

# Literatuurevaluatie hoogspanningslijnen en gezondheid deel I

Kanker bij kinderen

Nr. 2018/08A, Den Haag 18 april 2018

Achtergronddocument bij:

Hoogspanningslijnen en gezondheid deel I: kanker bij kinderen

Nr. 2018/08, Den Haag 18 april 2018

---

Gezondheidsraad



# inhoud

<b>01 Inleiding</b>	<b>3</b>	<b>05 Meta-analyses commissie</b>	<b>22</b>
<b>02 Zoekstrategie</b>	<b>3</b>	5.1 Kinderleukemie en afstand van de woning tot hoogspanningslijnen	22
2.1 Leukemie: afstand tot hoogspanningslijnen	3	5.2 Kinderleukemie en magneetveldsterkte	26
2.2 Leukemie: magnetische velden	4	5.3 Hersentumoren bij kinderen en magneetveldsterkte	31
2.3 Andere vormen van kanker	4	5.4 Lymfomen bij kinderen en magneetveldsterkte	32
<b>03 Beoordeling kwaliteit beschikbaar onderzoek</b>	<b>5</b>	<b>06 Criteria voor bewijskracht voor oorzakelijk verband</b>	<b>33</b>
<b>04 Samenvatting beschikbare gegevens en kwaliteitsbeoordelingen commissie</b>	<b>6</b>	<b>Literatuur</b>	<b>34</b>



## 01 inleiding

In dit achtergronddocument, behorend bij het advies *Hoogspanningslijnen en gezondheid deel I: kanker bij kinderen* dat is opgesteld door de commissie Elektromagnetische velden van de Gezondheidsraad, wordt in hoofdstuk 2 aangegeven welke zoekstrategieën de commissie heeft gebruikt voor de verschillende onderwerpen en hoe de selectie van de relevante artikelen tot stand is gekomen.

In hoofdstuk 3 beschrijft de commissie hoe en volgens welke criteria zij de wetenschappelijke kwaliteit van de relevante artikelen heeft beoordeeld.

In Hoofdstuk 4 worden de belangrijkste gegevens van alle relevante artikelen per onderwerp in tabellen gepresenteerd.

In hoofdstuk 5 beschrijft de commissie de door haar uitgevoerde meta-analyses en presenteert zij de resultaten hiervan. De belangrijkste conclusies staan in het advies.

In hoofdstuk 6 is het gebruikte classificatieschema voor bewijskracht voor een oorzakelijk verband opgenomen.

## 02 zoekstrategie

In PubMed is gezocht naar artikelen over epidemiologische onderzoek naar de relatie tussen leukemie en andere vormen van kanker bij kinderen en afstand tot hoogspanningslijnen en blootstelling aan magnetische

velden. Hieronder volgt per onderwerp een nadere toelichting op de zoekstrategie: de zoekwoorden, de datum waarop deze is uitgevoerd en het aantal gevonden artikelen. Enkele van de oorspronkelijke zoekstrategieën zijn in 2016 uitgevoerd. Er is daarna geen update meer gedaan, maar de literatuur is wel bijgehouden door middel van een lopende algemene zoekopdracht naar artikelen op het gebied van blootstelling aan ELF velden in PubMed. Dat heeft nog één relevant artikel opgeleverd dat hieronder is aangegeven. Daarnaast zijn ook nog enkele artikelen via andere bronnen gevonden: reviews, literatuurlijsten en eigen literatuurverzamelingen. De gevonden artikelen zijn op basis van titel geselecteerd voor verdere analyse. In een aantal gevallen bleken ze bij bestudering van de volledige tekst niet de gezochte informatie te bevatten. Van de overgebleven artikelen zijn de relevante gegevens opgezocht en in een database overgebracht. Aangegeven is hoeveel artikelen uiteindelijk in het advies zijn opgenomen. De relevante gegevens uit deze artikelen staat in de tabellen in hoofdstuk 4.

De commissie heeft zich beperkt tot epidemiologische onderzoeken, omdat die de belangrijkste bron van informatie zijn voor dit onderwerp. Voor een overzicht van experimenteel onderzoek met proefdieren en gekweekte cellen wordt verwezen naar twee belangrijke reviews.<sup>1,2</sup>

### 2.1 Leukemie: afstand tot hoogspanningslijnen

Gezocht op: (“extremely low frequency” OR “magnetic fields” OR “power line” OR “power lines” OR ELF) NOT (epithelial lining fluid OR ELF-phosp-



hatase) AND (leukaemia OR leukemia) AND (distance OR near) AND epidemiol\*.

Uitgevoerd op 20-01-2016. Resultaat: 75 artikelen (kinderen en volwassenen). Geselecteerd voor verder analyse: 21 artikelen over kinderen.

Andere bronnen: 2 artikelen over kinderen.

In advies: 23 artikelen over kinderen.

## 2.2 Leukemie: magnetische velden

### *Meta- of gepoolde analyse kinderen*

Gezocht op: (meta-analysis OR pooled analysis) AND (leukemia OR leukaemia) AND (magnetic field\* OR electromagnetic field\* OR power line\* OR low frequency).

Uitgevoerd op 16-06-2016. Resultaat: 107 artikelen (kinderen en volwassenen). Geselecteerd voor verdere analyse (2000-2016): 5 artikelen over kinderen.

In advies: 3 artikelen met gepoolde analyses en 16 artikelen die in die analyses zijn opgenomen.

### *Recente artikelen kinderen*

Er is gezocht naar artikelen die gepubliceerd zijn na de sluitingsdatum van de meest recente gepoolde analyse: (leukemia OR leukaemia) AND

(magnetic field\* OR electromagnetic field\* OR power line\* OR low frequency) AND (“2006”[Date - Entrez] : “3000”[Date - Entrez]) AND epidemiol\* NOT review.

Uitgevoerd op 16-06-2016. Resultaat: 751 artikelen (kinderen en volwassenen). Geselecteerd voor verdere analyse: 15 artikelen over kinderen.

Artikel verschenen na het uitvoeren van de zoekstrategie: 1.

Niet relevant: 5 artikelen.

In advies: 11 artikelen over kinderen met publicatiedatum na 2006.

In het advies zijn de oudere en recente artikelen gezamenlijk geanalyseerd.

## 2.3 Andere vormen van kanker

Gezocht op: (“extremely low frequency” OR “magnetic fields” OR “electromagnetic fields” OR “power line” OR “power lines” OR ELF) NOT (epithelial lining fluid OR ELF-phosphatase) AND cancer AND epidemiol\* AND child\*.

Uitgevoerd op 24-10-2017. Resultaat: 459 artikelen. Geselecteerd voor verdere analyse: 54 artikelen.

Niet relevant: 36 artikelen.

In advies: 12 artikelen over hersentumoren, 6 artikelen over lymfomen.



## 03 beoordeling kwaliteit beschikbaar onderzoek

De kwaliteit van de relevante artikelen is onafhankelijk van elkaar door drie commissieleden (twee epidemiologen en een statisticus) beoordeeld. Daarbij is onderzocht of er een hoog risico op vertekening (bias) van de resultaten was. In dat geval werd een onderzoek als onvoldoende gekwalificeerd. Dat was het geval wanneer (voor alle onderzoeken):

- er niet per kankertype werd gerapporteerd maar alleen over kanker in het algemeen;
- het onderzoek niet goed te beoordelen was door onvolledige rapportage van essentiële gegevens;
- de blootstelling niet adequaat gemeten was (de blootstelling werd niet voor iedere patiënt en controle individueel bepaald, maar alleen op een hoger niveau, bijvoorbeeld voor een bepaald gebied);
- er een groot risico op selectiebias was (bijvoorbeeld doordat controles mogelijk uit andere populatie kwamen dan de patiënten, zoals bij ziekenhuiscontroles).

Daarnaast voor onderzoeken met afstand:

- er een groot risico op 'recall bias' was (vertekening door selectieve herinnering, door rapportage van de afstand tot de dichtstbijzijnde hoogspanningslijn door ouders, in plaats van een objectieve meting);

- er alleen brede afstandscategorieën werden gebruikt, bijvoorbeeld meer of minder dan 500 m.

En voor onderzoeken met magneetveldsterkte:

- de bepaling van de blootstelling alleen plaats vond door het vaststellen van de 'wire codes' of door metingen buiten de woning.

De oordelen van de experts zijn vervolgens vergeleken. Bij eventuele verschillen zijn de commissieleden in overleg tot consensus gekomen.

De kwaliteit van de onderzoeken is aangegeven als *voldoende* of *onvoldoende*. De onderzoeken van onvoldoende kwaliteit zijn niet meegenomen in de meta-analyses. In de tabellen in het volgende hoofdstuk is voor elk van deze onderzoeken de reden van de onvoldoende beoordeling aangegeven.

Voor sommige onderzoeken was er een recenter en uitgebreider onderzoek beschikbaar, waarin alle eerdere patiënten waren opgenomen (bijvoorbeeld een actualisering van een onderzoek gebaseerd op een groot kankerregister). In dat geval is alleen het meest recente onderzoek in de analyses meegenomen en is het oudere onderzoek in de tabellen aangegeven als *Niet relevant vanwege latere update in (...)*.



## 04 samenvatting beschikbare gegevens en kwaliteitsbeoordelingen commissie

Onderstaande tabellen vatten de gegevens samen van de beschikbare onderzoeken naar de relatie tussen

- kinderleukemie en afstand tot hoogspanningslijnen (tabel A1);

- kinderleukemie en magneetveldsterkte (tabel A2);
- hersentumoren bij kinderen en afstand tot hoogspanningslijnen (tabel A3);
- hersentumoren bij kinderen en magneetveldsterkte (tabel A4);
- lymfomen bij kinderen en magneetveldsterkte (tabel A5).

Per onderwerp zijn de onderzoeken gesorteerd op kwaliteit (voldoende of onvoldoende) en daarbinnen op jaartal. Bij onderzoeken van onvoldoende kwaliteit zijn de belangrijkste redenen voor dat oordeel aangegeven.

**Tabel A1.** Onderzoeken naar de relatie tussen de afstand van de woning tot hoogspanningslijnen en het risico op kinderleukemie

Referentie	Land	Type onderzoek, bron gegevens	Criterium, bepaling	Bron blootstelling	Risicoschatting (odds ratio) Gegevens gebruikt in de meta-analyse zijn in vet aangegeven. In sommige gevallen heeft de commissie een (her)berekening uitgevoerd.	Oordeel kwaliteit
Feychting & Ahlbom (1993) <sup>3</sup>	Zweden	Patiënt-controle Bevolking: kankerregister	Afstand: 0-15 m, 51-100 m, >100 m (referentie)	Hoogspanningslijnen, 220, 400 kV	<b>0-50 m: 2,9 (1,0-2,7)</b> <b>51-100 m: 1,1 (0,4-2,7)</b>  <b>0-100 m: 1,75 (0,88-3,49)</b> (berekend door commissie)	Voldoende
Petridou e.a. (1997) <sup>52</sup>	Griekenland	Patiënt-controle Ziekenhuis	Afstand: <50 m; referentie: <50 m 400 V lijn	Hoog/middenspanningslijn, 15-400 kV	150/400 kV: 1,56 (0,26-9,39) 66 kV: 4,26 (0,94-19,44) <b>66-400 kV: 2,80 (0,88-8,92)</b> (berekend door commissie) 15/22 kV: 1,84 (0,26-12,81) 6,6 kV: 0,99 (0,54-1,84)	Voldoende
Tynes en Haldorsen (1997) <sup>4</sup>	Noorwegen	Patiënt-controle Bevolking: kankerregister	Afstand: 0-50, 51-100 m, >100 m (referentie)	Hoogspanningslijnen, >45 kV	<b>0-50 m: 0,6 (0,3-1,3)</b> <b>50-100 m: 1,4 (0,8-2,6)</b>  <b>0-100 m: 1,00 (0,63-1,59)</b> (berekend door commissie)	Voldoende



Referentie	Land	Type onderzoek, bron gegevens	Criterium, bepaling	Bron blootstelling	Risicoschatting (odds ratio) Gegevens gebruikt in de meta-analyse zijn in vet aangegeven. In sommige gevallen heeft de commissie een (her)berekening uitgevoerd.	Oordeel kwaliteit
Li e.a. (1998) <sup>5</sup>	Taiwan	Patiënt-controle Bevolking: kankerregister Lijkt meer cohort, totaal aantal kinderen in gebied wordt geschat	Afstand: <100 m, ≥100 m (referentie)	Hoogspanningslijnen, ≥69 kV	SIR <i>Controles heel Taiwan:</i> 0-4 jr: 2,48 (0,20-5,97) 5-9 jr: 5,06 (1,38-13,0) 10-14 jr: 1,67 (0,05-9,28)  <b>0-14 jr: 3,68 (1,53-8,88)</b> (berekend door commissie)	Voldoende Niet in meta-analyse vanwege afwijkende afstandscategorieën
McBride e.a. (1999) <sup>6</sup>	Canada	Patiënt-controle Bevolking: kankerregistratie	Afstand: <50, <100, >100 m (referentie)	Hoogspanningslijnen, ≥50 kV	<b>&lt;50 m (ALL): 1,99 (0,74-5,32)</b> <b>&lt;100 m (alle leukemie): 1,81 (0,70-4,70)</b>	Voldoende
Bianchi e.a. (2000) <sup>7</sup>	Italië	Patiënt-controle Bevolking: kankerregistratie	Afstand: <150 m, >150 m (referentie)	Hoogspanningslijn	<i>Berekend uit tabel 1:</i> <b>≤50 m: 4,36 (0,57-32,93)</b> <b>50-100 m: 3,27 (0,47-19,12)</b> <b>≤100 m: 4,36 (0,79-23,76)</b>	Voldoende
Kleinerman e.a. (2000) <sup>8</sup>	VS	Patiënt-controle Patiënten: leukemie gediagnostiseerd in deelnemende ziekenhuizen, controles: willekeurig telefoonnummer	Afstand: 0-14 m, 15-23 m, 24-40 m, >40 m (referentie)	Hoog/middenspanningslijnen, ≥7,2 kV	<14 m: 0,79 (0,46-1,34) 15-23 m: 1,01 (0,60-1,71) 24-40 m: 1,23 (0,75-2,03)  <b>0-40 m: 1,00 (0,75-1,35)</b> (berekend door commissie)	Voldoende
UK Childhood Cancer Study (2000) <sup>9</sup>	Groot-Brittannië	Patiënt-controle Bevolking: kankerregistratie	Afstand: continu (voor 100 / afstand, dus OR>1 geeft positieve associatie); apart gedaan voor verschillende lijntypes	Hoog/middenspanningslijn, 11-400 kV	<i>100/afstand:</i> 11, 20 kV: 0,98 (0,88-1,08) 33 kV: 0,59 (0,25-1,40) 66 kV: 3,15 (1,02-9,68) 132 kV: 0,97 (0,72-1,32) 275 kV: 1,06 (0,46-2,48) 400 kV: 1,34 (0,65-2,76)	Voldoende Gebruikt eindpunt niet bruikbaar voor meta-analyse Niet relevant vanwege update in Bunch e.a. (2014) <sup>10</sup>



Referentie	Land	Type onderzoek, bron gegevens	Criterium, bepaling	Bron blootstelling	Risicoschatting (odds ratio) Gegevens gebruikt in de meta-analyse zijn in vet aangegeven. In sommige gevallen heeft de commissie een (her)berekening uitgevoerd.	Oordeel kwaliteit
Kabuto e.a. (2006) <sup>11</sup>	Japan	Patiënt-controle Bevolking: kankerregistratie	Afstand: 0-50 m, 50-100 m, >100 m (referentie)	Hoogspanningslijnen, 22-500 kV	<p><i>ALL:</i> &lt;50 m: 3,06 (1,31-7,13) 50-100 m: 1,61 (0,88-2,95)</p> <p><i>AML:</i> &lt;50 m: 1,25 (0,11-14,9) 50-100 m: 3,11 (0,71-13,6)</p> <p><i>ALL+AML (berekend door commissie):</i> <b>&lt;50 m: 2,78 (1,25-6,20)</b> <b>50-100 m: 1,96 (1,21-3,18)</b> <b>0-100 m: 2,05 (1,30-3,25)</b></p>	Voldoende
Wünsch-Filho e.a. (2011) <sup>12</sup>	Brazilië	Patiënt-controle Ziekenhuis	Afstand: <50 m, <100 m, 100-200 m, 200-600 m, >600 m (referentie)	Hoogspanningslijnen, ≥88 kV	<p><b>&lt;50 m: 3,57 (0,41-31,44)</b> <b>50-100 m: 0,28 (0,01-6,14)</b> (berekend door commissie) <b>&lt;100 m: 1,54 (0,26-9,12)</b> 100-200 m: 1,67 (0,49-5,75) 200-600 m: 0,69 (0,28-1,71)</p>	Voldoende
Sermage-Faure e.a. (2013) <sup>13</sup>	Frankrijk	Patiënt-controle Bevolking: kankerregistratie	Afstand: 0-49 m, 50-99 m, 100-199 m, 200-599 m, ≥600 m (referentie)	Hoogspanningslijnen, 63-400 kV	<p><i>Alle lijnen:</i> <b>&lt; 50 m: 1,2 (0,8-1,9)</b> <b>50-99 m: 1,0 (0,7-1,6)</b> <b>100-199 m: 0,8 (0,5-1,0)</b> 200-599 m: 1,1 (0,9-1,2) &gt;600 m: 1,1 (0,9-1,2)</p> <p><b>&lt;100 m: 1,09 (0,81-1,47)</b> (berekend door commissie)</p> <p><i>225, 400 kV lijnen:</i> <b>&lt;100 m: 1,32 (0,80-2,17)</b> (berekend door commissie)</p>	Voldoende





