgende factoren op de gezondheid:

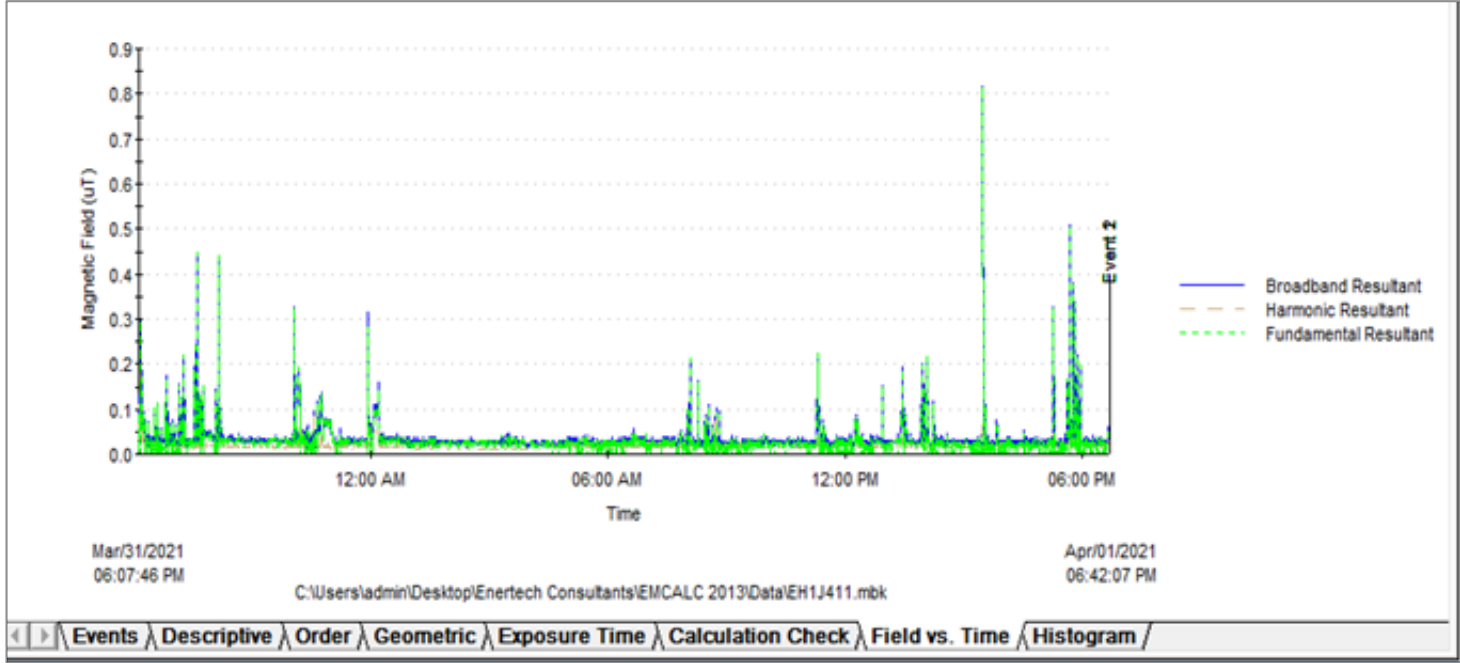
Hoogspanningslijnen

Elektromagnetische velden  
gegenereerd door elektrische  
toestellen



# Verzamelde omgevingsdata: Voorbeeld van een deelnemer

Elektromagnetische velden -50Hz- ( $\mu\text{T}$ )



# Verzamelde omgevingsdata: Voorbeeld van een deelnemer

stofdeeltjes (PM 2,5 in  $\mu\text{m}/\text{m}^3$ )



Lawaai (dB)



# Dagboek: Voorbeeld van een deelnemer

Type of environment	Time spent in each environment (min)	Brd mean ( $\mu\text{T}$ )	Hrm mean ( $\mu\text{T}$ )
1a Kitchen	165	0.04	0.015
1b Living room	1095	0.029	0.013
1d Bathroom	45	0.044	0.014
1h Basement	15	0.035	0.015
1l Library	45	0.032	0.013

**Doel**  Associeer de gemiddelde blootstelling per omgevingstype

Voor elk type blootstelling (Lucht, lawaai, magnetische velden)



