

Gezondheidsverkenning windturbines

Bevindingen op populatieniveau van een landelijke studie gebaseerd op gegevens van huisartsregistraties, over een tienjaarsperiode (2012-2021)

Christos Baliatsas
Joris IJzermans
Mariette Hooiveld
Raymond Kenens
Michel Dückers



NIVEL
Kennis voor betere zorg

Het Nivel levert kennis om de gezondheidszorg in Nederland beter te maken. Dat doen we met hoogwaardig, betrouwbaar en onafhankelijk wetenschappelijk onderzoek naar thema's met een groot maatschappelijk belang. 'Kennis voor betere zorg' is onze missie. Met onze kennis dragen we bij aan het continu verbeteren en vernieuwen van de gezondheidszorg. We vinden het belangrijk dat mensen in staat zijn om deel te nemen aan de samenleving. Ons onderzoek draait uiteindelijk om de vraag hoe we de zorg voor de patiënt kunnen verbeteren. Alle onderzoeken publiceert het Nivel openbaar, dat is statutair vastgelegd.

November 2023

ISBN: 978-94-6122-826-0

030 272 97 00

nivel@nivel.nl

www.nivel.nl

© 2023 Nivel, Postbus 1568, 3500 BN UTRECHT

Gegevens uit deze uitgave mogen worden overgenomen onder vermelding van Nivel en de naam van de publicatie. Ook het gebruik van cijfers en/of tekst als toelichting of ondersteuning in artikelen, boeken en scripties is toegestaan, mits de bron duidelijk wordt vermeld.

Inhoud

Samenvatting	4
Inleiding	6
Uit de literatuur	7
Doelstelling & aanpak	9
Methode en dataverzameling	10
Resultaten	16
Conclusie	18
Bijlage A Verklaring wetenschappelijke termen	24
Bijlage B Jaarlijkse prevalenties binnen de meest dichtstbijzijnde afstandsstralen	25
Bijlage C Resultatentabellen regressieanalyses	35

Samenvatting

Kernpunten

1. **Geen invloed van nabijheid windturbines op aan huisarts gepresenteerde gezondheidsproblemen:** Er zijn geen consistente significante associaties gevonden tussen wonen in de buurt van windturbines en bijbehorende geluidniveaus en door huisarts gediagnostiseerde gezondheidsproblemen. Problemen die in de literatuur worden genoemd op basis van zelfrapportage van omwonenden (bijv. slaapverstoring) vinden we niet terug.
2. **Een beperkt aantal symptomen en sociale problemen:** Symptomen als spanningshoofdpijn en depressieve gevoelens worden in de latere jaren van de studie wat vaker gezien bij mensen dichterbij windturbines, ten opzichte van mensen die verderop wonen. Het gaat om kleine aantallen en om niet statistisch significante verschillen. Het omgekeerde, minder symptomen dichterbij windturbines, komt soms ook voor.
3. **Nauwelijks meer problemen bij hogere geluidniveaus:** Hogere geluidniveaus (gemiddeld boven 42 decibel) worden in de latere jaren van deze studie geassocieerd met een hoger risico op door de huisarts voorgeschreven pijnstillers. Dit wordt echter in eerdere jaren niet gevonden, ook niet nabij een windturbine.
4. **Dat de resultaten voorzichtig geïnterpreteerd moeten worden:** Dit onderzoek kan geen causale verbanden vaststellen. Het is een verkennende studie met als doel om mogelijke risico's voor de gezondheid te monitoren gebruik makend van het oordeel van de huisarts over de aangeboden gezondheidsproblemen.
5. **Sterke punten en beperkingen:** In dit landelijke onderzoek werd gebruik gemaakt van betrouwbare gezondheidsgegevens, van een grote steekproef en van een lange onderzoeksperiode. Naast deze sterke punten zijn er ook enkele belangrijke beperkingen. Met name de geringe statistische kracht omdat maar een klein percentage van de bevolking in de directe omgeving (<500m) van windturbines woont. Er kon ook maar beperkt gecorrigeerd worden voor versturende factoren. Toekomstig onderzoek dient deze beperkingen zoveel mogelijk aan te pakken (gebruik maken van volledige postcode, preciezere blootstellingsdata, inclusief het meenemen van laagfrequent geluid, meer gegevens over de kenmerken van de turbines en de datum van oprichting en meer controle over versturende invloeden zoals overige bronnen van geluid in de omgeving).

Dit onderzoek heeft zich gericht op de relatie tussen het wonen in de nabijheid van windturbines, het geluid dat zij produceren en de gezondheidsproblemen die mensen bij hun huisarts melden. Deze verkennende studie besloeg een periode van tien jaar, van 2012 tot 2021. Hierbij was het niet mogelijk om causale verbanden vast te stellen. Het doel was om, voor het eerst, te monitoren of er sprake kan zijn van mogelijke risico's voor de gezondheid van de omwonenden in nabijheid van windturbines, in termen van het voorkomen van aandoeningen, symptomen en klachten gepresenteerd aan en gediagnostiseerd door de huisarts.

De conclusie is dat er over de jaren geen consistente verband is tussen het wonen in de buurt van windturbines, de bijbehorende geluidniveaus en het voorkomen van aan de huisarts gepresenteerde gezondheidsproblemen.

Bevindingen wijzen in de latere jaren van de onderzoeksperiode wel op een trend van toename van enige symptomen, bij mensen die dicht bij windturbines wonen. Dit betreft vooral spanningshoofdpijn, depressief gevoel en problemen met de buurt of woning. Benadrukt moet worden dat het aantal mensen in deze categorieën klein was en de resultaten niet statistisch significant. De enige uitzondering was een significant hoger risico op het (niet-medische) sociale probleem 'huisvesting en de buurt' bij mensen die wonen binnen 500-1000m van windturbines in 2016.

Extra, verdiepende analyses hebben ook een significant verband laten zien, tussen geluidniveaus boven de 42 decibel en het gebruik van door de huisarts voorgeschreven pijnstillers gedurende de periode van 2019 tot 2021. Maar ook hier was het aantal mensen klein.

We hebben dit onderzoek gebaseerd op objectieve gegevens van huisartsenregistraties, wat de kans op methodologische beperkingen (bias) die zich kunnen voordoen als mensen zelf hun problemen rapporteren, kleiner maakt. Met een grote steekproef en een uitgebreide selectie van relevante gezondheidsproblemen over een lange periode biedt dit onderzoek resultaten die in andere landen, waar niet iedereen verplicht is geregistreerd bij een huisartspraktijk, niet kunnen worden gevonden. Daardoor geeft deze studie belangrijke nuances.

De studie heeft echter ook beperkingen. Het aantal mensen dat daadwerkelijk dicht in de buurt van windturbines woont was beperkt, waardoor de statistische power gering was. Gegevens over de locatie en geluidniveaus van de windturbines waren niet altijd beschikbaar. Berekeningen werden vanwege privacy- en haalbaarheidsoverwegingen gedaan op het niveau van viercijferige postcodegebieden en niet op individueel adresniveau, wat enige onnauwkeurigheid in schattingen kan veroorzaken. Een aantal relevante verstorende en andere verklarende factoren die een invloed zouden kunnen hebben op gezondheid, zoals andere omgevingsfactoren en blootstellingen (bijvoorbeeld verkeersgeluid) zijn niet meegenomen in dit verkennende onderzoek.

Er wordt aanbevolen om verder epidemiologisch onderzoek uit te voeren om deze beperkingen te verminderen. Daarvoor zijn allereerst meer (actuele) gegevens van ligging, de kenmerken en datum van oprichting van windturbines noodzakelijk. Meerjarige studies met grote steekproeven waar zowel zelfgerapporteerde als objectieve/geregistreerde gegevens van huisartsen worden geanalyseerd zijn van essentieel belang om dieper begrip te krijgen van de achterliggende verklarende mechanismen.

Inleiding

De samenhang tussen milieublootstellingen en gezondheidsproblemen bij omwonenden is een terugkerend onderwerp van wetenschappelijke discussie en maatschappelijk debat. In Europa wordt steeds sterker ingezet op het gebruik van duurzame energiebronnen, zoals zonne- en windenergie. Een veel besproken milieublootstelling in Nederland is de bouw of uitbreiding van windturbineparken. Deze turbines worden hoger en in toenemende mate geplaatst in de nabijheid van woningen. Dat stuit vaak op verzet bij (aanstaande) omwonenden waarbij het vooral gaat om de last die men ervan heeft of denkt te gaan hebben en om veronderstelde negatieve effecten op de gezondheid. Er zijn, zeker het laatste decennium, veel publicaties verschenen over deze mogelijke effecten, ook samengevat in reviews. Daarbij valt op dat er maar zelden studies zijn uitgevoerd waarbij die mogelijke gezondheidseffecten worden onderzocht gebruik makend van klinische gegevens. Dergelijke studies zijn van belang omdat percepties en belevingen van omwonenden een belangrijke rol spelen wanneer alleen gebruik wordt gemaakt van zelf-gerapporteerde resultaten van vragenlijsten en interviews. Klinische data nuanceren de zelf-gerapporteerde bevindingen omdat ze een door een arts geobjectiveerd label krijgen en omdat de gang naar een arts vaak samenhangt met een zekere ervaren ernst van het gezondheidsprobleem.

Het ministerie van Volksgezondheid, Welzijn en Sport (VWS) heeft in het kader van continue kennisontwikkeling en mede naar aanleiding van een rapportage van het Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM) over mogelijk onderzoek naar de effecten van windturbines (Zock et al., 2022) onderzoekers van het Nivel gevraagd om een onderzoeksplan te maken om na te gaan of een studie in de huisartspraktijk zou kunnen voorzien in deze kennisleemte. Na overleg werd besloten een verkennende ('pilot')studie uit te voeren waarbij op populatie- (en dus niet op individueel-) niveau gegevens zouden worden verzameld over meerdere jaren. In deze nota wordt verslag gedaan van opzet en bevindingen van deze studie. Allereerst worden resultaten uit de literatuur verzameld om een beeld te krijgen wat al bekend is over gezondheidseffecten van blootstelling aan windturbines. Vervolgens wordt het nieuwe onderzoek beschreven en de resultaten ervan weergegeven.

Uit de literatuur

Voor een overzicht van wat al bekend is gebruiken we vooral gegevens uit vier goed uitgevoerde systematische reviews en een factsheet (Freiberg et al. 2019, Davy et al. 2020, Teneler et al. 2021, van Kamp & Van den Berg 2021, Reedijk et al. 2021).

Hinder en geluidoverlast

De meest onderzochte effecten van windturbines zijn hinder en geluidoverlast. Hinder valt binnen de definitie van de Wereld Gezondheidsorganisatie voor gezondheid (WHO, 2011) en betreft volgens de Gezondheidsraad (1999) gevoelens van afkeer, boosheid/irritatie, onvoldaanheid, onbehagen of gekwetstheid. Hinder kan een chronisch karakter krijgen dat op termijn tot andere gezondheidsproblemen kan leiden. De hinder kan gaan over het geluid, over de ervaren landschapsvervuiling, over de knipperlichten bovenop de turbine en over de slagschaduw. Hinder wordt door de een wel ervaren en door de ander minder of niet. Ook bij geluidhinder is een subjectief element aanwezig, maar deze vorm van hinder wordt veel breder ervaren met name door het zwiepende, zoevende, stampende karakter van het geluid.

De sterkte van het geluid van windturbines is dynamisch en afhankelijk van weersomstandigheden, bebouwing, afwezigheid van ander geluid 's nachts. Van de Nederlandse bevolking zou in 2019 0.2% ernstige hinder ondervinden van de nabijheid van windturbines, terwijl andere bronnen van geluidshinder zoals wegverkeer veel meer mensen treffen (10.4%) (Van Poll, 2020). Uit dosis-effectrelaties blijkt dat het geluid van windturbines als hinderlijker wordt ervaren dan het geluid van andere bronnen, vermoedelijk vooral door het ritmische karakter van het geluid (Amplitudemodulatie). Daarbij geldt: hoe harder het geluid hoe meer hinder. Het geluidniveau dat veroorzaakt wordt door een windturbine of windpark, mocht tot 2021 bij een geluidgevoelig object (zoals een woning) in Nederland niet meer bedragen dan 47 dB(A) Lden (gemiddelde over het hele etmaal) en 41 dB gemiddeld per nacht (RVO, 2016, Reedijk et al., 2021). Door een uitspraak van de Raad van State zijn de landelijke normen/regels niet meer van toepassing. Er wordt aan nieuwe normen gewerkt. De hoogte van een moderne windturbine heeft nauwelijks nog invloed op de hoeveelheid geluid die deze veroorzaakt (Van den Berg et al., 2023). Wat betreft visuele hinder lijkt het waarschijnlijk dat de hoogte wel een rol kan spelen.

De prevalenties van geluidhinder zijn hoger in studies van lagere methodologische kwaliteit dan in de studies van hogere kwaliteit (Van Kamp & Van den Berg, 2021). In een grote Canadese studie door Michaud werd een totaalscore voor hinder samengesteld: geluid, knipperlicht, trillingen, visuele impact en slagschaduw. Bij een hogere totaalscore op deze aspecten nam de hinder toe in gebieden die op 550-1000m lagen van een windturbine(-park) en was de hinder het grootst bij <550m. De totaalscore bleek ook sterk samen te hangen met ervaren en gemeten gezondheidsklachten (Michaud et al, 2018).

Gezondheidseffecten

Het is in meerdere studies lastig gebleken om een directe relatie tussen geluid en gezondheidseffecten te leggen. Er kan wel een verband worden geconstateerd, maar dat betekent niet dat het één ook direct het ander veroorzaakt. Hinder is ook geen symptoom dat kenmerkend is van een specifiek gezondheidsprobleem en de ervaren hinder verschilt tussen personen (gevoeligheid) en tussen situaties (bijvoorbeeld windturbine is gepland versus staat er al langer). Er spelen veel persoonlijke en contextuele factoren een rol zoals gevoeligheid voor geluid of

angst/bezorgdheid en bijvoorbeeld de zichtbaarheid van een windturbine of de geluidwering van een woning. Voor onze studie is vooral van belang waar we naar gaan zoeken; er ontbreekt een diagnostische code die direct overeenkomt met 'hinder' als gezondheidsuitkomst in het registratiesysteem van de eerstelijnszorg. Daarom is het alleen mogelijk om symptomatische manifestaties van mogelijke hinder te onderzoeken, op basis van gegevens uit huisartsenregistraties.

Er is veel literatuur over de relatie tussen hinder van windturbines en slaapproblemen. Hierbij speelt een rol dat een geluid 's nachts beter hoorbaar is omdat ander omgevingsgeluid dan zwakker is. Ook zijn slaapproblemen een bekend gevolg van stress. Met diverse methoden om de slaap kwaliteit te meten, is een verband tussen geluid en slaapproblemen nog niet duidelijk gebleken, maar is ook niet makkelijk te leggen. Een indirecte relatie met zelf-gerapporteerde slaapproblemen (via vragenlijst/interview) blijkt in meerdere studies wel te bestaan.

Een beperkt aantal studies onderzocht een samenhang tussen afstand tot windturbines en het voorkomen van ernstige aandoeningen zoals chronische ischemie, hypertensie, hart- en herseninfarct, hartritme stoornissen en diabetes mellitus (Van Kamp & Van den Berg, 2021). Er werd in geen van de gevallen een duidelijke associatie gevonden. Angst, bezorgdheid en geluidgevoeligheid worden in de literatuur opgevoerd als voorspeller voor hinder en bijbehorende stress. Andere psychische problemen (zoals aandachts- en concentratieproblemen) zijn niet onderzocht.

Meer indirecte gezondheidseffecten zoals tinnitus, hoofdpijn, migraine, duizeligheid/vertigo, misselijkheid, een lagere kwaliteit van leven en pijn werd in een klein aantal studies aangetoond, maar uitsluitend als zelfgerapporteerd symptoom. Bovendien verdwenen alle gerapporteerde fysieke symptomen en de invloed van de afstand tot windturbines wanneer met confounders (zoals sociaal-economische status, angst voor de eigen gezondheid, en percepties en attitudes ten aanzien van windturbines) rekening werd gehouden. Causale relaties kunnen niet worden gelegd, bij voorbeeld omdat er meerdere oorzaken kunnen zijn voor de hier genoemde symptomen.

Conclusies

In de door ons gelezen reviews wordt geconcludeerd dat gezondheidsproblemen die in verband worden gebracht met windturbines voornamelijk verband houden met persoonlijke en contextuele factoren en niet direct met de daadwerkelijke mate van blootstelling. Eén van de conclusies van Freiburg's review in 2019 is dat 'research gaps concern (...) the examination of clinically apparent health outcomes in comparison with non-exposed residents' (...). Zij bepleit studies waarbij diagnoses door artsen en/of gegevens uit bestaande registraties worden gebruikt in plaats van een vragenlijst of interview. Zij vond maar twee studies waarin longitudinaal onderzoek werd uitgevoerd, met name voor en na de oprichting van windturbines in een gemeenschap.

Omdat deze studie exploratief van aard is, is er een brede selectie gezondheidsproblemen (afhankelijke variabelen) geselecteerd (Tabel A), ook met het oog op de literatuur over de associatie tussen geluid (over het algemeen en door windturbines in het bijzonder) en gezondheid (van Kamp & Van den Berg, 2021).

Doelstelling & aanpak

Wij nemen in deze studie alle hierboven genoemde gezondheidseffecten mee en nog enige uitkomsten die wij als mogelijk relevant zien (zie tabel A). Bovendien bestuderen we enige recepten die huisartsen voor zouden kunnen schrijven aan mensen met klachten over de gevolgen van (geluids-)hinder van windturbines en bezien we het zorggebruik. Dit alles maakt deel uit van de International Classification of Primary Care (ICPC), het classificatiesysteem dat alle Nederlandse huisartsen gebruiken om het gepresenteerde symptoom, de diagnose en de therapie te registreren (Lamberts & Wood, 1987). Nagenoeg iedere inwoner staat ingeschreven bij één huisartspraktijk. Dit faciliteert wetenschappelijk onderzoek omdat precies bekend is hoeveel mensen staan ingeschreven in een bepaalde tijdsperiode. Vormen alle mensen met een bepaald(e) symptoom of aandoening de teller, dan is de praktijkomvang de noemer. Bij veel studies naar de effecten van windturbines is deze noemer niet bekend en bestaat die alleen uit de deelnemers aan de studie, waardoor niet altijd duidelijk is of de resultaten voor de hele bevolking gelden.

We maken gebruik van de database van Nivel Zorgregistraties Eerste Lijn, waarbij meer dan 500 huisartspraktijken zijn aangesloten. Voorafgaand aan het formuleren van de onderzoeksvragen is van belang dat we kunnen kijken naar de afstand van woning tot een windturbine(park) en naar de door windturbines geproduceerde geluidniveaus. De onderzoeksvragen luiden:

- Zijn er verschillen in gezondheidsproblemen gepresenteerd aan de huisarts tussen omwonenden die in dichtere afstandsstralen tot windturbines wonen ten opzichte van omwonenden die er verder vanaf wonen?
- Wat is de relatie tussen blootstellingsniveau van door windturbines geproduceerd geluid en gezondheidsproblemen en aandoeningen?

De resultaten zullen gepresenteerd worden op populatieniveau, waarbij we gebruik maken van de viercijferige postcodes van de geregistreerde personen/patiënten en van de exacte locatie van windturbines. De lezer dient er daarbij van doordrongen te zijn dat de resultaten geen oorzaak-gevolg conclusies toelaten, met name omdat wij in een pilotstudie niet beschikken over informatie over andere relevante omgevingsfactoren (zie ook van Kamp 2021).

Om de verschillen te berekenen worden vooral odds ratio's gebruikt. Een odds ratio van boven de 1 impliceert een grotere kans voor inwoners binnen een bepaalde afstand (of blootgesteld aan een bepaald geluidniveau) om die klacht of aandoening te ervaren vergeleken met mensen die er verder vanaf wonen (of die minder of niet blootgesteld zijn aan geluid). Verdere uitleg van de gebruikte technische en statistische termen wordt in Bijlage A voorzien.

Methode en dataverzameling

Populatie en selectie gezondheidsuitkomsten

Dit epidemiologisch onderzoek betreft een analyse gebaseerd op retrospectieve gezondheidsgegevens van tien achtereenvolgende jaren uit elektronische patiëntendossiers van huisartspraktijken. Daarvoor is gebruikt gemaakt van de database van de Nivel Zorgregistraties eerste lijn (nummer data-aanvraag: NZR-00322.039). Huisartsen registreren ieder contact in het Huisarts Informatiesysteem met behulp van de International Classification of Primary Care (ICPC). Voorgeschreven medicatie wordt geregistreerd op basis van het Anatomical Therapeutic Chemical (ATC) classificatie. Data van het jaar 2012 tot en met 2021 zijn meegenomen in de analyses.

