

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

Leander De Mol

Onderzoeksgroep Arbeids- en Verzekeringsgeneeskunde

Vakgroep Volksgezondheid en Eerstelijnszorg

Universiteit Gent

Index

1.	Reviews en meta-analyses.....	3
1.1.	Factsheet 'Exposure to electromagnetic fields (EMF) frequencies between 1Hz and 100 kHz'	3
2.	Residentiële blootstelling	4
2.1.	Magnetische velden van binnentransformatorstations en het risico op kanker bij volwassenen: een cohortstudie	4
3.	Beroepsmatige blootstelling.....	4
3.1.	Impact van blootstelling aan extreem laagfrequente magnetische velden op bloeddruk, hartslagvariatie en verstoring van slaapkwaliteit bij industriële arbeiders in Korea	4
3.2.	Analyse van laagfrequente elektromagnetische velden aan boord van schepen met elektrische voortstuwing en een bedrijfsvoltage van 11 kV.....	5
3.3.	Blootstellingsbeoordeling en cytogenetische biomonitoringstudie van werknemers die beroepsmatig worden blootgesteld aan extreem laagfrequente magnetische velden	6
4.	Beoordeling van de blootstelling.....	7
4.1.	Extreem laagfrequente magnetische velden (ELF-EMF) in Zwitserland: Van blootstellingsmonitoring tot dagelijkse blootstellingsscenario's	7
5.	Onderzoek naar leukemie.....	8
5.1.	Moederlijk gebruik van hormonale anticonceptie en het risico op kinderkanker: Een Scandinavische populatiegebaseerde cohortstudie	8
5.2.	Gemeente-specifieke analyse om de aanhoudend verhoogde incidentie van kinderkanker in de buurt van de kerncentrale van Krümmel in Duitsland te onderzoeken	9
5.3.	Associatie tussen perinatale factoren en kinderlymfoom - Een samengevoegde analyse van de ESCALE- en ESTELLE-studies (SFCE).....	9
5.4.	Woonproximiteit tot olie- en gasontwikkelingen en overleving bij kinderkanker	10
6.	Referenties.....	12

1. Reviews en meta-analyses

1.1. Factsheet 'Exposure to electromagnetic fields (EMF) frequencies between 1Hz and 100 kHz'

European Directorate-General for Health and Food Safety (2024), Exposure to electromagnetic fields (EMF) frequencies between 1Hz and 100 kHz

Achtergrond: Deze factsheet legt de mening van het Wetenschappelijk Comité voor Gezondheid, Milieu en Opkomende Risico's (SCHEER) uit over de mogelijke gezondheidseffecten van blootstelling aan elektromagnetische velden (EMF): Update met betrekking tot frequenties tussen 1Hz en 100 kHz – mei 2024.

Methoden: Hoewel de meeste mensen in Europa blootgesteld worden aan ELF-EMF-niveaus die ver onder de veiligheidslimieten liggen die door de Europese Raad worden aanbevolen, vereisen ontwikkelingen in het gebruik van nieuwe technologieën, zoals inductiekookplaten en draadloos opladen, updates van de beoordeling van hoe blootstelling aan elektromagnetische velden onze gezondheid zou kunnen beïnvloeden, evenals de wetenschappelijke richtlijnen die ten grondslag liggen aan beperkingen en referentieniveaus.

De publicatie is gebaseerd op (systematische) reviews en meta-analyses die zijn gepubliceerd tussen 2015 en 2023.

Resultaten: Terwijl de wetenschappelijke kennis toeneemt, blijven er nog steeds hiaten bestaan. Het SCHEER heeft samengevat wat er bekend is:

- Leukemie & EMF: Er is enig bewijs dat blootstelling aan extreem lage frequentie EMF (zoals van hoogspanningslijnen) het risico op kinderleukemie licht zou kunnen verhogen, maar het bewijs is niet doorslaggevend.
- Neurodegeneratieve ziekten: Studies suggereren een mogelijke link tussen blootstelling aan EMF op de werkplek en ziekten zoals ALS (ziekte van Lou Gehrig), maar het bewijs is nog steeds zwak als het gaat om aandoeningen zoals Alzheimer en dementie. Er kan geen verband worden gelegd tussen blootstelling aan EMF en de ziekte van Parkinson of multiple sclerose.
- Reproductieve gezondheid: Actueel onderzoek toont geen verband tussen blootstelling aan EMV en zwangerschaps- of reproductieve uitkomsten.

