



BOVEN

De risico's van de energietransitie in perspectief

Het risicomengpaneel, een instrument voor bestuurders om oude en nieuwe veiligheids- en gezondheidsrisico's bij de energietransitie af te wegen



Juni 2023

De werkgroep BOVEN (Bestuurlijk Overleg voor een Veilige Energietransitie in Nederland) bestaat uit wethouders, burgemeesters en gedeputeerden. BOVEN zoekt naar manieren om het bestuurlijke perspectief op veiligheids- en gezondheidsrisico's te combineren met de bestuurlijke opgave om de energietransitie te realiseren. BOVEN doet dat door middel van het opstellen van handreikingen en het organiseren van bijeenkomsten. De werkzaamheden van de werkgroep worden mogelijk gemaakt door het ministerie van EZK.

Inhoudsopgave

Voorwoord	4
Managementsamenvatting	6
1. Inleiding	7
1.1 Aanleiding en relevantie	7
1.2 Doelstelling	8
1.3 Wat is het risicomengpaneel (niet)?	10
1.4 Leeswijzer	12
1.5 Woord van dank	12
2. Een semi-technisch instapje: hoe werkt het risicomengpaneel?	14
2.1 De definitie van integrale veiligheid	14
2.2 Kernuitgangspunten in de risicovergelijking	15
2.3 Verschillende perspectieven voor bestuurders	15
3. Een integrale veiligheidsafweging: de bevindingen op basis van drie casus	17
3.1 Beschrijving van de drie casus	17
3.2 Integrale veiligheidsafweging op de verschillende niveaus	18
3.3 Het verkleinen van het gebiedsrisico	23
4. Het geheel overziend	25
4.1 Wat is het risicomengpaneel?	25
4.2 Wat is de uitkomst van het risicomengpaneel?	25
4.3 Op welke manier is het risicomengpaneel in te zetten?	26
Bijlage 1. Bestuurlijke werkgroep BOVEN	28
Bijlage 2. Illustratiecasus	30
B1.1 Illustratiecasus windturbines	30
B1.2 Illustratiecasus geothermie	34
B1.3 Illustratiecasus multifuel tankstation	38
B1.4 Mitigatiemechanismes toegepast op illustratiecasus windturbines	
Bijlage 3. Disability-adjusted life year (DALY)	

Voorwoord

Elke bestuurder of volksvertegenwoordiger die beslissingen moet nemen over de energietransitie kent het onbevredigende gevoel wel. De energietransitie moet vanwege onder andere het grote risico op klimaatverandering. Maar onvermijdelijk introduceren we daarmee, als met elke menselijke activiteit, ook nieuwe risico's. Bij de besluitvorming en in gesprekken met de samenleving komt dan de terechte vraag naar voren 'hoeveel groter of kleiner zijn die nieuwe risico's vergeleken met de bestaande risico's die met het gebruik van fossiele brandstoffen samenhangen?' Op die vraag was het lastig een precies antwoord te geven dat de samenleving inzicht geeft op gemeentelijk, provinciaal en nationaal niveau.

Het Bestuurlijk Overleg voor een Veilige Energietransitie in Nederland (BOVEN) heeft, mogelijk gemaakt door het ministerie van EZK en uitgevoerd door de stichting Crisislab, de handschoen opgepakt. We hebben een risicomengpaneel ontwikkeld: een instrument waarmee oude en nieuwe veiligheids- en gezondheidsrisico's met elkaar vergeleken kunnen worden. Door de nieuwe initiatieven komt er zoals al gezegd vaak een nieuwe risicobron in de leefomgeving van omwonenden bij. Wat dikwijls vergeten wordt, is dat er hiermee ook een risicobron verdwijnt of vermindert. Met behulp van dit instrument kan dit nu wel inzichtelijk worden gemaakt.

Even over BOVEN: BOVEN is ruim twee jaar geleden opgericht als uitvloeisel van een bestuurlijk symposium over veiligheid in de energietransitie, georganiseerd door het ministerie van Economische Zaken en Klimaat (EZK). Geconstateerd werd dat de lokaal bestuurlijke besluitvorming over een veilige energietransitie in Nederland gebaat kon zijn bij het delen van inzichten en ervaringen door collega-bestuurders.

De rode draad in wat we doen is het zoeken naar manieren om het lokaal bestuur een integraal perspectief op veiligheids- en gezondheidsrisico's te bieden als ondersteuning bij de lokaal bestuurlijke opgave om de energietransitie te (kunnen) realiseren. Dit doet de werkgroep vooral door handreikingen op te stellen en symposia te organiseren.

Het risicomengpaneel bestaat uit vier producten: een rapportage voor bestuurders, een technisch achtergronddocument voor wetenschappers, een handleiding voor adviseurs en natuurlijk de *tool* zelf. Wat u in handen heeft is de bestuurlijke rapportage.

Deze bestuurlijke rapportage geeft op een makkelijk leesbare wijze weer hoe het risicomengpaneel is vormgegeven. We leggen ook uit op welke manier het instrument te gebruiken is door bestuurders en volksvertegenwoordigers als *onderdeel* van het besluitvormingsproces over initiatieven voor de energietransitie.

Wij wensen u veel leesplezier!

Namens BOVEN, de bestuurlijk trekkers voor de ontwikkeling van het risicomengpa-
neel

Jop Fackeldey (gedeputeerde Flevoland)

Jean Paul Gebben (burgemeester Dronten)

Managementsamenvatting

De energietransitie is urgent. Om aan de in het Klimaatakkoord gestelde doelstellingen te kunnen voldoen, zal Nederland in de komende decennia over moeten gaan van het opwekken van energie door fossiele brandstoffen naar duurzame en hernieuwbare energie. Een groot deel van de ontwikkelingen zal op lokaal of regionaal niveau moeten worden gerealiseerd.

Dit betekent dat het lokaal en provinciaal openbaar bestuur **nu** een veelheid aan beslissingen moeten nemen over energietransitieprojecten. Over al die projecten komen van diverse zijden dan adviezen binnen over (ook) de veiligheids- en gezondheidsrisico's van die nieuwe projecten. Die adviezen komen vervolgens veelal gefragmenteerd op het bestuurlijke niveau aan. Het ontbreekt daarmee nu nog aan een handvat voor het openbaar bestuur om de verschillende soorten risico's op een uniforme wijze inzichtelijk gepresenteerd te krijgen en vooral om de nieuwe risico's te vergelijken met de voordelen van de energietransitie waardoor 'oude' risico's verminderen of verdwijnen.

Het risicomengpaneel voor de energietransitie biedt die mogelijkheid nu wel. In een oogopslag kan iedereen zien welke veiligheids- en gezondheidseffecten een (voorgesteld) project heeft. Het risicomengpaneel laat zien wat de veiligheidskosten en veiligheidsopbrengsten zijn uitgedrukt in de uniforme internationaal gebruikelijke maatstaf van verloren en gewonnen gezonde levensjaren.

Het instrument geeft het lokaal en provinciaal openbaar bestuur de mogelijkheid om in hun besluitvorming een integrale veiligheids- en gezondheidsafweging mee te nemen waarin inzichtelijk is welke consequenties een energietransitieproject heeft voor de veiligheid van omwonenden. Geen misverstand: die consequenties vallen altijd binnen het wettelijk 'geaccepteerd' restrisico. Ook voor activiteiten in de energietransitie geldt immers dat deze moeten voldoen aan de normen voor veiligheid en gezondheid die gelden in Nederland.

Nadrukkelijk moet worden opgemerkt dat het risicomengpaneel geen vervanging is voor bestuurlijk nadenken: het instrument biedt een risicovergelijking maar neemt andere aspecten van een integrale afweging, zoals leefbaarheid, kosten en de noodzakelijkheid van de energietransitie zelf, niet mee in haar beeld. Het risicomengpaneel is daarmee nadrukkelijk onderdeel van een breder besluitvormingsproces.

De meerwaarde van het instrument is vooral dat het integrale inzicht de mogelijkheid geeft om inhoudelijk over veiligheid en gezondheid in gesprek te gaan met omwonenden en andere actoren. Een belangrijke input voor dat gesprek is dat in alle gevallen de nieuwe risico's tenminste voldoen aan de gangbare Nederlandse normen voor veiligheid en daarmee bijvoorbeeld veel lager zijn dan het risico van verkeersdeelname.

1. Inleiding

1.1 Aanleiding en relevantie

In het Klimaatakkoord van Parijs en in het daarop gebaseerde Nederlandse Klimaatakkoord tussen overheden en een scala aan organisaties is afgesproken om de uitstoot van broeikasgassen te verminderen. Het doel is om in 2030 de CO₂-uitstoot te hebben verminderd met 49% ten opzichte van de uitstoot in 1990. In 2050 moet de uitstoot zelfs met 95% afgenomen zijn. Om aan de in het Klimaatakkoord gestelde doelstellingen te kunnen voldoen, zal Nederland in de komende decennia over moeten gaan van het opwekken van energie door fossiele brandstoffen naar duurzame en hernieuwbare energie. Een groot deel van de ontwikkelingen zal op lokaal of regionaal niveau moeten worden gerealiseerd.

Twee ontwikkelingen komen tezamen die, zo horen de leden van BOVEN telkens in hun netwerk, vragen om een snelle ondersteuning van met name gemeenten en provincies:

- De energietransitie komt op stoom. Waar in RES 1.0 (regionale energiestrategie) alleen bestuurlijke keuzen werden vastgelegd over zonne- en windenergie, daar zullen in volgende versies van de RES ook keuzen gemaakt gaan worden over het toestaan van andere vormen van duurzame energie, zoals geothermie en waterstof. Het lokaal en provinciaal bevoegd gezag zal te maken krijgen met steeds meer vergunningaanvragen voor activiteiten met duurzame energie waarvan sommige meer risico met zich mee kunnen brengen dan het geval is met zonne- en windenergie.
- De nieuwe Omgevingswet heeft als doelstelling om het bevoegd gezag meer ruimte te bieden om een integrale afweging te maken door, binnen bepaalde grenzen, te mogen 'plussen en minnen' met risico's. Ingewikkeld voor lokaal bestuurders is daarbij dat de nieuwe rijksregelgeving voor omgevingsveiligheid een effectgebaseerde benadering introduceert in het beleid voor omgevingsveiligheid (effectgebieden, aandachtsgebieden, voorschriftgebieden). Bestuurders moeten hun ruimtelijke beslissingen verantwoorden zowel naar de raad als de samenleving.

Op dit moment bestaat er nog geen instrument waarmee veiligheidsrisico's van nieuwe en oude technieken voor energieopwekking vergeleken kunnen worden. Adviezen over alle mogelijke risico's komen veelal gefragmenteerd op het bestuurlijke niveau aan, soms gebaseerd op een risicobenadering (kans x effect) en soms op een worstcasebenadering. De 'losse' adviezen worden niet geïntegreerd tot één veiligheidsadvies. Het ontbreekt aan een handvat om die verschillende soorten adviezen onderling te wegen en om de nieuwe risico's te vergelijken met de voordelen van de energietransitie waardoor 'oude' risico's verminderen of verdwijnen.

Zo'n handvat is ook noodzakelijk om te bepalen of voldaan wordt aan de uitgangspunten van het Ministerie van Economische Zaken en Klimaat (EZK) en het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (I&W) dat duurzame energie minstens aan dezelfde veiligheidsnormen moet voldoen als fossiele – en op systeemniveau zelfs veiliger moet zijn als dat redelijkerwijs mogelijk is - en dat de risico's van duurzame energie in context gezien moeten worden.¹ De minister van EZK benadrukte daarom dat nog duidelijk moest worden hoe deze uitgangspunten, ook vorm kunnen krijgen in lokaal bestuurlijke afwegingen. De minister sprak de verwachting uit dat de werkgroep BOVEN zal bijdragen aan een bestuurlijk hanteerbaar handelingsperspectief.²

Dit heeft geleid tot het laten ontwikkelen door BOVEN van een instrument voor bestuurders dat hen de mogelijkheid geeft om tot een integrale afweging te komen. Door aan hun adviseurs te vragen een 'risicomeningpaneel' in te vullen, zal in een oogopslag duidelijk worden gemaakt hoe een integrale afweging uitpakt. Concreet betekent dit dat het risicomeningpaneel niet alleen kijkt naar de nieuwe risico's (van duurzame energie) maar ook naar de oude risico's (van energie uit fossiele grondstoffen) en deze met elkaar vergelijkt.³

1.2 Doelstelling

De crux van het ontwikkelde instrument is om veiligheid te beschouwen vanuit een **integrale benadering**. Dit betekent dat bij het toelaten van nieuwe of veranderende activiteiten niet alleen gekeken wordt of een activiteit voldoet aan de geldende veiligheidsnorm, maar dat daarnaast ook alle relevante veiligheids- en gezondheidseffecten meegewogen worden. Het risicomeningpaneel brengt de verschillende veiligheids- en gezondheidseffecten tezamen met behulp van een gelijke objectieve maatlat, namelijk de winst of verlies van gezonde levensjaren (we gaan hier later dieper op in).

Het kan zo zijn dat er door het introduceren van een activiteit met duurzame energie een risico bijkomt of toeneemt, zoals dat geldt voor elke activiteit waarvoor vergunning wordt gegeven en waarvan het risico dus maatschappelijk aanvaardbaar is. Het specifieke aan risico's van de energietransitie is dat daar andere risico's tegenover staan die juist afnemen. Als voorbeeld: door de plaatsing van een electrolyser als onderdeel van een tankstation voor waterstofvoertuigen neemt de verkeersveiligheid toe doordat er minder transportbewegingen voor de aanvoer van brandstoffen nodig zijn. Als de toename in verkeersveiligheid groter is dan de afname van de externe veiligheid als gevolg van de nieuwe activiteit gaat de veiligheid in het gebied per saldo erop vooruit. Hoe

¹ Kamerstuk 32 813, nr. 813.

² Kamerstuk 32 813, nr. 1113.