# Blootstelling aan magnetische velden en kinderleukemie: een systematische review en meta-analyse van case-control en cohortstudies

AFDELING VOLKSGEZONDHEID EN EPIDEMIOLOGIE

Dr. Christian Brabant  
Prof. Olivier Bruyère  
Dr. Charlotte Beaudart  
Dr. Anton Geerinck  
Prof. Christophe Geuzaine  
Prof. Ezio Tirelli



NL

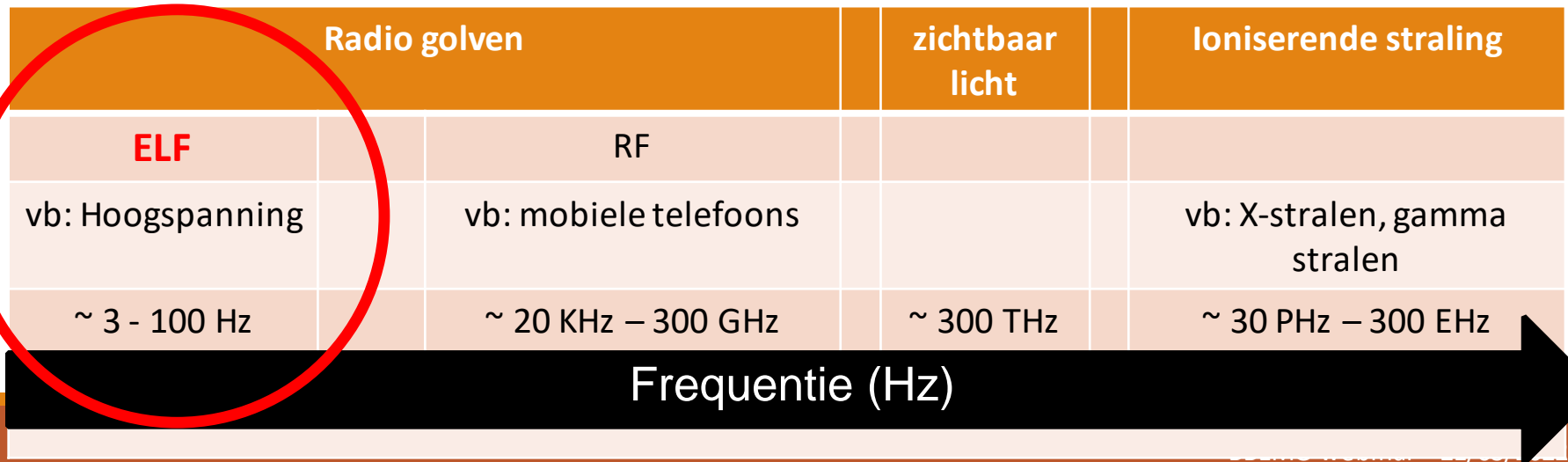


FR

[www.bbemg.be](http://www.bbemg.be)

- In 1979 hebben Wertheimer en Leeper een verband gevonden tussen wonen in de buurt van hoogspanningsleidingen en het optreden van leukemie bij kinderen (American Journal of Epidemiology, 109, 273-84).
- Zij suggereerden dat extreem laagfrequente (ELF) magnetische velden van de hoogspanningsleidingen hiervoor verantwoordelijk waren.

## Elektromagnetisch spectrum





• **Extreem lage frequentie magnetische velden (ELF)** zijn lager dan 100 Hz en kunnen opgewekt worden door elektriciteitslijnen

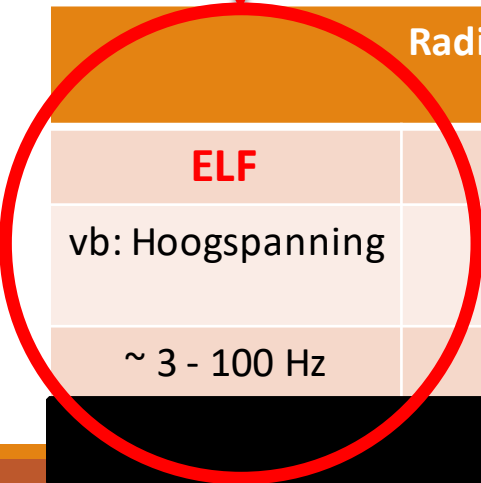
- Vanaf 1979 hebben vele studies de relatie onderzocht naar het verband tussen deze magnetische velden en leukemie bij kinderen
- Er zijn echter veel tegenstrijdige resultaten
- Daarom hebben wij een meta-analyse uitgevoerd



