

Overzicht van de epidemiologische studies over de gezondheidseffecten van extreem laagfrequente elektrische en magnetische velden (ELF-EMV) gepubliceerd in het eerste kwartaal van 2026.

dr. Els De Waegeneer
Afdeling Volksgezondheid
Universiteit van Gent

Index

| | |
|--------------------------------|----|
| 1. Reviews en meta-analyses | 3 |
| 2. Residentiële blootstelling | 6 |
| 3. Beroepsmatige blootstelling | 10 |
| 4. Blootstellingsbeoordeling | 12 |
| 5. Leukemiestudies | 13 |
| 6. Referenties | 18 |

1. Reviews en meta-analyses

1.1 Recent onderzoek naar elektromagnetische velden en gezondheidsrisico, twintigste rapport van de Scientific Council on Electromagnetic Fields van SSM, 2025

Huss, A., Harbo, A., Sauter, C. et al. (2026).

<https://www.stralsakerhetsmyndigheten.se/en/publications/reports/radiation-protection/2026/202603/>

Achtergrond & Doelstelling

De Wetenschappelijke Raad voor Elektromagnetische Velden van de Zweedse Stralingsveiligheidsautoriteit (SSM) monitort actueel onderzoek naar potentiële gezondheidsrisico's in relatie tot blootstelling aan elektromagnetische velden en geeft de autoriteit advies over het beoordelen van mogelijke gezondheidsrisico's. De Raad geeft richtlijnen wanneer de autoriteit een oordeel moet geven over beleidskwesties waarbij wetenschappelijk onderzoek noodzakelijk is. De Raad is verplicht elk jaar een schriftelijk rapport in te dienen over de huidige onderzoeks- en kennissituatie. Dit is een consensusrapport. Dit betekent dat alle leden van de Wetenschappelijke Raad het eens zijn met het volledige rapport. Dit vergroot de sterkte van de gegeven conclusies.

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

Methoden

Dit rapport bespreekt studies over elektromagnetische velden (EMV) en gezondheidsrisico's, gepubliceerd van januari 2024 tot en met december 2024. Het rapport is het twintigste in een reeks jaarlijkse wetenschappelijke overzichten, die achtereenvolgens relevante nieuwe studies bespreken en beoordelen en deze in de context van beschikbare informatie plaatsen. Het rapport behandelt verschillende gebieden van EMV (statische, laagfrequente, intermediaire en radiofrequentievelden) en verschillende soorten studies zoals biologische, menselijke en epidemiologische studies. Het resultaat zal een geleidelijk ontwikkelende gezondheidsrisicobeoordeling van blootstelling aan EMF zijn.

Resultaten

- Er zijn geen nieuw vastgestelde oorzakelijke verbanden vastgesteld tussen EMV-blootstelling en gezondheidsrisico.
- De in dit rapport gepresenteerde studies geven niet duidelijk weer of de herhaaldelijk waargenomen associatie tussen blootstelling aan het ELF-magnetisch veld (ELF-MV) en kinderleukemie in de epidemiologie causaal is of niet.

Conclusie

Hoewel tot nu toe geen gezondheidsrisico's van ELF-EMV zijn aangetoond, acht de autoriteit dat verder onderzoek belangrijk is, met name met betrekking tot langetermijneffecten, omdat vrijwel de hele bevolking wordt blootgesteld.

1.2 Gezondheidseffecten van extreem laagfrequente elektromagnetische veldblootstelling van hoogspanningslijnen en onderstations: een scopingoverzicht van primair empirisch onderzoek

Todorovic, P., Vukojevic, K., Matjaca, D. et al. (2026). IEEE Access, 14, 38447-38459. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2026.3671962>

Achtergrond & Doelstelling

Deze scoping-review brengt beschrijvend het primaire empirische onderzoek in kaart naar verbanden tussen blootstelling aan extreem laagfrequente elektromagnetische velden (ELF-EMV) van hoogspanningstransmissielijnen (≥ 110 kV) en onderstations en gezondheidsuitkomsten, zonder causaliteit vast te stellen.

Methoden

De auteurs doorzochten Web of Science, Scopus en EMF Portal naar epidemiologische en experimentele studies. Studies met gemengde EMV-bronnen of geaggregeerde Job Exposure Matrix-benaderingen werden uitgesloten.

Resultaten

In totaal werden 51 primaire studies van 1979-2025 opgenomen, verspreid over 46 jaar in >20 landen op vijf continenten. De studieontwerpen omvatten case-control (n=28, 55%), cohort (n=10, 20%), dwarsdoorsnedeanalyse (n=10, 20%), experimentele studies (n=1, 2%), een casusrapport (n=1, 2%) en een gepoolde analyse (n=1, 2%). De meest onderzochte uitkomsten waren leukemie bij kinderen (41%), neuropsychologische symptomen (18%), kanker bij volwassenen (16%), voortplantingsuitkomsten (8%) en neurodegeneratieve ziekten (6%). Wat betreft associatierichting rapporteerden 24 studies (47%) positieve associaties, 18 studies (35%) nulbevindingen en 9 studies (18%) zwakke of gemengde resultaten.