Referentie	Land	Type onderzoek, bron gegevens	Criterium, bepaling	Bron blootstelling	Risicoschatting (odds ratio) Gegevens gebruikt in de meta-analyse zijn in vet aangegeven. In sommige gevallen heeft de commissie een (her)berekening uitgevoerd.	Oordeel kwaliteit
Bunch e.a. (2014) <sup>10</sup>	Engeland, Wales	Patiënt-controle Bevolking: kankerregistratie 1962-2008	Afstand: 0-49 m, 50-99 m, 100-199 m, 200-299 m, 300-399 m, 400-499 m, 500-599 m, 600-699 m, 700-799 m, 800-899 m, 900-999 m, ≥1.000 m (referentie)	Hoog/middenspanningslijnen, 2, 275, 400 kV	<i>Alle lijnen:</i> <b>0-49 m: 0,80 (0,44-1,44)</b> <b>50-99 m: 1,39 (0,90-2,14)</b> <b>100-199 m: 1,11 (0,84-1,45)</b>  <b>0-100 m: 1,15 (0,81-1,63)</b> (berekend door commissie)  <i>265, 400 kV lijnen:</i> <b>0-49 m: 0,53 (0,20-1,39)</b> <b>50-99 m: 1,12 (0,63-1,98)</b> <b>100-199 m: 1,07 (0,74-1,53)</b>  <b>0-100 m: 0,92 (0,56-1,51)</b> (berekend door commissie)	Voldoende
Pedersen e.a. (2014) <sup>14</sup>	Denemarken	Patiënt-controle Bevolking: kankerregistratie	Afstand: 0-199 m, 200-599 m, ≥600 m (referentie)	Hoogspanningslijnen, 132-400 kV	<200 m: 0,76 (0,40-1,45) 200-600 m: 0,92 (0,67-1,25)	Voldoende Niet in meta-analyse vanwege afwijkende afstandscategorieën
Crespi e.a. (2016) <sup>15</sup>	Californië, VS	Patiënt-controle Bevolking: kankerregistratie	Afstand: 0-50 m, 50-100 m, 100-200 m, 200-300 m, 300-400 m, 400-500 m, 500-600 m, ≥600 m (referentie)	Hoogspanningslijnen, ≥200 kV	<i>Alleen gegevens voor afstanden ter plekke bepaald:</i> <b>0-50 m: 1,6 (0,7-3,7)</b> <b>50-100 m: 1,0 (0,5-2,0)</b> <b>100-200 m: 0,8 (0,4-1,7)</b>  <b>0-100 m: 1,21 (0,71-2,07)</b> (berekend door commissie)	Voldoende
Coleman e.a. (1989) <sup>16</sup>	Zuidoost Engeland	Patiënt-controle Bevolking: kankerregister	Afstand: 0-24 m, 25-49 m, 50-99 m, ≥100 m (referentie)	Hoogspanningslijn	--	Onvoldoende: slechts 1 patiënt en 1 controle op <100 m; niet relevant vanwege update in Bunch e.a. (2014) <sup>10</sup>
Myers e.a. (1990) <sup>17</sup>	Engeland	Patiënt-controle, patiënten zijn kinderen met kanker (solide/niet-solide) Bevolking: kankerregister	Afstand: 0-24 m, 25-49 m, 50-99 m, ≥100 m (referentie)	Hoogspanningslijn	<i>Niet-solide tumoren:</i> <100 m: 1,02 (0,48-2,17) <25 m: 1,32 (0,36-4,76)	Onvoldoende: geen onderscheid tussen leukemie en andere vormen van niet-solide tumoren



Referentie	Land	Type onderzoek, bron gegevens	Criterium, bepaling	Bron blootstelling	Risicoschatting (odds ratio) Gegevens gebruikt in de meta-analyse zijn in vet aangegeven. In sommige gevallen heeft de commissie een (her)berekening uitgevoerd.	Oordeel kwaliteit
Fajardo-Gutiérrez e.a. (1993) <sup>18</sup>	Mexico	Patiënt-controle Ziekenhuis	Afstand: <200 m, ≥200 m (referentie)	Hoogspanningslijn	1,57 (0,52-4,81)	Onvoldoende: afstand gerapporteerd door ouders
Olsen e.a. (1993) <sup>19</sup>	Denemarken	Patiënt-controle Bevolking: kankerregister	Afstand: 50-60 kV <35 m 132-15 kV <75 m 220-440 kV <150 m	Hoogspanningslijn	--	Onvoldoende: geen gegevens over afstand geanalyseerd; niet relevant vanwege update in Pedersen e.a. (2014) <sup>14</sup>
Mizoue e.a. (2004) <sup>20</sup>	Japan	Alleen patiënten Ziekenhuis	Afstand: ≥50% van gebied in district ligt binnen 300 m, <50% binnen 300 m (referentie)	Hoogspanningslijn	<i>IRR</i> <i>Adres diagnose:</i> 2,2 (0,5-9,0) voor >50% vs niets 1,6 (0,5-5,1) voor <50% vs niets 3,4 (0,9-13,2) >50% vs niets 1,1 (0,3-4,7) <50% vs niets	Onvoldoende: afstand niet individueel bepaald
Feizi e.a. (2007) <sup>21</sup>	Iran	Patiënt-controle Ziekenhuis	Afstand: <500 m, ≥500 m (referentie)	Hoogspanningslijn	8,76 (1,74-58,4)	Onvoldoende: herkomst controles onduidelijk; alleen afstand meer of minder dan 500 m
Abdul Rahman e.a. (2008) <sup>22</sup>	Maleisië	Patiënt-controle Ziekenhuis	Afstand: ≤200 m, >200 m (referentie)	Hoogspanningslijn	2,30 (1,18-4,49)	Onvoldoende: geografische herkomst patiënten en controles onduidelijk
Sohrabi e.a. (2010) <sup>23</sup>	Iran	Patiënt-controle Ziekenhuis	Afstand: <400 m, <500 m, <600 m, ≥400, ≥500 m, ≥600 m (referentie)	Hoogspanningslijn	<400 m: 2,75 (1,59-4,76) <500 m: 2,67 (1,76-4,24) <600 m: 2,61 (1,73-3,94) 123 kV: 9,93 (3,47-28,28) 230 kV: 10,78 (3,75-31) 400 kV: 2,98 (0,93-9,54)	Onvoldoende: geografische herkomst patiënten en controls onduidelijk
Tabrizi e.a. (2015) <sup>24</sup>	Iran	Patiënt-controle Ziekenhuis	Afstand: <600 m, >600 m (referentie)	Hoogspanningslijn	3,65 (1,69-7,79)	Onvoldoende: alleen afstand meer of minder dan 600 m

Afkortingen: AML: acute myeloïde leukemie; ALL: acute lymfatische leukemie; IRR: incidence rate ratio; kV: kilovolt; OR: odds ratio; SIR: standardized incidence rate.



**Tabel A2.** Onderzoeken naar de relatie tussen de magneetveldsterkte en het risico op kinderleukemie

Referentie	Land	Type onderzoek, bron gegevens	Bron gegevens: originele publicatie of gepoolde analyse	Bron en bepaling blootstelling	Risicoschatting (odds ratio) Gegevens gebruikt in de meta-analyse zijn in vet aangegeven. In sommige gevallen heeft de commissie een (her) berekening uitgevoerd.	Oordeel kwaliteit
Savitz e.a. (1988) <sup>25</sup>	USA	Patiënt-controle Bevolking Kankerregistratie <15 jaar	Origineel	Alles; meting bij voordeur, slaapkamer kind, ouders laag (hoofdschakelaar uit) of hoog (hoofdschakelaar en bepaalde bronnen aan)	<i>Laag:</i> <b><math>\geq 0,2 \mu\text{T} : 1,93 (0,67-5,56)</math></b> <b><math>&lt; 0,2 \mu\text{T} : 1</math> (referentie)</b>	Voldoende
			Greenland	Alles; meting bij voordeur, slaapkamer kind, ouders	<i>Laag:</i> $> 0,3 \mu\text{T} : 3,87 (0,87-17,3)$	
London e.a. (1991) <sup>26</sup>	USA, Los Angeles County	Patiënt-controle Bevolking Kankerregistratie <11 jaar	Origineel	Alles, 24 uur in slaapkamer; laag: apparatuur uit, normaal: apparatuur aan	<i>24 uur, normaal:</i> <b><math>\geq 0,268 \mu\text{T} : 1,68 (0,71-4,00)</math></b> <b><math>0,119-0,267 \mu\text{T} : 0,94 (0,47-1,89)</math></b> $0,068-0,118 \mu\text{T} : 0,66 (0,36-1,19)$ <b><math>&lt; 0,068 \mu\text{T} : 1</math> (referentie)</b>	Voldoende
			Origineel	Alles, puntmetingen op diverse plaatsen binnen en buiten laag: apparatuur uit, normaal: apparatuur aan	<i>Punt, laag:</i> $\geq 0,125 \mu\text{T} : 1,22 (0,52-2,82)$ $0,068-0,124 \mu\text{T} : 1,37 (0,65-2,91)$ $0,032-0,067 \mu\text{T} : 1,01 (0,61-1,69)$ $< 0,032 \mu\text{T} : 1$ (referentie)	
			Greenland	Alles, 24 uur in slaapkamer, puntmetingen op diverse plaatsen binnen en buiten	<i>Normaal:</i> $> 0,3 \mu\text{T} : 1,53 (0,67-3,50)$	
Feychting & Ahlbom (1993) <sup>3</sup>	Zweden	Patiënt-controle Bevolking Kankerregistratie <16 jaar	Origineel	Hoogspanningslijnen, berekende veldsterkte	<b><math>\geq 0,2 \mu\text{T} : 2,7 (1,0-6,3)</math></b> <b><math>0,1-0,19 \mu\text{T} : 2,1 (0,6-6,1)</math></b> <b><math>&lt; 0,1 \mu\text{T} : 1</math> (referentie)</b>	Voldoende
			Origineel	Hoogspanningslijnen, berekende veldsterkte	<b><math>\geq 0,3 \mu\text{T} : 3,8 (1,4-9,3)</math></b> <b><math>0,1-0,29 \mu\text{T} : 1,5 (0,4-4,2)</math></b> <b><math>&lt; 0,1 \mu\text{T} : 1</math> (referentie)</b>	
			Origineel	4x5 min. puntmeting; laag: hoofdschakelaar uit (vnl externe bron), hoog: hoofdschakelaar aan: alle bronnen	<i>Laag:</i> $\geq 0,2 \mu\text{T} : 0,6 (0,2-1,8)$ $0,1-0,19 \mu\text{T} : 0,2 (0,0-0,9)$ $< 0,1 \mu\text{T} : 1$ (referentie)	
			Ahlbom	Hoogspanningslijnen, berekende veldsterkte	$\geq 0,4 \mu\text{T} : 3,74 (1,23-11,37)$ continu per $0,1 \mu\text{T} : 1,31 (0,98-1,73)$	
			Greenland	Hoogspanningslijnen, berekende veldsterkte	$> 0,3 \mu\text{T} : 4,44 (1,67-11,7)$	



Referentie	Land	Type onderzoek, bron gegevens	Bron gegevens: originele publicatie of gepoolde analyse	Bron en bepaling blootstelling	Risicoschatting (odds ratio) Gegevens gebruikt in de meta-analyse zijn in vet aangegeven. In sommige gevallen heeft de commissie een (her) berekening uitgevoerd.	Oordeel kwaliteit
Olsen e.a. (1993) <sup>19</sup>	Denemarken	Patiënt-controle Bevolking Kankerregistratie <15 jaar	Origineel	Hoogspanningslijnen, berekende veldsterkte	≥0,25 μT: 1,5 (0,3-6,7) 0,10-0,24 μT: 0,5 (0,1-4,3) <0,1 μT: 1 (referentie)	Voldoende Niet relevant vanwege update in Pedersen e.a. (2015) <sup>27</sup>
			Origineel	Hoogspanningslijnen, berekende veldsterkte	≥0,4 μT: 6,0 (0,8-44) 0,10-0,39 μT: 0,3 (0,0-2,0) 0,1-0,4 μT: 0,29 (0,01-2,23) (herberekend door commissie) <0,1 μT: 1 (referentie)	
			Ahlbom	Hoogspanningslijnen, berekende veldsterkte	≥0,4 μT: -- continu per 0,1 μT: 1,50 (0,85-2,65)	
Verkasalo e.a. (1993) <sup>28</sup>	Finland	Cohort Bevolking Kankerregistratie <20 jaar	Origineel	Hoogspanningslijnen, berekende veldsterkte	<i>SIR</i> ≥0,2 μT: <b>1,60 (0,32-5,40)</b> 0,01-0,19 μT: <b>0,89 (0,61-1,30)</b> <0,01 μT: 1 (referentie)	Voldoende
			Ahlbom	Hoogspanningslijnen, berekende veldsterkte	≥0,4 μT: 6,21 (0,68-56,9) continu per 0,1 μT: 1,15 (0,79-1,66)	
			Greenland	Hoogspanningslijnen, berekende veldsterkte	>0,3 μT: 2,00 (0,23-17,7)	
Linnet e.a. (1997) <sup>29</sup>	USA, deelname in Childrens Cancer Group, wonend in Illinois, Indiana, Iowa, Michigan, Minnesota, New Jersey, Ohio, Pennsylvania, of Wisconsin	Patiënt-controle Bevolking Kankerregistratie <15 jaar	Origineel: gemeten	Alles. Gewogen gemiddelde 24-uurs meting slaapkamer + puntmetingen elders	≥0,2 μT: <b>1,53 (0,91-2,56)</b> 0,1-0,199 μT: <b>1,15 (0,79-1,65)</b> 0,065-0,099 μT: 1,10 (0,81-1,50) <0,065 μT: 1 (referentie)	Voldoende
			Origineel: gemeten	Alles. Gewogen gemiddelde 24-uurs meting slaapkamer + puntmetingen elders	≥0,5 μT: 1,41 (0,48-4,09) 0,4-0,499 μT: 3,28 (1,15-9,39) 0,3-0,399 μT: 1,39 (0,72-2,72) 0,2-0,299 μT: 0,92 (0,57-1,48) 0,1-0,199 μT: 1,10 (0,83-1,48) 0,065-0,099 μT: 1,10 (0,81-1,50) <0,065 μT: 1 (referentie)	
			Berekend door commissie	Alles. Gewogen gemiddelde 24-uurs meting slaapkamer + puntmetingen elders	≥0,4 μT: <b>2,23 (0,84-6,61)</b> 0,2-0,4 μT: <b>1,36 (0,81-2,30)</b> <0,2 μT: 1 (referentie)	



