

## Briefrapport

**‘Blootstelling aan extreem laag frequente elektromagnetische velden van hoogspanningslijnen’ - Herberekening naar aanleiding van het KEMA/RIVM-onderzoek naar de kosten en baten van maatregelen ter beperking van magnetische velden bij hoogspanningslijnen**

MJM Pruppers

Laboratorium voor Stralingsonderzoek, Sector Milieurisico's en Externe Veiligheid

**1 Inleiding**

In 2001 onderzocht RIVM wat de consequenties voor Nederland zijn van de conclusie van de Gezondheidsraad [1] ‘dat er sprake is van een redelijk consistente associatie tussen het vóórkomen van leukemie bij kinderen en het wonen in de nabijheid van bovengrondse elektriciteitslijnen’, indien aangenomen wordt dat deze associatie het resultaat is van een causale relatie tussen de sterkte van het magnetische veld van deze lijnen en het optreden van leukemie bij kinderen [2]. Uit experimenteel onderzoek komen overigens vooralsnog geen aanwijzingen voor enig plausibel biologisch mechanisme dat een oorzakelijk verband tussen blootstelling aan extreem laagfrequente magnetische velden en het optreden van enigerlei vorm van kanker ondersteunt.

RIVM concludeerde toen onder andere het volgende.

- 1 Wanneer de resultaten van de ‘pooled analyses’ Ahlbom *et al.* [3] en Greenland *et al.* [4] worden gebruikt, wordt het toegevoegde individuele risico op het krijgen van leukemie door kinderen als gevolg van magnetische velden afkomstig van bovengrondse hoogspanningslijnen in gebieden met magnetische veldsterkten boven 0,3 à 0,4  $\mu\text{T}$  geschat op maximaal ongeveer  $3 \cdot 10^{-5}$  per jaar. Dit risico geldt strikt genomen alleen voor de groep van kinderen tot 15 jaar en kan daarom niet zonder meer worden vergeleken met de risicomaten die elders in het nationale milieubeleid worden gehanteerd. Bovendien is het toegevoegde individuele risico bij volwassenen niet bekend.
- 2 Uitgaande van de veronderstelling dat er inderdaad een causaal verband bestaat en gebruik makend van schattingen voor de magnetische veldsterkte als functie van de afstand tot hoogspanningslijnen, wordt het aantal extra gevallen van leukemie bij kinderen als gevolg van magnetische velden afkomstig van bovengrondse hoogspanningslijnen geschat op 0,2 tot 1 per jaar, op een totaal van circa 110 nieuwe gevallen per jaar in Nederland.

De diverse rapportages over de mogelijke gezondheidseffecten van hoogspanningslijnen waren voor het ministerie van VROM aanleiding om op basis van het voorzorgprincipe te laten onderzoeken welke technische en ruimtelijke mogelijkheden er zijn om de blootstelling van de bevolking aan de ELF-velden rond bovengrondse hoogspanningslijnen te reduceren en welke kosten met deze maatregelen gepaard gaan (NMP4 [5]). In hoofdstuk 10.1 van het NMP4 staat letterlijk: “Uitgaande van het voorzorgprincipe zijn de huidige signalen voldoende aanleiding tot het doen van verder onderzoek en het nemen van passende maatregelen mede in relatie tot de maatschappelijke kosten en baten”. Het onderzoek naar de effecten en kosten van technische maatregelen is in 2002 uitgevoerd door KEMA en RIVM [6, 7].

