

Overzicht van de epidemiologische studies naar de gezondheidseffecten van extreem laagfrequente elektrische en magnetische velden (ELF-EMV) gepubliceerd in het eerste kwartaal van 2024.

dr. Els De Waegeneer

Vakgroep Volksgezondheid en Eerstelijnszorg

Universiteit Gent

## Index

1. Reviews en meta-analyses	3
2. Residentiële blootstelling	6
3. Beroepsmatige blootstelling	7
4. Beoordeling van de blootstelling	10
5. Onderzoek naar leukemie	11
Referenties	14

# 1. Reviews en meta-analyses

## 1.1 Recent onderzoek naar EMV en gezondheidsrisico's, zeventiende rapport van de Wetenschappelijke Raad voor Elektromagnetische Velden van het SSM, 2022

Swedish Radiation Safety Authority (2024). Recent Research on EMF and Health Risk, Seventeenth report from SSM's Scientific Council on Electromagnetic Fields. [2024:05 Recent Research on EMF and Health Risk, Seventeenth report from SSM's Scientific Council on Electromagnetic Fields, 2022 - Strålsäkerhetsmyndigheten \(stralsakerhetsmyndigheten.se\)](#)

Achtergrond en doelstelling: De Wetenschappelijke Raad voor Elektromagnetische Velden van de Zweedse Autoriteit voor Stralingsveiligheid (SSM) houdt toezicht op het huidige onderzoek naar mogelijke gezondheidsrisico's in verband met blootstelling aan elektromagnetische velden en geeft de overheid advies over het beoordelen van mogelijke gezondheidsrisico's. De Raad geeft richtsnoeren wanneer de overheid een advies moet uitbrengen over beleidsaangelegenheden. De raad is verplicht jaarlijks schriftelijk verslag uit te brengen over de huidige onderzoeks- en kennissituatie. Dit is een consensusverslag. Dit betekent dat alle leden van de Wetenschappelijke Raad het eens zijn met het volledige rapport. Dit verhoogt de kracht van de gegeven conclusies.

Het rapport heeft als hoofddoel het onderzoek van het voorgaande jaar op het gebied van elektromagnetische velden (EMV) en gezondheid te behandelen, maar ook om dit in de context van de huidige kennis te plaatsen. Het rapport geeft de overheid een overzicht en biedt een belangrijke basis voor risicobeoordeling.

Methoden: Dit rapport geeft een overzicht van studies over elektromagnetische velden (EMV) en gezondheidsrisico's, gepubliceerd van januari 2021 tot en met december 2021. Het rapport is het zeventiende in een reeks jaarlijkse wetenschappelijke overzichten waarin achtereenvolgens relevante nieuwe studies worden besproken en beoordeeld en deze in de context van de beschikbare informatie worden geplaatst. Het rapport bestrijkt verschillende gebieden van EMV (statische, laagfrequente, intermediaire en radiofrequentievelden) en verschillende soorten studies, zoals biologische, humane en epidemiologische studies. Het resultaat zal een zich geleidelijk ontwikkelende beoordeling van de gezondheidsrisico's van blootstelling aan EMV zijn.

Resultaten: Er zijn geen nieuwe causale verbanden tussen blootstelling aan elektromagnetische velden en gezondheidsrisico's vastgesteld. De studies die in dit rapport worden gepresenteerd, geven geen antwoord op de vraag of het consequent waargenomen verband tussen blootstelling aan ELF magnetisch veld (ELF-MF) en leukemie bij kinderen in de epidemiologie causaal is of niet. Nieuw onderzoek naar hersentumoren en het gebruik van mobiele telefoons is in lijn met eerder onderzoek dat vooral suggereert dat er geen risico is. De schildklier wordt mogelijk sterk blootgesteld tijdens mobiele telefoongesprekken, maar er is tot nu toe weinig onderzoek gedaan naar schildklierkanker. Wat dierproeven betreft, is het moeilijk om andere algemene conclusies te trekken dan dat onder bepaalde omstandigheden bepaalde effecten van blootstelling aan RF-EMV worden waargenomen bij proefdieren. De waarnemingen van verhoogde oxidatieve stress die in eerdere SSM-rapporten werden gerapporteerd, worden nog steeds aangetroffen, sommige zelfs onder de huidige referentieniveaus.

Oxidatieve stress is een natuurlijk biologisch proces dat soms betrokken kan zijn bij de pathogenese, maar onder welke omstandigheden oxidatieve stress als gevolg van zwakke blootstelling aan radiogolven de menselijke gezondheid kan beïnvloeden, moet nog worden onderzocht. Het is opmerkelijk dat nieuwe studies hebben aangetoond dat de waarnemingsdrempels lager zijn in hybride blootstellingsomstandigheden dan in alleen DC- of AC-veldblootstelling.

Ondanks het toenemende gebruik van toepassingen in het middenfrequentiebereik (IF) van het elektromagnetische spectrum (300 Hz-10 MHz), is wetenschappelijke evaluatie van potentiële gezondheidsrisico's in dat bereik schaars. De weinige studies die de raad op dit gebied heeft geïdentificeerd, hebben echter geen gezondheidseffecten onder de huidige referentieniveaus aangetoond. Het jaarverslag bevat ook een hoofdstuk waarin studies zijn opgenomen die onvoldoende van kwaliteit zijn. Dit jaar, net als vorig jaar, zijn veel onderzoeken uitgesloten vanwege de slechte kwaliteit. Vanuit wetenschappelijk oogpunt zijn studies van slechte kwaliteit niet relevant. Ze zijn ook een verspilling van geld, menselijke hulpbronnen en, in veel gevallen, proefdieren.

