



gewestelijk ruimtelijk uitvoeringsplan

Ventilus

in de gemeenten Brugge, Blankenberge, Zuienkerke, De Haan, Bredene,
Oostende, Oudenburg, Jabbeke, Zedelgem, Torhout, Oostkamp,
Lichtervelde, Wingene, Ardoonie, Izegem, Lendeledede, Harelbeke, Waregem,
Deerlijk, Zwevegem, Anzegem en Avelgem

Bijlage IX. Verslag van de consultatie van de Klankbordgroep Gezondheid



**Vlaamse
overheid**

**DEPARTEMENT
OMGEVING**

Het gewestelijk ruimtelijk uitvoeringsplan 'Ventilus' bestaat uit volgende bijlagen:

- bijlage I, het grafisch plan;
- bijlage II, de stedenbouwkundige voorschriften bij het grafisch plan.
- bijlage IIIa, de toelichtingsnota met de tekstuele toelichting;
- bijlage IIIb, de toelichtingsnota kaarten;
- bijlage IV, het register met de percelen waarop een bestemmingswijziging wordt doorgevoerd die aanleiding kan geven tot een planschadevergoeding, een planbatenheffing, een kapitaalschadecompensatie of een gebruikerscompensatie;
- bijlage V, het plan-MER, bestaande uit volgende delen:
 - o deel 1: kwaliteitsbeoordeling, leeswijzer, NTS en stap 1
 - o deel 2: stap 1 - kaartenbundel
 - o deel 3: stap 2a
 - o deel 4: stap 2b, stap 2c en stap 2d
 - o deel 5: stap 2 - kaartenbundel
 - o deel 6: stap 3, bijlages 1 t.e.m 4
 - o deel 7: stap 3 - kaartenbundel
- bijlage VI, het ruimtelijk veiligheidsrapport;
- bijlage VII, de maatschappelijke kosten-baten analyse;
- bijlage VIII, scopingnota 3, bestaande uit volgende delen:
 - o deel 1: tekst
 - o deel 2: kaarten
 - o deel 3: bijlagen 2 - 9
- **bijlage IX, Verslag consultatie Klankbordgroep Gezondheid.**

De ontwerpers

Griet DE MULDER

Christine DANIELS

1	Toelichting	4
2	Achtergrondinformatie.....	5
3	Geraadpleegde experts.....	6
4	Samenvattend rapport per thema (input experts)	7
4.1	Rol van technologie en stroombelasting.....	7
	Ondergrondse kabelverbinding.....	7
	Hoogspanning in gelijkstroom.....	7
	Mastontwerp.....	7
	Blootstelling bij hogere vermogens en piekwaarden.....	8
4.2	Hoogspanning en gezondheidseffecten	9
	Wetenschappelijke besluitvorming.....	9
	Vermelde expertrapporten bij inspraak.....	10
	1. Evaluatie mogelijke gezondheidseffecten.....	11
	Op langere termijn	16
	Hogere blootstelling (piekbelasting) een hoger risico	16
4.3	Omgevingsfactoren	16
	Fijnstof.....	17
	Effecten op (medische) toestellen	17
	Geluidshinder	17
4.4	Beleid.....	18
	Voorzorg	18
	Drempel.....	18
	Simulaties en monitoring	19

1 Toelichting

Uit de inspraakperiode van de startnota van het GRUP Ventilus in 2019 bleek dat er **grote bezorgdheid** was over de impact van hoogspanning op de gezondheid. De afgelopen 50 jaar zijn veel studies uitgevoerd naar mogelijke effecten van blootstelling aan magnetische velden van hoogspanningsverbindingen. Het onderzoek naar (mogelijke) effecten van milieufactoren op gezondheid is een complexe materie. Hierdoor is het niet eenvoudig om de kwaliteit van deze diverse onderzoeken of uitspraken over gezondheid te beoordelen.

Een onafhankelijke **klankbordgroep gezondheid** werd daarom opgericht om duidelijkheid te scheppen over de studies en de mogelijke effecten van hoogspanningsverbindingen op de gezondheid. Daarnaast heeft het planteam de vragen uit de participatieperiode van het GRUP Ventilus (29 april 2019 tot en met 27 juni 2019) en later in het proces, de bezwaren die werden geuit tijdens het openbaar onderzoek van de voorlopige vaststelling van het GRUP Ventilus (29 oktober 2023 tot en met 27 oktober 2023) voorgelegd aan de experts.

Dit document bevat het **samenvattend rapport van beide consultatierondes** van de Klankbordgroep Gezondheid en bevat de mening en beoordeling van de betrokken gezondheidsexperten. Eerst wordt een overzicht gegeven van essentiële achtergrondinformatie. Daarna worden de experts die werden geraadpleegd, kort voorgesteld. Ten slotte worden 4 thematische categorieën onderscheiden en besproken die de beoordeling van de experts weergeven:

1. Rol van technologie en stroombelasting;
2. Hoogspanning en gezondheidseffecten;
3. Omgevingsfactoren;
4. Beleid.

2 Achtergrondinformatie

Hieronder kan u de nodige achtergrondinformatie vinden die u **helpt bij het lezen en begrijpen** van dit document.

- **Procesnota van het GRUP.** Dit omschrijft het procesverloop, waaronder de oprichting van de klankbordgroep gezondheid (p24).
[DSI - Detail - Ventilus \(vlaanderen.be\)](#)
- **Recent overzicht van de conclusies van expertrappen** die de Vlaamse overheid als basis neemt voor omgaan met de gezondheidsrisico's:
<https://researchportal.be/nl/publicatie/overzicht-van-recente-globale-evaluaties-van-de-potentiele-gezondheidsrisicos-van>
- **Publicatie over het rekenmodel** dat het departement Omgeving gebruikt voor de berekening van de magneetveldcontouren. Dit model werd gemaakt door ULG en IMEC:
<https://researchportal.be/en/publication/qgis-calculation-method-evaluation-elf-electromagnetic-field-exposure-general-public>
- **Beleidskader hoogspanningsverbindingen** bestaande uit:
 - Norm voor acute blootstelling opgenomen in hoofdstuk 6.14 van titel II van het VLAREM. (<https://navigator.emis.vito.be/detail?wold=88362&woLang=nl>)
 - Afsprakenkader met convenant voor chronische blootstelling, gebaseerd het voorzorgprincipe en van toepassing bij wijzigingen aan of oprichting van nieuwe hoogspanningslijnen (VR 2023 3103 DOC.0327/1BIS - https://omgeving.vlaanderen.be/sites/default/files/2023-10/afsprakenkader_ELF.pdf)
 - Het Convenant, afgesloten tussen het Vlaamse Gewest en de netbeheerder van hoogspanningsnetwerken in Vlaanderen, Elia Transmission Belgium op 20 september 2023 - https://omgeving.vlaanderen.be/sites/default/files/2023-10/convenant_ELF_web.pdf).