Conclusies: Er is nog steeds behoefte aan meer onderzoek, vooral met behulp van consistentere methoden en modellen die de blootstelling in de echte wereld weerspiegelen. Bijvoorbeeld, studies over hoe EMF processen zoals melatonine, DNA of oxidatieve stress beïnvloedt, bevinden zich nog in de beginfase. Met de komst van diagnostische technieken voor neurodegeneratieve ziekten en de introductie van gevalideerde biomarkers daarvoor, zijn er meer klinische en epidemiologische studies nodig om het verband tussen EMF-blootstelling en deze ziekten te onderzoeken.

Opmerking: Deze factsheet is gebaseerd op de mening over de mogelijke gezondheidseffecten van blootstelling aan elektromagnetische velden (EMV): Update met betrekking tot frequenties tussen 1Hz en 100 kHz – mei 2024, die hier te vinden is:

https://health.ec.europa.eu/document/download/85ef39d5-49dc-4b5a-b875-54e578d1d2bc_en

2. Residentiële blootstelling

2.1. Magnetische velden van binnentransformatorstations en het risico op kanker bij volwassenen: een cohortstudie

Juutilainen, J., Khan, M. W., Naarala, J., & Roivainen, P. (2024). Magnetic fields from indoor transformer stations and risk of cancer in adults: a cohort study. *Occupational and Environmental Medicine*, 81(11), 574–579.

Achtergrond: Eerdere studies naar de associatie tussen kanker bij volwassenen en extreem laagfrequente elektromagnetische velden (ELF-EMF) hebben geen eenduidige resultaten opgeleverd. Dit komt waarschijnlijk door beperkingen zoals lage blootstellingsniveaus, verstorende factoren en verschillende vormen van bias. Deze studie onderzocht de associatie tussen blootstelling aan ELF-EMF in woningen en kanker bij volwassenen met een onderzoeksopzet die de belangrijkste beperkingen van eerdere studies vermijdt.

Methode: Personen die tussen 1971 en 2016 in gebouwen met binnenhuis-transformatorstations hebben gewoond, vormden de studiecohort. Hun blootstelling aan ELF-EMF werd beoordeeld op basis van de locatie van hun appartement ten opzichte van de transformatorruimte, waarbij appartementen op de begane grond en de eerste verdieping werden beschouwd als appartementen met verhoogde blootstelling. Informatie over kankerdiagnoses werd verkregen uit het Finse Kankerregister. De gestandaardiseerde incidentieverhouding (SIR) met 95% betrouwbaarheidsinterval (BI) werd berekend om de associatie tussen MF-blootstelling en algemene kanker en specifieke kankers te onderzoeken.

Resultaten: De SIR voor alle primaire kankerlocaties was 1,01 (95% BI 0,93 tot 1,09). Een verhoogd risico op kanker van de spijsverteringsorganen werd waargenomen bij blootgestelde personen, met een SIR van 1,23 (95% BI 1,03 tot 1,46). Het hoogste SIR werd waargenomen voor galblaaskanker (3,92, 95% BI 1,44 tot 8,69). Een verhoogd risico op teelbalkanker werd waargenomen bij mannen die tijdens hun jeugd aan EMF waren blootgesteld, maar dit is waarschijnlijk te wijten aan verstorende factoren die verband houden met wonen op de laagste verdiepingen. Er werden geen andere significante associaties gevonden voor andere onderzochte primaire kankerlocaties.

Conclusies: Het algemene kankerrisico werd niet beïnvloed door blootstelling aan EMF in woningen. Het verhoogde risico op kanker van de spijsverteringsorganen bij aan ELF-EMF blootgestelde personen is een nieuwe bevinding die bevestiging in vervolgstudies vereist.

3. Beroepsmatige blootstelling

3.1. Impact van blootstelling aan extreem laagfrequente magnetische velden op bloeddruk, hartslagvariatie en verstoring van slaapkwaliteit bij industriële arbeiders in Korea

Amila Madhushanka Weerasinghe, S. D. N. A. M., Liyanage, S., Rajitha Kawshalya, M. A. D., & Hong, S. C. (2024). Impact of exposure to extremely low-frequency magnetic fields on blood pressure, heart

rate variation and disturbance to quality of sleep on industrial workers in Korea. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, 1-8.

Achtergrond: Deze studie onderzoekt de potentiële gezondheidsrisico's van blootstelling aan extreem laagfrequente elektromagnetische velden (ELF-EMF), met een focus op de impact op slaapkwaliteit. De hypothese was dat verhoogde ELF-EMF-blootstelling correleert met verhoogde bloeddruk (BP), veranderde hartslagdynamiek (HR) en slechtere slaapkwaliteit bij beroepsarbeiders in Korea.

