

GEZONDHEIDSEFFECTSCREENING (GES) STAD & MILIEU Bomenwijk Delft



**GEZONDHEIDSEFFECTSCREENING (GES)
STAD & MILIEU
Bomenwijk Delft**

Status: Definitief

Datum: 15 september 2011

Opdrachtgever: Ceres projecten

Contactpersoon: Contactpersoon Cleton&Com de heer J.M.H. Helming

Uitvoering: P.J. van den Hazel, medisch milieukundige
D.H.J. van de Weerd, medisch milieukundige/toxicoloog
Bureau Medische Milieukunde Jans, Van den Hazel & Van de Weerd
Postbus 163
6950 AD Dieren

Inhoudsopgave

Samenvatting	4
1. De aanleiding tot het uitvoeren van de GES	6
2. Korte algemene beschrijving van de GES-methode.....	8
3. Korte beschrijving van het plangebied Bomenwijk en projectgebied Stad & Milieu	11
4. Invloed van het Masterplan Bomenwijk op de verschillende milieufactoren.....	13
4.1 Milieugevolgen.....	13
4.2 Geluid	13
4.3 Luchtkwaliteit	14
4.4 Externe veiligheid	14
4.5 Geurhinder.....	15
5. Toelichting op de Interimwet Stad-en-Milieubenadering	16
6. Gezondheidseffect Screening (GES)	19
6.1 Bedrijven en stank	19
6.2 Wegverkeer en luchtverontreiniging	21
6.3 Wegverkeer en geluidhinder.....	24
6.4 Wegverkeer en externe veiligheid	33
7. Bespreking en conclusies.....	36
8. Aanbevelingen.....	40
9. Literatuur	41

Samenvatting

Waarom een gezondheidseffect screening (GES)?

In de Bomenwijk te Delft vindt een herstructurering plaats. De wijk ligt dichtbij de snelweg A13 waardoor er sprake is van overschrijding van de van toepassing zijnde geluidsnormen. In de Lindezone, de tweedelijns bebouwing, vindt vervangende nieuwbouw plaats. Met behulp van een hogere waarden procedure kan op basis van de Wet geluidhinder en gemeentelijk beleid een ontheffing worden verleend tot 63 dB (L_{den}) als maximale geluidbelasting van de gevel.

De Wilgenzone is de eerstelijns bebouwing binnen 100 meter van de snelweg. Hier worden twee nieuwe appartementencomplexen (N22 en N25) gebouwd. Met name gebouw N22 fungeert als geluidbuffer voor de achterliggende bebouwing. Voor deze nieuwbouw is geen hogere waarde procedure mogelijk. Ten behoeve van de planrealisatie wordt voor de Wilgenzone een Stad & Milieu benadering gevolgd waarbij een combinatie van gebouwgebonden maatregelen (galerijgevel, dove gevels) wordt voorgesteld in combinatie met een stap 3-besluit voor een geluidbelasting van maximaal 63 dB (L_{den}). Een stap 3-besluit houdt in dat er vanwege de overschrijding van de vigerende geluidnormen maatregelen ter compensatie van de geluidbelasting nodig zijn. De voorgestelde compensatiemaatregelen zijn:

- de aanwezigheid van een geluidluwe buitenruimte bij iedere woning in gebouw N22 (achterzijde);
- een geluidluw plein aan de achterzijde van gebouw N22;
- een afsluitbare buitenruimte (koude serre c.q. loggia) met groenvoorziening per woning in gebouw N25.
- een extra gemeenschappelijke verblijfsruimte in gebouw N25.

Bij een stap 3-besluit dient de GGD een gezondheidskundige beoordeling te geven. Ter ondersteuning van dit oordeel is besloten om een Gezondheids Effect Screening (GES) uit te voeren voor het plangebied Bomenwijk, waarin de bestaande situatie (2011) gezondheidskundig vergeleken wordt met de situatie na planrealisatie (peiljaar 2021-2023). Gezondheidseffectscreening Stad & Milieu (GES) is een screeningsinstrument dat wordt ingezet om bij ruimtelijke planvorming rekening te houden met milieu en gezondheid. In de GES wordt de milieubelasting vertaald in een milieugezondheidskwaliteit die kan variëren van zeer goed tot zeer onvoldoende. Er zijn negen gradaties mogelijk. De GES is uitgevoerd voor de meest relevante milieufactoren: geurhinder van DSM-Gist en luchtverontreiniging, geluid en externe veiligheid ten gevolge van het wegverkeer.

Wat zijn de resultaten van de GES voor de Bomenwijk?

De resultaten van de GES laten zien dat de milieugezondheidskwaliteit ten aanzien van geurhinder van DSM-Gist en externe veiligheid van wegverkeer de planrealisatie niet in de weg staan. De milieugezondheidskwaliteit is goed (geur DSM-Gist) en vrij matig maar acceptabel (externe veiligheid wegverkeer).

Ten aanzien van luchtverontreiniging verbetert de milieugezondheidskwaliteit enigszins van zeer matig in de huidige situatie naar matig na planrealisatie. De vraag is of de GES systematiek adequaat is om gezondheidsrisico's van verkeersgerelateerde luchtverontreiniging goed te beschrijven. De beoordeling van de milieugezondheidskwaliteit in GES is opgehangen aan de wettelijke grenswaarden voor luchtverontreiniging van NO_2 en PM_{10} . Inmiddels laten vele epidemiologische studies zien dat deze grenswaarden niet voldoende beschermen tegen gezondheidseffecten van luchtverontreiniging. Ondanks dat aan de grenswaarden voor luchtkwaliteit wordt voldaan (nu en in de toekomst) is de Wilgenzone een met luchtverontreiniging belast gebied en zijn gezondheidseffecten ten gevolge van de luchtverontreiniging niet uit te sluiten. Door de woningverdichting worden in deze zone na planrealisatie ook meer mensen blootgesteld dan in de huidige situatie hetgeen op populatieniveau gezondheidskundig een verslechtering betekent.

De GES laat zien dat de gemiddelde geluidbelasting van de woningen in het gehele plangebied een milieugezondheidskwaliteit heeft die redelijk is. Wel neemt het percentage ernstig gehinderden toe van 4,3% in de bestaande situatie tot 5% na planrealisatie ten gevolge van de woningverdichting die in de geluidbelaste Wilgenzone plaatsvindt. Daarentegen wordt met gebouwgebonden voorzieningen de overdracht van geluid van buiten naar binnen beperkt als ware er sprake van een gevelbelasting van niet meer dan 63 dB. Dit houdt in dat woonblok N22 wordt voorzien van een galerijgevel met een gesloten borstwering om te kunnen voldoen aan een gevelbelasting ter plaatse van de woning van maximaal 63 dB. Door de toepassing van dove gevels aan woonblok N25 wordt voorkomen dat de blootstelling meer bedraagt dan 63 dB. Met deze maatregelen wordt bereikt dat conform het Bouwbesluit een binnenniveau van 33 dB moet zijn gegarandeerd (prestatie-eis).

Aangezien er bij een geluidbelasting boven 63 dB sprake is van een verhoogd risico op directe gezondheidsschade in de vorm van hart- en vaatziekten (GES 6) is 63 dB gezondheidskundig een maximale waarde. Indien er voor de hinder wordt gecompenseerd is een stap 3-besluit gezondheidskundig mogelijk.

De met het stap 3-besluit samenhangende compenserende maatregelen in het milieucompartiment geluid zijn adequaat. Daarnaast kan hinderreductie en daarmee gezondheidswinst behaald worden door een sterke inzet op niet-akoestische factoren. Voor het gehele plan geldt dat er, naast een woontechnische verbetering, sprake is van een verbetering van de leefomgevingskwaliteit. Door de grote inzet op verbetering van de leefomgevingskwaliteit en daarmee op niet-akoestische compensatie wordt het plan in kwalitatieve zin adequaat geacht.

Tenslotte wordt het wenselijk geacht aandacht te schenken aan de ventilatie in de nieuwbouwwoningen in de Wilgenzone (woonblokken N25 en N22). De ventilatie van de woningen, met name de aanvoer van schone lucht zal, door de nabijheid van de A13 en de gebouwgebonden maatregelen die noodzakelijk zijn om de geluidbelasting onder 63 dB te krijgen, in de knel kunnen komen. De keuze voor de beste situering van de ventilatietoevoer dient goed overdacht te worden. Aanbevolen wordt om de GGD in een vroege planfase te betrekken bij het ventilatieontwerp van deze woningen.

Daarnaast is het belangrijk om na te denken over de indeling van de woningen in de nieuwbouw in de Wilgenzone in verband met de nachtelijk geluidbelasting en de kans op ernstige slaapverstoring. Een indeling van de woningen waarbij de slaapkamer zich aan de geluidluwe zijde bevindt heeft de voorkeur.

1. De aanleiding tot het uitvoeren van de GES

De bomenwijk in de gemeente Delft wordt geherstructureerd. Woningcorporatie Vestia Delft en de gemeente Delft zijn een ontwikkelingsovereenkomst aangegaan voor de herstructurering van de Bomenwijk in Delft. De nota "Onderbouwing stap 3 stad & milieubenadering Wilgenzone-Bomenwijk" van Cleton & Com biedt een duidelijke weergave van de aanleiding en doel van de planvorming¹. In de ontwikkelingsovereenkomst zijn afspraken vastgelegd over de gehele aanpak van de Bomenwijk. Deze behelzen het totaal van werkzaamheden in het plangebied Bomenwijk en bestaan onder meer uit:

1. de planontwikkeling in het plangebied;
2. de uitplaatsing van bewoners en gebruikers;
3. sloopwerkzaamheden ter voorbereiding van de realisatie van gebouwen en openbare voorzieningen;
4. de realisatie van de gebouwen;
5. het opwaarderen van de openbare voorzieningen.

Het gebied heeft te maken met enkele milieuproblemen door de ligging ten opzichte van de snelweg A13. Er is vastgesteld dat voor het realiseren van het plan de Interimwet stad-en-milieubenadering toegepast moet worden. Voor het gebied wordt een Stad-en-Milieu-benadering gekozen waarbij een combinatie van gebouwgebonden maatregelen wordt voorgesteld en een stap 3-besluit wordt genomen voor een geluidsbelasting van maximaal 63 dB (L_{den}). Bij een stap 3-besluit dient de GGD een gezondheidskundige beoordeling te geven. Ter ondersteuning van dit oordeel is besloten om een Gezondheids Effect Screening (GES) uit te voeren voor het plangebied Bomenwijk, waarin de bestaande situatie (2011) gezondheidskundig vergeleken wordt met de situatie na realisatie van het Masterplan (peiljaar 2021-2023).

Stad & Milieu

In het kader van een Stad en Milieu traject is het mogelijk om een hogere waarde vast te stellen dan door de Wet geluidhinder als "ten hoogste toelaatbaar" wordt aangemerkt. Een dergelijke afwijking wordt benoemd als een "stap 3-besluit". Tot een stap 3-besluit wordt alleen overgegaan wanneer blijkt dat het voldoen aan de grenswaarden uit de Wet geluidhinder niet leidt tot optimaal en doelmatig ruimtegebruik. Ter compensatie van een hogere geluidbelasting worden maatregelen getroffen, bij voorkeur in hetzelfde milieucomponent, ter compensatie van de afwijking van de wettelijke grenswaarden. Afwijken kan uitsluitend indien dat voor het realiseren van zuinig en doelmatig ruimtegebruik en optimale leefomgevingskwaliteit in dat gebied noodzakelijk is.

Het instrument Stad & Milieu maakt dus de realisering van ruimtelijke initiatieven met een optimale invulling voor leefomgevingskwaliteit op milieubelaste plekken mogelijk. Dat is mogelijk door drie sterk samenhangende stappen te doorlopen.

- Stap 1: rekening houden met milieukwaliteit in de ruimtelijke planvorming en onderzoeken in hoeverre bronmaatregelen mogelijk zijn.
- Stap 2: nagaan in hoeverre het optimaal benutten van de ruimte die de bestaande wetgeving biedt tot realisatie van de gewenste ontwikkeling kan leiden.
- Stap 3: afwijken van een bestaande wettelijke milieunorm als met de eerste 2 stappen geen zuinig en doelmatig ruimtegebruik en optimale leefomgevingskwaliteit kan worden bereikt (het stap 3-besluit).

Om de optimale leefomgevingskwaliteit in relatie tot het zuinig en doelmatig ruimtegebruik te kunnen bepalen, is het van belang om niet alleen de milieuaspecten, maar ook andere leefbaarheidsaspecten (bezonning, nuttig gebruik van ruimten, toegankelijkheid, etc.) in beeld te brengen. In een aantal sessies is dat voor de Wilgenzone gebeurd en uiteindelijk is gekozen om over te gaan tot een stap 3-besluit.

Koppeling bestemmingsplan, hogere waarden procedure en stap 3-besluit

De gemeente Delft stelt voor het project Bomenwijk een bestemmingsplan op². De 3 stappen van Stad & Milieu zijn ingepast in de planologische procedure. De besluitvorming vindt afgestemd plaats. Voor de geprojecteerde woningen in het plangebied met een geluidbelasting boven de voorkeursgrenswaarde, doch beneden de maximale ontheffingswaarde, wordt de gebruikelijke hogere waarden procedure uit de Wet geluidhinder gevolgd. Voor de woningen boven de maximale ontheffingswaarde wordt het stap 3-besluit genomen. Deze rapportage dient als onderbouwing voor het stap 3-besluit in het kader van de Interimwet stad-en-milieubenadering door de gemeente Delft en ter beoordeling van de gezondheidskundige aspecten.

Bij een stap 3-besluit moet een gezondheidskundige interpretatie gegeven worden over de gevolgen van het overschrijden van milieunormen. Voor het project Bomenwijk is besloten het Gezondheids Effect Screening instrument (GES-instrument) hiervoor in te zetten. Hoewel de aanleiding de geluidsproblematiek is wordt in de GES ook gekeken naar andere milieufactoren die van invloed zijn op de volksgezondheid.

2. Korte algemene beschrijving van de GES-methode

Alvorens gestart wordt met de GES is het zinnig om na te gaan of aan de voorwaarden voor het gebruik van GES voldaan is. Deze voorwaarden waarborgen dat de uitvoering van een GES voor de planontwikkeling een meerwaarde heeft en dat met de resultaten rekening gehouden wordt. Daartoe wordt beoordeeld welke bronnen en milieufactoren van invloed kunnen zijn op de volksgezondheid.

Gezondheidseffectscreening Stad&Milieu (GES) is een *screeningsinstrument* dat wordt ingezet om bij planvorming rekening te houden met milieu en gezondheid. De GES brengt de gezondheidswaarde van een plangebied in beeld door de milieukwaliteit te vertalen naar gezondheidswaarde. De GES heeft geen wettelijke status, het is vooral een effectief hulpmiddel om in één oogopslag de milieukwaliteit vanuit gezondheidsperspectief in beeld te brengen³.

