

Contactstromen en kwantificatie van de onzekerheden in elektromagnetische modellen

C. Geuzaine, V. Beauvois, P. Dular, R. Sabariego
(unité ACE)

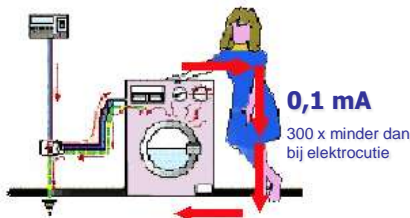
Jean-Louis Lilien, P.-P. Barbier
(unité TDEE)

Université de Liège

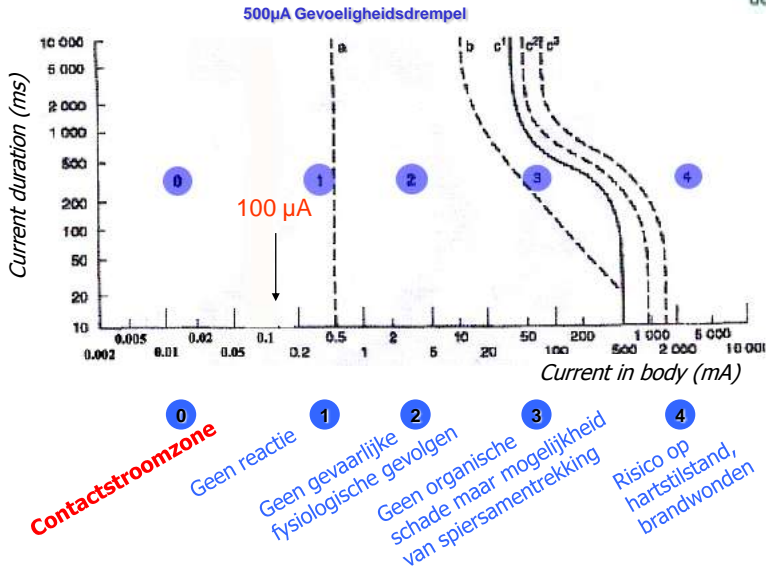
Contactstroom

→ Kan voorkomen als een persoon 2 geleidende oppervlakken aanraakt

→ **Geen** elektrocutie



→ **Normale** werking: enkele μA

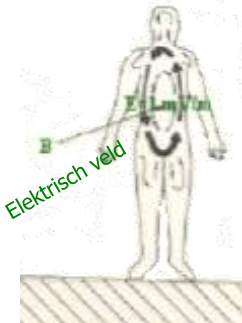


3

Elektrisch veld

100 µT

1 mV/m



Magnetisch veld

10 kV/m

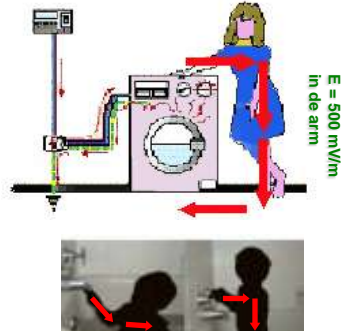
20 mV/m



Contactstroom

100 µA = 0,1 mA

500 mV/m



De WHO schat dat we bij minder dan enkele tientallen mV/m in de biologische « ruis » blijven