Tabel A Onderzochte gezondheidsproblemen

Gezondheidsprobleem/uitkomst	ICPC/ATC/code(s)	Orgaansysteem / Type gezondheidsprobleem
Moeheid	A04	Algemeen
Misselijkheid	D09	Tractus digestivus
Flitsen, flikkeringen oog	F04	Oog
Oorklachten	H01, H02, H13, H29	Oor
Oorsuizen/tinnitus	H03	
Vertigosyndroom	H82	
Doofheid, slechthorend, lawaaidoofheid	H85, H86	
Hartkloppingen	K04, K05	Tractus circulatorius
Pijn of druk op de borst	K01, K02, K03	
Hypertensie	K86, K87	
Chronische aandoeningen van het hart	K74, K75, K76, K77, K84	
Hoofdpijn	N01, N02	Zenuwstelsel
Spanningshoofdpijn	N02	
Tintelingen	N05	
Duizeligheid/vertigo	N17	
Angstig/nervus/gespannen gevoel	P01	Psychische problemen
Crisis/voorbijgaande stressreactie	P02	
Down/depressief gevoel	P03	
Prikkelbaar/boos gevoel/gedrag	P04	
Slaapproblemen	P06	
Geheugen-/concentratieproblemen	P20	
Aandachtsdeficiëntie-/hyperactiviteitsstoornis	P21	
Angststoornis	P74	
Depressie	P76	
Gewichtsprobleem	T06, T07, T08, T82, T83	Endocriene klieren, metabolisme & voeding
Diabetes	T90	
Probleem huisvesting/buurt	Z03	Sociale problemen
Pijnstillers	N02B	Zenuwstelsel (Medicatie)
Anxiolytica	N05B	
Antidepressiva	N06A	
Reguliere huisartsenzorg totaal	Per jaar	Zorggebruik
Mentale gezondheid (POH-GGZ)	Per jaar	

Afstand tot windturbines en bijbehorende geluidniveaus

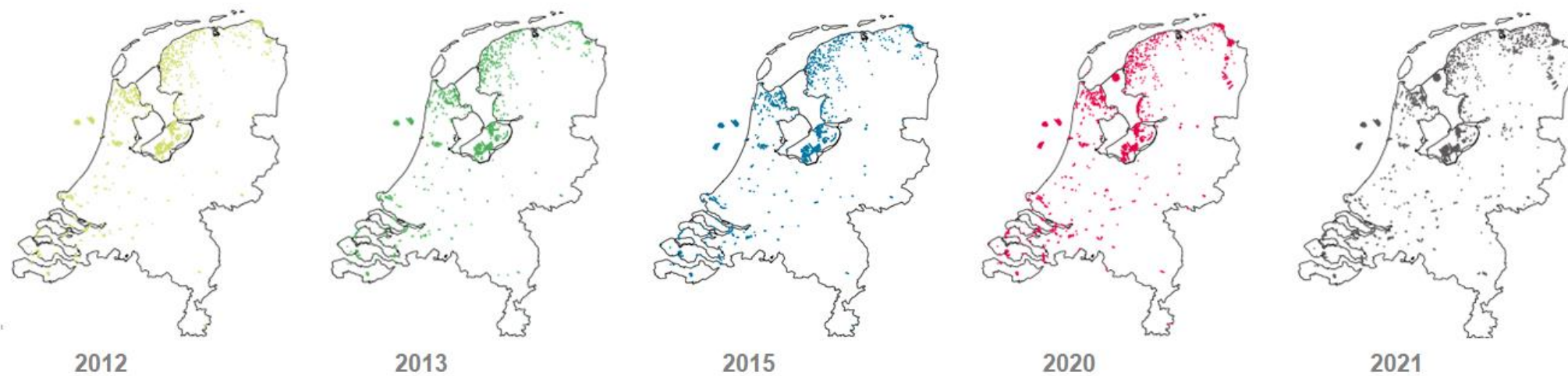
Op basis van openbare landelijke kaarten met de locatie van alle actieve windturbines (RIVM Atlas Leefomgeving: <https://www.atlasleefomgeving.nl/windturbines-december-2021-0>) (zie ook Figuur A) zijn er groepen aangemaakt met geregistreerde patiënten (bij huisartsenpraktijken in de Nivel database) die in de nabijheid van windturbines wonen. In het bijzonder, zijn er personen geïdentificeerd die binnen vier stralen wonen: 0-500m, 0-1000m, 0-2000m en 0-5000m van een windturbine(-park). Met gebruik van Geografische Informatie Systemen (GIS) is per afstandscategorie in kaart gebracht welke middelpunten van viercijferige postcodes (PC4) - op basis van het zwaartepunt van de bebouwing in de betreffende PC4 en niet het geografisch midden ervan - binnen de verschillende stralen vallen. Met behulp van deze gegevens zijn alle mensen die ingeschreven zijn bij huisartsenpraktijken van Nivel Zorgregistraties waarvan volledige jaarlijkse data over de periode 2012-2021 beschikbaar waren, ingedeeld in de verschillende afstandsschalen op basis van het meest intensief bewoonde zwaartepunt van de viercijferige postcode (PC4) van de persoon.

De geluidskaarten van windturbines van de Atlas Leefomgeving zijn met het STAMINA model berekend (Schreurs et al., 2010; bijgewerkt t/m 2016). Het etmaalgemiddelde geluidniveau is geschat aan de hand van het vermogen en de hoogte van de turbine. Dat geeft een gewogen 24-uur gemiddelde (Lden) in decibel. De geluidskaarten zijn echter niet per PC4 beschikbaar, maar per vierkant (gridcel) van 10x10 meter. Daarom zijn, met behulp van GIS, de geluidgegevens omgezet naar een gemiddelde per postcode4 gebied. Windturbines produceren ook laagfrequent geluid, waarover nog geen consensus bestaat in de literatuur qua gezondheidseffecten (Van Kamp & Van den Berg, 2021). In deze studie waren er geen gegevens beschikbaar over laagfrequent geluid, aangezien dit geen onderdeel was van het STAMINA-model.

De koppeling tussen de gegevens over windturbines en over de gezondheid deden we voor elk jaar binnen de hele periode van tien jaar. De gebruikte blootstellingsgegevens (locatie van windturbines en geluidniveaus) waren beschikbaar voor alle personen in de dataset die binnen 5000m woonden van windturbines. Gegevens over de blootstelling waren niet beschikbaar voor alle jaren waardoor we blootstellingsmetingen van het ene jaar gebruikt hebben als proxy voor het andere. In het bijzonder:

- Voor 2014 wordt de blootstelling in 2013 aangehouden
- Voor 2016, 2017 en 2018 wordt de blootstelling in 2015 aangehouden
- Voor 2019 wordt de blootstelling in 2020 aangehouden

Figuur A Locatie van actieve windturbines in Nederland, op basis van de beschikbare data gebruikt in deze studie



Analyseaanpak

Voor het verkennen van mogelijke associaties tussen afstand, geluidsniveaus en gezondheidsproblemen zijn regressieanalyses uitgevoerd, met de verkennende (gezondheids-)uitkomsten als afhankelijke variabele en afstandsstralen tot windturbines en geluid door windturbines als onafhankelijke. Daarbij is de prevalentie van de onderzochte gezondheidsproblemen bij bewoners dichterbij de windturbines vergeleken met die van bewoners die er verder vanaf woonden (voor elk jaar apart en voor de hele periode van tien jaar). Omdat dit een verkennende studie is, gebruiken we de afstandsschalen (“donuts”) 0-500, 500-1000 en 1000-2000 meter als primaire aanpak, op grond van bevindingen in de literatuur. Het gemiddelde geluidniveau per etmaal (omgezet naar dB, decibellen) hebben we gedichotomiseerd (twee categorieën), met 42dB Lden of hoger als afkappunt/benadering voor “hoge blootstelling”; uit eerder onderzoek blijkt dat de vaste meerderheid van de respondenten het geluid opmerkt bij geluidsniveaus door windturbines van 40 dBA of hoger (Van den Berg et al., 2008, Janssen et al., 2011, Van den Berg, 2022). Vooral tussen 40-45 dBA is er een aanzienlijk percentage respondenten dat enige tot aanzienlijke hinder ondervindt (Van den Berg et al., 2008, van Kamp & Van den Berg, 2021).

Daarnaast hebben we in aparte analyses het gemiddelde geluidniveau per etmaal ook als continue variabele geanalyseerd, geschaald op basis van de interkwartielafstand (“interquartile range”, dat is het verschil tussen het eerste en derde kwartiel). Om rekening te kunnen houden met de hiërarchische structuur van de data, namelijk geregistreerde personen geclusterd in huisartsenpraktijken, zijn er multilevel regressieanalyses uitgevoerd. Analyses worden ook gecorrigeerd voor de invloed van enkele potentiële individuele versturende factoren (“confounders”) zoals geslacht, leeftijd, en registratieduur bij een huisartsenpraktijk. De resultaten zijn weergegeven als odds ratio’s (ORs), met 99% betrouwbaarheidsintervallen (BI). Voor de analyses werd het statistische programma STATA (versie 16.0) gebruikt (StataCorp LP, College Station, TX, USA).

Correctie voor meervoudige vergelijkingen/toetsing

Het uitvoeren van meerdere analyses (bekend als “multiple testing”/ meervoudige toetsing) zonder passende correcties, zou kunnen leiden tot het ten onrechte vinden van significante relaties. Met andere woorden, hoe meer statistische tests worden uitgevoerd, hoe hoger de kans dat er een significante associatie gevonden wordt die in feite toevallig is. Om de problemen met meervoudige toetsing aan te pakken en de kans op valse positieve (of negatieve) associaties te verminderen, worden statistische correctiemethoden toegepast. Vanwege de verkennende aard van de studie en het zeer grote aantal geplande analyses hebben we de volgende methoden gecombineerd om met “multiple testing” om te kunnen gaan:

- Voor alle analyses hebben we een conservatief significantieniveau gebruikt ($p < 0.01$ in plaats van de “standaard” $p < 0.05$).
- Daarnaast werd de “False Discovery Rate” (FDR) toegepast, op basis van de de Benjamini-Hochberg-procedure (Benjamini & Hochberg, 1995; Benjamini, 2010) voor alle analyses over alle uitkomsten over dezelfde voorspeller (afstand, geluid) in hetzelfde jaar. De FDR gebruikt een “q”-waarde in plaats van de bekende “p”-waarde en is de verhouding tussen het aantal vals-significante resultaten en het totale aantal ontdekte resultaten. Het significantieniveau van 0.05 voor het controleren van de FDR is gekozen voor deze analyse omdat het algemeen wordt beschouwd als de standaard en is de meest gebruikte drempelwaarde ‘q-waarde’ in het kader van FDR-correctie. Bijvoorbeeld, een p-waarde van 5% betekent dat 5% van alle tests vals-positief zal zijn als de nulhypothese waar is. Terwijl een q-waarde van 5% betekent dat van alle ontdekte resultaten die als significant worden beschouwd onder de q-waarde drempel, maximaal 5% vals-positief zullen zijn. We hebben FDR op alle analyses toegepast, zowel de hoofdanalyses als de sensitiviteitsanalyses over de verschillende geluidcategorieën.

Sensitiviteitsanalyses

Sensitiviteitsanalyses (verdiepende analyses) zijn ook uitgevoerd met inclusie van een globale index van sociaal-economische status (SES) indicatoren ("statusscore", gebaseerd op gegevens van het Sociaal Cultureel Planbureau uit 2017, per 4-cijferig postcodegebied) als covariaat, om te toetsen of eventueel statistische significante resultaten in de hoofdanalyses robuust bleven (dus niet afhankelijk zijn van SES). Ten slotte hebben we analyses herhaald voor chronische hartproblemen, hypertensie, hartkloppingen en medicatie voor ouderen (≥ 65 jaar), naar aanleiding van de recente literatuur (Poulsen et al., 2019). De analyses over ADHD hebben we ook herhaald voor de leeftijdsgroep 5-18 jaar.

Evaluatie van de bevindingen

Het evalueren van de algemene sterkte van de bevindingen en onze conclusies hierover zijn gebaseerd op bovenstaande aspecten, rekening houdend met de onderzoeksopzet, steekproefgrootte en methodologische beperkingen:

- **Statistische significantie:** Statistisch significante resultaten geven aan dat de associatie waarschijnlijk niet door toeval is opgetreden. Statistische significantie wordt vaak uitgedrukt met behulp van p-waarden en betrouwbaarheidsintervallen (BI). De laatste zijn meer overzichtelijk. Ze geven de mate van onzekerheid aan rondom een geschatte associatie. Als de BI te breed zijn, betekent het dat, ondanks de significantie, de precisie van de schattingen laag kan zijn, wat tot minder betrouwbare conclusies zou kunnen leiden.
- **Sterkte van de associaties:** De mate of omvang van de relatie tussen de onderzochte afhankelijke en onafhankelijke variabelen, doorgaans een risicofactor en een gezondheidseffect. Deze sterkte wordt meestal gekwantificeerd met behulp van statistieken zoals odds ratios (ORs) voor binaire uitkomsten of regressiecoëfficiënten voor continue uitkomstvariabelen. Een sterke associatie betekent dat er een aanzienlijke en duidelijke relatie is tussen de risicofactor en het gezondheidseffect. Met andere woorden, wanneer de risicofactor aanwezig is, is de kans op het optreden van het gezondheidseffect aanzienlijk hoger. Een zwakke associatie impliceert daarentegen een minder uitgesproken of minder zekere relatie tussen de risicofactor en het gezondheidsprobleem. In dit geval heeft de aanwezigheid van de risicofactor mogelijk slechts een klein of bescheiden effect op de kans op het gezondheidseffect.
- **Consistentie van de geobserveerde associaties:** Consistentie verwijst in dit geval naar de vraag of de associatie tussen dezelfde variabelen consequent is in verschillende jaren en subgroepen (bijvoorbeeld totale steekproef en ouderen).
- **Patronen van de onderzochte associaties:** Of de sterkte van de associatie toeneemt bij grotere blootstelling (of andersom) en dat een consistent, eenduidig (toenemend of afnemend) patroon bestaat in de relatie tussen de afhankelijke en onafhankelijke variabele ("monotone trend").
- **Plausibiliteit en relevantie:** Of een bepaalde geobserveerde associatie overeenkomt met bestaande kennis en mechanismen uit de literatuur. Of de associatie relevant is voor de volksgezondheid of klinische praktijk.

Ethische aspecten

Voor dit type (observatieel) onderzoek is geen medisch-ethische toestemming vereist. De privacyaspecten van de data-aanvraag zijn wel beoordeeld en goedgekeurd door de Privacy Commissie van het Nivel. De gegevens uit de elektronische patiëntendossiers zijn gepseudonimiseerd om het risico op herleidbaarheid zo klein mogelijk te maken. Uit deze data kunnen onderzoekers geen individuen herleiden zonder hiervoor onevenredige inspanning te leveren en/of niet-toegestane handelingen te verrichten.

In het Nivel-Privacyreglement staat precies omschreven welke gegevens worden gebruikt en hoe de onderzoekers daarmee omgaan: https://www.nivel.nl/sites/default/files/bestanden/1003708_0.pdf.

Persoonsgegevens die we verzamelen in het kader van Nivel-onderzoek, behandelen we strikt vertrouwelijk. Onze onderzoekers werken met anonieme data, waardoor we de privacy van deelnemers aan Nivel-onderzoek waarborgen. Bij het verwerken van onderzoeksgegevens houden wij ons aan de [Gedragcode Gezondheidszorgonderzoek](#), opgesteld door de Coreon, en aan de gedragscode voor gebruik van persoonsgegevens van de VSNU, voor het hele veld van sociaalwetenschappelijk onderzoek..

Resultaten

Beschrijvend overzicht

De tabellen 1 en 2 geven een beschrijvend overzicht van kenmerken van de geregistreerde patiënten per jaar (2012-2021). De verdeling van geslacht en leeftijd wordt eveneens getoond. Figuren B1-B30 (Bijlage B) laten de jaarlijkse prevalenties zien van de onderzochte gezondheidsproblemen binnen de meest dichtbij gelegen afstandsstralen.

Tabel 1 Aantal in huisartspraktijken geregistreerde mensen per jaar op een straal van 5 km van windturbines, beschikbaar voor de analyses, jaren 2012 - 2021 (tabel in twee delen)

Kenmerken	2012	2013	2014	2015	2016
Geregistreerden	351,031	508,182	560,754	558,755	370,252
Gem. Leeftijd (SD)	39.1 (22.6)	39.0 (22.5)	40.21 (22.8)	40.9 (22.9)	42.3 (23.3)
% Vrouwen	50.7	50.6	50.6	50.6	50.5
Gem. geluid (SD) (Lden) in dB	11.1 (10.7)	11.3 (11.0)	11.2 (10.9)	12.6 (11.2)	13.3 (11.1)
% Bewoners blootgesteld >42 dB	0.03	0.0	0.01	0.03	0.03

Kenmerken	2017	2018	2019	2020	2021
Geregistreerden	513,270	463,499	545,808	448,179	518,523
Gem. Leeftijd (SD)	40.9 (22.9)	41.2 (23.0)	41.5 (23.2)	41.2 (23.1)	42.0 (23.3)
% Vrouwen	50.7	50.6	50.6	50.6	50.6
Gem. geluid (SD) (Lden) in dB	12.6 (11.2)	12.3 (11.1)	13.9 (11.8)	12.7 (11.9)	12.3 (11.6)
% Bewoners blootgesteld >42 dB	0.03	0.04	0.7	0.6	0.7

Afkortingen: SD: Standaarddeviatie; dB: decibel

Tabel 2 Geregistreerde personen binnen afstandsstralen tot windturbines, per jaar

Jaar	500m	1000m	2000m	5000m
2012	337	15,906	74,728	351,031
2013	3,397	21,221	68,822	508,182
2014	6,576	23,501	103,379	560,754
2015	903	9,090	105,333	558,755
2016	869	4,922	68,996	370,252
2017	908	9,035	89,495	513,270
2018	948	7,879	77,732	463,499
2019	925	6,051	93,005	545,808
2020	745	5,378	76,824	448,179
2021	397	5,838	86,624	518,523

Associatie tussen afstand tot windturbines en gezondheidsproblemen

In bijlage C (tabellen 3-12) worden de resultaten weergegeven van multilevel regressieanalyses over de jaarlijkse prevalentie van een aantal acute symptomen en van langdurige/chronische aandoeningen. Analyses zijn uitgevoerd voor alle jaren afzonderlijk om een beeld te geven van het verloop van gezondheidsproblemen in de tijd. Hierbij worden eventuele “uitschieters” per jaar in kaart gebracht. De tabellen bevatten odds ratio's (ORs); de statistisch significante resultaten (zonder correctie voor meervoudige toetsing) zijn vet gemaakt.

Na correctie voor meervoudige toetsing laten de analyses nog maar één statistisch significant risico zien, namelijk op het (niet-medische) sociale probleem ‘huisvesting en de buurt’ bij degenen die woonden binnen 500-1000m van windturbines in 2016. Dat gaf een odds ratio (OR) van 3.65 (99% betrouwbaarheidsinterval [BI]: 1.22 – 10.9). Daarnaast zijn er ook een paar sporadische negatieve associaties gevonden, zoals het lagere risico op hypertensie en prikkelbaarheid bij dichtstbijzijnde afstandscategorieën in 2015, het lagere risico op hypertensie in 2016 en ook het verminderde risico op het voorschrijven van antidepressiva in 2021.

Ondanks het algemene gebrek aan statistische significantie, vertoonden de odds ratio's (OR's) een toename en/of stijgende trend in relatie met afstand tot windturbines voor sommige symptomen, zoals spanningshoofdpijn, doofheid, prikkelbaarheid/boosheid en depressief gevoel. Dat was niet consistent tussen de jaren en betrof vooral de latere onderzoeksperiode (bijv. verhoogde ORs voor depressief gevoel en spanningshoofdpijn in 2021).

Associatie tussen (hogere) aan windturbines gerelateerde geluidniveaus en gezondheidsproblemen

We vonden (zie bijlage C de tabellen 13a en b) een statistisch significante associatie tussen gemiddelde geluidniveaus (L_{den}) boven 42 dB en het gebruik van pijnstillers in de jaren 2019 (OR=1.36, 99% BI: 1.09 – 1.70), 2020 (OR=1.46, 99% BI: 1.16 – 1.83) en 2021 (OR=1.56, 99% BI: 1.24 – 1.97). Hoewel sommige associaties niet statistisch significant waren, vertoonden de odds ratio's hogere waarden voor wederom de symptomen spanningshoofdpijn, doofheid, en prikkelbaarheid/boosheid. Die verhoogde ORs waren ook niet consistent tussen de onderzochte jaren. Analyses met inclusie van geluidniveaus als continue variabele hebben een zwak maar statistische significante associatie laten zien (niet in tabellen weergegeven) tussen geluid en diabetes (OR=1.08, 99% BI: 1.03 – 1.12) en chronische hartproblemen (OR=1.06, (99% BI: 1.01 – 1.11); alleen voor het jaar 2017, na correctie voor meervoudige toetsing. Daarnaast hebben dezelfde analyses tegenstrijdige resultaten aangetoond over flitsen/flikkeringen oog: Een significant lager risico in 2015 (OR=0.84, 99% BI: 0.73 – 0.96) en een hoger risico in 2021 (OR=1.17, 99% BI: 1.04 – 1.31). Geen andere statistisch significante positieve associatie werd geobserveerd. Ook in relatie tot geluidniveaus waren er geen significante associaties gevonden met hoger jaarlijks zorggebruik.