Referentie	Land	Type onderzoek, bron gegevens	Bron gegevens: originele publicatie of gepoolde analyse	Bron en bepaling blootstelling	Risicoschatting (odds ratio) Gegevens gebruikt in de meta-analyse zijn in vet aangegeven. In sommige gevallen heeft de commissie een (her) berekening uitgevoerd.	Oordeel kwaliteit
Tynes & Haldorsen (1997) <sup>4</sup>	Noorwegen	Patiënt-controle Bevolking Kanker register <15 jaar	Ahlbom	Alles. Gewogen gemiddelde 24-uurs meting slaapkamer + puntmetingen elders	$\geq 0,4 \mu\text{T}$ : 3,44 (1,24-9,54) continu per 0,1 $\mu\text{T}$ : 1,30 (1,01-1,67) >0,3 $\mu\text{T}$ : 1,51 (0,92-2,49)	Voldoende
			Greenland	Alles. Gewogen gemiddelde 24-uurs meting slaapkamer + puntmetingen elders		
			Origineel	Hoogspanningslijnen, berekende jaargemiddelde veldsterkte	<b><math>\geq 0,14 \mu\text{T}</math>: 0,28 (0,01-1,88)</b> (berekend door commissie) <b><math>0,05 &lt; 0,14 \mu\text{T}</math>: 1,48 (0,64-3,46)</b> (berekend door commissie) <b><math>&lt; 0,05 \mu\text{T}</math>: 1 (referentie)</b>	
Dockerty e.a. (1998) <sup>30</sup>	Nieuw Zeeland	Patiënt-controle Bevolking Geen leeftijd gegeven	Ahlbom	Hoogspanningslijnen, berekende jaargemiddelde veldsterkte	$\geq 0,4 \mu\text{T}$ : -- continu per 0,1 $\mu\text{T}$ : 0,78 (0,50-1,23) >0,3 $\mu\text{T}$ : --	Voldoende
			Greenland	Hoogspanningslijnen, berekende jaargemiddelde veldsterkte		
Michaelis e.a. (1998) <sup>31</sup>	Duitsland	Patiënt-controle Bevolking <15 jaar	Origineel	Alles. 24-uurs metingen woon- en slaapkamer	<b><math>\geq 0,2 \mu\text{T}</math>: 3,3 (0,5-23,7)</b> <b><math>0,1 &lt; 0,2 \mu\text{T}</math>: (1,5 (0,3-7,2))</b> <b><math>&lt; 0,1 \mu\text{T}</math>: 1 (referentie)</b>	Voldoende Niet relevant vanwege update in Schüz e.a. (2001) <sup>32</sup>
			Ahlbom	Alles. 24-uurs metingen woon- en slaapkamer	$\geq 0,4 \mu\text{T}$ : -- continu per 0,1 $\mu\text{T}$ : 1,36 (0,40-4,61) >0,3 $\mu\text{T}$ : --	
			Greenland	Alles. 24-uurs metingen woon- en slaapkamer		
Green e.a. (1999) <sup>33</sup>	Canada	Patiënt-controle Bevolking Kankerregistratie <15 jaar	Origineel	Alles. 24-uur metingen slaapkamer kind & woonkamer	$\geq 0,2 \mu\text{T}$ : 2,3 (0,8-6,7) $< 0,2 \mu\text{T}$ : 1 (referentie)	Voldoende
			Ahlbom	Alles. 24-uur metingen slaapkamer kind & woonkamer	$\geq 0,4 \mu\text{T}$ : 2,00 (0,26-15,17) continu per 0,1 $\mu\text{T}$ : 1,31 (0,76-2,26) >0,3 $\mu\text{T}$ : 2,48 (0,79-7,81)	
			Greenland	Alles. 24-uur metingen slaapkamer kind & woonkamer		
Green e.a. (1999) <sup>33</sup>	Canada	Patiënt-controle Bevolking Kankerregistratie <15 jaar	Origineel	Alles, puntmeting slaapkamer kind	$\geq 0,13 \mu\text{T}$ : 1,13 (0,31-4,06) 0,07-0,12 $\mu\text{T}$ : 1,22 (0,32-4,57) 0,03-0,06 $\mu\text{T}$ : 0,94 (0,29-3,01) $< 0,03 \mu\text{T}$ : 1 (referentie)	Voldoende
			Origineel	Alles, gemiddelde puntmetingen in huis	<b><math>\geq 0,15 \mu\text{T}</math>: 1,47 (0,44-4,85)</b> 0,09-0,14 $\mu\text{T}$ : 0,75 (0,19-3,02) 0,04-0,08 $\mu\text{T}$ : 0,47 (0,12-1,89) <b><math>&lt; 0,04 \mu\text{T}</math>: 1 (referentie)</b>	



Referentie	Land	Type onderzoek, bron gegevens	Bron gegevens: originele publicatie of gepoolde analyse	Bron en bepaling blootstelling	Risicoschatting (odds ratio) Gegevens gebruikt in de meta-analyse zijn in vet aangegeven. In sommige gevallen heeft de commissie een (her) berekening uitgevoerd.	Oordeel kwaliteit
UKCCS (1999) <sup>34</sup>	UK	Patiënt-controle Bevolking Kankerregistratie <15 jaar	Origineel	Alles. Punt- en 48-uurs metingen in huis en op school	≥0,2 μT: 0,9 (0,49-1,63) 0,1-<0,2 μT: 0,78 (0,55-1,12) <0,1 μT: 1 (referentie)	Voldoende Niet relevant vanwege update in Bunch e.a. (2016) <sup>35</sup>
			Origineel	Alles. Punt- en 48-uurs metingen in huis en op school	≥0,4 μT: 1,68 (0,40-7,10) 0,2-<0,4 μT: 0,78 (0,40-1,52) 0,1-<0,2 μT: 0,78 (0,55-1,12) <0,1 μT: 1 (referentie)	
			Ahlbom	Alles. Punt- en 48-uurs metingen in huis en op school	≥0,4 μT: 1,00 (0,30-3,37) continu per 0,1 μT: 0,93 (0,69-1,25)	
McBride e.a. (1999) <sup>6</sup>	Canada	Patiënt-controle Bevolking Kankerregistratie <15 jaar	Origineel	Alles. 48-uurs persoonlijke meting; 24-uurs meting slaapkamer	≥0,5 μT: 0,89 (0,24-3,36) 0,4-<0,5 μT: 0,44 (0,11-1,80) 0,3-<0,4 μT: 1,24 (0,47-3,26) 0,2-<0,3 μT: 1,06 (0,57-1,99) 0,1-<0,2 μT: 0,70 (0,46-1,06) <0,1 μT: 1 (referentie)	Voldoende
			Origineel	Alles. 48-uurs persoonlijke meting; 24-uurs meting slaapkamer	≥0,2 μT: 1,12 (0,69-1,80) <0,2 μT: 1 (referentie)	
			Berekend door commissie	Alles. 48-uurs persoonlijke meting; 24-uurs meting slaapkamer; berekende levenslange blootstelling	<b>≥0,2 μT: 1,38 (0,84-2,26)</b> <b>&lt;0,2 μT: 1 (referentie)</b>	
			Ahlbom	Alles. 48-uurs persoonlijke meting; 24-uurs meting slaapkamer	<b>≥0,27 μT: 1,02 (0,56-1,86)</b> <b>0,15-0,27 μT: 1,02 (0,56-1,86)</b> <b>&lt;0,15 μT: 1 (referentie)</b>	
			Greenland	Alles. 48-uurs persoonlijke meting; 24-uurs meting slaapkamer	≥0,4 μT: 1,55 (0,65-3,68) continu per 0,1 μT: 1,21 (0,96-1,52) >0,3 μT: 1,42 (0,63-3,21)	
Bianchi e.a. (2000) <sup>36</sup>	Italië	Patiënt-controle Bevolking Kankerregistratie <15 jaar	Origineel	Hoogspanningslijnen. Berekening op basis van meting afstand ter plaatse	<b>&gt;0,1 μT: 4,51 (0,88-23,17)</b> 0,001-0,1: 3,29 (1,11-9,73) <b>&lt;0,001: 1 (referentie)</b>	Voldoende
			Kheifets	Hoogspanningslijnen. Berekende veldsterkte.	≥0,3 μT: --	



Referentie	Land	Type onderzoek, bron gegevens	Bron gegevens: originele publicatie of gepoolde analyse	Bron en bepaling blootstelling	Risicoschatting (odds ratio) Gegevens gebruikt in de meta-analyse zijn in vet aangegeven. In sommige gevallen heeft de commissie een (her) berekening uitgevoerd.	Oordeel kwaliteit
Schüz e.a. (2001) <sup>32</sup>	Duitsland	Patiënt-controle Bevolking Kankerregistratie <15 jaar	Origineel	Alles. 24-uurs metingen in slaap- en woonkamer	<b>≥0,4 μT: 5,94 (0,80-44,1)</b> <b>0,2-&lt;0,4 μT: 1,45 (0,67-3,14)</b> <b>0,1-&lt;0,2 μT: 1,34 (0,90-2,01)</b> <b>&lt;0,1 μT: 1 (referentie)</b>	Voldoende
			Origineel	Alles. 24-uurs metingen in slaap- en woonkamer	<b>≥0,24 μT: 1,69 (0,83-3,46)</b> <b>&lt;0,2 μT: 1 (referentie)</b>	
			Kheifets	Alles. 24-uurs metingen in slaap- en woonkamer	<b>≥0,3 μT: 3,05 (0,68-13,8)</b>	
Kabuto e.a. (2006) <sup>11</sup>	Japan	Patiënt-controle Ziekenhuis, controles bevolking ≤15 jaar	Origineel	Alles. 1 week meting in slaapkamer	<b>&gt;0,4 μT: 2,56 (0,76-8,58)</b> <b>0,2-0,4 μT: 1,12 (0,53-2,36)</b> <b>0,1-0,2 μT: 0,91 (0,50-1,63)</b> <b>&lt;0,1 μT: 1 (referentie)</b>	Voldoende
			Berekend door commissie	Alles. 1 week meting in slaapkamer	<b>&gt;0,2 μT: 1,41 (0,75-2,66)</b> <b>0,1-0,2 μT: 0,91 (0,50-1,63)</b> <b>&lt;0,1 μT: 1 (referentie)</b>	
			Kheifets	Alles. 1 week meting in slaapkamer	<b>≥0,3 μT: 1,40 (0,56-3,49)</b>	
Meija-Arangure e.a. (2007) <sup>37</sup>	Mexico	Patiënt-controle Kinderen met Down Ziekenhuis, controles zorginstellingen <16 jaar	Origineel	Alles. Puntmeting bij voordeur	<b>≥0,6 μT: 3,70 (1,05-13,00)</b> <b>0,40 -0,59 μT: 0,88 (0,15-5,10)</b> <b>≥0,4 μT: 1,42 (0,51-3,88)</b> (berekend door commissie) <b>0,101-3,99 μT: 0,94 (0,37-2,40)</b> <b>≤0,1 μT: 1 (referentie)</b>	Voldoende
			Origineel	Alles. Puntmeting bij voordeur	<b>&gt;0,1 μT: 1,20 (0,52-2,80)</b> <b>≤0,1 μT: 1 (referentie)</b>	
Kroll e.a. (2010) <sup>38</sup>	UK	Patiënt-controle Bevolking Kankerregistratie <15 jaar	Origineel	Hoogspanningslijnen. Berekend mbv 2D model en geo-coding	<b>≥0,4 μT: 2,00 (0,18-22,04)</b>	Voldoende Niet relevant vanwege update in Bunch e.a. (2016) <sup>35</sup>
			Kheifets	Hoogspanningslijnen. Berekend mbv 2D model en geo-coding	<b>≥0,3 μT: 0,98 (0,14-6,97)</b>	
Malagoli e.a. (2010) <sup>39</sup>	Italië	Patiënt-controle Bevolking Kankerregister <14 jaar	Origineel	Hoogspanningslijnen Berekend mbv 2D of 3D model en geo-coding	<b>≥0,4 μT: 2,1 (0,2-26,2)</b> <b>0,1-&lt;0,4 μT: 6,7 (0,6-78,3)</b> <b>&lt;0,1 μT: 1 (referentie)</b>	Voldoende
			Kheifets	Hoogspanningslijnen Berekend mbv 2D of 3D model en geo-coding	<b>≥0,3 μT: 2,26 (0,20-25,9)</b>	



Referentie	Land	Type onderzoek, bron gegevens	Bron gegevens: originele publicatie of gepoolde analyse	Bron en bepaling blootstelling	Risicoschatting (odds ratio) Gegevens gebruikt in de meta-analyse zijn in vet aangegeven. In sommige gevallen heeft de commissie een (her) berekening uitgevoerd.	Oordeel kwaliteit
Does e.a. (2011) <sup>40</sup>	USA	Patiënt-controle Ziekenhuis <8 jaar	Origineel	Alles, 30 min meting in de kamer met mediane magneetveldsterkte	<b>&gt;0,3 <math>\mu</math>T: 0,57 (0,14-2,36)</b>	Voldoende
Wünsch-Filho e.a. (2011) <sup>12</sup>	Brazilië	Patiënt-controle Ziekenhuis Geen leeftijdsgrens	Origineel	Alles. 24-uurs meting slaapkamer	<b><math>\geq</math>0,3 <math>\mu</math>T: 1,09 (0,33-3,61)</b> <b>0,1-&lt;0,3 <math>\mu</math>T: 0,75 (0,36-1,55)</b> <b>&lt;0,1 <math>\mu</math>T: 1 (referentie)</b>	Voldoende
Wünsch-Filho e.a. niet gepubliceerd			Kheifets	Alles. 24-uurs meting slaapkamer	$\geq$ 0,3 $\mu$ T: 1,26 (0,61-2,62)	
Bunch e.a. (2015) <sup>41</sup>	Engeland, Wales	Patiënt-controle Bevolking: kankerregistratie <15 jaar	Origineel	Hoogspanningskabels. Berekende veldsterkte (geo-coding)	>0,4 $\mu$ T: 1,15 (0,33-4,03) 0,2-0,39 $\mu$ T: 1,43 (0,20-10,47) 0,1-0,19 $\mu$ T: 0,61 (0,05-6,88) <0,1 $\mu$ T: 1 (referentie)	Voldoende
			Berekend door commissie	Hoogspanningskabels. Berekende veldsterkte (geo-coding)	<b>&gt;0,4 <math>\mu</math>T: 2,00 (0,18-22,06)</b> <b>0,2-0,39 <math>\mu</math>T: 0,92 (0,20-4,17)</b> <b>&gt;0,2 <math>\mu</math>T: 1,15 (0,32-4,15)</b> <b>0,1-0,19 <math>\mu</math>T: 0,80 (0,07-9,10)</b> <b>&lt;0,1 <math>\mu</math>T: 1 (referentie)</b>	
			Origineel	Trend, berekend	1,01 (0,91-1,12)	
Pedersen e.a. (2015) <sup>27</sup>	Denemarken	Patiënt-controle Bevolking: kankerregistratie <15 jaar 1968-2003	Origineel	Hoogspanningslijnen, hoogspanningskabels, berekend (afstandsbepaling niet gegeven)	<b><math>\geq</math>0,4 <math>\mu</math>T: 1,67 (0,51-5,46)</b> <b>0,1-0,39 <math>\mu</math>T: 0,77 (0,27-2,16)</b> <b>&lt;0,1 <math>\mu</math>T: 1 (referentie)</b>	Voldoende
			Berekend door commissie	Hoogspanningslijnen, hoogspanningskabels, berekend (afstandsbepaling niet gegeven)	<b><math>\geq</math>0,1 <math>\mu</math>T: 1,08 (0,49-2,36)</b> <b>&lt;0,1 <math>\mu</math>T: 1 (referentie)</b>	
Salvan e.a. (2015) <sup>42</sup>	Italië	Patiënt-controle Bevolking: kankerregistratie, toestemming gevraagd <11 jaar	Origineel	Alle bronnen. 24-48-uurs metingen	<b>&lt;0,2 <math>\mu</math>T: 0,79 (0,35-1,79)</b> <b>0,1-0,2: 1,87 (1,04-3,34)</b> <b><math>\leq</math>0,1: 1 (referentie)</b>	Voldoende
			Origineel	Wonen bij hoogspanningslijnen	3,65 (1,69-7,88)	