In het KEMA/RIVM-onderzoek is een nieuw digitaal bestand met de locaties van alle hoogspanningslijnen per 1 januari 2002 samengesteld. Naast de bovengrondse 110 kV, 150 kV, 220 kV en 380 kV lijnen zijn daarin nu ook de bovengrondse 50 kV lijnen opgenomen en zijn de combinatie-lijnen (lijnen van verschillend spanningsniveau aan één serie masten) als een aparte categorie behandeld. KEMA heeft per lijn een berekening gemaakt van de afstanden tussen de hartlijn en de plaats waar het magnetische veld de waarden van 0,2 , 0,3 , 0,4 en 0,5  $\mu\text{T}$  bereikt. Het gaat om ongeveer 300 lijnen met een totale lengte van ongeveer 4000 km [6, 7]. RIVM heeft met behulp van het woningenbestand met peildatum 1 november 2000 het aantal woningen binnen afstand x tot de hartlijn van elke hoogspanningslijn bepaald. Daarbij is met stappen van 10 m gevarieerd van 10 tot 200 m.

## 2 Vraagstelling

De vraag die in dit briefrapport wordt beantwoord, is hoe de schatting van het ‘aantal extra gevallen van leukemie bij kinderen’ van **0,2 tot 1 per jaar** verandert als gevolg van de nieuwe schattingen van de hoogte van het magnetische veld door KEMA en de nieuwe tellingen van het aantal blootgestelde kinderen door RIVM.

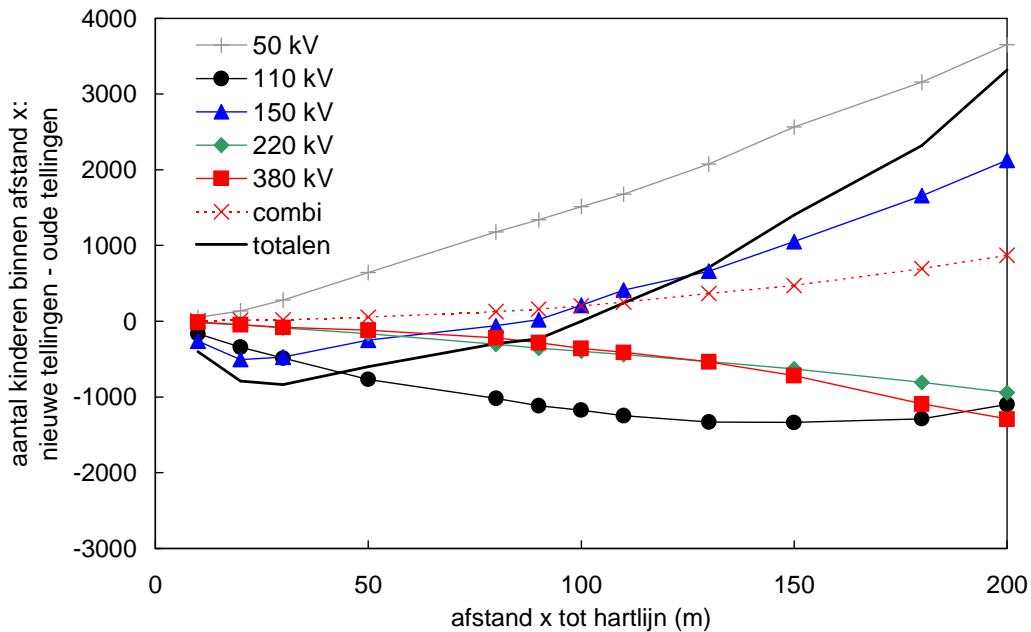
## 3 Nieuwe schattingen van het magnetische veld

In het KEMA/RIVM-onderzoek heeft KEMA magnetische velden berekend. De resultaten van deze berekening zijn elders reeds met de oude schattingen van RIVM vergeleken: zie Figuur 17 in de RIVM-rapportage uit 2002 [6]. Er is daar geconcludeerd dat de ‘... mediane waarde (50-percentiel) van de (...) berekeningen in de meeste gevallen dichter bij de oude minimum schatting dan bij de oude maximum schatting blijkt te liggen. Voor de combi-lijnen ligt het 50-percentiel volgens de nieuwe berekeningen aanzienlijk hoger dan de oude maximum schatting. Ook waarden lager dan de oude minimum schatting zijn in enkele gevallen mogelijk.’