³ De in dit onderzoek beschreven methode om zo'n risicomeningpaneel te maken is gebaseerd op een advies van de Technische Veiligheidscommissie Chemelot (TVC) dat op 19 oktober 2021 bestuurlijk is vastgesteld door de provincie Limburg en de gemeenten om het industriecomplex Chemelot heen. Het advies is door I&W omarmd als passend bij de gedachte van de Omgevingswet.

ruim qua geografische ‘actieradius’ daarbij gekeken wordt vergt een bestuurlijke afweging.

Zo’n integrale benadering is niet vanzelfsprekend in de huidige praktijk. Er bestaan immers in elke regio verschillende regionale adviesdiensten die deelaspecten van de advisering over veiligheids- en gezondheidseffecten in hun portefeuille hebben zoals de veiligheidsregio’s, de omgevingsdiensten en de GGD-en. Tot op heden adviseerden die alle los van elkaar en vooral over de mogelijke nieuwe risico’s maar namen daarin het verdwijnen van bestaande risico’s niet mee. Door een nieuwe activiteit, bijvoorbeeld waterstofproductie met groene elektriciteit, ontstaat er een nieuw, klein maar volgens de gangbare Nederlandse normen aanvaardbaar nieuw lokaal risico (een brand- en explosierisico) maar vervalt tegelijkertijd veelal ook een bestaand groter risico in hetzelfde gebied (brand- en explosierisico door aardgas en koolmonoxidevergiftiging). Bestuurders kunnen nu door de verschillende adviseurs tezamen het risicomengpaneel laten invullen zodat de gewenste integrale afweging mogelijk wordt gemaakt.

Een andere mogelijkheid die het risicomengpaneel kan bieden is om bestuurders zicht te geven op het geheel aan risico’s binnen een gebied. Het geheel aan risico’s binnen een gebied duiden wij als ‘het gebiedsrisico’. Er zullen in veel gebieden meerdere activiteiten rond de energietransitie worden opgestart. Stuk voor stuk moeten die voldoen aan de veiligheidsnorm, en zoals gezegd staan er doorgaans ook risico’s tegenover die juist gaan verdwijnen. Zoals gesteld in de consultatieversie van de interdepartementale uitgangspunten voor omgaan met risico’s van de energietransitie: als tijdens of na de energietransitie plaatselijk een problematische samenloop van risico’s ontstaat, dan helpt het rijk bij het zoeken naar mogelijkheden om zo’n situatie te verlichten.⁴ Lokale overheden zouden ook zelf naar zulke mogelijkheden kunnen zoeken, en daarbij kan het risicomengpaneel behulpzaam zijn. Mogelijkheden kunnen enerzijds bestaan uit het verder reduceren van de risico’s van de nieuwe activiteiten, voor zover dat op een proportionele manier mogelijk is. Een andere manier om het gebiedsrisico te verminderen is om maatregelen te nemen die andere risico’s binnen hetzelfde gebied reduceren. Het desbetreffende gebied zou bijvoorbeeld voorrang kunnen krijgen bij de planning van maatregelen die de verkeersveiligheid verhogen. Een aantal denkbare risico-reducerende maatregelen op andere vlakken dan de energietransitie hebben we in dit mengpaneel uitgewerkt. We verwijzen hiervoor naar paragraaf 3.3 van dit document.

Maar bestuurders let op: zoals bij alle ontwikkelingen waarbij aan de wettelijke normen wordt voldaan is het openbaar bestuur zeker niet verplicht om zulke maatregelen te nemen. De Raad van State schrift daarover in haar jaarverslag over 2022: ‘Overheidskeuzes zullen en kunnen nooit iedereen tevredenstellen. Er zullen altijd situaties blijven bestaan die als individueel onrecht worden ervaren en die de overheid niet kan herstellen of verhelpen. Dat betekent echter nog niet dat zulke op zichzelf te begrijpen

⁴ Verantwoord omgaan met veiligheid en gezondheid in een voortvarende energietransitie. Uitgangspunten voor beleid, vergunningverlening, communicatie en toezicht. De definitieve versie wordt eind 2023 verwacht.

gevoelens altijd moeten leiden tot onverplichte tegemoetkomingen of ‘compensaties’. Ook dat schept immers verwachtingen en is op de lange duur niet vol te houden.’⁵ Het concept van gebiedsrisico kan echter een rol spelen in de gewenste en onvermijdelijke discussie met de omgeving van een nieuwe activiteit.

1.3 Wat is het risicomengpaneel (niet)?

Het risicomengpaneel biedt de bestuurder de mogelijkheid om in één oogopslag te zien of er iets verandert in het gebiedsrisico. Deze informatie is een ingrediënt voor de lokale besluitvorming door alle relevante aspecten af te wegen in lijn met de nieuwe Omgevingswet. Het geeft bestuurders dus een handvat om een *integrale veiligheidsafweging* te maken voor ontwikkelingen rond de energietransitie.

De laatste zin bevat twee belangrijke nuances: 1) het is een integrale veiligheidsafweging en 2) er is alleen gekeken naar de effecten van ontwikkelingen rond de energietransitie. Deze nuances zullen we hieronder duiden.

Een integrale veiligheidsafweging is nog geen integrale afweging

Geen doel van het onderzoek was om een instrument te maken waarmee bestuurders een integrale afweging kunnen maken en waardoor er een ‘hapklaar’ besluit ligt. Het risicomengpaneel focust zich alleen op de veiligheids- en gezondheidseffecten van een ontwikkeling op haar inwoners.

Geen misverstand, zelfs integrale veiligheid is maar een van de maatschappelijke belangen die een bestuurder moet afwegen bij zijn keuzen voor activiteiten met duurzame energie. Dat de energietransitie voortvarend aangepakt moet worden is duidelijk, maar dat moet in een goed evenwicht met randvoorwaarden zoals energiezekerheid, ruimtelijke inpasbaarheid, betaalbaarheid, effectieve procedures en natuurlijk veiligheid en gezondheid.

Daarmee is het risicomengpaneel een belangrijk hulpmiddel voor bestuurders bij besluitvorming (en voor de communicatie naar de samenleving) maar geen vervanging voor bestuurlijk nadenken.

Vergelijk met een eerdere studie van Royal Haskoning DHV

Al in 2014 heeft Royal Haskoning DHV een poging i.o.v. het ministerie van BZK gedaan om verschillende risico's die activiteiten in een gemeente met zich meebrengen in perspectief te plaatsen.⁶ Het rapport was mede inspiratie voor dit risicomengpaneel maar het heeft een aantal andere uitgangspunten dan het risicomengpaneel:

- In de studie worden verschillende (nieuwe) risicobronnen kwantitatief met elkaar vergeleken zodat bestuurders een gevoel krijgen over de relatieve omvang van een nieuw risico in vergelijking met bestaande risico's. Het rapport gaat echter niet in op de risico's

⁵ Raad van State (2023). Jaarverslag 2022. Pagina 11.

⁶ Royal HaskoningDHV (2014) *Risico's in perspectief*. Ministerie van BZK.

van de energietransitie en het rapport presenteert geen 'balans' als een nieuw risico zou leiden tot het verdwijnen van een bestaand risico.

- In de studie de voor- en nadelen van de risicobronnen kwalitatief gepresenteerd in termen van 'stadsopbrengst'.
- In de studie wordt de opbrengst van beheersmaatregelen gekwantificeerd in euro's per vermeden verloren levensjaar.

Een instrument dat zowel een integrale veiligheidsafweging mogelijk maakt én een (kwantitatieve) vergelijking maakt met andere (stads)opbrengsten bestaat nog niet.

Nadrukkelijk ook geen onderdeel van het risicomengpaneel is een maatschappelijke kosten-batenanalyse. Of de kosten de baten dekken, zal een afweging zijn die de bestuurder zelf moet maken.

Alleen de directe veiligheids- en gezondheidsgevolgen

In het risicomengpaneel zijn de directe veiligheids- en gezondheidseffecten meegenomen. Bijvoorbeeld: een windturbine brengt, ondanks dat er aan de normen voor veiligheid en gezondheid voldaan wordt, *direct* een lokaal fysiek risico met zich mee. Daarnaast leidt die windturbine ook *direct* tot minder luchtverontreiniging (dat een significant effect heeft op de gezondheid van Nederlanders) doordat er minder fossiele energie gebruikt wordt.

Indirecte veiligheids- en gezondheidsaspecten zijn niet in het risicomengpaneel meegenomen. Deze nuance is om twee redenen van belang. Allereerst zijn de effecten van klimaatverandering zelf niet meegenomen in het risicomengpaneel. Wat bijvoorbeeld de zeespiegelstijging en extremere weersomstandigheden betekenen voor de (kwantitatieve) veilig en gezondheid van (lokale) inwoners is, voor bestuurders die het risicomengpaneel gebruiken, nog steeds onbekend.

Daarnaast is het meest belangrijke (indirecte) gezondheidseffect in Nederland niet meegenomen in het risicomengpaneel: de hoogte van het inkomen c.q. het hebben van werk. Voor de beroepsbevolking geldt dat de (gezonde) levensverwachting sterk afhankelijk is van het inkomen.⁷ Belangrijk is dus om te onthouden dat de energietransitie kan zorgen voor meer (tijdelijk, lokale) werkgelegenheid door bijvoorbeeld de bouw en onderhoud van windturbines en zonnepanelen maar mogelijk ook voor minder (structurele, nationale) werkgelegenheid door bijvoorbeeld het uitfasen van grijze energiefabrieken.

Het geeft de bestuurder wel een handvat voor om het gesprek aan te gaan

Het instrument geeft de bestuurder naast inzicht ook handvatten om het gesprek aan te gaan met de samenleving over de risico's van initiatieven op het gebied van de energietransitie en de context daarvan. Zoals opgemerkt in de eerdergenoemde *Uitgangspunten voor omgaan met risico's van de energietransitie* van het ministerie van

⁷ CBS (2023). Gezonde levensverwachting; inkomen en welvaart. Geraadpleegd op 21 februari 2023 via <https://opendata.cbs.nl>.

EZK wordt bij beleidsmatige en bestuurlijke afwegingen over de toelaatbaarheid van een risico rekening gehouden met de context van het risico. Die context bestaat onder meer uit de bijdrage die de activiteit levert aan verduurzaming van de energievoorziening en afremming van klimaatverandering, de mate waarin daardoor risico's van fossiele technieken zullen afnemen, de omvang van het restrisico van de activiteit vergeleken met andere bekende risico's zoals het verdwijnende risico van equivalente fossiele energie.

Veel van die factoren kunnen alleen op kwalitatieve manier worden geduid. Maar sommige kunnen met behulp van het risicomengpaneel ook kwantitatief worden gemaakt. Dat geldt in de eerste plaats, zoals we zagen, voor het verdwijnende fossiele risico. Het geldt daarnaast voor de vergelijking met andere bekende risico's op andere terreinen dan energie.

Zo biedt het risicomengpaneel bestuurders de mogelijkheid om vanuit breder perspectief met de inwoners in gesprek te gaan over de gevolgen van een initiatief ten behoeve van de energietransitie. Het gesprek kan in de eerste plaats gaan over de omvang van het restrisico in relatie tot de omvang van het verdwijnende fossiele risico. In de tweede plaats kan het gaan over de omvang van het gebiedsrisico, vergeleken met andersoortige lokale risico's. Hierdoor kan met behulp van het risicomengpaneel de bredere context worden geschetst waarbinnen het bestuur zijn afwegingen maakt.

1.4 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 geven wij op een beknopte wijze weer hoe wij tot het risicomengpaneel zijn gekomen en op welke wijze wij de oude en nieuwe veiligheidsrisico's vergelijken.

Vervolgens passen wij in hoofdstuk 3 het risicomengpaneel toe op drie casus en beschrijven op welke manier het risicomengpaneel in theorie bruikbaar is. De uitwerkingen van deze casus is in bijlage 1 te vinden.

De rapportage wordt afgesloten in hoofdstuk 4 waarin we tot conclusies komen over de bruikbaarheid en inzetbaarheid van het instrument.

1.5 Woord van dank

Het technisch achtergronddocument van het risicomengpaneel is gereviewd op volledigheid en methodologische correctheid door medewerkers van het RIVM. De opmerkingen en aanvullingen van het RIVM waren zeer waardevol en zijn verwerkt in het risicomengpaneel. De review heeft bijgedragen aan een meer volledig en bruikbaar instrument. De werkgroep BOVEN bedankt daarom de reviewers bij het RIVM.

Daarnaast dankt de werkgroep BOVEN de betrokken medewerkers van het ministerie van EZK (Directie Strategie Energiesysteem) voor haar kritische blik op het rapport en

haar aanvullingen. Mede door de inspanningen van deze medewerkers is de verbinding tussen het risicomengpaneel en de (interdepartementale) uitgangspunten voor een veilige en voortvarende energietransitie gemaakt waardoor het instrument aansluit op het Rijksbeleid en toegepast kan worden.

2. Een semi-technisch instapje: hoe werkt het risicomengpaneel?

2.1 De definitie van integrale veiligheid

De maatlat voor (een toename van) integrale veiligheid die wij in dit onderzoek hante- ren is het *verloren gezonde levensjaar* (in het Engels *disability adjusted life year* ofwel DALY). Dit is een internationaal gebruikelijke maatstaf in kosten-batenberekeningen in bijvoorbeeld de gezondheidszorg of de verkeersveiligheid. De meerwaarde van het ge- bruik van het concept ‘verloren gezonde levensjaren’ is dat er niet alleen gekeken wordt naar acute sterfgevallen maar ook naar de impact op de kwaliteit van leven. In bijlage 3 geven we een uitgebreidere uitleg over het concept het *verloren gezonde le- vensjaar* zoals dat door de WHO is geïntroduceerd.

Een voorbeeldje

Het toevoegen van een risicobron en het daarmee gepaard gaande risico op calami- teiten kan leiden tot een verlies van gezonde levensjaren vanwege de kans op een explosie waardoor iemand direct overlijdt (externe veiligheidsrisico) en tegelijker- tijd leiden tot een winst van gezonde levensjaren omdat er structureel minder luchtverontreiniging is waardoor een aantal mensen een aantal jaar langer gezond zullen leven.