Referentie	Land	Type onderzoek, bron gegevens	Bron gegevens: originele publicatie of gepoolde analyse	Bron en bepaling blootstelling	Risicoschatting (odds ratio) Gegevens gebruikt in de meta-analyse zijn in vet aangegeven. In sommige gevallen heeft de commissie een (her) berekening uitgevoerd.	Oordeel kwaliteit
Bunch e.a. (2016) <sup>35</sup>	UK	Patiënt-controle Bevolking: kankerregistratie <15 jaar	Origineel	Hoogspanningslijnen, berekend	$\geq 0,4$ $\mu$ T: <b>0,50 (0,15-1,62)</b> <b>0,2-0,39</b> $\mu$ T: <b>0,49 (0,13-1,88)</b> $\geq 0,2$ $\mu$ T: <b>0,50 (0,20-1,21)</b> (berekend door commissie) <b>0,1-0,19</b> $\mu$ T: <b>0,74 (0,25-2,24)</b> <b>&lt;0,1</b> $\mu$ T: <b>1 (referentie)</b>	Voldoende
Kheifets e.a. (2017) <sup>43</sup>	Californië, VS	Patiënt-controle Bevolking: kankerregistratie <16 jaar	Origineel	Hoogspanningslijnen, berekend	$\geq 0,4$ $\mu$ T: <b>1,45 (0,67-3,11)</b> <b>0,2-&lt;0,4</b> $\mu$ T: <b>0,95 (0,45-2,00)</b> $\geq 0,2$ $\mu$ T: <b>1,17 (0,68-1,99)</b> (berekend door commissie) <b>0,1-&lt;0,2</b> $\mu$ T: <b>0,83 (0,47-1,44)</b> <b>&lt;0,1</b> $\mu$ T: <b>1 (referentie)</b>	Voldoende
Tomenius (1986) <sup>44</sup>	Zweden	Patiënt-controle Bevolking Kankerregistratie <19 jaar	Origineel	Alles. Meting buiten bij ingang woning	$\geq 0,3$ $\mu$ T: 0,3 <0,3: 1 (referentie)	Onvoldoende: alleen meting buiten de woning
Coghill (1996) <sup>45</sup>	UK	Patiënt-controle Bevolking Advertenties <15 jaar	Greenland Origineel	Alles. Meting buiten bij ingang woning Alles. 12-uurs metingen in slaapkamer kind	>0,3 $\mu$ T: 1,41 (0,38-5,29) Geen verschil magnetisch veld patiënten en controles	Onvoldoende: geen risicoschattingen voor categorieën magnetisch veld
Feizi e.a. (2007) <sup>21</sup>	Iran	Patiënt-controle Ziekenhuis	Greenland Origineel	Alles. 12-uurs metingen in slaapkamer kind Hoogspanningslijn	Geen OR (1 patiënt >0,3 $\mu$ T) <0,45 vs $\geq 0,45$ $\mu$ T: 3,60 (1,1-12,39)	Onvoldoende: herkomst controles onduidelijk; hoge uitval
Jirik e.a. (2012) <sup>46</sup>	Tsjechië	Patiënt-controle Ziekenhuis <15 jaar	Origineel	Alle bronnen. Metingen buitenshuis	>0,2 $\mu$ T: 0,93 (0,45-1,93) <0,2 $\mu$ T: 1 (referentie)	Onvoldoende: basispopulatie patiënten en controles niet gelijk; metingen buitenshuis
			Origineel	Alle bronnen	>0,3 $\mu$ T: 0,77 (0,34-1,75) <0,3 $\mu$ T: 1 (referentie)	



Referentie	Land	Type onderzoek, bron gegevens	Bron gegevens: originele publicatie of gepoolde analyse	Bron en bepaling blootstelling	Risicoschatting (odds ratio) Gegevens gebruikt in de meta-analyse zijn in vet aangegeven. In sommige gevallen heeft de commissie een (her) berekening uitgevoerd.	Oordeel kwaliteit
			Origineel	Alle bronnen	>0,4 $\mu$ T 0,91 (0,37-2,19) <0,4 $\mu$ T: 1 (referentie)	
Tabrizi & Bidgoli (2015) <sup>24</sup>	Iran	Patiënt-controle Ziekenhuis; <12 jaar Onduidelijk waar controles vandaan komen	Origineel	Hoogspanningslijnen. 24-48-uurs metingen	continu per 1 $\mu$ T: 0,89 (0,19-4,20)	Onvoldoende: karakterisering blootstelling en selectie controles onduidelijk

Afkortingen:  $\mu$ T: microtesla; OR: odds ratio; SIR: standardized incidence rate.

**Tabel A3.** Onderzoeken naar de relatie tussen de afstand van de woning tot hoogspanningslijnen en het risico op hersentumoren bij kinderen

Referentie	Land	Type onderzoek, bron gegevens	Criterium, bepaling	Bron blootstelling	Risicoschatting (odds ratio)	Oordeel kwaliteit
Feychting & Ahlbom (1993) <sup>3</sup>	Zweden	Patiënt-controle Bevolking: kankerregister	Afstand: 0-15 m, 51-100 m, >100 m (referentie)	Hoogspanningslijnen, 220, 400 kV	$\leq$ 50 m: 0,5 (0,0-2,8) 51-100 m: 1,4 (0,5-3,1)	Voldoende
Bunch e.a. (2014) <sup>10</sup>	Engeland, Wales	Patiënt-controle Bevolking: kankerregistratie 1962-2008	Afstand: 0-49 m, 50-99 m, 100-199 m, 200-299 m, 300-399 m, 400-499 m, 500-599 m, 600-699 m, 700-799 m, 800-899 m, 900-999 m, $\geq$ 1.000 m (referentie)	Hoog/middenspanningslijnen, 2, 275, 400 kV	<i>Gepoolde OR over gehele periode:</i> 0-199 m: 1,06 (0,84-1,35) 200-599 m: 1,09 (0,96-1,24) 600-999 m: 1,07 (0,97-1,20)	Voldoende

Afkortingen: kV: kilovolt; OR: odds ratio; SIR: standardized incidence rate.



**Tabel A4.** Onderzoeken naar de relatie tussen de magneetveldsterkte en het risico op hersentumoren bij kinderen

Referentie	Land	Type onderzoek, bron gegevens	Bron gegevens: originele publicatie of gepoolde analyse	Bron en bepaling blootstelling	Risicoschatting (odds ratio) Gegevens gebruikt in de meta-analyse zijn in vet aangegeven. In sommige gevallen heeft de commissie een (her)berekening uitgevoerd.	Oordeel kwaliteit
Feychting & Ahlbom (1993) <sup>3</sup>	Zweden	Patiënt-controle Bevolking Kankerregistratie <16 jaar	Origineel  Origineel	Hoogspanningslijnen, berekende veldsterkte	$\geq 0,2 \mu\text{T}$ : 0,7 (0,1-2,7) 0,1-0,19 $\mu\text{T}$ : 1,0 (0,2-3,8) $\leq 0,09 \mu\text{T}$ : 1,0 (referentie)  <b><math>\geq 0,3 \mu\text{T}</math>: 1,0 (0,2-3,9)</b> <b>0,1-0,29 <math>\mu\text{T}</math>: 0,7 (0,1-2,6)</b> <b><math>\leq 0,09 \mu\text{T}</math>: 1,0 (referentie)</b>	Voldoende
Olsen e.a. (1993) <sup>19</sup>	Denemarken	Patiënt-controle Bevolking Kankerregistratie <15 jaar	Origineel  Origineel	Hoogspanningslijnen, berekende veldsterkte	$\geq 0,4 \mu\text{T}$ : 6,0 (0,7-44) 0,10-0,39 $\mu\text{T}$ : 0,4 (0,1-2,8) <0,10 $\mu\text{T}$ : 1,0 (referentie)  $\geq 0,25 \mu\text{T}$ : 1,0 (0,2-5,0) 0,10-0,24 $\mu\text{T}$ : 1,0 (0,1-9,6) <0,10 $\mu\text{T}$ : 1,0 (referentie)	Voldoende Niet relevant vanwege update in Pedersen e.a. (2015) <sup>27</sup>
Verkasalo e.a. (1993) <sup>28</sup>	Finland	Cohort Bevolking Kankerregistratie <20 jaar	Origineel	Hoogspanningslijnen, berekende veldsterkte	SIR <b><math>\geq 0,2 \mu\text{T}</math>: 2,3 (0,75-5,4)</b> <b>0,01-0,19 <math>\mu\text{T}</math>: 0,85 (0,59-1,2)</b>	Voldoende
Preston-Martin e.a. (1996) <sup>47</sup>	USA, Los Angeles County	Patiënt-controle Bevolking <20 jaar	Origineel	Alles, meting buiten, voor subset 24-uurs meting binnen	Gemiddelde in slaapkamer <b>0,249-0,960 <math>\mu\text{T}</math>: 1,6 (0,6-4,5)</b> <b>0,059-0,248 <math>\mu\text{T}</math>: 1,37 (0,78-2,38)</b> (berekend door commissie) 0,107-0,248 $\mu\text{T}$ : 1,2 (0,5-2,8) 0,059-0,106 $\mu\text{T}$ : 1,5 (0,7-3,0) <b>0,010-0,058 <math>\mu\text{T}</math>: 1,0 (referentie)</b>	Voldoende
Tynes & Haldorsen (1997) <sup>4</sup>	Noorwegen	Patiënt-controle Bevolking Kanker register <15 jaar	Origineel	Hoogspanningslijnen, berekende jaargemiddelde veldsterkte	$\geq 0,14 \mu\text{T}$ : 0,7 (0,2-2,1) 0,05-<0,14 $\mu\text{T}$ : 1,9 (0,8-4,6) <b>&gt;0,05 <math>\mu\text{T}</math>: 1,25 (0,64-2,44)</b> (berekend door commissie) <b>&lt;0,05 <math>\mu\text{T}</math>: 1,0 (referentie)</b>	Voldoende



Referentie	Land	Type onderzoek, bron gegevens	Bron gegevens: originele publicatie of gepoolde analyse	Bron en bepaling blootstelling	Risicoschatting (odds ratio) Gegevens gebruikt in de meta-analyse zijn in vet aangegeven. In sommige gevallen heeft de commissie een (her)berekening uitgevoerd.	Oordeel kwaliteit
Savitz e.a. (1988) <sup>25</sup>	USA, Denver	Patiënt-controle Bevolking Kankerregistratie <15 jaar	Origineel	Alles. Meting bij voordeur, slaapkamer kind, ouder Laag (hoofdschakelaar uit) of hoog (hoofdschakelaar en bepaalde bronnen aan)	<i>Laag:</i> <b>≥0,2: 1,04 (0,22-4,82)</b> <b>&lt;0,2: 1,0 (referentie)</b> <i>Hoog:</i> ≥0,2: 0,82 (0,23-2,93)	Voldoende
UKCCS (1999) <sup>34</sup>	UK	Patiënt-controle Bevolking Kankerregistratie <15 jaar	Origineel	Alles. Punt- en 48-uurs metingen in huis en op school	≥0,4 μT: -- 0,2-<0,4: 0,70 (0,16-3,17) <0,1 μT: 1,0 (referentie)	Voldoende Niet relevant vanwege update in Bunch e.a. (2015) <sup>41</sup>
			Origineel		≥0,2 μT: 0,46 (0,11-1,86) <0,1-0,2 μT: 2,44 (1,17-5,11) <0,1 μT: 1,0 (referentie)	
Schüz e.a. (2001) <sup>48</sup>	Duitsland	Patiënt-controle Bevolking Kankerregister 0-14 jaar	Origineel	Alles. 24-uurs meting	<b>≥0,2 μT: 1,67 (0,32-8,84)</b> <b>&lt;0,2 μT: 1,0 (referentie)</b>	Voldoende
Saito e.a. (2010) <sup>49</sup>	Japan	Patiënt-controle Ziekenhuis (patiënten), bevolkingsregister (controles) 0-14 jaar	Origineel	Alles. 1 week slaapkamer + puntmetingen elders	<b>≥0,4 μT: 10,9 (1,05-113)</b> <b>0,2-0,4: 1,58 (0,25-9,83)</b> <b>0,1-0,2 μT: 0,74 (0,17-3,18)</b> <b>&lt;0,1 μT: 1,0 (referentie)</b>	Voldoende
Bunch e.a. (2015) <sup>41</sup>	Engeland, Wales	Patiënt-controle Bevolking: kankerregistratie <15 jaar	Origineel	Hoogspanningskabels. Berekende veldsterkte (geo-coding)	<b>≥4 μT: 4,28 (0,43-42,17)</b> <b>0,2-0,39 μT: 0,62 (0,05-6,93)</b> <b>0,1-0,19 μT: 1,19 (0,29-4,83)</b> <b>&lt;0,1 μT: 1,0 (referentie)</b>	Voldoende
Pedersen e.a. (2015) <sup>27</sup>	Denemarken	Patiënt-controle Bevolking: kankerregistratie <15 jaar 1968-2003	Origineel	Hoogspanningslijnen, hoogspanningskabels. Berekend (afstandsbepaling niet gegeven)	<b>≥4 μT: 1,33 (0,41-4,33)</b> <b>0,1-0,39 μT: 1,04 (0,46-2,36)</b> <b>&lt;0,1 μT: 1,0 (referentie)</b>	Voldoende
Bunch e.a. (2016) <sup>35</sup>	UK	Patiënt-controle Bevolking: kankerregistratie <15 jaar	Origineel	Hoogspanningslijnen. Berekend	<b>≥0,4 μT: 0,61 (0,18-2,06)</b> <b>0,2-0,39 μT: 0,86 (0,14-5,22)</b> <b>0,1-0,19 μT: 1,14 (0,30-4,35)</b> <b>&lt;0,1 μT: 1 (referentie)</b>	Voldoende

Afkortingen: μT: microtesla; SIR: standardized incidence rate.



**Tabel A5.** Onderzoeken naar de relatie tussen de magneetveldsterkte en lymfomen bij kinderen

Referentie	Land	Type onderzoek, bron gegevens	Bron gegevens: originele publicatie of gepoolde analyse	Bron en bepaling blootstelling	Risicoschatting (odds ratio) Gegevens gebruikt in de meta-analyse zijn in vet aangegeven.	Oordeel kwaliteit
Savitz e.a. (1988) <sup>25</sup>	USA	Patiënt-controle Bevolking Kankerregistratie <15 jaar	Origineel	Alles. Meting bij voordeur, slaapkamer kind, ouders Laag (hoofdschakelaar uit) of hoog (hoofdschakelaar en bepaalde bronnen aan)	Laag: <b>≥0,2: 2,17 (0,46-10,31)</b> <b>&lt;0,2: 1,0 (referentie)</b> Hoog: ≥0,2: 1,81 (0,48-6,88)	Voldoende
Feychting & Ahlbom (1993) <sup>3</sup>	Zweden	Patiënt-controle Bevolking Kankerregistratie <16 jaar	Origineel  Origineel	Hoogspanningslijnen. Berekende veldsterkte	≥0,3 μT: 0,9 (0,0-5,4) 0,1-0,29 μT: 1,3 (0,2-5,0) ≤0,09 μT: 1,0 (referentie)  <b>≥0,2 μT: 1,3 (0,2-5,1)</b> <b>0,1-0,19 μT: 0,9 (0,0-5,2)</b> <b>≤0,09 μT: 1,0 (referentie)</b>	Voldoende
Olsen e.a. (1993) <sup>19</sup>	Denemarken	Patiënt-controle Bevolking Kankerregistratie <15 jaar	Origineel  Origineel	Hoogspanningslijnen. Berekende veldsterkte	≥0,4 μT: 5,0 (0,3-82) 0,10-0,39 μT: 5,0 (0,7-32) <0,10 μT: 1,0 (referentie)  ≥0,25 μT: 5,0 (0,3-82) 0,10-0,24 μT: 5,0 (0,7-36) <0,10 μT: 1,0 (referentie)	Voldoende Niet relevant vanwege update in Pedersen e.a. (2015) <sup>27</sup>
Verkasalo e.a. (1993) <sup>28</sup>	Finland	Cohort Bevolking Kankerregistratie <20 jaar	Origineel	Hoogspanningslijnen. Berekende veldsterkte	SIR ≥0,2 μT: -- <b>0,01-0,19 μT: 0,91 (0,51-1,5)</b>	Voldoende
Tynes & Haldorsen (1997) <sup>4</sup>	Noorwegen	Patiënt-controle Bevolking Kanker register <15 jaar	Origineel	Hoogspanningslijnen. Berekende jaargemiddelde veldsterkte	≥0,14 μT: 2,5 (0,4-15,5) 0,05-<0,14 μT: 1,0 (0,1-8,7) <0,05 μT: 1,0 (referentie)	Voldoende
Pedersen e.a. (2015) <sup>27</sup>	Denemarken	Patiënt-controle Bevolking: kankerregistratie <15 jaar 1968-2003	Origineel	Hoogspanningslijnen, hoogspanningskabels. Berekend (afstandsbepaling niet gegeven)	<b>≥4 μT: 2,50 (0,46-13,65)</b> <b>0,1-0,39 μT: 1,25 (0,35-4,43)</b> <b>&lt;0,1 μT: 1,00 (referentie)</b>	Voldoende

Afkortingen: μT: microtesla; SIR: standardized incidence rate.