Conclusies: De resultaten van het onderzoek geven geen reden om referentieniveaus of aanbevelingen te wijzigen. De waarnemingen van biologische effecten bij dieren als gevolg van zwakke blootstelling aan radiogolven tonen echter duidelijk aan hoe belangrijk het is om het Zweedse milieuwetboek uit voorzorg te handhaven. De aanbeveling van het SSM om handsfree te bellen voor mobiele telefoongesprekken blijft bestaan, ook al bieden trends in het aantal gevallen van glioom geen ondersteuning voor een toenemend risico dat wordt veroorzaakt door blootstelling aan radiogolven via mobiele telefoons. Waargenomen biologische effecten en onzekerheden met betrekking tot mogelijke langetermijneffecten rechtvaardigen echter voorzichtigheid. In het rapport zijn geen nieuwe bevindingen naar voren gekomen die het vermoeden van een causaal verband tussen zwakke laagfrequente magnetische velden en leukemie bij kinderen duidelijk veranderen. De aanbeveling van de Zweedse autoriteiten om de blootstelling aan laagfrequente magnetische velden in het algemeen te beperken vanwege de waargenomen verhoogde incidentie van leukemie bij kinderen in de buurt van hoogspanningslijnen, blijft ongewijzigd.

## 1.2 Blootstelling aan elektromagnetische velden en abortus bij zwangere vrouwen: een systematische review en meta-analyse

Irani, M., Aradmehr, M., Ghorbani, M. et al. (2023). Electromagnetic Field Exposure and Abortion in Pregnant Women: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Malaysian Journal of Medical Sciences*, 30(5), 70–80. <https://doi.org/10.21315/mjms2023.30.5.6>

Achtergrond en doelstelling: In deze studie werd gekeken naar de effecten van blootstelling aan elektromagnetische velden (EMV) op de zwangerschap en het risico op een miskraam.

Methoden: De auteurs voerden een systematische zoektocht uit naar relevante studies die tot augustus 2021 zijn gepubliceerd in de medische databases van PubMed, CINAHL, Scopus, Web of Science, Google Scholar en Cochrane Library. De volgende sleuteltermen werden gebruikt: 'elektromagnetisch veld', 'mobiele telefoons', 'basisstations voor mobiele telefoons', 'tv kijken', 'internet gebruiken', 'miskraam', 'abortussen', 'spontane abortus', 'vroeg abortus' en 'late abortus'. Alle case-control en cohortstudies die het effect van blootstelling aan EMV op het risico op een miskraam onderzochten, werden opgenomen zonder enige beperking van taal of tijd. Statistische

analyses werden uitgevoerd met behulp van Comprehensive Meta-Analysis software (versie 2.0). Er werd een random-effects-model uitgevoerd om de totale effectgrootte te berekenen.

Resultaten: Een primaire zoekopdracht leverde in totaal 982 relevante onderzoeken op; zes artikelen (N = 3.187 deelnemers) voldeden aan de inclusiecriteria voor de meta-analyse. De resultaten van de meta-analyse met willekeurige effecten gaven aan dat blootstelling aan EMV een significant effect had op een miskraam: rate ratio (RR) = 1.699; 95% betrouwbaarheidsinterval (BI): 1,121, 2,363 (P < 0,001); en heterogeniteit (I<sup>2</sup>) = 84,55% (P < 0,001).

Conclusie van de auteurs: De bevindingen toonden aan dat zwangere vrouwen die werden blootgesteld aan hoge niveaus van EMV een verhoogd risico op een miskraam hadden.

Commentaar dr. Els De Waegeneer: Methodologisch is het zeer ongebruikelijk en wordt afgeraden om geen onderscheid te maken tussen de verschillende soorten niet-ioniserende elektromagnetische velden, zoals extreem laagfrequente velden of radiofrequente velden, gezien hun verschillende kenmerken en uiteenlopende effecten op het menselijk lichaam. Bovendien worden de blootstellingsmeting en de mogelijke vertekeningen ervan niet transparant besproken in het onderzoek.

### 1.3 Risicofactoren voor hersentumoren bij kinderen: een systematische review en meta-analyse van observationele studies van 1976 tot 2022

Onyije, F.M., Dolatkah, R., Olsson, A. et al. (2024). Risk factors for childhood brain tumours: A systematic review and meta-analysis of observational studies from 1976 to 2022. *Cancer Epidemiology*, 88, 102510. <https://doi.org/10.1016/j.canep.2023.102510>

Achtergrond en doelstelling: Hersentumoren bij kinderen zijn wereldwijd de belangrijkste doodsoorzaak door kanker bij kinderen jonger dan 20 jaar. Hoewel de etiologie ervan nog steeds slecht wordt begrepen, wordt aangenomen dat het multifactorieel is. Deze studie was gericht op het synthetiseren van potentiële risicofactoren voor hersentumoren bij kinderen om primaire preventie te informeren.

Methoden: Een systematische review en meta-analyse van epidemiologische studies die zijn geïndexeerd in de PubMed-, Web of Science- en Embase-databases vanaf het begin van die bronnen tot en met 27 juli 2023. De auteurs namen gegevens op uit case-control of cohortstudies die effectschattingen rapporteerden voor elke risicofactor rond de tijd van conceptie, tijdens de zwangerschap en/of tijdens de postnatale periode. Meta-analyse van willekeurige effecten werd gebruikt om samenvattende effectgroottes (ES) en 95% betrouwbaarheidsintervallen (CI's) te schatten. Ze kwantificeerden ook heterogeniteit (I<sup>2</sup>) tussen studies.