## 4 Nieuwe schattingen van aantallen blootgestelde kinderen

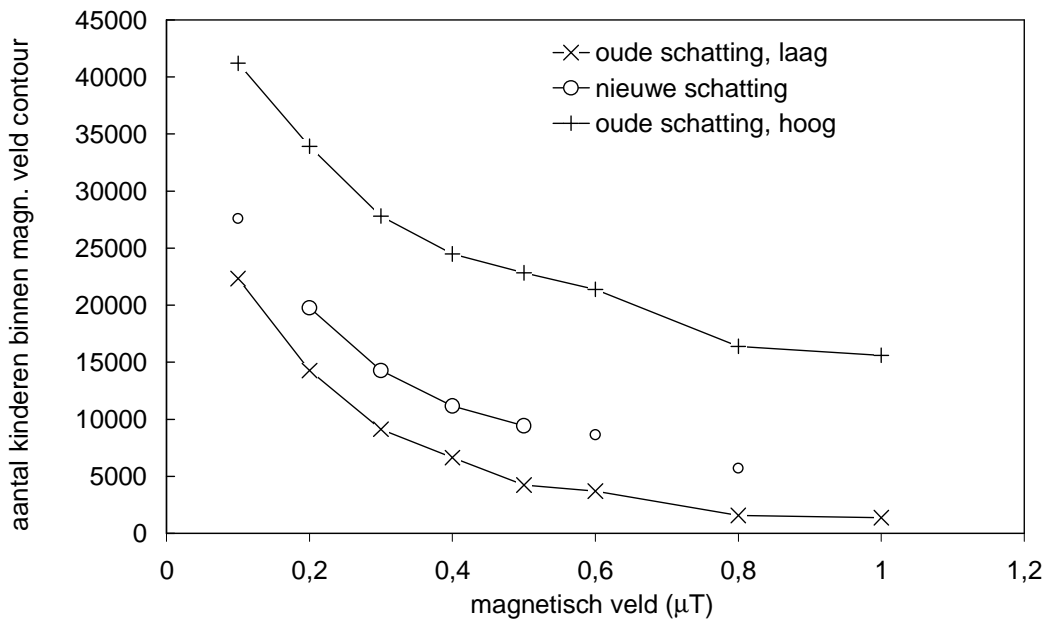
Bij de herberekening treden twee problemen op.

Het eerste probleem wordt veroorzaakt door het feit dat in het KEMA/RIVM-onderzoek geen personen maar woningen zijn geteld. Er moet dus een aanname worden gemaakt voor het aantal personen en kinderen per woning: gemiddeld 2,6 personen en 0,49 kinderen per woning [8]. Het verschil tussen de nieuwe en oude tellingen van het aantal kinderen binnen zekere afstanden tot de hartlijn is per spanningsniveau weergegeven in Figuur 1. Bij het interpreteren van de verschillen dient rekening te worden gehouden met het feit dat in de oude tellingen geen 50 kV lijnen waren opgenomen en dat een deel van de 380, 220 en 110 kV lijnen nu in de combi-lijnen zijn verdisconteerd. Uit dit figuur kan voor het landelijke totaal worden geconcludeerd dat de nieuwe tellingen binnen ongeveer 100 m tot de hartlijn lager dan de oude tellingen blijken te zijn en voorbij ongeveer 100 m hoger. Dit wordt onder andere veroorzaakt door de verschillen in het netwerk van hoogspanningslijnen waarmee in de oorspronkelijke studie is gerekend en dat recent door KEMA is geactualiseerd. Zo bleek tijdens inspectie van KEMA ter plaatse dat enkele 150 kV lijnen in dichtbewoonde gebieden uit het ‘oude’ bestand niet meer bestaan.