De GES is een screening op basis van wetenschappelijke inzichten. De benadering is wezenlijk anders dan de gebruikelijke toetsing van een plan op de wettelijke milieugrenswaarden. De GES:

- Is een ruimtelijk sturend screeningsinstrument waarin gezondheidseffecten als sterfte, ziekte en hinder van verschillende milieubronnen (relatief) vergelijkbaar worden gemaakt;
- Heeft als uitgangspunt de mate van onder- of overschrijding van het Maximaal Toelaatbare Risico (MTR) = gezondheidkundige grenswaarde;
- Drukt de milieugerelateerde gezondheidswaarde van een plangebied uit in GES-scores variërend van 0 tot 8. Score 6 of hoger geeft aan dat het MTR wordt overschreden, de kwalificatie 'onvoldoende' is dan van toepassing;
- Geeft de aan de GES-scores gekoppelde gezondheidswaarderingen in kleurencontouren op kaarten van het plangebied weer;
- Houdt rekening met milieufactoren die beneden de wettelijke milieugrenswaarden gezondheidsrisico's geven en brengt daarmee nuancering aan voor gebieden waar wettelijke milieugrenswaarden niet worden overschreden;
- Laat in één oog opslag zien waar zich belemmeringen voordoen en waar sprake is van kansen ten aanzien van gezondheidswaarde;
- Brengt verschillende milieufactoren gezamenlijk in beeld, waardoor zichtbaar wordt waar beïnvloeding van de gezondheid door meerdere milieufactoren plaatsvindt;
- Maakt een transparante keuze bij de afweging van alternatieven mogelijk. Een plan wint hiermee aan kwaliteit en draagt zo bij aan een gezonde inrichting van het plangebied;
- Is geen toets met een go of no-go als uitkomst, maar een instrument waarmee cumulatieve-effecten in beeld worden gebracht, en alternatieven en oplossingen kunnen worden gezocht.

Hieronder worden de aan GES-scores gekoppelde milieugezondheidskwalificaties en kleuren weergegeven.

GES 0 zeer goed	GES 1 goed	GES 2 redelijk	GES 3 vrij matig	GES 4 matig	GES 5 zeer matig	GES 6 onvoldoende	GES 7 ruim onvoldoende	GES 8 zeer onvoldoende
--------------------	---------------	-------------------	---------------------	----------------	---------------------	----------------------	------------------------------	------------------------------

Voor de kwantificering van gezondheidsrisico's in GES wordt de broneffect keten gevolgd:

bron → **emissie** → **verspreiding** → **blootstelling** → **effecten**

Belangrijke vragen die beantwoord moeten worden zijn:

- Welke bronnen van milieuverontreiniging zijn er?
- Welke stoffen worden geëmitteerd en in welke mate?
- Wat zijn globaal de gezondheidseffecten van deze stoffen?
- Hoe groot is de verspreiding?
- Tot welke blootstellinghoogte en -duur leidt dit?

- Wie en hoeveel mensen worden blootgesteld?
- Tot wat voor en in welke mate kan dit mogelijk leiden tot gezondheidseffecten?

De broneffect keten is een logische volgorde waarin de invloed van een milieubelastende activiteit op de gezondheid beoordeeld wordt. Per activiteit is een omschrijving gegeven van de mogelijkheden om de gezondheidseffecten van die activiteit te beoordelen en de keuze die gemaakt is in de GES. Ditzelfde geldt voor de keuzes die gemaakt zijn in het toekennen van de GES-scores aan bepaalde niveaus van blootstelling. In de afwegingen zijn steeds de eerder genoemde randvoorwaarden betrokken.

De vertaling van de berekende blootstelling in GES-scores is gedaan op basis van de meest recente dosis-respons relaties van het specifieke agens. De onderbouwing van de scores wordt bij ieder onderwerp besproken. Bij een GES-score van 6 wordt het Maximaal Toelaatbare Risico (MTR) voor blootstelling aan het specifieke agens overschreden. In het kader van het milieubeleid is overschrijding van het MTR een ongewenste situatie. Vanuit het MTR worden de andere niveaus van blootstelling onder en boven het MTR in een logische reeks afgeleid. Vervolgens wordt een milieugezondheidskwaliteit en GES-score aan de verschillende niveaus van blootstelling toegekend en in consensus vastgesteld. De GES-score loopt meestal van score 0 tot score 6 en in een enkel geval tot score 8. In tabel 1 is een overzicht gegeven van de GES-score voor de verschillende milieufactoren.

Tabel 1. Overzicht van de GES-score voor de verschillende milieufactoren

Lucht verontreiniging	Stank		Geluid (wegverkeer)		Externe Veiligheid		GES-score
	Hinder (%)	Ernstige hinder (%)	Lden (dB)	Ernstige hinder (%)	Plaatsgebonden risico	>Groepsrisico	
< Streefwaarde	0	0	<43	0	<10 ⁻⁸	nee	0
	0 – 5	0	43 – 48	0 – 3			1
Streefwaarde - 0,1 MTR			48 – 53	3 – 5	10 ⁻⁸ – 10 ⁻⁷	nee	2
0,1 – 0,5 x MTR	5 – 12	0 – 3					3
0,5 – 0,75 x MTR	12 – 25	3 – 10	53 – 58	5 – 9	10 ⁻⁷ – 10 ⁻⁶	nee	4
0,75 – 1,0 x MTR			58 – 63	9 – 14			5
≥ 1,0 x MTR	≥ 25	≥10	63 – 68	14 – 21	>10 ⁻⁶	ja	6
			68 – 73	21 – 31			7
			≥ 73	≥ 31			8

Voor blootstelling aan stoffen en externe veiligheidsrisico's zijn formele MTR-niveaus vastgesteld. Dit is niet het geval voor blootstelling aan lawaai en stank. Anders dan de voor stoffen en externe veiligheidsrisico's afgeleide MTR's is het "MTR-niveau" voor stank en lawaai een minder hard gegeven. In het kader van de GES-methode is voor lawaai en stank een hinderniveau vastgesteld dat op MTR-niveau ligt, waaraan een GES-score 6 wordt toegekend.

Er moet worden opgemerkt dat de verschillende milieufactoren verschillende gezondheidskundige eindpunten kennen, zoals de kans op gezondheidsschade of kanker bij blootstelling aan stoffen, de kans op acute sterfte bij externe veiligheidsrisico's en het aantal ernstig gehinderden bij blootstelling aan lawaai en stank. De grote verschillen in gezondheidskundige eindpunten maakt het onmogelijk om de gezondheidsrisico's van de verschillende milieufactoren in absolute zin met elkaar te vergelijken. Het is dankzij de scoringssystematiek wel mogelijk om relatieve vergelijkingen te maken. Om die reden zijn de scores met elkaar in overeenstemming gebracht. De betekenis van de GES-scores voor wat betreft gezondheidseffecten, is per type milieubelasting bepaald.

Om GES-scores meer zeggingskracht te geven en om een betere voorstelling te kunnen maken van de betekenis, wordt gebruik gemaakt van de aan de GES-scores gekoppelde milieugezondheidskwaliteit.

Benodigde gegevens

Allereerst worden voor een GES de bronnen en milieufactoren, die mogelijk invloed hebben op het plangebied, geïnventariseerd. Worden er meer planvarianten opgesteld, dan kan deze inventarisatie zo nodig per variant uitgevoerd worden.

Het gaat hierbij om de volgende bronnen:

- Bedrijf dat externe veiligheidsrisico's, stank of luchtverontreiniging levert
- Drukke verkeersweg
- Spoorlijn
- Drukke vaarweg
- Vliegveld
- Verontreinigde bodem
- Hoogspanningslijnen

In GES worden de volgende milieufactoren onderscheiden: luchtverontreiniging, geluid, stank, externe veiligheid en elektromagnetische velden. Voor het goed kunnen uitvoeren van een GES is het van belang dat de milieusituatie goed in beeld is gebracht. Het is nodig alle bekende milieugegevens te verzamelen (onder andere van luchtverontreiniging, geluid, stank en externe veiligheidsrisico's). Ook is het van belang te kijken naar de aantallen mensen die er aan worden blootgesteld (absoluut of procentueel).

De GES zal in kaartbeelden duidelijk maken in welke gebieden zich gezondheidskansen en in welke gebieden zich bedreigingen voordoen.

In grote lijnen volgt GES het spoor van bronidentificatie, emissie, verspreiding, blootstelling op gegeven locaties en bepaling van het aantal of percentage blootgestelden aan de hand van het aantal woningen.

Het is mogelijk dat binnen een bepaald gebied niet alleen gebouwen met uitsluitend woonbestemming voorkomen. Te denken valt aan scholen, kantoren, verpleeghuizen, stadions. In GES kunnen deze nadere gebouwen meegewogen worden in de beoordeling. In de Handleiding GES bestaat de mogelijkheid om de andere gebouwen te vertalen naar aantal woningen.

3. Korte beschrijving van het plangebied Bomenwijk en projectgebied Stad & Milieu

Wilgenzone

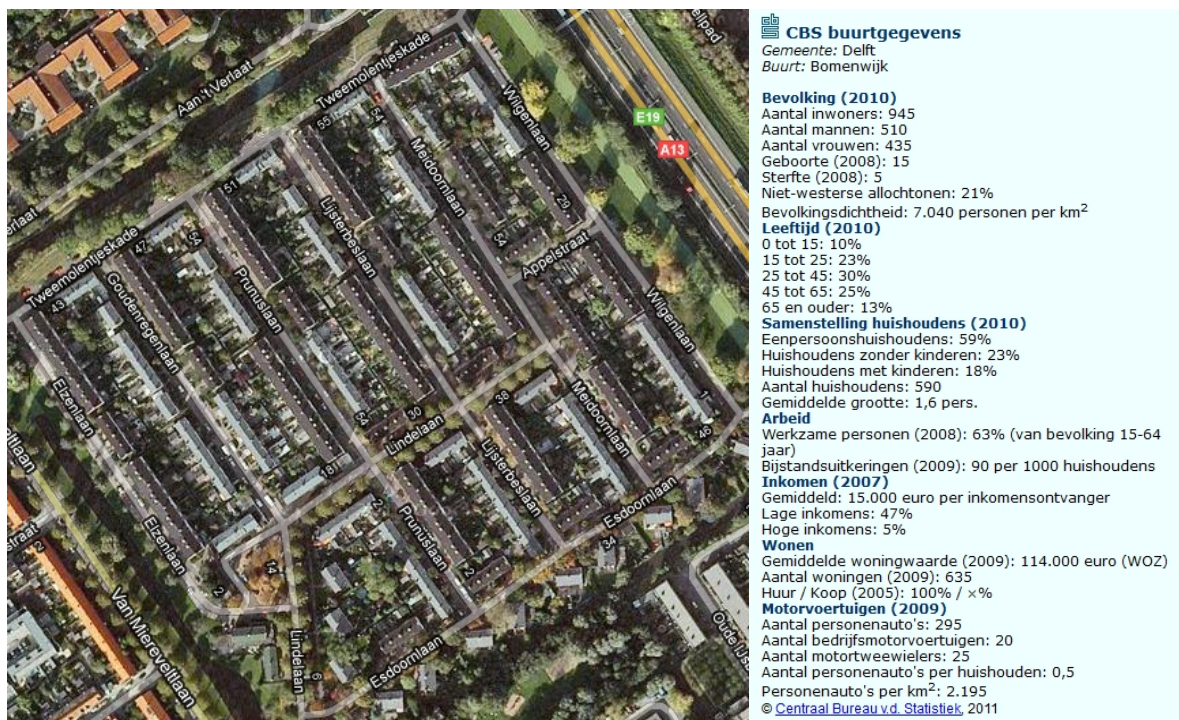
Het projectgebied (Wilgenzone) waarvoor de gemeente Delft de Stad & Milieubenadering wil volgen, is onderdeel van het plangebied Bomenwijk in Delft. Het plangebied Bomenwijk wordt begrensd door de Van Miereveltlaan, de watergang langs de Tweemolentjeskade, de watergang langs de Wilgenlaan (grenzend aan de A13) en watergang achter de percelen aan de Esdoornlaan. In figuur 1 zijn de ligging en begrenzing aangegeven.

Figuur 1: Globale ligging plangebied (bron: Bestemmingsplan Bomenwijk)



Figuur 2 geeft een situatietekening van de bestaande situatie met een aantal sociaal-demografische kenmerken (CBS Statline, 2011).

Figuur 2: Bestaande situatie met sociaal-demografische kenmerken



Begrenzing projectgebied

In het projectgebied worden enkele nieuwe gebouwen geplaatst. Het instrumentarium van Stad & Milieu is vanwege de geluidbelasting van de A13 noodzakelijk voor de nieuwe blokken N25 (woontoren) en blok N22 (T-vormige appartementencomplex) (zie figuur 3).

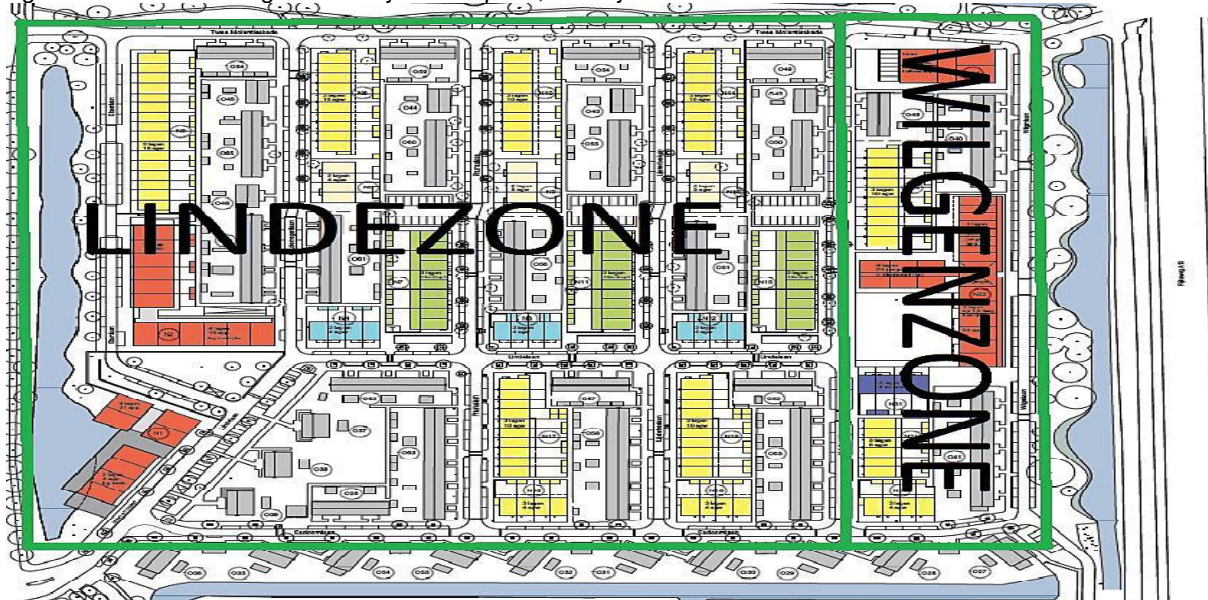
Blok N25 wordt begrensd door:

- aan de noordzijde: de Wilgenlaan (zijde A13)
- aan de oostzijde: de bestaande bebouwing aan de Wilgenlaan en de Meidoornlaan
- aan de westzijde: de Tweemolentjeskade
- aan de zuidzijde: de Meidoornlaan

Blok N22 wordt begrensd door:

- aan de noordzijde: de Wilgenlaan (zijde A13)
- aan de oostzijde: de te bouwen bebouwingsblok N31 en de bestaande woonbebouwing aan de Wilgenlaan
- aan de westzijde: de bestaande bebouwing aan de Wilgenlaan en de te bouwen bebouwingsblok N24
- aan de zuidzijde: de Meidoornlaan

Figuur 3: Situatietekening "Bomenwijk Masterplan", d.d. 7 juni 2011



Aantal woningen en populatiedichtheid

In de bestaande situatie zijn er in de Bomenwijk 634 woningen. In de nieuwe situatie (Masterplan) zullen er in de Bomenwijk circa 538 woningen zijn, waarvan 182 woningen gerenoveerd en 356 woningen nieuw gebouwd. Er worden in de Wilgenzone circa 140 nieuwe woningen gerealiseerd. In de Wilgenzone treedt een verdichting op van woningen, terwijl in de Lindezone een verduunning optreedt.