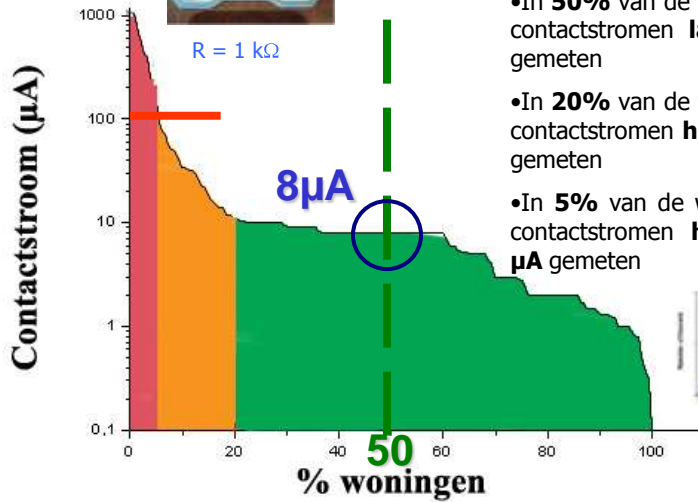
4

Contactstromen – Metingen

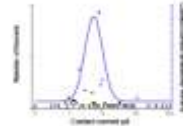


Total : 150 woningen
Belgen nabij HS-lijnen

$R = 1\text{ k}\Omega$

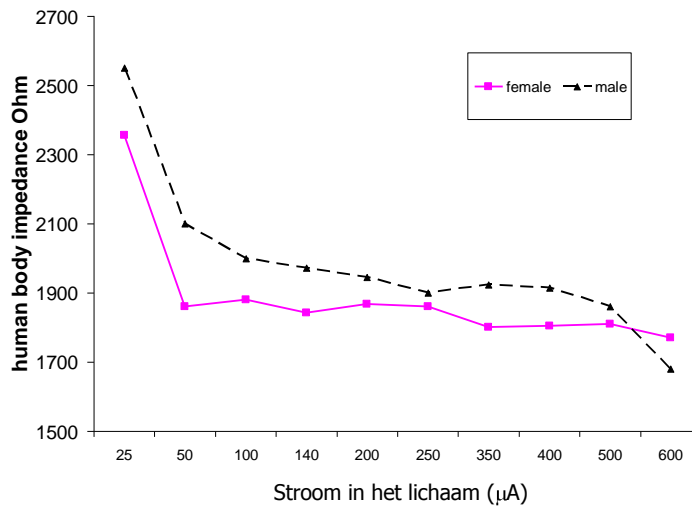


- In **50%** van de woningen worden contactstromen **lager dan 8 µA** gemeten
- In **20%** van de woningen worden contactstromen **hoger dan 10 µA** gemeten
- In **5%** van de woningen worden contactstromen **hoger dan 100 µA** gemeten

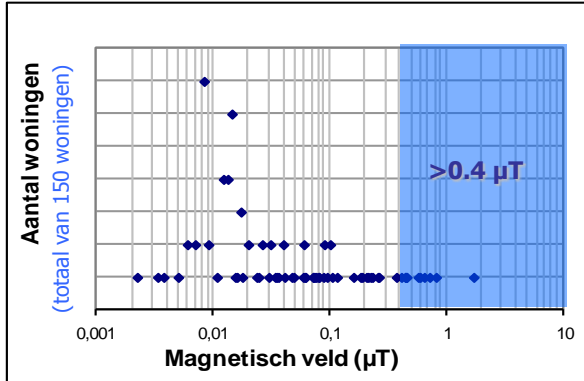


5

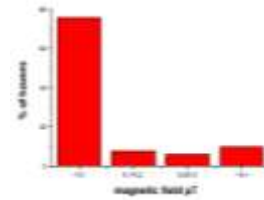
Weerstand van het menselijk lichaam – Metingen