Sensitiviteitsanalyses

Na correctie voor indicatoren van sociaaleconomische status (SES), zijn de significante resultaten in de hoofdanalyses hetzelfde gebleven. Er bleken geen statistisch significante associaties te zijn tussen de afstand tot windturbines en chronische hartaandoeningen, hartkloppingen, hypertensie, medicatiegebruik bij ouderen. Dit gold ook voor de analyses met betrekking tot ADHD bij geregistreerde kinderen tussen 5 en 18 jaar; er werd geen statistisch significant verhoogd risico op ADHD gevonden binnen de kortere afstandscategorieën. Gestratificeerde analyses naar leeftijd lieten zien dat hogere geluidniveaus bij mensen van 65 jaar en ouder samenhangen met meer pijnstillers in de drie meest recent onderzochte jaren (2019, 2020, 2021): OR = 1.56 (99% BI: 1.04 – 2.32), OR = 1.53 (99% BI: 1.03 – 2.67) en OR = 1.68 (99% BI: 1.12 – 2.53) respectievelijk. De analyses over ADHD werden ook herhaald voor de leeftijdsgroep 5-18 jaar, waarbij geen significante associaties zijn gevonden.

Conclusie

In deze studie werden de associaties verkend tussen het wonen in de nabijheid van windturbines en bijbehorende geluidniveaus en het voorkomen van geregistreerde gezondheidsproblemen in de huisartsenpraktijk over een periode van tien jaar (2012 t/m 2021). Een brede selectie van potentiële gezondheidseffecten is onderzocht maar er werden weinig tot geen significante verbanden gevonden.

De bevindingen laten een significant hoger risico zien op het sociale probleem 'huisvesting en de buurt' bij mensen die woonden binnen 500-1000m van windturbines. Dat betrof alleen het jaar 2016, terwijl het aantal mensen binnen die straal klein was en de betrouwbaarheidsintervallen breed. Daarnaast werd een significante associatie gevonden tussen geluidniveaus boven de 42 decibel (L_{den}) en voorgeschreven pijnstillers voor de periode van 2019–2021. Het aantal mensen binnen die blootstellingscategorie is echter te klein (minder dan 1% van de steekproef) om sterke conclusies te trekken. Kortom: dit onderzoek geeft geen steun aan het zich voordoen van zodanig veelvuldige of sterke gezondheidsproblemen rond windturbines dat daarvoor de huisarts wordt benaderd. Dit sluit die gezondheidsproblemen niet uit, maar deze blijken niet samen te hangen met nabijheid tot een windturbine of een hoger geluidniveau.

Het is belangrijk te benadrukken dat het hierbij niet mogelijk was om causale verbanden vast te stellen. Het doel was om, voor het eerst, te monitoren of er sprake kan zijn van mogelijke risico's voor de menselijke gezondheid in termen van symptomen en aandoeningen gepresenteerd aan en gediagnostiseerd door de huisarts. En ook om aandacht te vestigen op gezondheidsproblemen en methodologische aspecten die toekomstig, uitgebreider onderzoek zouden kunnen rechtvaardigen. Het is ook belangrijk te vermelden dat hoewel geluid apart is onderzocht, de voornaamste focus vooral ligt op de nabijheid van windturbines en niet op de aard (visueel of auditief) van de blootstelling. Verder onderzoek is vereist om deze associaties te bevestigen en eventuele causale verbanden te onderzoeken en de mechanismen achter deze associaties beter te kunnen begrijpen.

In de internationale literatuur is er een beperkt aantal epidemiologische studies te vinden over de associatie tussen windturbines en specifieke gezondheidsproblemen. De overgrote meerderheid van eerdere populatiestudies concentreerde zich voornamelijk op hinder. Hierdoor zijn onze studieresultaten niet direct vergelijkbaar met eerder gepubliceerd materiaal, ook vanwege methodologische verschillen. De studie van Poulsen et al. (2019) in Denemarken heeft associaties laten zien tussen nachtelijke geluidsblootstelling van windturbines en medicijngebruik, hoewel hij specifiek richt op antidepressiva en slaapmedicatie. Op basis van de huidige internationale epidemiologisch literatuur is er echter geen overtuigende evidentie tussen blootstelling aan windturbinegeluid en chronische aandoeningen (Van Kamp & van den Berg, 2021). Dat geldt ook voor acute symptomen: In een recente studie in Finland werd wel een significante associatie gevonden tussen wonen in de buurt van windturbines en slaapproblemen en hinder, maar er werden geen consistente verbanden geobserveerd met andere (zelfgerapporteerde) lichamelijke en mentale symptomen.

Aan de andere kant is goed gedocumenteerd dat visuele aspecten een belangrijke rol spelen in de reactie op windturbines (Van Kamp & van den Berg, 2021). Deze visuele aspecten zijn sterk verweven met de auditieve aspecten: irritatie door visuele aspecten kan bijdragen aan, of zelfs de irritatie door geluid versterken, en andersom. Visuele aspecten omvatten niet alleen de zichtbaarheid van de windturbines en de waargenomen vervuiling van het landschap, maar ook andere kenmerken van de

turbines, zoals knipperende lichten, schaduwflitsen en bewegende rotorbladen (Van Kamp & van den Berg, 2021). Dit zou een mogelijke invloed kunnen hebben op psychologische symptomen en reacties bij omwonenden.

Sterke punten

Deze gezondheidsverkenning is gebaseerd op objectieve morbiditeitsgegevens afkomstig uit huisartsenregistraties van bewoners in nabijheid van windturbines. Deze aanpak is nieuw en verkleint het risico op misclassificatie en op selectiebias. Deelnemers aan observationele vragenlijstonderzoeken over windturbines en gezondheid zijn meestal bekend met de doelstelling van het onderzoek, hetgeen de kans op selectie- en informatiebias kan vergroten. Personen die al gezondheidsproblemen ervaren, zijn mogelijk eerder geneigd om deel te nemen, wat kan leiden tot een overschatting van de gerapporteerde gezondheidsproblemen. Dit is niet het geval voor deze studie. Belangrijk is ook dat mensen niet werden belast met gegevensverzameling.

Door gebruik te maken van een grote steekproef (in vergelijking met de meerderheid van studies in de internationale literatuur), een uitvoerige selectie van mogelijk relevante gezondheidsproblemen, de combinatie van blootstellingsschattingen (zowel afstand tot windturbines als bijbehorende geluidniveaus) en een lange onderzoeksperiode van tien achtereenvolgende jaren, biedt dit onderzoek waardevolle inzichten in de relatie tussen het wonen in de buurt van windturbines en het ontstaan van specifieke gezondheidsproblemen. Het meenemen van de periode van de COVID-19-pandemie (2020-21) in het onderzoek is ook van belang vergeleken met eerdere studies: omdat de voorzorgsmaatregelen tot langere perioden thuis verplichtten zou dat mogelijk ook tot een meer langdurige blootstelling kunnen leiden aan nabijgelegen windturbines. Dit aspect voegt gewicht toe aan de mogelijke kracht van de geobserveerde associaties. Ten slotte vormt deze studie een veelbelovend “proof of concept” van hoe gegevens uit huisartsenregistraties flexibel gekoppeld kunnen worden aan openbare gegevens over omgevingsfactoren, in het kader van epidemiologisch onderzoek. Het is ook mogelijk om onze gegevens in toekomstige onderzoeken te koppelen aan aanvullende gegevens van anderen, waaronder blootstellingsgegevens op lokaal en nationaal niveau, en ook aan gegevens over sociaaleconomische status (SES) en andere confounders. Dit breidt de mogelijkheden voor verdere analyse en verkenning uit die tot sterkere conclusies kunnen leiden over de hier verkende associaties.

Beperkingen

Naast deze sterke punten zijn er ook beperkingen die in overweging moeten worden genomen: De beschikbaarheid van blootstellingsgegevens was niet consistent over alle onderzoeksjaren. Bovendien werden blootstellingsberekeningen uitgevoerd op het niveau van postcodegebieden met alleen de vier cijfers (buurt- / gemeenteniveau), in plaats van op individueel niveau, wat het risico op misclassificatie vergroot. De gegevens over de jaargemiddelde geluidniveaus op buurtniveau werden gebaseerd op het STAMINA-model (Schreurs et al., 2010), dat voor het laatst in 2016 werd bijgewerkt. Dit gaat uit van een gemiddelde geluidsproductie per turbine op basis van het elektrisch vermogen, niet van de feitelijk geplaatste turbines. Dit kan onnauwkeurigheden introduceren in de blootstellingschattingen als gevolg van veranderingen in windturbine-technologie en andere factoren in de loop der jaren. Daarom moet men voorzichtig zijn bij het trekken van definitieve conclusies uit de bevindingen met betrekking tot de associaties met geluidniveaus. Momenteel is dit de meest geschikte proxy die beschikbaar is van de bijbehorende geluidniveaus, naast de gegevens over de locatie van windturbines. Een probleem dat zich bij onderzoek rond windturbines voordoet is dat het aantal mensen wonend op kleine afstand met hoge geluidniveaus zeer gering is. Ondanks het gebruik van een grote landelijke populatie van bij de huisarts geregistreerde mensen woont slechts een relatief klein percentage van de bevolking in de directe omgeving van een windturbine, hetgeen de statistische kracht beperkt en/of instabiel maakt. Een andere uitdaging is het voldoende corrigeren

voor mogelijk versturende factoren, zoals blootstelling aan andere geluidsbronnen (bijvoorbeeld door het verkeer) of milieuverontreiniging en de stoffen in hetzelfde gebied; de zogenaamde “residual confounding” wordt als een aanhoudende beperking in het bepalen van mogelijke gezondheidseffecten van windturbines gezien (Blanes-Vidal et al., 2016). In de huidige studie waren alleen geslacht en leeftijd beschikbaar uit de huisartsenregistraties. Verder moet er ook gemeld worden dat mensen die de stap naar de huisarts zetten, vaak hun klachten als ernstig(er) beleven; niet iedereen met hoofdpijn zal meteen een huisarts raadplegen.

Aanbevelingen

We geven de volgende aanbevelingen:

- Eventueel vervolgonderzoek zou zich moeten richten op het aanpakken van de benoemde beperkingen. Dit kan worden bereikt door de combinatie van objectieve (uit bestaande registraties) en zelfgerapporteerde gegevens over de gezondheid, door gebruik te maken van bijgewerkte blootstellingschattingen en door het meenemen van potentieel versturende factoren in de analyses.
- Het uitvoeren van longitudinale studies met grote steekproeven is van essentieel belang om eventuele gezondheidsproblemen die zich in de loop van de tijd kunnen voordoen, vast te leggen. Verder, zouden de gezondheidsproblemen die zich mogelijk voordoen bij het operationeel worden van een windpark prospectief gemonitord kunnen worden (zogenaamde voor-na studie).
- Omdat het aantal mensen wonend in de buurt van windturbines beperkt is zou dit onderzoek idealiter in meerdere landen/op EU niveau moeten plaatsvinden. Het uitvoeren van meta-analyses op vergelijkbaar blootgestelde steekproeven, gebaseerd op meerdere steekproeven, kan de statistische kracht vergroten en meer inzicht bieden in mogelijke gezondheidseffecten in vergelijking met een individuele studie.
- De mogelijke overlap of het contrast tussen waargenomen en werkelijke blootstelling aan geluid is ook een belangrijk aspect. Eerdere onderzoeken naar andere omgevingsfactoren zoals zendmasten voor mobiele telefonie hebben aangetoond dat objectief gemeten en waargenomen blootstellingen niet altijd overeenkomen, wat aanzienlijke gevolgen kan hebben voor de mechanismen die leiden tot symptoomrapportage. Gezien het tekort aan epidemiologische studies over acute en chronische gezondheidsproblemen, zijn er meer studies nodig gebaseerd op klinische data of gevalideerde instrumenten over gezondheidsklachten. De combinatie van zelfgerapporteerde gegevens en elektronische medische dossiers zou betrouwbare informatie kunnen verstrekken over klinisch relevante kenmerken van bewoners die mogelijke risico's lopen.
- Bovendien is het een andere uitdaging om de rol van ‘hinder’ te bepalen in relatie tot gezondheidseffecten van geluid door windturbines; bijvoorbeeld als gezondheidssuïtkomst en/of prognostische indicator van bijbehorende gezondheidseffecten en toekomstige morbiditeit. Gezien het belang van niet-akoestische factoren bij individuele reacties op geluid (Stansfeld en Shipley, 2015), moet de versturende, bemiddelende en/of modererende rol van aspecten zoals sociaal-demografische kenmerken, subjectieve gevoeligheid voor geluid en milieu-gerelateerde zorgen, verder verkend worden (Van den Berg, 2022). Met name geluidsgevoelige mensen zijn ook een ondervertegenwoordigde groep in onderzoek naar de effecten van geluid (Baliatsas et al., 2016).

Dankwoord

Het onderzoek waarover hier wordt gerapporteerd is gesubsidieerd door het ministerie van VWS. Wij danken Atlas Leefomgeving, en in het bijzonder Harm van Wijnen voor het delen van de data over windturbines en de bijbehorende toelichting en het meedenken. We zijn dankbaar voor de waardevolle feedback van Dr. Irene van Kamp en Dr. Frits van den Berg met betrekking tot dit rapport. Dr. Ric van Poll, Dr. Jan-Paul Zock, Dr. Marije Reedijk en Dr. Anne Bolders danken wij voor

hun opmerkingen tijdens de ontwikkeling van het studieprotocol. Ook hartelijk dank aan Isabel van Zenderen voor haar inspanningen m.b.t. de opmaak van het rapport.

Literatuur

Atlas Leefomgeving. <https://www.atlasleefomgeving.nl/windturbines-december-2021-0>). Bilthoven: RIVM, 2021.

Baliatsas C, van Kamp I, van Poll R, Yzermans J. Health effects from low-frequency noise and infrasound in the general population: Is it time to listen? A systematic review of observational studies. *Science of the Total Environment*. 2016;557:163-9.

Blanes-Vidal V, Schwartz J. Wind turbines and idiopathic symptoms: The confounding effect of concurrent environmental exposures. *Neurotoxicology and Teratology*. 2016 May 1;55:50-7.

Benjamini Y, Hochberg Y. Controlling the false discovery rate: a practical and powerful approach to multiple testing. *Journal of the Royal statistical society: series B (Methodological)*. 1995 Jan;57(1):289-300.

Benjamini Y. Discovering the false discovery rate. *Journal of the Royal Statistical Society Series B: Statistical Methodology*. 2010 Sep;72(4):405-16.

Davy JL, Burgemeister K, Hillman D, Carlile S. A Review of the potential impacts of wind turbine noise in the Australian context. *Acoustics Australia*. 2020 Aug;48(2):181-97.

Freiberg A, Schefter C, Girbig M, Murta VC, Seidler A. Health effects of wind turbines on humans in residential settings: Results of a scoping review. *Environmental Research* 2019 (169): 446-63.

Galobardes B, Shaw M, Lawlor D, et al. Indicators of socioeconomic position: methods in social epidemiology. *J Epidemiol Community Health* 2006;60:47–85.

Gezondheidsraad. Committee on Health Impacts of Large Airports. *Grote luchthavens en gezondheid*. Den Haag: Gezondheidsraad; 1999/14.

Janssen SA, Vos H, Eisses AR, Pedersen E. A comparison between exposure-response relationships for wind turbine annoyance and annoyance due to other noise sources. *The Journal of the Acoustical Society of America*. 2011 Dec 1;130(6):3746-53.

Knol F, Veldheer V. *Neighbourhood Status Development in The Netherlands 1998-2010*. The Hague: Netherlands Institute for Social Research, 2012.

Lamberts H, Wood M. *The International Classification of Primary Care*. Oxford: Oxford University Press, 1987.

Michaud DS, Marro L, McNamee J. Derivation and application of a composite annoyance reaction construct based on multiple wind turbine features. *Canadian Journal of Public Health*. 2018 Apr;109:242-51.

Poulsen AH, Raaschou-Nielsen O, Peña A, Hahmann AN, Nordsborg RB, Ketzler M, Brandt J, Sørensen M. Impact of long-term exposure to wind turbine noise on redemption of sleep medication and antidepressants: a nationwide cohort study. *Environmental Health Perspectives*. 2019 Mar 13;127(3):037005.

Reedijk M, van Kamp I, Hin J. *Factsheet gezondheidseffecten van windturbinegeluid*. Bilthoven: RIVM, 2021.

Rijksdienst voor Ondernemend Nederland (RVO). *Windturbines en geluid*. RVO rapport. 2016.

Schreurs EM, Jabben J, Verheijen EN. *STAMINA-model description*. Standard model instrumentation for noise assessments. RIVM rapport 680740003. 2010.

- Stansfeld, S.A., Shipley, M., 2015. Noise sensitivity and future risk of illness and mortality. *Sci. Total Environ.* 520, 114–119.
- Teneler A, Hassoy H. Health effects of wind turbines: a review of the literature between 2010-2020. *International Journal of Environmental Health Research* 2021: <https://doi.org/10.1080/09603123.2021.2010671>.
- Van Den Berg F, Pedersen E, Bouma J, Bakker R. Visual and acoustic impact of wind turbine farms on residents. Rijksuniversiteit Groningen, 2008.
- van den Berg F. A Proposal to Use Determinants of Annoyance in Wind Farm Planning and Management. *Wind.* 2022 Aug 16;2(3):571-85.
- Van den Berg et al. Evolution of sound production of onshore wind turbines, 10th International Conference on Wind Turbine Noise, Dublin 2023.
- Van Kamp I, Van den Berg F. Health effects related to wind turbine sound: An update. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 2021 (18) 9133.
- Van Poll R. Ernstige Hinder en Slaapverstoring. Monitoringsgegevens Onderzoek Beleving Woonomgeving (OBW) 2019. RIVM-briefrapport. 2020-0116.
- World Health Organization (WHO), 2011. Burden of Disease from Environmental Noise. Regional Office for Europe.
- Zock J-P, Reedijk M, van Kempen E, Devilee J. Verkenning van opties voor gezondheidsonderzoek rond windturbines. Bilthoven: RIVM, 2022.

Bijlage A Verklaring wetenschappelijke termen

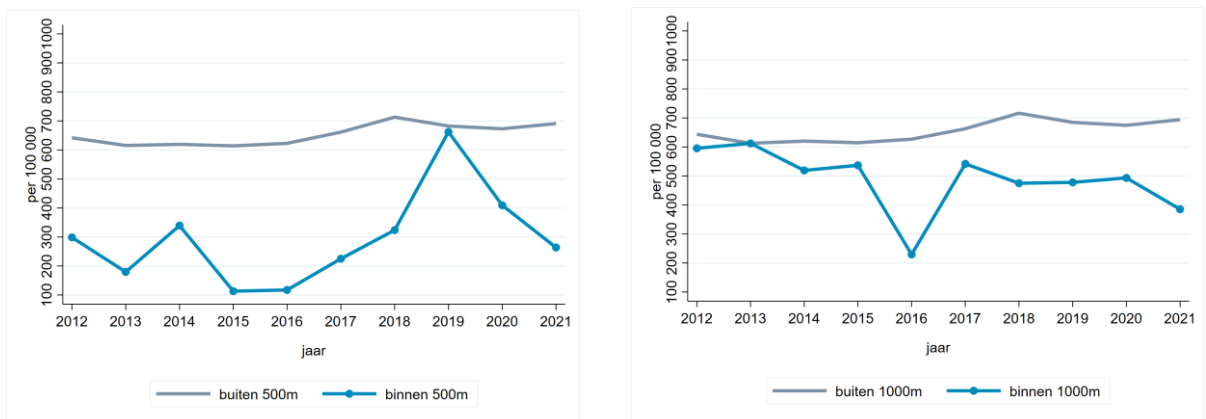
Term	Verklaring
Betrouwbaarheidsinterval (BI)	Interval van betrouwbare waarden rond een puntschatting die niet op toeval berust.
Decibel (dB)	De basismaat/eenheid voor het meten van geluidsterkte. Hogere dB-waarden betekent luider geluid.
Lden ("Level Day-Evening-Night")	Een specifieke manier om geluid in één getal uit te drukken. Hierbij wordt meer gewicht gegeven aan geluid tijdens de avond en nacht omdat geluid op deze momenten als hinderlijker wordt ervaren. Lden geeft de gemiddelde geluidsblootstelling gedurende een volledig etmaal, in dB.
Multilevel regressieanalyse	Statistische techniek voor het analyseren van gegroepeerde gegevens waarin (mogelijk) sprake is van een specifieke samenhang (gegroepeerd bijvoorbeeld zoals patiënten in een huisartspraktijk).
Odds Ratio (OR)	Verhouding van het optreden van een effect in twee verschillende situaties of groepen; in de epidemiologie gebruikt om de verhoging of verlaging van het vóórkomen van een specifieke aandoening getalsmatig aan te geven.
p-waarde / (statistisch) significantieniveau	De kans dat een bepaald statistisch verband op toeval berust.
Prevalentie	Het vóórkomen van een specifieke aandoening op een bepaald moment, uitgedrukt als proportie in een bepaalde groep.
Statistisch significant	Aannemelijkheid dat een verband in de statistiek niet op toeval berust.
Zorggebruik	Aantal maal dat men contact heeft met huisartspraktijk per jaar.