*Figuur 1* Vergelijking van nieuwe en oude tellingen van het aantal kinderen binnen diverse afstanden tot de hartlijn van de hoogspanningslijn

Het tweede probleem heeft te maken met de specifieke waarden van het magnetische veld waarvoor KEMA de afstanden heeft berekend, namelijk alleen voor 0,2; 0,3; 0,4 en 0,5  $\mu\text{T}$ , terwijl in de oorspronkelijke schatting ook 0,1; 0,6 en 0,8  $\mu\text{T}$  zijn meegenomen. Bij de oude berekening van het aantal extra gevallen van leukemie zijn de drie methoden A, B en C gehanteerd met elk een eigen verloop van het relatieve risico als functie van het magnetische veld: zie de Figuren 1 en 2 in het oorspronkelijke rapport [2]. In deze methoden zijn de volgende magneetveldcategorieën gehanteerd: 0,1 - 0,2  $\mu\text{T}$ ; 0,2 - 0,3  $\mu\text{T}$ ; 0,3 - 0,4  $\mu\text{T}$ ; 0,4 - 0,6  $\mu\text{T}$ ; 0,6 - 0,8  $\mu\text{T}$  en  $> 0,8 \mu\text{T}$ . Om het tweede probleem op te lossen is door extrapolatie een schatting gemaakt voor de ontbrekende categorieën: zie Figuur 2 en Tabel 1.

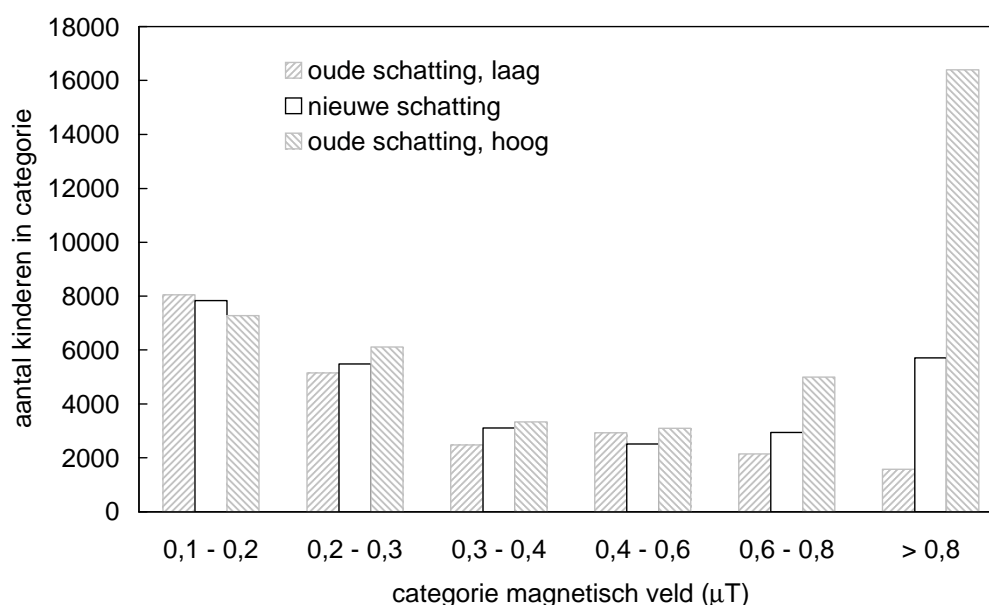


*Figuur 2* Nieuwe schatting van het aantal kinderen binnen diverse contouren van het magnetische veld vergeleken met de tweede oude schattingen

Tabel 1 *Het aantal kinderen in de diverse categorieën van het magnetische veld*

magnetisch veld ( $\mu\text{T}$ )	aantal kinderen		
	lage schatting (oud)	nieuwe schatting	hoge schatting (oud)
0,1 - 0,2	8100	7800	7300
0,2 - 0,3	5200	5500	6100
0,3 - 0,4	2500	3100	3300
0,4 - 0,6	2900	2500	3100
0,6 - 0,8	2100	2900	5000
> 0,8	1600	5700	16400
> 0,2	14300	19700	33900
> 0,3	9100	14200	27800
> 0,4	6600	11100	24500
> 0,5	4200	9400	21400

De resultaten in Tabel 1 zijn tevens grafisch weergegeven in Figuur 3. Per categorie blijkt de nieuwe schatting meestal te liggen tussen de oude hoge en lage schattingen.