### Elektromagnetisch spectrum

Radio golven		Zichtbaar licht	Ioniserende straling
<b>ELF</b>	RF		
vb: Hoogspanning	vb: mobiele telefoons		vb: X-stralen, gamma stralen
~ 3 - 100 Hz	~ 20 KHz – 300 GHz	~ 300 THz	~ 30 PHz – 300 EHz

Frequentie (Hz)



## Meta-analyse = statistische analyse die de resultaten van verschillende studies combineert

---

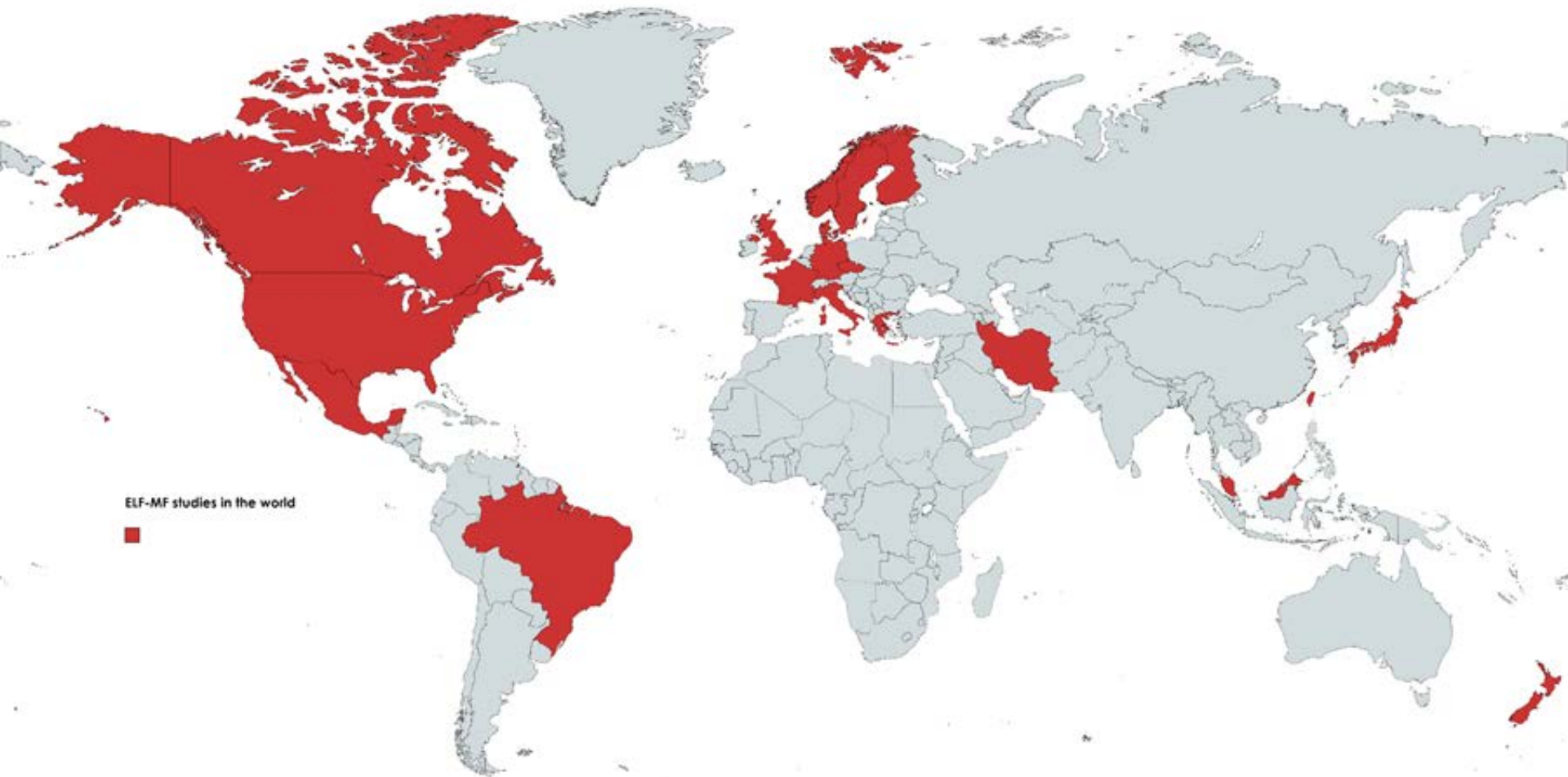
- Doel van de meta-analyse = synthetiseer alle studies die een relatie tussen extreem lage frequentie magnetische velden en kinderleukemie onderzochten.
- Onze meta-analyse is beperkt tot magnetische velden lager dan 100 Hz: 50 Hz in Europa, 60 Hz in Noord-Amerika
- Alle studies in het 50-60 Hz bereik zijn inbegrepen in onze systematische review
- 29 artikels zijn inbegrepen in de meta-analyse