3 Geraadpleegde experts

De experts werden **geselecteerd omwille van hun wetenschappelijke expertise** in de verschillende aspecten van magnetische velden en gezondheid. De groep is multidisciplinair (arts, experts blootstelling, experts epidemiologie, risico-evaluatie, statistiek, dosimetrie, beleid en risicocommunicatie). Dit is de lijst van experts die input heeft bezorgd.

Naam	Specialiteit	Instituut
Eva De Clercq (eerste consultatie) en Maryse Ledent	Risk and Health impact assessment	Sciensano
Maurits De Ridder (eerste consultatie) en Els De Waegeneer	Geneesheer, Epidemioloog	Arts / Vakgroep Volksgezondheid en Eerstelijnszorg Universiteit Gent
Gert Kelfkens	Overheid, Risicocommunicatie, Dosimetrie	RIVM
Wout Joseph (eerste consultatie)	Blootstelling	Universiteit Gent - IMEC
Guy Vandenbosch	Blootstelling / technologie	Katholieke Universiteit Leuven
Dirk Adang	Voorzitter permanente werkgroep NIS / Biologische en Gezondheidseffecten van niet-ioniserende straling	Hoge Gezondheidsraad / Universiteit Hasselt

4 Samenvattend rapport per thema (input experts)

Rol van technologie en stroombelasting

De keuze van technologie **bepaalt, volgens de experts, mee de kenmerken van het elektromagnetisch veld** in de buurt van een hoogspanningsinfrastructuur. Voor het project Ventilus werden verschillende technologieën onderzocht: gelijkstroom en wisselstroom. Ook wijze van aanleg via een (gedeeltelijke) ondergrondse hoogspanningsverbinding of het type hoogspanningsmasten dat wordt gekozen, kan een impact hebben op het elektromagnetisch veld. Hieronder worden enkele thema's besproken omtrent het verschil in blootstelling die gelinkt kunnen worden aan technologische keuzes voor Ventilus.

Ondergrondse kabelverbinding

Bij een ondergrondse wisselstroomverbinding (AC) is de **magneetveldcontour veel minder breed** dan bij een bovengrondse luchtlijn, geven de experts aan. Dit komt omdat de geleiders dicht bij elkaar liggen. Boven de geleiders zijn de **waarden hoger** omdat de geleiders dicht bij het grondoppervlak zijn ten opzichte van de geleiders van een luchtlijn. Dit **verschil kan tientallen meters bedragen** en is vanuit het oogpunt van ruimtelijke ordening zeker relevant. Dat geldt ook als de ondergrondse kabels in een minder optimale configuratie – parallel in plaats van klaververband – worden aangelegd, al wordt het verschil daardoor natuurlijk kleiner. Een ondergrondse kabelverbinding op spanningsniveau 380kV aanleggen is geen evidentie en kan voor maximaal 8 tot 12 km omwille van technische beperkingen. Er moeten **diverse factoren in overweging worden genomen** om een uitspraak te kunnen doen over de relevantie van dit verschil. Milieueffecten en technische aspecten moeten worden meegenomen in de afweging tussen een ondergrondse of bovengrondse aanleg. Dit moet bovendien geval per geval bekeken worden: per alternatief tracé kan men zien hoeveel gevoelige gebouwen (gebouwen, geheel of gedeeltelijk bestemd of in gebruik ten behoeve van kinderen onder de 15 jaar die zich in een situatie van langdurige blootstelling bevinden, met name woningen, scholen, kinderdagverblijven en crèches) blootgesteld worden.

Hoogspanning in gelijkstroom

De aanwijzingen op wetenschappelijke basis voor mogelijke **gezondheidseffecten zijn, volgens de experts, beperkt tot wisselstroom en gelden niet voor gelijkstroom**. Hoewel er weinig onderzoek is gedaan naar gelijkstroom zijn daar – voor veldsterkten zoals die op voor publiek toegankelijke plaatsen kunnen optreden – geen gezondheidseffecten gerapporteerd. De Europese Unie heeft in een aanbeveling met betrekking tot de blootstelling van de bevolking aan magneetvelden afkomstig van gelijkstroom het **referentieniveau op 40.000 microtesla vastgelegd**¹. Een aantal recente studies² bevestigen deze conclusie.

Mastontwerp

Er bestaan masten met een 'compact' ontwerp, geven de experts aan, wat wil zeggen dat de onderlinge afstand tussen de geleiders zo klein mogelijk wordt gehouden. Daardoor hangen de

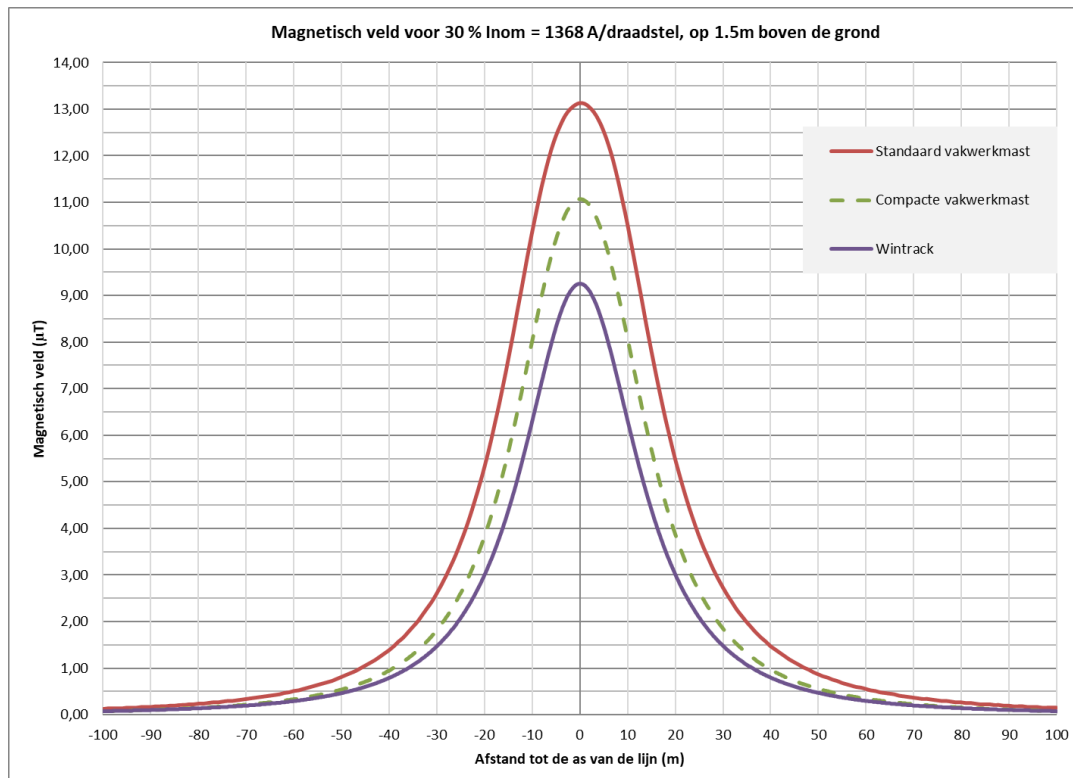
¹ Het magneetveld bij een gelijkstroomverbinding is gemiddeld lager (ongeveer 50 μ T).