Conclusie

De meest consistent gerapporteerde positieve associaties kwamen naar voren voor kinderleukemie, met relatieve risico's van 3,8–5,1 bij magnetische veldblootstelling $\geq 0,3$ – $0,5$ μ T, wat overeenkomt met de IARC-classificatie van ELF-magnetische velden als 'mogelijk kankerverwekkend voor mensen' (Groep 2B). Suggestieve associaties zijn gerapporteerd voor neuropsychologische uitkomsten. Associaties tussen volwassen kankers en voortplantingsuitkomsten blijven beperkt of inconsistent. De associaties voor neurodegeneratieve ziekten zijn beperkt, met suggestieve bevindingen voor de ziekte van Alzheimer, maar onvoldoende gegevens voor andere aandoeningen. Kritieke onderzoekstekorten

zijn onder meer het ontbreken van studies uit Zuidoost-Europa, Oost-Europa, Afrika, Zuid-Azië en China, wat een basis vormt voor het prioriteren van toekomstig onderzoek en het informeren van het volksgezondheidsbeleid.

Beperkingen

Deze beoordeling van het verkennen kent verschillende beperkingen. Wat betreft de identificatie van onderzoeken, sloten de strikte 'schone bron'-inclusiecriteria, hoewel essentieel voor het beantwoorden van de specifieke onderzoeksvraag, talrijke studies met gemengde blootstellingsbronnen die relevante informatie konden bevatten, uit. Wat betreft synthese maakte de aanzienlijke heterogeniteit van de opgenomen studies inzake blootstellingsbeoordelingsmethoden, onderzochte gezondheidsuitkomsten en onderzoeksontwerpen een kwalitatieve pooling van gerapporteerde associaties en beperkte het de vergelijkbaarheid van bevindingen tussen de studies. Publicatiebias kan de beschikbare literatuur beïnvloeden, hoewel de opname van nulbevindingen suggereert dat dit het totale beeld niet ernstig vertekent.

2. Residentiële blootstelling

2.1 Langdurige residentiële blootstelling aan magnetisch veld en sterfte door neurodegeneratieve ziekten: Een 18-jarige landelijke cohortstudie in Zwitserland

Sandoval-Diaz, N., Loizeau, N., Huss, A. et al. (2026). *Environmental International*, 208: 110145.
<https://doi.org/10.1016/j.envint.2026.110145>

Achtergrond & Doelstelling

Epidemiologisch bewijs over de associatie tussen blootstelling aan extreem laagfrequente magnetische velden (ELF-MV) en neurodegeneratieve ziekten (NDD) blijft inconsistent. Weinig populatieonderzoek met blootstelling van hoogspanningslijnen (HVPL) heeft gemengde bevindingen gevonden, en geen enkele heeft blootstelling van spoorlijnen nog overwogen.

Methoden

De auteurs volgden 3.555.064 volwassenen uit de Zwitserse Nationale Cohort (2001–2018), die 55,4 miljoen persoonsjaren bijdroegen. Langdurige ELF-MF-blootstelling van HVPL (50 Hz) en spoorlijnen (16,7 Hz) werd gemodelleerd met gevalideerde nabijheidsmodellen en geactualiseerd over vier intervallen (2001–2005, 2006–2010, 2011–2015, 2016–2018). Langdurige blootstelling aan ELF-MV werd berekend als een tijdgewogen gemiddelde blootstelling over 10-jarige vensters voorafgaand aan elk interval. Cox proportionele hazardmodellen schatten hazardverhoudingen (HR's) voor sterfte door de ziekte van Alzheimer (AD), andere vormen van dementie (OTD), amyotrofische laterale sclerose (ALS), de ziekte van Parkinson (PD) en multiple sclerose (MS), waarbij gecorrigeerd wordt voor sociodemografische en milieugerelateerde co-blootstellingen.

Resultaten

Tijdens de follow-up vonden 146.655 NDD-doden plaats. Minder dan 1% van de bevolking werd blootgesteld aan langdurige ELF-MV $\geq 0,3 \mu\text{T}$ van HVPL en 2,4% van spoorlijnen. Blootstelling aan HVPL was positief geassocieerd met sterfte door AD (HR per $1 \mu\text{T}$ toename in blootstelling = 1,54; 95% BI: 1,23–1,92) en OTD (HR = 1,31; 95% BI: 1,13–1,52). De associaties voor spoorblootstelling waren zwakker en verminderd na correctie voor omgevingsco-blootstellingen. Er werden geen verbanden waargenomen voor ALS, PD of MS.

Conclusies

Langdurige blootstelling aan ELF-MV was geassocieerd met een hoger risico op dementiemortaliteit in de algemene bevolking, maar niet met ALS, PD of MS. Causale inferentie blijft beperkt door het ontbreken van gevestigde biologische mechanismen.