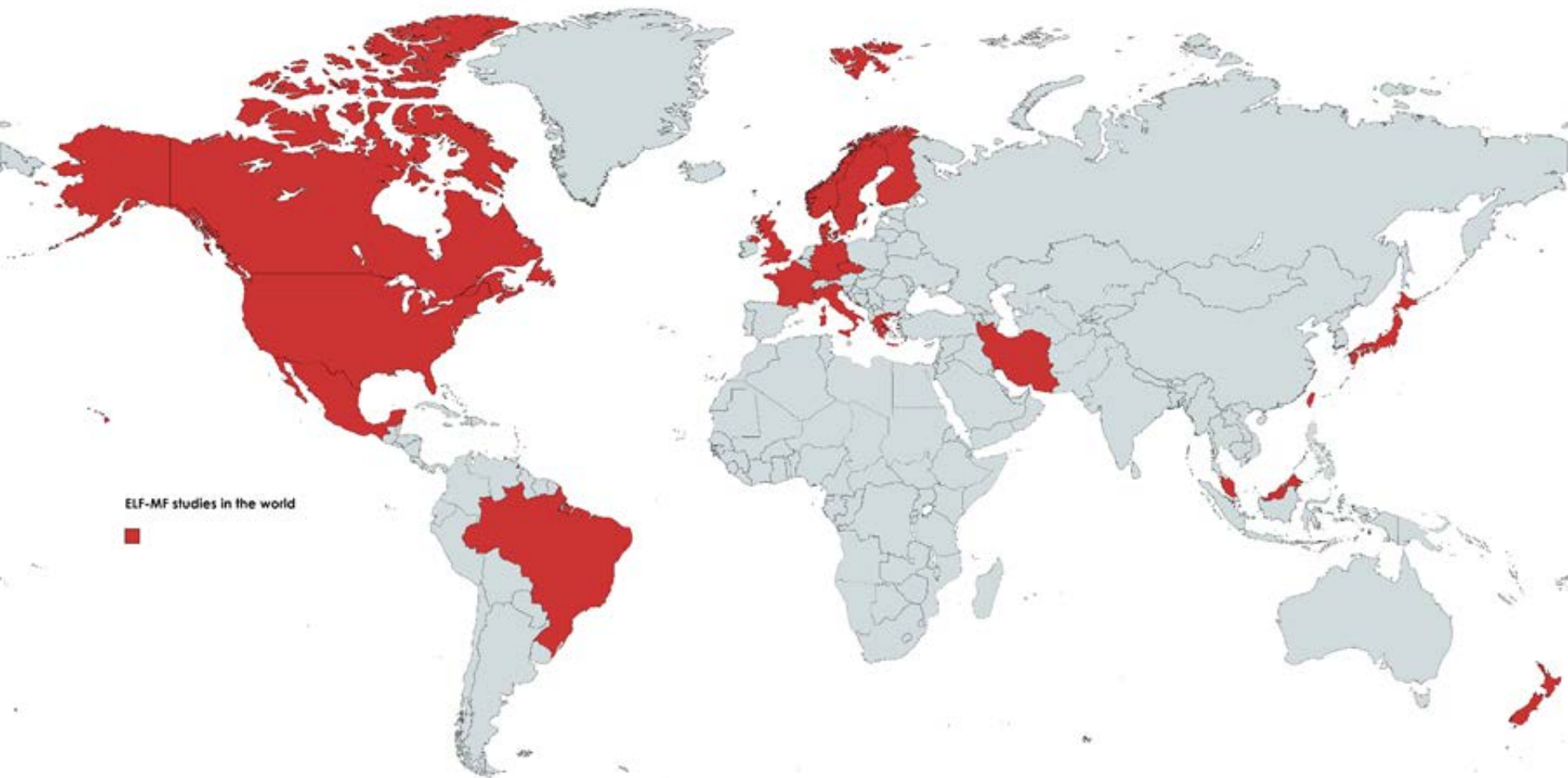
# Onze meta-analyse omvat alle studies die tussen 1979 en 2020 zijn gepubliceerd en omvat de baanbrekende studie van Wertheimer en Leeper