Door de ogenharen kijkend zien wij twee hoofdtypen risico's die kunnen ontstaan of verdwijnen bij een nieuw energietransitieproject:

- Een (direct) extern **veiligheidsrisico** doordat er een explosie, brand, etc. kan ont- staan waardoor omwonenden en/of passanten kunnen overlijden of gewond raken;
- Een (vertraagd) **gezondheidsrisico** door langdurige blootstelling waardoor er (op termijn) gezonde levensjaren verloren gaan. Voorbeelden hiervan zijn luchtveront- reiniging waardoor ademhalingsziekten kunnen ontstaan of omgevingsgeluid. Wetenschappelijk is aangetoond dat omgevingsgeluid kan leiden tot stress waar- door de kans op hart- en vaatziekten vergroot wordt maar ook dat dit kan leiden tot als ernstig ervaren hinder dat invloed heeft op de kwaliteit van leven.

Direct zichtbaar is dat een cruciale factor in de berekening het aantal omwonenden is: hoe meer mensen er blootgesteld worden aan een risicobron, hoe meer gezonde le- vensjaren er verloren gaan. Voor elke energietransitieproject zal daarom in het mengpaneel het aantal blootgestelde omwonenden moeten worden ingevuld door de gebruikers van het mengpaneel.

2.2 Kernuitgangspunten in de risicovergelijking

Wij hebben voor het risicomengpaneel een zevental 'spelregels' opgesteld. Deze spelregels sluiten aan bij het regulier Nederlands veiligheidsbeleid. Hieronder sommen we de meest belangrijke (niet technische) uitgangspunten kort op.⁸

- 1) Het moet een objectief en erkend veiligheids- en gezondheidsrisico zijn door de WHO en/of het RIVM. Een voorbeeld hiervan is (langdurige) geluidshinder. Elektromagnetische straling of laagfrequent geluid is dit bijvoorbeeld niet.
- 2) Het moet een veiligheids- of gezondheidsrisico zijn dat gekwantificeerd kan worden. Een voorbeeld hiervan zijn transportbewegingen. Slagschaduw is dit bijvoorbeeld niet want hoewel er blootstellingsnormen bestaan en slagschaduw tot hinder kan leiden, kan de mogelijke gezondheidsschade door slagschaduw (nog) niet gekwantificeerd worden.
- 3) In het risicomengpaneel kijken wij alleen naar het risico als de activiteit eenmaal begonnen is en expliciet niet naar de constructiefase. Net als in elk project zullen er ook tijdens de constructiefase (arbo-)veiligheidsrisico's zijn en zal er hinder door omwonenden worden ervaren. Bij het bouwen van een wooncomplex zou dit niet anders zijn. Wij zien het dus niet als een specifiek energietransitie-risico.

Het uitgangspunt van kwantificeerbaarheid betekent meteen dat het effect van klimaatverandering zelf niet is meegenomen: de veiligheidsrisico's die ontstaan door de zeespiegelstijging of een toe- of afname van regenval (en de daarmee samenhangende veiligheidsgevolgen) worden expliciet niet meegenomen in het risicomengpaneel. Deze horen wel thuis in de eerdergenoemde context.

2.3 Verschillende perspectieven voor bestuurders

In deze situatie maken we onderscheid tussen het individueel risico (dat voor sommige bewoners omhoog zal gaan aangezien er sprake is van een nieuwe activiteit) en het gebiedsrisico. Wij verstaan onder het maatschappelijk risico: het geheel aan toe- én afgenomen risico's binnen een gebied.

'Het gebied' moet in deze situatie gedefinieerd worden. Ten minste op vier niveaus (ofwel het gebied van beschouwing) kan er naar de veiligheid voor omwonenden gekeken worden:

- het lokale niveau (een afzonderlijke gemeente).
- het regionale of provinciale niveau (een RES regio of provincie).
- het nationale niveau.
- het 'nationale en buurlanden' niveau specifiek voor luchtverontreiniging die niet bij de grens ophoudt.

⁸ Meer in detail staan de uitgangspunten in de technische bijlage van het risicomengpaneel.

Dit onderscheid is van belang omdat een energietransitie-gerelateerde ontwikkeling een risico kan meebrengen voor direct omwonenden maar er tegelijkertijd toe kan leiden dat er elders (binnen en/of buiten de eigen gemeente) een ander risico kleiner wordt.

Wat betekent dit?

Het toevoegen van een 'groene' risicobron en het daarmee gepaard gaande risico op calamiteiten kan leiden tot een afname van gezonde levensjaren wegens extra externe veiligheidsrisico's in de (lokale) gemeente. De veiligheidswinst door een verminderde luchtverontreiniging is in de (lokale) gemeente beperkt. De verminderde luchtverontreiniging heeft op regionaal/provinciaal en landelijk niveau een veel groter effect, simpelweg omdat er meer blootgesteld zijn. Op regionaal/provinciaal of nationaal niveau kan de gezondheidswinst door verminderde luchtverontreiniging zelfs zo groot zijn, dat dit groter is dan het lokale risico op calamiteiten, zodat er op dat schaalniveau een positieve *veiligheids- en gezondheidsbalans* is en gebiedsrisico vanuit dat perspectief afneemt.

Merk op dat het risicomengpaneel er vanzelfsprekend vanuit gaat dat alle veiligheids- en gezondheidsrisico's aan de wettelijke normen voldoen. Voor veiligheidsrisico's zijn die in het algemeen in Nederland genormeerd door een eis aan het individueel risico. De eisen in Nederland zijn streng zodat de omwonenden voldoende beschermd worden en niet worden blootgesteld aan een onacceptabel veiligheidsrisico.

In lijn met de nieuwe Omgevingswet besteedt het mengpaneel verder geen aandacht aan het groepsrisico waarvoor bij externe veiligheid een 'oriënterende waarde' gold in plaats van 'harde normen'.

Veiligheidsnormen Nederland

In Nederland gelden verschillende richtlijnen voor veiligheidsbeleid. Sinds in 1989 de nota 'Omgaan met risico's'⁹ is verschenen, staat in het hele Nederlandse veiligheidsbeleid de normering van de kans op overlijden per jaar centraal, dit wordt het individueel risico genoemd. De nota stelde een norm voor van een overlijdenskans van eens per honderdduizend jaar (kortweg, een IR van 10^{-5}) per risicocompartiment. De keuze wat een risicocompartiment is, is een politieke, zo heeft de minister van EZK het risico van geïnduceerde aardbevingen (in Groningen) door zijn keuze voor de 10^{-5} risiconorm daarvoor tot één risicocompartiment verklaard. Binnen een risicocompartiment worden subrisico's dan op een overlijdenskans van eens per miljoen jaar genormeerd (10^{-6}). Een bekend voorbeeld hiervan is Besluit externe veiligheid inrichtingen (BEVI) normeert dat binnen het risicocompartiment industriële risico's de kans om als omwonende door explosie van een chemische fabriek om te komen kleiner is dan 10^{-6} .

⁹ Omgaan met risico's, Kamerstukken II 1988/89, 21 137, nr. 5.

3. Een integrale veiligheidsafweging: de bevindingen op basis van drie casus

3.1 Beschrijving van de drie casus

Om het instrument te testen zijn drie casus gebruikt: het plaatsen van windturbines, het ontwikkelen van een geothermielocatie en het bouwen van een waterstoftankstation. Het betreffen drie voorstellen voor projecten. In bijlage 1 worden de parameters besproken.

In dit hoofdstuk zal niet diep in worden gegaan op de risico's, normeringen en handelingsperspectieven voor bestuurders die bij deze drie ontwikkelingen (windturbines, geothermie en waterstof) horen. Hiervoor verwijzen wij in de eerste plaats naar de technische achtergrondrapportage. Daarnaast heeft het ministerie van EZK de risico's en handelingsperspectieven voor geothermie in kaart gebracht en een richtsnoer voor waterstofveiligheid ontwikkeld.¹⁰ Ook de werkgroep BOVEN heeft de risico's en handelingsperspectieven voor waterstof voor bestuurders in beeld gebracht.¹¹

Windpark

De eerste casus betreft het plaatsen van vier windturbines in een kleine gemeente (circa 25.000 inwoners). De windturbines worden geplaatst buiten de bebouwde kom. De meest belangrijke gegevens voor het risicomengpaneel zijn:

- Er worden vier windturbines geplaatst van 4,8 MW.
- Er zijn geen beperkt kwetsbare gebouwen binnen de PR10⁻⁶ veiligheidscontour.
- Er bevinden zich wel (snel)wegen binnen de PR10⁻⁶ veiligheidscontour.
- Er wonen mensen nabij de windturbines waardoor omgevingsgeluid ontstaat.

Geothermieproject

De tweede casus betreft een plan voor het ontwikkelen van een geothermie-installatie in een middelgrote gemeente (circa 65.000 inwoners). De geothermie-installatie wordt gepland in de bebouwde kom. De meest belangrijke gegevens voor het risicomengpaneel zijn:

- Er worden 3.000 woningen verwarmd met behulp van het project. Deze woningen zullen 'gasloos' worden.¹²
- Er zijn wel (beperkt) kwetsbare gebouwen c.q. woningen binnen de PR10⁻⁶- en PR10⁻⁷ veiligheidscontouren.

¹⁰ Zie Beleid voor verantwoord omgaan met fysieke risico's en onzekerheden bij geothermie, Kamerstuk 31 239, nr. 366 en Generiek richtsnoer waterstofveiligheid, eerste versie, 5 oktober 2022).

¹¹ Omgaan met waterstofrisico's. Een handreiking voor lokaal bestuurders, 2022.

¹² In het risicomengpaneel is vooralsnog alleen rekening met geothermie voor het verwarmen van huishoudens (die daardoor gasloos worden). Er is nog geen rekening gehouden met bedrijven die van warmte door geothermie worden voorzien. Het risicomengpaneel kan daarom nog niet worden toegepast op projecten waarbij (ook) bedrijfspanden worden verwarmd door geothermie.

Multifuel tankstation met waterstof

De derde casus betreft het bouwen van een waterstoftankstation bij een (al bestaand) tankstation. Bij het tankstation is ook een snellaadpaal. De ontwikkeling vindt plaats buiten de bebouwde kom in een middelgrote gemeente (circa 50.000 inwoners). De meest belangrijke gegevens voor het risicomengpaneel zijn:

- Naar verwachting zullen er respectievelijk 14 en 14 waterstoftankbeurten en laadbeurten per dag zijn.
- De waterstof wordt ter plekke geproduceerd middels een electrolyser.
- Er bevindt zich geen andere bebouwing binnen de PR10⁻⁶- en PR10⁻⁷ veiligheidscontouren. Er is wel een provinciale weg die binnen de veiligheidscontouren loopt.

3.2 Integrale veiligheidsafweging op de verschillende niveaus

De drie projecten die staan omschreven in paragraaf 3.1 en in bijlage 1, hebben wij verwerkt in het risicomengpaneel. In tabel 3.1 staan de resultaten voor de verschillende niveaus weergegeven. Daarnaast is in figuur 3.1 (op de volgende pagina) in een oogopslag te zien wat op lokaal en nationaal schaalniveau het effect is van de eerste casus op het gebiedsrisico.

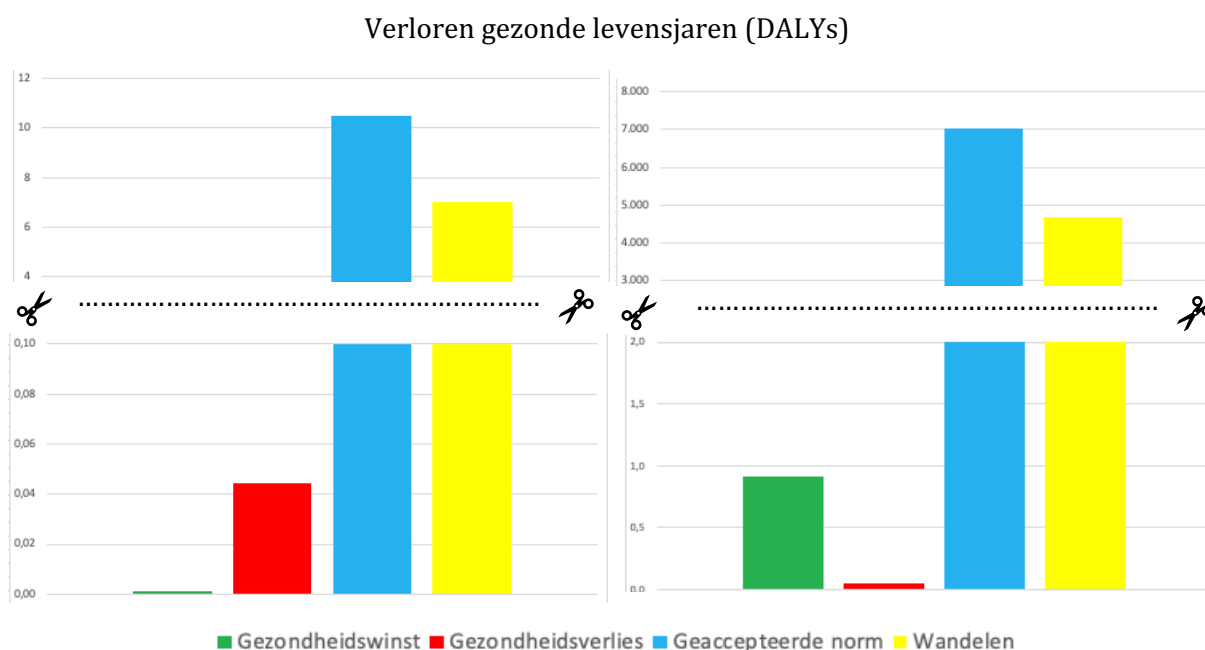
Schaalniveau	Windpark	Geothermieproject	Multifuel tankstation
Lokaal	+ 0,043 DALYs	- 0,108 DALYs	- 0,0009 DALYs
Provinciaal	- 0,064 DALYs	- 0,128 DALYs	- 0,040 DALYs
Nationaal	- 0,863 DALYs	- 0,377 DALYs	- 0,190 DALYs
Nationaal en buurlanden	- 1,68 DALYs	- 0,620 DALYs	- 0,219 DALYs

Tabel 3.1: Het totaal van gezondheidseffecten op verschillende schaalniveaus. Een plusje (+) staat voor een gezondheidsverlies (immers meer ‘verloren gezonde levensjaren’) en een minnetje (-) staat voor een gezondheidswinst (immers minder ‘verloren gezonde levensjaren’).