6

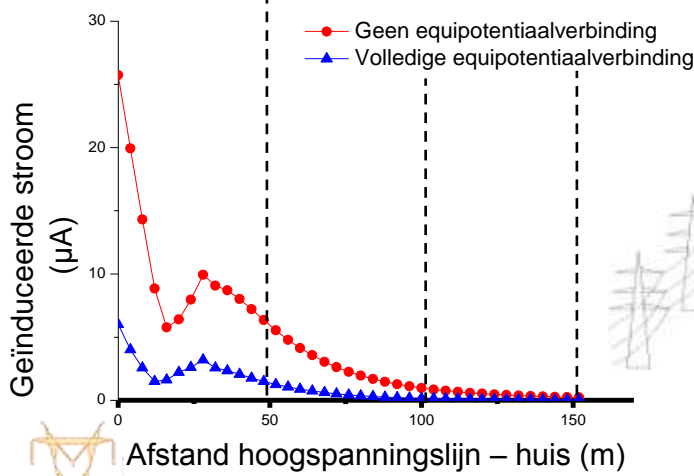


150 woningen
Belgen nabij HS-lijnen

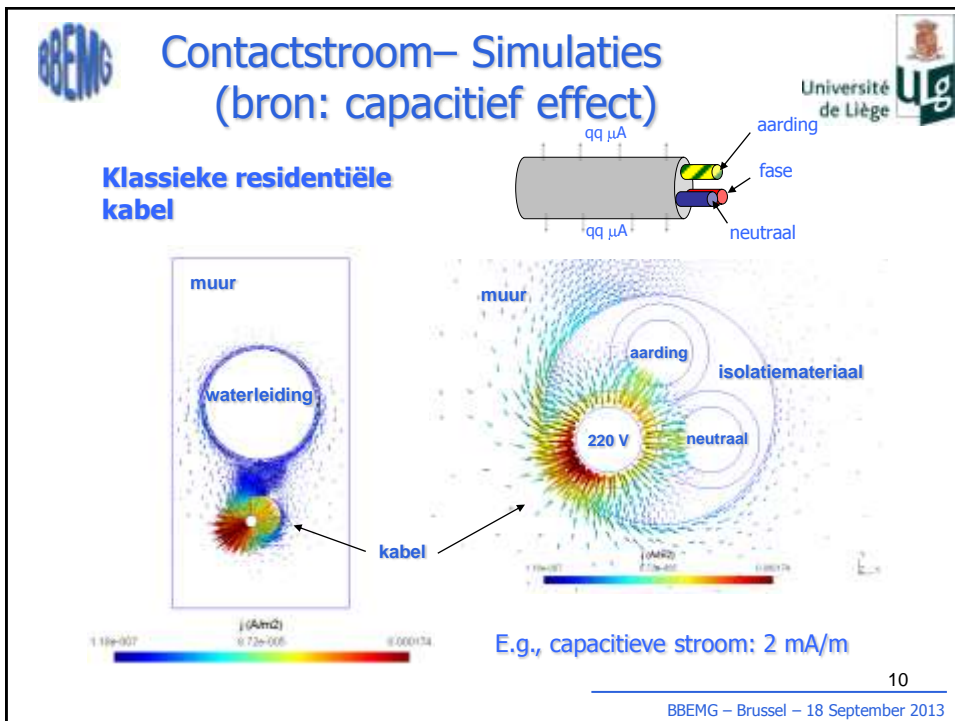
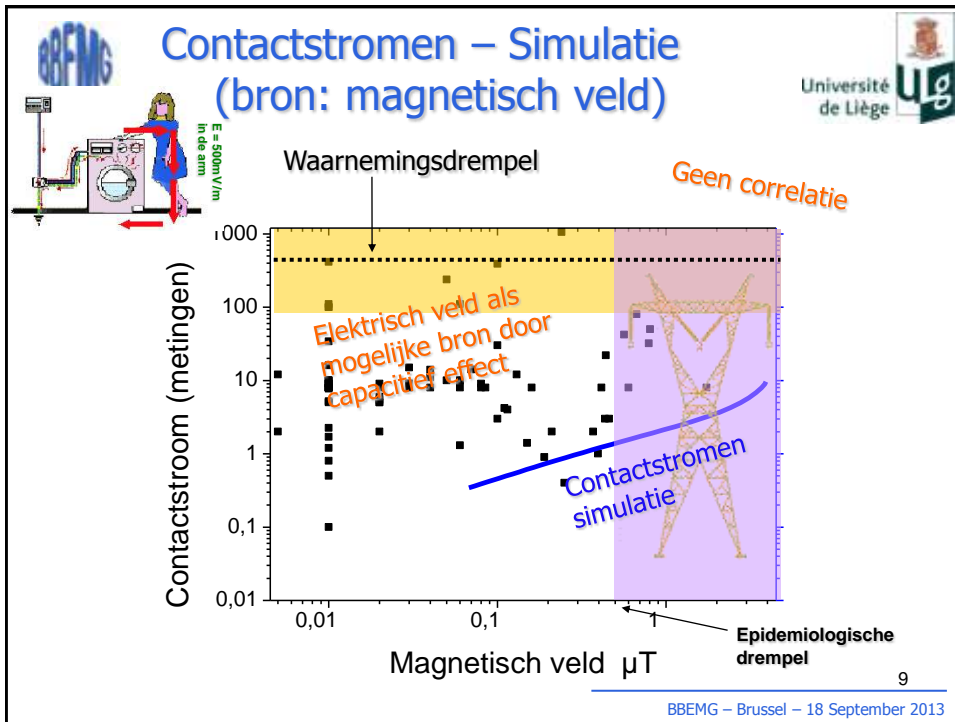