Wertheimer and Leeper (1979)	American Journal of Epidemiology 109, 273-84.
Savitz et al. (1988)	American Journal of Epidemiology, 128, 21-38.
Savitz et al. (1990)	American Journal of Epidemiology, 131, 763-73.
London et al. (1991)	American Journal of Epidemiology, 134, 923-37.
Feychting and Ahlbom (1993)	American Journal of Epidemiology, 138, 467-81.
Linet et al. (1997)	New England Journal of Medicine, 337, 1-7.
Hatch et al. (1998)	Epidemiology, 9, 234-45.
Dockerty et al. (1998)	Cancer Causes & Control, 9, 299-309.
Dockerty et al. (1999)	Lancet, 354, 1967-8.
McBride et al. (1999)	American Journal of Epidemiology, 149, 831-42.
Green et al. (1999)	Cancer Causes & Control, 10, 233-43.
UK Childhood Cancer Study Investigators (1999)	Lancet, 354, 1925-31.
Schüz et al (2001)	International Journal of Cancer, 91, 728-35.
Kabuto et al. (2006)	International Journal of Cancer, 119, 643-50.
Mejia-Arangure et al. (2007)	Epidemiology, 18, 158-61.
Malaqoli et al. (2010)	Environmental Health: A Global Access Science Source, 9, 16.
Wunsch-Filho et al. (2011)	Cancer Epidemiology, 35, 534-9.
Does et al. (2011)	Radiation Research, 175, 390-6.
Jirik et al. (2012)	Biomedical & Environmental Sciences, 25, 597-601.
Abdul Rahman et al. (2008)	Asian Pacific Journal of Cancer Prevention: Apjcp, 9, 649-52.
Sermage-Faure et al. (2013)	British Journal of Cancer, 108, 1899-906.
Salvan et al. (2015)	International Journal of Environmental Research & Public Health, 12, 2184-204.
Pedersen et al. (2014)	Cancer Causes & Control, 25, 171-7.
Pedersen et al. (2015)	British Journal of Cancer, 113, 1370-4.
Bunch et al. (2014)	British Journal of Cancer, 110, 1402-8.
Bunch et al. (2015)	Journal of Radiological Protection, 35, 695-705.
Crespi et al (2016)	British Journal of Cancer, 115, 122-8.
Kheifets et al (2017)	Cancer Causes & Control, 28, 1117-1123.
Nunez-Enriquez et al (2020)	Bioelectromagnetics, 41, 581-597.

Deze figuur toont in het rood de landen waar magnetische velden en kinderleukemie zijn bestudeerd