Beperkingen

Binnen de beperkingen van deze studie is een verkeerde classificatie van blootstelling een belangrijk aspect om te overwegen. Ten eerste waren gegevens over stroomtransmissie en spoorwegnetten voor verschillende jaren niet beschikbaar, dus tijdsgevarieerde blootstelling hield alleen rekening met de woonmobiliteit en niet met veranderingen in de infrastructuur van de lijnen. In Zwitserland zijn elektriciteits- en spoorwegnetten al lang bestaande netwerken, dus eventuele wijzigingen tijdens de follow-up hebben waarschijnlijk geen grote expliciete misclassificatie veroorzaakt. Ten tweede baseerde de blootstellingsbeoordelingsbenadering op nabijheidsmodellen die afstand gebruikten als proxy voor ELF-MV blootstelling, zonder rekening te houden met andere factoren die verband houden met magnetisch veldgeneratie. Er is echter geen reden om aan te nemen dat deze meetfout verschilde per uitkomststatus. De werkelijke blootstelling zou dus het resultaat zijn van de voorspelde waarde plus een niet-differentiële (Berkson-type) meetfout, wat de onzekerheid zou vergroten met bredere betrouwbaarheidsintervallen maar geen bias in de associatieschattingen zou introduceren (Yland et al., 2022). Toen blootstelling werd gecategoriseerd om niet-lineaire patronen te verkennen, kan niet-differentiële verkeerde classificatie tussen aangrenzende categorieën de schattingen naar elkaar hebben verstoord (Lash et al., 2021). Dit zou de hogere risico's kunnen verklaren die zijn waargenomen voor intermediaire blootstellingscategorieën en het ontbreken van een consistent hoger risico voor de $\geq 0,3 \mu\text{T}$ (of $\geq 0,4 \mu\text{T}$) categorie. De omvang van de bias hangt af van het aandeel verkeerd geclassificeerde individuen (Yland et al., 2022). Omdat weinig individuen aan hoge niveaus zijn blootgesteld, zijn schattingen voor categorieën met lage blootstelling waarschijnlijk correct, terwijl schattingen voor de hoogste categorie mogelijk de ware associatie onderschatten (Birkett, 1992). Ten slotte hielden de auteurs geen rekening met beroepsmatige blootstelling aan ELF-MV, wat een belangrijke voorspeller van de uitkomsten kan zijn. Omdat de relatie tussen beroepsmatige en residentiële blootstelling aan ELF-MV echter niet goed is gekarakteriseerd, is het onduidelijk hoe dit de waargenomen verbanden heeft beïnvloed.

De auteurs vertrouwden op sterftegegevens om het risico op neurodegeneratieve ziekten te beoordelen, dus verkeerde classificatie van uitkomsten is een andere mogelijke beperking van deze studie. Het is algemeen bekend dat dementie en de ziekte van Parkinson vaak ondergerapporteerd worden op overlijdensakten (Ganguli & Rodriguez, 1999; Romero et al., 2014), terwijl ALS en multiple sclerose naar verwachting goed gedocumenteerd zijn (Horrocks et al., 2017). Onderrapportage van dementiesterfte kan in principe verschillend zijn als het gerelateerd is aan de sociaaleconomische positie, aangezien personen met een hogere sociaaleconomische positie vaker de diagnose dementie krijgen (Holm et al., 2022). Omdat de sociaaleconomische positie ook geassocieerd kan zijn met blootstelling aan ELF-MV, waarbij rijkere individuen doorgaans minder blootgesteld zijn (Schüz et al., 2000), zou onderrapportage waarschijnlijk vaker voorkomen bij degenen met meer blootstelling. Dit zou de schattingen vertekenen richting het nulpunt. Het opnemen van sociaaleconomische positie en opleidingsniveau in de modellen veranderde de resultaten niet wezenlijk, waardoor eventuele resterende misclassificatie van differentiële uitkomsten waarschijnlijk beperkt zal zijn. Residuele verwarring door sociaaleconomische positie, leefstijlfactoren, familiegeschiedenis of andere niet-gemeten milieublootstellingen kan nooit volledig worden uitgesloten. Echter, analyses met negatieve controle-uitkomsten toonden geen consistente verbreken, waardoor aanzienlijke residuele confounding door belangrijke leefstijlfactoren zoals alcoholgebruik of roken onwaarschijnlijk is. Hoewel verstoring door een andere omgevingsfactor mogelijk blijft, geven de E-waarden aan dat een vervormer minstens matige tot sterke associaties moet hebben met zowel blootstelling als uitkomst om de waargenomen associaties volledig te verklaren. Dergelijke sterke correlaties zijn zeldzaam in de

milieuepidemiologie, waardoor het onwaarschijnlijk is dat niet-gemeten omgevingsfactoren de resultaten volledig verklaren.

2.2. Emotioneel welzijn en omgevingsgevoeligheid: Het geval van blootstelling aan ELF-MF

Raz-Steinkreycer, L.S., Gelberg, S., Portnov, B.A. (2026). Sustainability, 18.620.

<https://doi.org/10.3390/su18020620>

Achtergrond & Doelstelling

Extreem laagfrequente magnetische velden (ELF-MV) die door hoogspanningslijnen worden opgewekt, roepen zorgen op over hun mogelijke impact op gezondheid en welzijn. Eerder onderzoek suggereert dat chronische blootstelling aan ELF-MV kan bijdragen aan slaapstoornissen, hoofdpijn en stemmingsstoornissen, mogelijk via fysiologische stressreacties en melatonineverstoringen. Deze studie onderzoekt of zelfgerapporteerd geluk de relatie tussen blootstelling aan ELF-MV en gezondheidssymptomen bemiddelt bij mensen die nabij een 161 kV-transmissielijn wonen in de stad Or Akiva in Israël.