In de bestaande situatie kent de wijk een lage populatiedichtheid ten gevolge van vele eenpersoonshuishoudens. De gemiddelde populatiedichtheid per woning is 1,6 en daarmee onder het Nederlandse gemiddelde van 2,2 per woning. Het is waarschijnlijk dat de samenstelling van de huishoudens zal veranderen omdat van de 538 woningen die zijn gepland in het Masterplan er 55% in de sociale sector en 45% in de vrije sector ligt.

4. Invloed van het Masterplan Bomenwijk op de verschillende milieufactoren

4.1 Milieugevolgen

De gemeente Delft heeft in het plan Bomenwijk uitgebreid aandacht besteed aan de milieukwaliteit. De belangrijkste uitkomsten staan in de toelichting op het bestemmingsplan opgenomen. Op basis van het Masterplan is vastgesteld dat voor deze GES de snelweg A13 de belangrijkste bron is. Daarnaast wordt voor het te onderzoeken gebied ook nog geuroverlast van een bedrijf meegenomen. De andere bronnen spelen geen rol van betekenis. Verder is vastgesteld dat de huidige situatie en de situatie met de nieuwbouw in de Wilgenzone worden beoordeeld.

De milieufactoren die in de GES Bomenwijk een rol spelen zijn geluidsoverlast, luchtverontreiniging en externe veiligheid ten gevolge van de A13 en in beperkte mate met geuroverlast ten gevolge van een bedrijf.

4.2 Geluid

In de nota "Onderbouwing stap 3 stad & milieubenadering Wilgenzone-Bomenwijk" van Cleton & Com wordt de verwachte geluidsbelasting geschetst op basis van onderzoek door Cauberg-Huygen Raadgevende Ingenieurs^{4,5}. De geluidbelasting ten gevolge van de A13 en de Van Miereveltlaan overschrijdt de voorkeursgrenswaarde.

In de tweedelijnsbebouwing (Lindezone) wordt de maximaal vast te stellen waarde voor vervangende nieuwbouw (63 dB) nergens overschreden. Een hogere waarde vaststelling op grond van de Wet geluidhinder en gemeentelijk beleid is derhalve verantwoord.

Er zijn meerdere overschrijdingen van de maximale voorkeursgrenswaarde ten gevolge van de A13 en de Van Miereveltlaan. Nieuwbouw van de achterliggende woningen in de Lindezone is mogelijk wanneer gebruik gemaakt wordt van de maximale ontheffingswaarde uit de Wet geluidhinder voor vervangende nieuwbouw (63 dB). Voor de nieuwbouw van de eerstelijnsbebouwing langs de A13 (Wilgenzone) overschrijdt de geluidbelasting de maximaal vast te stellen waarde van 53 dB voor nieuwe woningen. Een hogere waarde vaststelling tot een maximum van 63 dB op grond van de Interimwet Stad & Milieu voor deze zone is verantwoord, mits onder andere de volgende maatregelen bij de verdere planuitwerking worden doorgevoerd:

- aanhouden van de minimaal benodigde gebouwafmetingen, zodanig dat het plein achter de eerstelijnsbebouwing (woonblok N22) als geluidluw kan worden aangemerkt;
- het beperken van de geluidbelasting op woningen in de Wilgenzone door middel van gebouwgebonden geluidafschermdende maatregelen tot 63 dB dan wel door het toepassen van dove gevels;
- het realiseren van een geluidluwe buitenruimte per woning.

De nieuwbouw aan de Wilgenlaan zal onder de invloedssfeer van de Rijksweg A13 komen te liggen, wat betekent dat er rekening gehouden moet worden met verkeerslawaai. Het woonblok N22 zal als geluidbuffer voor de achterliggende woningen dienen, maar zal zelf aan behoorlijke geluidsbelasting onderhevig zijn.

In de Wilgenzone is er geen sprake van vervangende nieuwbouw. Voor dit gebied wordt een Stad & Milieu benadering gevolgd waarbij een combinatie van gebouwgebonden maatregelen, compenserende maatregelen (N22: geluidluwe buitenruimte per woning en geluidluw plein; N25: afsluitbare buitenruimte en gemeenschappelijke verblijfsruimte) en een stap 3-besluit 63 dB wordt voorgesteld.

4.3 Luchtkwaliteit

Door de gevolgen voor de luchtkwaliteit te bepalen langs de wegen binnen het bestemmingsplangebied Masterplan 'Bomenwijk' alsmede langs de Van Miereveltlaan is inzicht verkregen in de maximale gevolgen van de plannen voor de luchtkwaliteit. Hierbij is rekening gehouden met de bronbijdrage van de A13.

In het onderzoek van Cauberg-Huygen naar de luchtkwaliteit is berekend wat de jaargemiddelden concentraties voor PM₁₀ en NO₂ in de jaren 2011, 2015 en 2021 zijn⁶. Voor PM₁₀ is een correctie uitgevoerd in verband met de aanwezigheid van zeezout in de lucht. In de berekeningsresultaten is de bijdrage van de A13 meegenomen. Voor de meest kritische situaties, Wilgenlaan en Tweemolentjeskade, blijkt dat ruimschoots aan de grenswaarden voor luchtkwaliteit wordt voldaan. Ook in absolute zin wordt ruimschoots voldaan aan de grenswaarden. Luchtkwaliteit leidt bij toetsing aan de wettelijke grenswaarden niet tot een belemmering van de geplande ontwikkeling.

4.4 Externe veiligheid

In het kader van de totstandkoming van het bestemmingsplan zijn er een tweetal externe veiligheidsrapporten uitgebracht^{7,8}. Van de zijde van TNO met betrekking tot het groepsrisico ter plaatse, alsmede van Cauberg-Huygen om inzicht te geven in hoeverre de voorgestelde stedenbouwkundige en bouwkundige keuzes verantwoord zijn. Het doel van het TNO rapport was om inzicht te krijgen in het effect van de realisatie van de plannen voor de Bomenwijk op de externe veiligheid uitgedrukt in plaatsgebonden risico (PR) en groepsrisico (GR), voortkomend uit het vervoer van gevaarlijke stoffen over de A13.

Conclusie van beide rapporten is dat het groepsrisico in het gebied, gezien de combinatie van deels verdunnen en deels verdichten van de wijk, beperkt toeneemt. Dit wordt merendeels veroorzaakt door de toename van het transport over de A13. Gekozen is voor verdunning in het meer geluidsluwe deel (Lindezone en meer naar het westen) en verdichting aan de zijde van de snelweg (appartementen complexen lenen zich beter voor het treffen van geluidsmaatregelen dan eengezinswoningen).

Gezien de geringe toename is er – mede in het kader van Stad & Milieu – gekeken naar de verantwoording van het groepsrisico. In die verantwoording is niet alleen gekeken naar de mogelijke maatregelen in het algemeen, maar ook naar de in het kader van dit plan uitvoerbare maatregelen.

Daarbij is van belang dat ten behoeve van het verlenen van de hogere waarden voor geluid in het kader van Stad & Milieu strikt gekeken dient te worden naar de ligging van de woning, de geluidsbelasting, het woon- en leefklimaat en de op grond daarvan haalbare en noodzakelijke waarde. In het kader van dat onderzoek is vastgesteld dat indien er gekozen wordt voor een goed woon- en leefklimaat voor wat betreft de woningplattegrond én een niet te hoge geluidbelasting gekozen dient te worden voor een complex aan de snelweg, waarbij de woningen met een galerij aan de snelwegzijde worden ontsloten. De keuze wijkt echter af van de voorkeur met betrekking tot wat in de buurt van risicobronnen gebruikelijk is. Daar gaat men immers in beginsel uit van vluchten van de bron af. In dit geval is dat niet mogelijk. Bij de verantwoording is ingegaan op de verschillende scenario's en aangegeven waarom in dit geval met bijzondere maatregelen (het creëren van een safe haven) het toch verantwoord is om niet van de bron af te vluchten.

De Veiligheidsregio Haaglanden (VRH) heeft op 17 mei 2011 de gemeente Delft geadviseerd over de situatie met betrekking tot externe veiligheid bij de planontwikkeling in de Wilgenzone. De VRH constateert dat de aangedragen informatie geen overschrijding van het groepsrisico laat zien. Wel merken zij op dat een ontwikkeling met een galerij langs de A13 niet het meest gunstige keuze is in het kader van externe veiligheid.

Verder vermeldt de VRH dat voor het ergst denkbare scenario (een koude BLEVE “voor de deur”) volgens de VRH geen effectieve maatregelen mogelijk zijn, anders dan het niet situeren van grote bevolkingsgroepen op de gekozen locatie. De effectiviteit van verhoogde borstweringen zouden volgens de VRH de veiligheid ten goede kunnen komen bij incidenten met veel stralingswarmte. Voor toxische incidenten is het te allen tijde eenvoudig kunnen uitschakelen van ventilatie (dan wel ventilerende ramen eenvoudig te sluiten) essentieel. Verder is het relevant om te vermelden dat de flats buiten het plasbrandaandachtsgebied (PAG) liggen. Dit betreft een strook van 30 meter, gemeten vanaf de buitenzijde van een transportroute van gevaarlijke stoffen. Hiermee wordt het effectgebied weergegeven van het scenario met de grootste kans van voorkomen: de plasbrand.

De VRH acht alles overwegende het stedenbouwkundig plan aan de Wilgenzone acceptabel. Voorwaarde hierbij is dat de bewoners over adequate informatie kunnen beschikken met betrekking tot externe veiligheid.

4.5 Geurhinder

In de nota Bedrijven en bestemmingsplannen (oktober 2003) staat het gemeentelijke beleid over de wijze waarop bedrijven in bestemmingsplannen worden bestemd. Uitgangspunt is dat er minimale afstanden zijn tussen bedrijven en gevoelige bestemmingen. Daartoe zijn bedrijven ingedeeld in 6 categorieën. De gemeente Delft is ingedeeld in 8 verschillende gebiedstypes. Het plangebied ligt in het gebiedstype woonwijken 1. In het gebiedstype woonwijken 1 zijn categorie 1 en 2 bedrijven toegestaan. Categorie 3.1 bedrijven kunnen worden toegestaan als aan afwijkingscriteria wordt voldaan. Naast de algemene afwijkingscriteria dient de bedrijvigheid aan de woonwijk gerelateerd te zijn, of er dient een goede ontsluiting van het bedrijf mogelijk te zijn.

In het plangebied bevinden zich geen bedrijven, anders dan aan huis gebonden beroepen en bedrijfsactiviteiten aan huis. Wel is er sprake van invloed van DSM, dat buiten het plangebied ligt. Het plangebied ligt binnen de L-contour (lichte geurhinder) van DSM, maar niet binnen de H-contour (hinder). Voor de goede orde wordt opgemerkt dat het plangebied niet binnen geluidcontouren industrielaawaai (bijvoorbeeld m.b.t. DSM/Calvé) ligt.

Met betrekking tot de ligging binnen de L-contour van DSM wordt opgemerkt dat, volgens de verklaring in de Handreiking Luchtkwaliteit en Ruimtelijke ordening, module stank (februari 2002), hier lichte hinder waarschijnlijk is. Voor wat betreft stankhinder is het van belang te constateren dat in het kader van de herstructurering van de Bomenwijk het totaal aantal inwoners (en daarmee het aantal geurgehinderden) binnen het plangebied niet toeneemt maar afneemt.

5. Toelichting op de Interimwet Stad-en-milieubenadering

Bij beschouwing van de ontwikkeling is vastgesteld dat er waarschijnlijk gezien de ligging van de Bomenwijk ten opzichte van de A13 sprake is een overschrijding van de van toepassing zijnde geluidsnormen, waardoor mogelijk gebruik moet worden gemaakt van de Interimwet Stad- en Milieubenadering. Naar aanleiding van die constatering is er een Stad- en milieuoeverleg gestart met provincie en rijk, en heeft nader onderzoek plaatsgevonden. In het kader van de bestemmingsplanprocedure Bomenwijk is een akoestisch onderzoek uitgevoerd door Cauberg-Huygen (Akoestisch onderzoeksrapport 20072836-109 d.d. 12 mei 2011, vervangen door Akoestisch onderzoek t.b.v. bestemmingsplan plangebied "Bomenwijk" te Delft. Verkeersgegevens 2023. Referentie 20072836-114 d.d. 19 juli 2011), waarbij inderdaad geconstateerd is dat met name de geluidbelasting ten gevolge van de A13 een relevante rol speelt voor het plangebied. Uitgaande van het "Bomenwijk Masterplan, d.d. 7 juni 2011 (maximale invulling)" en het bestaande geluidscherm langs de A13, blijkt uit de berekeningen dat de voorkeursgrenswaarde van 48 dB wordt overschreden ten gevolge van de A13 (een groot deel woningen) en ten gevolge van de Van Miereveltlaan (alleen blok N1 t/m N3). Verder blijkt dat de maximaal te verlenen ontheffingswaarde van 53 dB eveneens wordt overschreden ten gevolge van de A13 op een groot deel van de woningen in de "Wilgen- en Lindezone". De ten hoogste optredende geluidbelasting (na aftrek ex. art. 110g Wgh) vanwege de A13 en de Van Miereveltlaan bedraagt respectievelijk 68 dB (blok N25) en 55 dB (blok N1). Het aspect "geluid" vormt met name een belemmering voor realisatie van de woonblokken die niet aangemerkt kunnen worden als "vervangende nieuwbouw". In onderstaande tabel zijn de relevante grenswaarden voor wegverkeerslawaai voor de A13 opgenomen (tabel 2).

Tabel 2. Grenswaarden Wet geluidhinder

Geluidgevoelige bestemming	Voorkeursgrenswaarde	Maximaal te verlenen ontheffingswaarde	Binnenniveau
Woning	48 dB	53/63* dB	33 dB

*bij vervangende nieuwbouw

Met betrekking tot in het stedelijk gebied nog te bouwen woningen die nog niet zijn geprojecteerd en die dienen ter vervanging van bestaande woningen of andere geluidsgevoelige gebouwen, kan voor de te verwachten geluidsbelasting vanwege een aanwezige weg een waarde van ten hoogste 63 dB worden vastgesteld, met dien verstande dat de vervanging niet zal leiden tot:

1. een ingrijpende wijziging van de bestaande stedenbouwkundige functie of structuur;
2. een wezenlijke toename van het aantal geluidgehinderden bij toetsing op bouwplanniveau voor ten hoogste 100 woningen.

De vervangende nieuwbouw in de Lindezone (tweedelijnsbebouwing) voldoet aan deze criteria. De geluidbelasting ten gevolge van de A13 en de Van Miereveltlaan overschrijdt de voorkeursgrenswaarde van 48 dB. In de tweedelijnsbebouwing (Lindezone) wordt de maximaal vast te stellen waarde voor vervangende nieuwbouw (63 dB) echter nergens overschreden. Dit betekent dat nieuwbouw van woningen in de tweedelijnsbebouwing mogelijk is wanneer gebruik gemaakt wordt van de grenswaarden uit de Wet geluidhinder voor vervangende nieuwbouw (63 dB, zie artikel 83 lid 6 Wet geluidhinder). Het is derhalve verantwoord op basis van de Wet geluidhinder en het gemeentelijke beleid een besluit Hogere Waarden vast te stellen.

In de Wilgenzone (eerstelijnsbebouwing) is vanwege de wijzigingen in de stedenbouwkundige structuur géén sprake van vervangende nieuwbouw. Dit betekent dat óf met dove gevels dient te worden gewerkt, óf de Interimwet stad-en-milieubenadering wordt gevolgd ten behoeve van de realisatie.

Gebleken is dat het toepassen van de Interimwet stad-en-milieubenadering tezamen met een goede indeling van de woningplattegrond leidt tot het beste woon- en leefklimaat. Daarbij is in het bijzonder ook gekeken naar de leefbaarheid/indelingsmogelijkheden van de woning in relatie met de andere relevante milieuaspecten (onder meer externe veiligheid). Het gebruik van dove gevels leidt niet tot een optimaal woon- en leefklimaat, maar is voor een aantal gevels niet te voorkomen.