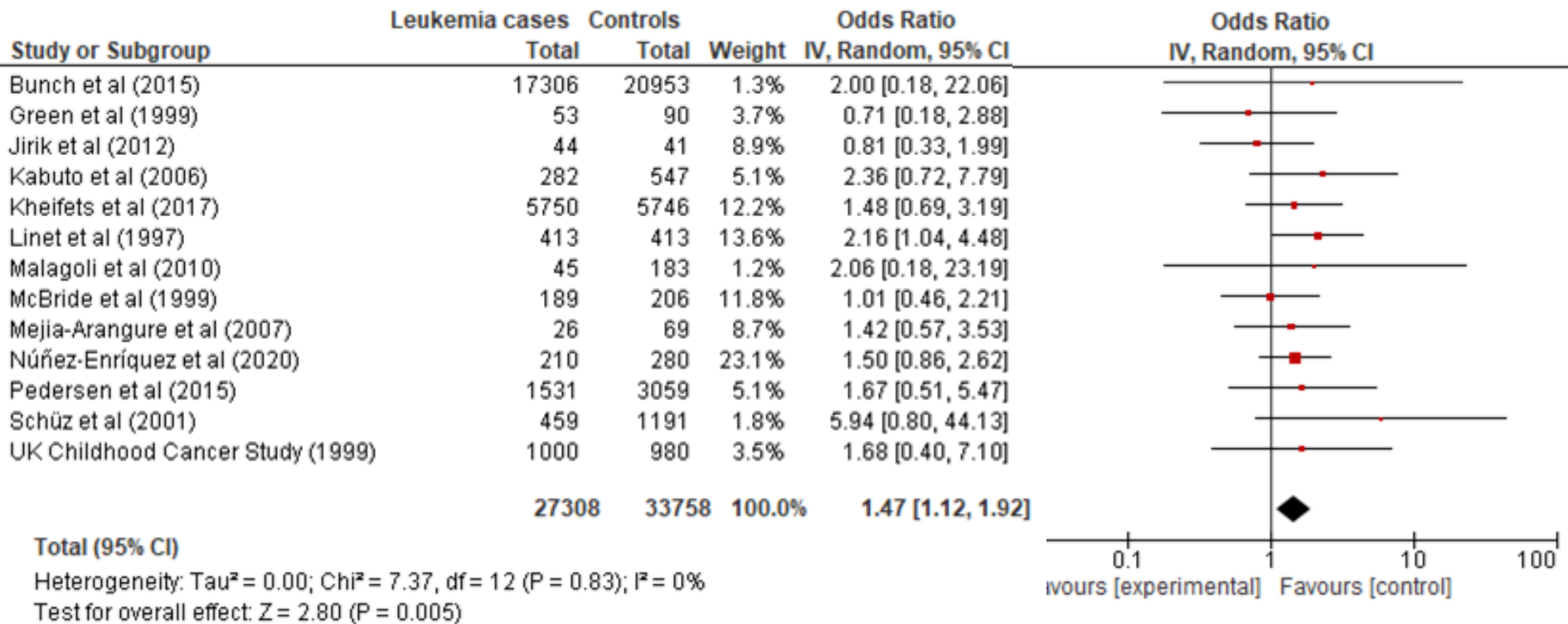


Magnetische velden en leukemie bij kinderen zijn vooral bestudeerd in Europa (VK, Duitsland, Italië) en in Amerika (VS), maar ook in Azië (Japan) en in Nieuw-Zeeland



# Meta-analyses gebaseerd op magnetische fluxdichtheden

Blootstelling aan magnetische velden van meer dan 0,4  $\mu\text{T}$  wordt in verband gebracht met een verhoogd risico op leukemie bij kinderen



**OR = 1.47 [1.12, 1.92]; P = 0.005; 13 studies**

## Magneetveldcategorieën lager dan 0,4 $\mu\text{T}$ werden niet in verband gebracht met leukemie bij kinderen

Magnetische veld categorie	Aantal studies	OR (95% CI)	Algemeen effect
0.1 – 0.2 $\mu\text{T}$	14	1.05 [0.88, 1.24]	P = 0.61
0.2 – 0.3 $\mu\text{T}$	6	0.93 [0.69, 1.24]	P = 0.62
0.3 – 0.4 $\mu\text{T}$	4	1.10 [0.72, 1.66]	P = 0.67

⇒ Onze meta-analyses suggereren dat magnetische velden van minder dan 0,4  $\mu\text{T}$  het risico op leukemie bij kinderen niet verhogen

# Conclusies

---

- Onze meta-analyses wijzen uit dat enkel magnetische velden hoger dan  $0,4 \mu\text{T}$  het risico op leukemie bij kinderen kunnen verhogen (OR = 1,47; 95% CI 1,12 - 1,92)
- Magnetische velden hoger dan  $0,4 \mu\text{T}$  worden meestal aangetroffen binnen 50 m van elektriciteitsleidingen en in zeldzame gevallen binnen 200 m van elektriciteitsleidingen



# Conclusies

- In 2002 heeft het Internationaal Instituut voor Kankeronderzoek magnetische velden in woningen ingedeeld als mogelijk kankerverwekkend voor de mens (groep 2B) (IARC, 2002)
- Onze resultaten ondersteunen het carcinogeen potentieel van residentiële magnetische velden **hoger** dan  $0,4 \mu\text{T}$
- Onze resultaten zijn in overeenstemming met de Belgische Hoge Gezondheidsraad die aanbeveelt om de blootstelling aan magnetische velden in woningen te beperken tot  $0,4 \mu\text{T}$  (Hoge gezondheidsraad, mei 2020)