## 05 meta-analyses commissie

De commissie heeft met behulp van het programma Stata, versies 12 en 14, meta-analyses uitgevoerd met de gegevens uit de beschikbare onderzoeken van voldoende kwaliteit. Daarbij zijn random effect analyses gebruikt omdat de onderzochte populaties in de verschillende onderzoeken kunnen verschillen. In dit hoofdstuk staan de resultaten van de meta-analyses van de commissie met de gegevens over:

- kinderleukemie en afstand (§ 5.1, figuren 1 t/m 3);
- kinderleukemie en magneetveldsterkte (§ 5.2, figuren 4 t/m 7);
- hersentumoren bij kinderen en magneetveldsterkte (§ 5.3, figuur 8);
- lymfomen bij kinderen en magneetveldsterkte (§ 5.4, figuur 9).

Daarnaast heeft de commissie op deze gegevens ook metaregressie-analyses uitgevoerd om te onderzoeken of het risico toeneemt met toenemende blootstelling.

### 5.1 Kinderleukemie en afstand van de woning tot hoogspanningslijnen

Om de vergelijking met de gegevens uit de gepoolde analyse van Kheifets te kunnen maken is in de hoofdanalyse de afstand ingedeeld in de categorieën 0-50, 50-100 en 100-200 m (figuur 1), waarbij de referentiegroep voor elk onderzoek kon verschillen, maar altijd de grootste in het onder-

zoek opgenomen afstand was. Dit laatste kan tot een lichte onderschatting van de risicoschattingen hebben geleid.

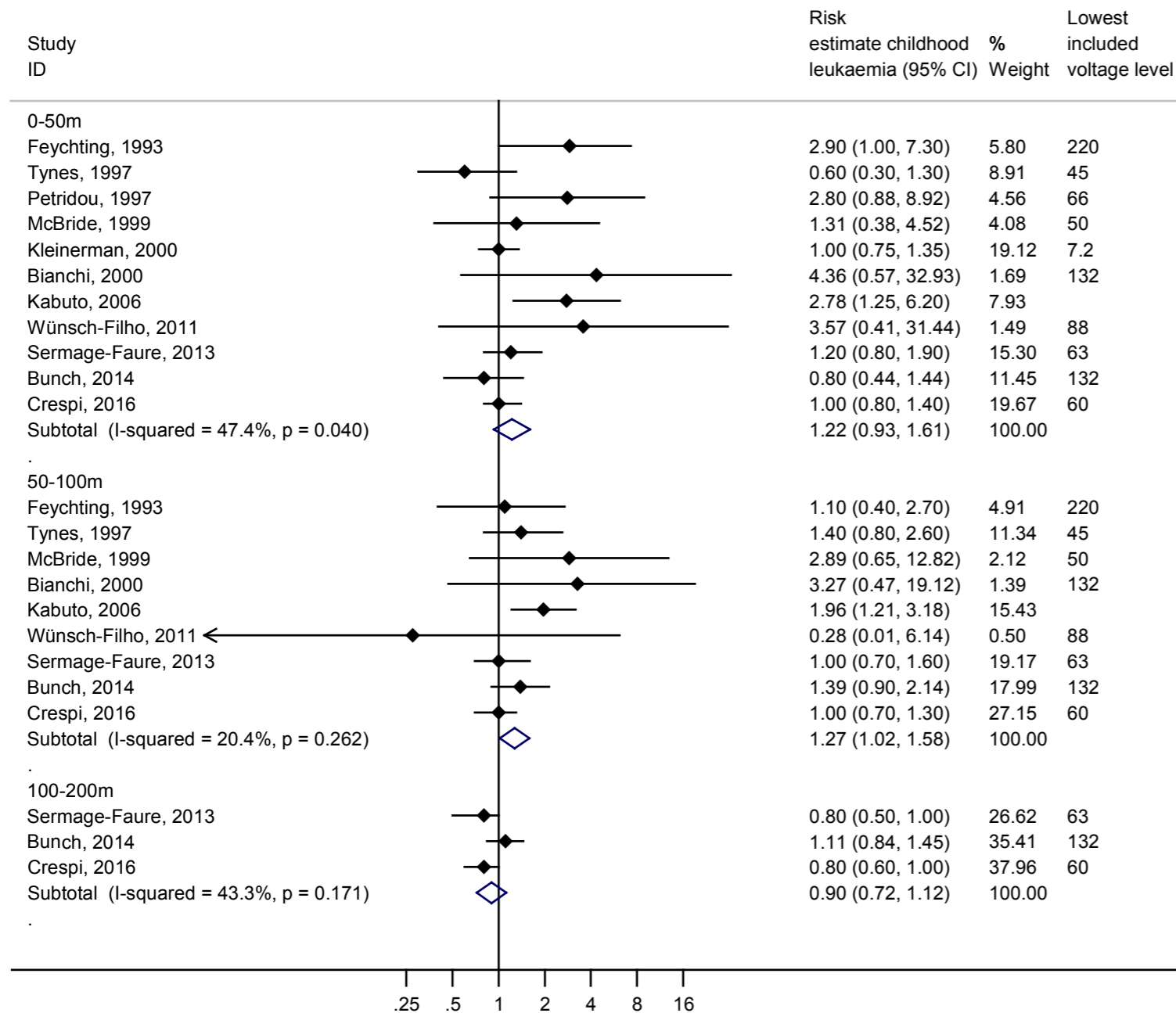
Daarnaast zijn de volgende gevoeligheidsanalyses uitgevoerd:

- de categorieën 0-50 en 50-100 m zijn samengevoegd tot een categorie 0-100 m (figuur 2);
- in de gegevens over afstanden van 0-50, 50-100 en 100-200 m zijn alleen gegevens over lijnen met voltages van 200 kV en hoger opgenomen (figuur 3).

De commissie kon twee onderzoeken uit de gepoolde analyse van Kheifets niet meenemen in haar meta-analyse.<sup>39,50</sup> De betreffende publicaties bevatten geen gegevens over afstand en het optreden van leukemie bij kinderen. Navraag bij Kheifets leerde dat die gegevens door de desbetreffende onderzoekers zelf zijn aangeleverd voor de gepoolde analyse. Die gegevens waren niet beschikbaar voor de commissie. Verder is in de meta-analyse een update opgenomen<sup>10</sup> van de gegevens van een Engels onderzoek<sup>38</sup> dat in de gepoolde analyse is opgenomen en zijn gegevens uit een publicatie over een onderzoek in Brazilië<sup>12</sup> opgenomen waarvan voor de gepoolde analyse van Kheifets alleen voorlopige resultaten beschikbaar waren.

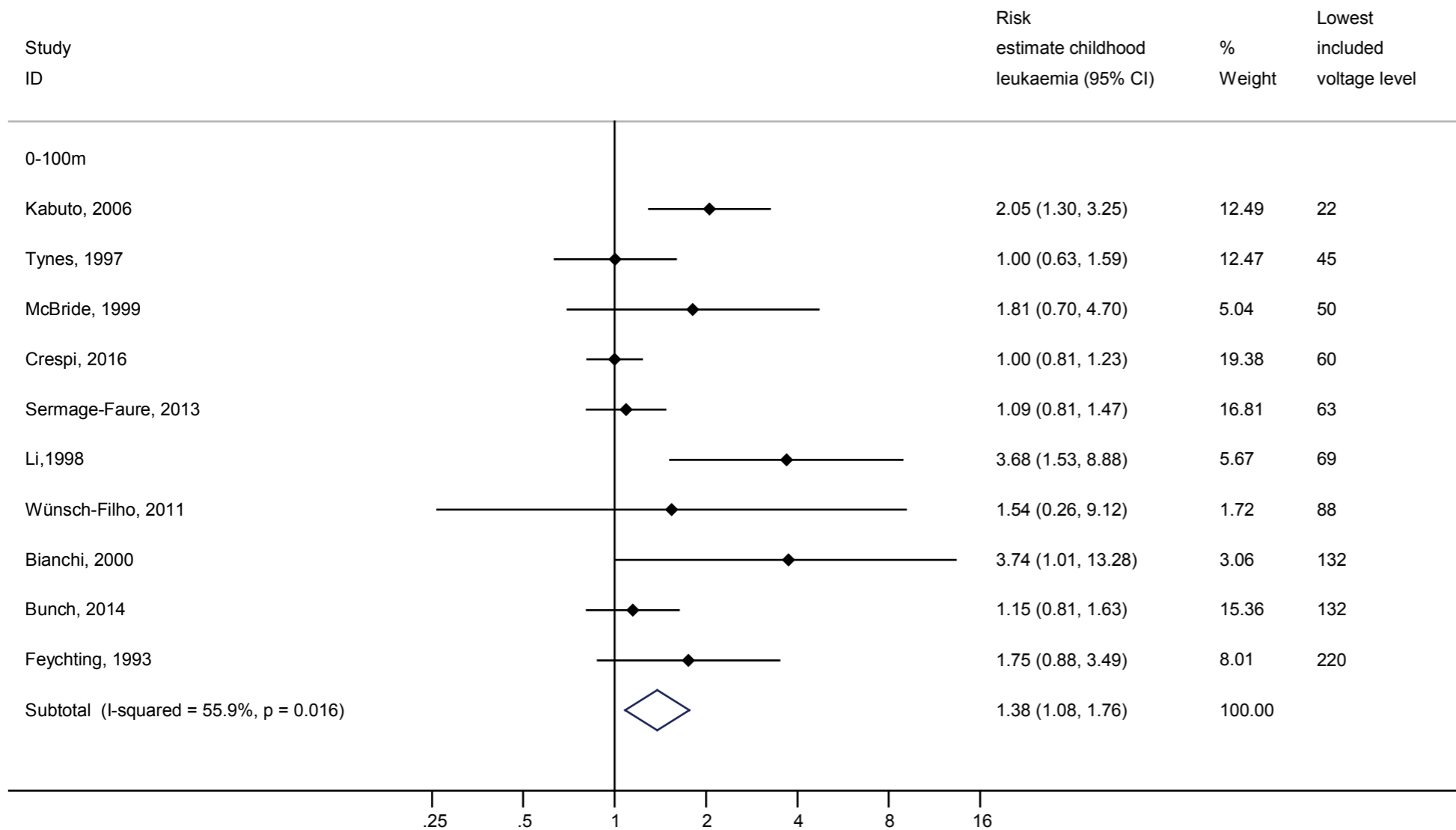
Er was onvoldoende variatie in de leeftijdscategorieën om ook een analyse naar leeftijd uit te voeren.





**Figuur 1.** Kinderleukemie: meta-analyse voor de afstandscategorieën 0-50, 50-100 en 100-200 m. Voor elk onderzoek is de risicoschatting en het 95% betrouwbaarheidsinterval aangegeven, evenals het gewicht dat elk onderzoek in de analyse heeft. Het 'subtotal' is de risicoschatting met betrouwbaarheidsinterval over alle onderzoeken in de desbetreffende categorie. Het percentage bij de factor 'I-squared' geeft een indruk van de heterogeniteit van de gegevens: hoe hoger het percentage, hoe meer variatie er is tussen de onderzoeken. Een metaregressieanalyse van deze gegevens op basis van de individuele onderzoeken geeft aan dat er geen statistisch significante blootstellings-responsrelatie is tussen de afstand van de woning tot hoogspanningslijnen en het risico op kinderleukemie; de kans om de waargenomen resultaten (of extremer) te vinden wanneer er in werkelijkheid geen effect is, is 20% (p=0,20).

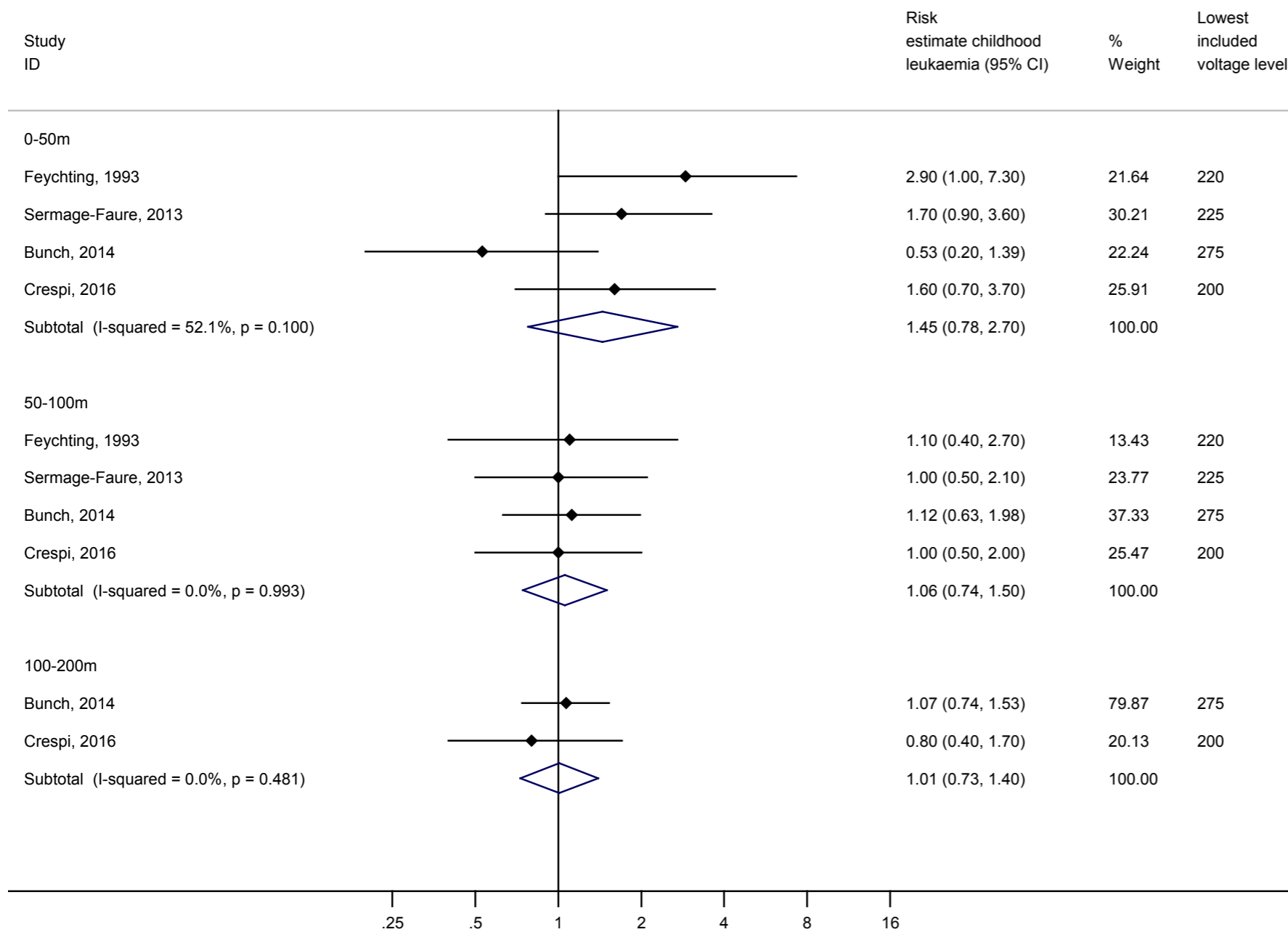




**Figuur 2.** Kinderleukemie, gevoeligheidsanalyse: meta-analyse voor een afstand van 0-100 m. Voor elk onderzoek is de risicoschatting en het 95% betrouwbaarheidsinterval aangegeven, evenals het gewicht dat elk onderzoek in de analyse heeft. Het 'subtotal' is de risicoschatting met betrouwbaarheidsinterval over alle onderzoeken in de desbetreffende categorie. Het percentage bij de factor 'I-squared' geeft een indruk van de heterogeniteit van de gegevens: hoe hoger het percentage, hoe meer variatie er is tussen de onderzoeken.