Methoden

In totaal vulden 427 deelnemers vragenlijsten in over lichamelijke symptomen en levensvoldoening, terwijl ELF-MV metingen op vaste locaties werden uitgevoerd in en rond huizen. De structurele vergelijkingsmodellering (SEM) werd vervolgens toegepast om de directe en indirecte effecten van blootstelling aan ELF-MV te beoordelen, aangevuld met logistische regressies voor confounder analyse.

Resultaten

De resultaten geven aan dat een hogere blootstelling aan ELF-MV geassocieerd was met een lager geluk en meer symptomen, waaronder slechte slaap en verminderde mobiliteit ($p < 0,05$). Integendeel, meer geluk was gecorreleerd met minder hoofdpijn, betere slaapkwaliteit, verbeterde mobiliteit en een verminderde waargenomen behoefte aan medische zorg ($p < 0,01$). Mediatieanalyse toonde ook aan dat geluk gedeeltelijk de nadelige effecten van ELF-MV op hoofdpijn, stemming en slaapproblemen buffert ($p < 0,05$).

Beperkingen

Er zijn verschillende beperkingen om rekening mee te houden. Ten eerste betekent het dwarsdoorsnede-ontwerp van de studie dat de auteurs causaliteit of richting niet ondubbelzinnig kunnen vaststellen. Er werd verondersteld dat blootstelling aan ELF-MV leidt tot een lager geluk en een slechtere gezondheid, maar het is ook denkbaar dat mensen met een slechte gezondheid of bepaalde negatieve aard bijvoorbeeld hun omgeving negatiever ervaren of een lager geluk rapporteren (omgekeerde causaliteit). Het gebruik van objectieve blootstellingsmetingen helpt de zorg te verminderen dat alles perceptiegebaseerd is, maar het kan oorzaak en gevolg niet volledig ontrafelen met een eenmalig onderzoek. Longitudinale of experimentele studies (bijvoorbeeld

interventies om het geluk te verhogen, of het volgen van mensen voor en na veranderingen in blootstelling) zouden nodig zijn om het causale mediatie-effect te bevestigen. Omdat deze studie een epidemiologisch onderzoek is, omvatte het geen klinische laboratoriumtests of invasieve elektrische inspecties van particuliere woningen. In toekomstige studies kunnen metingen van oxidatieve stress, samen met antioxidantconcentraties en andere biochemische markers, worden beoordeeld met niet-invasieve speekseltests. Daarnaast zou het onderzoeken van de rol van aardingsstromen in de leidingen als potentiële bron van magnetische velden de interpretatie van bevindingen versterken.

Ten tweede werden alle gezondheidssymptomen en geluk zelf gerapporteerd, wat de mogelijkheid van rapportagebias met zich meebrengt. Mensen die ongelukkig zijn, kunnen symptomen te veel rapporteren, of mensen met veel symptomen kunnen zichzelf als ongelukkig beoordelen—een vorm van veelvoorkomende methodevariatie die associaties kan versterken. De auteurs probeerden dit aan te pakken door gebruik te maken van SEM (dat meetfouten tot op zekere hoogte kan verklaren) en door te controleren op tal van covariaten, maar zelfrapportagebias blijft een overweging. In verband daarmee was onze maatstaf van geluk een schaal met één item. Hoewel deze eenvoudige maat het voordeel van beknoptheid heeft en eenvoudig was voor deelnemers, kon een multi-item gevalideerde welzijnsschaal (bijvoorbeeld de Satisfaction with Life Scale of een positieve affect schaal) het construct betrouwbaarder vastleggen. Dat gezegd hebbende, toonde het enkele geluksitem wel verwachte correlaties met bekende determinanten (bijvoorbeeld, het was hoger bij mensen zonder chronische ziekte en bij degenen die meer trinden), wat het enige geloofwaardigheid gaf. Hoewel geluk een lagere morbiditeit en een langere levensduur voorspelt, is het belangrijk te erkennen dat gezondheid zelf geluk kan beïnvloeden, wat wijst op een mogelijke bidirectionele relatie tussen affect en gezondheid. In het bemiddelingsmodel werd geluk geconceptualiseerd als een bemiddelaar; echter, omgekeerde causaliteit blijft aannemelijk. Zo kunnen mensen met chronische hoofdpijn of slapeloosheid ongelukkig worden als gevolg van hun gezondheidstoestand, in plaats van (of als aanvulling op) ongelukkigheid die bijdraagt aan het ontstaan van dergelijke symptomen. De dwarsdoorsnedegegevens kunnen dit niet ontwarren. Toekomstige studies kunnen cross-lagged panelontwerpen of interventie-experimenten gebruiken (bijvoorbeeld het bewust verbeteren van het geluk door een interventie en observeren of gezondheidsklachten daarna afnemen) om de richting van de effecten te bepalen.