Wij hebben in alle drie de casus het aantal toegenomen verloren gezonde levensjaren door het toevoegen van een nieuwe risicobron en het aantal vermeden verloren gezonde levensjaren door het wegvallen of verminderen van een bestaande risicobron berekend. Vervolgens hebben wij het toegenomen verloren aantal gezonde levensjaren (door de nieuwe risicobron) verminderd met aantal vermeden verloren gezonde levensjaren (door het wegvallen van een risicobron).

Benadrukt moet worden dat dit alleen de directe veiligheids- en gezondheidsgevolgen zijn van de energietransitie projecten en dat het lange termijneffect dat de klimaatverandering veroorzaakt niet is meegenomen in het mengpaneel (zie hiervoor ook paragraaf 2.2 van deze handreiking).

Het risicomengpaneel geeft, naast een kwantitatieve opbrengst in DALYs (verloren gezonde levensjaren), ook in grafiekvorm weer wat het aantal verloren en niet-verloren (en dus ‘vermeden’) gezonde levensjaren zijn en vergelijkt dit met het aantal gezonde verloren levensjaren a.d.h.v. het *geaccepteerde risiconiveau*¹³ en het *voetgangersrisico*.¹⁴ De resultaten van de eerste casus (de casus windpark) hebben wij de grafiek weergegeven in figuur 3.1. Voor de overige casus zijn de resultaten en grafieken te vinden in bijlage 1.



Figuur 3.1: Gezondheidseffecten in grafiekvorm voor de casus windpark op lokaal - (links) en nationaal schaalniveau(rechts).¹⁵

Een snelle blik op de grafieken laat zien dat de gezondheidseffecten door het toevoegen en wegvallen van een risicobron marginaal zijn. Op lokaal niveau (links in figuur 3.1) is het *gezondheidsverlies* door het toevoegen van de risicobron 250 keer kleiner dan de norm voor veiligheid in Nederland en 150 keer kleiner dan het voetgangersrisico. Op nationaal niveau (rechts in figuur 3.1) is de *gezondheidswinst* 7.000 keer kleiner dan de

¹³ Wij hebben het aantal verloren gezonde levensjaren gespiegeld aan het geaccepteerde risico van 10^{-5} per jaar (zie ook het intermezzo in paragraaf 2.3). Het ‘geaccepteerd’ aantal verloren gezonde levensjaren voor omgevingsveiligheid is berekend door de risiconorm 10^{-5} te vermenigvuldigen met 40 (de gemiddelde resterende levensverwachting) en te vermenigvuldigen met het aantal inwoners in de gemeente, regio, provincie of Nederland. Merk op dat voor sommige *deelrisico's* zoals bij windturbines dat van het afbreken van een blad een specifieke wettelijke norm (van 10^{-6}) bestaat.

¹⁴ Dit is het aantal gezonde levensjaren die verloren gaan door verkeersincidenten onder alle voetgangers zonder dat er gedifferentieerd is naar locatie of het aantal uur dat iemand wandelt. In de technische bijlage staat uitgelegd hoe we tot dit aantal gekomen zijn.

¹⁵ Het knippen van de grafiek is geen functie in het risicomengpaneel. Dit hebben wij nu zelf ter illustratie gedaan in deze rapportage aangezien het gezondheidsverlies en de gezondheidswinst door de risicobron anders weg zouden vallen vanwege het relatief kleine aantal gezonde levensjaren. Een mogelijkheid in het risicomengpaneel is wel om deze vergelijking uit te schakelen zodat alleen de gezondheidseffecten door het toevoegen van de risicobron in beeld worden gebracht.

norm voor veiligheid in Nederland en 4.500 keer kleiner dan het aantal verloren gezonde levensjaren door het voetangersrisico.

Op basis van de drie casus kunnen wij op hoofdlijnen drie conclusies trekken over het risicomengpaneel:

Een eerste conclusie moet zijn dat het mogelijk is om met het risicomengpaneel een integrale veiligheidsafweging te maken. Het instrument geeft op verschillende schaalniveaus weer wat de gevolgen voor het gebiedsrisico door het ontwikkelen van een project zijn. Verschillende gezondheidseffecten kunnen worden afgewogen.

Een tweede conclusie is dat *veiligheidseffecten* nauwelijks een rol spelen binnen een integrale veiligheids- en gezondheidsafweging. In Nederland gelden strenge normen voor fysieke c.q. externe omgevingsveiligheid. Zo mogen er geen mensen wonen binnen de PR10⁻⁵ veiligheidscontour en beperkt binnen de PR10⁻⁶ veiligheidscontour. *Gezondheidseffecten* als luchtverontreiniging en geluidsbelasting spelen een (veel) grotere rol.

Een derde conclusie is dat het aantal vermeden én verloren gezonde levensjaren relatief gering is vergeleken met het aantal slachtoffers onder voetgangers in het verkeer en het algemeen geaccepteerd veiligheidsniveau voor reguliere omgevingsveiligheid, zoals het overlijdensrisico door overstroming of het omkomen door een aardbeving in Groningen.

Daarnaast kunnen we op basis van de individuele casus een aantal conclusies trekken over de verschillende ontwikkelingen die zijn uitgewerkt in het risicomengpaneel.

Elektriciteitsontwikkelingen

Bij elektriciteitsontwikkelingen geldt dat er lokaal een nieuwe risicobron wordt toegevoegd terwijl er (meestal) lokaal geen oude risicobron verdwijnt. Het aandeel in gezonde levensjaren door een vermindering van luchtverontreiniging is op het lokale niveau beperkt, grofweg 1/17.500.000 deel van de nationale opbrengst.¹⁶ Hierdoor zal een lokale integrale veiligheidsafweging vaak zorgen voor een groter gebiedsrisico.

Wij hebben het risicomengpaneel toegepast op het windturbinerisico. Hetzelfde is echter te zien bij het bouwen van een biomassa-installatie: ook hier komt er lokaal een veiligheidsrisico bij terwijl er vaak geen direct veiligheidsrisico wegvalt. Ook een biomassacentrale zal dus lokaal zorgen voor een groter gebiedsrisico maar nationaal juist weer leiden tot een afname van het gebiedsrisico door het grote effect van luchtverontreiniging op dat schaalniveau.

Dit fenomeen is niet te zien bij het plaatsen van zonnepanelen. Wij hebben dit veiligheidsrisico als verwaarloosbaar beschouwd in het risicomengpaneel, overigens in lijn

¹⁶ Nederland heeft circa 17,5 miljoen inwoners in 2023.

met het RIVM.¹⁷ Hierdoor is er bij het plaatsen van zonnepanelen alleen een veiligheids- en gezondheidswinst door een verminderde luchtverontreiniging. Op basis van het risicomeningpaneel kunnen we inschatten dat de gezondheidswinst per inwoner (dus zowel nationaal als lokaal) bij zonnepanelen met een totaal vermogen van 1 MW ongeveer $1 \cdot 10^{-9}$ per jaar is. Let op: het is nog steeds mogelijk dat het risico voor de individuele bewoner of eigenaar iets groter wordt (aangezien een 'kleiner dan 10^{-8} risico' groter kan zijn dan 'ongeveer 10^{-9} vermeden gezonde levensjaren'), maar vanuit lokaal perspectief zou de gezondheidswinst nog steeds altijd groter zijn aangezien zelfs kleinere gemeenten in de regel meer dan 10.000 inwoners hebben.

Warmteontwikkelingen

De illustratiecasus laat zien dat warmteontwikkelingen *altijd* zullen leiden tot afname van het gebiedsrisico, zowel op lokaal als nationaal niveau. Dit heeft de simpele verklaring dat het veiligheidsrisico van aardgas groter is dan het restrisico van geothermie of waterstof in woningen.

Bij warmteontwikkelingen zien we op hoofdlijnen vier risico's: 1) een veiligheidsrisico door de aanwezigheid van een geothermie-installatie, 2) een gezondheidsrisico door luchtverontreiniging door meerverbruik elektriciteit, 3) een gezondheidsrisico door luchtverontreiniging door verbranding waterstof en 4) een veiligheidsrisico door een explosie door waterstof.

Bij het gebruik van aardgas voor de verwarming van woningen zien we op hoofdlijnen drie risico's: 1) een gezondheidsrisico door luchtverontreiniging door verbranding aardgas, 2) een veiligheidsrisico door een explosie door aardgas en 3) een veiligheidsrisico door koolstofmonoxidevergiftiging. De eerste twee risico's, luchtverontreiniging door verbranding aardgas en explosie door aardgas, zullen ongeveer hetzelfde zijn als bij het gebruik van waterstof in woningen. Maar juist het laatste 'oude' risico, koolstofmonoxidevergiftiging, blijkt relatief groot te zijn: de kans op overlijden door koolstofmonoxidevergiftiging is ongeveer $3 \cdot 10^{-7}$ per persoon per jaar. Ter vergelijking: de kans om te overlijden door een explosie van aardgas (of dus waterstof) is ongeveer $4 \cdot 10^{-8}$ per persoon per jaar en dus zo'n 7,5 maal lager. De individuele kans op overlijden door de aanwezigheid van een (beperkt) kwetsbaar gebouw binnen de PR 10^{-6} contour is ongeveer $2 \cdot 10^{-7}$ per persoon per jaar en dus ook lager.

Daarnaast geldt dat luchtverontreiniging ook bij dergelijke ontwikkelingen vanuit 'boven-lokaal' perspectief een relatief grote rol speelt. Specifiek voor geothermie geldt dat, m.u.v. een beetje extra luchtverontreiniging door meerverbruik van elektriciteit, de luchtverontreiniging zeer beperkt is.

¹⁷ Gooijer, L. & Mennen, M.G. (2021). Klimaatakkoord: effecten van nieuwe energiebronnen op gezondheid en veiligheid in Nederland. RIVM. Wij zien verwaarloosbaar als een individueel risico dat kleiner waarbij de kans op overlijden kleiner is dan 10^{-8} per jaar.

In het risicomengpaneel zijn de ontwikkelingen als zonneboilers, stadsverwarming of warmtepompen nog niet meegenomen. Naar verwachting zullen deze ontwikkelingen, door het relatief hoge risico van aardgas in woningen, ook zorgen voor een afgenomen gebiedsrisico ten opzichte van de bestaande situatie.

Energieopslagsystemen

Ook bij de casus energieopslagsystemen zien wij dat de ontwikkeling leidt tot meer veiligheid: zowel op lokaal als nationaal schaalniveau is er een veiligheids- en gezondheidswinst c.q. afgenomen gebiedsrisico. Ook hier de simpele verklaring: bij lokaal produceren van waterstof zijn de veiligheidscontouren relatief klein en is er geen transportrisico waardoor het 'benzineauto-*risico*' veel groter is.

De twee meest belangrijke parameters bij een multifuel tankstation met waterstof zijn dus vooral 1) het aantal gebruikers en 2) de locatie waar de waterstof geproduceerd wordt.

Het aantal gebruikers is van belang omdat we de gezondheidswinst relateren aan het aantal vermeden benzineautokilometers. Benzineautokilometers zorgen voor meer verloren gezonde levensjaren, door o.a. meer omgevingsgeluid en luchtverontreiniging, dan kilometers gemaakt door waterstofauto's of elektrische auto's. Overigens betekent dit ook dat een tankstation het waterstofrestrisico kan mitigeren als er veel elektrische auto's gebruik maken van het tankstation. De veiligheids- en gezondheidseffecten van elektrische auto's zijn immers (nog) kleiner dan die van waterstofauto's.

De productielocatie van de waterstof is van belang aangezien dit van invloed is op de grootte van de PR-veiligheidscontouren én resulteert in meer (lokale) transportbewegingen (dit laatste is bij transport door het leidingnet natuurlijk niet van toepassing, dan zal het risico vergelijkbaar zijn met het transport van (aard)gas). Het transportrisico van waterstof is relatief groot omdat er, vergeleken benzine voor benzineauto's, relatief weinig brandstof per trailer of tankwagen vervoerd kan worden. Per waterstof-tankbeurt van een auto is er bijvoorbeeld 0,005 tankwagen nodig of 0,017 trailer, terwijl dit voor een benzineauto slechts 0,001 tankwagen is. Wanneer de waterstof ter plekke geproduceerd wordt middels een electrolyzer, zijn de veiligheidscontouren kleiner en worden er geen transportkilometers gemaakt.

Het risico van buurtbatterijen is, zoals nu is ingeschat in het risicomengpaneel, verwaarloosbaar. Dit betekent dat buurtbatterijen volgens het risicomengpaneel alleen een veiligheids- en gezondheidswinst hebben en daarmee zorgen voor een afname van het gebiedsrisico. Hiervoor geldt hetzelfde als bij zonnepanelen: het individuele risico kan wel iets toenemen maar dit zal niet meer zijn dan de veiligheids- en gezondheidswinst die de ontwikkeling oplevert door een vermindering van luchtverontreiniging door het gebruik van fossiele energie.

3.3 Het verkleinen van het gebiedsrisico

Het doel van het risicomengpaneel is om een integraal veiligheidsbeeld van de effecten van de energietransitie gerelateerde projecten te verkrijgen. Zoals in de vorige paragraaf is beschouwd, leiden de meeste ontwikkelingen tot een afname van het gebiedsrisico, zelfs op lokaal niveau.