Resultaten: Er werden in totaal 4040 studies geïdentificeerd, waarvan 181 studies (85 case-control en 96 cohortstudies) voldeden aan onze criteria voor inclusie. Van alle in aanmerking komende onderzoeken werd 50% (n = 91) uitgevoerd in Europa, 32% (n = 57) in Noord-Amerika, 9% (n = 16) in Australië, 8% (n = 15) in Azië, 1% (n = 2) in Zuid-Amerika en geen enkele in Afrika. Er werden associaties gevonden voor enkele aanpasbare risicofactoren, waaronder blootstelling van kinderen aan insecticiden (ES 1,44, 95% BI 1,20-1,73) en herbiciden (ES 2,38, 95% BI 1,31-4,33). Maternale blootstelling aan insecticiden (ES 1,45, 95% BI 1,09-1,94), maternale consumptie van gezouten vlees (ES 1,51, 95% BI 1,05-2,17) en koffie ≥ 2 kopjes/dag (ES 1,45, 95% 95% CI 1,07-1,95) tijdens de zwangerschap, en maternale blootstelling aan benzeen (ES 2,22; 95% BI 1,01-4,88) vóór de conceptie

werden in verband gebracht met CGT's in case-control studies. Ook werd de beroepsmatige blootstelling van de vader aan pesticiden (ES 1,48, 95% BI 1,23-1,77) en benzeen (ES 1,74, 95% BI 1,10-2,76) vóór de conceptie en tijdens de zwangerschap in verband gebracht in case-control studies en in gecombineerde analyse. Aan de andere kant werden geassisteerde voortplantingstechnologie (ART) (ES 1,32, 95% CI 1,05-1,67), keizersnede (CS) (ES 1,12, 95% CI 1,01-1,25), vaderlijke beroepsmatige blootstelling aan verf vóór de conceptie (ES 1,56, 95% CI 1,02-2,40) en maternale roken > 10 sigaretten per dag tijdens de zwangerschap (ES 1,18, 95% CI 1,00-1,40) geassocieerd met CGT in cohortstudies. Maternale inname van vitamines en foliumzuur tijdens de zwangerschap was omgekeerd evenredig in cohortstudies. Hormonale/onvruchtbaarheidsbehandeling, borstvoeding, bezoek aan kinderopvang, blootstelling van de moeder aan elektrisch verwarmd waterbed, thee- en alcoholgebruik tijdens de zwangerschap behoorden tot de behandelingen die niet geassocieerd waren met CGT in zowel case-control als cohortstudies.

Conclusie: Deze resultaten moeten met de nodige voorzichtigheid worden geïnterpreteerd, vooral omdat de meeste associaties tussen risicofactoren en hersentumoren bij kinderen niet overeenstemden tussen cohort- en case-control studies. Op dit moment is het voorbarig om voor hersentumoren bij kinderen specifieke richtlijnen voor primaire preventie te definiëren.

## 2. Residentiële blootstelling

### 2.1 Blootstelling van het publiek aan niet-ioniserende straling van grote elektriciteitsinfrastructuur in Ierland

Mölter, A., Jalilian, H., Rössli, M, De Vocht, F., Pilla, F. (2024). Public Exposure to Non-ionising Radiation from Major Electricity Infrastructure in Ireland. EPA Research Report number 452. Environmental Protection Agency. [www.epa.ie](http://www.epa.ie)

Achtergrond en doelstelling: Het doel van het project was om de gepubliceerde literatuur over extreem laagfrequente (ELF) elektromagnetische velden (EMV's) van grote elektriciteitsinfrastructuur te beoordelen. Dit onderwerp is zeer relevant in Ierland, vanwege de huidige uitbreiding van het hoogspanningsnet, met inbegrip van de aanleg van verschillende interconnectoren, zoals de Celtic Interconnector, een groot elektriciteitsinfrastructuurproject dat de elektriciteitsnetten van Ierland en Frankrijk met elkaar verbindt. Specifieke doelstellingen van dit project waren het beoordelen van internationale, en in het bijzonder Europese, publicaties over (1) ELF EMV-blootstelling door elektriciteitsinfrastructuur, (2) mogelijke gezondheidseffecten geassocieerd met deze blootstelling, (3) huidig beleid en monitoringstrategieën in Europa en (4) risicocommunicatiestrategieën voor ELF EMV-blootstelling.

Methoden: (1) een systematische review van studies over de blootstelling van de bevolking aan ELF EMV's van grote elektriciteitsinfrastructuur; (2) een overkoepelende evaluatie van epidemiologische studies over gezondheidsrisico's in verband met blootstelling aan ELF-EMV's van grote elektriciteitsinfrastructuur; (3) een state-of-the-art evaluatie van het huidige EU-beleid inzake ELF-EMV's, monitoringstrategieën en -methoden om de blootstelling van het publiek te verminderen; (4) een state-of-the-art overzicht van wetenschapscommunicatiestrategieën voor ELF EMV-blootstellingsrisico's.

(1) Het protocol voor de systematische review van publieke blootstelling aan ELF EMV is gepubliceerd via OSF (<https://osf.io/b4cwx>). Kortom, vier databases (Web of Science, PubMed, Embase en Xplore of IEEE) en het EMF-PORTAL (<https://www.emf-portal.org/en>) werden van januari 2007 tot maart 2022 systematisch doorzocht op bevolkingsblootstellingsstudies van ELF EMV's in Europese landen. De titel, samenvatting en trefwoorden van geïdentificeerde documenten werden gescreend op geschiktheid; Het protocol bevat een lijst met subsidiabiliteitscriteria. Uit in aanmerking komende onderzoeken werden het jaar van publicatie, het land, de bronnen van het ELF EMV, DE ELF EMV-beoordelingsmethode, het ELF EMV-meetinstrument/-model, de populatie, de covariaten, de onderzoeksopzet en de variabiliteit van de blootstelling geëxtraheerd.