Magnetisch veld > 0,4 µT : 10% van de huizen bezocht
Mediane waarde: 0,02 µT

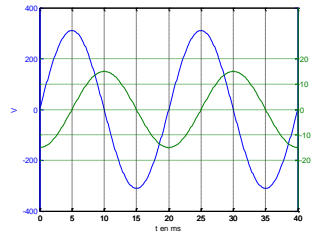
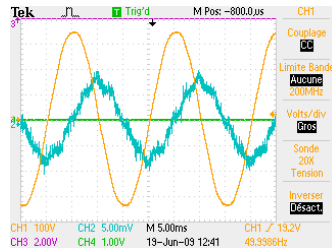
7



8

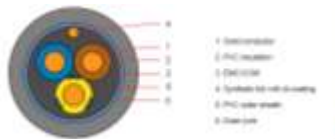


Klassieke residentiële kabel



Capacitieve lekstraling: tussen 2 en 10 $\mu\text{A}/\text{m}$

Residentiële kabel omwikkeld/afgeschermd (VMVB)



**Capacitieve lekstraling:
verwaarloosbaar**

11

BBEMG – Brussel – 18 September 2013

- **Onzekerheden m.b.t. de elektrische eigenschappen van humane weefsels**
 - Het vaststellen van een **kwantitatief verband** tussen de waarde van **stromen** in het menselijk lichaam en de waarde van het **interne elektrisch veld** vereist de kennis van de elektrische geleidbaarheid van menselijke weefsels, wat moeilijk te meten of te schatten is.
 - **Objectief: kwantificeren hoe de onzekerheden over de geleidbaarheid invloed hebben op de waarden van het interne elektrisch veld en de stroomdichtheden**
 - Menselijke weefsels zijn zeer heterogeen, eventueel anisotroop, met eigenschappen die afhankelijk zijn van de leeftijd en fysiologische omstandigheden, en die snel veranderen na sterfte.
 - Metingen in vitro kunnen niet representatief zijn. Metingen in vivo worden over het algemeen uitgevoerd op dieren
 - Numerieke schattingen zijn niet overtuigend
 - Databases van gemeten eigenschappen, in vraag gesteld (diverse technische maatregelen)

12

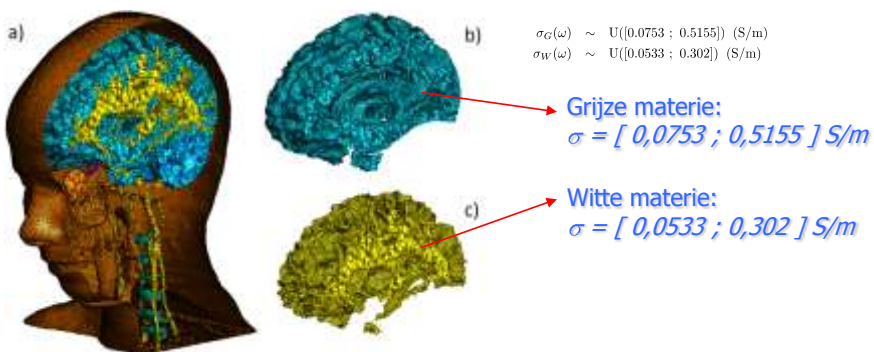
BBEMG – Brussel – 18 September 2013

- **Klassieke benadering: Monte Carlo methode**
 - Genereren van lukrake eigenschappen in gegeven intervallen (distributie van probabiliteiten op de gegevens)
 - Deterministische berekeningen met elke set van gegevens
 - Aggregatie van de resultaten van berekeningen: kansverdeling van de resultaten
 - Nadeel: zeer groot aantal berekeningen vereist; te zwaar voor realistische modellen (verscheidene weken van berekening)
- **Ontwikkelde en toegepaste benadering**
 - Probabilistische solver ("Méthode de chaos polynomial non-intrusif", "variables aléatoires") in combinatie met proprietary software GetDP/Gmsh
 - Verminderde rekentijd (enkele uren of zelfs minuten)
 - Realistische modellen van het menselijk lichaam