Methode: Deelnemers werden geworven via aankondigingen in ondersteuningscentra voor arbeiders, waarna 85 vrijwilligers zich aanmeldden. Deelnemers werden ingedeeld in twee groepen op basis van hun beroepssector. Industriële fabrieksarbeiders werden beschouwd als een groep met een hoog blootstellingsniveau, terwijl een algemene groep ("sham-expositiegroep") bestond uit landbouwarbeiders, dienstverleners, kantoormedewerkers en academische werknemers.

De blootstelling aan ELF-EMF werd gedurende 24 uur continu gemeten in beide groepen. Metingen van BP en HR werden vier keer per dag uitgevoerd, waarbij het gemiddelde van de metingen werd gebruikt voor analyse. De slaapkwaliteit werd gemeten met draagbare apparaten (Apple Watch).

Resultaten: Van de 85 deelnemers waren er 28 vrouw en 57 man. De studie vond significant hogere ELF-EMF-blootstellingsniveaus bij de fabrieksarbeiders, zowel tijdens werk- als slaaptijden ($p < 0,05$). Fabrieksarbeiders vertoonden ook een hogere systolische bloeddruk dan de algemene groep ($127,91 \pm 8,78$ versus $123,27 \pm 9,94$ mmHg, $p < 0,05$). Bovendien werd een significant verschil in diepe slaap geobserveerd tussen de hoog- en laagblootstellingsgroepen ($58,12 \pm 28,95$ versus $75,93 \pm 31,02$ minuten, $p < 0,05$).

Conclusies: De hypothese werd bevestigd, wat wijst op mogelijke effecten van hoge ELF-EMF-blootstelling op systolische bloeddruk en diepe slaap. De hogere blootstelling van fabrieksarbeiders tijdens slaap kan verband houden met hun woonsituatie, aangezien zij vaak slapen in slaapzalen naast de fabrieken. Verdere, met name langdurige, onderzoeken naar significante ELF-EMF-blootstelling en de associatie met verstoringen in slaapkwaliteit zijn nodig voor bevestiging.

3.2. Analyse van laagfrequente elektromagnetische velden aan boord van schepen met elektrische voortstuwing en een bedrijfsvoltage van 11 kV

Barudov, E., Ivanova, M., & Doneva, M. (2024). Analysis of Low Frequency Electromagnetic Fields Onboard Vessels with Electric Propulsion with Operating Voltage 11 kV. *2024 16th Electrical Engineering Faculty Conference (Bulef)*, 1–5.

Achtergrond: Het doel van deze studie was om de 60 Hz elektromagnetische velden (EMF) te onderzoeken die worden geproduceerd door specifieke onderdelen van de elektrische apparatuur aan boord van een passagiersschip met elektrische voortstuwing, werkend op een spanning van 11 kV. Het algemene doel was om de werkomstandigheden van het technische personeel dat betrokken is bij het onderhoud van deze apparatuur te evalueren.

Methode: De studie werd uitgevoerd op een passagiersschip uitgerust met twee elektrische voortstuwingssystemen, elk aangedreven door een paar hoogspanningstransformatoren (11000/1500 V, 60 Hz). ELF-EMF-metingen werden uitgevoerd bij de hoofdgenerator, de

hoofdmotor, de transformator in de machinekamer, de 11 kV-elektromotor en kabelgoten. De metingen werden gedaan op afstanden van 20 tot 120 cm van de omkasting van de apparatuur.

Resultaten: De hoogste niveaus van elektrische en magnetische velden werden waargenomen op een afstand van 20 cm van de kabelgoten ($E=25$ V/m, $B=34,8$ μ T). Alle gemeten EMF-niveaus lagen onder de toegestane waarden volgens de richtlijnen voor arbeidsgezondheid en -veiligheid.

Conclusies: De niveaus van ELF-EMV gegenereerd door onderdelen van de elektrische apparatuur aan boord van een passagiersschip bij een bepaalde belasting van de generatoren werden gemeten om de arbeidsveiligheid van het technisch personeel te beoordelen. De resultaten toonden aan dat de waarden van de elektrische veldsterkte (E) en magnetische inductie (B) ruim onder de Europese toegestane limieten lagen. Echter, in bepaalde situaties (bijvoorbeeld volle kracht vooruit of noodmodi) kunnen mogelijk buitensporige ELF-EMF worden gegenereerd. Dit benadrukt het belang van beschermende maatregelen voor werknemers in dergelijke omstandigheden.