Specifiek voor elektriciteitsontwikkelingen (windturbines en biomassa) en waterstof-tankstations waarbij waterstof niet ter plekke wordt geproduceerd, kan wel het voorkomen dat het gebiedsrisico lokaal iets toeneemt door een project. Andere (infra-structurele) ontwikkelingen hebben echter ook invloed op het gebiedsrisico, denk aan:

- Door verkeersmaatregelen te treffen kan omgevingsgeluid worden verminderd en/of de verkeersveiligheid worden verbeterd.
- Door zonnepanelen te installeren, al dan niet in combinatie met een buurtbatterij, is er minder fossiele energie en dus luchtverontreiniging nodig.
- En specifiek voor projecten met windturbines: het isoleren van woningen beperkt het (gepercipieerde) omgevingsgeluid.

Dergelijke maatregelen kunnen worden meegenomen in de analyse van de toe- of afname van het gebiedsrisico. Vier maatregelen zijn toegepast op de eerste casus waarbij we hebben gekeken naar het effect op het gebiedsrisico door het plaatsen van windturbines:

- Het aanleggen van geluidreducerend wegdek in het centrum om omgevingsgeluid van verkeer te verminderen.
- Het aanleggen van een rotonde in plaats van een geregeld kruispunt om de verkeersveiligheid te verminderen.
- Het isoleren van woningen met meer dan 35 dB_{Lden} op de gevel om het gepercipieerde omgevingsgeluid te verminderen en de woningen te verduurzamen.
- Het plaatsen van zonnepanelen op woningen met meer dan 35 dB_{Lden} op de gevel om woningen te verduurzamen.

Merk op dat het gebiedsrisico in ieder geval bij de laatste twee actief (en mogelijk bewust) kan worden verkleind door een zekere vorm van 'compensatie'. We merken nogmaals en nadrukkelijk op dat dit geen verplichting voor het openbaar bestuur is aangezien er al aan de gangbare veiligheidsnormen is voldaan. Slechts omdat het zo'n mooi voorbeeld is: in Anna Jacobapolder werden er op naastliggende woningen door de initiatiefnemer van een windturbinepark zonnepanelen geïnstalleerd waardoor de weerstand verminderde.¹⁸ Deze 'maatregel' van de initiatiefnemer heeft ook invloed op het gebiedsrisico.

In bijlage 1 hebben we de maatregelen en uitwerkingen meer in detail weergegeven. Het startuitgangspunt is dat er per jaar zonder mitigerende maatregelen 0,043 gezonde

¹⁸ PZC (2018). Anna Jacobapolder wordt in rap tempo vol gelegd met zonnepanelen. Geraadpleegd op 13 juni 2023 via <https://www.pzc.nl/>.

levensjaren verloren gaan door het plaatsen van windturbines. In tabel 3.2 staan de maatregelen en resultaten opgesomd.

De uitwerking laat zien dat het (al dan niet actief) verkleinen van het gebiedsrisico wel mogelijk is door andere maatregelen te treffen, zoals maatregelen rond geluid en verkeer, maar dat het moeilijk is om de lokaal nadelige veiligheids- en gezondheidseffecten volledig te mitigeren met een andere maatregel die (wel) gerelateerd is aan de energietransitie. Door het plaatsen van zonnepanelen zal lokaal de veiligheid niet aanzienlijk worden verbeterd. Ook het isoleren van woningen heeft 'slechts' effect op een risico-compartment (geluid) en niet op het (minimale) kleine externe veiligheidsrisico.

Maatregel	Effect maatregel	Resultaat totaal
Het aanleggen van geluidreducerend wegdek in het centrum	- 0,864 DALYs	- 0,821 DALYs
Het aanleggen van een rotonde in plaats van een geregeld kruispunt	- 1,23 DALYs	- 1,19 DALYs
Het isoleren van de woningen met meer dan 35 dB _{Lden} op de gevel	- 0,042 DALYs	+ 0,001 DALYs
Het plaatsen van zonnepanelen op huizen met meer dan 35 dB _{Lden} op de gevel	- 10 ⁻⁵ DALYs	+ 0,043 DALYs

Tabel 3.2: Gezondheidseffecten van mitigatiemechanismes toegepast op het lokale niveau bij illustratiecasus windturbines. Een plusje (+) staat voor een gezondheidsverlies (immers meer 'verloren gezonde levensjaren') en een minnetje (-) staat voor een gezondheidswinst (immers minder 'verloren gezonde levensjaren').

4. Het geheel overziend

4.1 Wat is het risicomengpaneel?

De energietransitie is urgent. Om aan de in het Klimaatakkoord gestelde doelstellingen te kunnen voldoen, zal Nederland in de komende decennia over moeten gaan van het opwekken van energie door fossiele brandstoffen naar duurzame en hernieuwbare energie. Een groot deel van de ontwikkelingen zal op lokaal of regionaal niveau moeten worden gerealiseerd.

Dit betekent dat het lokaal en provinciaal openbaar bestuur **nu** een veelheid aan beslissingen moeten nemen over energietransitieprojecten. Over al die projecten komen van diverse zijden dan adviezen binnen over (ook) de veiligheids- en gezondheidsrisico's van die nieuwe projecten. Vaak zijn die adviezen gebaseerd op een risicobenadering (kans x effect) maar soms alleen op een worstcasebenadering. Die adviezen komen vervolgens veelal gefragmenteerd op het bestuurlijke niveau aan. Het ontbreekt daarmee nu nog aan een handvat voor het openbaar bestuur om de verschillende soorten risico's op een uniforme wijze inzichtelijk gepresenteerd te krijgen en vooral om de nieuwe risico's op een kwantitatieve manier te vergelijken met de 'oude' risico's die verminderen of verdwijnen door de energietransitie.

Het risicomengpaneel voor de energietransitie biedt die mogelijkheid nu wel. In een oogopslag kan iedereen zien wat het effect van een (voorgesteld) project is op het geheel aan risico's in een gebied, oftewel 'het gebiedsrisico'. Het risicomengpaneel laat zien wat de veiligheidskosten en veiligheidsopbrengsten zijn uitgedrukt in de uniforme internationaal gebruikelijke maatstaf van verloren en gewonnen gezonde levensjaren.

4.2 Wat is de uitkomst van het risicomengpaneel?

Het risicomengpaneel geeft bestuurders een integraal overzicht van de veiligheids- en gezondheidsrisico's van een aan de energietransitie gerelateerd project of initiatief: zowel de veiligheidskosten als veiligheidsbaten worden weergegeven waardoor een integrale vergelijking kan gemaakt worden.

In deze rapportage staan enkele concrete casus uitgewerkt. Op basis van deze drie casus kunnen drie voorlopige inzichten worden gehaald:

- Een energietransitie-project zorgt voor een veiligheids- en gezondheidswinst wanneer het vanuit breder (provinciaal, nationaal of nationaal en buurlanden) perspectief wordt bekeken. In sommige gevallen kan lokaal (in de eigen gemeente) het integrale risico toenemen.

- De grootste risicobronnen zijn (langdurige) blootstelling aan luchtverontreiniging, omgevingsgeluid en verkeersveiligheid. Fysieke veiligheidsrisico's (m.u.v. verkeer) zijn relatief klein doordat aan de reguliere normen voor omgevingsveiligheid moet worden voldaan die staan opgenomen in bijvoorbeeld het Besluit externe veiligheid inrichtingen (BEVI).
- Het effect van de (nieuwe en oude) veiligheids- en gezondheidsrisico's van dergelijke projecten op het gebiedsrisico zijn relatief klein vergeleken andere geaccepteerde risicobronnen en zijn praktisch verwaarloosbaar in vergelijking met bijvoorbeeld het verkeersrisico voor voetgangers.

Geen misverstand: wanneer het integrale (gebieds)risico lokaal toeneemt, is de toename wettelijk gezien een 'geaccepteerd' restrisico. Ook voor activiteiten in de energietransitie geldt immers dat deze moeten voldoen aan de wettelijke normen voor veiligheid en gezondheid die gelden in Nederland.

4.3 Op welke manier is het risicomengpaneel in te zetten?

Het risicomengpaneel biedt een zo volledig mogelijk integraal veiligheidsbeeld over de veiligheids- en gezondheidsrisico's van een activiteit ten behoeve van de energietransitie. Het instrument laat zien wat de *veiligheidskosten* en *veiligheidsopbrengsten* zijn in verloren en vermeden gezonde levensjaren. Opgemerkt moet worden dat het risicomengpaneel geen vervanging is voor bestuurlijk nadenken: het instrument biedt alleen een risicovergelijking maar neemt andere aspecten voor een integrale afweging, zoals leefbaarheid, kosten en de noodzakelijkheid van de energietransitie zelf, niet mee in haar beeld. Het risicomengpaneel is daarmee nadrukkelijk onderdeel van een breder besluitvormingsproces.

Daarnaast laat het instrument ook zien wat het effect is van de ontwikkeling(en) en eventuele maatregelen op het gebiedsrisico. Mochten er ook andere ontwikkelingen in een gebied zijn voor de energietransitie en/of plannen voor het aanpakken van omgevingsgeluid of verkeersveiligheid, dan zal dit meegenomen kunnen worden in het instrument om zo een volledig beeld te krijgen van de toe- of afname van het geheel aan risico's in een gebied (het gebiedsrisico).

De meerwaarde volgens de bestuurders die zijn verenigd in de werkgroep BOVEN is dat het instrument de mogelijkheid geeft om inhoudelijk over veiligheid en gezondheid in gesprek te gaan met omwonenden en andere actoren. Het risicomengpaneel 'ontkent' het risico immers niet, maar plaatst het wel in het juiste (veiligheids)perspectief.

Het risicomengpaneel biedt bestuurders twee mogelijke handvatten om in gesprek te gaan met omwonenden:

- Het biedt inzicht in de mate van toe- of afname van veiligheids- en gezondheidsrisico's. Hierdoor kan vaak worden beargumenteerd dat het zorgt voor een veiligheidswinst, in ieder geval op systeemniveau.

- Het laat omwonenden zien hoe de veiligheids- en gezondheidsrisico's zich verhouden tot andere meer bekende risico's, zoals die van equivalente fossiele energie maar ook het verkeersrisico voor voetgangers. Het risico voor omwonenden voldoet (ruim) aan de geaccepteerde norm voor restrisico's en is daarmee bijvoorbeeld veel lager dan het risico van verkeersdeelname.

Bijlage 1. Bestuurlijke werkgroep BOVEN

In de werkgroep BOVEN (**B**estuurlijk **O**verleg voor een **V**eilige **E**nergietransitie in **N**ederland) zijn lokale en regionale collega-bestuurders verenigd. BOVEN zoekt naar manieren om het bestuurlijke perspectief op veiligheids- en gezondheidsrisico's te combineren met de bestuurlijke opgave om de energietransitie te realiseren. BOVEN doet dat door middel van het opstellen van handreikingen en het organiseren van bijeenkomsten. Ondersteuning voor BOVEN wordt mogelijk gemaakt door het ministerie van EZK.

De volgende bestuurders hebben vanuit de werkgroep BOVEN bijgedragen aan de totstandkoming van deze handreiking:

- Jan van Belzen (voorzitter BOVEN, voormalig burgemeester Barendrecht).
- Arno Bonte (wethouder Helmond).
- Gerben Dijksterhuis (burgemeester Borsele).
- Laurens de Graaf (burgemeester Lopik).
- Dimitri Horsthuis-Tangelder (wethouder Overbetuwe).
- Jaap Willem Eijkenduijn (wethouder Goeree-Overflakkee).
- Jop Fackeldey (gedeputeerde Flevoland, bestuurslid IPO met portefeuille Energie).
- Jean-Paul Gebben (burgemeester Dronten).
- Tanja de Jonge (wethouder Dordrecht).
- Koen Kegel (wethouder Vlaardingen).
- Berend Potjer (gedeputeerde Zuid-Holland).
- Ton Spek (wethouder Sliedrecht).
- Peter Verheij (voormalig wethouder Alblisserdam, raadslid ROB).

Het technische achtergronddocument van het risicomengpaneel is gereviewd door medewerkers van het RIVM. De reviewers waren:

- Leendert Gooijer.
- Henk Hilderink.
- Niels van Veen.

Medewerkers van het ministerie van EZK (Directie Strategie Energiesysteem) hebben bijgedragen aan het maken van de verbinding tussen het risicomengpaneel en de Uitgangspunten van het Rijk. De betrokken medewerkers waren:

- Jan van Tol.
- Rob Smal.

De redactie van deze handreiking lag bij Ira Helsloot en Marijn Helsloot van Crisislab.

Eerdere publicaties van de werkgroep BOVEN zijn:

- **Vragen en antwoorden over de bestuurlijke omgang met veiligheidsrisico's van de energietransitie.** Een handreiking voor bestuurders en raadsleden door bestuurders (gepubliceerd in 2021).
- **Laat ons meedenken!** Een onderzoek naar de motivatie van actiegroepen (gepubliceerd in 2021).
- **Burgerbetrokkenheid bij de risico's en onzekerheden van de energietransitie.** Een samenvatting met leerpunten van een symposium dat op 17 juni door de bestuurlijke werkgroep BOVEN is georganiseerd (gepubliceerd in 2022).
- **Omgaan met waterstofrisico's.** Een handreiking voor lokaal bestuurders (in 2022).

Deze en volgende publicaties zijn te vinden op de websites van de werkgroep BOVEN (www.werkgroep-boven.nl) en Crisislab (www.crisislab.nl).