**Figuur 3.** Kinderleukemie, gevoeligheidsanalyse: meta-analyse voor de afstandscategorieën 0-50, 50-100 en 100-200 m, maar alleen gegevens over hoogspanningslijnen met voltages van 200 kV en hoger. Voor elk onderzoek is de risicoschatting en het 95% betrouwbaarheidsinterval aangegeven, evenals het gewicht dat elk onderzoek in de analyse heeft. Het 'subtotal' is de risicoschatting met betrouwbaarheidsinterval over alle onderzoeken in de desbetreffende categorie. Het percentage bij de factor 'I-squared' geeft een indruk van de heterogeniteit van de gegevens: hoe hoger het percentage, hoe meer variatie er is tussen de onderzoeken. Een metaregressieanalyse van deze gegevens op basis van de individuele onderzoeken geeft aan dat er geen statistisch significante blootstellings-responsrelatie is tussen de afstand van de woning tot hoogspanningslijnen en het risico op kinderleukemie; de kans om de waargenomen resultaten (of extremer) te vinden wanneer er in werkelijkheid geen effect is, is 30% (p=0,30).



## 5.2 Kinderleukemie en magneetveldsterkte

De hoofdanalyse was naar magneetveldsterkte met als categorieën 0,1-(0,2 of 0,3) , 0,2-0,4 en >0,3 of >0,4  $\mu\text{T}$  (figuur 4). Omdat in de verschillende onderzoeken niet altijd dezelfde categorieën zijn gebruikt heeft de commissie een groepering gekozen die zoveel mogelijk gelijkwaardige gegevens bij elkaar neemt. De referentiecategorie kon per onderzoek verschillen, maar was altijd de laagste magneetveldsterkte. Dit kan tot een lichte onderschatting van de risicoschattingen hebben geleid. Er is ook een gestratificeerde meta-analyse uitgevoerd om te onderzoeken wat het effect is van het nauwkeuriger bepalen van de blootstelling: alleen op het geboorteadres of het adres bij diagnose (lage kwaliteit) of bij alle adressen tussen geboorte en diagnose (hogere kwaliteit):

- idem als de hoofdanalyse, maar alleen onderzoeken waarin de blootstelling op meerdere woonadressen tussen geboorte en diagnose is bepaald (figuur 5);
- idem als de hoofdanalyse, maar alleen onderzoeken waarin de blootstelling op het geboorteadres of het adres bij diagnose is bepaald (figuur 6).

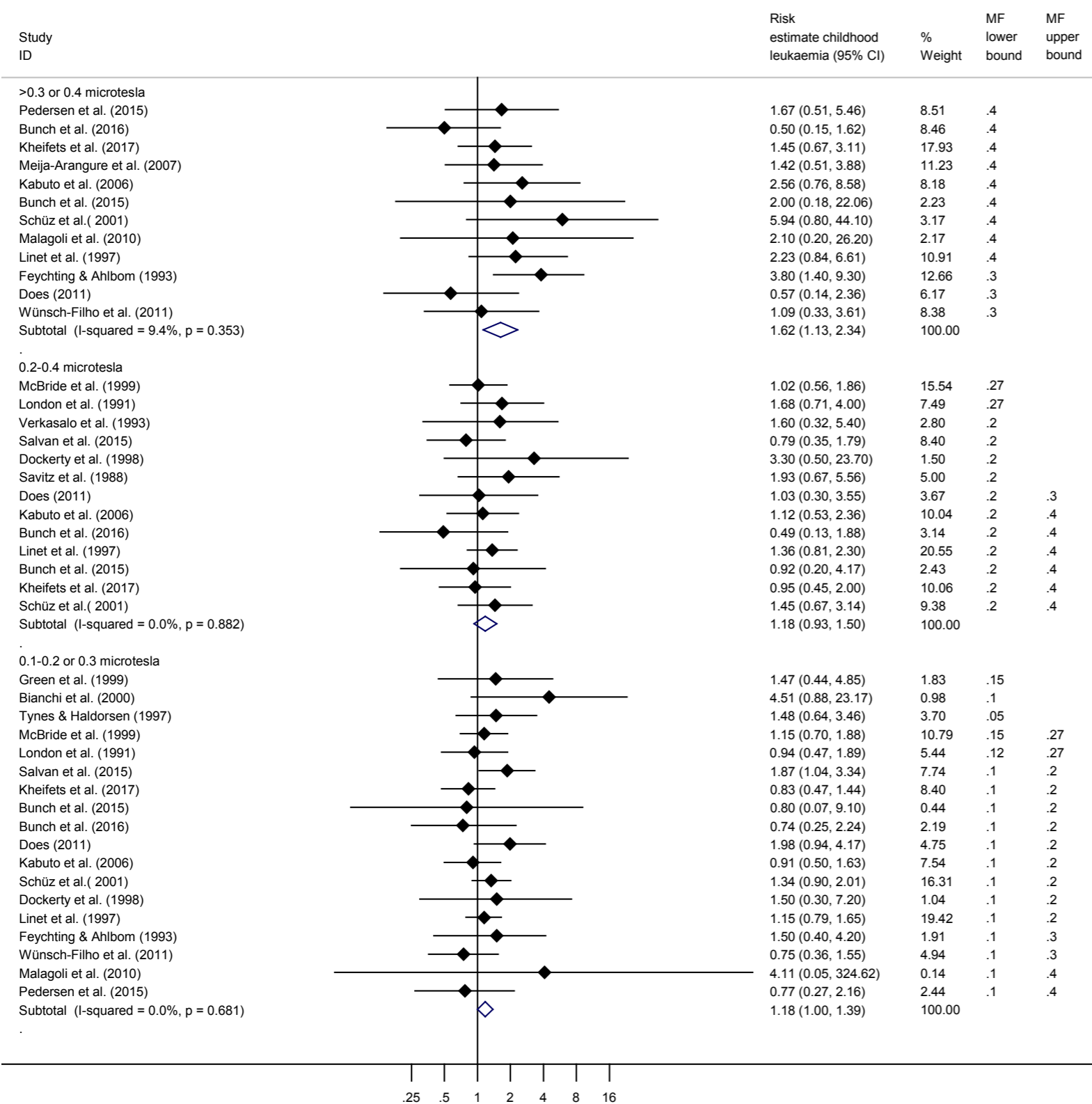
Daarnaast is de volgende gevoeligheidsanalyse uitgevoerd:

- idem als de hoofdanalyse maar alleen categorieën referentie, 0,1-0,2 en >0,2 of 0,3  $\mu\text{T}$  (figuur 7).

Er waren onvoldoende onderzoeken om een zinvolle analyse van specifieke typen leukemie of van leukemie bij jonge kinderen (0-5 jaar) uit te voeren.

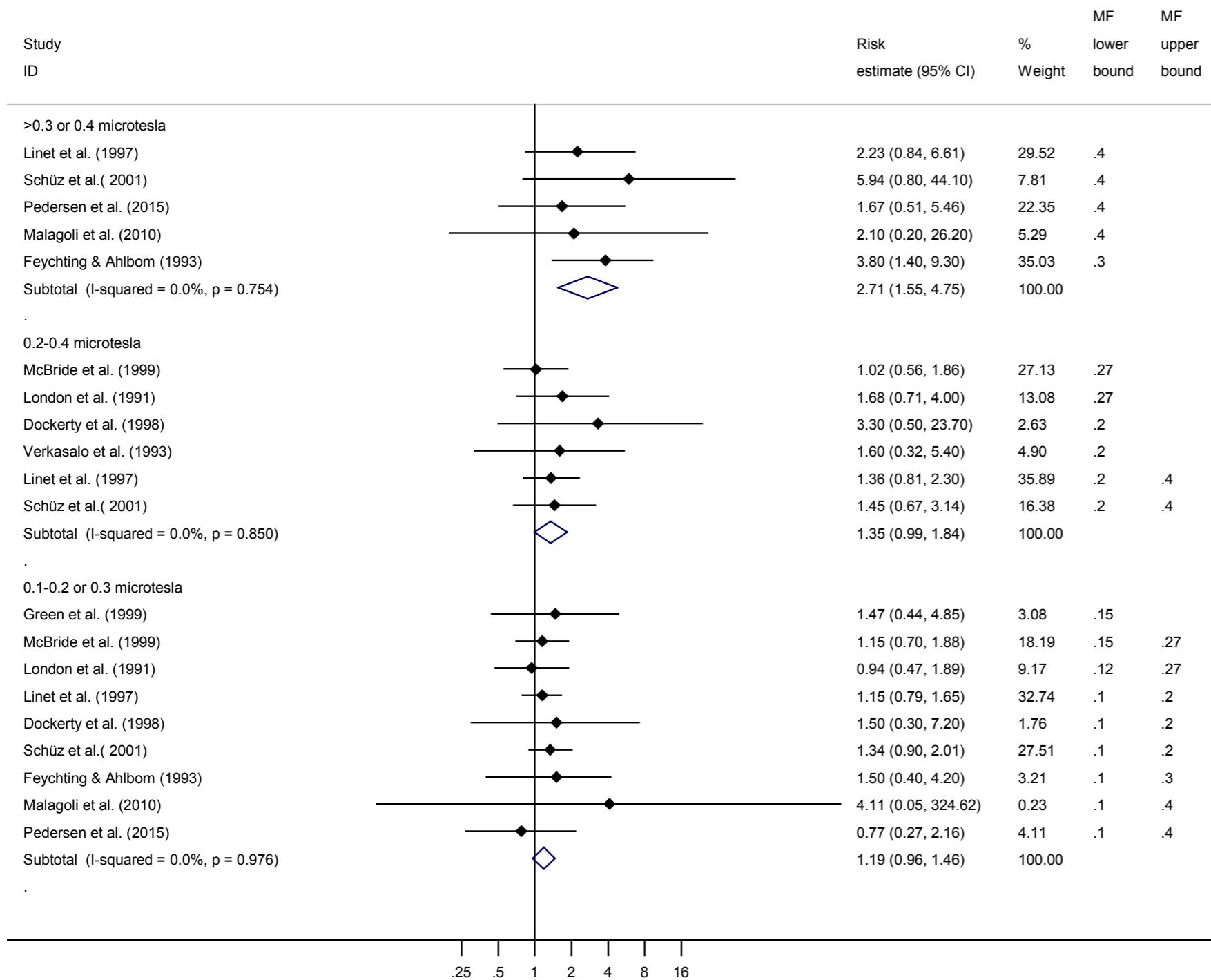
Tot slot zijn er metaregressieanalyses uitgevoerd om vast te stellen of er blootstellings-responsrelaties zijn.





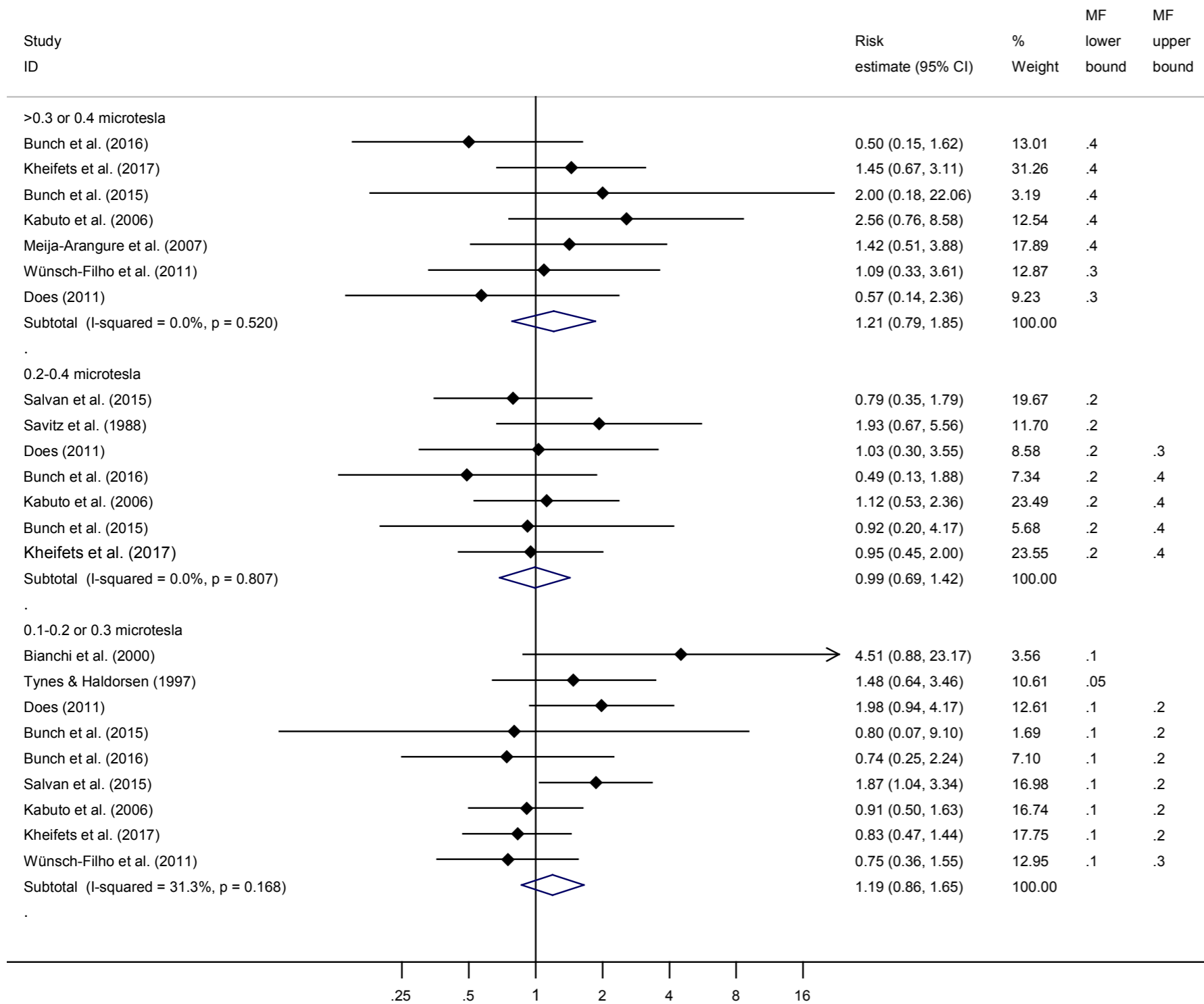
**Figuur 4.** Kinderleukemie, hoofdanalyse naar magneetveldsterkte. Voor elk onderzoek is de risicoschatting en het 95% betrouwbaarheidsinterval aangegeven, evenals het gewicht dat elk onderzoek in de analyse heeft. Het 'subtotal' is de risicoschatting met betrouwbaarheidsinterval over alle onderzoeken in de desbetreffende categorie. Het percentage bij de factor 'I-squared' geeft een indruk van de heterogeniteit van de gegevens: hoe hoger het percentage, hoe meer variatie er is tussen de onderzoeken. Een metaregressieanalyse van deze gegevens op basis van de individuele onderzoeken geeft aan dat er geen statistisch significante blootstellings-responsrelatie is tussen de magneetveldsterkte en het risico op kinderleukemie; de kans om de waargenomen resultaten (of extremer) te vinden wanneer er in werkelijkheid geen effect is, is 15% (p=0,15).