² Petri AK, et al. Biological effects of exposure to static electric fields in humans and vertebrates: a systematic review. Environ Health. 2017;16(1):41. Published 2017 Apr 17

Schmiedchen K, et al. Systematic review of biological effects of exposure to static electric fields. Part II: Invertebrates and plants. Environ Res. 2018;160:60–76. doi:10.1016/j.envres.2017.09.013
ICNIRP Guideline static magnetic fields 2009 en SCENIHR 2015 (3.9).

geleiders korter bij elkaar dan bij “klassieke” vakwerkmasten. Deze compacte masten werden ontworpen om een **vermindering van de grootte van de magneetveldcontour** te geven. De geleiders worden ook in transpositie geplaatst wat de grootte van de contour ook verder vermindert. Netbeheerder Elia gebruikt in Vlaanderen dit type compacte masten.

In Nederland gebruikte netbeheerder TenneT een ander masttype ontworpen met dezelfde doelstelling, waarbij in plaats van 1 mast telkens 2 masten vlak bij elkaar gebouwd worden. Dit type heet Wintrackmasten. Ook hierbij worden de geleiders in transpositie geplaatst. In de onderstaande afbeelding is het verschil van het magneetveld bij verschillende masten zichtbaar.



Ten opzichte van klassieke vakwerkmasten is een versmalling van de magneetveldzone door een **geoptimaliseerd mastontwerp en transpositie zeker relevant**. Maar het is twijfelachtig of kleine onderlinge verschillen tussen compacte masttypes relevant zijn ten opzichte van de onzekerheden in onderliggende epidemiologische gegevens over het statistische verband tussen langdurige blootstelling aan elektromagnetische velden en de verhoogde kans op kinderleukemie.

Blootstelling bij hogere vermogens en piekwaarden

De rechtstreekse bron van het magnetisch veld is niet de spanning, noch het vermogen, maar de stroom die nodig is om dat vermogen bij die spanning over te brengen, geven de experts aan. Hoe groter de spanning, hoe kleiner de stroom die men nodig heeft om eenzelfde vermogen over te brengen. Voor de blootstelling aan magnetische velden is een **hoge spanning in eerste instantie een voordeel**.

De sterkte van het magneetveld neemt toe bij hogere belasting van een hoogspanningsverbinding. De **magneetveldsterkte is evenredig met de stroom** door de lijn, dus een twee keer zo hoge stroom (belasting) betekent een twee keer zo sterk magneetveld. Het begrip ‘piekbelasting’ is hier enigszins

verwarrend. Voor gezondheidseffecten is het van belang een goede schatting van het jaargemiddelde magneetveld te maken. Omdat de schatting in een bepaald jaar weinig zegt over toekomstige magneetvelden is het gebruikelijk de stroom in de berekening van de magneetveldzone te relateren aan het maximale vermogen van de hoogspanningslijn. Voor Ventilus wordt op basis van scenario's verwacht dat de jaargemiddelde belasting maximaal 30% van dit maximale vermogen zal zijn.

Het is zinvol om berekeningen met piekbelasting te doen om die te vergelijken met de limietwaarden voor acute effecten (100 μT in de Vlaamse wetgeving – hoofdstuk 6.14 van titel II van het VLAREM). Het is niet zinvol om de piekbelasting te vergelijken met de 0,4 μT , want dat is een gemiddelde over een jaar. **Toepassen van voorzorg** moet gericht zijn op preventie van mogelijke langetermijneffecten en deze zijn **gelinkt aan een gemiddelde blootstelling** over een periode van een jaar en niet voor de limietwaarden. Er is geen wetenschappelijke grond voor een norm, gelijk aan 0,4 μT jaargemiddeld. In Vlaanderen is het voorzorgbeleid vastgelegd in het Afsprakenkader (zie achtergrondinformatie) merken de experts op.

Een **rekenmodel is een geschikte manier** om de magneetveldsterkte te bepalen, geven de experts aan. In een berekening kan men rekening houden met toekomstige belasting van de hoogspanningslijn, bijvoorbeeld door de rekenstroom te relateren aan de maximale belasting. Een meting geeft alleen een momentopname. Metingen voor en na de aanleg van een hoogspanningslijn kunnen nuttig zijn. Metingen kunnen twee doelen hebben. Allereerst om te laten zien in hoeverre de magneetveldsterkte op een bepaalde plek door het aanleggen van de lijn verandert. Maar ook om te valideren of de modelberekeningen overeenkomen met de gemeten magneetveldsterktes. Het RIVM heeft voor beide doelen een rapport gepubliceerd³.

Hoogspanning en gezondheidseffecten

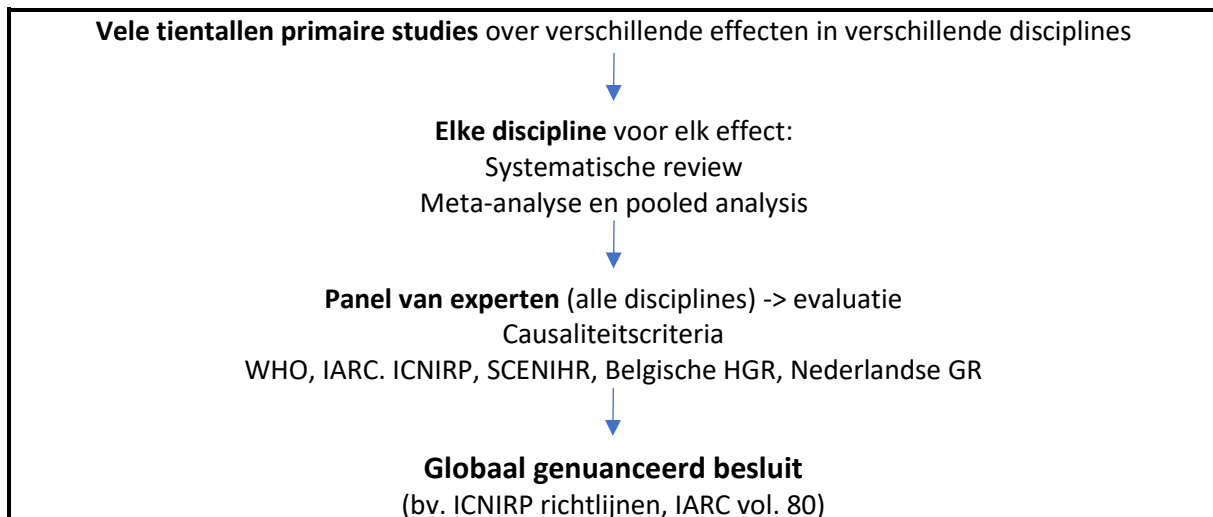
Voor de mogelijke gezondheidseffecten van blootstelling aan laagfrequente elektromagnetische velden, baseert de Vlaamse overheid zich op een overzicht van recente expertbeoordelingen ([Overzicht](#) van recente globale evaluaties van de potentiële gezondheidsrisico's van elektromagnetische velden (EMV) - ELF van het wetenschappelijk onderbouwd onderzoek. Hieronder volgt een **thematisch overzicht van verschillende wetenschappelijke inzichten** met betrekking tot eventuele gezondheidseffecten van wonen in de buurt van een hoogspanningsverbinding die de experts hebben bekeken.