(2) Het protocol voor de umbrella review is gepubliceerd via OSF (<https://osf.io/bjpa4>). Kortom, van 2007 tot 2022 werden drie databanken (Web of Science, PubMed en Embase) en het EMF-PORTAL (<https://www.emf-portal.org/en>) systematisch doorzocht. De titel en samenvatting van de geïdentificeerde beoordelingen werden gescreend op geschiktheid; Het protocol bevat een lijst met subsidiabiliteitscriteria. Uit in aanmerking komende beoordelingen werden de volgende gegevensitems geëxtraheerd: eerste auteur, publicatiejaar, blootstellingseenheid/bron, gezondheidsuitkomst, onderzoeksopzet, datumbereik, kwaliteitsinstrument, populatie, aantal geïncludeerde onderzoeken, type effectgrootte, samenvattende meta-analytische schattingen en overeenkomstige 95% betrouwbaarheidsintervallen (CI's), random-effect p-waarde en heterogeniteitsmaatstaf. De methodologische kwaliteit van elke geïncludeerde review werd beoordeeld met de Assessment of Multiple Systematic Reviews (AMSTAR 2) Tool (Shea et al., 2017). Dit is een tool met 16 items voor kwaliteitsbeoordeling en het risico op vooringenomenheid.

(3) Het protocol voor de systematische review is gepubliceerd via OSF (<https://osf.io/g3bew>). Kort samengevat werden van 2015 tot 2022 drie databanken (Web of Science, PubMed, Embase) en het EMF-PORTAL (<https://www.emf-portal.org/en>) systematisch doorzocht. Uit in aanmerking komende papers werden de volgende gegevensitems geëxtraheerd: auteurs, publicatiejaar, land, tijdsperiode, aantal gevallen, covariabelen, onderzoeksopzet, specifieke gezondheidsuitkomst, bron van gezondheidsuitkomstgegevens, de methode voor het vaststellen van gevallen, bron van blootstellingsgegevens, blootstellingsbeoordelingsmethode, risicoschattingen [OF, risicoratio (RR), hazard ratio (HR) en 95% BI]. Het risico op bias in individuele studies werd beoordeeld met behulp van een aangepaste versie van de methode die door Repacholi werd gebruikt (2012; Jalilian et al., 2018). Deze methode houdt rekening met zeven bronnen van bias (financieringsbron van onderzoek, rapportage, data-analyse, selectie-/participatiebias, confounding, blootstellingsbeoordeling en verkeerde classificatie van uitkomsten) en drie gewichten: volledig extra gewicht (twee sterren), gedeeltelijk gewicht (één ster) en geen gewicht (geen sterren). De som van sterren geeft het totale risico op bias in individuele onderzoeken aan, waarbij nul sterren het hoogste risico op bias aangeven en 14 sterren het laagste risico op bias.

Resultaten: (1) Tijdens het doorzoeken van de database werden 6231 unieke peerreviewed artikelen geïdentificeerd. Na screening van de titels en samenvattingen bleven er 168 papers over. Na bestudering van de volledige teksten werden 26 studies in de review opgenomen. Slechts vier studies die in de systematische review werden geïdentificeerd, maten de blootstelling aan ELF EF: één studie mat ELF EF's op de vermogensfrequentie (50 Hz), terwijl de andere drie onderzoeken een breder frequentiebereik bestrijken, van 5 Hz tot 400 kHz. De totale gemiddelde ELF EF was 135,60 V/m (n=19, bereik 0,82-637 V/m). Drie van deze studies waren gericht op het beoordelen van de achtergrondniveaus van ELF EF in steden of voor bevolkingsgroepen, in plaats van dicht bij emissiebronnen te meten. In één studie werden ELF EF's gemeten rond bovengrondse

hoogspanningslijnen; het vond een gemiddelde ELF EF van 202V/m (n=7, bereik 0,82-637V/m, frequentiebereik 5-32kHz) (Ztoupis et al., 2013).

(2) Tijdens het doorzoeken van de databank werden 3054 unieke papieren geïdentificeerd. Na screening van de titels en abstracts bleven er 146 papers over. Na bestudering van de volledige teksten werden 38 recensies opgenomen in de overkoepelende review. Uit de overkoepelende review bleek dat de risicoschattingen voor leukemie bij kinderen geassocieerd met blootstelling aan ELF MF die in systematische reviews werden gepresenteerd, sterk varieerden. De meerderheid van de systematische reviews die het verband tussen blootstelling aan ELF MF en andere kankers dan leukemie bij kinderen analyseerden, vonden geen significante toename van het risico. De overkoepelende review identificeerde twee meta-analysestudies over het risico op ALS geassocieerd met publieke ELF MF-blootstelling) en één meta-analysestudie over het risico op dementie geassocieerd met publieke ELF MF-blootstelling. Geen van deze meta-analyses vond een statistisch significant risico bij aan ELF MF blootgestelde proefpersonen.