Opmerking: Deze studie werd gepubliceerd in het conferentieboek van de 16th Electrical Engineering Faculty Conference, en werd niet onderworpen aan een peer-review. Toekomstige peer-review van deze studie kan de conclusies beïnvloeden. Aangezien het echter meetgegevens van apparatuur bevat met een goed beschreven methodologie, kunnen de resultaten interessant zijn voor arbeidsonderzoekers. Daarom is besloten de studie in dit rapport op te nemen.

3.3. Blootstellingsbeoordeling en cytogenetische biomonitoringstudie van werknemers die beroepsmatig worden blootgesteld aan extreem laagfrequente magnetische velden

Nguyen, H., Vandewalle, G., Mertens, B., Collard, J. F., Hinsenkamp, M., Verschaeve, L., Feipel, V., Magne, I., Souques, M., Beauvois, V., & Ledent, M. (2024). Exposure assessment and cytogenetic biomonitoring study of workers occupationally exposed to extremely low-frequency magnetic fields. *Bioelectromagnetics*, 45(6), 260–280.

Achtergrond: Menselijke cytogenetische biomonitoring (HCB) wordt al lange tijd gebruikt om de mogelijke effecten van werkomgevingen op de DNA-integriteit van werknemers te evalueren. HCB-studies over de genotoxische effecten van beroepsmatige blootstelling aan extreem laagfrequente elektromagnetische velden (ELF-EMF) werden echter beperkt door de kwaliteit van de blootstellingsbeoordeling. Meer specifiek waren er zorgen over de gebruikte blootstellingsbeoordeling-methode, de selectie van blootstellingsparameters en de definitie van blootstellingsgroepen.

Methode: In deze studie werden de genotoxische effecten van beroepsmatige blootstelling aan ELF-EMF beoordeeld op perifere bloedlymfocyten van 88 werknemers uit de elektrische sector. Hierbij werden de comet- en cytokinese-blok-micronucleus-testen toegepast, waarbij rekening werd gehouden met de daadwerkelijke blootstelling van werknemers, gemeten gedurende drie opeenvolgende dagen. Verschillende methoden werden gebruikt om blootstellingsgroepen te definiëren.

Resultaten: De samengevoegde ELF-EMF-gegevens lieten over het algemeen een laag blootstellingsniveau zien in de hele studiebevolking. Ook bleek dat het uitsluitend baseren op functietitels tot verkeerde indeling van 12 werknemers in blootstellingsgroepen kon leiden. Hierdoor

lijkt het beter om hiërarchische agglomeratieve clustering van persoonlijke blootstellingsgegevens te combineren met functietitels om blootstellingsgroepen te definiëren.

Conclusies: De eindresultaten toonden aan dat beroepsmatige blootstelling aan magnetische velden niet significant meer genetische schade veroorzaakte. Andere factoren, zoals leeftijd of een rookgeschiedenis, konden eerder de uitkomsten van de cytogenetische testen beïnvloeden dan blootstelling aan ELF-MF.

Opmerking: Zoals vermeld in het manuscript, maakt deze studie deel uit van het BBEMG-project, dat tevens verantwoordelijk is voor de publicatie van deze rapporten.

4. Beoordeling van de blootstelling

4.1. Extreem laagfrequente magnetische velden (ELF-EMF) in Zwitserland: Van blootstellingsmonitoring tot dagelijkse blootstellingsscenario's

Loizeau, N., Haas, D., Zahner, M., Stephan, C., Schindler, J., Gugler, M., Fröhlich, J., Ziegler, T., & Rösli, M. (2024). Extremely low frequency magnetic fields (ELF-MF) in Switzerland: From exposure monitoring to daily exposure scenarios. *Environment International*, 194.

Achtergrond: Hoewel ELF-EMF is geclassificeerd als 'mogelijk kankerverwekkend', zijn mogelijke nadelige gezondheidsresultaten waargenomen bij langdurige blootstelling. Tegelijkertijd blijft een uitgebreide blootstellingsbeoordeling van de algemene bevolking beperkt. Deze studie karakteriseert ELF-EMF-blootstelling in diverse Zwitserse omgevingen en introduceert een nieuwe milieublootstellingsmatrix (EEM) voor het schatten van de tijdgewogen gemiddelde (TWA) ELF-EMF-blootstelling.