Bijlage B Jaarlijkse prevalenties binnen de meest dichtstbijzijnde afstandstralen

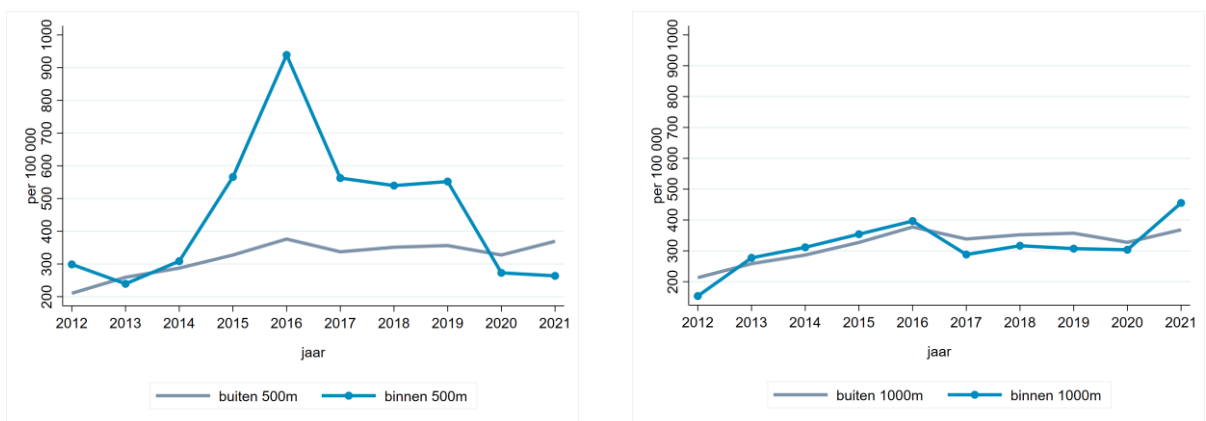
Figuur B1 Moeheid



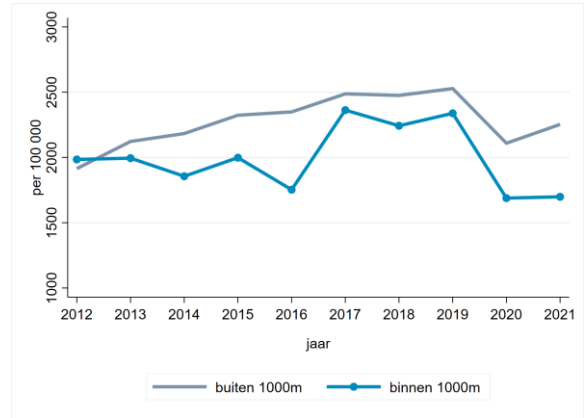
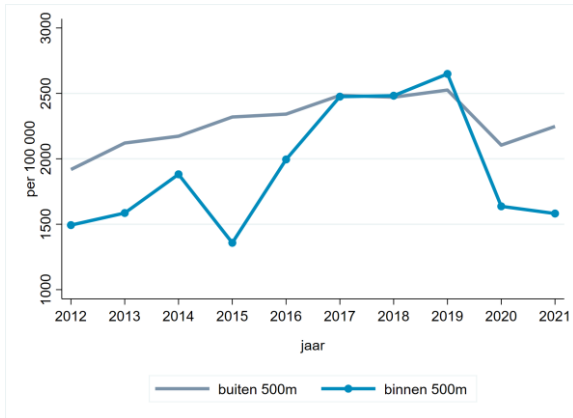
Figuur B2 Misselijkheid



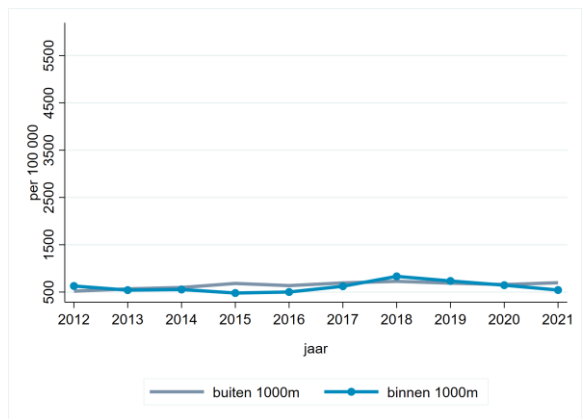
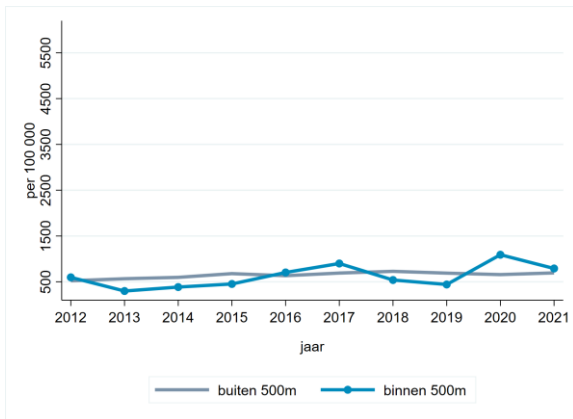
Figuur B3 Flitsen, flikkeringen oog



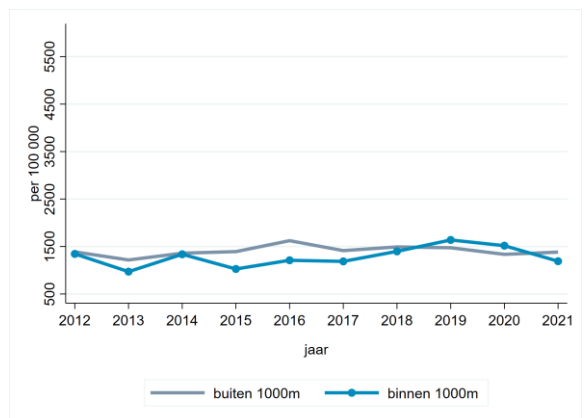
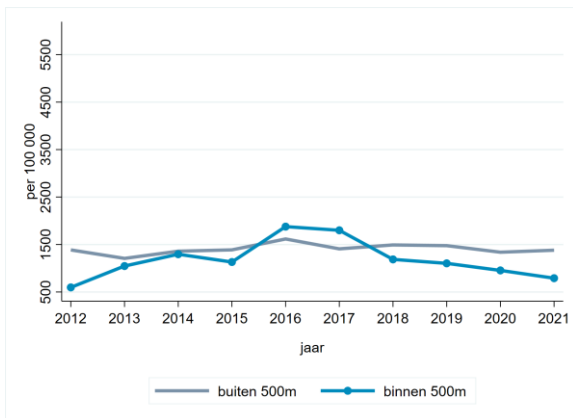
Figuur B4 Oorklachten



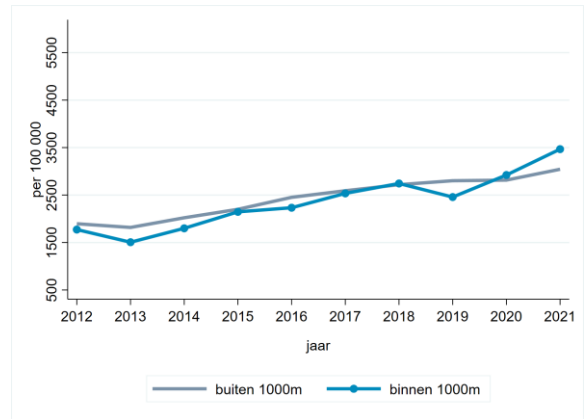
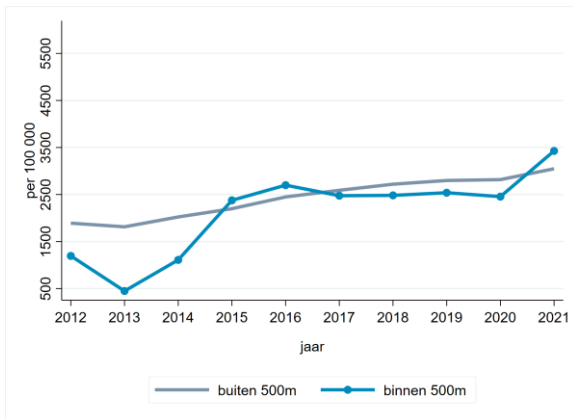
Figuur B5 Oorsuizen/tinnitus



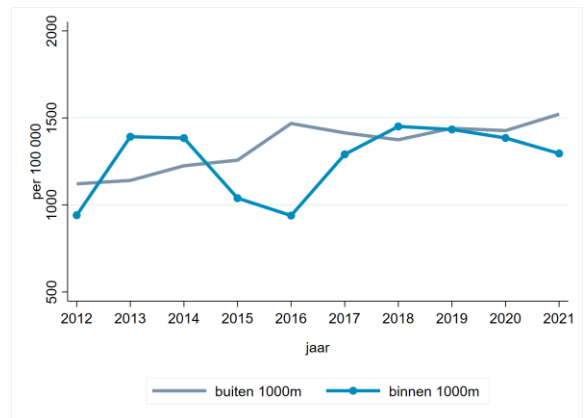
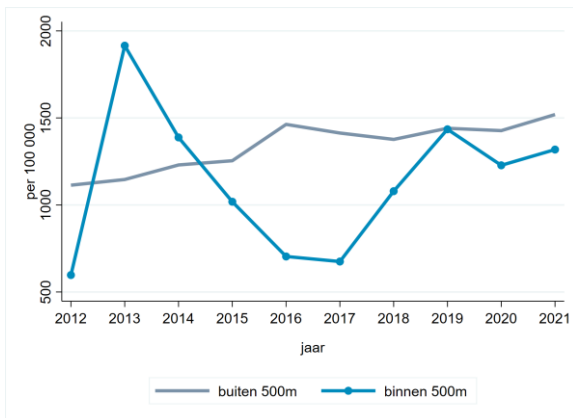
Figuur B6 Vertigosyndroom



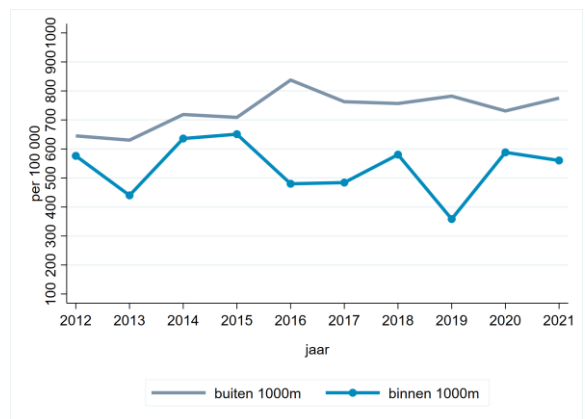
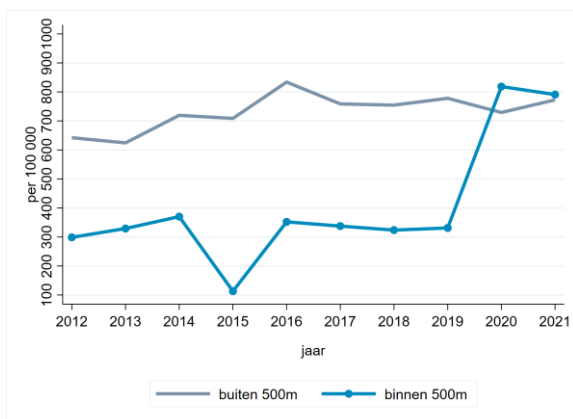
Figuur B7 Doofheid, slechthorend, lawaaidoofheid



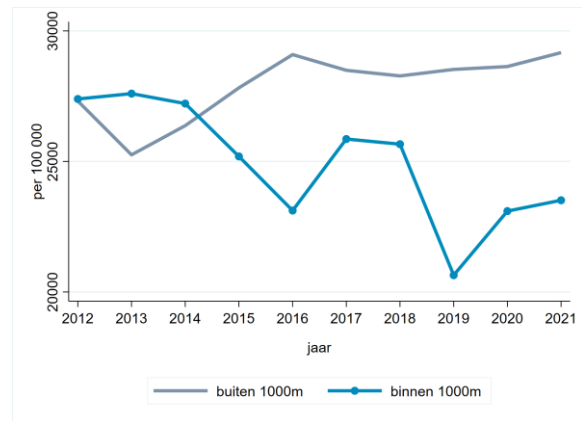
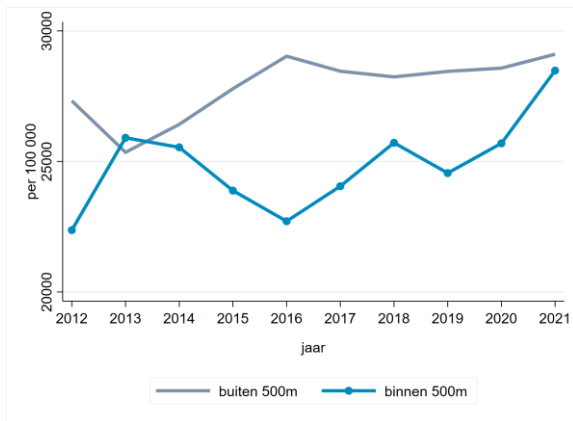
Figuur B8 Hartkloppingen



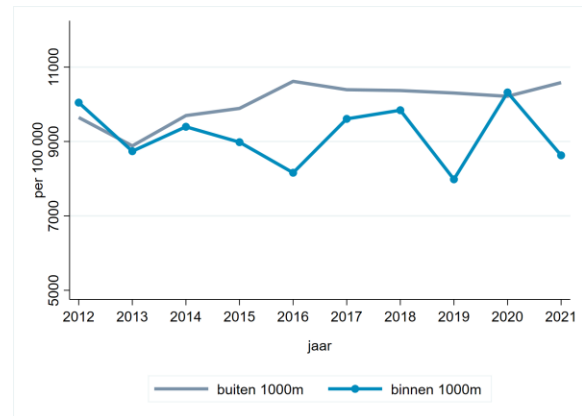
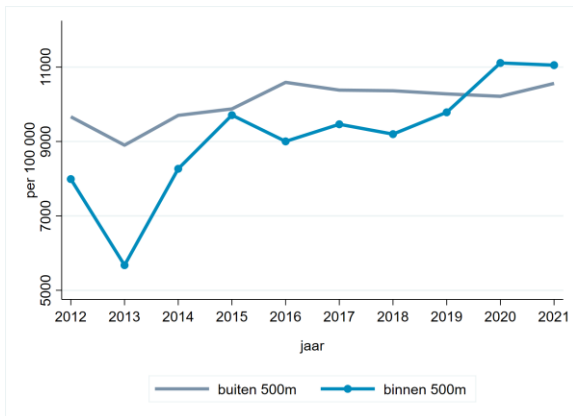
Figuur B9 Pijn of druk op de borst



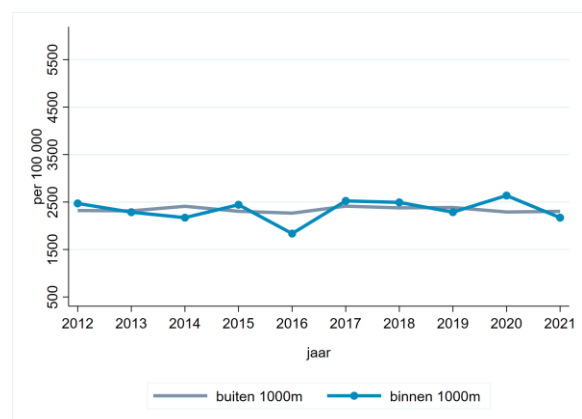
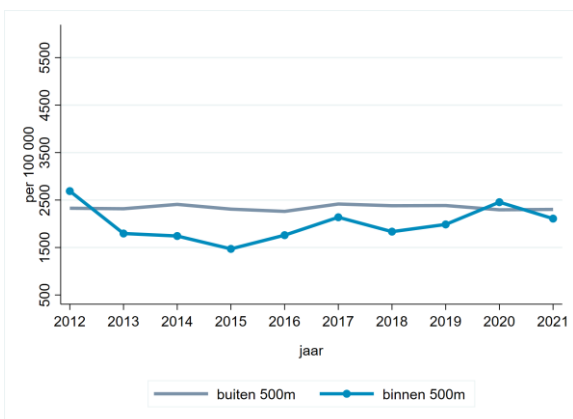
Figuur B10 Hypertensie (≥ 40 jaar)



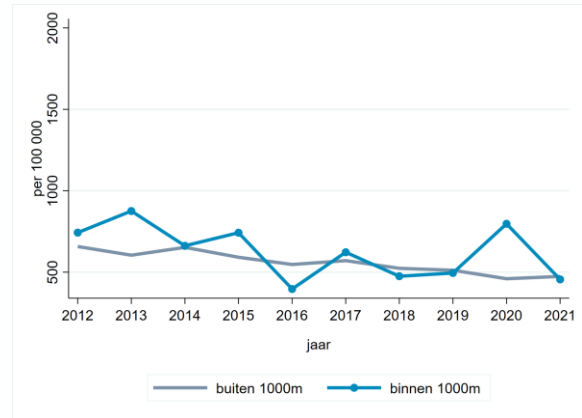
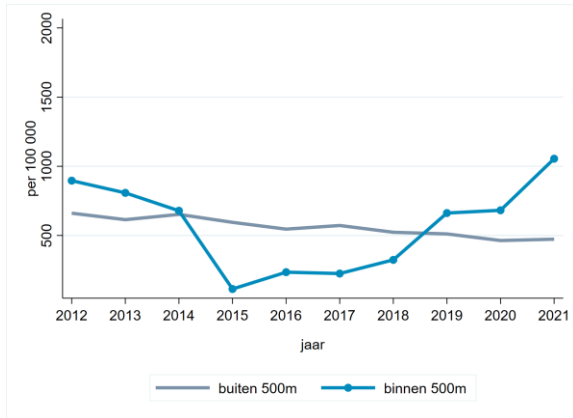
Figuur B11 Chronische aandoeningen van het hart (≥ 40)



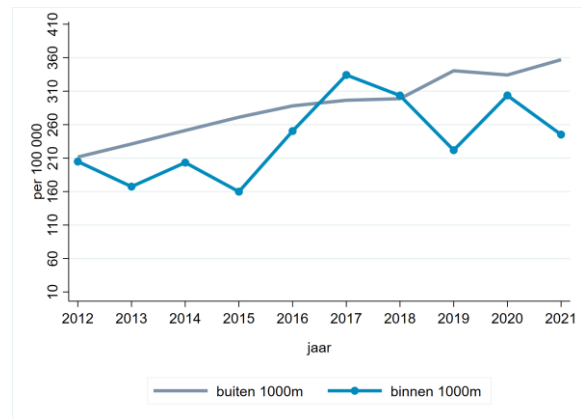
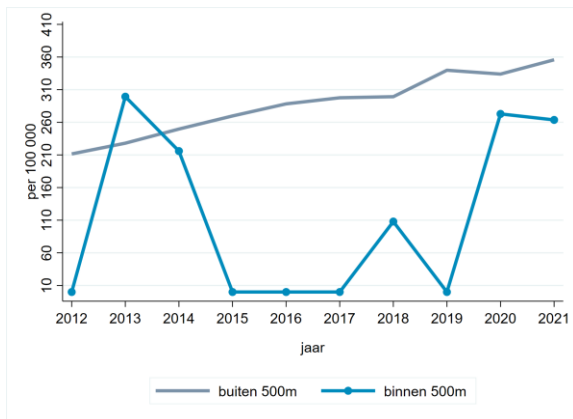
Figuur B12 Hoofdpijn



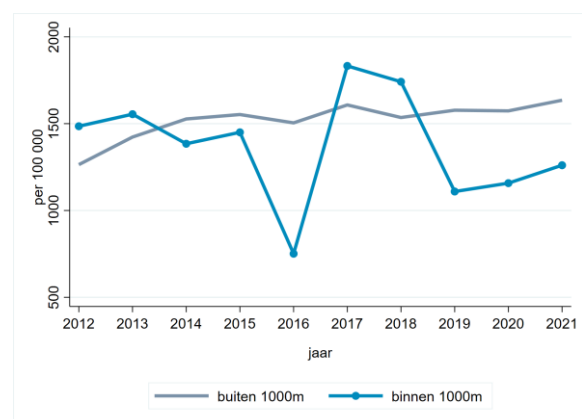
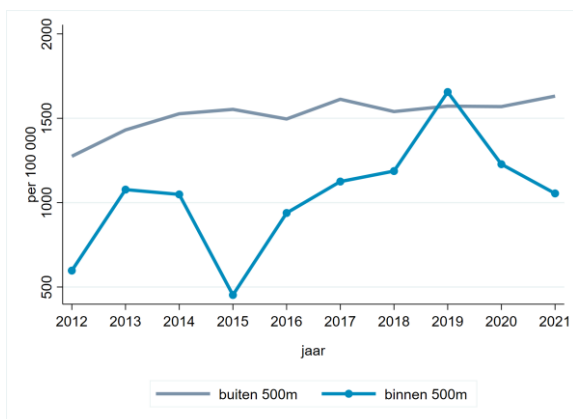
Figuur B13 Spanningshoofdpijn