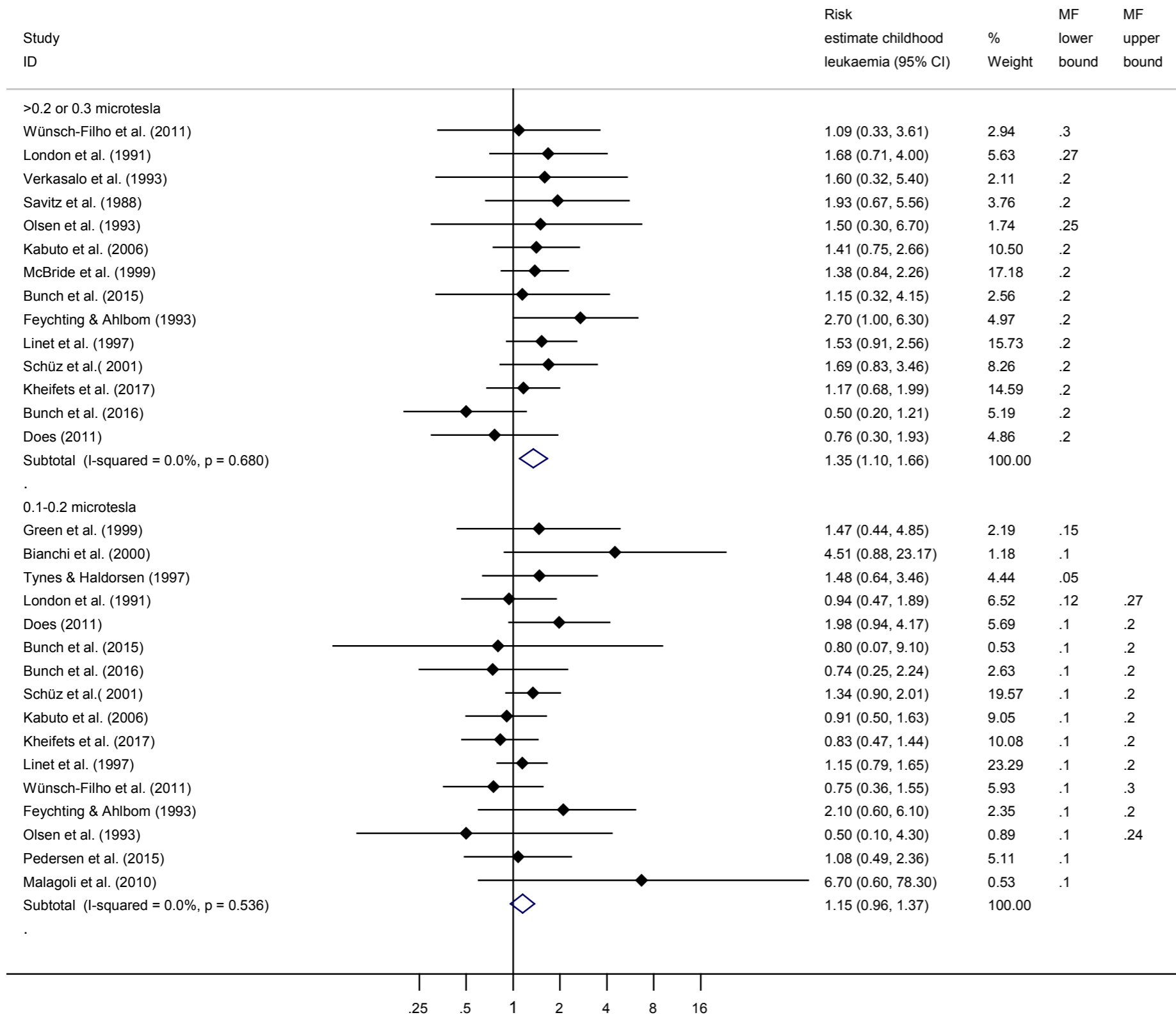
**Figuur 5.** Kinderleukemie, gevoeligheidsanalyse: idem als hoofdanalyse, maar alleen onderzoeken waarin de blootstelling op alle woonadressen tussen (of voor) geboorte en diagnose is bepaald. Voor elk onderzoek is de risicoschatting en het 95% betrouwbaarheidsinterval aangegeven, evenals het gewicht dat elk onderzoek in de analyse heeft. Het 'subtotal' is de risicoschatting met betrouwbaarheidsinterval over alle onderzoeken in de desbetreffende categorie. Het percentage bij de factor 'I-squared' geeft een indruk van de heterogeniteit van de gegevens: hoe hoger het percentage, hoe meer variatie er is tussen de onderzoeken. Een metaregressieanalyse van deze gegevens op basis van de individuele onderzoeken geeft aan dat er geen statistisch significante blootstellings-responsrelatie is tussen de magneetveldsterkte en het risico op kinderleukemie; de kans om de waargenomen resultaten (of extremer) te vinden wanneer er in werkelijkheid geen effect is, is 7% (p=0,07).





**Figuur 6.** Kinderleukemie, idem als hoofdanalyse, maar alleen onderzoeken waarin de blootstelling op het geboorteadres of het adres bij diagnose is bepaald. Voor elk onderzoek is de risicoschatting en het 95% betrouwbaarheidsinterval aangegeven, evenals het gewicht dat elk onderzoek in de analyse heeft. Het 'subtotal' is de risicoschatting met betrouwbaarheidsinterval over alle onderzoeken in de desbetreffende categorie. Het percentage bij de factor 'I-squared' geeft een indruk van de heterogeniteit van de gegevens: hoe hoger het percentage, hoe meer variatie er is tussen de onderzoeken.





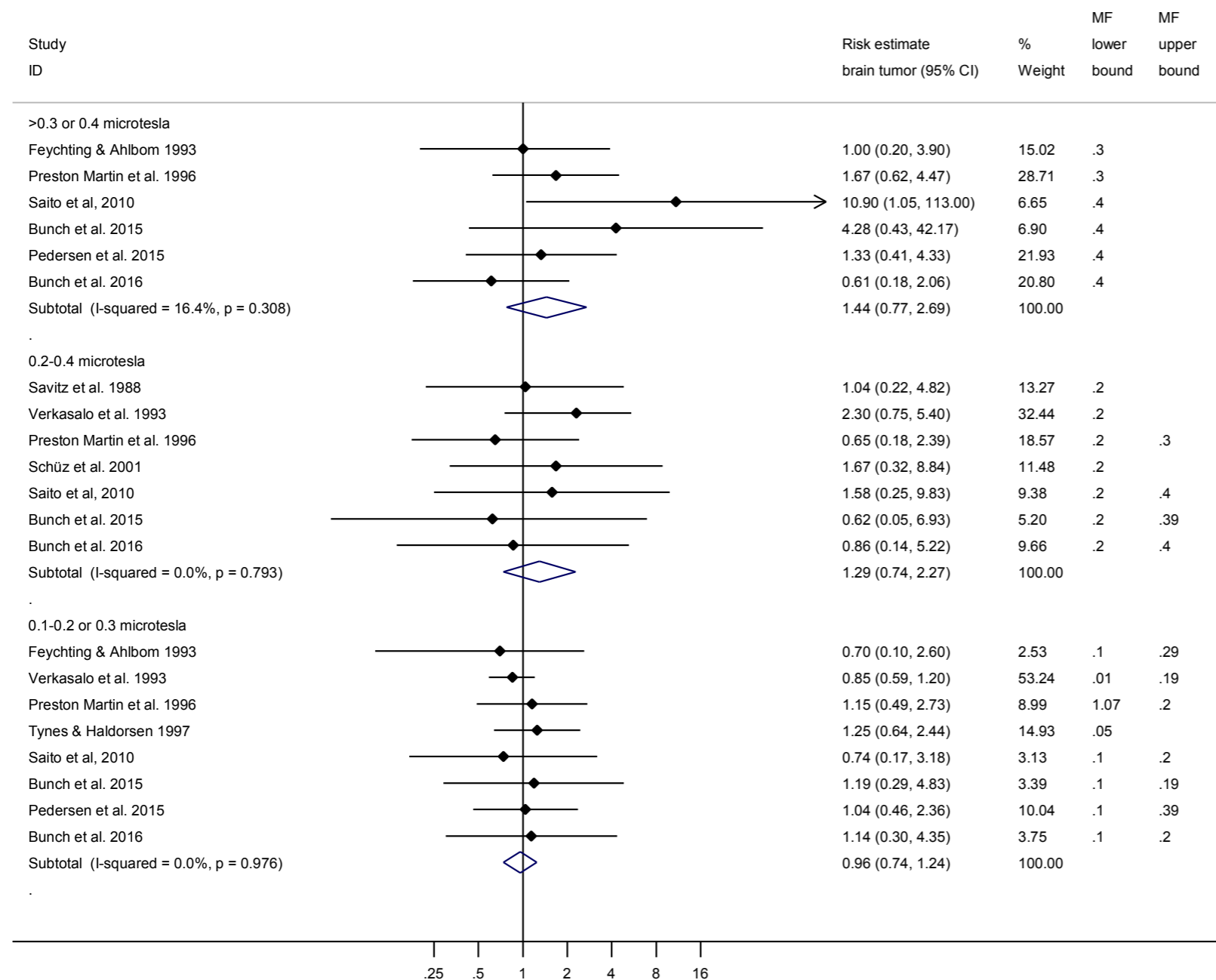
**Figuur 7.** Kinderleukemie, idem als hoofd-analyse maar alleen categorieën 0,1-0,2 en >0,2 of 0,3 µT. Voor elk onderzoek is de risicoschatting en het 95% betrouwbaarheidsinterval aangegeven, evenals het gewicht dat elk onderzoek in de analyse heeft. Het 'subtotal' is de risicoschatting met betrouwbaarheidsinterval over alle onderzoeken in de desbetreffende categorie. Het percentage bij de factor 'I-squared' geeft een indruk van de heterogeniteit van de gegevens: hoe hoger het percentage, hoe meer variatie er is tussen de onderzoeken.



### 5.3 Hersentumoren bij kinderen en magneetveldsterkte

De analyse was naar magneetveldsterkte met als categorieën 0,1-(0,2 of 0,3) µT, 0,2-0,4 en meer dan 0,3 of 0,4 µT (figuur 8). Omdat in de verschillende onderzoeken niet altijd dezelfde categorieën zijn gebruikt heeft de

commissie een groepering gekozen die zoveel mogelijk gelijkwaardige gegevens bij elkaar neemt. De referentiecategorie kon per onderzoek verschillen, maar was altijd de laagste magneetveldsterkte. Dit kan tot een lichte onderschatting van de risicoschattingen hebben geleid.



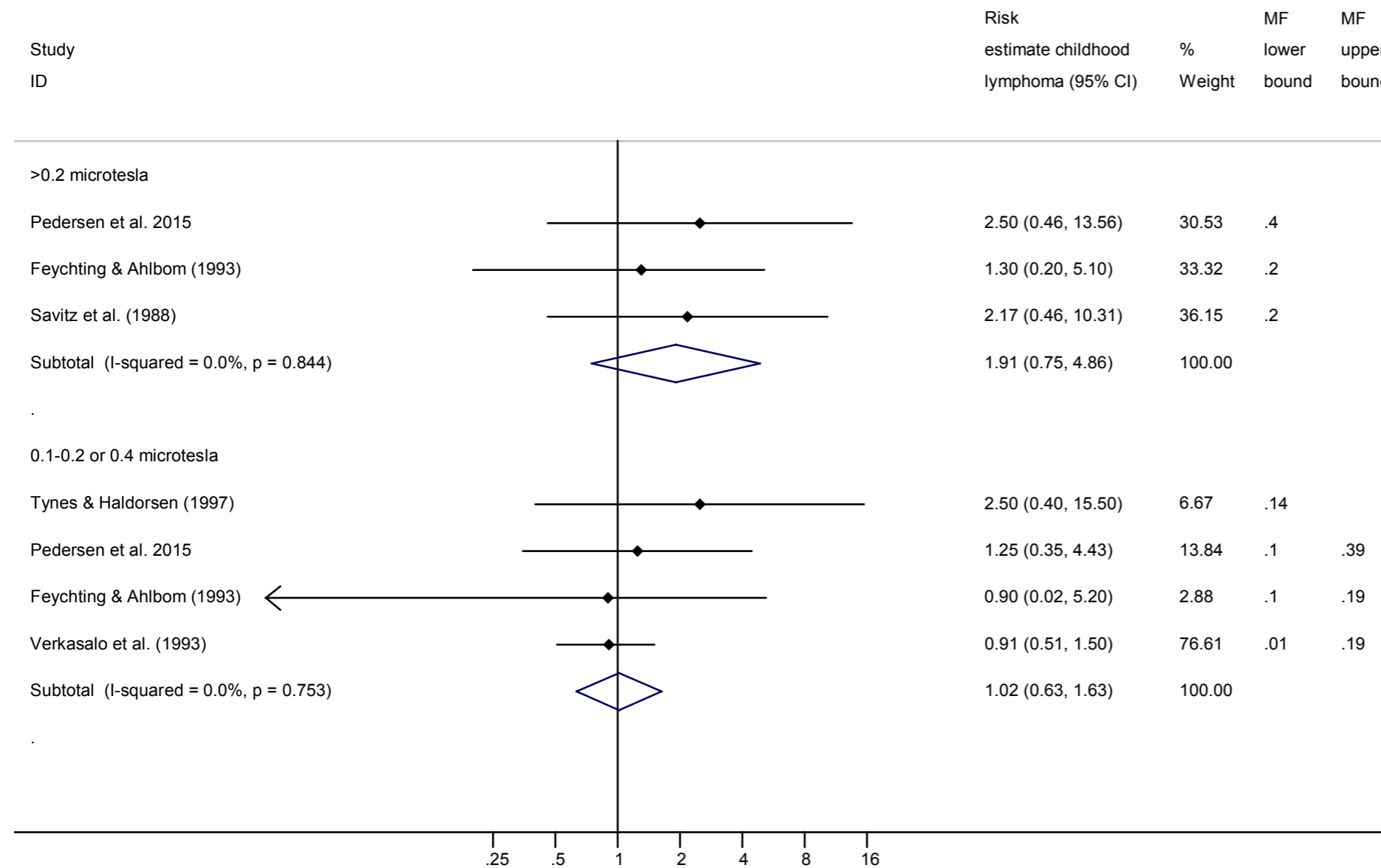
**Figuur 8.** Hersentumoren bij kinderen, hoofdanalyse naar magneetveldsterkte. Voor elk onderzoek is de risicoschatting en het 95% betrouwbaarheidsinterval aangegeven, evenals het gewicht dat elk onderzoek in de analyse heeft. Het 'subtotal' is de risicoschatting met betrouwbaarheidsinterval over alle onderzoeken. Het percentage bij de factor 'I-squared' geeft een indruk van de heterogeniteit van de gegevens: hoe hoger het percentage, hoe meer variatie er is tussen de onderzoeken. Een metaregressieanalyse van deze gegevens op basis van de individuele onderzoeken geeft aan dat er geen statistisch significante blootstellingsresponsrelatie is tussen de magneetveldsterkte en het risico op hersentumoren bij kinderen; de kans om de waargenomen resultaten (of extremer) te vinden wanneer er in werkelijkheid geen effect is, is 8% (p=0,08).



### 5.4 Lymfomen bij kinderen en magneetveldsterkte

De analyse was naar magneetveldsterkte met als categorieën 0,01 tot 0,2 of 0,1 tot 0,4 µT en meer dan 0,2 µT (figuur 9). Omdat in de verschillende onderzoeken niet altijd dezelfde categorieën zijn gebruikt heeft de

commissie een groepering gekozen die zoveel mogelijk gelijkwaardige gegevens bij elkaar neemt. De referentiecategorie kon per onderzoek verschillen, maar was altijd de laagste magneetveldsterkte. Dit kan tot een lichte onderschatting van de risicoschattingen hebben geleid.



**Figuur 9.** Lymfomen bij kinderen, analyse naar magneetveldsterkte. Voor elk onderzoek is de risicoschatting en het 95% betrouwbaarheidsinterval aangegeven, evenals het gewicht dat elk onderzoek in de analyse heeft. Het ‘subtotal’ is de risicoschatting met betrouwbaarheidsinterval over alle onderzoeken in de desbetreffende categorie. Het percentage bij de factor ‘I-squared’ geeft een indruk van de heterogeniteit van de gegevens: hoe hoger het percentage, hoe meer variatie er is tussen de onderzoeken. Een meta-regressieanalyse van deze gegevens op basis van de individuele onderzoeken geeft aan dat er geen statistisch significante blootstellings-responsrelatie is tussen de magneetveldsterkte en lymfomen bij kinderen; de kans om de waargenomen resultaten (of extremer) te vinden wanneer er in werkelijkheid geen effect is, is 18% (p=0,18).