De gemeente wenst voor de woningen in de Wilgenzone de Interimwet stad-en-milieubenadering toe te passen. Voor dit gebied wordt een Stad & Milieu-benadering gevolgd waarbij een combinatie van gebouwgebonden maatregelen wordt voorgesteld en een stap 3-besluit genomen wordt voor een geluidsbelasting van maximaal 63 dB. Deze waarde is conform de maximaal te verlenen ontheffingswaarde die geldt voor vervangende nieuwbouw in de tweedelijnsbebouwing (Lindenzone).

De maatregelen ter compensatie van deze geluidbelasting zijn gelegen in:

- de aanwezigheid van een geluidluwe buitenruimte bij iedere woning in gebouw N22 (achterzijde);
- een geluidluw plein aan de achterzijde van gebouw N22;
- een afsluitbare buitenruimte (koude serre c.q. loggia) met groenvoorziening per woning in gebouw N25. Indien de buitenruimte wordt afgesloten kunnen geluidniveaus worden teruggebracht tot onder 54 dB.
- een extra gemeenschappelijke verblijfsruimte in gebouw N25.

Voor de nieuwbouw van wooncomplexen N22 en N25 wordt in het kader van het stap 3-besluit een geluidbelasting tot 63 dB op de gevel voorgesteld. Aangezien de geluidbelasting op deze gebouwen hoger is dan 63 dB worden gebouw- en woninggebonden afscherpende maatregelen voorgesteld.

Gebouw N22 wordt aan de snelwegzijde voorzien van een galerijgevel met een gesloten borstwering. Door Cauberg-Huygen zijn diverse borstweringhoogtes doorgerekend om te kunnen voldoen aan een gevelbelasting ter plaatse van de woning van maximaal 63 dB⁵. Aan de andere zijde van het gebouw wordt ter compensatie per woning een geluidluwe buitenruimte gecreëerd.

Bij gebouw N25 is het voor een deel van de woningen niet mogelijk te voldoen aan een gevelbelasting tot 63 dB. Het voornemen is om dove gevels te realiseren voor gevels waar de geluidbelasting meer is dan 63 dB.

Deze maatregelen aan gebouw N22 en N25 dienen op te leveren dat de geluidwering van de gevel zodanig moet zijn dat conform het Bouwbesluit een binnenniveau van 33 dB moet zijn gegarandeerd (prestatie-eis).

In figuur 4 is een plattegrond gegeven met daarop de (vervangende) nieuwbouw na planrealisatie. Aangegeven zijn de locaties van de woonblokken N25 en N22, het geluidluwe plein en de afstanden van de bebouwing in de Wilgenzone tot de snelweg A13.

Figuur 4. Plattegrond plangebied met (vervangende) nieuwbouw



6. Gezondheidseffect Screening (GES)

Uitgewerkt worden de volgende modules:

Module B	Bedrijven en stank
Module E	Wegverkeer en luchtverontreiniging
Module G	Wegverkeer en geluid
Module H	Wegverkeer en externe veiligheid

6.1 Bedrijven en stank

Emissie en verspreiding

Vaak zijn bij bekende geur emitterende bedrijven met een vergunning ook geurcontouren berekend. De gehanteerde geurmaat voor emissie is het aantal Europese odourunits per uur (ou_E /uur). In het verleden werd de geuremissie uitgedrukt in aantal geureenheden per uur (ge/uur). Voor odourunits en geureenheden geldt een vaste verhouding van $1\ ou_E = 2\ ge$. Voor de bepaling van de geuremissie is er een gestandaardiseerde meetmethode (de CEN-norm voor geurmeting NEN-EN 13725). Met verspreidingsmodellen die voor luchtverontreiniging gebruikt worden, kan uitgaande van de geuremissie de verspreiding berekend worden conform het Nieuw Nationaal Model (NNM). Er kunnen dan geurcontouren, lijnen die punten met dezelfde geurconcentratie verbinden, getekend worden. Zo geeft de geurcontour van $0,5\ ou_E/m^3$ als 98-percentiel aan waar een geurconcentratie van $0,5\ ou_E/m^3$ 2% van de tijd wordt overschreden.

Gezondheidskundige beoordeling

Geur kan verschillende effecten oproepen bij de mens, die als nadelig voor de gezondheid worden beschouwd.

De waarneming van geur verloopt via de receptoren in het reukepitheel. Volgend op de stimulatie van de receptoren ontstaat waarneming van de frequentie, de intensiteit, de hedonische waarde en de kwaliteit (bijvoorbeeld 'oplosmiddelachtig') van de geur.

Geur kan verschillende gezondheidseffecten oproepen bij de mens: (ernstige) hinder, verstoring van gedrag en activiteiten en stressgerelateerde somatische gezondheidsklachten. Het meest voorkomende en beschreven gezondheidseffect van geur is (ernstige) hinder.

De indeling in GES-scores, waarbij de geurconcentraties en percentage ernstig gehinderden aan elkaar gekoppeld zijn via de algemene dosis-responsrelatie, ziet er als volgt uit (tabel 3):

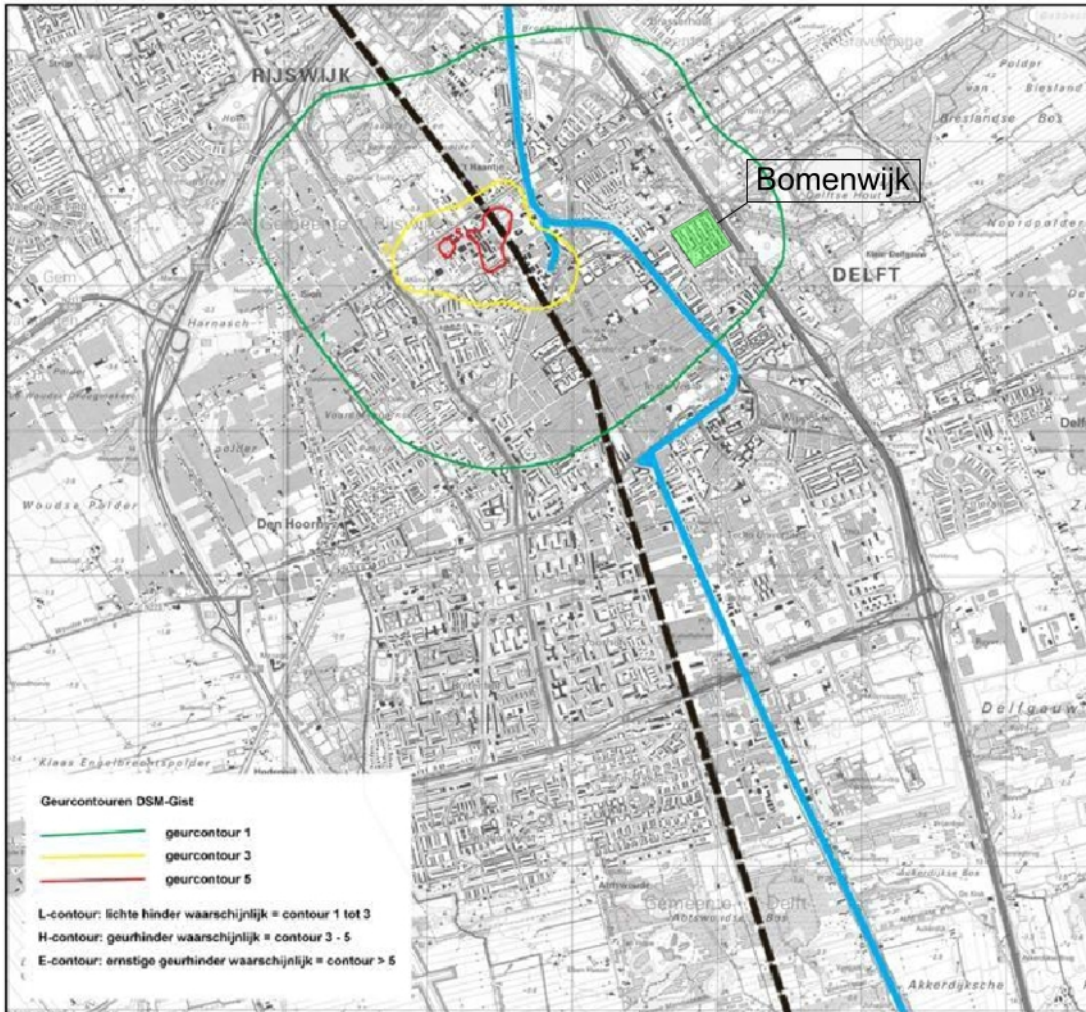
Tabel 3. Indeling GES-score geur

Hinder (%)	Ernstige hinder (%)	Geurconcentratie P98 (ge/m^3)	GES-score
0	0	0	0
0 – 5	0	0 – 1	1
5 – 12	0 – 3	1 – 3	3
12 – 25	3 – 10	3 – 10	4
≥ 25	≥ 10	≥ 10	6

Resultaten

Het plangebied ligt binnen de L-contour (lichte geurhinder) van DSM, maar niet binnen de H-contour (hinder). De L-contour is in figuur 4 aangegeven als geurcontour 1.

Figuur 4. Geurcontouren DSM-Gist met GES 1 kleur over de Bomenwijk



Met betrekking tot de ligging binnen de L-contour van DSM wordt opgemerkt dat, volgens de verklaring in de Handreiking Luchtkwaliteit en Ruimtelijke ordening, module stank (februari 2002), hier lichte hinder waarschijnlijk is.

Op basis van de geurcontouren van DSM is vast te stellen dat het gehele plangebied een GES-score van 1 krijgt toegewezen.

6.2 Wegverkeer en luchtverontreiniging

Emissie en verspreiding

De emissies van luchtverontreiniging door wegverkeer worden voornamelijk bepaald door de kenmerken van het verkeer (verkeersintensiteiten, aandeel vrachtverkeer, aandeel milieuklassen, type brandstof) en de afwikkeling van het verkeer (rijshnelheden, dynamiek, mate van congestie). De verspreiding van de luchtverontreiniging wordt bepaald door meteorologische omstandigheden en de geometrie die de mogelijkheden voor verdunning bepaalt. Cauberg-Huygen heeft in 2010 onderzoek verricht naar de luchtkwaliteit in het onderhavige gebied. Daarbij is gekozen om naar PM_{10} en NO_2 te kijken omdat andere luchtverontreinigende stoffen nagenoeg overal in Nederland binnen de grenswaarden blijven. $PM_{2,5}$ is buiten beschouwing gebleven voor het toetsen aan de luchtkwaliteitseisen via de zogenaamde 'uitgestelde werking'.

De concentraties PM_{10} en NO_2 zijn bepaald, rekening houdend met:

- Emissies van het verkeer op lokale (ontsluitings)wegen;
- Emissies van het snelwegverkeer;
- Overige (bestaande) bronnen.

Om de luchtkwaliteit ten gevolge van emissies van verkeer in beeld te brengen kan gebruik worden gemaakt van gestandaardiseerde atmosferische verspreidingsmodellen die zijn goedgekeurd door het Ministerie van I&M. De kenmerken van bebouwing langs de weg bepaalt de keuze voor de te gebruiken standaardrekenmethode. Voor situaties met bebouwing relatief dicht bij de weg, zoals in binnenstedelijk gebied moet standaardrekenmethode 1 (SRM I) en voor wegen in het open veld met bebouwing relatief ver van de weg moet standaardrekenmethode 2 (SRM II) gebruikt worden.

Cauberg-Huygen heeft voor de bijdrage van lokale (ontsluitings)wegen gebruik gemaakt van standaardrekenmethode 1 (SRM I) via het rekenprogramma GeoAir (versie 2.0).

Voor de bijdrage door het verkeer op de snelweg is volgens standaardrekenmethode 2 (SRM II) gebruik gemaakt van het verspreidingsmodel Geomilieu V1.71 (Stacks+). Daarbij is uitgegaan van de verkeersintensiteiten en voertuigverdelingen zoals deze zijn opgegeven door het Ministerie van Rijkswaterstaat, d.d. 17 december 2008. De bijdrage van de A13 aan de concentraties PM_{10} en NO_2 is opgeteld bij de concentraties van het lokale wegennet die met GeoAir zijn berekend. Daarbij is een correctie uitgevoerd voor dubbeltelling van de snelwegbijdrage, omdat de snelwegbijdrage ook al is meegenomen in de achtergrondconcentratie die met GeoAir is bepaald (gebaseerd op de GCN kaart).

Gezondheidskundige beoordeling

Verkeersgerelateerde luchtverontreiniging is opgebouwd uit een complex mengsel van verschillende componenten, die vaak een directe koppeling met elkaar hebben. Het is daarom vaak moeilijk om waargenomen gezondheidseffecten toe te schrijven aan één of meer componenten uit dat mengsel. Om de bijdrage van een lokale verkeersweg of snelweg aan de achtergrondconcentratie te beoordelen is PM_{10} geen goede indicator, omdat deze component niet specifiek is voor verkeer als bron. NO_2 staat als indicator beter model voor verkeersgerelateerde luchtverontreiniging dan PM_{10} of $PM_{2,5}$. Ondanks dat er soms in verkeerssituaties maar een klein contrast in NO_2 -concentraties is, is er wel een groot contrast in concentraties van andere voor de gezondheid belangrijke componenten zoals roet, elementair koolstof en ultrafijne deeltjes ($<PM_{0,1}$). De concentratiebijdragen van de emissies van stoffen afkomstig van het (snel)wegverkeer nemen daarbij snel af bij toenemende afstand tot de weg. De mate waarin is afhankelijk van de component.

Voor de GES Bomenwijk is alleen NO_2 beschouwd omdat deze in vergelijking tot PM_{10} nog enig contrast levert t.a.v. verkeersemissies.

Voor NO₂ wordt de volgende indeling in GES-scores gehanteerd (tabel 4).

Tabel 4. GES-scores voor NO₂

Jaargemiddelde NO ₂ µg/m ³	GES-score	Opmerkingen
0,04 – 3	2	
4 – 19	3	
20 – 29	4	
30 – 39	5	
40 – 49	6	Overschrijding grenswaarde Toename luchtwegklachten en verlaging longfunctie
50 – 59	7	Sterkere toename luchtwegklachten en verlaging longfunctie
≥ 60	8	

Resultaten

In tabel 5 is een overzicht gegeven van de luchtkwaliteit voor NO₂ in de bestaande situatie en na planrealisatie met zichtjaar 2021.

Tabel 5. Concentratie NO₂ per weg incl. A13 voor de situatie zonder en met planrealisatie in GES kleuren

Weg	Jaargemiddelde Concentratie in µg/m ³			
	2011 Bestaand	Achtergrond 2011	2021 Masterplan	Achtergrond 2021
Van Miereveltlaan	31,9	27,8	23,72	21,3
Lindelaan	29,64	27,8	22,45	21,3
Lindelaan	31,22	27,8	23,08	21,3
Esdoornlaan	34,28	27,8	24,77	21,3
Elzenlaan	29,79	27,8	22,33	21,3
Goudenregenlaan	29,6	27,8	22,23	21,3
Prunuslaan	29,94	27,8	22,39	21,3
Lijsterbeslaan	30,5	27,8	22,67	21,3
Meidoornlaan	31,42	27,8	23,17	21,3
Wilgenlaan	34,55	27,8	24,95	21,3
Tweemolentjeskade	35,1	27,8	25,25	21,3

In het onderhavige gebied worden geen grenswaarden overschreden voor NO₂. Bij de ontwikkelingsvariant wordt in 2021 voor NO₂ geen GES-score van 5 meer gehaaldⁱ. In 2011 is de situatie zo dat in het merendeel van de locaties een GES-score van 5 wordt vastgesteld. Dit komt door de invloed van de A13 op de wegen in de Wilgenzone en het oostelijk deel van de Lindezone. De bijdrage van de A13 aan de concentratie NO₂ aan de gevels van de Wilgenlaan ligt tussen 6 en 7 µg/m³. In de rest van het plangebied ligt de bijdrage van de A13 tussen 1 en 3 µg/m³.