Methode: Magnetische fluxdichtheidsniveaus (μT) werden gemeten met behulp van een draagbare exposimeter die in een rugzak werd gedragen, gericht op de belangrijkste ELF-bronnen: spoorwegstroom (16,7 Hz), huishoudelijke stroom (50 Hz) en tramrimpelstroom (300 Hz). De onderzoekers verzamelden tussen 2022 en 2024 ELF-EMF-blootstellingsniveaus in verschillende omgevingen die representatief zijn voor de Zwitserse bevolking: 300 buitenruimtes (bijvoorbeeld stadscentra, woonwijken), 245 openbare ruimtes (bijvoorbeeld treinstations, scholen), 348 transportreizen (bijvoorbeeld treinen, auto's) en in 59 woningen (bijvoorbeeld slaapkamers, woonkamers).

Resultaten: Over alle omgevingen werden de hoogste ELF-EMF-blootstellingsniveaus gemeten in treinstations (mediaan: $0,48 \mu\text{T}$), treinen (mediaan: $0,40 \mu\text{T}$) en woonkamers dicht bij ($<200 \text{ m}$) hoogspanningslijnen van 220 kV en 380 kV (mediaan: $0,37 \mu\text{T}$). ELF-EMF-medianen gemeten met twee jaar verschil toonden hoge Pearson-correlatiecoëfficiënten in dezelfde 150 buitenruimtes ($r=0,88$) en 86 openbare ruimtes ($r=0,87$), zonder significante veranderingen. Alle metingen lagen ruim onder de Zwitserse regelgeving gebaseerd op de ICNIRP 1998-richtlijnen (mediaan: 0,2%).

Daarnaast stelden de onderzoekers een milieublootstellingsmatrix op en modelleerden zij 27 dagelijkse tijdgewogen gemiddelde ELF-EMF-blootstellingsscenario's door typische tijdsbesteding thuis, op het werk en in het vervoer te combineren. De hoogste dagelijkse TWA-blootstelling correspondeerde met een scenario waarin een persoon dicht bij hoogspanningslijnen woont, werkt in treinen en per trein reist (gemiddelde $\pm \text{SD}$: $0,82 \pm 1,18 \mu\text{T}$). De laagste dagelijkse TWA-

blootstelling werd waargenomen in een scenario waarin iemand niet wordt blootgesteld aan een milieubron thuis, werkt in onderwijsinstellingen en per auto reist (gemiddelde $\pm$ SD: $0,09 \pm 0,10 \mu\text{T}$).

Conclusies: Deze blootstellingsmonitoringstudie biedt een uitgebreid overzicht van ELF-EMF-blootstelling in Zwitserland tussen 2022 en 2024 door middel van metingen in echte omstandigheden in talrijke openbare ruimtes, transport en woningen. De onderzoekers hebben een milieublootstellingsmatrix voor ELF-EMF ontwikkeld die geschikt is voor agent-based blootstellingsmodellering, wat ondersteuning kan bieden bij publieke communicatie en toekomstig epidemiologisch onderzoek.

5. Onderzoek naar leukemie

5.1. Moederlijk gebruik van hormonale anticonceptie en het risico op kinderkanker: Een Scandinavische populatiegebaseerde cohortstudie

Hemmingsen, C. H., Kjaer, S. K., Hjorth, S., Nörby, U., Broe, A., Pottegård, A., Bénévent, J., Schmiegelow, K., Skovlund, C. W., Leinonen, M. K., Nordeng, H., Mørch, L. S., & Hargreave, M. (2024). Maternal use of hormonal contraception and risk of childhood leukemia: A Scandinavian population-based cohort study. *European Journal of Cancer*, 215, 115168.

Achtergrond: Het gebruik van hormonale anticonceptie door moeders is in verband gebracht met het risico op kinderkanker. Er zijn echter maar weinig studies en vaak zijn deze gebaseerd op zelfgerapporteerde informatie.

Methode: Met behulp van registratiedata uit Denemarken, Noorwegen en Zweden identificeerden de auteurs 3.183.316 kinderen (geboren tussen 1996 en 2018) en volgden hen vanaf de geboorte totdat ze een diagnose van leukemie kregen, werden gecensureerd (door overlijden, emigratie, andere kanker, 20e verjaardag) of de studie werd gesloten (31 december 2017, 2018 of 2020). Ze schatten de hazard ratio's (HR) en 95% betrouwbaarheidsintervallen (BI) voor kinderkanker (alle vormen, lymfoïde en niet-lymfoïde) die verband hielden met het recente gebruik (≤ 3 maanden voor of tijdens de zwangerschap) of het eerdere gebruik (voor recent gebruik) van hormonale anticonceptie, vergeleken met geen gebruik.