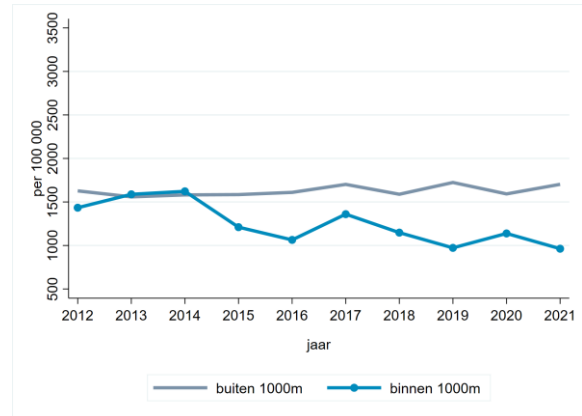
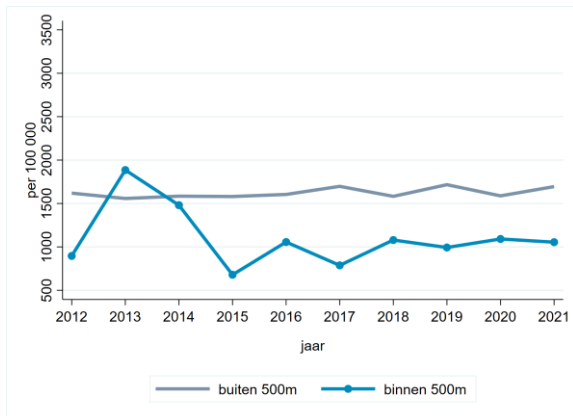
Figuur B14 Tintelingen



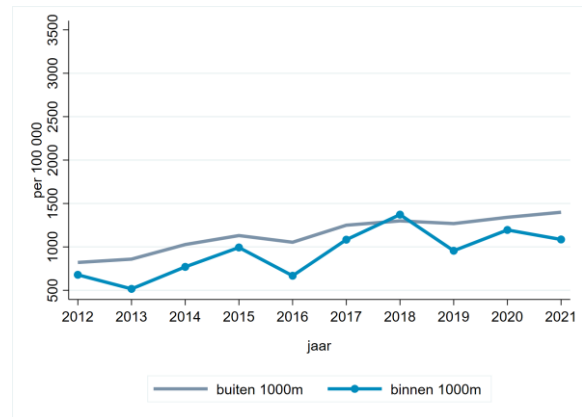
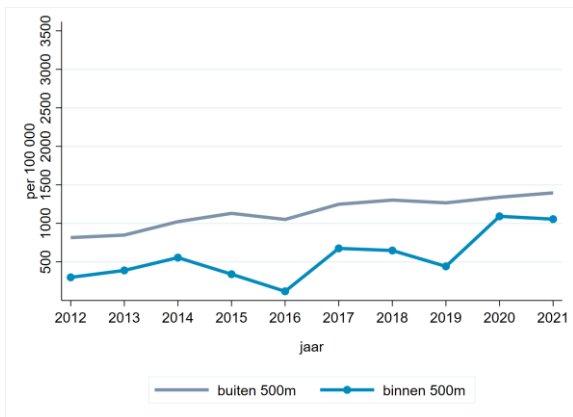
Figuur B15 Duizeligheid/vertigo



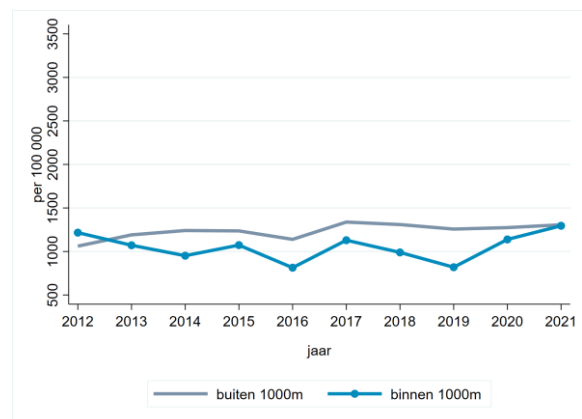
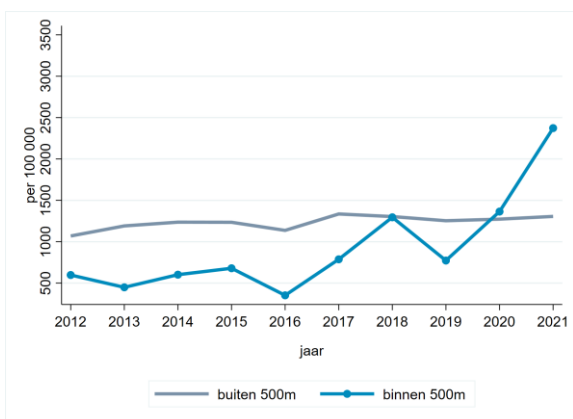
Figuur B16 Angstig/nervuus/gespannen gevoel



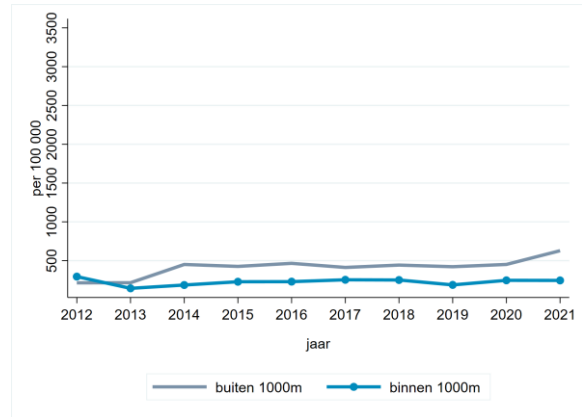
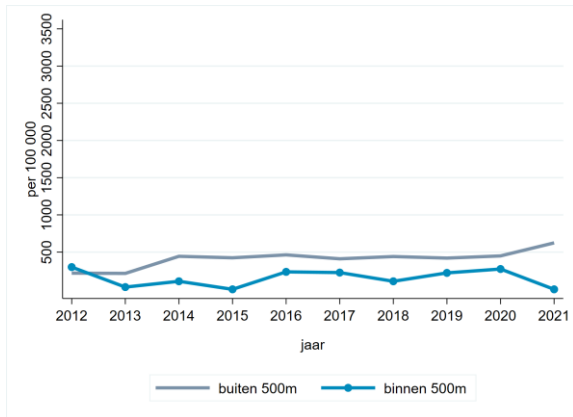
Figuur B17 Crisis/voorbijgaande stressreactie



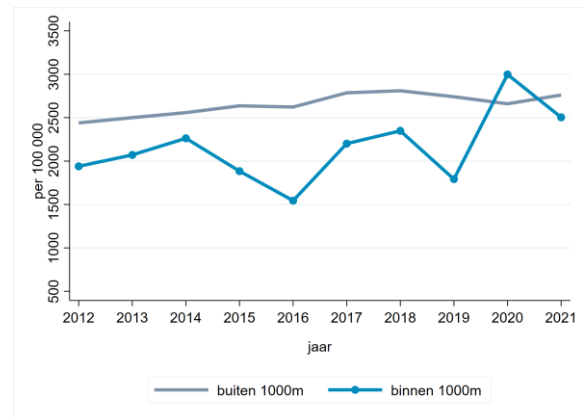
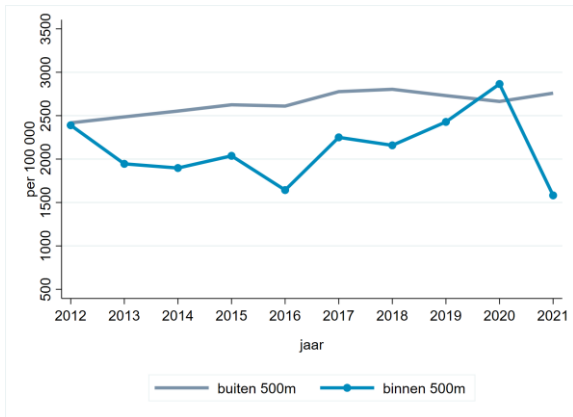
Figuur B18 Down/depressief gevoel



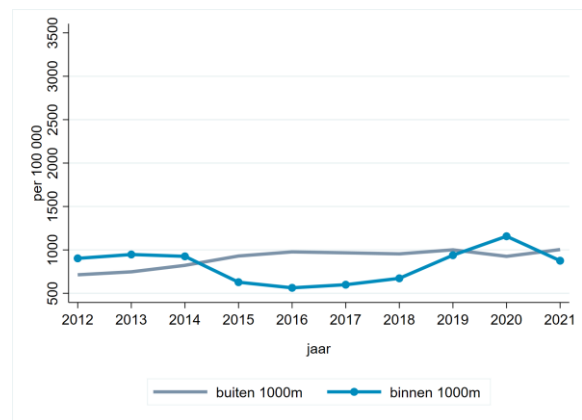
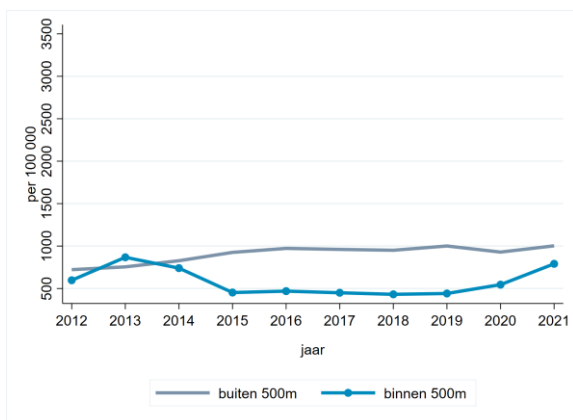
Figuur B19 Prikkelbaar/boos gevoel/gedrag



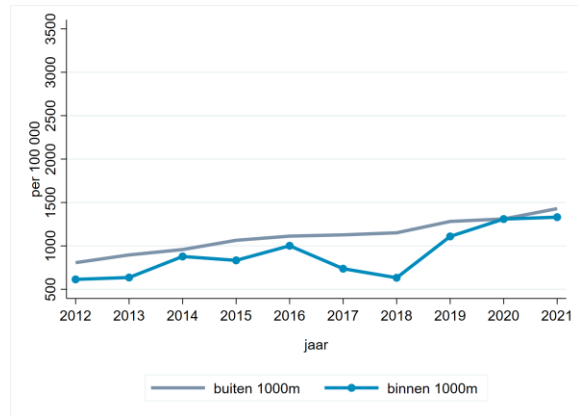
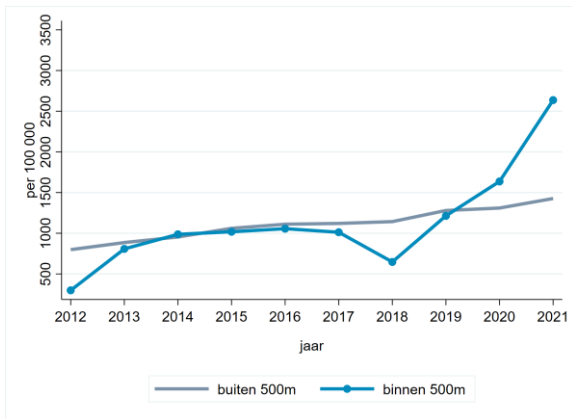
Figuur B20 Slaapproblemen



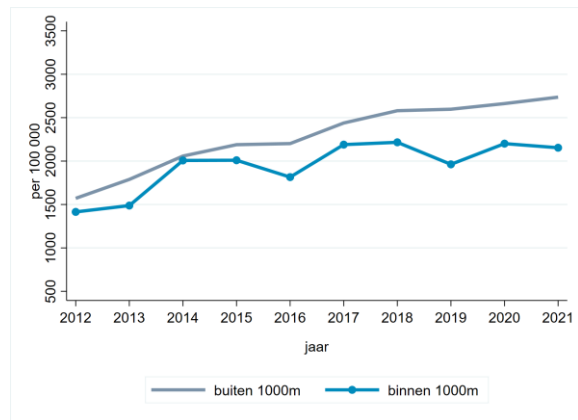
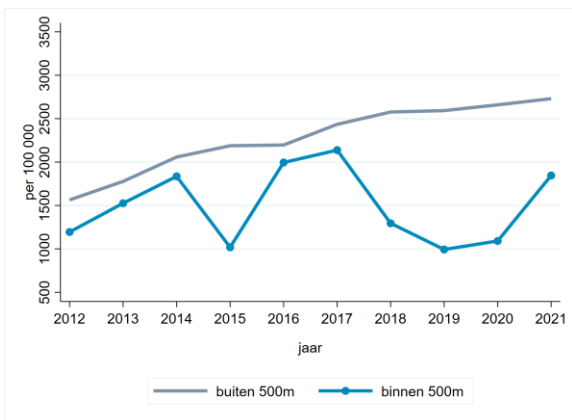
Figuur B21 Geheugen-/concentratieproblemen



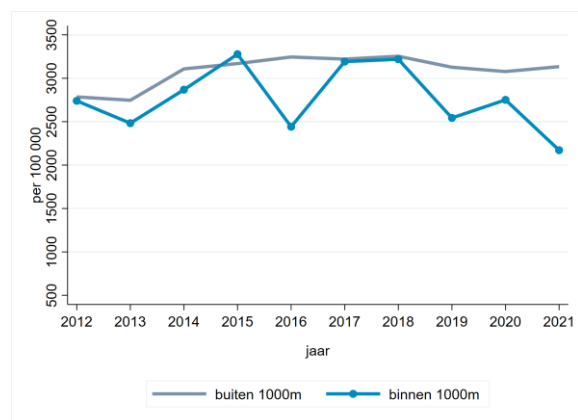
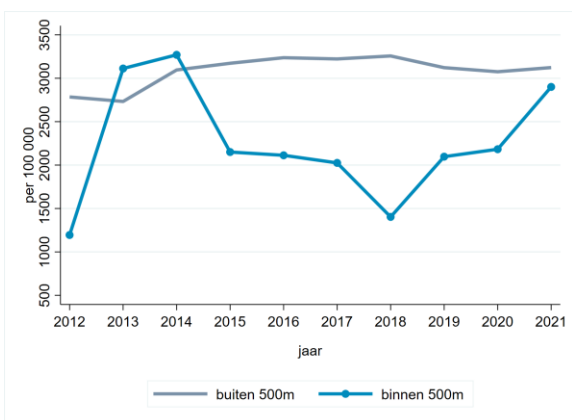
Figuur B22 Aandachtsdeficiëntie-/hyperactiviteitsstoornis



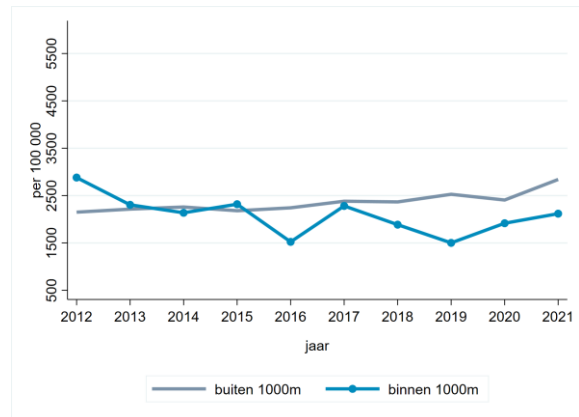
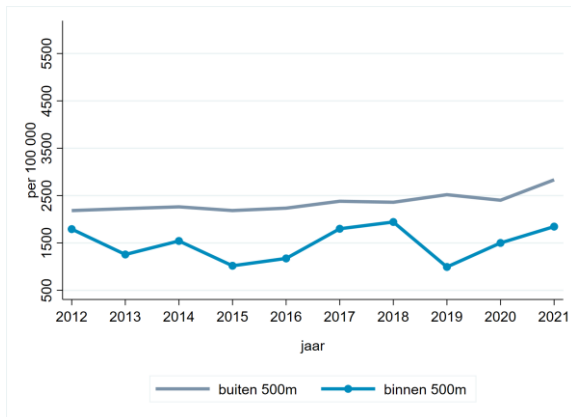
Figuur B23 Angststoornis



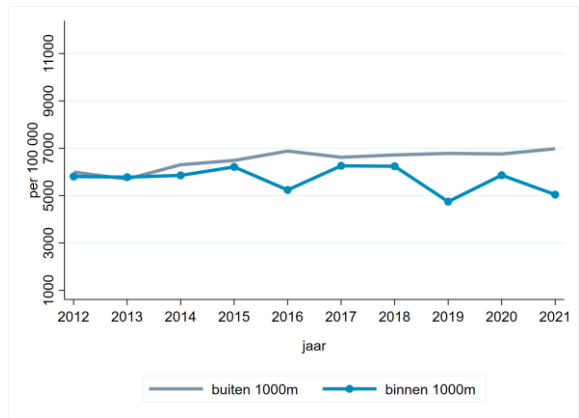
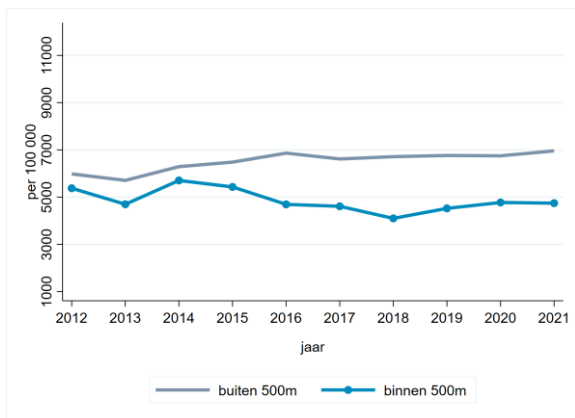
Figuur B24 Depressie



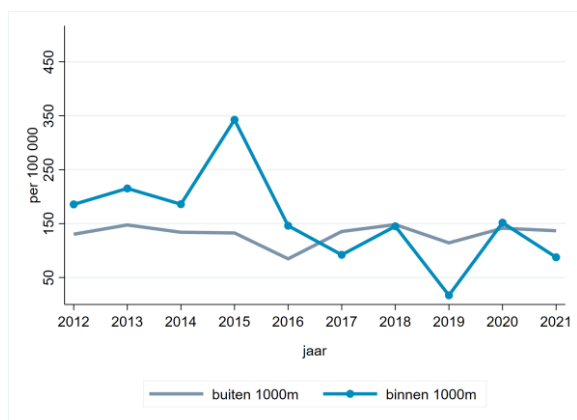
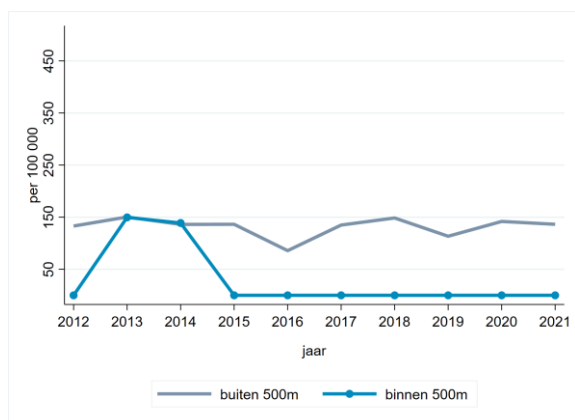
Figuur B25 Gewichtsprobleem



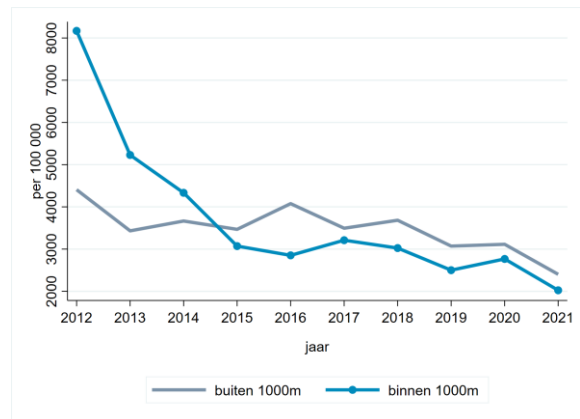
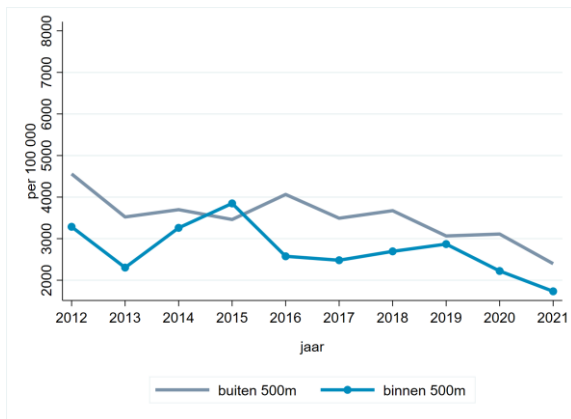
Figuur B26 Diabetes