In de figuren 5 (bestaande situatie) en 6 (na planrealisatie) zijn de GES-scores voor NO₂ op de kaart aangegeven.

ⁱ Voor PM₁₀ komen de jaargemiddelden zonder zeezoutcorrectie voor alle berekende jaren in GES-score 4 terecht. PM₁₀ is in de GES systematiek op lokale schaal weinig discriminerend.

Figuur 5. Wegenstructuur met GES-scores voor NO₂ in de bestaande situatie (2011)



Figuur 6. Wegenstructuur met GES-scores voor NO₂ na planrealisatie (2021)



GES 0 zeer goed	GES 1 goed	GES 2 redelijk	GES 3 vrij matig	GES 4 matig	GES 5 zeer matig	GES 6 onvoldoende	GES 7 ruim onvoldoende	GES 8 zeer onvoldoende
--------------------	---------------	-------------------	---------------------	----------------	---------------------	----------------------	---------------------------	---------------------------

6.3 Wegverkeer en geluidhinder

Emissie en verspreiding

Bij voertuigen zijn de motor en uitlaat belangrijke geluidsbronnen. Vooral het optrekken, het rijden met hoge toertallen en afremmen geven hoge geluidsniveaus. Ook de banden vormen een belangrijke geluidsbron. De banden veroorzaken rolgeluid, omdat ze in trilling worden gebracht door de krachten die er op staan. Bredere banden en een grovere structuur van het wegoppervlak geven meer geluid.

Bij lagere snelheden zijn de motor en uitlaat de belangrijkste geluidsbronnen. Bij snelheden boven 30 à 40 km/uur wordt het rolgeluid dominant.

De geluidemissie van wegverkeer is dus afhankelijk van het type voertuig, de banden en de snelheid van de voertuigen en de ruwheid en structuur van het wegdek. Voor de verspreiding is de verdunning (afzwakking) door weersomstandigheden, de reflectie door het wegdek en de demping door de lucht en bodem van belang.

Voor de berekening van de emissie en verspreiding van geluid van wegverkeer zijn er voorgeschreven standaard rekenmethoden (SRM). Voor complexe situaties wordt SRM II gebruikt waarmee reflectie vanuit de locale geometrie berekend kan worden.

Geluidberekeningen kunnen dan ook op verschillende hoogten bijvoorbeeld afhankelijk van het aantal verdiepingen van woongebouwen worden uitgevoerd.

Cauberg-Huygen heeft voor de Bomenwijk SRM II berekeningen voor een aantal varianten uitgevoerd. De berekeningen van het gemiddelde geluidniveau tijdens de dag-, avond- en nachtperiode L_{den} zijn uitgevoerd conform het "Reken- en meetvoorschrift geluidhinder 2006", zoals bedoeld in artikel 110d en 110e van de Wet geluidhinder. De berekeningen zijn verricht met behulp van het Geonoise-rekenprogramma voor wegverkeerslawaaai, versie 5.43.

Ten behoeve van GES heeft Cauberg-Huygen een Excel file met de L_{den} waarden van de rekenpunten op de gevels op basis van Rijksdriehoekskoördinaten aangeleverd. Tevens zijn de rekenresultaten aangeleverd in een grid. De gridberekeningen zijn uitgevoerd op een hoogte van 5 meter (2^e woonlaag). De rekenresultaten van de geluidbelasting door de A13 en de Van Miereveltlaan zijn separaat aangeleverd. De berekeningen zijn conform de meest recente rapportage van Cauberg-Huygen: Akoestisch onderzoek t.b.v. bestemmingsplan plangebied "Bomenwijk" te Delft. Verkeersgegevens 2023. Referentie 20072836-114 d.d. 19 juli 2011⁵.

Omdat GES een gezondheidkundige screening is zijn L_{den} waarden gebruikt zonder aftrek volgens art. 110g van de Wet geluidhinder. Deze aftrek (2 dB voor de A13 en 5 dB voor de overige wegen) is een juridische maatregel die uitgaat van het stiller worden van het wegverkeer (b.v. 50 dB berekend wordt voor toetsing aan de Wgh na aftrek 48 dB). Of het wegverkeer tot nu toe stiller is geworden na invoering van de aftrek (2006) is onduidelijk. In het algemeen is de trend dat de geluidhinder die ondervonden wordt door het wegverkeer de afgelopen jaren is toegenomen door de volumegroei van het wegverkeer. In SWUNG (SamenWerken aan de Uitvoering van Nieuw Geluidbeleid) wordt de aftrek waarschijnlijk afgeschaft, waarbij de maximale en voorkeurswaarde worden opgehoogd.

De L_{den} waarden zijn berekend voor rekenpunten die rond de vervangende nieuwbouw en nieuw te bouwen woningen in het bestemmingsplan Bomenwijk zijn gesitueerd. Op alle gevels en woonlagen van de torens zijn rekenpunten gesitueerd op 10 cm afstand van de gevel gekoppeld aan het desbetreffende gebouw. Er zijn meer rekenpunten dan er woonadressen zijn omdat de rekenpunten aan de voor- en achtergevel (en soms de zijgevel) zijn gesitueerd. Er is wel een duidelijke congruentie met het adressenbestand waardoor het mogelijk is om op basis van de verdeling van rekenpunten de geluidbelasting van woningen te beoordelen.

Gezondheidskundige beoordeling

De blootstelling aan geluid kan een breed scala aan nadelige gezondheidseffecten veroorzaken. De belangrijkste gezondheidseffecten van blootstelling aan lagere niveaus van geluid zoals die veelvuldig in de woonomgeving voorkomen zijn (ernstige) hinder en (ernstige) slaapverstoring. Door Miedema & Oudshoorn zijn dosis-respons relaties afgeleid tussen geluidbelasting door wegverkeer op de gevel van de woning en de mate van ervaren hinder⁹. In deze onderzoeken werd de hinder vastgesteld met behulp van enquêtes bij volwassenen (>20 jaar) en de geluidbelasting buiten aan de meest belaste gevel van de woning berekend. Deze relaties zijn voor het Europese geluidbeleid geaccepteerd als de thans best beschikbare. Hinder begint op te treden bij geluidbelastingen van $L_{den} = 40$ dB en ernstige hinder bij $L_{den} = 42$ dB. De hinderrelatie is toepasbaar op het aantal volwassenen van 20 jaar en ouder en geldt niet voor kinderen.

In GES wordt alleen ernstige hinder beschouwd volgens:

$$\% \text{ Ernstig gehinderden} = 9,868 \cdot 10^{-4} (L_{den} - 42)^3 - 1,436 \cdot 10^{-2} (L_{den} - 42)^2 + 0,5118 (L_{den} - 42)$$

Ook (ernstige) slaapverstoring door nachtelijk verkeerslawaai is in GES een gezondheidskundig eindpunt. Als er sprake is van alleen wegverkeer als bron dan is de nachtelijke slaapverstoring door de geluidbelasting 's nachts (L_{night}) evenredig met L_{den} . Hinder en slaapverstoring lopen dan parallel en de beoordeling in GES is vrijwel gelijk. Om die reden is nachtelijke slaapverstoring door wegverkeer niet verder uitgewerkt. Ernstige slaapverstoring 's nachts is congruent met ernstige hinder overdag.

Naast hinder en slaapverstoring zijn ook hart- en vaatziekten geassocieerd met blootstelling aan wegverkeerslawaai. In een meta-analyse van het RIVM blijkt dat vanaf een geluidbelasting op de gevel van de woning door wegverkeer van 60 dB ($L_{Aeq,16u}$) het risico op een hartinfarct toeneemt met 6% per 5 dB klasse¹⁰. Voor snelwegen is aangenomen dat $L_{Aeq,16u}$ 2 dB lager ligt dan L_{den} (advies van het MNP aan RIVM). In GES wordt rekening gehouden met het toenemende risico op hart- en vaatziekten door verkeerslawaai door het toekennen van GES-score 6 aan een geluidniveau van 63 dB L_{den} .

In tabel 6 is de GES-score weergegeven die is afgeleid op basis van de dosis-respons relatie voor ernstige hinder en het toegenomen risico op hart- en vaatziekten (vanaf 63 dB). Opgemerkt wordt dat GES 3 niet voorkomt als score binnen geluid van wegverkeer en daarom op de geluidkaarten niet zichtbaar is. Dit heeft te maken met de vergelijkbaarheid van de GES-scores voor geluid van wegverkeer t.o.v. blootstelling door andere milieufactoren.

Tabel 6. GES-score geluidbelasting wegverkeer

Geluidbelasting* L_{den} (dB)	Ernstig gehinderden (%)	GES-score
<43	0	0
43 – 48	0 – 3	1
48 – 53	3 – 5	2
53 – 58	5 – 9	4
58 – 63	9 – 14	5
63 – 68	14 – 21	6
68 – 73	21 – 31	7
≥73	≥31	8

*: Zonder aftrek artikel 110g Wgh

Deze indeling in GES-scores houdt rekening met het niveau waarop hart- en vaatziekten mogelijk gaan optreden, de voorkeursgrenswaarde en de maximaal toegestane geluidbelasting.

Resultaten

De geluidbelasting van de vervangende nieuwbouw en de nieuw te bouwen woningen in de Bomenwijk is vooral afkomstig van de A13. Daarnaast heeft (aan de andere zijde van de woning) het wegverkeer op de Van Miereveltlaan enige invloed. Per rekenpunt is de geluidbelasting van beide bronnen energetisch opgeteld. Aangezien bij woonblok N22 in het kader van het stap 3-besluit een galerijgevel wordt geplaatst waardoor de gevelbelasting op de woningen maximaal 63 dB bedraagt is de gevelbelasting van woonblok N22 gemaximaliseerd op 63 dB. Voor woonblok N25 is het voornemen dove gevels toe te passen bij een gevelbelasting van meer dan 63 dB. Het aantal gevels met een geluidbelasting van meer dan 63 dB (waarbij de aftrek van 2 dB in het kader van art. 110g Wgh is toegepast) komt uit op 27. Voor deze gevels is de geluidbelasting in GES gemaximaliseerd op 63 dB.

Vervolgens is het woningpercentage in de onderscheiden GES klassen berekend en is het percentage ernstig gehinderden (toepasbaar op de populatie van 20 jaar en ouder) berekend. De berekeningen zijn uitgevoerd voor de geplande (vervangende) nieuwbouw in de bestaande situatie en de situatie na planrealisatie in 2023 (Masterplan) met inbegrip van de stap 3 maatregel van maximaal 63 dB op de geluidbelaste gevel van woonblok N22. Ook voor de dove gevels van woonblok N25 is gerekend met 63 dB als hoogste geluidbelasting.

In tabel 7 is de gemiddelde geluidbelasting van de woningen in de Bomenwijk gegeven en het percentage ernstig gehinderden voor de bestaande situatie en na planrealisatie.

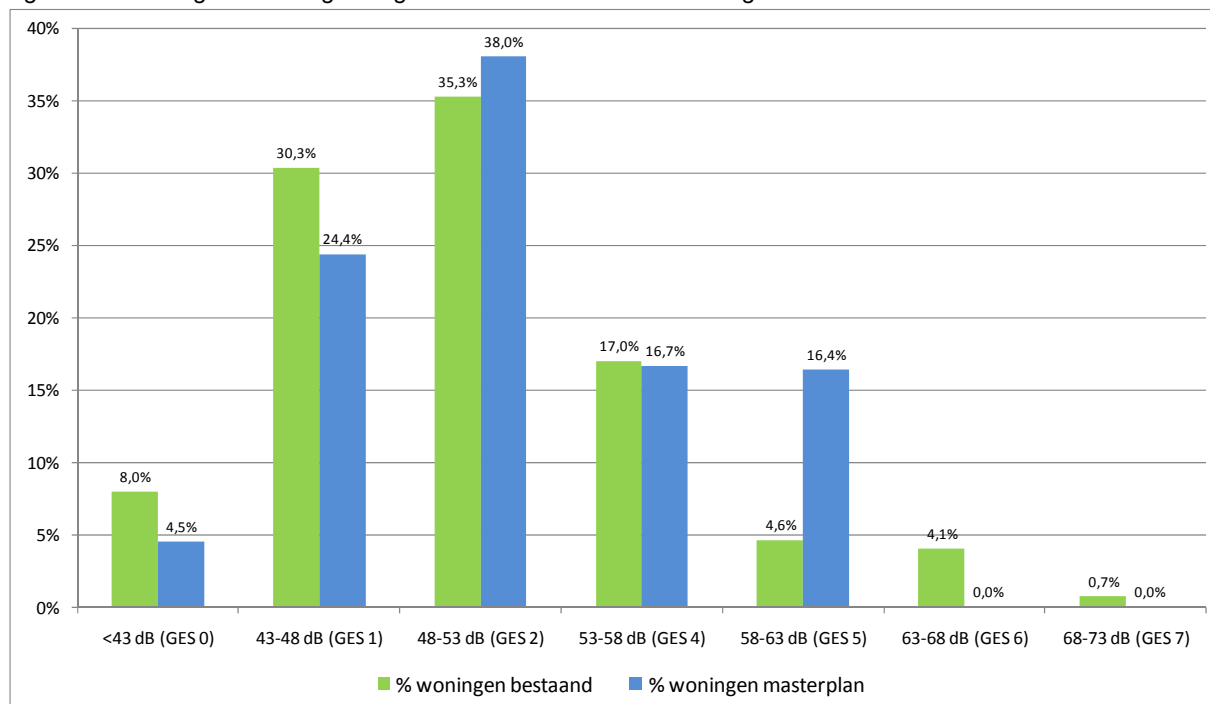
Tabel 7. Gemiddelde geluidbelasting in de Bomenwijk en percentage ernstig gehinderden*

	Bestaand	Masterplan
Gemiddelde geluidbelasting (dB)	50,24	51,54
% Ernstig gehinderden (> 20 jaar)	4,33	5,04

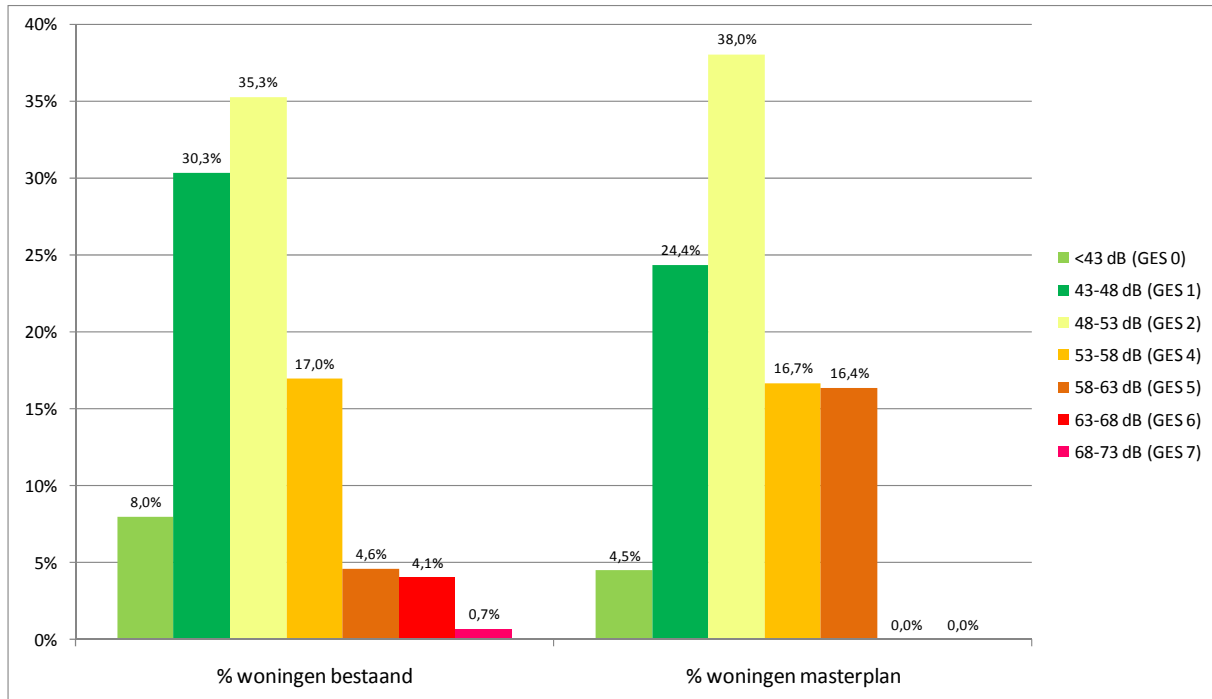
*Het % ernstig gehinderden is berekend uit de verdeling van de geluidbelasting over de gevels en is niet rechtstreeks uit de hinderrelatie te berekenen.