# Toepassing van het voorzorgsprincipe in het domein van Elektromagnetische Velden

---

UNIVERSITEIT GENT

DR. ELS DE WAEGENEER, PROF. DR. LUTGART BRAECKMAN



NL



FR

[www.bbemg.be](http://www.bbemg.be)



# Overzicht

---

1. Omgaan met wetenschappelijke onzekerheid en risico
2. Is het voorzorgsprincipe hiervoor geschikt?
3. Toepassing van het voorzorgsprincipe binnen het domein van ELF-EMV: voordelen, tekortkomingen en bezorgdheden
4. Besluit

# 1. Omgaan met wetenschappelijke onzekerheid en risico

---

- **Wetenschappelijke onzekerheid:** onvermijdelijk en inherent “part of the game”

Epistemologische onzekerheid: hypotheses kunnen bevestigd worden als “waarschijnlijk waar”, gezien de bestaande evidentie, maar nooit als “waar met absolute zekerheid”

- **Strategieën voor het omgaan met risico:** geen maatregelen / vermijding / minimalisering / verzachting / verschillende combinaties van deze strategieën

# 1. Omgaan met wetenschappelijke onzekerheid en risico

---

- **Zaken die we willen vermijden bij het toestaan** van een nieuwe technologie/agens/activiteit:
  - schade berokkenen aan de gezondheid / de maatschappij / het milieu
  - zowel hier en nu, als wereldwijd en in toekomstige generaties
  - “too little too late”: asbest, PCBs, .
- **Zaken die we willen vermijden bij het begrenzen** van een nieuwe technologie/agens/activiteit:
  - tegenhouden van maatschappelijke en economische voordelen en kansen
  - tegenhouden van wetenschappelijke vooruitgang

## 2. Het voorzorgsprincipe

---

### 2.1 Definitie

- het idee van “voorkomen is beter dan genezen”
- ontwikkeld als een alternatief voor het omgaan met risico aan de hand van evidence-based benaderingen, zoals risk assessment
- veel verschillende interpretaties van het principe (van zwak tot zeer streng)
- centraal uitgangspunt: we moeten actie ondernemen om om te gaan met mogelijke schade, ook als de wetenschappelijke evidentie over die schade ontbreekt of onvolledig is (Resnik, 2021)

## 2. Het voorzorgsprincipe

---

### 2.2. Belangrijkste elementen

- **proactief**: de bereidheid om actie te ondernemen voor er bewijs is van schadelijkheid, in plaats van een reactieve strategie te hanteren (WHO, 2004)
- **proportionaliteit**: voorzorgsmaatregelen moeten proportioneel zijn in het evenwicht tussen mogelijke risico's en voordelen (European Commission, 2000)
- **verschuiving van de bewijslast**: naar de voorstanders van de mogelijks schadelijke activiteit (European Commission, 2000 & 2017)
- onderzoek naar een brede reeks van **alternatieven** voor de mogelijks schadelijke activiteit
- Toename van **publieke participatie** in de besluitvorming

# 2. Het voorzorgsprincipe

---

## 2.3 Toepassing

- In het geval van “wetenschappelijke onzekerheid”
- Voornamelijk gebruikt in Europa
- bv. Extreme Low Frequency Elektromagnetische Velden (ELF-EMV):  
bijkomende veiligheidsfactoren die worden toegepast op de richtlijnen van ICNIRP

# 3. Toepassing op ELF-EMV

---

## Voordelen

- Het voorzorgsprincipe kijkt naar verder dan enkel de wetenschappelijke evidentie
- In rekening brengen en betrekken van meer stakeholders
- Promotie van een multidisciplinaire benadering
- > BBEMG: multidisciplinair team – cytogenetische monitoring, meta-analysis, epidemiologie, EHS, ..