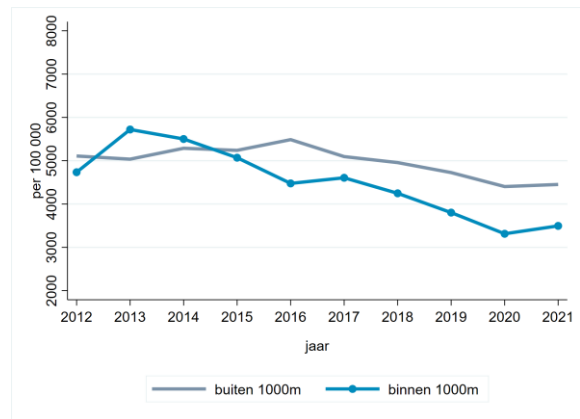
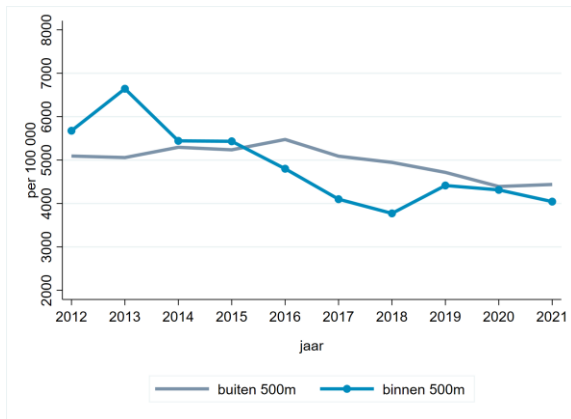
Figuur B27 Probleem huisvesting/buurt



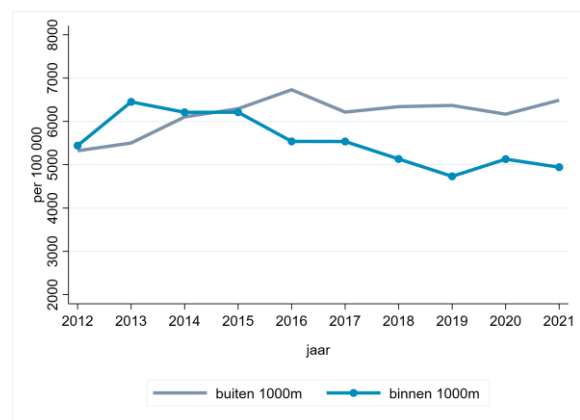
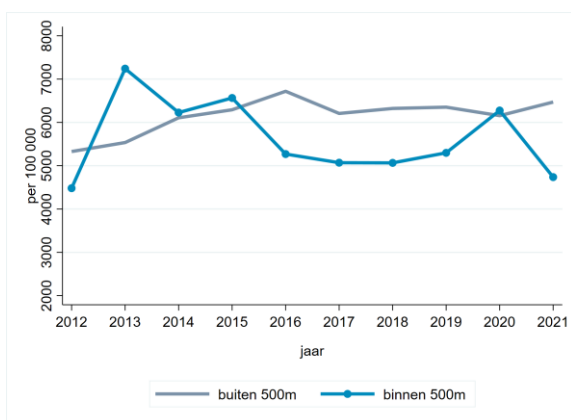
Figuur B28 Pijnstillers



Figuur B29 Anxiolytica



Figuur B30 Antidepressiva



Bijlage C Resultatentabellen regressieanalyses

Tabel 3 *Associaties (ORs, 99% BI)* tussen wonen in de nabijheid van windturbines en prevalentie van diverse symptomen en aandoeningen in het jaar 2012*

Gezondheidsuitkomsten	0 – 500m	500 – 1000m	1000 – 2000m
Moeheid	0.91 (0.36 – 2.32)	1.02 (0.83 – 1.24)	1.00 (0.91 – 1.10)
Misselijkheid	0.66 (0.05 – 8.89)	0.86 (0.56 – 1.34)	0.85 (0.69 – 1.05)
Flitsen, flikkeringen oog	1.41 (0.10 – 19.1)	0.81 (0.43 – 1.53)	1.04 (0.78 – 1.39)
Oorklachten	0.87 (0.27 – 2.82)	1.03 (0.79 – 1.34)	0.95 (0.84 – 1.08)
Oorsuizen/tinnitus	1.07 (0.17 – 6.76)	1.13 (0.79 – 1.63)	0.96 (0.79 – 1.17)
Vertigosyndroom	0.45 (0.10 – 2.84)	1.00 (0.74 – 1.35)	1.10 (0.95 – 1.26)
Doofheid, slechthorend	0.79 (0.21 – 2.93)	1.02 (0.77 – 1.35)	1.04 (0.92 – 1.17)
Hartkloppingen	0.56 (0.09 – 3.53)	0.82 (0.60 – 1.12)	1.00 (0.86 – 1.16)
Pijn of druk op de borst	0.49 (0.04 – 6.62)	0.89 (0.57 – 1.40)	0.90 (0.74 – 1.10)
Hoofdpijn	1.46 (0.60 – 3.55)	0.89 (0.69 – 1.13)	0.87 (0.78 – 0.98)
Spanningshoofdpijn	1.39 (0.30 – 6.35)	0.90 (0.57 – 1.42)	0.81 (0.64 – 1.01)
Tintelingen	Nvt	0.91 (0.47 – 1.73)	0.74 (0.52 – 1.06)
Duizeligheid/vertigo	0.66 (0.10 – 4.16)	0.99 (0.71 – 1.38)	0.97 (0.83 – 1.13)
Angstig/nervus/gespannen gevoel	0.65 (0.14 – 2.94)	0.92 (0.57 – 1.25)	1.06 (0.93 – 1.21)
Crisis/voorbijgaande stressreactie	0.40 (0.03 – 5.34)	0.91 (0.58 – 1.42)	0.91 (0.74 – 1.12)
Down/depressief gevoel	0.67 (0.10 – 4.24)	0.97 (0.68 – 1.38)	0.95 (0.80 – 1.13)
Prikkelbaar/boos gevoel/gedrag	1.84 (0.13 – 25.0)	1.51 (0.83 – 2.77)	1.09 (0.78 – 1.53)
Slaapproblemen	1.43 (0.56 – 3.67)	0.81 (0.62 – 1.07)	0.92 (0.81 – 1.03)
Geheugen-/concentratieproblemen	1.19 (0.19 – 7.56)	1.08 (0.76 – 1.56)	0.93 (0.78 – 1.12)
ADHD	0.43 (0.03 – 5.74)	0.84 (0.57 – 1.24)	1.03 (0.86 – 1.24)
Angst	0.78 (0.21 – 2.89)	0.83 (0.62 – 1.13)	0.97 (0.84 – 1.12)
Depressie	0.49 (0.13 – 1.80)	0.91 (0.72 – 1.15)	0.96 (0.86 – 1.06)
Gewichtsprobleem	1.17 (0.40 – 3.42)	1.14 (0.86 – 1.47)	1.02 (0.90 – 1.14)
Diabetes	0.89 (0.46 – 1.73)	1.02 (0.86 – 1.20)	0.99 (0.92 – 1.07)
Probleem huisvesting/buurt	Nvt	1.19 (0.33 – 4.30)	1.31 (0.77 – 2.24)
Hypertensie ^a	0.99 (0.61 – 1.60)	0.97 (0.86 – 1.10)	0.97 (0.91 – 1.03)
Chronische aandoeningen v.h. hart ^a	0.96 (0.46 – 1.98)	1.02 (0.86 – 1.23)	0.97 (0.87 – 1.06)
Antidepressiva	0.63 (0.31 – 1.26)	0.91 (0.78 – 1.06)	0.96 (0.90 – 1.04)
Anxiolytica	1.03 (0.55– 1.92)	1.00 (0.85 – 1.18)	1.05 (0.97 – 1.13)
Pijnstillers	0.54 (0.24 – 1.22)	1.02 (0.88 – 1.20)	1.04 (0.97 – 1.14)

* Gecorrigeerd voor leeftijd, geslacht, registratieduur (statistisch significante associaties vetgedrukt, zonder correctie voor meervoudige toetsing)

^a ≥40 jaar

Nvt Niet van toepassing vanwege klein aantal observaties

Tabel 4 *Associaties (ORs, 99% BI)* tussen wonen in de nabijheid van windturbines en prevalentie van diverse symptomen en aandoeningen in het jaar 2013*

Gezondheidsuitkomsten	0 – 500m	500 – 1000m	1000 – 2000m
Moeheid	0.76 (0.37 – 1.57)	0.98 (0.70 – 1.36)	1.04 (0.84 – 1.28)
Misselijkheid	0.30 (0.07 – 1.32)	1.07 (0.61 – 1.85)	1.10 (0.77 – 1.57)
Flitsen – flikkeringen oog	0.79 (0.25 – 2.50)	1.10 (0.67 – 1.81)	0.95 (0.68 – 1.31)
Oorklachten	0.81 (0.26 – 2.54)	1.00 (0.59 – 1.68)	1.01 (0.72 – 1.42)
Oorsuizen/tinnitus	0.48 (0.17 – 1.33)	1.02 (0.69 – 1.51)	0.95 (0.74 – 1.22)
Vertigosyndroom	0.82 (0.22 – 3.01)	0.82 (0.44 – 1.51)	1.11 (0.75 – 1.64)
Doofheid – slechthorend	0.23 (0.05 – 0.98)	0.97 (0.53 – 1.78)	1.00 (0.68 – 1.49)
Hartkloppingen	1.70 (0.78 – 3.74)	1.13 (0.77 – 1.65)	1.03 (0.81 – 1.32)
Pijn of druk op de borst	0.49 (0.10 – 2.43)	0.78 (0.38 – 1.59)	1.02 (0.65 – 1.60)
Hoofdpijn	0.85 (0.35 – 2.08)	0.98 (0.65 – 1.46)	1.02 (0.79 – 1.33)
Spanningshoofdpijn	1.62 (0.34 – 6.80)	1.48 (0.76 – 2.89)	1.06 (0.68 – 1.65)
Tintelingen	1.27 (0.34 – 4.76)	0.60 (0.29 – 1.24)	0.90 (0.57 – 1.35)
Duizeligheid/vertigo	0.79 (0.23 – 2.65)	1.16 (0.67 – 2.01)	0.90 (0.63 – 1.29)
Angstig/nervus/gespannen gevoel	1.40 (0.34 – 5.73)	1.07 (0.56 – 2.06)	1.16 (0.76 – 1.77)
Crisis/voorbijgaande stressreactie	0.53 (0.10 – 2.75)	0.70 (0.33 – 1.46)	0.88 (0.55 – 1.40)
Down/depressief gevoel	0.45 (0.10 – 2.09)	1.02 (0.52 – 2.00)	1.04 (0.67 – 1.61)
Prikkelbaar/boos gevoel/gedrag	0.14 (0.10 – 2.80)	0.74 (0.31 – 1.74)	1.30 (0.78 – 2.16)
Slaapproblemen	0.79 (0.21 – 2.97)	0.89 (0.49 – 1.64)	1.08 (0.73 – 1.59)
Geheugen-/concentratieproblemen	1.10 (0.35 – 3.43)	1.25 (0.74 – 2.11)	1.08 (0.77 – 1.51)
ADHD	1.09 (0.31 – 3.82)	0.68 (0.37 – 1.23)	1.31 (0.90 – 1.89)
Angst	0.96 (0.32 – 2.85)	0.85 (0.51 – 1.41)	0.94 (0.68 – 1.30)
Depressie	1.21 (0.39 – 3.69)	0.77 (0.45 – 1.30)	1.25 (0.90 – 1.75)
Gewichtsprobleem	0.61 (0.20 – 1.83)	1.05 (0.64 – 1.72)	0.92 (0.67 – 1.26)
Diabetes	0.64 (0.30 – 1.38)	1.01 (0.71 – 1.43)	0.96 (0.76 – 1.20)
Probleem huisvesting/buurt	1.41 (0.08 – 26.3)	1.00 (0.24 – 4.25)	0.54 (0.20 – 1.42)
Hypertensie ^a	1.04 (0.45 – 2.42)	1.11 (0.76 – 1.64)	1.16 (0.91 – 1.49)
Chronische aandoeningen v.h. hart ^a	0.53 (0.27 – 1.04)	0.90 (0.66 – 1.23)	0.94 (0.77 – 1.15)
Antidepressiva	1.30 (0.68 – 2.51)	1.11 (0.84 – 1.46)	1.15 (0.97 – 1.35)
Anxiolytica	1.27 (0.64 – 2.51)	1.06 (0.80 – 1.42)	0.97 (0.82 – 1.15)
Pijnstillers	0.64 (0.14 – 2.99)	1.24 (0.66 – 2.36)	1.00 (0.68 – 1.46)

* Gecorrigeerd voor leeftijd, geslacht, registratieduur (statistisch significante associaties vetgedrukt, zonder correctie voor meervoudige toetsing)

^a ≥40 jaar

Nvt Niet van toepassing vanwege klein aantal observaties

Tabel 5 *Associaties (ORs, 99% BI)* tussen wonen in de nabijheid van windturbines en prevalentie van diverse symptomen en aandoeningen in het jaar 2014*

Gezondheidsuitkomsten	0 – 500m	500 – 1000m	1000 – 2000m
Moeheid	1.06 (0.83 – 1.34)	0.93 (0.82 – 1.06)	0.96 (0.89 – 1.03)
Misselijkheid	0.62 (0.33 – 1.18)	0.88 (0.64 – 1.21)	0.98 (0.84 – 1.16)
Flitsen – flikkeringen oog	0.85 (0.44 – 1.65)	1.03 (0.69 – 1.54)	0.88 (0.71 – 1.09)
Oorklachten	0.96 (0.70 – 1.31)	0.94 (0.79 – 1.12)	1.01 (0.92 – 1.11)
Oorsuizen/tinnitus	0.69 (0.38 – 1.25)	0.94 (0.70 – 1.27)	0.96 (0.82 – 1.12)
Vertigosyndroom	0.78 (0.53 – 1.14)	0.93 (0.75 – 1.15)	0.96 (0.85 – 1.08)
Doofheid – slechthorend	0.77 (0.51 – 1.14)	0.93 (0.78 – 1.11)	0.98 (0.89 – 1.08)
Hartkloppingen	0.83 (0.55 – 1.23)	0.99 (0.80 – 1.23)	0.97 (0.86 – 1.09)
Pijn of druk op de borst	0.68 (0.34 – 1.35)	1.03 (0.77 – 1.39)	1.04 (0.89 – 1.21)
Hoofdpijn	0.75 (0.53 – 1.06)	0.93 (0.79 – 1.10)	1.01 (0.93 – 1.10)
Spanningshoofdpijn	0.90 (0.51 – 1.58)	0.85 (0.63 – 1.15)	1.10 (0.94 – 1.29)
Tintelingen	0.74 (0.31 – 1.72)	0.87 (0.52 – 1.46)	1.00 (0.78 – 1.28)
Duizeligheid/vertigo	0.82 (0.52 – 1.27)	0.99 (0.81 – 1.22)	1.07 (0.95 – 1.20)
Angstig/nervus/gespannen gevoel	0.87 (0.59 – 1.31)	1.02 (0.84 – 1.24)	0.98 (0.88 – 1.10)
Crisis/voorbijgaande stressreactie	0.81 (0.48 – 1.37)	0.93 (0.72 – 1.21)	1.02 (0.89 – 1.17)
Down/depressief gevoel	0.68 (0.39 – 1.17)	0.81 (0.64 – 1.03)	0.98 (0.87 – 1.11)
Prikkelbaar/boos gevoel/gedrag	0.77 (0.26 – 2.32)	0.94 (0.56 – 1.59)	0.91 (0.75 – 1.10)
Slaapproblemen	0.73 (0.51 – 1.03)	0.97 (0.82 – 1.14)	0.97 (0.89 – 1.06)
Geheugen-/concentratieproblemen	0.82 (0.48 – 1.40)	1.01 (0.77 – 1.31)	0.99 (0.86 – 1.14)
ADHD	1.21 (0.79 – 1.85)	0.94 (0.73 – 1.21)	1.02 (0.90 – 1.17)
Angst	0.78 (0.57 – 1.08)	0.93 (0.78 – 1.10)	0.98 (0.89 – 1.08)
Depressie	0.99 (0.76 – 1.28)	0.90 (0.78 – 1.05)	0.94 (0.87 – 1.02)
Gewichtsprobleem	0.79 (0.56 – 1.12)	0.92 (0.81 – 1.06)	1.04 (0.94 – 1.14)
Diabetes	0.88 (0.71 – 1.08)	0.96 (0.85 – 1.09)	1.02 (0.96 – 1.09)
Probleem huisvesting/buurt	0.78 (0.19 – 3.19)	0.98 (0.55 – 1.75)	1.06 (0.71 – 1.58)
Hypertensie ^a	0.93 (0.81 – 1.07)	0.98 (0.89 – 1.06)	0.99 (0.95 – 1.03)
Chronische aandoeningen v.h. hart ^a	0.99 (0.80 – 1.24)	1.02 (0.90 – 1.16)	1.00 (0.94 – 1.07)
Antidepressiva	0.83 (0.68 – 1.01)	0.90 (0.81 – 1.00)	1.00 (0.95 – 1.05)
Anxiolytica	0.80 (0.65 – 0.98)	1.00 (0.90 – 1.12)	1.03 (0.95 – 1.09)
Pijnstillers	0.88 (0.68 – 1.14)	0.90 (0.79 – 1.02)	0.96 (0.89 – 1.03)

* Gecorrigeerd voor leeftijd, geslacht, registratieduur (statistisch significante associaties vetgedrukt, zonder correctie voor meervoudige toetsing)

^a ≥40 jaar

Nvt Niet van toepassing vanwege klein aantal observaties

Tabel 6 *Associaties (ORs, 99% BI)* tussen wonen in de nabijheid van windturbines en prevalentie van diverse symptomen en aandoeningen in het jaar 2015*

Gezondheidsuitkomsten	0 – 500m	500 – 1000m	1000 – 2000m
Moeheid	1.04 (0.61 – 1.76)	0.94 (0.79 – 1.13)	0.99 (0.93 – 1.07)
Misselijkheid	0.26 (0.02 – 3.61)	0.95 (0.61 – 1.48)	1.00 (0.85 – 1.17)
Flitsen – flikkeringen oog	1.49 (0.45 – 4.97)	1.07 (0.63 – 1.83)	0.79 (0.65 – 0.97)
Oorklachten	0.44 (0.20 – 0.95)	0.97 (0.77 – 1.23)	0.95 (0.87 – 1.04)
Oorsuizen/tinnitus	0.70 (0.19 – 2.66)	0.73 (0.47 – 1.15)	0.94 (0.82 – 1.09)
Vertigosyndroom	0.87 (0.36 – 2.08)	0.91 (0.66 – 1.26)	1.01 (0.90 – 1.13)
Doofheid – slechthorend	1.32 (0.71 – 2.48)	1.04 (0.83 – 1.32)	0.96 (0.88 – 1.05)
Hartkloppingen	0.93 (0.37 – 2.28)	0.89 (0.65 – 1.22)	1.00 (0.89 – 1.11)
Pijn of druk op de borst	0.21 (0.02 – 2.88)	1.26 (0.85 – 1.87)	1.01 (0.87 – 1.18)
Hoofdpijn	0.77 (0.37 – 1.65)	0.98 (0.80 – 1.22)	1.00 (0.91 – 1.09)
Spanningshoofdpijn	0.16 (0.01 – 2.19)	1.03 (0.71 – 1.51)	1.06 (0.90 – 1.24)
Tintelingen	Nvt	0.80 (0.38 – 1.69)	1.02 (0.81 – 1.28)
Duizeligheid/vertigo	0.36 (0.10 – 1.34)	0.96 (0.73 – 1.26)	1.03 (0.93 – 1.14)
Angstig/nervus/gespannen gevoel	0.56 (0.19 – 1.67)	0.90 (0.67 – 1.20)	0.97 (0.87 – 1.08)
Crisis/voorbijgaande stressreactie	0.62 (0.14 – 2.86)	1.05 (0.76 – 1.45)	1.09 (0.97 – 1.23)
Down/depressief gevoel	0.60 (0.20 – 1.82)	0.88 (0.64 – 1.20)	1.02 (0.91 – 1.14)
Prikkelbaar/boos gevoel/gedrag	Nvt	1.01 (0.52 – 1.99)	0.79 (0.65 – 0.96)
Slaapproblemen	0.93 (0.48 – 1.80)	0.87 (0.68 – 1.11)	0.98 (0.90 – 1.07)
Geheugen-/concentratieproblemen	0.65 (0.17 – 2.48)	0.80 (0.54 – 1.20)	0.94 (0.82 – 1.07)
ADHD	1.09 (0.44 – 2.75)	1.04 (0.73 – 1.49)	1.06 (0.88 – 1.20)
Angst	0.53 (0.22 – 1.29)	0.97 (0.77 – 1.22)	1.03 (0.94 – 1.12)
Depressie	0.98 (0.52 – 1.84)	0.96 (0.80 – 1.16)	0.95 (0.88 – 1.03)
Gewichtsprobleem	0.56 (0.23 – 1.39)	0.95 (0.76 – 1.20)	0.98 (0.89 – 1.07)
Diabetes	0.92 (0.60 – 1.41)	1.05 (0.90 – 1.21)	1.05 (0.99 – 1.11)
Probleem huisvesting/buurt	Nvt	1.33 (0.68 – 2.62)	0.85 (0.56 – 1.27)
Hypertensie ^a	1.05 (0.79 – 1.41)	0.79 (0.71 – 0.88)	0.94 (0.90 – 0.98)
Chronische aandoeningen v.h. hart ^a	1.16 (0.75 – 1.79)	0.96 (0.81 – 1.14)	1.02 (0.96 – 1.09)
Antidepressiva	0.93 (0.63 – 1.35)	1.02 (0.89 – 1.17)	1.01 (0.95 – 1.06)
Anxiolytica	1.08 (0.72 – 1.63)	1.03 (0.88 – 1.19)	0.97 (0.91 – 1.02)
Pijnstillers	1.45 (0.88 – 2.39)	0.91 (0.74 – 1.10)	0.99 (0.92 – 1.07)