13

BBEMG – Brussel – 18 September 2013

Onzekerheid over de geleidbaarheid (σ) van humane weefsels



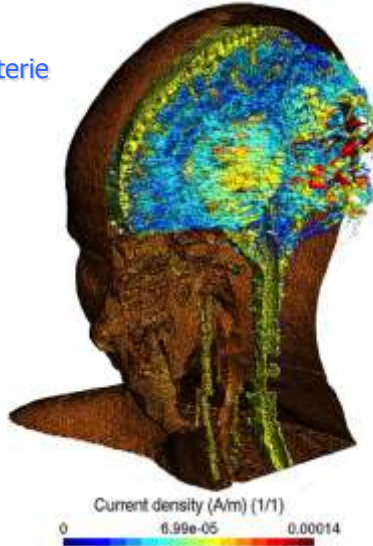
hoofd: 300 000 knopen, 27 weefsels

14

BBEMG – Brussel – 18 September 2013

Stroomdensiteit in
grijze en witte materie

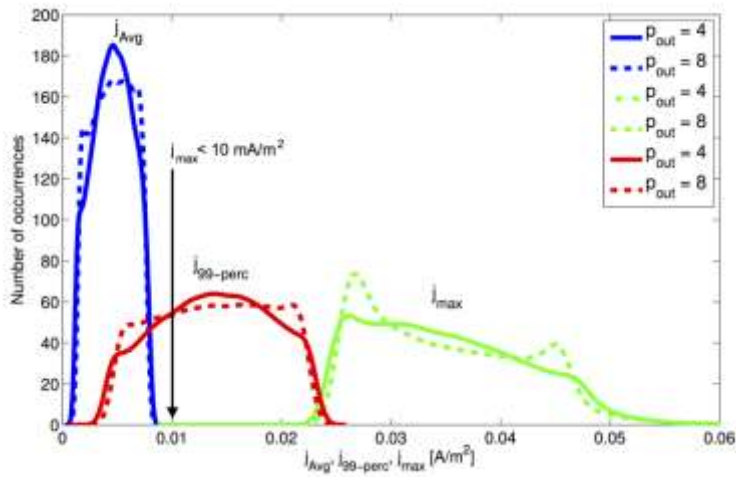
*De probabiteit om
elektrische veld-en
stroomdrempels te
overschrijden kan
worden berekend*



15

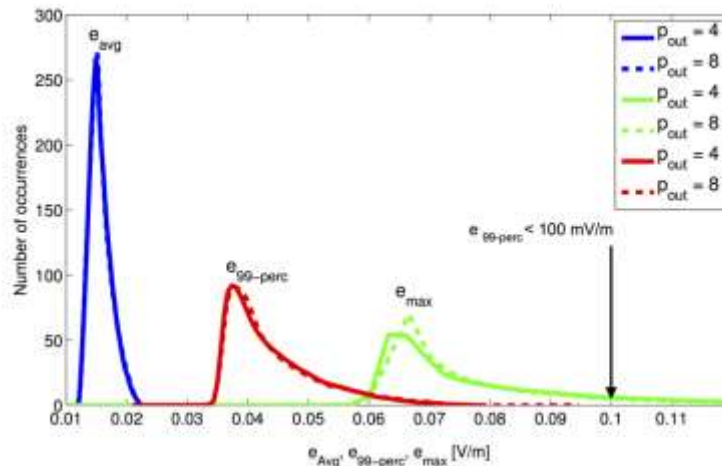
Stroomdensiteiten in grijze
materie

voorbeeld: $I = 1000$ A (50Hz) nabij het hoofd



16

Stroomdensiteiten in witte
materie

 Voorbeeld: $I = 1000 \text{ A}$ (50Hz) nabij het hoofd


17

BBEMG – Brussel – 18 September 2013

- In België zijn **contactstromen** de meest waarschijnlijke **oorzaak van hoge elektrische veldwaarden in het menselijk lichaam**
- Woningen nabij HS-lijnen: gemiddeld gemeten **contactstroom $7\mu\text{A}$** (geen probleem)
- **5%** van de woningen: contactstromen hoger dan **$100\mu\text{A}$** , **geen gewaarwording, maar verbetering is wenselijk**
- Hoewel elektrische installaties in de VS en België belangrijke verschillen vertonen, is er geen verschil wat contactstroomwaarden betreft
- Te **beperkte correlatie**, behalve in specifieke gevallen, tussen contactstroom en het **magnetisch veld** (nagegaan door berekening)
- Metingen tonen aan dat contactstromen voornamelijk te wijten zijn aan **capacitieve effecten** tussen elektrische kabels en waterleidingen; bevestigd na berekening

18

BBEMG – Brussel – 18 September 2013