# 3. Toepassing op ELF-EMV

---

## Tekortkomingen en kritiek (1)

- De praktische toepassing is vaag. bv. proportionaliteit: risico's en voordelen worden niet gekwantificeerd
- Er is de kritiek dat het principe wetenschappelijke, technologische en economische vooruitgang in de weg staat: in veel gevallen wordt het principe ingeroepen om verandering tegen te houden (Conko, 2003)



# 3. Toepassing op ELF-EMV

---

## Tekortkomingen en kritiek (2)

- Het principe kan gebruikt worden als een excuus om vrije handel tussen landen/continenten tegen te houden: een vorm van verscholen protectionisme
- De kost van vals positieven (Type I fouten)
- Het principe kan angst voeden: “geen rook zonder vuur”

# 3. Toepassing op ELF-EMV

---

## Bezorgdheden (1)

? Kan **ELF-EMF** nog steeds beschouwd worden als een nieuwe technologie: wanneer is er voldoende evidentie om de transitie te maken van “omgaan met risico bij onzekerheid” naar “omgaan met gekende risico’s”

? Wanneer/hoe wordt het principe bijgestuurd in het geval van nieuwe evidentie: gebrek aan duidelijke criteria/richtlijnen/procedures voor het herzien van voorzorgsmaatregelen

# 3. Toepassing op ELF-EMV

---

## Bezorgdheden (2)

? Invloed op de verdeling van financiële middelen voor de verschillende types van wetenschappelijk onderzoek bij het toepassen van het principe: wanneer stopt de focus op bepaalde hoeveelheden onzekerheid/risico op?

e.g. andere mogelijke risico's van ELF-EMF op de gezondheid dan kinderleukemie worden nog steeds onderzocht tegen een hoge financiële kost

# 3. Toepassing op ELF-EMV

---

## Bezorgdheden (3)

- ? PP als democratisch proces
- wat met de invloed van lobbygroepen, de industrie,...
- publieke participatie: invloed van ideologische groepen, fake news,..
- publieke participatie: nood aan wetenschappelijke geletterdheid? in welke mate?
- inequity: de meest getroffen groepen worden vaak minder vertegenwoordigd/ betrokken bij het besluitvormingsproces

# 3. Toepassing op ELF-EMV

---

## Bezorgdheden (4)

? Hoe omgaan met meningsverschillen tussen experts bij het definiëren van onzekerheid en het verstrekken van evidentie

- Jordan & O’Riordan (2004): *“Even if scientific advice is supported by a minority fraction of the scientific community, due account should be taken of their views, provided the credibility and reputation of this fraction are recognized”*
- dit speelt in het geval van ELF-EMV: er is een debat gaande tussen de wetenschappers
- BBEMG bijdrage: Expo-Health Project over EHS

## 3. Toepassing op ELF-EMV

---

### Bezorgdheden (5)

- Maar: hoe gaan we om met wetenschappers die geld slaan uit hun “minority opinion”?

Zijn zij geloofwaardig en moeten hun standpunten in rekening gebracht worden om voorzorgsmaatregelen te treffen?

bv. aanbieden van (zeer dure) therapie voor EHS gebaseerd op hun eigen onderzoek naar ELF-EMV

## 4. Besluit

---

- Het voorzorgsprincipe heeft zeker een waarde voor de besluitvorming bij de introductie van een nieuwe technologie, maar dit mag niet gelijk staan aan het vermijden of bevrozen van vooruitgang en verandering
- De mate van “afdoende bewijs” moet gespecificeerd worden per toepassing
- **bv. ELF-EMV: wanneer beschouwen we de effecten/risico's als gevestigd?**

## 4. Besluit

---

- Risicomanagement moet beschouwd worden als een dynamisch proces, dat herevaluatie en verschillende toepassing van het voorzorgsprincipe toelaat in verschillende fasen en verschillende contexten
- De legitimering en het voordeel van publieke participatie kan enkel gegarandeerd worden wanneer genoeg aandacht besteed wordt aan de wetenschappelijke geletterdheid van het grote publiek

bv. kennis van de grenzen van wetenschap, omgaan met informatiebronnen, de betekenis van statistische uitspraken, ...

ELF- EMV: het is een verantwoordelijkheid van zowel de wetenschap als de overheid om dit proces te sturen via onderwijs en maatschappelijke outreach

BBEMG: website om het publiek te informeren



# 5. Contact

---

dr. Els De Waegeneer

Vakgroep Volksgezondheid en Eerstelijnszorg

Universiteit Gent

[Els.dewaegeneer@ugent.be](mailto:Els.dewaegeneer@ugent.be)

# Met dank aan

---



De deelnemers aan  
de ExpoHealth study

De deelnemers aan de  
biomonitoring study