* Gecorrigeerd voor leeftijd, geslacht, registratieduur (statistisch significante associaties vetgedrukt, zonder correctie voor meervoudige toetsing)

^a ≥40 jaar

Nvt Niet van toepassing vanwege klein aantal observaties

Tabel 7 *Associaties (ORs, 99% BI)* tussen wonen in de nabijheid van windturbines en prevalentie van diverse symptomen en aandoeningen in het jaar 2016*

Gezondheidsuitkomsten	0 – 500m	500 – 1000m	1000 – 2000m
Moeheid	0.93 (0.54 – 1.61)	0.88 (0.69 – 1.12)	1.06 (0.98 – 1.14)
Misselijkheid	0.32 (0.02 – 4.30)	0.55 (0.24 – 1.26)	1.04 (0.87 – 1.25)
Flitsen – flikkeringen oog	2.61 (0.99 – 6.93)	0.82 (0.37 – 1.81)	0.91 (0.73 – 1.13)
Oorklachten	0.74 (0.38 – 1.44)	0.81 (0.58 – 1.13)	1.03 (0.93 – 1.14)
Oorsuizen/tinnitus	1.21 (0.41 – 3.63)	0.80 (0.43 – 1.49)	0.98 (0.82 – 1.16)
Vertigosyndroom	1.54 (0.75 – 3.14)	0.86 (0.57 – 1.30)	1.00 (0.88 – 1.13)
Doofheid – slechthorend	1.57 (0.86 – 2.86)	1.16 (0.86 – 1.57)	0.99 (0.89 – 1.09)
Hartkloppingen	0.49 (0.17 – 1.41)	0.71 (0.47 – 1.08)	0.96 (0.87 – 1.06)
Pijn of druk op de borst	0.74 (0.16 – 3.45)	0.82 (0.45 – 1.49)	0.96 (0.81 – 1.13)
Hoofdpijn	1.03 (0.51 – 2.10)	0.91 (0.66 – 1.25)	1.02 (0.92 – 1.13)
Spanningshoofdpijn	0.52 (0.08 – 3.39)	0.84 (0.44 – 1.61)	1.05 (0.86 – 1.27)
Tintelingen	Nvt	1.43 (0.65 – 3.12)	0.96 (0.73 – 1.27)
Duizeligheid/vertigo	0.76 (0.29 – 1.99)	0.59 (0.36 – 0.97)	1.06 (0.93 – 1.21)
Angstig/nervus/gespannen gevoel	1.03 (0.41 – 2.57)	0.83 (0.55 – 1.27)	0.97 (0.85 – 1.10)
Crisis/voorbijgaande stressreactie	0.17 (0.01 – 2.33)	0.88 (0.54 – 1.42)	1.14 (0.99 – 1.30)
Down/depressief gevoel	0.34 (0.07 – 1.55)	0.90 (0.58 – 1.42)	1.01 (0.88 – 1.16)
Prikkelbaar/boos gevoel/gedrag	1.90 (0.26 – 14.0)	1.51 (0.61 – 3.71)	0.93 (0.75 – 1.15)
Slaapproblemen	0.89 (0.42 – 1.86)	0.78 (0.55 – 1.11)	1.01 (0.92 – 1.12)
Geheugen-/concentratieproblemen	0.71 (0.19 – 2.70)	0.79 (0.45 – 1.37)	0.94 (0.81 – 1.10)
ADHD	0.97 (0.39 – 2.43)	1.07 (0.69 – 1.67)	0.97 (0.85 – 1.12)
Angst	0.99 (0.51 – 1.92)	0.86 (0.62 – 1.19)	1.03 (0.93 – 1.15)
Depressie	0.91 (0.47 – 1.74)	0.93 (0.71 – 1.23)	0.98 (0.90 – 1.07)
Gewichtsprobleem	0.61 (0.26 – 1.43)	0.91 (0.65 – 1.28)	0.99 (0.89 – 1.10)
Diabetes	0.77 (0.49 – 1.21)	1.01 (0.82 – 1.23)	1.05 (0.98 – 1.12)
Probleem huisvesting/buurt	Nvt	3.65 (1.22 – 10.9)	0.69 (0.39 – 1.23)
Hypertensie ^a	0.95 (0.70 – 1.28)	0.70 (0.61 – 0.81)	0.94 (0.90 – 0.99)
Chronische aandoeningen v.h. hart ^a	1.00 (0.64 – 1.58)	0.94 (0.75 – 1.19)	1.02 (0.95 – 1.09)
Antidepressiva	0.74 (0.49 – 1.13)	0.93 (0.77 – 1.13)	1.02 (0.96 – 1.09)
Anxiolytica	1.00 (0.65 – 1.56)	0.94 (0.76 – 1.16)	1.02 (0.96 – 1.10)
Pijnstillers	1.00 (0.55 – 1.84)	1.00 (0.77 – 1.29)	1.03 (0.94 – 1.12)

* Gecorrigeerd voor leeftijd, geslacht, registratieduur (statistisch significante associaties vetgedrukt, zonder correctie voor meervoudige toetsing)

^a ≥40 jaar

Nvt Niet van toepassing vanwege klein aantal observaties

Tabel 8 *Associaties (ORs, 99% BI)* tussen wonen in de nabijheid van windturbines en prevalentie van diverse symptomen en aandoeningen in het jaar 2017*

Gezondheidsuitkomsten	0 – 500m	500 – 1000m	1000 – 2000m
Moeheid	0.95 (0.57 – 1.57)	0.95 (0.80 – 1.12)	0.98 (0.92 – 1.05)
Misselijkheid	0.42 (0.07 – 2.71)	0.84 (0.55 – 1.30)	1.01 (0.86 – 1.18)
Flitsen – flikkeringen oog	1.56 (0.47 – 5.17)	0.81 (0.45 – 1.48)	0.92 (0.76 – 1.13)
Oorklachten	0.84 (0.47 – 1.51)	0.93 (0.75 – 1.16)	1.05 (0.96 – 1.14)
Oorsuizen/tinnitus	1.58 (0.61 – 4.12)	0.88 (0.59 – 1.34)	0.93 (0.80 – 1.08)
Vertigosyndroom	1.26 (0.62 – 2.57)	0.94 (0.69 – 1.28)	1.00 (0.89 – 1.12)
Doofheid – slechthorend	1.39 (0.76 – 2.55)	1.05 (0.85 – 1.30)	1.01 (0.92 – 1.10)
Hartkloppingen	0.49 (0.17 – 1.45)	0.97 (0.74 – 1.29)	0.92 (0.83 – 1.03)
Pijn of druk op de borst	0.64 (0.14 – 2.97)	0.84 (0.54 – 1.33)	1.02 (0.88 – 1.19)
Hoofdpijn	1.16 (0.62 – 2.19)	0.97 (0.78 – 1.20)	1.03 (0.95 – 1.12)
Spanningshoofdpijn	0.40 (0.06 – 2.61)	1.08 (0.72 – 1.63)	1.02 (0.87 – 1.21)
Tintelingen	Nvt	1.42 (0.83 – 2.43)	0.93 (0.73 – 1.19)
Duizeligheid/vertigo	0.98 (0.41 – 2.34)	1.18 (0.92 – 1.52)	1.01 (0.91 – 1.13)
Angstig/nervus/gespannen gevoel	0.67 (0.24 – 1.84)	0.94 (0.71 – 1.24)	1.00 (0.91 – 1.12)
Crisis/voorbijgaande stressreactie	0.87 (0.29 – 2.59)	0.80 (0.59 – 1.24)	1.02 (0.91 – 1.15)
Down/depressief gevoel	0.60 (0.22 – 1.68)	0.81 (0.59 – 1.10)	0.98 (0.88 – 1.10)
Prikkelbaar/boos gevoel/gedrag	1.37 (0.19 – 9.69)	1.31 (0.67 – 2.56)	0.89 (0.73 – 1.09)
Slaapproblemen	0.96 (0.51 – 1.81)	0.93 (0.74 – 1.17)	0.92 (0.85 – 1.01)
Geheugen-/concentratieproblemen	0.58 (0.15 – 2.22)	0.85 (0.57 – 1.27)	0.94 (0.83 – 1.08)
ADHD	1.07 (0.43 – 2.66)	0.87 (0.60 – 1.28)	0.98 (0.87 – 1.11)
Angst	1.00 (0.54 – 1.88)	0.93 (0.75 – 1.17)	1.01 (0.92 – 1.10)
Depressie	0.79 (0.42 – 1.51)	0.94 (0.78 – 1.14)	0.92 (0.85 – 0.99)
Gewichtsprobleem	0.90 (0.45 – 1.80)	0.95 (0.76 – 1.20)	1.01 (0.93 – 1.11)
Diabetes	0.76 (0.49 – 1.20)	1.03 (0.89 – 1.18)	1.06 (1.00 – 1.12) [‡]
Probleem huisvesting/buurt	Nvt	0.33 (0.12 – 0.94)	0.73 (0.48 – 1.10)
Hypertensie ^a	1.00 (0.73 – 1.36)	0.92 (0.82 – 1.04)	1.01 (0.97 – 1.06)
Chronische aandoeningen v.h. hart ^a	1.01 (0.66 – 1.58)	1.01 (0.85 – 1.19)	1.03 (0.96 – 1.10)
Antidepressiva	0.66 (0.44 – 1.00)	0.95 (0.83 – 1.10)	0.97 (0.92 – 1.02)
Anxiolytica	0.86 (0.55 – 1.35)	1.02 (0.87 – 1.19)	1.01 (0.95 – 1.07)
Pijnstillers	0.95 (0.53 – 1.70)	0.99 (0.82 – 1.19)	1.00 (0.94 – 1.08)

* Gecorrigeerd voor leeftijd, geslacht, registratieduur (statistisch significante associaties vetgedrukt, zonder correctie voor meervoudige toetsing)

^a ≥40 jaar

Nvt Niet van toepassing vanwege klein aantal observaties

[‡] p=0.01.

Tabel 9 *Associaties (ORs, 99% BI)* tussen wonen in de nabijheid van windturbines en prevalentie van diverse symptomen en aandoeningen in het jaar 2018*

Gezondheidsuitkomsten	0 – 500m	500 – 1000m	1000 – 2000m
Moeheid	0.75 (0.44 – 1.26)	0.93 (0.78 – 1.11)	0.97 (0.91 – 1.05)
Misselijkheid	0.73 (0.16 – 3.39)	0.64 (0.39 – 1.05)	1.01 (0.85 – 1.19)
Flitsen – flikkeringen oog	1.40 (0.42 – 4.62)	0.91 (0.49 – 1.67)	1.06 (0.87 – 1.30)
Oorklachten	0.84 (0.48 – 1.50)	0.96 (0.76 – 1.23)	0.97 (0.89 – 1.07)
Oorsuizen/tinnitus	0.80 (0.25 – 2.61)	1.25 (0.87 – 1.80)	0.88 (0.75 – 1.03)
Vertigosyndroom	0.94 (0.41 – 2.16)	1.08 (0.81 – 1.47)	1.01 (0.89 – 1.15)
Doofheid – slechthorend	1.28 (0.71 – 2.30)	1.07 (0.86 – 1.34)	0.98 (0.89 – 1.07)
Hartkloppingen	0.92 (0.39 – 2.16)	1.08 (0.81 – 1.45)	1.03 (0.91 – 1.16)
Pijn of druk op de borst	0.62 (0.13 – 2.89)	0.94 (0.61 – 1.48)	0.99 (0.84 – 1.16)
Hoofdpijn	1.00 (0.52 – 1.95)	0.95 (0.76 – 1.20)	0.99 (0.91 – 1.09)
Spanningshoofdpijn	0.56 (0.12 – 2.66)	0.78 (0.47 – 1.29)	1.07 (0.89 – 1.29)
Tintelingen	0.53 (0.04 – 7.32)	1.21 (0.66 – 2.23)	1.05 (0.82 – 1.36)
Duizeligheid/vertigo	0.72 (0.31 – 1.64)	1.14 (0.86 – 1.50)	1.07 (0.95 – 1.21)
Angstig/nervus/gespannen gevoel	0.83 (0.35 – 1.97)	0.87 (0.63 – 1.21)	1.03 (0.92 – 1.16)
Crisis/voorbijgaande stressreactie	0.87 (0.29 – 2.60)	0.89 (0.65 – 1.21)	0.99 (0.87 – 1.11)
Down/depressief gevoel	1.03 (0.46 – 2.32)	0.64 (0.45 – 0.93)	0.97 (0.85 – 1.10)
Prikkelbaar/boos gevoel/gedrag	0.50 (0.03 – 7.32)	1.36 (0.68 – 2.70)	0.96 (0.78 – 1.17)
Slaapproblemen	0.91 (0.49 – 1.69)	0.91 (0.72 – 1.15)	0.90 (0.82 – 0.99)
Geheugen-/concentratieproblemen	0.58 (0.15 – 2.19)	0.94 (0.62 – 1.41)	0.99 (0.86 – 1.15)
ADHD	0.74 (0.25 – 2.22)	0.74 (0.48 – 1.13)	0.92 (0.80 – 1.04)
Angst	0.55 (0.25 – 1.19)	0.94 (0.75 – 1.19)	0.99 (0.91 – 1.09)
Depressie	0.53 (0.25 – 1.13)	0.97 (0.79 – 1.18)	0.90 (0.83 – 0.98)
Gewichtsprobleem	0.96 (0.50 – 1.85)	0.80 (0.62 – 1.04)	0.99 (0.89 – 1.08)
Diabetes	0.69 (0.43 – 1.10)	1.03 (0.88 – 1.21)	1.05 (0.99 – 1.12)
Probleem huisvesting/buurt	Nvt	0.93 (0.37 – 2.35)	1.02 (0.68 – 1.55)
Hypertensie ^a	1.15 (0.85 – 1.54)	0.88 (0.78 – 0.99)	1.02 (0.97 – 1.07)
Chronische aandoeningen v.h. hart ^a	1.01 (0.65 – 1.55)	1.02 (0.85 – 1.21)	1.03 (0.96 – 1.10)
Antidepressiva	0.65 (0.43 – 0.98)	0.95 (0.82 – 1.09)	0.98 (0.93 – 1.03)
Anxiolytica	0.75 (0.47 – 1.20)	1.07 (0.92 – 1.26)	1.00 (0.94 – 1.06)
Pijnstillers	1.06 (0.60 – 1.87)	0.98 (0.81 – 1.19)	1.04 (0.97 – 1.11)

* Gecorrigeerd voor leeftijd, geslacht, registratieduur (statistisch significante associaties vetgedrukt, zonder correctie voor meervoudige toetsing)

^a ≥40 jaar

Nvt Niet van toepassing vanwege klein aantal observaties

Tabel 10 *Associaties (ORs, 99% BI)* tussen wonen in de nabijheid van windturbines en prevalentie van diverse symptomen en aandoeningen in het jaar 2019*

Gezondheidsuitkomsten	0 – 500m	500 – 1000m	1000 – 2000m
Moeheid	0.81 (0.49 – 1.35)	0.92 (0.74 – 1.15)	0.98 (0.92 – 1.05)
Misselijkheid	1.12 (0.37 – 3.36)	0.73 (0.41 – 1.33)	0.98 (0.85 – 1.13)
Flitsen – flikkeringen oog	1.30 (0.39 – 4.33)	0.88 (0.42 – 1.85)	0.94 (0.78 – 1.13)
Oorklachten	0.85 (0.48 – 1.48)	1.08 (0.82 – 1.42)	0.99 (0.91 – 1.08)
Oorsuizen/tinnitus	0.68 (0.18 – 2.52)	1.38 (0.88 – 2.17)	0.94 (0.81 – 1.08)
Vertigosyndroom	0.85 (0.36 – 2.01)	1.29 (0.93 – 1.78)	1.02 (0.91 – 1.13)
Doofheid – slechthorend	1.30 (0.72 – 2.34)	1.17 (0.89 – 1.53)	0.98 (0.90 – 1.07)
Hartkloppingen	1.14 (0.53 – 2.42)	1.09 (0.77 – 1.53)	1.04 (0.94 – 1.15)
Pijn of druk op de borst	0.67 (0.14 – 3.08)	0.66 (0.34 – 1.26)	0.97 (0.84 – 1.12)
Hoofdpijn	1.05 (0.55 – 2.00)	1.06 (0.80 – 1.40)	1.02 (0.94 – 1.11)
Spanningshoofdpijn	1.21 (0.39 – 3.78)	0.82 (0.44 – 1.51)	1.05 (0.88 – 1.24)
Tintelingen	Nvt	0.91 (0.43 – 1.97)	1.01 (0.83 – 1.24)
Duizeligheid/vertigo	1.12 (0.54 – 2.31)	0.91 (0.61 – 1.37)	0.96 (0.86 – 1.07)
Angstig/nervus/gespannen gevoel	0.88 (0.36 – 2.17)	0.78 (0.52 – 1.18)	0.92 (0.83 – 1.02)
Crisis/voorbijgaande stressreactie	0.54 (0.15 – 2.04)	0.95 (0.64 – 1.43)	0.91 (0.82 – 1.02)
Down/depressief gevoel	0.59 (0.21 – 1.63)	0.93 (0.60 – 1.46)	0.97 (0.86 – 1.09)
Prikkelbaar/boos gevoel/gedrag	1.08 (0.15 – 7.69)	0.82 (0.32 – 2.12)	0.90 (0.75 – 1.08)
Slaapproblemen	1.01 (0.56 – 1.83)	0.81 (0.59 – 1.11)	0.95 (0.88 – 1.03)
Geheugen-/concentratieproblemen	0.50 (0.13 – 1.88)	1.15 (0.76 – 1.73)	1.06 (0.93 – 1.20)
ADHD	1.38 (0.61 – 3.13)	0.91 (0.61 – 1.37)	1.06 (0.95 – 1.18)
Angst	0.42 (0.18 – 1.03)	0.79 (0.59 – 1.04)	0.99 (0.92 – 1.08)
Depressie	0.83 (0.44 – 1.55)	0.91 (0.70 – 1.18)	0.95 (0.88 – 1.03)
Gewichtsprobleem	0.48 (0.20 – 1.17)	0.78 (0.56 – 1.08)	1.03 (0.94 – 1.11)
Diabetes	0.71 (0.45 – 1.11)	1.04 (0.85 – 1.26)	1.00 (0.95 – 1.06)
Probleem huisvesting/buurt	Nvt	0.15 (0.01 – 2.19)	0.73 (0.49 – 1.10)
Hypertensie ^a	0.98 (0.72 – 1.32)	0.91 (0.77 – 1.06)	1.01 (0.96 – 1.05)
Chronische aandoeningen v.h. hart ^a	1.02 (0.67 – 1.55)	1.05 (0.84 – 1.31)	1.01 (0.94 – 1.08)
Antidepressiva	0.70 (0.47 – 1.05)	0.89 (0.73 – 1.07)	0.98 (0.93 – 1.03)
Anxiolytica	0.95 (0.61 – 1.48)	0.97 (0.78 – 1.20)	1.02 (0.96 – 1.08)
Pijnstillers	1.14 (0.65 – 1.99)	0.99 (0.76 – 1.29)	1.00 (0.93 – 1.08)

* Gecorrigeerd voor leeftijd, geslacht, registratieduur

^a ≥40 jaar

Nvt Niet van toepassing vanwege klein aantal observaties

Tabel 11 *Associaties (ORs, 99% BI)* tussen wonen in de nabijheid van windturbines en prevalentie van diverse symptomen en aandoeningen in het jaar 2020*