Een andere beperking is de specifieke steekproef en setting: één stad met een specifieke infrastructuurindeling (één grote hoogspanningslijn door een woongebied). De generaliseerbaarheid van onze kwantitatieve schattingen kan beperkt zijn; De fundamentele relaties die worden waargenomen zouden echter toepasbaar moeten zijn in andere gemeenschappen nabij elektriciteitskabels, zelfs als de effectgroottes variëren. Culturele factoren of individuele verschillen in risicoperceptie kunnen de sterkte van de verbinding tussen geluk en gezondheid in verschillende contexten beïnvloeden—bijvoorbeeld, als een gemeenschap zich zeer bewust is van en bang is voor elektriciteitslijnstraling, kan dat stress versterken en geluk meer verminderen dan in een gemeenschap die zich minder zorgen maakt.

3. Beroepsmatige blootstelling

3.1 Kwaliteit van leven en lichamelijke activiteit van musculoskeletale aandoeningen bij werknemers die worden blootgesteld aan hoog- en laagfrequente magnetische velden: Een vergelijkende studie

Cankaya, M., Cingöz, H.T. (2026). *Work: A Journal of Prevention, Assessment and Rehabilitation*, 1–13. <https://doi.org/10.1177/10519815251414411>

Achtergrond & Doelstelling

Het toegenomen gebruik van elektronische apparaten en technologische vooruitgang heeft geleid tot een grotere blootstelling aan elektromagnetische velden (EMV) in diverse beroepsomgevingen. Het doel van de studie was het beoordelen van het effect van werkgerelateerde musculoskeletale aandoeningen (WMSD) op de kwaliteit van leven en het niveau van lichamelijke activiteit van personen die werden blootgesteld aan laagfrequente magnetische velden.

Methoden

De proefpersonen werden geëvalueerd door een fysiotherapeut of een fysiotherapeut en revalidatiespecialist. In deze vergelijkende studie werden ziekenhuismedewerkers en lassers die in het bedrijf (Konya) werkten en aan EMV waren blootgesteld, opgenomen. Deze deelnemers kwamen tussen september 2024 en april 2025 naar de fysiotherapie-afdeling van het Staatsziekenhuis. De volgende werden beoordeeld: musculoskeletale symptomen in de afgelopen 12 maanden (met behulp van de Extended Nordic Musculoskeletal Questionnaire Version (ENMQ) en de Cornell Musculoskeletal Discomfort Questionnaire (CMDQ)), werkhouding (Ovako Working Posture Analysis System (OWAS)), lichamelijke activiteit (International Physical Activity Questionnaire Short Form (IPAQ-Sf)) en kwaliteit van leven (World Health Organization Quality of Life Scale (WHOQOL-Bref)).

Resultaten

In totaal werden 120 deelnemers tussen de 18 en 56 jaar geïnccludeerd, met HF-MV (n=40), LF-MV (n=40) en een controlegroep bestaande uit medewerkers die niet aan magnetische velden waren blootgesteld (n= 40), in het onderzoek. De gemiddelde leeftijd van honderdtwintig EMV blootgestelde werknemers was 37,44±9,16 jaar. Het hoogste prevalentiepercentage van ENMQ in de afgelopen 12 maanden was 77,5% (n =31) in het onderruggebied en 50% (n =20) in het schoudergebied bij degenen die werden blootgesteld aan hooggradige magnetische velden. De gemiddelde scores van WHOQOL-Bref werden gegeven voor degenen die werden blootgesteld aan hoge en lage magnetische velden en degenen die niet aan magnetische velden waren blootgesteld (M ±SD: 63,51±8,35; 73,27±9,37; 76,43±8,43, respectievelijk).

Conclusie

De prevalentie van WMSD bij werknemers bleek het hoogst te zijn in de lage rug, schouder en handen bij HF-MV-werknemers. Bij de LF-MV groep werd de hoogste concentratie gevonden in het nekgebied. Prevalentiepercentages zijn gerapporteerd voor verschillende lichaamsplaatsen, met de hoogste prevalentiepercentages waargenomen in de groep die aan HF-MV is blootgesteld. De kwaliteit van leven bleek lager te zijn in de groep die werd blootgesteld aan HF-MV.

Beperkingen

De individuele blootstelling van werknemers aan magnetische velden werd niet gemeten of beoordeeld, maar gebaseerd op hun werk. Dit vormt een ernstige beperking in deze studie. Daarnaast werden andere blootstellingsbronnen niet meegenomen – een andere cruciale beperking om rekening mee te houden. Er werden geen verstorende elementen onderzocht, wat de uitkomsten in deze studie sterk kan beïnvloeden. Over het algemeen is de kwaliteit van dit onderzoek ondermaats en staat het zulke gedurfde conclusies niet toe.