In figuur 5 is de verdeling van woningen over de onderscheiden geluidklassen conform GES categorieën gegeven. In figuur 6 is dat weergegeven in een frequentiehistogram met gebruik van de kleuren voor de GES-scores.

Figuur 5. Verdeling van woningen in geluidklassen conform GES categorieën



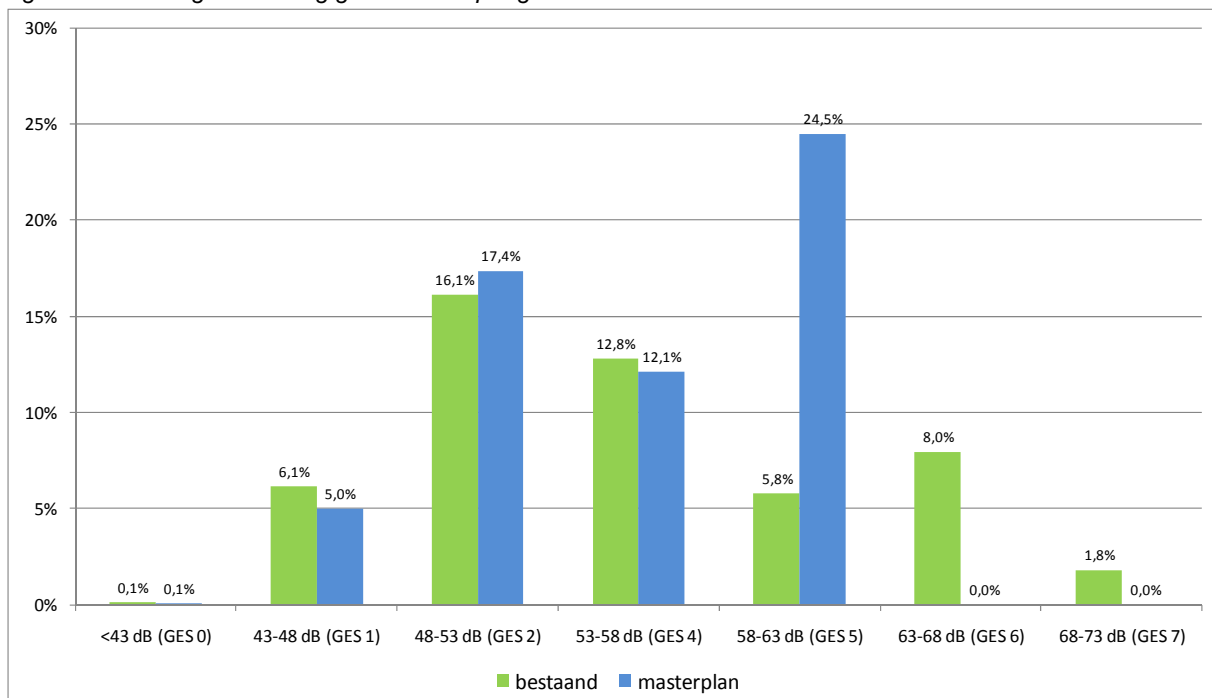
Figuur 6. Frequentiehistogram woningverdeling in geluidklassen in GES kleuren



De geluidbelasting door wegverkeer in de Bomenwijk na planrealisatie neemt toe met ongeveer 1,3 dB. Dit leidt tot een toename van het percentage ernstig gehinderden van circa 0,7% in het gehele plangebied ter plaatse van de (vervangende) nieuwbouw. In de situatie na planrealisatie zijn er geen woningen in de geluidklassen boven 63 dB (GES 6 en GES 7).

Uit de verdeling van de ernstig gehinderden over de GES klassen blijkt dat er na planrealisatie een procentuele toename is in ernstig gehinderden in geluidklasse 58 – 63 dB (GES 5). Er zijn geen ernstig gehinderden meer in de hogere geluidklassen (GES 6 en GES 7). Dit wordt geïllustreerd in figuur 7.

Figuur 7. Verdeling van ernstig gehinderden per geluidsklasse

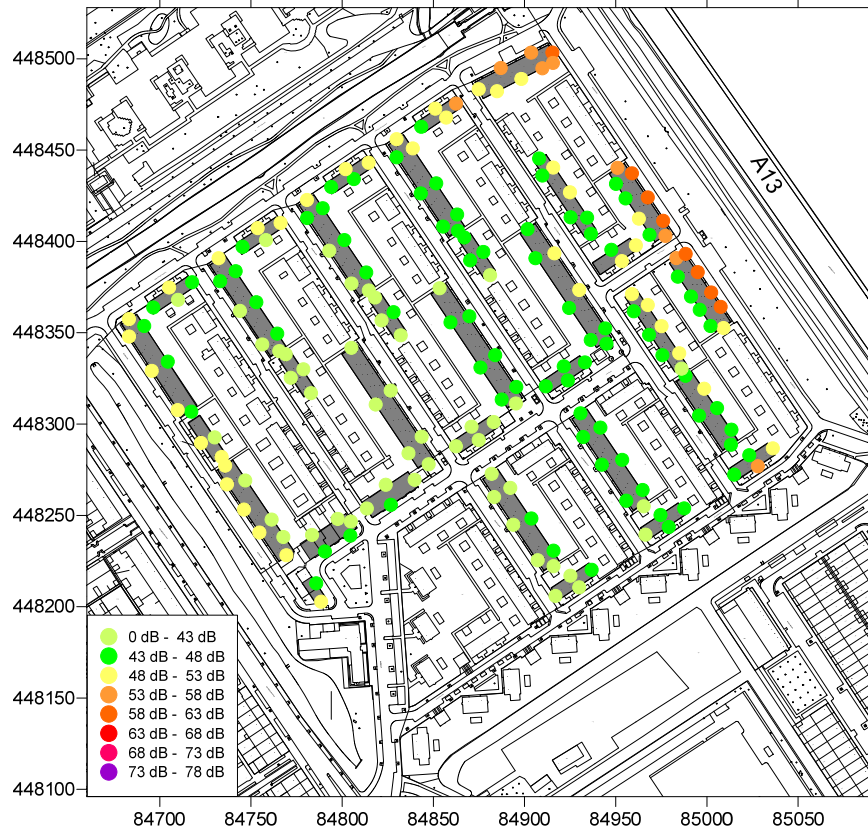


De woningen met de hoogste geluidbelasting zijn te vinden in de Wilgenzone op de hogere etages van de appartementencomplexen N25 en N22. Dit wordt weergegeven in de figuren 8, 9, 10 en 11 waarin de geluidbelasting van de woningen in GES categorieën voor de bestaande situatie en na planrealisatie is gegeven op begane grond hoogte (2m) en vanaf de 3^e woonlaag (≥ 11 m).

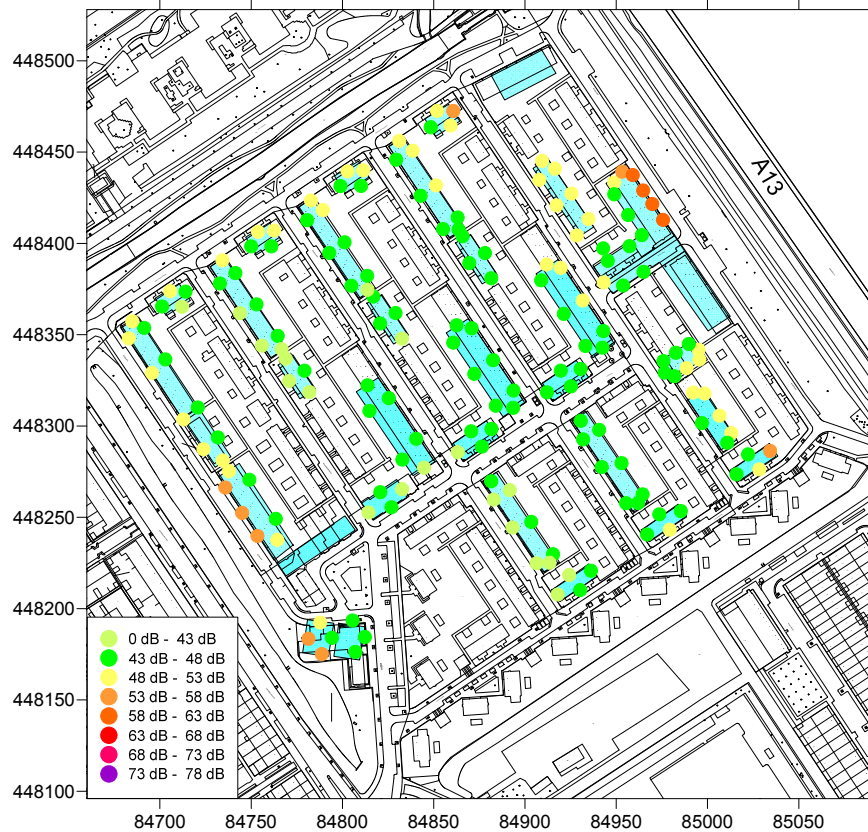
In de bestaande situatie is alleen de gevelbelasting van de woningen gegeven waarvoor (vervangende) nieuwbouw wordt uitgevoerd. De bestaande bouw is weergegeven als grijze vlakken. De (vervangende) nieuwbouw in de situatie na planrealisatie is weergegeven als blauwe vlakken.

Voor figuur 9 (gevelbelasting na planrealisatie – begane grond) geldt dat indien er op een bebouwingsvlak geen geluidbelasting in de vorm van een gekleurd bolletje is gegeven dan is er op die locatie geen woonbestemming, maar is er sprake van bijvoorbeeld een bedrijfsruimte of een ruimte voor commerciële doeleinden.

Figuur 8. Gevelbelasting in de bestaande situatie – begane grond



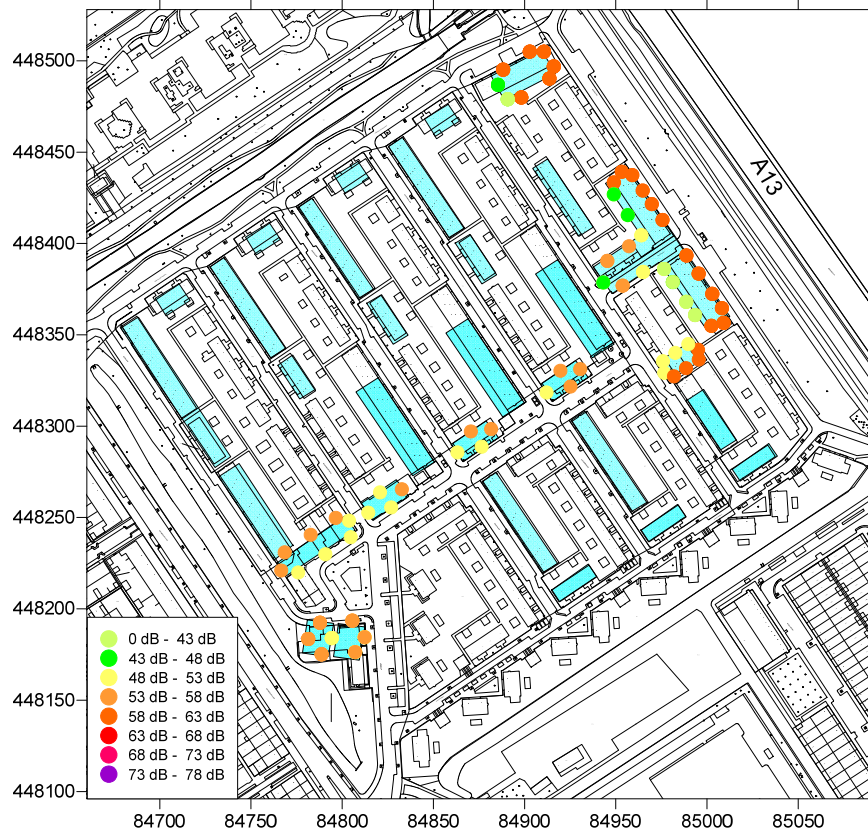
Figuur 9. Gevelbelasting van de (vervangende) nieuwbouw na planrealisatie – begane grond



Figuur 10. Gevelbelasting in de bestaande situatie – vanaf 3^e woonlaag



Figuur 11. Gevelbelasting van de (vervangende) nieuwbouw na planrealisatie – vanaf 3^e woonlaag



De geluidbelasting aan de snelwegzijde van woonblok N22 is maximaal 63 dB (GES 5) door de gebouwgebonden maatregelen (galerijgevel). Dit geldt tevens voor de geluidbelasting van een aantal woningen in gebouw N25 waar dove gevels worden toegepast. Dit is een verbetering ten opzichte van de bestaande situatie waar geen gebouwgebonden maatregelen zijn toegepast en de gevelbelasting van de hogere gevels meer bedraagt dan 63 dB (GES 6 en GES 7).

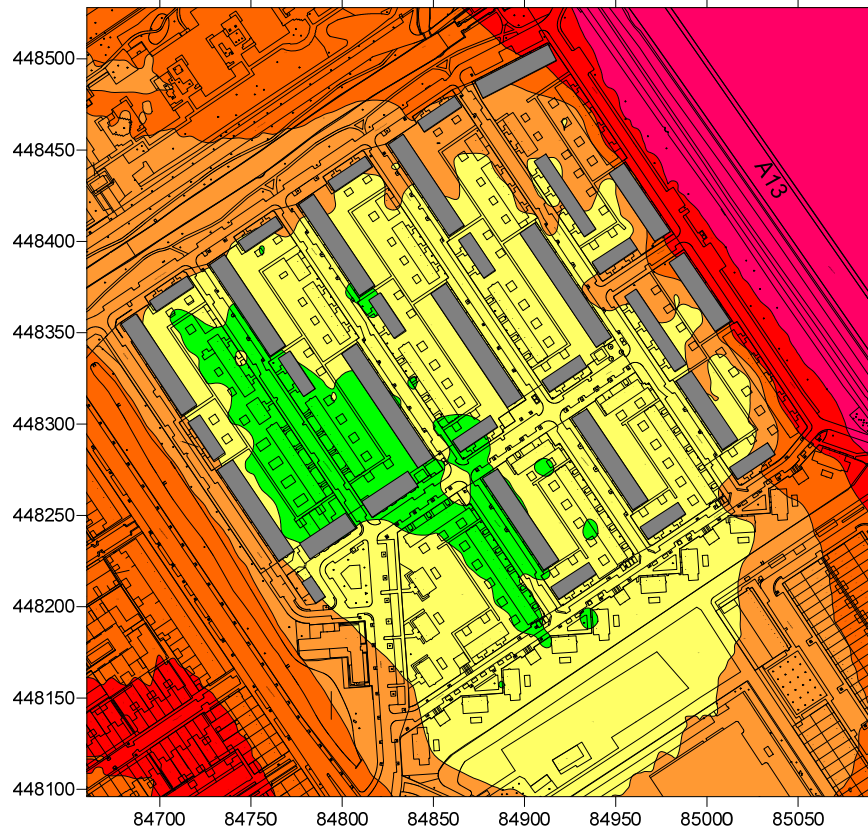
Het blijkt dat de milieugezondheidskwaliteit aan de achterzijde van woonblok N22 na planrealisatie voor de hogere woonlagen verbetert (van GES 4 naar GES 0 – 2). Hier worden de geluidluwe buitenruimten gesitueerd als compensatie.