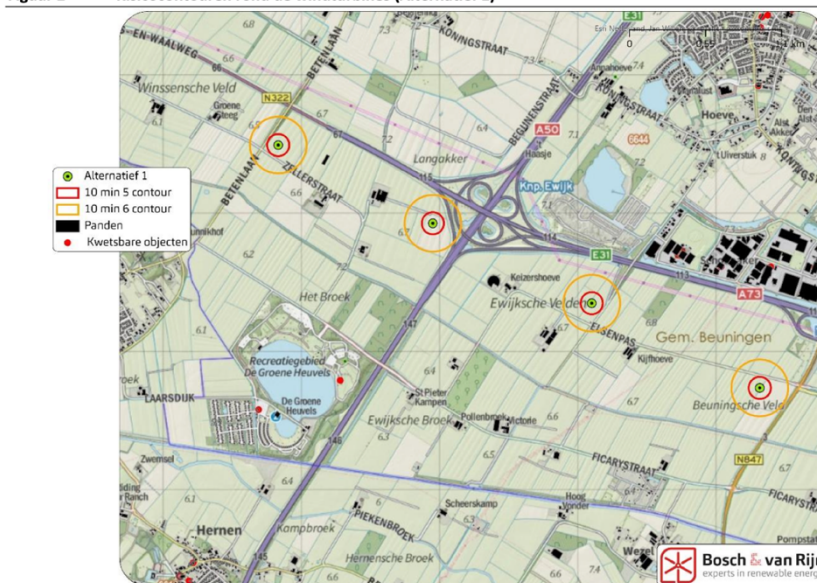
Bijlage 2. Illustratiecasus

B1.1 Illustratiecasus windturbines

Als eerste illustratiecasus kijken we naar een concreet voorstel voor een aantal windturbines in Beuningen (Windpark Beuningen). Er zijn verschillende voorstellen uitgewerkt, maar wij kijken alleen naar alternatief 1. Uiteindelijk is er voor een ander alternatief gekozen.¹⁹

In onderstaande figuren staan de locaties van de windturbines, geluidsgevoelige objecten (dus ook woningen) en geluidscontouren verwerkt.²⁰ Het betreffen 4 windturbines van 4,8 MW.

Figuur 2 Risicocontouren rond de windturbines (Alternatief 1)

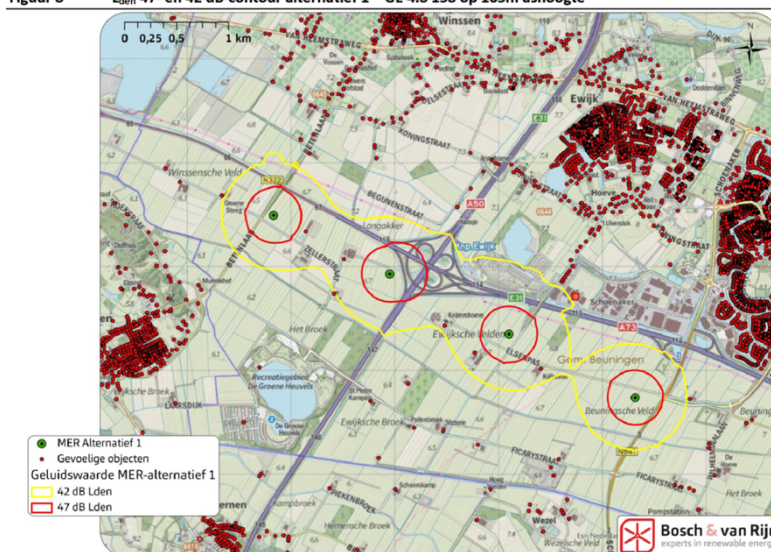


Figuur B1.1: Risicocontouren rond de windturbines.

¹⁹ Wij hebben bewust voor een 'fictieve casus' gekozen aangezien wij niet met ontwikkelaars of bestuurders over de casus hebben gesproken en dus geen volledig beeld hebben van het project. De gebruikte parameters zijn daarom schattingen. De illustratiecasus moet daarmee slechts als illustratie dienen.

²⁰ De afbeeldingen komen uit Bosch & Van Rijn (2021). Windpark Beuningen. Akoestisch onderzoek t.b.v. CombiMER en Bosch & Van Rijn (2021). Windpark Beuningen. Onderzoek Externe Veiligheid t.b.v. combiMER

Figuur 8 Lden 47- en 42 dB-contour alternatief 1 – GE 4.8 158 op 165m ashoogte



Figuur B1.2: geluidscontouren rond de windturbines.

Een deel van de parameters zullen geschat moeten worden omdat wij geen volledig zicht hebben op de situatie. Wij hebben de volgende parameters gebruikt.

- Er bevinden zich geen personen binnen de PR10⁻⁶ veiligheidscontour. Zoals in figuur B1.1 te zien is zijn er geen gebouwen binnen de veiligheidscontour.
- Er bevinden zich wel wegen binnen de PR10⁻⁶ veiligheidscontour: tweemaal een lokale weg (60 km/uur) (binnen de veiligheidscontour van drie windturbines), eenmaal een provinciale weg (80 km/uur) (binnen de veiligheidscontour van een windturbine) en de afrit van een rijksweg (binnen de veiligheidscontour van een windturbine). In totaal zijn er op basis van een grove schatting 30.240 passages per dag.
 - Voor de lokale wegen gaan wij uit van gemiddeld 2 passages per minuut. In totaal zullen er dus (3 windturbines x 2 passages x 60 minuten x 24 uur =) 8.640 passages zijn.
 - Voor de provinciale wegen gaan wij uit van 4 passages per minuut. In totaal zullen er dus (1 windturbine x 4 passages x 60 minuten x 24 uur =) 5.760 passages zijn.
 - Voor Rijkswegen sluiten wij aan bij de cijfers van het CBS: circa 2.000 per uur voor deze rijkswegen.²¹ Ingewikkeld is dat het nu geen doorgaande weg maar (twee) afrit(ten) betreft. Wij gaan ervan uit dat de helft van de passages (dus tweemaal duizend) de richting van de veiligheidscontour op rijden. Conservatief gaan wij vervolgens uit dat 1/3 van de automobilisten de afslag neemt (en 2/3 de andere afslag of rechtdoor). In totaal zullen er dus per dag (2.000 * 0,5 * 2 afritten * 1/3 * 24 uur =) 15.840.

²¹ CBS (2020). Verkeersintensiteit; rijkswegen. Geraadpleegd op 13 februari 2023 via <https://open-data.cbs.nl/>.

- In het risicomengpaneel onderscheiden wij drie geluidscontouren: 45 dB - 47 dB, 40 dB - 44 dB en 35 dB - 39 dB. Voor elk van de objecten gaan wij uit van gemiddeld twee bewoners. In de plannen is laten zien wat de geluidsbelasting is voor de objecten in de omgeving. Respectievelijk zullen er 2 woningen (dus 4 bewoners), 15 woningen (dus 30 bewoners) en 95 woningen (dus 190 bewoners) binnen de geluidscontouren zijn.²²
- Het vermogen van de windturbines is 4,8 per windturbine. De windturbines hebben dus een gezamenlijk vermogen van 19,2 MW.
- De windturbines bevinden zich in een gemeente met 26.235 inwoners en een provincie met 2.110.472 inwoners.

Met bovenstaande parameters is de gezondheidswinst van dit project 1,73 DALYs en het gezondheidsverlies 0,046 DALYs. Het project levert daarmee gezonde levensjaren op en zorgt voor een afname van het gebiedsrisico.

Verandering	Verloren DALYs	Vermeden DALYs
Fysieke veiligheidsrisico's door aanwezigheid windturbine	0 (omwonenden) + 0,004 (passanten) = 0,004	n.v.t.
Fysieke veiligheidsrisico's door elektriciteitsproductie middels fossiele grondstoffen	n.v.t.	Niet meegenomen in het risicomengpaneel
Geluidshinder door windturbine	0,042	n.v.t.
Luchtvervuiling door elektriciteitsproductie middels fossiele grondstoffen	n.v.t.	1,73
Totaal	0,046 DALYs	1,73 DALYs

Tabel B1.1: Gezondheidseffecten in de illustratiecasus windturbines.

Zoals gezegd zal het veiligheidsrisico voornamelijk lokaal zijn en zal het gezondheidsrisico door luchtverontreiniging (in dit geval de gezondheidswinst) vooral nationaal zijn.

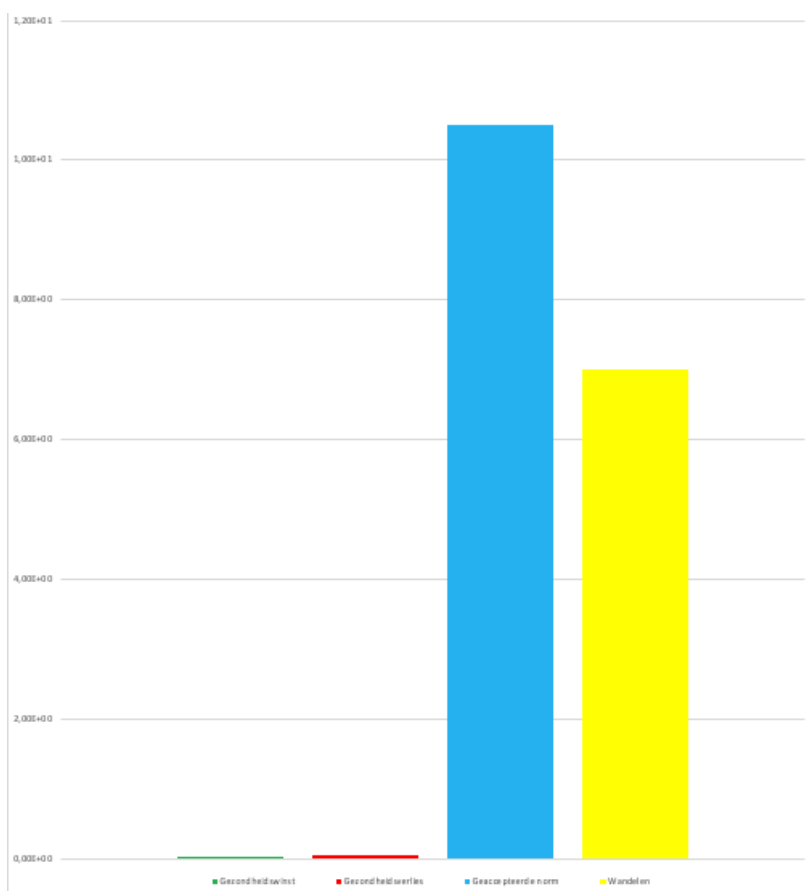
²² In het document is een selectie van woningen met minimaal bij 1 opstellingsalternatief een hogere geluidsbelasting dan 40dB Lden. Er zijn drie alternatieven gepresenteerd. Wij verwachten dat het merendeel van de woningen met 35 dB hierin staat vermeld. In ieder geval voor de eerste twee geluidscontouren hebben wij een volledig beeld.

Schaalniveau	Verloren DALYs	Vermeden DALYs	Resultaat in DALYs
Beuningen (lo- kaal)	0,044	0,001	+ 0,043 DALYs
Gelderland (pro- vinciaal)	0,046	0,109	- 0,064 DALYs
Nederland	0,046	0,910	- 0,863 DALYs
Nationaal en buurlanden	0,046	1,73	- 1,68 DALYs

Tabel B1.2: Het totaal van gezondheidseffecten in de illustratiecasus windturbines. Een plusje (+) staat voor een gezondheidsverlies (immers meer ‘verloren gezonde levensjaren’) en een minnetje (-) staat voor een gezondheidswinst (immers minder ‘verloren gezonde levensjaren’).

Voor bijna alle schaalniveaus blijkt ‘het saldo’ positief te zijn: de windturbines zorgen voor meer gezonde levensjaren dan dat er verloren gaan. Alleen vanuit lokaal perspectief is er meer gezondheidsverlies dan -winst en is er op dat schaalniveau een toename van het gebiedsrisico.

Vergelijken we het toegenomen lokale risico met de geaccepteerde norm in het (omgevings)veiligheidsbeleid of het voetgangersrisico, dan blijkt het toegenomen risico relatief klein te zijn (zie onderstaand figuur uit het risicomengpaneel). Per jaar zullen er in de gemeente Beuningen 7 gezonde levensjaren verloren gaan door het voetgangersrisico.

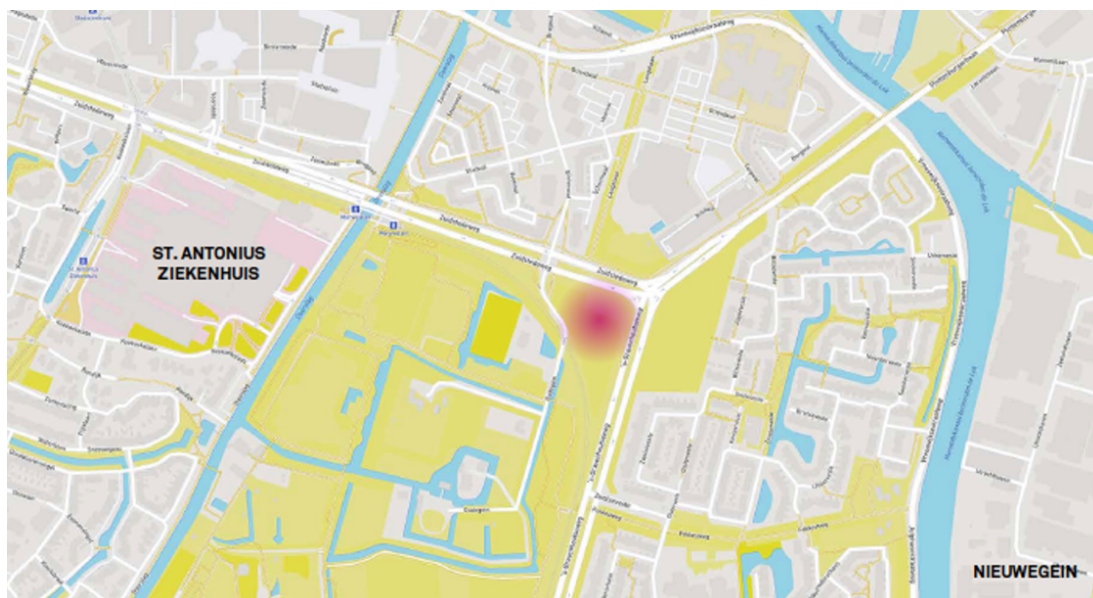


Figuur B1.3: Het risicomengpaneel vanuit lokaal perspectief toegepast op illustratiecasus windturbines.