(3) Tijdens de doorzoeken in de databank werden 339 unieke papieren geïdentificeerd. Na screening van de titels en abstracts bleven er 31 papers over. Na bestudering van de volledige teksten werden zeven artikelen opgenomen in de systematische review. Zwangerschapsproblemen, waaronder tijd tot zwangerschap, vertraagde zwangerschap, totaal zwangerschapsverlies, implantatie, klinische zwangerschap, levendgeborene, totaal zwangerschapsverlies, miskraam en overlijden van pasgeborenen, werden onderzocht in vier onderzoeken. Geen van de onderzoeken vond een statistisch significant verband tussen zwangerschapsuitkomsten en blootstelling aan ELF MF. Vier studies onderzochten een aantal geboorte-uitkomsten, waaronder kleine zwangerschapsduur, laag geboortegewicht, vroeggeboorten, foetale groei, elke geboorteafwijking en meervoudige geboorteafwijkingen. Twee studies, uit Iran (Sadeghi et al., 2017) en Canada (Auger et al., 2019), met matige of hoge kwaliteitsscores, rapporteerden statistisch significante risico's voor algemene geboorte-uitkomsten en vroeggeboorten in verband met woonafstand tot elektriciteitsinfrastructuur. Er moet echter rekening worden gehouden met een verkeerde classificatie. De beoordeelde studies bevestigden geen verband tussen een lage zwangerschapsduur, een laag geboortegewicht of meervoudige defecten en blootstelling aan ELF MF.

(4) een overzicht van de Europese strategieën voor wetenschapscommunicatie over blootstelling aan ELF MF



### 3. Beroepsmatige blootstelling

/

### 4. Beoordeling van de blootstelling

/

## 5. Leukemie studies

### 5.1 Milieuvervuiling en risico op kanker bij kinderen: een scopingoverzicht van bewijsmateriaal uit het afgelopen decennium

Navarrete-Meneses, M., Salas-Labadia, C., Gomez-Chavez, F., Perez-Vera, P. (2024). Environmental Pollution and Risk of Childhood Cancer: A Scoping Review of Evidence from the Last Decade. *International Journal of Molecular Science*, 25, 3284. <https://doi.org/10.3390/ijms25063284>

Achtergrond en doelstelling: De langetermijneffecten van milieuverontreiniging zijn zorgwekkend, aangezien verschillende verontreinigende stoffen kankerverwekkend zijn en mogelijk een verscheidenheid aan vormen van kanker veroorzaken, waaronder kinderkanker, een belangrijke doodsoorzaak over de hele wereld en dus een probleem voor de volksgezondheid. De huidige scoping review had tot doel de beschikbare literatuur bij te werken en samen te vatten om specifieke milieuverontreinigende stoffen en hun associatie met bepaalde soorten kinderkanker op te sporen.

Methoden: Studies gepubliceerd van 2013 tot 2023 met betrekking tot milieuvervuiling en kinderkanker werden opgehaald uit de PubMed-database.

Resultaten: In totaal kwamen 174 onderzoeken in aanmerking voor deze beoordeling. De zoekstrategie leverde de meeste artikelen op die luchtvervuiling (29%) en pesticiden (28%) evalueerden. Blootstelling binnenshuis aan chemicaliën (11%), alcohol- en tabaksgebruik tijdens de zwangerschap (16%), elektromagnetische velden (12%) en radon (4%) waren het onderwerp van minder onderzoek. De auteurs vonden een bijzonder hoog percentage positieve associaties tussen prenatale en postnatale blootstelling aan luchtverontreiniging binnenshuis (84%) en buitenshuis (79%), evenals aan pesticiden (82%) en kinderkanker. Er werden positieve associaties gevonden tussen leukemie en pesticiden en luchtverontreiniging (33% en 27%); CZS-tumoren en neuroblastoom en pesticiden (53% en 43%); en Wilms-tumor en andere zeldzame kankers werden gevonden in verband met luchtvervuiling (50%). Luchtverontreiniging binnenshuis werd meestal gemeld in onderzoeken naar verschillende soorten kanker (26%).

Conclusie: Verdere studies zijn nodig om de mechanismen te onderzoeken die ten grondslag liggen aan de mogelijke associaties tussen luchtverontreiniging binnenshuis en buitenshuis en blootstelling aan pesticiden met het risico op kanker bij kinderen, aangezien er meer vermijdbare maatregelen kunnen worden genomen.

### 5.2 Internationaal onderzoek naar leukemie bij kinderen in woningen in de buurt van elektrische transformator kamers

Crespi, C.M., Sudan, M., et al. (2024). International study of childhood leukemia in residences near electrical transformer rooms. *Environmental Research*, 249, 118459. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2024.118459>

Achtergrond en doelstelling: Nieuwe epidemiologische benaderingen zijn nodig om de wetenschappelijke onzekerheid rond het verband tussen extreem laagfrequente magnetische velden (ELF-EMV) en leukemie bij kinderen te verminderen. Terwijl de meeste eerdere studies zich

concentreerden op hoogspanningslijnen, probeerde de Transformer Exposure-studie deze associatie te beoordelen met behulp van een meerlandenstudie van kinderen die in gebouwen met ingebouwde elektrische transformatoren hadden gewoond. ELF-EMV in appartementen boven ingebouwde transformatoren kan 5 keer hoger zijn dan in andere appartementen in hetzelfde gebouw. Deze nieuwe onderzoeksopzet was gericht op het maximaliseren van de inclusie van sterk blootgestelde kinderen en het minimaliseren van de kans op selectiebias.

Methoden: De auteurs beoordeelden associaties tussen de nabijheid van transformatoren en het risico op leukemie bij kinderen met behulp van op registers gebaseerde gematchte case-control-gegevens verzameld in vijf landen. De belichting was gebaseerd op de locatie van het appartement van de proefpersoon ten opzichte van de transformator, gecodeerd als hoog (boven of naast de transformator), intermediair (dezelfde verdieping als appartementen in de hoge categorie) of laag (andere appartementen). Het relatieve risico (RR) voor leukemie bij kinderen werd geschat met behulp van voorwaardelijke logistische en gemengde logistische regressie met een willekeurig effect voor case-control set.