Een geluidluwe buitenruimte is voor de woningen in woonblok N25 niet realiseerbaar. Er wordt wel ter compensatie een woninggebonden maatregel toegepast in de vorm van een afsluitbare koude serre/loggia waar de geluidbelasting bij volledige sluiting niet meer bedraagt dan 54 dB.

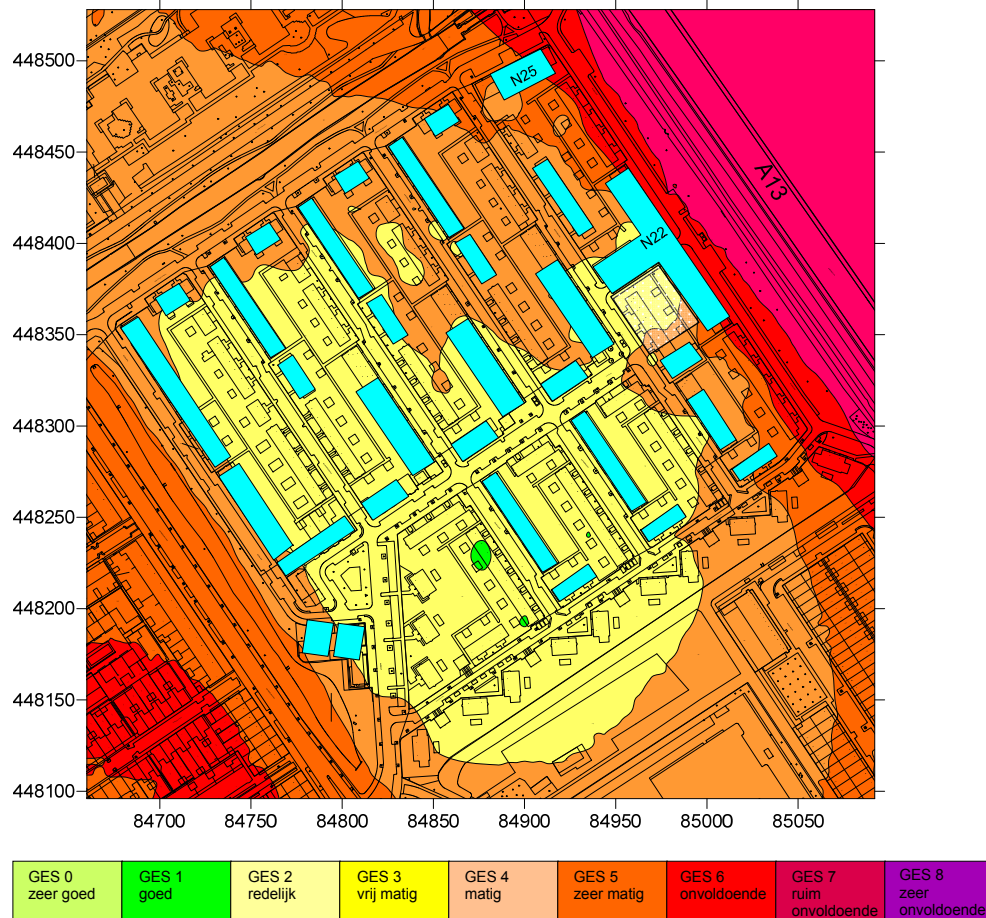
Hoewel slaapverstoring ten gevolge van wegverkeerslawaai niet specifiek is doorgerekend wordt aangenomen dat er een evenredig verband is tussen de geluidbelasting over het etmaal (L_{den}) en de nachtelijke geluidbelasting (L_{night}). Dat betekent dat de nachtelijke gevelbelasting niet meer zal bedragen dan 54 dB L_{night} en daardoor zal er geen onvoldoende milieugezondheidskwaliteit voor ernstige slaapverstoring te verwachten zijn.

De geluidbelasting in het gemeenschappelijke buitengebied voor de bestaande situatie en na planrealisatie is gegeven in de geluidcontourkaarten van figuur 12 en 13. De geluidcontouren zijn gebaseerd op de gridberekeningen met een hoogte van 5 meter. De geluidbelasting op de lagere hoogte zal iets lager zijn door de dempende werking van de bodem. De ruimtelijke verdeling van de geluidbelasting is gegeven in de GES categorieën met bijbehorende kleuren. Opgemerkt wordt dat GES 3 niet voorkomt als score binnen geluid van wegverkeer en daarom op de geluidkaarten niet zichtbaar is. Dit heeft te maken met de vergelijkbaarheid van de GES-scores voor geluid van wegverkeer t.o.v. blootstelling door andere milieufactoren.

Figuur 12. Geluidcontouren plangebied in de bestaande situatie



Figuur 13. Geluidcontouren plangebied na planrealisatie geprojecteerd op (vervangende) nieuwbouw



Uit de figuren blijkt dat de geluidbelasting van het geluidluwe plein enigszins vermindert en een redelijke milieugezondheidskwaliteit van GES 2 oplevert. De geluidbelasting en daarmee de milieugezondheidskwaliteit van de buitenruimte van de Lindezone als geheel wordt niet beter maar verslechtert van goed-redelijk (GES 1 – 2) tot redelijk-matig (GES 2 – 4).

6.4 Wegverkeer en externe veiligheid

Emissie en verspreiding

Externe veiligheidsaspecten treden op bij het vervoer van gevaarlijke stoffen. De belangrijkste gevaarlijke stoffen zijn LPG en benzine. Alle provincies en de (regionale) brandweer hebben de beschikking over actuele informatie over de aard en omvang van het wegvervoer van gevaarlijke stoffen.

Risicoatlas (IPORBM)

Er zijn relatief eenvoudige berekeningsmethoden waarmee de risico's langs een transportroute relatief snel en met een beperkte hoeveelheid gegevens berekend kunnen worden. Provincies en grote gemeenten beschikten eerst over zogenaamde IPO-risicoberekeningsmallen (IPORBM), waarmee met standaard risicomallen de risico's berekend konden worden. De Adviesdienst Verkeer en vervoer (AVV, nu de directie Verkeer en Scheepvaart DVS) van Rijkswaterstaat heeft deze in 1997 gebundeld en in een Risicoatlas weergegeven. In 2003 is deze Risicoatlas geactualiseerd. In deze Risicoatlas wegtransport gevaarlijke stoffen zijn de afstanden van de 10^{-6} , 10^{-7} en 10^{-8} Plaatsgebonden Risicocontouren (PR) en de Oriënterende Waarde van het Groepsrisico voor alle wegvakken waarover gevaarlijke stoffen worden getransporteerd opgenomen. Op 53 wegvakken in Nederland is het PR groter dan 1×10^{-6} /jaar. De afstand vanaf de as van de weg tot de PR-contour van 1×10^{-6} /jaar varieert van 11 tot 140 meter. Op 33 wegvakken wordt de oriënterende waarde van het Groepsrisico overschreden.

RBMII

De IPO-rekenmal is vervangen door een nieuwe berekeningsmethodiek, namelijk RBMII. Deze is door AVIV ontwikkeld in opdracht van het Ministerie van Verkeer en Waterstaat. Ook met deze rekenmethode is relatief snel het risico langs een transportroute te berekenen. RBMII is een rekenpakket waarmee de werkelijke situatie gemodelleerd kan worden. Er kunnen bijvoorbeeld verschillende weerstations en bebouwingstypen gekozen worden. Uit een vergelijking van de resultaten van RBMII en IPORBM blijkt over het algemeen dat met RBMII lagere risico's worden berekend. Dit wordt veroorzaakt door aanpassingen in de onderliggende modellen en scenario's.

De resultaten van RBMII zijn ook vergeleken met die van Safeti 6.21, het rekenpakket dat gebruikt wordt voor de risicoberekeningen bij inrichtingen. Voor brandbare en (zeer) toxische gassen zijn de berekende risico's vergelijkbaar. Voor brandbare vloeistoffen berekent RBMII iets hogere en voor (zeer) toxische vloeistoffen lagere risico's.

Omdat de snelweg A13 deel uitmaakt van het "Basisnet weg" is geen plaatsgebonden risico berekend. Er is gebruik gemaakt door TNO van de vaste veiligheidsafstanden zoals vermeld in de Circulaire Risiconormering Vervoer Gevaarlijke Stoffen. Het groepsrisico is bepaald volgens de varianten combinatie met huidige bevolking en huidig transport tot toekomstige bevolking en toekomstig transport.

Het groepsrisico is berekend door TNO volgens de beschikbare standaarddocumenten:

- Circulaire Risiconormering Vervoer Gevaarlijke Stoffen;
- Guidelines for Quantitative Risk Assessment;
- Handreiking verantwoording groepsrisico.

Het software pakket RBMII is gebruikt voor de berekeningen. De transportintensiteiten zijn gebaseerd op tellingen uit 2006. Deze zijn gecorrigeerd voor 2010 en voor de toekomstige situatie (2020). In het TNO rapport staan de transportaantallen die gehanteerd zijn voor het vaststellen van het groepsrisico⁷.

Gezondheidskundige beoordeling

Het beleid en de normstelling voor het vervoer van gevaarlijke stoffen is vastgelegd in de Nota Risiconormering vervoer gevaarlijke stoffen en nader uitgewerkt in de in 2004 verschenen Circulaire Risiconormering vervoer gevaarlijke stoffen (Ministerie van Verkeer en Waterstaat). In een wijziging van deze Circulaire van begin 2010 zijn in Bijlage 5 de veiligheidszones van het Basisnet Weg (Tabel 7 uit de Eindrapportage Basisnet Weg) per wegvak opgenomen.

Ook voor vervoer van gevaarlijke stoffen geldt een grenswaarde voor het Plaatsgebonden Risico van 10^{-6} voor nieuwe en 10^{-5} voor bestaande situaties, met voor de laatste de aantekening dat sanering gewenst is. Er wordt voor nieuwe situaties onderscheid gemaakt in kwetsbare (woningen, onderwijs-, gezondheid- en kindercentra) en beperkt kwetsbare objecten (zoals kantoren, sport- en recreatievoorzieningen, stadions en theaters). Voor kwetsbare objecten is een PR van 10^{-6} een grenswaarde, voor beperkt kwetsbare objecten is dit risiconiveau een richtwaarde.

Het Groepsrisico wordt voor vervoer uitgedrukt per weglengte. Aangezien gekozen is om het Groepsrisico uit te drukken per kilometer route verschilt de normlijn van die voor bedrijven:

- Kans van 10^{-4} /jaar op 10 slachtoffers per km route
- Kans van 10^{-6} /jaar op 100 slachtoffers per km route
- Kans van 10^{-8} /jaar op 1000 slachtoffers per km route enzovoort

Als de Oriënterende Waarde van het groepsrisico groter is dan 1, dan wordt de normlijn van het Groepsrisico overschreden. Ook bij transport geldt dat bij veranderingen in de lokale situatie (bijvoorbeeld woningbouw) er opnieuw berekeningen van Groepsrisico's nodig zijn.

Voor GES zal uitgegaan worden van dezelfde indeling en scores als bij de beoordeling van de externe veiligheid bij bedrijven. Als de oriëntatie waarde van het Groepsrisico overschreden wordt, wordt in ieder geval de GES-score van 6 toegekend. Is dit niet het geval, dan wordt op basis van overschrijding van het PR van 10^{-6} een GES-score van 6 toegekend. Is de ligging van het Plaatsgebonden Risico van 10^{-7} niet bekend, dan wordt bij een risico tussen 10^{-8} en 10^{-6} een GES-score van 3 toegekend. Tabel 8 geeft de indeling in GES-scores.

Tabel 8. GES-scores externe veiligheid wegverkeer

Plaatsgebonden Risico	Overschrijding Oriëntatiewaarde Groepsrisico	GES-score
$< 10^{-8}$	nee	0
$10^{-8} - 10^{-7}$	nee	2
$10^{-7} - 10^{-6}$	nee	4
$> 10^{-6}$	ja*	6

*: bij overschrijding van de oriëntatiewaarde van het Groepsrisico wordt er altijd een GES-score van 6 toegekend, ongeacht de waarde van het Plaatsgebonden Risico

Resultaten

De Circulaire Risiconormering Vervoer Gevaarlijke Stoffen geeft aan dat voor de snelweg sprake is van een veiligheidszone van 17 meter, gemeten vanaf het midden van de weg. Het plasbrandaandachtsgebied is volgens het Basisnet Weg 30 meter vanaf de rechter rand van de rechter rijbaan. Het plangebied voor de "Bomenwijk" bevindt zich niet binnen de veiligheidszone.

Het groepsrisico overschrijdt nergens de oriëntatiewaarde. Voor de toekomstige situatie is het groepsrisico wel hoger dan de in de huidige situatie. Maar de oriëntatiewaarde wordt ook dan niet overschreden.

Het plaatsgebonden risico krijgt een GES-score van 0 op basis van de veiligheidszone die gebaseerd is op de Circulaire Risiconormering Vervoer Gevaarlijke Stoffen.

Voor het groepsrisico wordt voor maximaal 100 slachtoffers de oriëntatiewaarde het dichtst benaderd. Daar zou een GES-score van 4 aan toegekend kunnen worden. Voor maximaal 10 slachtoffers een GES-score van 2. Het groepsrisico voor maximaal 100 slachtoffers komt niet voor in het plangebied. De GES-methodiek schrijft voor om bij een onbekende ligging van de 10^{-7} PR een GES-score van 3 toe te kennen.

Het aantal inwoners van de Wilgenzone en Lindezone samen bedraagt ongeveer 800 personen in de nachtelijke situatie. Het aantal woningen met GES-score 3 komt uit op 538.

7. Bespreking en conclusies

Met de GES systematiek is de milieugezondheidskwaliteit van de Bomenwijk te Delft voor de bestaande situatie en de situatie na planrealisatie in beeld gebracht en met elkaar vergeleken. Beoordeeld zijn de aspecten:

- Bedrijven en stank (geurhinder door DSM-Gist);
- Wegverkeer en luchtverontreiniging;
- Wegverkeer en geluid;
- Wegverkeer en externe veiligheid.

Bedrijven en stank

De GES-score voor geurhinder van DSM-Gist bedraagt ten hoogste GES 1 en daarmee is de milieugezondheidskwaliteit ten gevolge van de lichte geurhinder als goed te kwalificeren.

Conclusie: Stank van bedrijven vormt vanuit gezondheidskundig oogpunt geen belemmering voor realisatie van het Masterplan Bomenwijk.

Wegverkeer en externe veiligheid

De GES-score voor externe veiligheid bedraagt ten hoogste GES 3 met een bijbehorende milieugezondheidskwaliteit die vrij matig is maar acceptabel. Er is in de planvorming aandacht besteedt aan de inrichting van de woningen en de vluchtwegen.

Conclusie: Externe veiligheidsrisico's ten gevolge van wegverkeer vormt vanuit gezondheidskundig oogpunt geen belemmering voor realisatie van het Masterplan Bomenwijk.