Resultaten: Gedurende 29.455.528 persoonsjaren ontwikkelden 1701 kinderen leukemie (geen gebruik: 518, eerder gebruik: 974, recent gebruik: 209). Het recente gebruik van hormonale anticonceptie door moeders was geassocieerd met een verhoogd risico op leukemie bij kinderen (HR 1,22, 95% BI 1,04–1,44; incidentie per 1.000.000 persoonsjaren [IR] 65), vergeleken met geen gebruik (IR 53). De associatie was het sterkst voor niet-lymfoïde leukemie (HR 1,69, 95% BI 1,20–2,37) en werd voornamelijk gedreven door orale gecombineerde producten, zowel voor alle vormen van leukemie (HR 1,29, 95% BI 1,05–1,59) als voor niet-lymfoïde leukemie (HR 1,75, 95% BI 1,17–2,62). Bovendien werd niet-lymfoïde leukemie geassocieerd met recent gebruik van niet-orale progestageen-only producten (HR 2,10, 95% BI 1,28–3,44).

Conclusies: Hoewel het absolute risico laag was, was het gebruik van hormonale anticonceptie door moeders tot of tijdens de zwangerschap geassocieerd met een verhoogd risico op kinderkanker, met name niet-lymfoïde leukemie, en werd voornamelijk gedreven door orale gecombineerde producten en niet-orale progestageen-only producten.

5.2. Gemeente-specifieke analyse om de aanhoudend verhoogde incidentie van kinderkanker in de buurt van de kerncentrale van Krümmel in Duitsland te onderzoeken

Gianicolo, E., Russo, A., di Staso, R., Ronckers, C. M., Schmidtman, I., Wollschläger, D., & Blettner, M. (2024). A municipality-specific analysis to investigate persistent increased incidence rates of childhood leukaemia near the nuclear power plant of Krümmel in Germany. *European Journal of Epidemiology*.

Achtergrond: Er zijn verhoogde incidentiecijfers voor kinderkanker gerapporteerd in gemeenten dicht bij de kerncentrale Krümmel (Geesthacht, Duitsland). Er ontstaan methodologische uitdagingen bij het analyseren van deze associatie op ecologisch niveau. Deze omvatten het gebruik van een geschikte referentiepopulatie, instabiele schattingen van gestandaardiseerde incidentie ratios (SIRs) en de mogelijke rol van heersende winden. Het doel van deze studie is om deze uitdagingen aan te pakken.

Methode: Het Duitse Kinderkankerregister leverde gegevens over leukemie bij kinderen onder de 15 jaar (2004–2019). Het Duitse Federaal Statistisch Bureau verstrekte de bevolkingsgegevens. De studie omvatte alle gemeenten waarvan $\geq 75\%$ van het oppervlaktegebied zich binnen 50 km van de kerncentrale Krümmel bevond. SIRs werden berekend met nationale en regionale referentiepercentages. Vergrende incidentie relatieve ratio's (IRR) werden berekend en in kaart gebracht om te controleren op mogelijke patronen die verband houden met heersende winden.

Resultaten: In totaal werden 356 gevallen van kinderkanker waargenomen in de studiegebieden (321 gemeenten) tussen 2004 en 2019. SIRs op basis van nationale referentiepercentages vertoonden bijna geen verschil met de SIRs berekend met regionale referentiepercentages. Een verhoogde SIR en IRR werd waargenomen in Geesthacht (waargenomen gevallen=8; SIR=2,29; 95% betrouwbaarheidsinterval: 0,99–4,51. IRR=1,80; 95% betrouwbaarheidsinterval: 0,88–2,79). De analyse van de IRR-kaart toont geen patronen die verband houden met heersende winden.

Conclusies: Het gebruik van een regionale bevolking als referentie leverde bewijs dat er mogelijk nog steeds een verhoogd risico op kinderkanker in Geesthacht bestaat. De IRR-schattingen zijn echter onzeker en de betrouwbaarheidsintervallen komen overeen met de afwezigheid van een verhoogd risico. Het aanhoudende bewijs van risico op kinderkanker in Geesthacht rechtvaardigt verder epidemiologisch toezicht.

5.3. Associatie tussen perinatale factoren en kinderlymfoom - Een samengevoegde analyse van de ESCALE- en ESTELLE-studies (SFCE)

Msalle, E., Pacquement, H., Olivier, L., Brugières, L., Landman Parker, J., Garnier, N., Lambilliotte, A., Faure, L., Clavel, J., & Bonaventure, A. (2024). Association Between Perinatal Factors and Childhood Lymphoma—A Pooled Analysis of the ESCALE and ESTELLE Studies (SFCE). *Pediatric Blood and Cancer*.