Resultaten: Het bundelen van gegevens in verschillende landen leverde 16 intermediaire en 3 zeer blootgestelde gevallen op. RR's waren 1,0 (95% BI: 0,5; 1,9) voor intermediair en 1,1 (95% BI: 0,3; 3,8) voor hoge blootstelling in het voorwaardelijke logistische model. In het gemengde logistische model waren de RR's 1,4 (95% BI: 0,8; 2,5) voor intermediair en 1,3 (95% BI: 0,4, 4,4) voor hoog. Gegevens van het meest invloedrijke land toonden RR's van 1,1 (95% BI: 0,5, 2,4) en 1,7 (95% BI: 0,4, 7,2) voor intermediaire (8 gevallen) en hoge (2 gevallen) blootstelling.

Conclusie: Over het algemeen was het bewijs voor een verhoogd risico zwak. Verder onderzoek is nodig.

### 5.3 Blootstelling aan ultraviolette straling van de zon en incidentie van acute lymfatische leukemie bij kinderen en non-Hodgkin-lymfoom in een Amerikaanse populatiegebaseerde dataset

Little, M.P., Mai, J.Z., Fang, M. et al. (2024). Solar ultraviolet radiation exposure, and incidence of childhood acute lymphocytic leukaemia and non-Hodgkin lymphoma in a US population-based dataset. *British Journal of Cancer*, 130:1441–1452; <https://doi.org/10.1038/s41416-024-02629-3>

Achtergrond en doelstelling: Acute lymfatische leukemie (ALL) en non-Hodgkin-lymfoom (NHL) behoren tot de meest voorkomende vormen van kinderkanker. Sommige eerdere studies suggereerden dat verhoogde blootstelling aan ultraviolette straling (UV) het ALL-risico verhoogt; veel meer geven aan dat het NHL-risico is verminderd.

Methoden: De auteurs beoordeelden de ALL/NHL-incidentie van leeftijd <20 jaar in surveillance-, epidemiologie- en eindresultatengegevens met behulp van AVGLO-afgeleide UV-stralingsstralings-/cumulatieve stralingsblootstellingsmetingen, met behulp van quasi-waarschijnlijkheidsmodellen die rekening houden met onderspreiding, gecorrigeerd voor leeftijd, geslacht, raciale/etnische groep en andere sociaaleconomische variabelen op provinciaal niveau.

Resultaten: Er waren 30.349 gevallen van ALL en 8062 van NHL, met significant stijgende trends van ALL met UV-bestraling (relatief risico (RR) = 1.200/mW/cm<sup>2</sup> (95% BI 1.060, 1.359, p = 0.0040)), maar significant dalende trends voor NHL (RR = 0.646/mW/cm<sup>2</sup> (95% BI 0.512, 0.816, p = 0.0002)). Er was een borderline significante stijgende trend van ALL met UVR cumulatieve stralingsblootstelling (RR = 1,444/MJ/cm<sup>2</sup> (95% BI 0,949, 2,197, p = 0,0865)), en significant dalende trends voor NHL (RR =

0,284/MJ/cm<sup>2</sup> (95% BI 0,166, 0,485,  $p < 0,0001$ )). ALL en NHL trend RR is aanzienlijk verhoogd onder kinderen van 0-3 jaar. De RR's van alle leeftijden zijn het meest extreem (stijgend voor ALL, afnemend voor NHL) voor Hispanics voor beide UV-metingen

Conclusies: De nieuwe bevinding, van een overtollig UV-gerelateerd ALL-risico, komt overeen met sommige eerdere studies, maar is niet duidelijk en moet worden gerepliceerd. ALL en NHL trend RR is aanzienlijk verhoogd onder kinderen van 0-3 jaar. De RR's van alle leeftijden zijn het meest extreem (stijgend voor ALL, afnemend voor NHL) voor Hispanics voor beide UV-metingen.

#### 5.4 Bewijs van ruimtelijke clustering van gevallen van acute lymfatische leukemie bij kinderen in Groot-Mexico-Stad: rapport van de Mexicaanse Inter-Institutionele Groep voor de identificatie van de oorzaken van leukemie bij kinderen

Duarte-Rodriguez, D.A., Flores-Lujano, J., McNally, R.J.Q. et al. (2024). Evidence of spatial clustering of childhood acute lymphoblastic leukemia cases in Greater Mexico City: report from the Mexican Inter-Institutional Group for the identification of the causes of childhood leukemia. *Frontiers in Oncology*, 14. <https://doi.org/10.3389/fonc.2024.1304633>

Achtergrond en doelstelling: Er is een heterogene geografische spreiding beschreven van gevallen van acute lymfatische leukemie (ALL) bij kinderen, mogelijk gerelateerd aan de aanwezigheid van verschillende omgevingsfactoren. Het doel van de huidige studie was om de geografische spreiding van ALLE gevallen bij kinderen in Greater Mexico City (GMC) te onderzoeken.

Methoden: Er werd een populatiegebaseerde case-control studie uitgevoerd. Kinderen <18 jaar oud, nieuw gediagnosticeerd met ALL en bewoners van GMC werden geïncludeerd. Controles waren patiënten zonder leukemie gerekruteerd uit openbare ziekenhuizen op het tweede niveau, met een frequentie die qua geslacht, leeftijd en gezondheidsinstelling overeenkwam met de gevallen. Het woonadres waar de patiënten woonden in het laatste jaar voor de diagnose (gevallen) of het interview (controles) werd gebruikt voor geolocatie. De ruimtelijke scanstatistiek van Kulldorff werd gebruikt om ruimtelijke clusters (SC's) te detecteren. Relatieve risico's (RR), bijbehorende p-waarde en het aantal opgenomen gevallen voor elk cluster werden verkregen.