4. Blootstellingsbeoordeling

/

5. Leukemiestudies

5.1 Tankstations en risico op kinderkanker: een populatie-gebaseerde cohortstudie in Quebec, Canada

Brizard, F., Auger, N., Smargiassi, A. et al. (2026). *Environmental Pollution*, 394. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2026.127737>

Achtergrond & Doelstelling

Benzinestations stoten benzeen en andere vluchtige organische verbindingen (VOS) uit in de omgevingslucht, wat het risico op kinderkanker mogelijk verhoogt, hoewel epidemiologisch bewijs beperkt blijft. De auteurs van deze studie onderzochten of de nabijheid van tankstations bij de geboorte in woonplaatsen geassocieerd was met de incidentie van kinderkanker.

Methoden

Er werd een populatie-gebaseerde cohortstudie uitgevoerd onder 824.414 pasgeborenen in Quebec, Canada. De auteurs stelden drie blootstellingsmaatstaven op bij de geboortewoning: A) aantal tankstations binnen 250 m; B) afstand tot het dichtstbijzijnde tankstation; C) de som van omgekeerde afstanden tot alle tankstations binnen 500 m, gecategoriseerd als kwartielen. Associaties met elke vorm van kanker, leukemie en acute lymfatische leukemie (ALL) werden geschat met behulp van Cox-modellen aangepast voor mogelijke confounders. Hogere risico's op kinderkanker werden gesuggereerd wanneer ten minste één tankstation binnen 250 meter van de woning lag, waarbij het risico toenam naarmate de afstand tot het dichtstbijzijnde station kleiner werd.

Resultaten

Voor pasgeborenen die binnen 100 m van een tankstation wonen, waren de aangepaste hazard ratio's (HR's) 1,14 (95% BI: 0,80–1,63) voor elke vorm van kanker, 1,35 (0,74–2,47) voor leukemie en 1,27 (0,63–2,59) voor ALL, vergeleken met degenen zonder station binnen 500 m. Als men Montreal uitsluit, waar tankstations dampemissies moeten beheersen, waren de HR's 1,42 (0,93–2,18) voor elke kanker en 1,55 (0,72–3,30) voor leukemieën. Voor blootstellingsmetriek C was de HR voor het hoogste blootstellingskwartiel vergeleken met niet-blootgestelde personen 1,34 (1,01–1,77) voor leukemie en 1,34 (0,97–1,84) voor ALL.

Conclusie

De nabijheid van tankstations in woonwijken kan het risico op kinderkanker, met name leukemie, verhogen, wat maatregelen ondersteunt om VOS-uitstoot te beperken

5.2 Gerapporteerde industriële luchtuitstoot en incidentie van kinderkanker in Alberta, Canada, 2003-2019: Een populatie-gematchte case-control studie

Syer, J., Nielsen, C.C., Yamamoto, S.S., Vargas, A.O. (2026). International Journal of Hygiene and Environmental Health, 274. <https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2026.114769>

Achtergrond & Doelstelling

Kinderkanker is de ziekte met de hoogste sterfte onder kinderen jonger dan 15 jaar, en de incidentie in Canada neemt toe. Luchtvervuiling is in verband gebracht met de ontwikkeling van kinderkanker, maar de rol van ruimtelijk en tijdelijk variërende industriële bronnen is onderbelicht. De auteurs beoordeelden de associatie tussen industriële luchtmissies en kanker bij kinderen door een populatie-gematchte case-control studie uit te voeren in Alberta, Canada.

Methoden

Met behulp van een landelijke database bestudeerden de auteurs 1320 kinderen van 0-14 jaar met een primaire diagnose van 2003 tot 2019. Elke zaak werd gekoppeld aan zes controles op basis van geboortemaand, jaar en geslacht uit provinciale geboorteregisters. Industriële luchtmissies werden gekoppeld aan postcodes van deelnemers via een windgebaseerde blootstellingsbeoordeling. Chemicaliën werden geaggregeerd in zes groepen op basis van rapportageverplichtingen als maandelijkse gemiddelden, beginnend één jaar voor de geboorte tot de maand van de diagnose. Met behulp van conditionele logistische regressiemodellen (CLR) analyseerden de auteurs alle kankers en subgroepen op leukemie, lymfomen, tumoren van het centraal zenuwstelsel en andere kankers.

Resultaten

Deze analyse omvatte 1320 gevallen en 7920 controles. In aangepaste CLR-modellen vonden de auteurs positieve associaties in modellen die alle kankers voor meerdere groepen combineerden, met name: "core" substanties (Q4 OR = 3,22, 95% BI: 2,60-4,00), alternatieve drempelstoffen (Q4 OR = 1,77, 95% BI: 1,44-2,17), criteria voor luchtverontreiniging (Q4 OR = 6,06, 95% BI: 4,87-7,55) en vluchtige organische verbindingen (Q4 OR = 2,52, 95% BI: 2,04-3,10). Ze vonden geen bewijs van een ander effect op types van kinderkanker.

Conclusie

Uitstoot uit industriële bronnen kan het overwegen waard zijn als extra luchtverontreinigende stoffen in onderzoek naar kanker bij kinderen.