B1.2 Illustratiecasus geothermie

In Nieuwegein waren er plannen om een deel van de woningen te gaan verwarmen door gebruik te maken van aardwarmte. De voorkeurslocatie was Hoek Zuidstede. Er zouden zo'n 3.000 woningen aangesloten worden.²³ Dit project is uiteindelijk geannuleerd. Wij hebben geen QRA beschikbaar dus geven een grove schatting van het aantal blootgestelden.

²³ Voor informatie, zie: Onderzoek Lean via <https://warmtebron.nu/>.



Figuur B1.4: Planlocatie geothermieproject Lean in Nieuwegein.²⁴

Anteagroup laat voor tuinbouw zien dat de risicocontouren op ongeveer 50 meter (PR10⁻⁵), 75 meter (PR10⁻⁶) en 100 meter (PR10⁻⁷) liggen.²⁵ Deze studies kijken echter niet naar het aardbevingsrisico maar naar het 'blow-out risico' en 'lekkage-risico'. We zien het daarom alleen als indicatief. De oppervlakte van de contouren zijn daarmee:

- PR10⁻⁵ contour: $0,050 * 0,050 * \pi = 0,008 \text{ km}^2$
- PR10⁻⁶ contour: $0,075 * 0,075 * \pi - \text{PR10}^{-5} \text{ contour} = 0,010 \text{ km}^2$
- PR10⁻⁷ contour: $0,100 * 0,1 * \pi - \text{PR10}^{-5} \text{ contour} - \text{PR10}^{-6} \text{ contour} = 0,014 \text{ km}^2$

De bevolkingsdichtheid in Nieuwegein is 2.745 per km². Als we ervan uitgaan dat de bevolking min of meer gelijk verdeeld is, dan zullen er binnen de contouren 65 personen wonen:

- PR10⁻⁵ contour: niet van toepassing, want niet toegestaan
- PR10⁻⁶ contour: $0,010 * 2.745 = 27$
- PR10⁻⁷ contour: $0,014 * 2.745 = 38$

De in te vullen parameters zijn dus:

- Aantal personen binnen de PR10⁻⁶ contour = 27
- Aantal personen binnen de PR10⁻⁷ contour = 38
- Aantal aansluitingen (huishoudens) = 3.000

²⁴ Afbeelding verkregen via Warmtebron Utrecht (z.d.). Onderzoek Lean. Geraadpleegd op 14 februari 2023 via <https://warmtebron.nu/>.

²⁵ Zie Anteagroup (2021) *QRA geothermische boringen. 'Side track' boringen Aardwarmte Vierpolders* en (2018) *QRA Geothermische boringen. Aardwarmte project Trias Naaldwijk*.

De laatste parameters die ingevuld kunnen worden, is het inwoneraantal van de gemeente Nieuwegein of provincie Utrecht. Dit zijn respectievelijk 64.554 inwoners en 1.369.873 inwoners.

In deze situatie zullen er 0,68 DALYs vermeden worden en 0,06 DALYs verloren gaan. Duidelijk mag zijn dat het ontwikkelen van een geothermie-installatie in de bebouwde omgeving veiliger en gezonder is dan de bestaande gasinstallaties en dus het gebiedsrisico verkleint.

Verandering	Verloren DALYs	Vermeden DALYs
Fysieke veiligheidsrisico's door aanwezigheid installatie	0,0002	n.v.t.
Fysieke veiligheidsrisico's koolstofmonoxidevergiftiging en gasexplosie	n.v.t.	0,107
Luchtverontreiniging door meergebruik elektriciteit ²⁶	0,056	n.v.t.
Luchtvervuiling door verbranding aardgas	n.v.t.	0,570
Totaal	0,057	0,677

Tabel B1.3: Gezondheidseffecten in de illustratiecasus geothermie.

Wij kijken in deze situatie niet naar het passantenrisico.²⁷

Een groot deel van de gezondheidswinst én -verlies komt door een vermindering van luchtverontreiniging. Het effect hiervan op de *lokale* situatie zal beperkt zijn. Kijken we naar de verschillende niveaus, dan blijkt het saldo altijd positief te zijn (d.w.z. er worden meer gezonde levensjaren gewonnen dan dat er verloren gaan en het gebiedsrisico wordt kleiner).

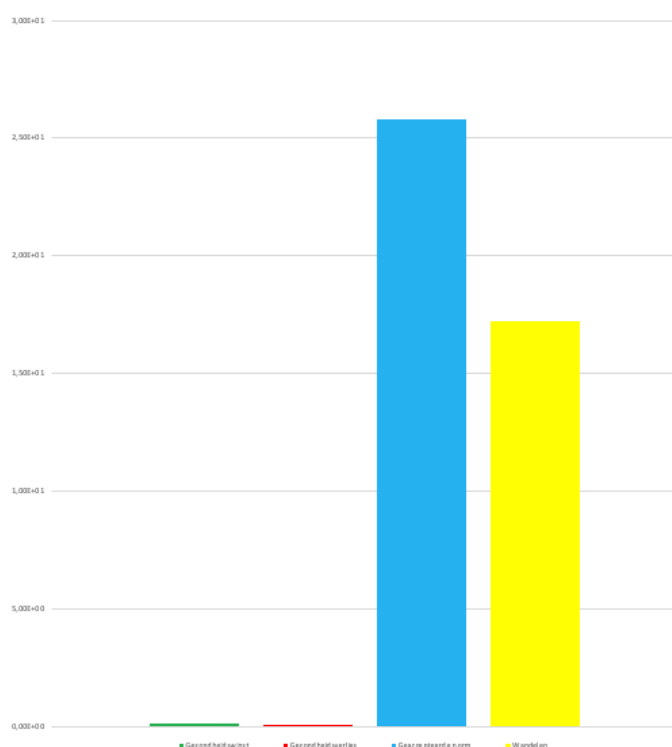
²⁶ Door het gebruik van geothermie in woningen is er meer elektriciteit nodig. Allereerst doordat aardwarmte moet worden opgepompt c.q. geproduceerd. Daarnaast zullen woningen gasloos worden kan er niet langer op aardgas worden gekookt (al is dit maar een klein deel van het totaal aan gasverbruik per huishouden).

²⁷ In het gebied plangebied in Nieuwegein is wel een 50 gebiedsontsluitingsweg (50 km/uur) binnen de 10⁻⁶ contour. Gaan we bijvoorbeeld uit van 4 auto's per minuut, dan zou dit $8,0 \cdot 10^{-4}$ DALYs kosten. Dit is slechts marginaal vergeleken met de overige gezondheidseffecten.

Schaalniveau	Verloren DALYs	Vermeden DALYs	Resultaat in DALYs
Nieuwegein (lokaal)	0,0003 DALYs	0,108 DALYs	- 0,108 DALYs
Utrecht (provinciaal)	0,003 DALYs	0,130 DALYs	- 0,128 DALYs
Nederland	0,030 DALYs	0,407 DALYs	- 0,377 DALYs
Nationaal en buurlanden	0,057 DALYs	0,677 DALYs	- 0,620 DALYs

Tabel B1.4: Het totaal van gezondheidseffecten in de illustratiecasus geothermie. Een plusje (+) staat voor een gezondheidsverlies (immers meer ‘verloren gezonde levensjaren’) en een minnetje (-) staat voor een gezondheidswinst (immers minder ‘verloren gezonde levensjaren’).

In vergelijking met het geaccepteerde risico en het voetgangersrisico is het verlies (en de winst) gering.

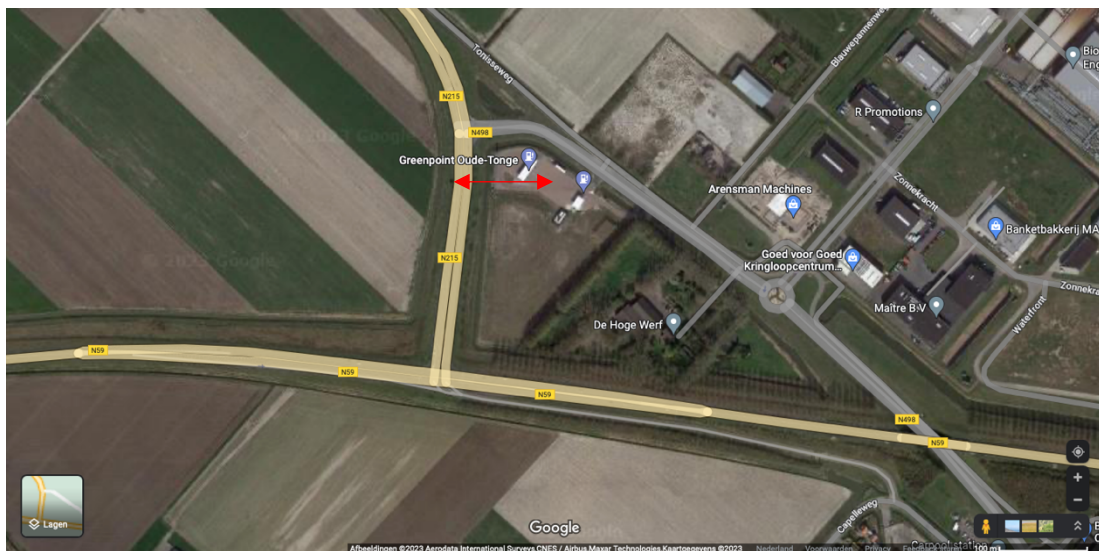


Figuur B1.5: Het risicomengpaneel vanuit lokaal perspectief toegepast op illustratiecasus geothermie.

B1.3 Illustratiecasus multifuel tankstation

Op het eiland Goeree-Overflakkee wordt een waterstoftankstation gebouwd, bij het al bestaande multifuel tankstation.²⁸ De waterstof wordt lokaal geproduceerd waardoor er geen transportrisico is. In figuur B1.6 staat de locatie van het tankstation weergegeven.

In de casus zijn we uitgegaan van lokale productie van waterstof. In het mengpaneel zijn wij uitgegaan van de effectafstanden en PR-veiligheidscontouren die het RIVM hanteert. Voor het risico maakt het volgens het RIVM niet uit of waterstof lokaal wordt geproduceerd of elders en dan met pijpleidingen naar het tankstation wordt aangeleverd. Bij aanvoer door tankwagens of trailers kunnen wel grotere veiligheidsrisico's zijn en is er een transportrisico.



Figuur B1.6: Locatie multifuel tankstation. De pijl staat voor 100 meter.²⁹

Wij zullen in deze situatie kijken naar het hele multifuel tankstation, dat wil zeggen het nieuwe waterstoftankstation en de al eerder geïnstalleerde laadsystemen voor elektrische auto's.

De parameters die ingevuld dienen te worden voor het waterstoftankstation zijn:

- Aantal personen binnen de PR10⁻⁶ / PR10⁻⁷ contour.
- Gemiddeld aantal passages per dag binnen de PR10⁻⁶ / PR10⁻⁷ contour.
- Verwacht aantal kilometers tubetrailer en/of tankwagen.
- Verwacht aantal tankbeurten (waterstof) per dag.

De parameters die ingevuld dienen te worden voor het elektrische laadstation zijn:

²⁸ Zie voor informatie: TankPro (2021). Jarige Van Kessel begint met bouw waterstoftankstation Oude-Tonge. Geraadpleegd op 14 februari 2023 via <https://www.tankpro.nl/>.

²⁹ Afbeelding verkregen via Google Maps. Geraadpleegd op 14 februari 2023 via <https://www.google.com/>.

- Verwacht aantal tankbeurten (elektrisch) per dag.

De PR10⁻⁶ en PR10⁻⁷ veiligheidscontouren zijn voor waterstoftankstations respectievelijk 30 en 35 meter (zie het separate document: de technische bijlage). Mocht er toch een tubetrailer nodig zijn, zijn de PR10⁻⁶ en PR10⁻⁷ contouren zijn respectievelijk 35 en 50 meter. Figuur B1.6 laat zien dat er is geen bebouwing binnen de PR10⁻⁷ contour. Conservatief gaan we er wel van uit dat er de provinciale weg (80 km/uur, N498) door de PR10⁻⁷ contour loopt. Het multifuel tankstation bevindt zich vanzelfsprekend binnen de PR10⁻⁶ veiligheidscontour.

Er bevinden zich dus geen omwonenden binnen de PR10⁻⁶ veiligheidscontour en PR10⁻⁷ veiligheidscontour = 0).

Het aantal dagelijkse passages binnen de PR10⁻⁶ veiligheidscontour staat gelijk aan het aan het gebruik van het tankstation. Dit houdt in dat het aantal de som is van: het aantal reguliere tankbeurten per dag + het aantal waterstoftankbeurten per dag + het aantal elektrische tankbeurten per dag.

Voor het aantal dagelijkse reguliere tankbeurten gaan wij uit van het gemiddeld aantal tankbeurten per dag bij een tankstation. Dit zijn grofweg 115 tankbeurten voor personenauto's.³⁰

Het aantal waterstoftankbeurten per dag relateren wij aan het (al bestaande) waterstoftankstation in Nieuwegein. In Nieuwegein zijn er bij een waterstoftankstation in een jaar tijd 5.000 tankbeurten geweest.³¹ We gaan ervan uit dat dit hier hetzelfde zal zijn. Dit zijn er dus 14 per dag. Op termijn zullen dit er meer worden wanneer rijden op waterstof gebruikelijker wordt.

Ingewikkelder is het aantal laadbeurten bij een snellaadpaal. Als we uitgaan van 300.000 elektrische auto's³² die gemiddeld 13.000 kilometer per jaar rijden, en met een laadbeurt 213 kilometer kan rijden (zie het separate document: de technische bijlage), dan zijn er jaarlijks 12 miljoen laadbeurten. Gaan we uit van een evenredige verdeling over de laadpunten (dus zowel publieke als snellaadpunten), in totaal in 2021 waren er 74.052 laadpunten, dan is er per dag per laadpaal circa 1 oplader actief.