## 06 criteria voor bewijskracht voor oorzakelijk verband

Voor het beoordelen van de sterkte van de bewijskracht voor een oorzakelijk verband hanteert de commissie de systematiek van het Amerikaanse Environmental Protection Agency (EPA), die onderstaande classificaties gebruikt.<sup>51</sup>

**Tabel A6.** Classificatie van de bewijskracht voor een oorzakelijk verband volgens EPA<sup>51</sup>

Bewijskracht voor oorzakelijk verband	Beschrijving bijbehorend bewijsmateriaal
Oorzakelijk verband bewezen	Het verband blijkt uit consistente bevindingen uit meerdere onderzoeken van hoge kwaliteit van diverse onderzoeksgroepen, waarin de invloed van toeval, verstoring en vertekening redelijkerwijs is uit te sluiten. Onderzoeken die daaraan voldoen zijn gecontroleerde blootstellingsonderzoeken met mensen of observationele onderzoeken met mensen ondersteund door aanvullend bewijsmateriaal uit dierexperimenten en/of onderzoek naar werkingsmechanismen.
Oorzakelijk verband waarschijnlijk	Het verband blijkt uit uit meerdere onderzoeken van hoge kwaliteit, waarvan de resultaten niet kunnen worden verklaard door toeval, verstoring of vertekening, maar waarin onzekerheden blijven. Bijvoorbeeld, observationele onderzoeken tonen verbanden aan die mogelijk het gevolg zijn van blootstelling aan andere agentia of die onvoldoende worden ondersteund door aanvullend bewijsmateriaal uit dierexperimenten en/of onderzoek naar werkingsmechanismen. Of er is sprake van bewijsmateriaal uit meerdere dierexperimenten van verschillende onderzoeksgroepen, dat niet wordt ondersteund door humane gegevens.
Aanwijzingen voor oorzakelijk verband	Het bewijsmateriaal is beperkt en de invloed van toeval, verstoring en vertekening is niet uit te sluiten. Bijvoorbeeld ten minste één epidemiologisch onderzoek van goede kwaliteit laat een associatie zien of ten minste één dierexperimenteel onderzoek van goede kwaliteit laat een effect zien dat relevant is voor de mens. Is er meer bewijsmateriaal, doorgaans uit onderzoeken van wisselende kwaliteit, dan ondersteunt het in het algemeen een oorzakelijk verband, maar is het niet geheel consistent.
Uitspraak over oorzakelijk verband niet mogelijk	Er is onvoldoende onderzoek uitgevoerd. De kwaliteit en de zeggingskracht van uitgevoerde onderzoeken zijn onvoldoende of de uitkomsten spreken elkaar tegen.
Oorzakelijk verband onwaarschijnlijk	Verschillende, goed uitgevoerde onderzoeken, die het hele palet van voor mensen relevante blootstellingsniveaus afdekken en die hoogrisicogroepen en levensstadia mee in beschouwing nemen, laten consistent geen effect zien bij welk blootstellingsniveau dan ook.



## literatuur

- <sup>1</sup> WHO - World Health Organization. *Extremely low frequency fields*. Environmental Health Criteria 238 ed. Geneva: World Health Organization; 2007.
- <sup>2</sup> SCENHIR - Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks. *Potential health effects of exposure to electromagnetic fields (EMF)*. Brussels, European Commission; 2015; [https://ec.europa.eu/health/sites/health/files/scientific\\_committees/emerging/docs/scenihir\\_o\\_041.pdf](https://ec.europa.eu/health/sites/health/files/scientific_committees/emerging/docs/scenihir_o_041.pdf), geraadpleegd 03-11-2017.
- <sup>3</sup> Feychting M, Ahlbom A. *Magnetic-fields and cancer in children residing near Swedish high-voltage power-lines*. Am J Epidemiol 1993; 138(7): 467-81.
- <sup>4</sup> Tynes T, Haldorsen T. *Electromagnetic fields and cancer in children residing near norwegian high-voltage power lines*. Am J Epidemiol 1997; 145(3): 219-26.
- <sup>5</sup> Li CY, Lee WC, Lin RS. *Risk of leukemia in children living near high-voltage transmission lines*. J Occup Environ Med 1998; 40(2): 144-7.
- <sup>6</sup> McBride ML, Gallagher RP, Theriault G, Armstrong BG, Tamaro S, Spinelli JJ, e.a. *Power-frequency electric and magnetic fields and risk of childhood leukemia in Canada*. Am J Epidemiol 1999; 149(9): 831-42.
- <sup>7</sup> Bianchi N, Crosignani P, Rovelli A, Tittarelli A, Carnelli CA, Rossitto F, e.a. *Overhead electricity power lines and childhood leukemia: a registry-based, case-control study*. Tumori 2000; 86(3): 195-8.
- <sup>8</sup> Kleieman RA, Kaune WT, Hatch EE, Wacholder S, Linet MS, Robison LL, e.a. *Are children living near high-voltage power lines at increased risk of acute lymphoblastic leukemia?* Am J Epidemiol 2000; 151(5): 512-5.
- <sup>9</sup> UK Childhood Cancer Study Investigators. *Childhood cancer and residential proximity to power lines*. Br J Cancer 2000; 83(11): 1573-80.
- <sup>10</sup> Bunch KJ, Keegan TJ, Swanson J, Vincent TJ, Murphy MF. *Residential distance at birth from overhead high-voltage powerlines: childhood cancer risk in Britain 1962-2008*. Br J Cancer 2014; 110(5): 1402-8.
- <sup>11</sup> Kabuto M, Nitta H, Yamamoto S, Yamaguchi N, Akiba S, Honda Y, e.a. *Childhood leukemia and magnetic fields in Japan: a case-control study of childhood leukemia and residential power-frequency magnetic fields in Japan*. Int J Cancer 2006; 119(3): 643-50.
- <sup>12</sup> Wünsch-Filho V, Pelissari DM, Barbieri FE, Sant'Anna L, de Oliveira CT, de Mata JF, e.a. *Exposure to magnetic fields and childhood acute lymphocytic leukemia in Sao Paulo, Brazil*. Cancer Epidemiol 2011; 35(6): 534-9.
- <sup>13</sup> Sermage-Faure C, Demoury C, Rudant J, Goujon-Bellec S, Guyot-Goubin A, Deschamps F, e.a. *Childhood leukaemia close to high-voltage power lines--the Geocap study, 2002-2007*. Br J Cancer 2013; 108(9): 1899-906.



- <sup>14</sup> Pedersen C, Raaschou-Nielsen O, Rod NH, Frei P, Poulsen AH, Johansen C, e.a. *Distance from residence to power line and risk of childhood leukemia: a population-based case-control study in Denmark.* Cancer Causes Control 2014; 25(2): 171-7.
- <sup>15</sup> Crespi CM, Vergara XP, Hooper C, Oksuzyan S, Wu S, Cockburn M, e.a. *Childhood leukaemia and distance from power lines in California: a population-based case-control study.* Br J Cancer 2016; 115(1): 122-8.
- <sup>16</sup> Coleman MP, Bell CM, Taylor HL, Primic-Zakelj M. *Leukaemia and residence near electricity transmission equipment: a case-control study.* Br J Cancer 1989; 60(5): 793-8.
- <sup>17</sup> Myers A, Clayden AD, Cartwright RA, Cartwright SC. *Childhood cancer and overhead powerlines: a case-control study.* Br J Cancer 1990; 62(6): 1008-14.
- <sup>18</sup> Fajardo-Gutierrez A, Garduno-Espinosa J, Yamamoto-Kimura L, Hernandez-Hernandez DM, Gomez-Delgado A, Mejia-Arangure M, e.a. *[Residence close to high-tension electric power lines and its association with leukemia in children].* Bol Med Hosp Infant Mex 1993; 50(1): 32-8.
- <sup>19</sup> Olsen JH, Nielsen A, Schulgen G. *Residence near high-voltage facilities and risk of cancer in children.* Br Med J 1993; 307(6909): 891-5.
- <sup>20</sup> Mizoue T, Onoe Y, Moritake H, Okamura J, Sokejima S, Nitta H. *Residential proximity to high-voltage power lines and risk of childhood hematological malignancies.* J Epidemiol 2004; 14(4): 118-23.
- <sup>21</sup> Feizi AA, Arabi MA. *Acute childhood leukemias and exposure to magnetic fields generated by high voltage overhead power lines - a risk factor in Iran.* Asian Pac J Cancer Prev 2007; 8(1): 69-72.
- <sup>22</sup> Abdul Rahman HI, Shah SA, Alias H, Ibrahim HM. *A case-control study on the association between environmental factors and the occurrence of acute leukemia among children in Klang Valley, Malaysia.* Asian Pac J Cancer Prev 2008; 9(4): 649-52.
- <sup>23</sup> Sohrabi MR, Tarjoman T, Abadi A, Yavari P. *Living near overhead high voltage transmission power lines as a risk factor for childhood acute lymphoblastic leukemia: a case-control study.* Asian Pac J Cancer Prev 2010; 11(2): 423-7.
- <sup>24</sup> Tabrizi MM, Bidgoli SA. *Increased risk of childhood acute lymphoblastic leukemia (ALL) by prenatal and postnatal exposure to high voltage power lines: a case control study in Isfahan, Iran.* Asian Pac J Cancer Prev 2015; 16(6): 2347-50.
- <sup>25</sup> Savitz DA, Wachtel H, Barnes FA, John EM, Tvrdik JG. *Case-control study of childhood cancer and exposure to 60-Hz magnetic fields.* Am J Epidemiol 1988; 128(1): 21-38.
- <sup>26</sup> London SJ, Thomas DC, Bowman JD, Sobel E, Cheng TC, Peters JM. *Exposure to residential electric and magnetic-fields and risk of childhood leukemia.* Am J Epidemiol 1991; 134(9): 923-37.
- <sup>27</sup> Pedersen C, Johansen C, Schüz J, Olsen JH and Raaschou-Nielsen O. *Residential exposure to extremely low-frequency magnetic fields and*



- risk of childhood leukaemia, CNS tumour and lymphoma in Denmark.* Br J Cancer 2015; 113(9): 1370-4.
- <sup>28</sup> Verkasalo P, Pukkala E, Hongisto MY, Valjus JE, Jarvinen PJ, Heikkila KV, e.a. *Risk of cancer in Finnish children living close to power lines.* Br Med J 1993; 307: 895-9.
- <sup>29</sup> Linet MS, Hatch EE, Kleinerman RA, Robinson LL, Kaune WT, Friedman DR, e.a. *Residential exposure to magnetic fields and acute lymphoblastic leukemia in children.* New Eng J Med 1997; 337: 1-7.
- <sup>30</sup> Dockerty JD, Elwood JM, Skegg DC, Herbison GP. *Electromagnetic field exposures and childhood cancers in New Zealand.* Cancer Causes Control 1998; 9(3): 299-309.
- <sup>31</sup> Michaelis J, Schüz J, Meinert R, Zemmann E, Grigat JP, Kaatsch P, e.a. *Combined risk estimates for two German population-based case-control studies on residential magnetic fields and childhood acute leukemia.* Epidemiology 1998; 9: 92-4.
- <sup>32</sup> Schüz J, Grigat JP, Brinkmann K, Michaelis J. *Residential magnetic fields as a risk factor for childhood acute leukaemia: results from a German population-based case-control study.* Int J Cancer 2001; 91(5): 728-35.
- <sup>33</sup> Green LM, Miller AB, Villeneuve PJ, Agnew DA, Greenberg ML, Li J, e.a. *A case-control study of childhood leukemia in southern Ontario, Canada, and exposure to magnetic fields in residences.* Int J Cancer 1999; 82: 161-70.
- <sup>34</sup> UK Childhood Cancer Study Investigators. *Exposure to power-frequency magnetic fields and the risk of childhood cancer.* Lancet 1999; 354(9194): 1925-31.
- <sup>35</sup> Bunch KJ, Swanson J, Vincent TJ, Murphy MF. *Epidemiological study of power lines and childhood cancer in the UK: further analyses.* J Radiol Prot 2016; 36(3): 437-55.
- <sup>36</sup> Bianchi N, Crognani P, Rovelli A, Tittarelli A, Carnelli CA, Rossitto F, e.a. *Overhead electricity power lines and childhood leukemia: a registry-based, case-control study.* Tumori 2000; 86: 195-8.
- <sup>37</sup> Mejia-Arangure JM, Fajardo-Gutierrez A, Perez-Saldivar ML, Gorodezky C, Martinez-Avalos A, Romero-Guzman L, e.a. *Magnetic fields and acute leukemia in children with Down syndrome.* Epidemiology 2007; 18(1): 158-61.
- <sup>38</sup> Kroll ME, Swanson J, Vincent TJ, Draper GJ. *Childhood cancer and magnetic fields from high-voltage power lines in England and Wales: a case-control study.* Br J Cancer 2010; 103(7): 1122-7.
- <sup>39</sup> Malagoli C, Fabbi S, Teggi S, Calzari M, Poli M, Ballotti E, e.a. *Risk of hematological malignancies associated with magnetic fields exposure from power lines: a case-control study in two municipalities of northern Italy.* Environ Health 2010; 9: 16.
- <sup>40</sup> Does M, Scelo G, Metayer C, Selvin S, Kavet R, Buffler P. *Exposure to electrical contact currents and the risk of childhood leukemia.* Radiat Res 2011; 175(3): 390-6.



- <sup>41</sup> Bunch KJ, Swanson J, Vincent TJ, Murphy MF. *Magnetic fields and childhood cancer: an epidemiological investigation of the effects of high-voltage underground cables*. J Radiol Prot 2015; 35(3): 695-705.
- <sup>42</sup> Salvan A, Ranucci A, Lagorio S, Magnani C, Group SR. *Childhood leukemia and 50 Hz magnetic fields: findings from the Italian SETIL case-control study*. Int J Environ Res Public Health 2015; 12(2): 2184-204.
- <sup>43</sup> Kheifets L, Crespi CM, Hooper C, Cockburn M, Amoon AT, Vergara XP. *Residential magnetic fields exposure and childhood leukemia: a population-based case-control study in California*. Cancer Causes Control 2017.
- <sup>44</sup> Tomenius L. *50-Hz electromagnetic environment and the incidence of childhood tumors in Stockholm County*. Bioelectromagnetics 1986; 7(2): 191-207.
- <sup>45</sup> Coghill RW, Steward J, Philips A. *Extra low frequency electric and magnetic fields in the bedplace of children diagnosed with leukaemia: a case-control study*. Eur J Cancer Prev 1996; 5(3): 153-8.
- <sup>46</sup> Jirik V, Pekarek L, Janout V, Tomaskova H. *Association between childhood leukaemia and exposure to power-frequency magnetic fields in Middle Europe*. Biomed Environ Sci 2012; 25(5): 597-601.
- <sup>47</sup> Preston MS, Navidi W, Thomas D, Lee PJ, Bowman J, Pogoda J. *Los Angeles study of residential magnetic fields and childhood brain tumors*. Am J Epidemiol 1996; 143(2): 105-19.
- <sup>48</sup> Schüz J, Kaletsch U, Kaatsch P, Meinert R, Michaelis J. *Risk factors for pediatric tumors of the central nervous system: results from a German population-based case-control study*. Med Pediatr Oncol 2001; 36(2): 274-82.
- <sup>49</sup> Saito T, Nitta H, Kubo O, Yamamoto S, Yamaguchi N, Akiba S, e.a. *Power-frequency magnetic fields and childhood brain tumors: a case-control study in Japan*. J Epidemiol 2010; 20(1): 54-61.
- <sup>50</sup> Lowenthal RM, Tuck DM, Bray IC. *Residential exposure to electric power transmission lines and risk of lymphoproliferative and myeloproliferative disorders: a case-control study*. Intern Med J 2007; 37(9): 614-9.
- <sup>51</sup> Owens EO, Patel MM, Kirrane E, Long TC, Brown J, Cote I, e.a. *Framework for assessing causality of air pollution-related health effects for reviews of the National Ambient Air Quality Standards*. Regul Toxicol Pharmacol 2017; 88: 332-7.
- <sup>52</sup> Petridou E, Trichopoulos D, Kravaritis A, Pourtsidis A, Dessypris N, Skalkidis Y, e.a. *Electrical power lines and childhood leukemia: a study from Greece*. Int J Cancer 1997; 73(3): 345-8.



De Gezondheidsraad, ingesteld in 1902, is een adviesorgaan met als taak de regering en het parlement 'voor te lichten over de stand der wetenschap ten aanzien van vraagstukken op het gebied van de volksgezondheid en het gezondheids(zorg)onderzoek' (art. 22 Gezondheidswet).

De Gezondheidsraad ontvangt de meeste adviesvragen van de bewindslieden van Volksgezondheid, Welzijn en Sport; Infrastructuur en Waterstaat; Sociale Zaken en Werkgelegenheid en Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit. De raad kan ook op eigen initiatief adviezen uitbrengen, en ontwikkelingen of trends signaleren die van belang zijn voor het overheidsbeleid.

De adviezen van de Gezondheidsraad zijn openbaar en worden als regel opgesteld door multidisciplinaire commissies van – op persoonlijke titel benoemde – Nederlandse en soms buitenlandse deskundigen.

U kunt dit document downloaden van [www.gezondheidsraad.nl](http://www.gezondheidsraad.nl).

Deze publicatie kan als volgt worden aangehaald:

Gezondheidsraad. Literatuurevaluatie hoogspanningslijnen en gezondheid deel I. Kanker bij kinderen. Achtergronddocument bij het advies Hoogspanningslijnen en gezondheid deel I: kanker bij kinderen. Den Haag: Gezondheidsraad, 2018; publicatienr. 2018/08A.

Auteursrecht voorbehouden