Wetenschappelijke besluitvorming

De experts bevestigen dat onderstaand schema kan toegepast worden op magnetische velden en geven onder de figuur meer informatie over het omgaan met wetenschappelijk onderzoek en de evaluatie ervan.

Besluitvorming – evidence based

³ Magneetvelden nabij Rokkeveen: meting voor en na ingebruikname van een nieuwe hoogspanningslijn' Kelfkens et al, RIVM rapport 2014-0134, RIVM 2014, <https://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/2014-0134.pdf>
'Validatieonderzoek berekeningsmethodiek magneetveldzone in Maartensdijk' (Validatieonderzoek berekeningsmethodiek magneetveldzone in Maartensdijk, J.F.B. Bolte et al, RIVM rapport 2014 <https://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/2014-0133.pdf>



Hoe komt men tot een oorzakelijk verband of causaliteit? De aanwijzingen voor gezondheidseffecten in de buurt van bovengrondse hoogspanningslijnen volgen uit bevolkingsonderzoek dat groepen kinderen vergelijkt die dichtbij en ver van een hoogspanningslijn wonen. Dat onderzoek kan nooit een causaal verband aantonen, maar alleen een bepaald statistisch verband laten zien. Ondersteuning voor een causaal verband kan komen uit proefdierexperimenten die hetzelfde effect laten zien. Tot slot is er nog een mechanisme nodig dat verklaart hoe het magneetveld in menselijke cellen tot het bestudeerde effect kan leiden. De laatste twee stappen ontbreken in het geval van magneetvelden en leukemie bij kinderen (zie verder).

Er bestaan geen **studies die een causaal of oorzakelijk verband kunnen aantonen**. Een causaal verband wordt gestaafd op basis van een grote collectie wetenschappelijke studies. Binnen de epidemiologie worden de criteria van Bradford-Hill gehanteerd: grootte correlatie tussen blootstelling en effect, reproduceerbaarheid, specificiteit, tijdelijkheid, dosis-respons, aannemelijkheid biologische verklaring, coherentie epidemiologische en laboresultaten. Als aan de meerderheid van deze criteria is voldaan, kan men besluiten dat er een oorzakelijk verband bestaat.

Vermelde expertrapporten bij inspraak

In de inspraakrondes, horende bij de GRUP procedure, werden onderstaande expertrapporten vaak vermeld en deze werden ook besproken door de experts van de klankbordgroep.

International Agency for Research on Cancer (IARC)

Het International Agency for Research on Cancer (IARC) formuleert dat bij kinderen uit wetenschappelijk onderzoek naar voren komt dat er een statistisch verband is tussen kinderen die dichtbij bovengrondse hoogspanningslijnen wonen, op plaatsen waar het magneetveld een jaargemiddelde heeft van meer dan 0,4 μT , en de kans om leukemie te ontwikkelen. Op basis van de huidige kennis is er echter geen sprake van een oorzakelijk verband. Omwille van de bovenstaande conclusies wordt dit type elektromagnetische straling ingedeeld in klasse 2B, met name "mogelijks kankerverwekkend". De indeling is dus gebaseerd op het statistisch verband met kinderleukemie, niet op een oorzakelijk verband en niet op verbanden met andere gezondheidseffecten.

Rapport Nederlandse Gezondheidsraad

Een recent rapport van de Nederlandse Gezondheidsraad vermeldt voor hersentumoren bij kinderen en leukemie bij volwassenen ook een statistisch verband met wonen in de buurt van

hoogspanningslijnen, zij het minder duidelijk, en wijkt hiermee af van de internationale wetenschappelijke consensus. De meeste experts van de Klankbordgroep geven aan dat ze de conclusies van de Nederlandse Gezondheidsraad, als het gaat om effecten op volwassenen of in werkomstandigheden, niet kunnen onderschrijven. Er is wel consensus over het statistisch verband met kinderleukemie.

Evaluatie mogelijke gezondheidseffecten

Tijdens de publieke raadpleging werd gevraagd om mogelijke effecten van elektromagnetische velden op de gezondheid van de mens in kaart te brengen, waaronder een groot aantal symptomen, stoornissen en aandoeningen. Het opstellen van een **overzicht voor individuele symptomen is niet evident**, want de meerderheid van wetenschappelijke studies concentreert zich op één bepaalde problematiek. Voor elke problematiek wordt een lijst van mogelijke symptomen gemaakt, en vervolgens als groep bestudeerd. Het is niet waarschijnlijk dat er gezondheidseffecten zijn gemist, al kan dat wetenschappelijk gezien nooit volledig worden uitgesloten.

Volgens de experts is er tot op heden geen enkel onderzoek dat een oorzakelijk verband heeft kunnen aantonen tussen de blootstelling aan magnetische velden van hoogspanningslijnen en eender welke aandoening bij volwassenen of kinderen. Er is nochtans veel onderzoek gedaan naar de gezondheidseffecten van magnetische velden bij langdurige blootstelling. De belangrijkste bevinding, waar consensus over is bij wetenschappers, is een statistisch verband tussen wonen in de buurt van hoogspanningslijnen en het meer voorkomen van kinderleukemie. De internationale wetenschappelijke consensus stelt, dat er zich pas bij veldsterkten boven de 0,3 of 0,4 μT een mogelijk verhoogd risico duidelijker aftekent. Bij lagere waarden is de onzekerheid groter, bij huidig onderzoek is er geen significant effect meer terug te vinden bij 0,3 μT . Er zijn ook geen meta-analyses die een significant risico vinden onder de 0,4 μT . In internationale expertrapporten wordt aangegeven dat er geen statistische verbanden zijn met andere effecten dan het statistisch verband met het meer voorkomen van kinderleukemie.