Beperkingen

De belangrijkste beperking was het gebruik van postcodes als proxy voor blootstelling en dat de onderzoekers chemicaliën niet maten met monitoren op de persoon of in het lichaam (d.w.z. biomarkers). Met behulp van windgegevens probeerden ze de verkeerde classificatie van blootstelling te verminderen door de blootstelling te wegen op de frequentie waarmee de wind in de richting van

het kindertehuis waaide en op hun afstand tot faciliteiten. Deze aanpak had als voordeel dat tonnen als eenheden werden behouden en dat de resultaten werden vereenvoudigd. De auteurs gingen er ook van uit dat chemicaliën gelijkmatig werden uitgestoten gedurende het jaar, wat de blootstelling in sommige maanden kan onder- of overschatten. Voor de deelgroepen werd aangenomen dat er voor elke ton van een chemische stof binnen hun respectievelijke groep een equivalente toxiciteit was, aangezien de auteurs prioriteit gaven aan het groeperen van chemicaliën volgens rapportagecriteria. De auteurs pleiten niet per se voor het groeperen en aggregeren van chemicaliën op deze manier, omdat deze de daadwerkelijke blootstelling mogelijk niet optimaal weergeven. Gerapporteerde emissies zijn mogelijk minder nauwkeurig dan luchtmonitoring en daarom zullen geavanceerde statistische methoden die chemische mengsels beter modelleren waarschijnlijk geen verkeerde karakterisering van de blootstelling overwinnen, gezien deze beperking.

De gevoeligheidsanalyse die deelnemers uitsloot die gemiddelden van vóór 2003 vereisten, behield de associaties, zij het zwakker, waarschijnlijk deels door een kleinere steekproef. Omgekeerd is ongemeten confounding een belangrijke beperking van deze studie, die kan worden veroorzaakt door ontbrekende variabelen op kind- en ouderniveau, waaronder leeftijd, etniciteit, beroep, leefstijlfactoren (bijv. dieet, beweging, gewicht), genetische informatie, infectiegeschiedenis en metingen van ioniserende straling, huishoudelijk roken en alcoholgebruik. Een ander aspect van ongemeten confounding kan het gebrek aan controle over bredere temporele trends zijn. De gevoeligheidsanalyse van de studieperiode gaf geen verschillen tussen studieperiodes aan, maar de auteurs suggereren wel dat toekomstig onderzoek tijdreeksontwerpen gebruikt om effecten van bredere temporele trends vast te leggen, aangezien dit studieontwerp hierin beperkt is. Opmerkelijk is dat die statistische kracht verloren gaat bij het stratificeren volgens de tijd.

Een andere belangrijke beperking van deze studie is het gebrek aan gegevens over de woongeschiedenis binnen de blootstellingsvensters.

5.3 Moederlijk gebruik van hormonale anticonceptie en risico op kinderkanker: een systematische review en meta-analyse

Carlsen, S.E., Jarden, E., Hemmingsen, C.H. et al. (2026). *European Journal of Epidemiology*, 41:135–147 <https://doi.org/10.1007/s10654-025-01335-5>

Achtergrond & Doelstelling

Observationele studies hebben het gebruik van hormonale anticonceptie bij moeders in verband gebracht met het risico op kinderkanker, maar de bevindingen zijn inconsistent. Er werd een systematische review uitgevoerd naar deze mogelijke relatie.

Methoden

Er werd tot 9 april 2025 een systematische zoekopdracht uitgevoerd in de databases PubMed, Embase, Scopus, Cochrane en Web of Science. Studies die het gebruik van hormonale anticonceptie bij moeders vóór of tijdens de zwangerschap en het risico op kinderkanker (0–19 jaar) rapporteerden kwamen in aanmerking. De auteurs includeerden studies met risicoschattingen in het Engels of het Scandinavisch. De Newcastle-Ottawa-schaal werd gebruikt om de kwaliteit van de studie te beoordelen. Meta-analyse

met vaste en willekeurige effecten werd gebruikt om relatieve risico's (RR's) te combineren met 95% betrouwbaarheidsintervallen (BI) voor kinderkanker volgens het gebruik van hormonale anticonceptie door de moeder, (1) tot of tijdens de zwangerschap, en (2) uitsluitend tijdens de zwangerschap.

Resultaten

De auteurs omvatten 27 studies (24 case-control en 3 cohort), in totaal 11.067 gevallen van kinderkanker. Het gebruik van hormonale anticonceptie door de moeder tot en met de zwangerschap verhoogde het risico op kinderkanker (RR=1,18; 95% BI=1,10–1,26), leukemie (RR=1,24; 95% BI=1,06–1,45) en lymfoïde leukemie (RR=1,17; 95% BI=1,06–1,28). Blootstellingen tijdens de zwangerschap toonden een hogere risicoschatting voor elke vorm van kanker (RR=1,32; 95% BI=1,12–1,56) en leukemie (RR=1,63; 95% BI=1,07–2,49). De meeste studies waren van matige (70%) of hoge (26%) kwaliteit.

Conclusie

Het gebruik van hormonale anticonceptie bij moeders kan het risico op kinderkanker verhogen, vooral bij leukemie, en tijdens de zwangerschap. Verdere prospectieve studies zijn nodig, gericht op specifieke hormonale anticonceptiemiddelen en de timing van blootstelling.