³⁰ Dit betreft een grove schatting. Er waren in 2021 in Nederland 4.147 tankstations en 71.726 laadpalen en 2.326 snellaadpalen, zie Stichting BOVAG-RAI Mobiliteit (2022). *Mobiliteit in Cijfers Auto's 2021-2022*. Daarnaast waren er in 2021 104.473,4 miljoen kilometers gemaakt door motorvoertuigen in Nederland en waren er 9.484.581 personenauto's, zie CBS (2022). Verkeersprestaties personenauto's, leeftijd uitgebreid, brandstof. Geraadpleegd op 14 februari 2023 via <https://opendata.cbs.nl/>. Met een gemiddelde tankinhoud van 30 liter en een gemiddeld verbruik van 1 liter op 20 kilometer, zullen er 170 miljoen tankbeurten in totaal zijn geweest in Nederland. Dit komt dus neer op gemiddeld 115 tankbeurten per tankstation per dag.

³¹ Greenpoint (2022). Greenpoint Hysolar waterstof tankstation in Nieuwegein bereikt 5.000 tankbeurten. Geraadpleegd op 14 februari 2023 via <https://www.greenpointfuels.nl/>.

³² RTL Nieuws (2022). Aantal elektrische auto's in Nederland nu meer dan 300.000. Geraadpleegd op 14 februari 2023 via <https://www.rtlnieuws.nl/>.

Dit lijkt wat weinig voor tankstation. Bij afwezigheid van een nauwkeuriger inzicht gaan wij daarom uit van 14 laadbeurten (net zoveel als waterstoftankbeurten).

Wij gaan er dus vanuit dat er binnen de PR10⁻⁶ veiligheidscontour dus (115+14+14=) 143 passanten per dag zijn.

Door de PR10⁻⁷ loopt een provinciale weg, de N498. In 2014 zijn hier snelheidsmetingen geweest: op vrijdag van 07:10 tot 09:00 waren er 465 passanten, dus ongeveer 230 per uur.³³ Conservatief gaan wij ervan uit dat dit representatief is en er dus 5.520 passanten per dag zijn.

In deze situatie wordt groene waterstof lokaal geproduceerd en is er dus geen transportrisico. Het verwacht aantal kilometers tubetrailer/tankwagen is dus 0.

Het aantal verwacht aantal waterstoftankbeurten en laadbeurten is respectievelijk 14 en 14 per dag (zie hierboven voor een toelichting).

Verder is de parameter die ingevuld kan worden het inwoneraantal van de gemeente Goeree-Overflakke of de provincie Zuid-Holland, respectievelijk 51.051 inwoners en 3.753.944 inwoners.

In deze situatie zullen er 0,23 DALYs vermeden worden en 0,01 DALYs verloren gaan.

Verandering	Verloren DALYs	Vermeden DALYs
Fysieke veiligheidsrisico's door aanwezigheid installatie	0,0001	n.v.t.
Fysieke veiligheidsrisico's door transport benzine	n.v.t.	0,0003
Luchtverontreiniging door waterstof en elektriciteitsproductie	0,014	n.v.t.
Luchtvervuiling door verbranding benzine	n.v.t.	0,075
Geluidshinder door verbrandingsmotoren	n.v.t.	0,158
Totaal	0,014	0,233

Tabel B1.5: Gezondheidseffecten in de illustratiecasus multifuel tankstation.

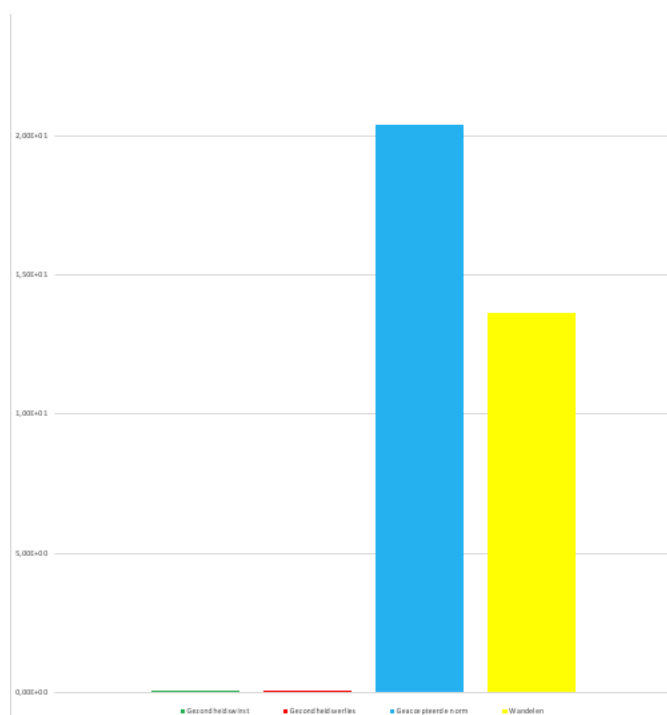
Een groot deel van de gezondheidswinst komt door een vermindering van luchtverontreiniging en geluidshinder. Het effect hiervan op de *lokale* situatie zal beperkt zijn.

³³ Groot Goeree Overflakke.nl (2014). Poitieberichten. Geraadpleegd op 14 februari 2023 via <https://www.ggof.nl/>.

Kijken we naar de verschillende niveaus, dan blijkt het saldo altijd positief te zijn (er worden meer gezonde levensjaren gewonnen dan dat er verloren gaan en het gebiedsrisico wordt dus kleiner).

Schaalniveau	Verloren DALYs	Vermeden DALYs	Resultaat in DALYs
Goeree-Overflakkee (lokaal)	0,0001	0,001	- 0,0009 DALYs
Zuid-Holland (provinciaal)	0,002	0,042	- 0,040 DALYs
Nationaal	0,007	0,197	- 0,190 DALYs
Nationaal en buurlanden	0,014	0,233	- 0,219 DALYs

Tabel B1.6: Het totaal van gezondheidseffecten in de illustratiecasus multifuel tankstation. Een plusje (+) staat voor een gezondheidsverlies (immers meer ‘verloren gezonde levensjaren’) en een minnetje (-) staat voor een gezondheidswinst (immers minder ‘verloren gezonde levensjaren’).



Figuur B1.5: Het risicomengpaneel vanuit lokaal perspectief toegepast op illustratiecasus multifuel tankstation.

B1.4 Mitigatiemechanismes toegepast op illustratiecasus windturbines

Wij passen vijf mitigerende maatregelen toe op de illustratiecasus over windpark Beuningen. De vier maatregelen zijn:

- Het aanleggen van geluidreducerend wegdek binnen de bebouwde kom.
- Het aanleggen van een rotonde in plaats van een geregeld kruispunt.
- Het isoleren van de woningen met meer dan 40 dB Lden op de gevel.
- Het plaatsen van zonnepanelen op huizen met meer dan 35 dB Lden op de gevel.

De resultaten staan weergegeven in tabel B1.7.

Het aanleggen van geluidreducerend wegdek scheelt ongeveer 3,5 dB. In de casus gaan we ervan uit dat het wegdek in het centrum wordt vervangen en 50%³⁴ van de mensen in de bebouwde kom meer dan 54 dB op de gevel krijgt. In het centrum van Beuningen wonen 880 inwoners³⁵ waarvan dus naar verwachting de helft, 440 inwoners, meer dan 54 dB op de gevel krijgt.

Mocht een geregeld kruispunt (d.w.z. een kruispunt met verkeerslichten) bij een provinciale weg in de gemeente Beuningen worden vervangen door een rotonde, dan zal dat een aanzienlijke veiligheidswinst opleveren en zorgen voor een afname van het gebiedsrisico. In de casus gaan we uit van een gemiddeld aantal passages van 4 per minuut en dus 5.760 passages per dag (zie ook paragraaf B1.1).

Een mogelijkheid is ook om lokaal heet risico te mitigeren door woningen te isoleren waardoor geen geluidshinder wordt ervaren zodat, daarnaast, minder energie verbruikt hoeft te worden voor warmte. We gaan ervan uit dat alle woningen die 35 dB Lden of meer op de gevel krijgen door windturbinegeluid, geïsoleerd worden waardoor er geen geluidshinder meer wordt ervaren. Het tweede, verminderde luchtverontreiniging door minder gebruik van aardgas, blijkt op lokaal niveau maar een marginaal effect te hebben op het gebiedsrisico. Op mondiaal niveau (d.w.z. Nederland en buurlanden doordat luchtverontreiniging niet ophoudt bij de grens) wordt er met deze maatregel nog wél 0,006 gezonde levensjaren gewonnen of bespaard.

Een laatste mitigatie zal het installeren van zonnepanelen op huizen die 35 dB Lden of meer op de gevel krijgen door de windturbines, inclusief het bouwen van een buurtbatterij. Wanneer we uitgaan van 10 zonnepanelen (350 Wp per stuk) per huishouden en 112 woningen in totaal, dan zal dit 352,8 MWh opbrengen.³⁶ Teruggerekend met het aantal vollasturen dat wij in het risicomengpaneel gebruiken (854 uur) betekent dit een vermogen van 0,413 MW. We gaan uit van een buurtbatterij van 1 MW. Ook nu is

³⁴ Dit is ook het percentage waarvan wij uitgaan in stedelijk gebied.

³⁵ Allecijfers.nl (z.d.). Alle wijken, buurten en woonplaatsen in de gemeente Beuningen. Geraadpleegd op 17 februari 2023 via <https://allecijfers.nl/>.

³⁶ Voor de formule, zie: Consumentenbond (2022). Hoeveel zonnepanelen heb ik nodig?. Geraadpleegd op 17 februari 2023 via <https://www.consumentenbond.nl/>.

zichtbaar dat deze maatregel lokaal nauwelijks effect heeft op het gebiedsrisico maar er 'mondiaal' wél 0,02 gezonde levensjaren worden gewonnen of bespaard.

Maatregel	Effect maatregel	Resultaat totaal
Het aanleggen van geluidreducerend wegdek in het centrum	- 0,864 DALYs	- 0,821 DALYs
Het aanleggen van een rotonde in plaats van een geregeld kruispunt	- 1,23 DALYs	- 1,19 DALYs
Het isoleren van de woningen met meer dan 35 dB Lden op de gevel	- 0,042 DALYs	+ 0,001 DALYs
Het plaatsen van zonnepanelen op huizen met meer dan 35 dB Lden op de gevel	- 0,00001	+ 0,043 DALYs

Tabel B1.7: Het totaal van gezondheidseffecten in de illustratiecasus windturbines inclusief mitigerende, risicoreducerende maatregelen. Een plusje (+) staat voor een gezondheidsverlies (immers meer 'verloren gezonde levensjaren') en een minnetje (-) staat voor een gezondheidswinst (immers minder 'verloren gezonde levensjaren').

Bijlage 3. Disability-adjusted life year (DALY)

Om het risico objectief te beschrijven stimuleert de Wereldgezondheidsorganisatie (WHO) het gebruik van de *disability-adjusted life year (DALY)* methodiek waardoor inzichtelijk wordt hoeveel gezonde levensjaren er verloren gaan per gebeurtenis of ziekte.

Om het verloren aantal levensjaren (DALYs) te bepalen, hanteren we de volgende gebruikelijke formule:

$$\text{DALY} = \text{YLD (Years Lived with Disability} = \text{puntprevalentie} * \text{wegingsfactor}) + \text{YLL (Years of Life Lost} = \text{sterfte} * \text{resterende levensverwachting})$$

Het concept houdt dus nadrukkelijk rekening met zowel het aantal jaar dat iemand eerder dan anders overlijdt (mortaliteit) als het aantal jaar dat iemand met een beperking of ziekte leeft (morbiditeit).

De mortaliteit wordt berekend door het aantal slachtoffers van een incident of risico te vermenigvuldigen met de resterende levensverwachting. Bij een gemiddelde inwoner (van 40 jaar) zullen er circa 40 resterende levensjaren verloren gaan.

De morbiditeit wordt berekend door het aantal blootgestelden die aan de aandoening of beperking leiden te vermenigvuldigen met een wegingsfactor. De wegingsfactor verschilt per aandoening. Zo zorgt ervaren geluidshinder voor een verlies van 0,02 aan kwalitatief gezond leven (per jaar) en zorgt chronische bronchitis voor een verlies van 0,225 aan kwalitatief gezond leven (per jaar). In dit mengpaneel hebben wij chronische aandoeningen of beperkingen die zijn veroorzaakt door een risicobron, zoals chronische bronchitis dat is veroorzaakt door luchtverontreiniging, vermenigvuldigd met de resterende levensverwachting.

In 2003 heeft het RIVM enkele risicobronnen in beeld gebracht en gekeken hoeveel mensen er jaarlijks overlijden en hoeveel gezonde levensjaren er verloren gaan. In figuur B3.1 is een uitsnede van deze tabel te zien.³⁷

³⁷ De figuur is afkomstig uit: RIVM (2003). Nuchter omgaan met risico's.

Tabel 1.1. Ruwe ramingen van jaarlijkse sterfte en verlies aan gezondheid gewogen levensjaren (DALYs) door een aantal risico's in Nederland (voorlopige cijfers, Van Oers, 2002; De Hollander et al., 1999; De Hollander et al., 2003).

Risicofactor	Sterfte/jaar	DALYs/
het roken van sigaretten	20.000	440.000
overgewicht	8.000	170.000
lichamelijke inactiviteit	8.000	135.000
ongezonde voeding (verkeerd vet)	7.000	137.000
alcohol	2.200*	195.000
ongevallen thuis	2.200	52.500
ongevallen verkeer	1,200	85.000**
luchtverontreiniging stof***	1.300	1.800
radon in woningen	800	7.900
passief roken	530	6.300
Legionella in drinkwatersystemen	80	560****
benzeen	3	140
grote ongevallen	1	40****
bliksem	1,5	40
* exclusief verkeersongevallen		
** alleen blijvende letsels		
*** gebaseerd op studies naar samenhang dagelijkse variatie in sterfte en luchtverontreiniging		
**** alleen verloren levensjaren door sterfte		

Figuur B3.1: Het aantal jaarlijkse slachtoffers en DALYs voor enkele risicobronnen in Nederland.