Over **andere aandoeningen** bij kinderen of volwassenen geeft het huidige onderzoek geen uitsluitsel. Het meeste onderzoek heeft zich gericht op neurodegeneratieve aandoeningen, die vooral bij oudere volwassenen optreden. Als een verband al bestaat, is het additionele risico op deze aandoeningen zeer beperkt en bovendien is er – op grond van wat nu bekend is – **geen reden om dit te veronderstellen**.

De gezondheidsexperts hebben voor het beoordelen van mogelijke gezondheidsrisico's al het wetenschappelijk onderzoek bekeken en hebben zich niet beperkt tot een bepaald spanningsniveau.

Voor het ontstaan van magnetische velden is het de hoeveelheid stroom die door de geleiders getransporteerd wordt, verantwoordelijk voor het ontstaan van de magnetische velden.

Bij onderzoek naar genetische schade bij mensen blootgesteld aan extreem laag frequente magnetische velden zijn er verdere in vitro experimenten bij 50, 100 en 500 μT (50 Hz MF) uitgevoerd. Onderzoek bestond uit o.a. verder in vitro onderzoek naar de effecten van korte- en langetermijnblootstelling aan 50 Hz MF op de gevoeligheid voor andere fysische en chemische stressoren, dit laatste in de continuïteit van de eerder vernoemde studie. De conclusie van dit deel was: "...geen genotoxisch effect van MF blootstelling werd gedetecteerd in de in vitro comet assay en in vitro cytokinesis-block micronucleus (CBMN) assay. De niveaus van DNA-schade en chromosomale schade in cellen die continu blootgesteld werden aan 50 Hz MF gedurende maximaal 6 weken, lagen allemaal binnen de spontane niveaus die waargenomen werden in een historische database en verschilden meestal niet van de niet-blootgestelde cellen. In sommige experimenten werden

significant andere resultaten waargenomen, maar herhaalde experimenten bevestigden deze waarnemingen niet."

Effecten	Strength of evidence
Kanker effecten	
Leukemie bij kinderen	Beperkt
Hersentumoren bij kinderen	Inadequaar
Hersentumoren bij volwassenen	Inadequaar
Borstkanker bij volwassenen	Geen effecten
Andere kanker (kinderen of volwassenen)	Inadequaar
Neurodegeneratieve aandoeningen	
Ziekte van Alzheimer	Inadequaar
Amyotrofische laterale sclerose (ALS)	Inadequaar
Andere neurodegeneratieve aandoeningen	Inadequaar
Effecten op de reproductie	
al effecten	Inadequaar
Cardiovascular aandoeningen	
al aandoeningen	Geen effecten
Welbehagen	
Elektromagnetische hypergevoeligheid	Geen effecten
Symptomen	Inadequaar

Bron tabel: EFHRAN (2012)

Voor verschillende van deze effecten wordt de **bewijskracht als "inadequaar" geklasseerd**. Een wetenschappelijk aanpak vereist dat eerst alle gepubliceerde onderzoeken op basis van objectieve criteria op kwaliteit worden beoordeeld, waardoor een deel van de bestaande onderzoeken afvalt. Het overblijvende deel van onderzoeken die voldoende van kwaliteit zijn, wordt dan als geheel beoordeeld.

Als **bijvoorbeeld** meer dan de helft van alle onderzoeken het gezochte effect laten zien, kan worden geconcludeerd dat er aanwijzingen zijn voor dat effect. Laat meer dan bijvoorbeeld de helft of driekwart van de onderzoeken geen effect zien, dan is er inadequaar bewijs voor het effect. Ook als er een of te weinig onderzoeken overblijven is er inadequaar bewijs voor het effect. Als alle onderzoeken (of het overgrote deel) geen effect laten zien, kan worden geconcludeerd dat er geen bewijs is voor het onderzochte effect.

Hieronder meer duiding bij de evaluatie van enkele effecten in functie van de huidige bewijskracht (beperkt, inadequaar en geen).

Kinderleukemie (beperkt)

Sinds de publicatie in 1979 over een mogelijk verband tussen wonen in een 'elektromagnetische omgeving' (magnetische velden rond elektriciteitslijnen, MV) en een verhoogd risico op leukemie bij kinderen, is dit **verband uitgebreid bestudeerd** in de epidemiologie. De experts onderschrijven dat een statistisch verhoogd risico zou optreden bij een langdurige dagelijkse gemiddelde blootstelling boven 0,4 microtesla. Langdurige blootstelling komt overeen met een dagelijkse blootstelling van natuurlijke personen aan een jaargemiddeld magnetisch veld boven de 0,4 μ T gedurende een gemiddelde duur van minstens 8 uur per dag (definitie opgenomen in het Convenant, afgesloten tussen het Vlaamse Gewest en de netbeheerder van hoogspanningsnetwerken in Vlaanderen, Elia Transmission Belgium).

In de meta-analyse van Ahlbom van 20 jaar geleden (de toenmalige studies die uitgevoerd werden volgens de criteria van goed wetenschappelijk onderzoek) vond men een relatief risico gelijk aan 2 voor $> 0,4 \mu$ T. Recentere epidemiologische onderzoeken bevestigen dit verhoogde risico op leukemie bij kinderen, maar doorgaans met lagere risicoschattingen. Maar op basis van het totaal aan wetenschappelijke gegevens concluderen de onderzoekers dat er een **consistente statistische associatie** is tussen blootstelling aan magneetvelden bij bovengrondse hoogspanningslijnen en kinderleukemie. Die conclusie is dus niet veranderd.

Alzheimer (inadequaar)

Het onderzoek van Huss⁴ vindt een verhoogde kans op overlijden aan de ziekte van Alzheimer bij volwassenen die langdurig, dicht bij een bovengrondse hoogspanningslijn wonen. Het onderzoek van Frei⁵ vindt dit verband niet. Er kan dus **geen conclusie getrokken** worden over dit gezondheidseffect.

Hersentumoren (inadequaar)

De Nederlandse Gezondheidsraad signaleert "In onderzoeken met magneetveldsterkte als blootstellingsmaat lijkt het risico op hersentumoren bijna anderhalf keer zo hoog bij kinderen die in hun woningen langdurig zijn blootgesteld aan gemiddelde magneetveldsterktes van 0,4 microtesla of meer. Bij deze risicoschatting is er sprake van een aanzienlijke onzekerheid en acht de commissie de kans dat de verhoging op toeval berust groter dan bij leukemie." Onderzoek naar hersentumoren wordt ook vermeld in het Anses-rapport van 2019. Daarin wordt geconcludeerd dat er **te weinig gegevens zijn om te besluiten of er al dan niet een verband is** met hersentumoren.

Hypergevoeligheid (geen)

Ziekteverschijnselen (hoofdpijn, vermoeidheid, concentratieproblemen, etc.) zonder aanwijsbare externe, milieu gerelateerde oorzaak worden verzameld onder de term Idiopatische Milieu gerelateerde Intolerantie (IEI). IEI beschrijft de algemene **gezondheidseffecten waarvan patiënten overtuigd zijn dat ze veroorzaakt worden door externe factoren** zoals elektromagnetische velden of chemische stoffen. Vaak wordt dan gezegd dat mensen overgevoelig zijn voor elektromagnetische straling, elektro-hypersensitieve personen (EHS).