5.4 Verkeersgerelateerde luchtvervuiling en acute leukemie bij kinderen in Frankrijk: GEOCAP landelijke case-control studie

Zalm, C., Some, A., Jacquemin, B. et al. (2026). *Environmental Research*, 288. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2025.123303>

Achtergrond & Doelstelling

Buitenluchtvervuiling en deeltjes (PM) zijn geclassificeerd als kankerverwekkend voor mensen, en blootstelling aan benzeen is bekend om het risico op leukemie bij volwassenen te verhogen. Toch blijft het bewijs over kinderleukemie niet doorslaggevend. In deze studie probeerden de auteurs te onderzoeken of verkeersgerelateerde luchtvervuiling het risico op acute lymfoblastische leukemie (ALL) en acute myeloïde leukemie (AML) verhoogt.

Methoden

Gegevens van GEOCAP, een lopende populatiegerichte case-control studie uitgevoerd in Frankrijk, werden gebruikt. Het omvat 4611 ALL- en 830 AML-gevallen, gediagnosticeerd tussen 2002 en 2013 en geïdentificeerd via het Franse nationale register van kinderkanker, en 60.189 gelijktijdige controles die representatief zijn voor de Franse pediatrische populatie. Jaarlijkse gemiddelde blootstellingen aan stikstofdioxide (NO₂), fijn PM (PM_{2,5}) en zwarte koolstof (BC) op het geocodeerde adres van de woning bij diagnose voor gevallen en bij opname voor controles werden geschat met behulp van landgebruik-regressiemodellen. De auteurs evalueerden ook de lengte van grote wegen binnen 150 m van de geocodeerde adressen. Polytome logistische regressie werd gebruikt om odds ratio's (OR's) en 95% betrouwbaarheidsintervallen (BI) af te leiden.

Resultaten

Verhoogde risico's op AML werden gevonden bij NO₂ (OR per 10 µg/m³ = 1,09, 95%BI = 1,03–1,15), PM_{2,5} (OR per 5 µg/m³ = 1,09, 95%BI = 1,01–1,18) en BC-blootstellingen (OR per 0,5 10⁻⁵/m = 1,09, 95%BI = 1,03–1,16). De lengte van hoofdwegen binnen 150 m van de woning was ook geassocieerd met AML-risico (OR per 300 m = 1,13, 95%BI = 1,03–1,25). Deze risicoverhogingen waren sterker in de meest verstedelijkte gebieden. Voor ALLE werden omgekeerde associaties voorgesteld.

Conclusie

Deze studie levert verder bewijs dat de rol van verkeersgerelateerde luchtvervuiling in het AML-risico bij kinderen wordt ondersteund.

6. REFERENTIES

- Brizard, F., Auger, N., Smargiassi, A. et al. (2026). Gasoline stations and risk of childhood cancer: a population-based cohort study in Quebec, Canada. *Environmental Pollution*, 394. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2026.127737>
- Cankaya, M., Cingöz, H.T. (2026). Quality of life and physical activity levels of musculoskeletal disorders in workers exposed to high and low frequency magnetic fields: A comparative study. *Work: A Journal of Prevention, Assessment and Rehabilitation*, 1–13. <https://doi.org/10.1177/10519815251414411>
- Carlsen, S.E., Jarden, E., Hemmingsen, C.H. et al. (2026). Maternal hormonal contraception use and childhood cancer risk: a systematic review and meta-analysis. *European Journal of Epidemiology*, 41:135–147 <https://doi.org/10.1007/s10654-025-01335-5>
- Huss, A., Harbo, A., Sauter, C. et al. (2026). Recent Research on electromagnetic fields and Health Risk, twentieth report from SSM's Scientific Council on Electromagnetic Fields, 2025 <https://www.stralsakerhetsmyndigheten.se/en/publications/reports/radiation-protection/2026/202603/>
- Raz-Steinkreyser, L.S., Gelberg, S., Portnov, B.A. (2026). Emotional Well-Being and Environmental Sensitivity: The Case of ELF-MF Exposure. *Sustainability*, 18, 620. <https://doi.org/10.3390/su18020620>
- Sandoval-Diaz, N.,Loizeau, N., Huss, A. et al. (2026). Long-term residential magnetic field exposure and neurodegenerative disease mortality: An 18-year nationwide cohort study in Switzerland, *Environmental International*, 208: 110145. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2026.110145>
- Salmon, C., Some, A., Jacquemin, B. et al. (2026). Traffic-related air pollution and childhood acute leukemia in France: GEOCAP nationwide case-control study. *Environmental Research*, 288. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2025.123303>
- Syer, J., Nielsen, C.C., Yamamoto, S.S., Vargas, A.O. (2026). Reported industrial air emissions and childhood cancer incidence in Alberta, Canada, 2003-2019: A population-based matched case-control study. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 274. <https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2026.114769>
- Todorovic, P., Vukojevic, K., Matjaca, D. et al. (2026). Health Effects of Extremely Low-Frequency Electromagnetic Field Exposure From High-Voltage Power Lines and Substations: A Scoping Review of Primary Empirical Research. *IEEE Access*, 14, 38447-38459. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2026.3671962>