Figuur 3 *Het aantal kinderen in de diverse categorieën van het magnetische veld*

## 5 Nieuwe schattingen van risico's en aantallen extra gevallen

Ten slotte zijn de oorspronkelijke berekeningen van het aantal extra gevallen van leukemie met de nieuwe schattingen van het aantal kinderen in de diverse categorieën van het magnetische veld opnieuw uitgevoerd. De resultaten zijn opgenomen in Tabel 2: een update van Tabel 5 in het oorspronkelijke rapport [2]. Ter vergelijking zijn ook de oude schattingen opgenomen.

Tabel 2 Resultaten van de herberekening van het aantal extra gevallen van leukemie

magnetisch veld ( $\mu\text{T}$ )	oude schatting - laag		extra gevallen per jaar nieuwe schatting		oude schatting - hoog	
	<b>METHODE A</b>					
0,1 - 0,2	0,02	[-0,03-0,09]	0,02	[-0,03-0,09]	0,02	[-0,03-0,08]
0,2 - 0,3	0,02	[-0,03-0,09]	0,02	[-0,03-0,10]	0,03	[-0,04-0,11]
0,3 - 0,4	0,010	[-0,02-0,04]	0,013	[-0,02-0,06]	0,014	[-0,02-0,06]
$\geq 0,4$	0,3	[0,07-0,5]	0,4	[0,12-0,9]	0,9	[0,3-2]
totaal	0,3	[-0,012-0,8]	<b>0,5</b>	<b>[0,03-1,1]</b>	1,0	[0,2-2]
<b>METHODE B</b>						
0,1 - 0,2	0,03	[0,009-0,06]	0,03	[0,009-0,06]	0,03	[0,008-0,05]
0,2 - 0,3	0,04	[0,010-0,07]	0,04	[0,010-0,07]	0,04	[0,012-0,08]
0,3 - 0,4	0,03	[0,007-0,05]	0,03	[0,008-0,06]	0,04	[0,009-0,06]
0,4 - 0,6	0,05	[0,011-0,09]	0,04	[0,010-0,08]	0,05	[0,012-0,09]
0,6 - 0,8	0,05	[0,012-0,11]	0,07	[0,02-0,15]	0,12	[0,03-0,2]
$\geq 0,8$	0,05	[0,011-0,12]	0,2	[0,04-0,4]	0,5	[0,12-1,2]
totaal	0,3	[0,06-0,5]	<b>0,4</b>	<b>[0,10-0,8]</b>	0,8	[0,2-2]
<b>METHODE C</b>						
0,1 - 0,2	-0,02	[-0,06-0,04]	-0,015	[-0,06-0,04]	-0,014	[-0,06-0,03]
0,2 - 0,3	0,012	[-0,04-0,08]	0,012	[-0,05-0,09]	0,014	[-0,05-0,10]
0,3 - 0,4	0,06	[0,02-0,12]	0,08	[0,03-0,15]	0,09	[0,03-0,2]
$\geq 0,4$	0,2	[0,06-0,3]	0,3	[0,11-0,5]	0,6	[0,2-1,2]
totaal	0,2	[-0,02-0,6]	<b>0,4</b>	<b>[0,03-0,8]</b>	0,7	[0,2-1,5]

## 6 Discussie en conclusie

In het oorspronkelijke rapport is uit de resultaten van de berekeningen geconcludeerd dat 0,2 tot 1 geval van leukemie bij kinderen per jaar toegerekend zou kunnen worden aan de magnetische velden afkomstig van hoogspanningslijnen, mits er een oorzakelijk verband is tussen blootgesteld worden aan magnetische velden en het krijgen van leukemie.