Resultaten: In totaal werden 1054 gevallen met ALL geanalyseerd. Hiervan waren er 408 (38,7%) verdeeld over acht gedetecteerde SC's. Voor de hoofdcluster werd een relatief risico van 1,61 ( $p < 0,0001$ ) waargenomen. Vergelijkbare resultaten werden genoteerd voor de overige zeven. Bovendien werd een nabijheid waargenomen tussen SC's, elektrische installaties en petrochemische faciliteiten. Met name zes van de acht SC's waren gesloten voor hoogspanningslijnen en hoogspanningsinstallaties. Voorts werd ook opgemerkt dat de overige twee SC's zich in de nabijheid bevonden van gebieden waar voormalige petrochemische industriële installaties waren gevestigd (tien jaar voor het begin van deze studie gesloten).

Conclusies: De identificatie van SC's in bepaalde regio's van GMC suggereert de mogelijke rol van omgevingsfactoren in de etiologie van ALL bij kinderen. Een mogelijke beperking van het huidige onderzoek was het feit dat een ziekenhuisgebaseerde rekrutering van controles werd gevolgd in plaats van een willekeurige rekrutering van controles uit de bronpopulatie, die voor dit soort studies is aanbevolen. Verder onderzoek is nodig om de gevaren voor het milieu op te helderen.

## 5.5 Residentiële blootstelling aan magnetische velden van transformatorstations en risico op leukemie bij kinderen

Malavolti, M., Malagoli, M., Wise, L.A. (2024). Residential exposure to magnetic fields from transformer stations and risk of childhood leukemia. *Environmental Research*, 245. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2023.118043>

Achtergrond en doelstelling: Verschillende studies hebben een verhoogd risico op leukemie gedocumenteerd bij kinderen die zijn blootgesteld aan magnetische velden van hoogspanningslijnen, met enig bewijs van dosis-responsrelatie. De bevindingen in sommige onderzoeken zijn echter inconsistent en gegevens over de effecten van verschillende blootstellingsbronnen ontbreken. In deze studie evalueerden de auteurs de relatie tussen het risico op leukemie bij kinderen en blootstelling aan magnetische velden van transformatorstations.

Methoden: Een populatiegebaseerde case-control studie werd uitgevoerd bij een pediatrische populatie van twee Noord-Italiaanse provincies Modena en Reggio Emilia. De auteurs omvatten 182 in het register geïdentificeerde gevallen van leukemie bij kinderen die in de periode 1998-2019 werden gediagnosticeerd en 726 bevolkingscontroles die overeenkwamen op geslacht, geboortjaar en provincie van verblijf. De blootstelling werd beoordeeld door de afstand van de woonplaats van de kindertijd tot het dichtstbijzijnde transformatorstation binnen een geografisch informatiesysteem te berekenen, waarbij ziekte-odds ratio's (OR's) en 95%-betrouwbaarheidsintervallen (CI's) werden berekend met behulp van voorwaardelijke logistische regressie, gecorrigeerd voor mogelijke confounders. De auteurs evalueerden de blootstelling met behulp van twee buffers (straal van 15 m en 25 m) en beoordeelden twee casusgroepen: leukemie (alle subtypes) en acute lymfatische leukemie (ALL).

Resultaten: Residentie binnen 15 m van een transformatorstation (vs.  $\geq 15$  m) was niet merkbaar geassocieerd met het risico op leukemie (alle subtypes) of ALL. Vergelijkbare resultaten werden gevonden met een minder stringente blootstellingsbuffer (25 m). Bij kinderen van  $\geq 5$  jaar waren de gecorrigeerde OR's 1,3 (95% BI 0,1-12,8) voor leukemie en 1,3 (95% BI 0,1-12,4) voor ALL met de buffer van 15 m, terwijl ze 1,7 (95% BI 0,4-7,0) waren voor leukemie en 0,6 (95% BI 0,1-4,8) voor ALL met de buffer van 25 m.

Conclusies: Er werd geen algemeen verband gevonden tussen de nabijheid van transformatorstations en leukemie bij kinderen. Er zijn echter aanwijzingen voor een verhoogd risico op leukemie bij kinderen van  $\geq 5$  jaar. De precisie werd beperkt door het lage aantal blootgestelde kinderen.

## 5.6 Medisch begeleide voortplanting en risico op kanker bij nakomelingen

Rios, P., Herlemont, P., Fauque, P. et al. (2024). Medically Assisted Reproduction and Risk of Cancer Among Offspring. *JAMA Network Open*, 7(5), 249429. <https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2024.9429>

Achtergrond en doelstelling: Kanker is wereldwijd een belangrijke doodsoorzaak onder kinderen. Behandelingen die worden gebruikt voor medisch geassisteerde reproductie (MAR) zijn vermoedelijke risicofactoren vanwege hun potentieel voor epigenetische stoornissen en bijbehorende aangeboren afwijkingen. Het doel van deze studie is om het risico op kanker, in het algemeen en per type kanker,

te beoordelen bij kinderen geboren na MAR in vergelijking met kinderen die op natuurlijke wijze zijn verwekt.

**Methoden:** Voor deze cohortstudie werd het Franse nationale moeder-kindregister (EPI-MERES) doorzocht op alle levendgeborenen die tussen 1 januari 2010 en 31 december 2021 in Frankrijk plaatsvonden (en gevolgd tot 30 juni 2022). De EPI-MERES is opgebouwd uit uitgebreide gegevens van het Franse nationale gezondheidsgegevenssysteem. De gegevensanalyse is uitgevoerd van 1 december 2021 tot 30 juni 2023. **Blootstelling:** Gebruik van geassisteerde voortplantingstechnologieën (ART), zoals verse embryotransfer (ET) of ingevroren ET (FET), en kunstmatige inseminatie (AI). Het risico op kanker werd in het algemeen en per kankertype vergeleken tussen kinderen geboren na verse ET, FET of AI en kinderen die op natuurlijke wijze waren verwekt, met behulp van Cox-regressiemodellen voor proportionele risico's, gecorrigeerd voor moeder- en kindkenmerken bij de geboorte.