Achtergrond: Er is veel belangstelling voor de perinatale periode in relatie tot de etiologie van kinderkanker, waarbij de meeste studies zich richten op kinderkanker leukemie. Dit onderzoek had

tot doel de associaties tussen zwangerschap-gerelateerde en perinatale factoren en kinderlymfoom te onderzoeken.

Methode: De auteurs voerden een samengevoegde analyse uit van twee Franse landelijke populatiegebaseerde case-control studies. Gegevens over sociodemografische, perinatale en levensstijlfactoren werden verzameld door middel van interviews met moeders. Odds ratio's (OR) en 95% betrouwbaarheidsintervallen (BI) werden berekend met behulp van aangepaste logistische regressiemodellen, apart voor non-Hodgkin lymfoom (NHL) en Hodgkin lymfoom (HL). Specifieke analyses onderzochten ook Burkitt NHL en nodulaire sclerose HL, de twee meest voorkomende histologische typen bij kinderen.

Resultaten: De studie omvatte 305 NHL, 328 HL en 2415 controles. Er werden geen associaties waargenomen met zwangerschapsduur, foetale groei markeringen, foliumzuursuppletie, factoren met betrekking tot de vruchtbaarheid en reproductieve geschiedenis van de moeder, of het roken van de moeder tijdens de zwangerschap. Het koffieverbruik van de moeder tijdens de zwangerschap was geassocieerd met NHL (>2 kopjes/dag, OR = 1,5 [95% BI: 1,1–2,1]), met een dosis-responsrelatie; terwijl het alcoholgebruik van de moeder geassocieerd was met Burkitt NHL (OR = 1,5 [1,1–2,2]). Roken door de vader tijdens de preconceptie/zwangerschap was geassocieerd met NHL (OR = 1,4 [1,1–1,8]). Borstvoeding (wel/geen) was niet significant geassocieerd met NHL en HL, maar een omgekeerde log-lineaire trend werd waargenomen met de duur van de borstvoeding voor NHL ($p = 0,04$).

Conclusies: Het koffieverbruik en alcoholgebruik van de moeder tijdens de zwangerschap en het roken van de vader tijdens de preconceptie/zwangerschap kunnen het risico op kinder-NHL verhogen. Hoewel replicatie gewenst is, kunnen deze bevindingen helpen om de etiologie van kinderlymfoom beter te begrijpen.

5.4. Woonproximiteit tot olie- en gasontwikkelingen en overleving bij kinderkanker

Hoang, T. T., Rathod, R. A., Rosales, O., Castellanos, M. I., Schraw, J. M., Burgess, E., Peckham-Gregory, E. C., Oluyomi, A. O., Scheurer, M. E., Hughes, A. E., & Lupo, P. J. (2024). Residential proximity to oil and gas developments and childhood cancer survival. *Cancer*.

Achtergrond: Milieuverontreinigende stoffen kunnen de overleving van kinderen met kanker beïnvloeden, maar de literatuur die deze associaties onderzoekt is beperkt. Omdat olie- en gasontwikkelingen verschillende gevaarlijke luchtverontreinigende stoffen uitstoten, onderzochten de auteurs de relatie tussen de woonproximiteit tot olie- of gasontwikkelingen en de overleving bij 21 verschillende pediatrische kankers.

Methode: Het Texas Cancer Registry bevatte gegevens van 29.730 kinderen (≤ 19 jaar) die tussen 1995 en 2017 gediagnosticeerd waren met kanker. Geocodeerde gegevens waren beschikbaar voor 285.266 actieve olie- of gasbronnen en 109.965 horizontale putten. De auteurs berekenden of elk geval binnen 1000 m (ja/nee) van elke soort olie- of gasontwikkeling woonde. Overlevingsanalyses werden uitgevoerd met Cox-regressie, aangepast voor mogelijke confounders.

Resultaten: In totaal woonde 14,2% van de gevallen binnen 1000 m van een olie- of gasput of horizontale put. Wonen binnen 1000 m van een olie- of gasput werd geassocieerd met een verhoogd

risico op mortaliteit bij gevallen van acute myeloïde leukemie (AML) (aangepaste hazard ratio [aHR], 1,36; 95% betrouwbaarheidsinterval [BI], 1,01–1,84) en hepatoblastoom (aHR, 2,13; 95% BI, 1,03–4,39). Een omgekeerde associatie werd waargenomen bij Ewing-sarcoom (aHR, 0,35; 95% BI, 0,13–0,95). Er werden geen associaties waargenomen met horizontale putten. Er was bewijs voor een dosis-respons effect bij kinderen met AML of hepatoblastoom en de woonproximiteit tot olie- of gasputten. Over het algemeen nam de omvang van de associatie toe met afnemende afstand en met een groter aantal putten over de drie afstanden.