Als op dezelfde manier naar de nieuwe schattingen wordt gekeken, luidt nu de conclusie dat het om 0,4 tot 0,5 extra gevallen van leukemie per jaar zou gaan. Meer dan de helft van deze extra gevallen zou toe te rekenen zijn aan gebieden waar het magnetische veld groter is dan 0,4  $\mu\text{T}$  (methoden A en C) of zelfs 0,8  $\mu\text{T}$  (methode B).

Tot slot nog de volgende opmerking. In het vooronderzoek van KEMA/RIVM naar kosten en baten van technische maatregelen is gekeken naar reductie van het aantal woningen binnen de 0,4  $\mu\text{T}$  contour. Als de methoden A en C de werkelijkheid adequaat beschrijven, leidt het reduceren van het aantal woningen ook tot een procentueel bijna even grote reductie van het aantal extra gevallen van leukemie. Als echter methode B de werkelijkheid beter zou beschrijven, zou het wellicht kosteneffectiever zijn om vooral het aantal woningen binnen de 0,6 of 0,8  $\mu\text{T}$  contour te reduceren. Echter, de onzekerheden over de precieze vorm van de dosis-effect-relatie maakt een dergelijke conclusie minder stevig.

## Referenties

- 1 Commissie ELF elektromagnetische velden. Blootstelling aan elektromagnetische velden (0 Hz - 10 MHz). Den Haag: Gezondheidsraad, 2000; 2000/6.
- 2 Van der Plas M, Houthuijs DJM, Dusseldorp A, Pennders RMJ en Pruppers MJM. Magnetische velden van hoogspanningslijnen en leukemie bij kinderen. RIVM rapport 610050007. RIVM, Bilthoven, 2001.
- 3 Ahlbom A, Day N, Feychting M *et al.* A pooled analysis of magnetic fields and childhood leukaemia. *Br. J. Cancer* 2000; 83(5):692-8.
- 4 Greenland S, Sheppard AR, Kaune WT, Poole C, Kelsh MA. A pooled analysis of magnetic fields, wire codes, and childhood leukemia. *Epidemiology* 2000; 11(6):624-34.
- 5 VROM. NMP4. Nationaal Milieubeleids Plan 4. Een wereld en een wil: werken aan duurzaamheid. Ministerie van VROM, Den Haag, september 2001.
- 6 Kelfkens G, Pennders RMJ en Pruppers MJM. Woningen bij bovengrondse hoogspanningslijnen in Nederland. RIVM rapport 610150001 (deel 3 van het KEMA/RIVM-onderzoek). RIVM, Bilthoven, 2002.
- 7 Kelfkens G, Van Wolven J, Pennders R, Stuurman C, Van Aernsbergen L, Delfini G and Pruppers M. Costs and benefits of the reduction of magnetic fields due to overhead power lines. *Proceedings of the 2nd International Workshop on Biological Effects of Electromagnetic Fields, 7 - 11 October 2002, Aldemar Paradise Royal Mare Hotel, Rhodos, Griekenland.*
- 8 De waarde van 2,6 voor het gemiddeld aantal personen per woning is afgeleid uit het woningenbestand dat ook voor de tellingen van het aantal woningen rond de hoogspanningslijnen is gebruikt en dat per woning een schatting van het aantal inwoners bevat. Volgens het CBS (Centraal Bureau voor de Statistiek. *Werken en leren 2001 - 2002. Feiten en cijfer over de arbeidssmarkt en het onderwijs in Nederland. Kluwer, Alphen aan den Rijn, 2001.*) bestaat de Nederlandse bevolking voor bijna 19% uit kinderen tot en met 14 jaar.