⁴ Huss A, et al. Residence near power lines and mortality from neurodegenerative diseases: longitudinal study of the Swiss population. Am J Epidemiol. 2009 Jan 15;169(2):167-75.

⁵ Frei P, et al. Residential distance to high-voltage power lines and risk of neurodegenerative diseases: a Danish population-based case-control study. Am J Epidemiol. 2013 May 1;177(9):970-8.

Deze verschijnselen komen voor bij stralingsintensiteiten die veel lager zijn dan die waar effecten kunnen optreden volgens wetenschappelijk onderbouwde studies. Er is **geen bewijs dat die gezondheidsklachten door elektromagnetische straling veroorzaakt worden**. De meeste wetenschappers denken dat EHS te maken heeft met stress-syndromen die veroorzaakt worden door langdurige stress en/of traumatische ervaringen.

Wetenschappers denken dat **nocebo en attributie een rol spelen**: bij een nocebo-effect is een gezondheidseffect het gevolg van het idee dat iets gevaarlijk is. Attributie wil zeggen dat mensen gezondheidseffecten die ze al hebben, toeschrijven aan bijvoorbeeld gsm-antennes of draadloze netwerken. Het feit is wel dat deze ziekteverschijnselen dienen ernstig genomen te worden omdat het gaat over reële klachten die de levenskwaliteit en het welzijn verlagen. Een algemeen aanvaarde behandelingsmethode bestaat echter nog niet.

Volgens de experts is een **persoonlijke meting** van elektromagnetische velden in de aanwezigheid van de betrokken personen nodig. Maar dit heeft vaak weinig nut omdat de gemeten niveaus, zelfs zeer laag, vaak als te hoog worden beschouwd. Deze metingen moeten worden aangevuld met educatief werk in het veld, maar ook met langdurige ondersteuning en zorg.

De omgang met mensen met elektrogevoeligheid is ingewikkeld. Daarbij is het van belang dat de meeste elektro-hypersensitieve personen hun klachten toeschrijven aan radiofrequente velden, zoals die optreden bij mobiele telecommunicatie en niet aan ELF-magneetvelden in de buurt van hoogspanningslijnen. Het **aanleveren van informatie over wetenschappelijk onderzoek** alleen kan de betrokkenen vrijwel nooit overtuigen. Het geven van wetenschappelijk onderbouwde informatie blijft natuurlijk wel belangrijk.

In een **lopend onderzoek** (ExpoComm) heeft men in een eerste fase een groep elektro-hypersensitieve personen en onderzoekers bijeengebracht om een provocatietest te overwegen die door EHS-mensen als aanvaardbaar zou worden beschouwd. In het tweede luik worden deze personen volgens een strikt protocol⁶ onderworpen aan een blootstellingsexperiment. Ook het meedelen van de resultaten en de reactie van de deelnemers op hun resultaten worden bestudeerd. Deze analyse is echter nog niet afgerond. Naast het ExpoComm project zijn er op dit moment nog andere blootstellingsstudies lopend zoals de studie van Schmid⁷ over de menselijke slaap in relatie tot wifi-blootstelling.

Ter aanvulling is er nog de hypothese over de mogelijke **invloed op melatonine**. Dit is een hormoon dat o.a. een rol speelt in het bioritme en in immunologische reacties. Eind de jaren 90 werden reeds heel wat studies hiernaar uitgevoerd⁸, maar zonder sluitend bewijs. We gaan ervan uit dat er geen effect is. Personen met hypersensitiviteit rapporteren een lagere slaapkwaliteit en -kwantiteit, maar dit kon niet worden teruggevonden in melatonine-concentraties. Enkele recentere studies⁹ brengen evenmin sluitend bewijs.

⁶ Ledent M. et al.: Co-Designed Exposure Protocol in the Study of Idiopathic Environmental Intolerance Attributed to Electromagnetic Fields. *Bioelectromagnetics* 2020 Sep;41(6):425-437

⁷ Schmid G, et al. Design and Dosimetric Analysis of an Exposure Facility for Investigating Possible Effects of 2.45 GHz Wi-Fi Signals on Human Sleep. *Bioelectromagnetics*. 41(3):230-240.

⁸ Touitou Y, et al. Is melatonin the hormonal missing link between magnetic field effects and human diseases?. *Cancer Causes Control*. 2006;17(4):547-552

Dyche J, et al. Effects of power frequency electromagnetic fields on melatonin and sleep in the rat. *Emerg Health Threats J*. 2012;5:10.

⁹ Andrianome S, et al. Disturbed sleep in individuals with idiopathic environmental intolerance attributed to electromagnetic fields (IEI-EMF): Melatonin assessment as a biological marker. *Bioelectromagnetics*. 2016;37(3):175-182

Het lijkt **onwaarschijnlijk** dat de klinische verschijnselen (depressie, stemmings- en slaapstoornissen, kwaadaardige aandoeningen, enz.) die in sommige studies van mensen die in de buurt van elektrische leidingen of onderstations wonen of werken, in verband kunnen worden gebracht met een verstoring van hun melatoninespiegel.

Effecten op zwangerschap

De experts van de Klankbordgroep Gezondheid geven dat er geen effecten bekend zijn van de invloed van magnetische velden tijdens de zwangerschap op vrouwen die in de buurt van hoogspanningslijnen wonen. De experts van de klankbordgroep verwijzen hiervoor naar een recente meta-analyse (Zhou et al, 2023 - <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37584934/>). Voor effecten op borstvoeding werd geen onderzoek teruggevonden in de wetenschappelijke literatuur.

Vibroacoustic disease (VAD)

De experts wijzen erop dat ruis bestaat uit geluidsgolven. Deze golven hebben een medium nodig, zoals lucht, maar ook vloeistoffen en vaste stoffen, om zich te verspreiden. Trillingen die worden opgewekt door een bron creëren drukverschillen die zich verspreiden door het medium en een geluidsgolf creëren. De trillingen worden doorgegeven aan de oren en gaan door verschillende structuren (trommelvlies, kleine botjes, etc.) alvorens ze worden omgezet in een elektrisch signaal dat naar de hersenen wordt gestuurd en daar wordt geïnterpreteerd als geluid. Dit is niet het geval bij elektromagnetische velden, die eigenlijk een combinatie zijn van een elektrisch veld en een magnetisch veld. Deze velden kunnen zich verspreiden in een vacuüm en gaan niet gepaard met trillingen in een medium. Daarom zijn geluid en elektromagnetische golven twee verschillende dingen. Omdat geluid echter een golf is, wordt de term “frequentie” gebruikt, die het aantal cycli per seconde (in Hertz - Hz) weergeeft. Blootstelling aan laagfrequent geluid kan leiden tot VAD. Dit dossier gaat enkel over magnetische velden en niet over laagfrequent geluid dat niet kan ontstaan bij hoogspanningslijnen.