Gezondheidsuitkomsten	0 – 500m	500 – 1000m	1000 – 2000m
Moeheid	0.57 (0.28 – 1.18)	1.05 (0.83 – 1.34)	1.04 (0.96 – 1.12)
Misselijkheid	0.73 (0.16 – 3.41)	0.87 (0.49 – 1.56)	0.99 (0.84 – 1.16)
Flitsen – flikkeringen oog	0.74 (0.12 – 4.77)	1.04 (0.51 – 2.16)	0.96 (0.78 – 1.18)
Oorklachten	0.80 (0.36 – 1.77)	0.98 (0.71 – 1.38)	1.03 (0.93 – 1.14)
Oorsuizen/tinnitus	1.73 (0.66 – 4.54)	0.94 (0.55 – 1.63)	0.92 (0.78 – 1.07)
Vertigosyndroom	0.60 (0.21 – 1.68)	1.09 (0.76 – 1.56)	0.92 (0.81 – 1.04)
Doofheid – slechthorend	1.23 (0.63 – 2.40)	1.25 (0.96 – 1.62)	0.97 (0.89 – 1.06)
Hartkloppingen	0.95 (0.38 – 2.34)	1.04 (0.73 – 1.50)	0.99 (0.89 – 1.11)
Pijn of druk op de borst	1.91 (0.61 – 5.97)	0.86 (0.49 – 1.51)	0.93 (0.78 – 1.09)
Hoofdpijn	1.49 (0.77 – 2.89)	1.14 (0.86 – 1.50)	1.10 (1.002 – 1.21)
Spanningshoofdpijn	1.61 (0.46 – 5.67)	1.60 (0.96 – 2.65)	1.12 (0.91 – 1.37)
Tintelingen	1.10 (0.17 – 7.27)	1.15 (0.54 – 2.45)	0.93 (0.74 – 1.17)
Duizeligheid/vertigo	0.81 (0.32 – 2.04)	0.94 (0.63 – 1.40)	1.00 (0.89 – 1.13)
Angstig/nervus/gespannen gevoel	1.05 (0.40 – 2.78)	0.89 (0.59 – 1.33)	0.93 (0.83 – 1.04)
Crisis/voorbijgaande stressreactie	1.39 (0.53 – 3.67)	0.92 (0.62 – 1.36)	0.96 (0.86 – 1.09)
Down/depressief gevoel	1.15 (0.47 – 2.78)	1.08 (0.71 – 1.63)	1.08 (0.95 – 1.22)
Prikkelbaar/boos gevoel/gedrag	0.95 (0.13 – 6.84)	1.01 (0.42 – 2.44)	0.84 (0.69 – 1.03)
Slaapproblemen	1.35 (0.73 – 2.51)	1.05 (0.80 – 1.36)	0.93 (0.85 – 1.02)
Geheugen-/concentratieproblemen	0.70 (0.18 – 2.68)	1.23 (0.82 – 1.83)	1.02 (0.89 – 1.17)
ADHD	1.82 (0.81 – 4.12)	1.06 (0.70 – 1.61)	1.05 (0.93 – 1.19)
Angst	0.51 (0.20 – 1.31)	0.86 (0.65 – 1.15)	1.03 (0.94 – 1.12)
Depressie	0.86 (0.43 – 1.72)	0.91 (0.70 – 1.19)	0.99 (0.91 – 1.07)
Gewichtsprobleem	0.80 (0.35 – 1.83)	0.84 (0.61 – 1.15)	1.06 (0.97 – 1.17)
Diabetes	0.77 (0.47 – 1.26)	1.08 (0.89 – 1.30)	1.04 (0.98 – 1.11)
Probleem huisvesting/buurt	Nvt	2.16 (0.77 – 6.06)	0.93 (0.62 – 1.40)
Hypertensie ^a	1.04 (0.75 – 1.45)	0.93 (0.80 – 1.09)	1.03 (0.98 – 1.08)
Chronische aandoeningen v.h. hart ^a	1.34 (0.86 – 2.10)	1.10 (0.90 – 1.35)	1.07 (1.00 – 1.14) [‡]
Antidepressiva	0.90 (0.59 – 1.36)	0.92 (0.76 – 1.11)	1.00 (0.94 – 1.05)
Anxiolytica	1.07 (0.66 – 1.74)	0.86 (0.68 – 1.08)	1.02 (0.96 – 1.09)
Pijnstillers	0.96 (0.49 – 1.90)	0.99 (0.77 – 1.28)	1.08 (1.002 – 1.17)

* Gecorrigeerd voor leeftijd, geslacht, registratieduur (statistisch significante associaties vetgedrukt, zonder correctie voor meervoudige toetsing)

^a ≥40 jaar

Nvt Niet van toepassing vanwege klein aantal observaties

[‡] p=0.01.

Tabel 12 *Associaties (ORs, 99% BI)* tussen wonen in de nabijheid van windturbines en prevalentie van diverse symptomen en aandoeningen in het jaar 2021*

Gezondheidsuitkomsten	0 – 500m	500 – 1000m	1000 – 2000m
Moeheid	1.19 (0.59 – 2.42)	1.00 (0.80 – 1.25)	1.00 (0.94 – 1.08)
Misselijkheid	0.40 (0.03 – 5.25)	0.67 (0.37 – 1.21)	0.99 (0.86 – 1.15)
Flitsen – flikkeringen oog	0.65 (0.05 – 8.63)	1.43 (0.84 – 2.45)	1.06 (0.89 – 1.26)
Oorklachten	0.84 (0.29 – 2.45)	0.83 (0.61 – 1.13)	0.98 (0.90 – 1.07)
Oorsuizen/tinnitus	1.08 (0.24 – 4.82)	0.80 (0.48 – 1.34)	1.02 (0.89 – 1.17)
Vertigosyndroom	0.48 (0.11 – 2.18)	0.82 (0.57 – 1.19)	0.94 (0.85 – 1.06)
Doofheid – slechthorend	1.02 (0.49 – 2.14)	1.21 (0.97 – 1.51)	0.98 (0.90 – 1.06)
Hartkloppingen	0.92 (0.29 – 2.94)	0.87 (0.62 – 1.23)	1.02 (0.89 – 1.12)
Pijn of druk op de borst	0.98 (0.22 – 4.41)	0.79 (0.47 – 1.33)	0.93 (0.80 – 1.08)
Hoofdpijn	1.04 (0.41 – 2.63)	0.95 (0.73 – 1.25)	1.01 (0.93 – 1.12)
Spanningshoofdpijn	2.54 (0.68 – 9.40)	0.71 (0.38 – 1.31)	1.03 (0.86 – 1.23)
Tintelingen	0.85 (0.06 – 11.34)	0.80 (0.37 – 1.72)	0.97 (0.79 – 1.19)
Duizeligheid/vertigo	0.77 (0.21 – 2.83)	0.99 (0.70 – 1.41)	1.00 (0.90 – 1.11)
Angstig/nervus/gespannen gevoel	0.93 (0.25 – 3.42)	0.72 (0.49 – 1.08)	0.99 (0.90 – 1.10)
Crisis/voorbijgaande stressreactie	0.69 (0.19 – 2.56)	0.86 (0.60 – 1.27)	1.04 (0.93 – 1.16)
Down/depressief gevoel	2.18 (0.90 – 5.27)	1.06 (0.74 – 1.53)	0.96 (0.86 – 1.08)
Prikkelbaar/boos gevoel/gedrag	Nvt	1.41 (0.62 – 3.16)	1.05 (0.86 – 1.28)
Slaapproblemen	0.62 (0.21 – 1.81)	0.89 (0.69 – 1.15)	1.00 (0.92 – 1.08)
Geheugen-/concentratieproblemen	0.91 (0.20 – 4.13)	0.97 (0.64 – 1.48)	0.98 (0.86 – 1.11)
ADHD	2.26 (0.97 – 5.27)	0.83 (0.58 – 1.21)	1.06 (0.95 – 1.17)
Angst	0.74 (0.27 – 1.99)	0.91 (0.69 – 1.20)	1.01 (0.93 – 1.09)
Depressie	0.83 (0.37 – 1.85)	0.75 (0.57 – 0.98)	0.99 (0.92 – 1.07)
Gewichtsprobleem	0.56 (0.29 – 1.07)	0.85 (0.71 – 1.02)	1.00 (0.95 – 1.06)
Diabetes	Nvt	1.03 (0.29 – 3.62)	0.82 (0.57 – 1.18)
Probleem huisvesting/buurt	0.62 (0.23 – 1.67)	0.81 (0.62 – 1.08)	0.99 (0.91 – 1.07)
Hypertensie ^a	0.94 (0.63 – 1.40)	0.96 (0.83 – 1.11)	0.99 (0.94 – 1.03)
Chronische aandoeningen v.h. hart ^a	1.06 (0.60 – 1.87)	0.96 (0.79 – 1.18)	1.05 (0.99 – 1.11)
Antidepressiva	0.65 (0.42 – 0.99)	0.82 (0.70 – 0.95)	0.98 (0.94 – 1.04)
Anxiolytica	0.94 (0.59 – 1.50)	0.95 (0.79 – 1.14)	0.98 (0.93 – 1.04)
Pijnstillers	1.08 (0.54 – 2.15)	0.94 (0.74 – 1.19)	1.03 (0.95 – 1.12)

* Gecorrigeerd voor leeftijd, geslacht, registratieduur (statistisch significante associaties vetgedrukt, zonder correctie voor meervoudige toetsing)

^a ≥40 jaar

Nvt Niet van toepassing vanwege klein aantal observaties

Tabel 13A Associatie (ORs, 99% BI)* tussen jaargemiddelde geluidsniveaus >42dB door windturbines en jaarlijkse prevalentie van diverse symptomen en aandoeningen

Gezondheidsuitkomsten	2012	2013	2014	2015	2016
Moeheid	1.50 (0.39 – 5.79)	Nvt	0.62 (0.05 – 8.44)	0.43 (0.10 – 1.93)	0.62 (0.14 – 2.82)
Misselijkheid	Nvt	Nvt	Nvt	Nvt	1.48 (0.11 – 19.9)
Flitsen, flikkeringen oog	Nvt	Nvt	Nvt	1.52 (0.11 – 20.4)	3.93 (0.61 – 25.3)
Oorklachten	Nvt	Nvt	1.32 (0.10 – 17.9)	1.16 (0.36 – 3.76)	Nvt
Oorsuizen/tinnitus	Nvt	Nvt	Nvt	0.65 (0.05 – 8.60)	Nvt
Vertigosyndroom	Nvt	Nvt	Nvt	Nvt	1.40 (0.22 – 8.93)
Hartkloppingen	Nvt	Nvt	Nvt	1.24 (0.33 – 4.63)	1.05 (0.23 – 4.81)
Doofheid, slechthorend	1.27 (0.10 – 17.6)	Nvt	Nvt	0.70 (0.11 – 4.43)	Nvt
Pijn of druk op de borst	1.11 (0.08 – 15.5)	Nvt	Nvt	2.23 (0.48 – 10.2)	1.18 (0.09 – 15.9)
Hoofdpijn	Nvt	Nvt	0.88 (0.06 – 11.9)	1.13 (0.31 – 4.20)	0.39 (0.03 – 5.22)
Spanningshoofdpijn	Nvt	Nvt	Nvt	Nvt	Nvt
Tintelingen	Nvt	Nvt	Nvt	Nvt	Nvt
Duizeligheid/vertigo	0.86 (0.06 – 11.9)	Nvt	0.99 (0.07 – 13.7)	0.30 (0.02 – 4.06)	0.46 (0.03 – 6.19)
Angstig/nervus/gespannen gevoel	1.02 (0.07 – 14.1)	Nvt	2.73 (0.41 – 17.9)	Nvt	0.48 (0.04 – 6.43)
Crisis/voorbijgaande stressreactie	2.30 (0.16 – 32.9)	Nvt	Nvt	2.04 (0.55 – 7.60)	0.75 (0.06 – 10.1)
Down/depressief gevoel	Nvt	Nvt	Nvt	0.91 (0.20 – 4.10)	Nvt
Prikkelbaar/boos gevoel/gedrag	Nvt	Nvt	Nvt	Nvt	Nvt
Slaapproblemen	1.50 (0.32 – 7.10)	Nvt	2.38 (0.50 – 11.5)	0.59 (0.13 – 2.66)	1.05 (0.23 – 4.80)
Geheugen-/concentratieproblemen	Nvt	Nvt	Nvt	1.15 (0.18 – 7.35)	0.89 (0.07 – 12.1)
ADHD	1.71 (0.35 – 8.37)	Nvt	Nvt	1.44 (0.23 – 9.19)	1.04 (0.08 – 14.1)
Angst	2.58 (0.54 – 12.4)	Nvt	1.01 (0.07 – 13.8)	0.24 (0.02 – 3.18)	0.70 (0.11 – 4.41)
Depressie	0.57 (0.10 – 3.71)	Nvt	1.22 (0.19 – 8.00)	0.98 (0.30 – 3.19)	0.52 (0.08 – 3.29)
Gewichtsprobleem	Nvt	Nvt	3.20 (0.67 – 15.3)	0.57 (0.09 – 3.59)	0.82 (0.13 – 5.16)
Diabetes	1.02 (0.29 – 3.58)	Nvt	1.01 (0.25 – 4.06)	1.18 (0.56 – 2.52)	1.26 (0.55 – 2.88)
Probleem huisvesting/buurt	Nvt	Nvt	9.84 (0.68 – 142.4)	Nvt	Nvt
Hypertensie ^a	0.87 (0.32 – 2.35)	Nvt	0.87 (0.29 – 2.55)	0.94 (0.52 – 1.68)	0.85 (0.43 – 1.68)
Chronische aandoeningen v.h. hart ^a	2.16 (0.59 – 7.86)	Nvt	0.36 (0.03 – 5.11)	0.53 (0.19 – 1.51)	0.75 (0.27 – 2.05)
Antidepressiva	0.86 (0.25 – 2.91)	Nvt	Nvt	0.71 (0.30 – 1.66)	0.29 (0.06 – 1.31)
Anxiolytica	2.16 (0.90 – 5.18)	Nvt	0.32 (0.02 – 4.35)	0.89 (0.38 – 2.09)	1.31 (0.55 – 3.13)
Pijnstillers	1.35 (0.52 – 3.45)	Nvt	Nvt	1.35 (0.60 – 3.02)	1.20 (0.45 – 3.21)

*Gecorrigeerd voor leeftijd, geslacht, registratieduur

^a ≥40 jaar

Nvt: Niet van toepassing vanwege klein aantal observaties.

Tabel 13B Associatie (ORs, 99% BI)* tussen jaargemiddelde geluidniveaus >42dB door windturbines en jaarlijkse prevalentie van diverse symptomen en aandoeningen

Gezondheidsuitkomsten	2017	2018	2019	2020	2021
Moehaid	0.94 (0.32 – 2.76)	0.29 (0.05 – 1.80)	1.12 (0.88 – 1.42)	0.83 (0.60 – 1.15)	1.07 (0.83 – 1.38)
Misselijkheid	Nvt	1.52 (0.24 – 9.63)	0.90 (0.50 – 1.64)	1.49 (0.83 – 2.65)	1.53 (0.96 – 2.42)
Flitsen, flikkeringen oog	3.17 (0.50 – 20.2)	Nvt	1.13 (0.56 – 2.29)	1.48 (0.72 – 3.06)	1.03 (0.51 – 2.05)
Oorklachten	1.09 (0.33 – 3.54)	1.63 (0.55 – 4.83)	0.96 (0.71 – 1.31)	0.94 (0.64 – 1.39)	1.31 (0.98 – 1.75)
Oorsuizen/tinnitus	Nvt	0.90 (0.07 – 11.9)	0.91 (0.53 – 1.58)	1.08 (0.59 – 1.99)	0.98 (0.58 – 1.66)
Vertigosyndroom	1.84 (0.40 – 8.41)	2.33 (0.62 – 8.77)	1.21 (0.83 – 1.75)	1.02 (0.65 – 1.61)	1.11 (0.78 – 1.58)
Hartkloppingen	1.27 (0.34 – 4.76)	0.83 (0.18 – 3.78)	1.05 (0.76 – 1.44)	1.11 (0.77 – 1.60)	1.14 (0.85 – 1.53)
Doofheid, slechthorend	0.69 (0.11 – 4.37)	1.10 (0.24 – 5.00)	1.04 (0.71 – 1.53)	0.97 (0.61 – 1.56)	1.04 (0.73 – 1.49)
Pijn of druk op de borst	0.88 (0.07 – 11.8)	Nvt	1.52 (0.94 – 2.45)	1.30 (0.66 – 2.57)	1.42 (0.85 – 2.37)
Hoofdpijn	0.67 (0.11 – 4.23)	1.31 (0.35 – 4.88)	1.09 (0.81 – 1.47)	1.10 (0.77 – 1.56)	1.18 (0.88 – 1.58)
Spanningshoofdpijn	Nvt	4.02 (0.62 – 25.9)	1.68 (0.95 – 2.97)	0.86 (0.34 – 2.20)	1.17 (0.62 – 2.23)
Tintelingen	Nvt	Nvt	1.09 (0.53 – 2.25)	1.21 (0.54 – 2.71)	1.05 (0.52 – 2.13)
Duizeligheid/vertigo	0.68 (0.11 – 4.31)	0.39 (0.03 – 5.17)	1.00 (0.65 – 1.53)	1.23 (0.78 – 1.95)	1.27 (0.88 – 1.84)
Angstig/nerveus/gespannen gevoel	Nvt	0.31 (0.02 – 4.09)	0.86 (0.60 – 1.24)	0.80 (0.51 – 1.24)	0.86 (0.59 – 1.26)
Crisis/voorbijgaande stressreactie	1.24 (0.20 – 7.86)	1.62 (0.36 – 7.40)	0.86 (0.54 – 1.37)	0.77 (0.44 – 1.35)	1.25 (0.85 – 1.82)
Down/depressief gevoel	Nvt	0.70 (0.11 – 4.45)	0.90 (0.55 – 1.47)	0.84 (0.45 – 1.58)	0.85 (0.52 – 1.38)
Prikkelbaar/boos gevoel/gedrag	Nvt	1.03 (0.06 – 16.9)	0.95 (0.52 – 1.74)	1.23 (0.67 – 2.23)	1.31 (0.73 – 2.35)
Slaapproblemen	0.47 (0.08 – 2.99)	1.45 (0.49 – 4.29)	0.80 (0.57 – 1.11)	0.95 (0.65 – 1.39)	1.11 (0.82 – 1.49)
Geheugen-/concentratieproblemen	Nvt	0.67 (0.05 – 9.01)	0.69 (0.39 – 1.25)	0.89 (0.46 – 1.73)	0.78 (0.45 – 1.35)
ADHD	1.71 (0.27 – 10.9)	1.33 (0.21 – 8.49)	1.21 (0.83 – 1.76)	1.32 (0.86 – 2.03)	1.22 (0.87 – 1.72)
Angst	1.45 (0.45 – 4.76)	1.08 (0.29 – 4.02)	0.98 (0.73 – 1.31)	1.02 (0.72 – 1.43)	0.92 (0.70 – 1.22)
Depressie	0.46 (0.07 – 2.92)	0.48 (0.08 – 3.03)	1.05 (0.79 – 1.39)	1.12 (0.81 – 1.53)	1.16 (0.89 – 1.51)
Gewichtsprobleem	1.42 (0.38 – 5.28)	1.28 (0.34 – 4.77)	1.30 (0.97 – 1.75)	1.31 (0.92 – 1.88)	1.06 (0.80 – 1.40)
Diabetes	0.92 (0.38 – 2.22)	0.70 (0.25 – 1.97)	1.11 (0.91 – 1.36)	1.10 (0.86 – 1.41)	1.04 (0.85 – 1.27)
Probleem huisvesting/buurt	Nvt	Nvt	0.92 (0.19 – 4.43)	0.79 (0.16 – 3.82)	1.91 (0.66 – 5.49)
Hypertensie ^a	0.84 (0.44 – 1.59)	1.18 (0.63 – 2.24)	1.07 (0.93 – 1.23)	0.98 (0.84 – 1.16)	0.95 (0.82 – 1.09)
Chronische aandoeningen v.h. hart ^a	0.78 (0.30 – 2.03)	0.85 (0.32 – 2.22)	1.01 (0.80 – 1.29)	1.00 (0.75 – 1.34)	1.06 (0.85 – 1.33)
Antidepressiva	0.63 (0.24 – 1.62)	0.63 (0.26 – 1.55)	0.96 (0.77 – 1.18)	0.98 (0.80 – 1.21)	1.01 (0.83 – 1.23)
Anxiolytica	1.14 (0.50 – 2.58)	1.59 (0.78 – 3.24)	1.08 (0.86 – 1.36)	1.14 (0.91 – 1.44)	1.20 (0.97 – 1.50)
Pijnstillers	1.38 (0.58 – 3.32)	1.20 (0.50 – 2.87)	1.36 (1.09 – 1.70)	1.46 (1.16 – 1.83)	1.56 (1.24 – 1.97)

*Gecorrigeerd voor leeftijd, geslacht, registratieduur

^a ≥40 jaar

Nvt: Niet van toepassing vanwege klein aantal observaties.