**Resultaten:** Deze studie omvatte 8 526 306 kinderen met een gemiddelde (SD) leeftijd van 6,4 (3,4) jaar; 51,2% waren jongens, 96,4% waren eenlingen, 12,1% was klein voor de zwangerschapsduur bij de geboorte en 3,1% had een aangeboren afwijking. Er werden 260.236 kinderen (3,1%) geboren na MAR, waaronder 133.965 (1.6%) na verse ET, 66.165 (0.8%) na FET en 60.106 (0.7%) na KI. In totaal werden 9256 patiënten met kanker geïdentificeerd gedurende een mediane follow-up van 6,7 (IQR, 3,7-9,6) jaar; 165, 57 en 70 werden geboren na respectievelijk verse ET, FET en AI. Het totale risico op kanker verschilde niet tussen kinderen die op natuurlijke wijze waren verwekt en kinderen die werden geboren na verse ET (hazard ratio [HR], 1,12 [95% BI, 0,96 tot 1,31]), FET (HR, 1,02 [95% CI, 0,78 tot 1,32]) of AI (HR, 1,09 [95% BI, 0,86 tot 1,38]). Het risico op acute lymfatische leukemie was echter hoger bij kinderen geboren na FET (20 patiënten; HR 1,61 [95% BI, 1,04 tot 2,50]; risicoverschil [RD], 23,2 [95% BI, 1,5 tot 57,0] per miljoen persoonsjaren) vergeleken met kinderen die op natuurlijke wijze zijn verwekt. Bovendien was bij kinderen geboren tussen 2010 en 2015 het risico op leukemie hoger bij kinderen geboren na verse ET (45 casuspatiënten; HR, 1,42 [95% BI, 1,06 tot 1,92]; gecorrigeerd RD, 19,7 [95% BI, 2,8 tot 43,2] per miljoen persoonsjaren).

**Conclusie:** De bevindingen van deze cohortstudie suggereren dat kinderen geboren na FET of verse ET een verhoogd risico op leukemie hadden in vergelijking met kinderen die op natuurlijke wijze waren verwekt. Hoewel dit risico in een beperkt aantal gevallen voorkomt, moet dit risico worden gemonitord met het oog op de voortdurende toename van het gebruik van ART.

## REFERENTIES

Crespi, C.M., Sudan, M., et al. (2024). International study of childhood leukemia in residences near electrical transformer rooms. *Environmental Research*, 249, 118459. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2024.118459>

Duarte-Rodriguez, D.A., Flores-Lujano, J., McNally, R.J.Q. et al. (2024). Evidence of spatial clustering of childhood acute lymphoblastic leukemia cases in Greater Mexico City: report from the Mexican Inter-Institutional Group for the identification of the causes of childhood leukemia. *Frontiers in Oncology*, 14. <https://doi.org/10.3389/fonc.2024.1304633>

Irani, M., Aradmehr, M., Ghorbani, M. et al. (2023). Electromagnetic Field Exposure and Abortion in Pregnant Women: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Malaysian Journal of Medical Sciences*, 30(5), 70–80. <https://doi.org/10.21315/mjms2023.30.5.6>

Little, M.P., Mai, J.Z., Fang, M. et al. (2024). Solar ultraviolet radiation exposure, and incidence of childhood acute lymphocytic leukaemia and non-Hodgkin lymphoma in a US population-based dataset. *British Journal of Cancer*, 130:1441–1452; <https://doi.org/10.1038/s41416-024-02629-3>

Malavolti, M., Malagoli, M., Wise, L.A. (2024). Residential exposure to magnetic fields from transformer stations and risk of childhood leukemia. *Environmental Research*, 245. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2023.118043>

Mölter, A., Jalilian, H., Rössli, M, De Vocht, F., Pilla, F. (2024). Public Exposure to Non-ionising Radiation from Major Electricity Infrastructure in Ireland. EPA Research Report number 452. Environmental Protection Agency. [www.epa.ie](http://www.epa.ie)

Navarrete-Meneses, M., Salas-Labadia, C., Gomez-Chavez, F., Perez-Vera, P. (2024). Environmental Pollution and Risk of Childhood Cancer: A Scoping Review of Evidence from the Last Decade. *International Journal of Molecular Science*, 25, 3284. <https://doi.org/10.3390/ijms25063284>

Onyije, F.M., Dolatkhah, R., Olsson, A. et al. (2024). Risk factors for childhood brain tumours: A systematic review and meta-analysis of observational studies from 1976 to 2022. *Cancer Epidemiology*, 88, 102510. <https://doi.org/10.1016/j.canep.2023.102510>

Rios, P., Herlemont, P., Fauque, P. et al. (2024). Medically Assisted Reproduction and Risk of Cancer Among Offspring. *JAMA Network Open*, 7(5), 249429. <https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2024.9429>

Swedish Radiation Safety Authority (2024). Recent Research on EMF and Health Risk, Seventeenth report from SSM's Scientific Council on Electromagnetic Fields. [2024:05 Recent Research on EMF and](#)

[Health Risk, Seventeenth report from SSM's Scientific Council on Electromagnetic Fields, 2022 - Strålsäkerhetsmyndigheten \(stralsakerhetsmyndigheten.se\)](#)