Andere effecten

Er is **weinig of geen data beschikbaar** over het voorkomen van individuele symptomen en de relatie met blootstelling aan elektromagnetische velden bij een aantal vermelde gezondheidseffecten, geven de experts aan. Dit gaat dan voornamelijk over:

- Hoofdpijn
- Oververmoeidheid
- Hartritmestoornissen
- Slaapproblemen
- Duizeligheid
- Wisselende suikerspiegel
- Oogproblemen
- Huidproblemen
- Piepende oren (tinnitus)
- Depressieve gevoelens
- Spierzwakte
- Krampen
- Tintelingen
- Concentratiestoornissen
- Stress
- Chronische vermoeidheid
- Invloed op het mentale welzijn
- Kriebeling huid, tinteling, elektrische schokken
- Allergische reacties
- Reuma
- Fantoempijn

Uitvoeren wetenschappelijk onderzoek

De gezondheidsexpert geven mee dat onderzoek naar de mogelijke effecten van magnetische velden op mensen zouden worden goedgekeurd door een ethische commissie, aangezien ze bestaan uit het

volgen van mensen in hun dagelijks leven, waarbij onderzoekers geen actie ondernemen of interventie uitvoeren, maar enkel observeren. Dergelijke onderzoeken waarbij vrijwilligers gedurende meerdere jaren worden gevolgd, zijn dan ook zeker mogelijk en worden geaccepteerd door ethische commissies, op voorwaarde dat ze een geschikte methodologie volgen en de anonimiteit van de deelnemers waarborgen in overeenstemming met the General Data Protection Regulation (GDPR), die op Europees niveau is vastgesteld. Dergelijk onderzoek (bv. epidemiologisch onderzoek) werden ook al uitgevoerd.

Op langere termijn

Er zijn nog een aantal zaken die, volgens de experts, **in de toekomst nog verder onderzocht** moeten blijven worden. Denk daarbij aan onderzoek naar kinderleukemie en ziektes waarbij de relatie met ELF onzeker is: hersentumoren bij kinderen, ALS, ziekte van Parkinson, ziekte van Alzheimer en MS. Onderzoek naar de mogelijke invloed van ELF op deze pathologieën blijft noodzakelijk aangezien de voorhanden zijnde data geen uitsluitsel kunnen geven. Als er al een verband bestaat, is het bijkomende risico waarschijnlijk zeer beperkt. **Daarom hoeft dit volgens de huidige stand van de wetenschappelijke kennis niet meegenomen te worden in deze gezondheidsbeoordeling.**

Nog lopend onderzoek dat relevant is om op te volgen is het TransExpo onderzoek waarin wordt gekeken naar kinderen die dichtbij een (in pandige) transformator wonen (<http://www.emfs.info/research/studies/transexpo/>). Dat onderzoek is 'work in progress' en kan nu nog niet in de gezondheidsbeoordeling worden meegenomen. Dit is **niet van toepassing op hoogspanningsnet** maar op het distributienet.

Hogere blootstelling (piekbelasting) een hoger risico

Op grond van de beschikbare gegevens over kinderleukemie in de buurt van bovengrondse hoogspanningslijnen kan, volgens de experts, niet geconcludeerd worden dat blootstelling aan hogere waarden dan 0,4 microtesla een hoger risico met zich meebrengt. Men heeft **geen dosis-response relatie** kunnen opmaken en **geen relatie met kortdurende piekblootstellingen** vastgesteld. Een kwantitatieve risico-evaluatie is derhalve niet mogelijk. Men kan enkel uitspraken doen over langdurig gemiddeld boven 0,4 μT .

Aangezien de 0,4 μT magneetveldcontour en de daarmee geassocieerde mogelijke stijging van de prevalentie van kinderleukemie zich als effect na langdurige blootstelling manifesteert, is de berekening van de piekbelasting niet zo heel zinvol voor de bepaling van de mogelijke gezondheidseffecten. De focus op de **0,4 μT magneetveldcontour bij jaargemiddelde belasting** is dus een **gerechtvaardigde benadering bij het toepassen van voorzorg.**

Omgevingsfactoren

Tijdens de publieke consultatieronde werden diverse vragen gesteld over verschillende gevolgen van wonen in de buurt hoogspanning op de **menselijke leefomgeving**. Hieronder een overzicht van de belangrijkste bevindingen van de experts.

Fijnstof

Door de nabijheid van een hoogspanningslijn kan fijnstof geïoniseerd worden. Op basis van bestaande onderzoeken, is het **niet aannemelijk dat geïoniseerd fijnstof schadelijke gezondheidseffecten zou teweegbrengen**, hoger wordt opgenomen in de longen of vaker voorkomt bij hoogspanningslijnen.

Het RIVM heeft in 2007 en in 2012 **literatuuronderzoek** naar de mogelijke gezondheidseffecten van opgeladen fijnstof in de buurt van hoogspanningslijnen uitgevoerd. Die rapporten bevatten een overzicht van het wetenschappelijk onderzoek op dat gebied. De conclusie van beide RIVM-onderzoeken is dat het niet aannemelijk is dat bovengrondse hoogspanningslijnen de schadelijke gezondheidseffecten van fijnstof beïnvloeden.

Recent is een **onderzoek uit het Verenigd Koninkrijk** gepubliceerd¹⁰. Het onderzoek biedt volgens de onderzoekers geen ondersteuning voor de hypothese dat geladen deeltjes in de buurt van hoogspanningslijnen het risico op kanker verhogen.

Effecten op (medische) toestellen

Apparaten (zoals glucosesensoren, elektrostimulatoren, hoorapparaten en actieve implantaten zoals pacemakers en implanteerbare cardioverter defibrillatoren (ICDs) die toegelaten zijn tot de Europese markt **mogen geen storing ondervinden** van het magneetveld in de buurt van hoogspanningslijnen. Producenten van actieve medische hulpmiddelen moeten zich houden aan **wettelijk verplichtingen** en zorgen dat producten op redelijkerwijze bestand zijn tegen interferentie. Bovendien moeten medische hulpmiddelen stelselmatig worden getest voor veldsterktes die in de openbare omgeving kunnen optreden. Het is dus erg onwaarschijnlijk dat deze toestellen kunnen verstoord worden. In realiteit moet alle apparatuur die **na 1 januari 1995 in gebruik** is genomen voldoen aan de laatste richtlijnen van de Europese Commissie.