Conclusies: Woonproximiteit tot olie- of gasputten op het moment van diagnose is geassocieerd met het risico op mortaliteit bij kinderen met AML of hepatoblastoom.

6. Referenties

European Directorate-General for Health and Food Safety (2024), Exposure to electromagnetic fields (EMF) frequencies between 1Hz and 100 kHz

https://health.ec.europa.eu/publications/exposure-electromagnetic-fields-emf-frequencies-between-1hz-and-100-khz_en

Juutilainen, J., Khan, M. W., Naarala, J., & Roivainen, P. (2024). Magnetic fields from indoor transformer stations and risk of cancer in adults: a cohort study. *Occupational and environmental medicine*, 81(11), 574–579.

<https://doi.org/10.1136/oemed-2024-109466>

Amila Madhushanka Weerasinghe, S. D. N. A. M., Liyanage, S., Rajitha Kawshalya, M. A. D., & Hong, S. C. (2024). Impact of exposure to extremely low-frequency magnetic fields on blood pressure, heart rate variation and disturbance to quality of sleep on industrial workers in Korea. *International journal of occupational safety and ergonomics : JOSE*, 1–8. Advance online publication.

<https://doi.org/10.1080/10803548.2024.2413816>

Barudov, E., Ivanova, M., & Doneva, M. (2024). Analysis of Low Frequency Electromagnetic Fields Onboard Vessels with Electric Propulsion with Operating Voltage 11 kV. *2024 16th Electrical Engineering Faculty Conference (BulEF)*, 1–5.

<https://doi.org/10.1109/BulEF63204.2024.10794885>

Nguyen, H., Vandewalle, G., Mertens, B., Collard, J. F., Hinsenkamp, M., Verschaeve, L., Feipel, V., Magne, I., Souques, M., Beauvois, V., & Ledent, M. (2024). Exposure assessment and cytogenetic biomonitoring study of workers occupationally exposed to extremely low-frequency magnetic fields. *Bioelectromagnetics*, 45(6), 260–280.

<https://doi.org/10.1002/bem.22506>

Loizeau, N., Haas, D., Zahner, M., Stephan, C., Schindler, J., Gugler, M., Fröhlich, J., Ziegler, T., & Rösli, M. (2024). Extremely low frequency magnetic fields (ELF-MF) in Switzerland: From exposure monitoring to daily exposure scenarios. *Environment international*, 194, 109181.

<https://doi.org/10.1016/j.envint.2024.109181>

Hemmingsen, C. H., Kjaer, S. K., Hjorth, S., Nørby, U., Broe, A., Pottegård, A., Bénévent, J., Schmiegelow, K., Skovlund, C. W., Leinonen, M. K., Nordeng, H., Mørch, L. S., & Hargreave, M. (2025). Maternal use of hormonal contraception and risk of childhood leukemia: A Scandinavian population-based cohort study. *European journal of cancer (Oxford, England : 1990)*, 215, 115168.

<https://doi.org/10.1016/j.ejca.2024.115168>

Gianicolo, E., Russo, A., Di Staso, R., Ronckers, C. M., Schmidtmann, I., Wollschläger, D., & Blettner, M. (2024). A municipality-specific analysis to investigate persistent increased incidence rates of childhood leukaemia near the nuclear power plant of Krümmel in Germany. *European journal of epidemiology*, 39(12), 1373–1378.

<https://doi.org/10.1007/s10654-024-01182-w>

Msallem, E., Pacquement, H., Olivier, L., Brugières, L., Landman Parker, J., Garnier, N., Lambilliotte, A., Faure, L., Clavel, J., & Bonaventure, A. (2025). Association Between Perinatal Factors and Childhood Lymphoma-A Pooled Analysis of the ESCALE and ESTELLE Studies (SFCE). *Pediatric blood & cancer*, 72(2), e31439.

<https://doi.org/10.1002/pbc.31439>

Hoang, T. T., Rathod, R. A., Rosales, O., Castellanos, M. I., Schraw, J. M., Burgess, E., Peckham-Gregory, E. C., Oluyomi, A. O., Scheurer, M. E., Hughes, A. E., & Lupo, P. J. (2024). Residential proximity to oil and gas developments and childhood cancer survival. *Cancer*, 130(21), 3724–3733.

<https://doi.org/10.1002/cncr.35449>