In de praktijk bereiken producenten conformiteit met de essentiële eisen van de richtlijn betreffende medische hulpmiddelen door hun producten te vervaardigen overeenkomstig een geharmoniseerde norm. In verband met immuniteit voor interferentie met medische elektronische apparatuur en hulpmiddelen is de belangrijkste norm EN 60601-1-2 (2014). Voor actieve geïmplanteerde medische hulpmiddelen zijn onder meer geharmoniseerde normen EN 45502-1 en EN 45502-2-X relevant.

Geluidshinder

Geluidshinder in de buurt van hoogspanningslijnen **doet zich voornamelijk voor bij vochtig, regenachtig en mistig weer**, geven de experts aan. Dit fenomeen is te wijten aan deelontladingen (plaatselijke doorslag van de lucht) en lekstromen. Er zijn geen aanduidingen dat hoogspanningslijnen geluid produceren op een niveau dat gezondheidsschade zou kunnen veroorzaken. Er is geen wetenschappelijk onderzoek gekend over de relatie van geluidshinder door hoogspanningslijnen en gezondheid, wel wordt dit in verband gebracht met windturbines.

¹⁰ ('Electric field and air ion exposures near high voltage overhead power lines and adult cancers: a case control study across England and Wales' M.B. Toledano et al International Journal of Epidemiology, 2020, i57–i66 doi: 10.1093/ije/dyz275 Supplement Article

4.4 Voorzorgbeleid

Voorzorg

Het strekt, volgens de experts, tot de aanbeveling om **bij wetenschappelijke onzekerheid het voorzorgsprincipe** toe te passen: de epidemiologische grenswaarde van 0,4 μT m.b.t. leukemie bij kinderen is vrij consistent blijkens verschillende internationale studies. Anderzijds is de wetenschap er tot op heden niet in geslaagd een causaal verband met ELF aan te tonen. Dus voorzorg is hier aangewezen. Bijgevolg is het zoveel mogelijk vermijden van nieuwe overspanningen van woningen, scholen, kinderdagverblijven, etc. binnen de 0,4 μT contour een redelijke en proportionele tegemoetkoming. Experts bevestigen dat voor het bepalen van deze contour, de berekening van de blootstelling de aangewezen methode is.

Het volledig vermijden van overspanningen en woningen binnen 0,4 μT -contouren is onmogelijk door de verspreide dense bebouwing in Vlaanderen. De experts **bevelen aan om verder te specificeren** in welke gevallen het overspannen van woningen, scholen, etc. binnen de 0,4 μT contour niet kan vermeden worden. Het kwantificeren plaatst het project Ventilus op die manier meer in perspectief voor de omwonenden.

Ter vergelijking, in andere landen wordt het voorzorgsprincipe ook gehanteerd. Ook in **Nederland** worden zo weinig mogelijk nieuwe woningen, scholen en kinderdagverblijven binnen de magneetveldcontour geplaatst. Netbeheerder TenneT hanteert bij de aanleg van nieuwe bovengrondse hoogspanningslijnen een 'uitkoopbeleid', waarin de eigenaar van een woning die binnen de magneetveldcontour terecht komt een aanbod krijgt om zijn woning voor een marktconform bedrag aan de netbeheerder te verkopen. Het **Duitse beleid** kent wettelijk vastgelegde maatregelen om de magneetveldsterkte te minimaliseren.

Bij de toepassing van het voorzorgsprincipe moet rekening houden met allerlei factoren: wetenschappelijke stand van zaken van het gezondheidsonderzoek, omgevingsaspecten, technische aspecten, kostprijs, enz. De **proportionaliteit van de maatregelen** moet vervolgens bepaald worden bij de keuze van de trajecten.

Het is onmogelijk te bewijzen dat iets volledig onschadelijk is. De overheid moet steeds, en op basis van alle beschikbare gegevens, de **voor- en de nadelen afwegen**. De wetenschappelijke kennis over de mogelijke gezondheidseffecten geven aanleiding tot voorzorg, maar zijn op basis van het proportioneel toepassen van het voorzorgsprincipe **geen reden voor het niet laten doorgaan** van het project Ventilus met een bovengrondse lijn in wisselstroom.

De experts raden echter wel een **monitoring van de blootstelling** van omwonenden aan in de vorm van een gerichte meetcampagne en raden aan om de opvolging van onderzoek naar de mogelijke gezondheidseffecten te blijven doen.

Drempel

De Vlaamse overheid gebruikt de **0.4 μT als drempelwaarde (aanbeveling)**. Welke op basis van epidemiologische studies het meest voor de hand ligt. Er is geen dosis-effect relatie naar voren gekomen uit wetenschappelijk onderzoek. Bij lagere waarden is de onzekerheid groter en bij huidig onderzoek is geen significant effect meer aanwezig bij 0,3 μT . Er zijn geen meta-analyses die een significant risico vinden onder de 0,4 μT .

Simulaties en monitoring

In samenwerking met IMEC werkte het Departement Omgeving aan een **nieuw rekenmodel**. Dit model berekent hoe groot de magnetische velden zijn in de buurt van hoogspanningslijnen. Het rekenmodel kan gebruikt worden om **regelmatic de blootstelling te berekenen**, rekening houdend met de reële belasting. Die resultaten kunnen dan gecommuniceerd worden naar omwonenden en de basis vormen voor toekomstig wetenschappelijk onderzoek.

Voor mensen die zich zorgen maken over gezondheidseffecten is, volgens de experts, een rekenmodel **niet de beste manier om te overtuigen**. Zij zien dit vaak als een (onbetrouwbare) zwarte doos die ze niet begrijpen. Zij vertrouwen meer op metingen, liefst uitgevoerd door een onafhankelijk organisme. Ook al zijn deze metingen minder betrouwbaar dan het rekenmodel. Als er iets fysieks gebeurt (een meting uitvoeren) wil dat zeggen dat ze aandacht krijgen, waardoor hun vertrouwen groeit.

Dus naast het rekenmodel zou, volgens de experts, ook een **meetstrategie opgezet moeten worden**. Als een installatie er staat en in werking is, zal ze veldsterkten genereren die stabiel en voorspelbaar zijn. Het is zinvol om bij de oplevering via metingen aan een woning (in een 50 of 100 meter corridor) te controleren of de voorspellingen kloppen. Nadien kunnen metingen uitgevoerd worden op vraag, wat als meer betrouwbaar wordt ingeschat dan routine metingen die door iemand anders zijn gepland. Dus naast het rekenmodel zou er ook een meetstrategie moeten opgezet worden.

Het relatief risico op het meer voorkomen van kinderleukemie is laag (grootteorde 2), geven de experts aan, waardoor het niet mogelijk is hiervoor een monitoring op te zetten in Vlaanderen, blijkt uit statistische berekeningen van de Universiteit Hasselt (niet gepubliceerd). Voor andere effecten zijn er geen statistische verbanden gevonden, waardoor ook hier gezondheidsmonitoring naar die effecten niet zinvol is.