Wegverkeer en luchtverontreiniging

De GES-score voor luchtverontreiniging is beoordeeld op basis van de concentraties NO₂. PM₁₀ is voor de GES systematiek op lokaal niveau te weinig discriminerend. De GES score in de bestaande situatie is maximaal GES 5. De GES-score voor de situatie na planrealisatie is maximaal GES 4. Dit betekent een verbetering van de milieugezondheidskwaliteit van zeer matig naar matig.

De vraag is of de GES systematiek adequaat is om gezondheidsrisico's van verkeersgerelateerde luchtverontreiniging goed te beschrijven. De beoordeling van de milieugezondheidskwaliteit in GES is opgehangen aan de wettelijke grenswaarden voor luchtverontreiniging van NO₂ en PM₁₀. Inmiddels laten vele epidemiologische studies zien dat deze grenswaarden niet voldoende beschermen tegen gezondheidseffecten van luchtverontreiniging. Zowel de Gezondheidsraad¹¹ als het RIVM¹² geven aan dat de invloed van de snelweg op luchtkwaliteit en gezondheid tot op een afstand van minimaal 400 meter merkbaar is. Het is niet aan te geven wat een 'veilige' afstand is. De concentraties verkeersgerelateerde componenten nemen snel af met toenemende afstand tot de weg; de eerste 100 meter is de afname het sterkst. Uit Nederlands onderzoek bij kinderen wonend nabij snelwegen blijkt dat kinderen die op minder dan 100 meter van de snelweg wonen vaker chronische luchtwegklachten hebben dan kinderen die op meer dan 100 meter van de snelweg wonen. Ander Nederlands onderzoek laat een verhoogde kans op vroegtijdige sterfte zien bij oudere volwassenen wonend op minder dan 100 meter van een snelweg of minder dan 50 meter van een drukke verkeersweg.

Zowel de Gezondheidsraad als ook het RIVM zijn na beoordeling van de verschillende studies tot de conclusie gekomen dat niet alleen scholen, kinderdagverblijven en bejaarden-, verzorgings- en verpleegtehuizen als gevoelige bestemmingen beschouwd kunnen worden, maar ook woningen.

In aansluiting op het voorgaande is in de GGD/RIVM Richtlijn luchtkwaliteit ten aanzien van 'gevoelige bestemmingen' in relatie tot wegverkeer door de GGD'en in Nederland het volgende advies geformuleerd¹³:

- Nieuwe gevoelige bestemmingen, inclusief woningen, worden bij voorkeur niet binnen 300 meter van de snelweg gebouwd, onafhankelijk van de vraag of aan de grenswaarden wordt voldaan. Het realiseren van gevoelige bestemmingen op minder dan 100 meter wordt sterk afgeraden;
- Eveneens worden nieuwe gevoelige bestemmingen, inclusief woningen, bij voorkeur niet binnen 50 meter van provinciale wegen gebouwd en niet direct aan binnenstedelijke wegen, waarbij 'druk' gedefinieerd is als een verkeersintensiteit van meer dan 10.000 motorvoertuigen per etmaal.

De gehele Wilgenzone ligt binnen een afstand van 100 meter van de A13. De bijdrage van de snelweg aan de NO₂ concentratie is 6 – 7 µg/m³. In de Lindezone is deze bijdrage slechts 1 – 3 µg/m³. Ondanks dat aan de grenswaarden voor luchtkwaliteit wordt voldaan (nu en in de toekomst) is de Wilgenzone een met luchtverontreiniging belast gebied en zijn gezondheidseffecten ten gevolge van de luchtverontreiniging niet uit te sluiten. Door de woningverdichting worden in deze zone na planrealisatie ook meer mensen blootgesteld dan in de huidige situatie hetgeen gezondheidkundig een verslechtering betekent.

Conclusie: Luchtverontreiniging door wegverkeer vormt naar aanleiding van de beoordeling volgens de GES systematiek geen belemmering voor realisatie van het Masterplan Bomenwijk. Indien de GGD/RIVM Richtlijn luchtkwaliteit wordt beschouwd is de woningverdichting in de Wilgenzone, die binnen een afstand van 100 meter van de A13 ligt, een gezondheidkundig ongelukkige keuze.

Wegverkeer en geluidhinder

Geluidhinder door het wegverkeer op de A13 is een kritische factor voor de realisatie van het Masterplan Bomenwijk. GES geeft een ongunstiger beeld van de geluidbelasting dan de akoestische rapportages. Dit wordt veroorzaakt doordat in GES de aftrek volgens art. 110g van de Wet geluidhinder niet wordt toegepast. De aftrek is een juridische maatregel voor toetsing van geluidniveau's aan de Wgh. Voor de beoordeling van de milieugezondheidskwaliteit volgens de GES systematiek wordt de GES-score bepaald door het percentage ernstig gehinderden en het verhoogde risico op hart- en vaatziekten. In de afleiding van de hinderrelaties (Miedema) en de afleiding van het risico op hart- en vaatziekten (RIVM) is de blootstelling gebaseerd op de berekende geluidbelasting op de gevel waarbij ook geen aftrek is toegepast. Voor een gezondheidkundige beoordeling is de aftrek volgens art. 110g van de Wet geluidhinder niet aan de orde.

GES laat zien dat de gemiddelde geluidbelasting van de gevels in het gehele plangebied iets toeneemt: van 50,24 dB in de bestaande situatie naar 51,54 dB na planrealisatie. Hierdoor neemt het percentage ernstig gehinderden toe van 4,3% naar 5%. De gemiddelde milieugezondheidskwaliteit is redelijk (GES 2).

Hoewel het totaal aantal woningen in de Bomenwijk afneemt van 634 naar 538 neemt de woningdichtheid in de geluidbelaste Wilgenzone toe. Daarmee neemt ook het percentage ernstig gehinderden iets toe.

In de bestaande situatie is het percentage woningen met een gevelbelasting van meer dan 63 dB circa 5%. Aangezien L_{den} gevelniveau's boven 63 dB zonder specifieke maatregelen een verhoogd risico geven op hartinfarct is het zeer gewenst om de geluidbelasting aan de gevels terug te dringen tot maximaal 63 dB. Bronmaatregelen en vervolgens overdrachtsmaatregelen zijn daarbij te verkiezen boven receptormaatregelen, maar bron- en overdrachtsmaatregelen zijn niet kosteneffectief gebleken. Onderzocht zijn het toepassen van stiller asfalt op de A13 als bronmaatregel en het hoger/breder maken van het geluidscherm langs de A13 als overdrachtmaatregel. De geluidreductie van stiller asfalt (2 dB) is zeer beperkt.

De kosten van een hoger/breder geluidsscherm om de gevelbelasting terug te dringen zijn zeer hoog en de omvang van de schermen zal naar verwachting leiden tot aantasting van de woonkwaliteit¹.

Gebouwgebonden maatregelen zijn dan noodzakelijk en worden in het plan toegepast voor de woonblokken N22 en N25. Ten aanzien van gebouw N22 is gekozen voor een galerijgevel aan de snelwegzijde met een gesloten borstwering. Door Cauberg-Huygen zijn diverse borstweringhoogtes doorgerekend om te kunnen voldoen aan een gevelbelasting ter plaatse van de woning van maximaal 63 dB⁵. Om een gevelbelasting van 63 dB (L_{den}) mogelijk te maken dient een stap 3-besluit met compenserende maatregelen genomen te worden. Aangezien er bij een geluidbelasting boven 63 dB sprake is van een verhoogd risico op directe gezondheidsschade in de vorm van hart- en vaatziekten (GES 6) is 63 dB gezondheidskundig een maximale waarde. Indien er voor de hinder wordt gecompenseerd is een stap 3-besluit gezondheidskundig mogelijk.

De nachtelijke geluidbelasting (L_{night}) is niet specifiek doorgerekend, maar verwacht wordt dat er een evenredig verband is met de geluidbelasting over het gehele etmaal (L_{den}). Aangezien het voornemen is een stap 3-besluit te nemen voor een nieuwe maximale grenswaarde aan de gevel van 63 dB L_{den} is het waarschijnlijk dat hierbij ook voldaan wordt aan een maximale L_{night} van 54 dB aan de gevel, waardoor een onvoldoende milieugezondheidskwaliteit (GES 6) voor ernstige slaaphinder niet optreedt. Om slaapverstoring te reduceren kan in het ontwerp van de woningen hiermee rekening gehouden worden door de slaapkamer(s) niet aan de snelwegzijde te situeren.

Voor woonblok N25 zullen een aantal dove gevels (naar schatting 27) gerealiseerd worden om de geluidbelasting aan de gevel binnen de woning op een aanvaardbaar niveau te brengen. Conform de eisen van het Bouwbesluit moet een binnenniveau van 33 dB worden gegarandeerd (prestatie-eis). Hoewel de gevelbelasting hoog blijft zal de dove gevel de geluidhinder van de bewoners beperken. Er zal ten opzichte van de huidige situatie, waarbij een hoge geluidbelasting aanwezig is maar geen gebouwgebonden voorzieningen ter reductie van de geluidbelasting, een verbetering optreden.

In het nieuwe plan worden compensatie maatregelen doorgevoerd als onderdeel van het stap 3-besluit:

- Uit de GES blijkt dat de milieugezondheidskwaliteit aan de achterzijde van woonblok N22 na planrealisatie voor de hogere woonlagen verbetert (van GES 4 naar GES 0 – 2). Daarmee is de geluidluwe buitenruimte bij de woningen in woonblok N22 een adequate compensatie.
- De milieugezondheidskwaliteit ter hoogte van het geluidluwe plein verbetert enigszins en levert een redelijke milieugezondheidskwaliteit (GES 2) op.
- In woonblok N25 vormt de afsluitbare koude serre/loggia een transitiezone tussen buiten en binnen. De serre geeft bij afsluiting een geluidreductie tot onder 54 dB. Hoewel deze ruimte feitelijk geen geluidluwe buitenruimte is heeft deze ruimte wel een “buiten”-karakter en kan daarmee als compensatie worden opgevat.
- De afsluitbare serre/loggia van de woningen in woonblok N25 wordt uitgevoerd met een groenvoorziening. Hoewel een groenvoorziening geen compensatie is binnen het milieucompartiment geluid kan een dergelijke voorziening als onderdeel van een aangename leefomgeving bijdragen aan een reductie van de ervaren geluidhinder. Ditzelfde geldt voor de gemeenschappelijke binnenruimte in woonblok N25 per woonlaag. Bij een dergelijke compensatie wordt gebruik gemaakt van het gegeven dat het ervaren van geluidhinder niet alleen te maken heeft met de feitelijke geluidbelasting, maar ook (tot 50%) met de zogenaamde niet-akoestische factoren. Niet-akoestische factoren zijn o.a. houding tegenover de bron, vrijwilligheid van de blootstelling, beheersbaarheid van de blootstelling (b.v. het niet kunnen openen van ramen), zichtbaarheid van de geluidsbron, de aanwezigheid van groen en winkels en de sociale omgeving¹⁴. Daarnaast spelen de bekende factoren een rol zoals leeftijd, opleiding, beroep en grootte van de huishouding.

- Voor het gehele plan geldt dat er, naast een woontechnische verbetering, sprake is van een verbetering van de leefomgevingskwaliteit door:
 - Een opwaardering van openbare voorzieningen
 - Een ruimer openbaar gebied
 - Groenere straten
 - Natuurvriendelijke oevers
 - Aangepast parkeerbeleid
 - Beter toegankelijkheid voor minder validen en ouderen

Het geluidluwe plein dat als compensatiemaatregel is aangemerkt wordt aantrekkelijk gemaakt voor jong en oud door de aanleg van bankjes, speeltoestellen en groen en het weren van geparkeerde auto's. De verbetering van de leefomgevingskwaliteit wordt gezien als non-akoestische compensatie. Door de grote inzet op verbetering van de leefomgevingskwaliteit en daarmee op non-akoestische compensatie wordt het plan in kwalitatieve zin adequaat geacht.

Conclusie: De geluidbelasting in de Bomenwijk is een kritische factor voor planrealisatie. Het percentage ernstig gehinderden neemt na planrealisatie iets toe. Dit vindt zijn oorzaak in de woningverdichting in de geluidbelaste Wilgenzone. Daarentegen wordt met gebouwgebonden voorzieningen (galerijgevel, dove gevels) de overdracht van geluid van buiten naar binnen beperkt als ware er sprake van een gevelbelasting van niet meer dan 63 dB. Een gevelbelasting van niet meer dan 63 dB is gezondheidkundig aanvaardbaar en zal niet leiden tot een onvoldoende milieugezondheidskwaliteit. Een stap 3-besluit kan genomen worden voor een geluidsbelasting van maximaal 63 dB. De met het stap 3-besluit samenhangende compenserende maatregelen in het milieucompartiment geluid zijn grotendeels adequaat. Hinderreductie en daarmee gezondheidswinst kan ook behaald worden door een sterke inzet op niet-akoestische factoren. Het plan is hierin adequaat van opzet.

Tenslotte:

Een onderbelicht aspect in de rapportages die als basis dienen voor de herstructurering van de Bomenwijk is de kwaliteit van het binnenmilieu t.a.v. ventilatie in de woonblokken N22 en N25. Er wordt in de woningindeling vooral ingegaan op aspecten die samenhangen met externe veiligheid en geluidreductie. De ventilatievoorziening van de woningen zal door de geluidbelasting en de luchtverontreiniging extra aandacht moeten krijgen. Het is van belang te kiezen voor voldoende aanvoer van schone lucht. Natuurlijke ventilatie aan de snelwegzijde zal dan niet de voorkeur hebben. Uit onderzoek van het RIVM is gebleken dat de invloed van grote gebouwen op de luchtcirculatie complex is en kan leiden tot hogere concentraties NO₂ aan de achterzijde van het gebouw. Recent onderzoek rond een vrijliggend schoolgebouw aan een drukke provinciale weg laat zien dat de concentratie NO_x aan de achterzijde lager is dan aan de voorzijde van het gebouw¹⁵. De gebouwconfiguratie (aaneengesloten of vrijliggend, hoog of laag, e.d.) lijkt bepalend voor de concentratieverdeling van luchtverontreiniging langs een drukke weg. De keuze voor de beste situering van de (centrale) ventilatietoevoer dient goed overdacht te worden. Dit is onafhankelijk van de keuze van het type ventilatiesysteem (natuurlijk, mechanisch, balans of mengvormen).

Een andere optie om de binnenluchtkwaliteit langs een drukke weg te verbeteren is de toepassing van mechanische ventilatiesystemen met fijn stoffilters. Uit onderzoek van de GGD Amsterdam blijkt dat hiermee een deel van de verkeersgerelateerde luchtverontreiniging kan worden tegengehouden¹⁶. Een optimale ventilatie van de woningen kan slechts bereikt worden indien hieraan in zowel de ontwerpfase, de uitvoeringsfase en de gebruiksfase voldoende aandacht wordt gegeven.

8. Aanbevelingen

1. Het verdient aanbeveling om de GGD te vragen een advies te geven over het stap3-besluit. Hiervoor kan de uitgevoerde GES als basis dienen.
2. Aanbevolen wordt om de GGD in een vroege planfase te betrekken bij het ventilatieontwerp van de woningen in woonblokken N22 en N25.

9. Literatuur

1. Cleton & Com. Onderbouwing stap 3 stad & milieubenadering Wilgenzone-Bomenwijk. Rotterdam, 15 juli 2011.
2. Gemeente Delft. Bestemmingsplan Bomenwijk (voorontwerp). Delft, 15 juli 2011.
3. Fast T. & D.H.J. van de Weerdt. Gezondheidseffectscreening Stad & Milieu. Handboek voor een gezonde inrichting van de woonomgeving. GGD Nederland. Utrecht, 2010.
4. Cauberg-Huygen Raadgevende Ingenieurs BV. Akoestisch onderzoek t.b.v. bestemmingsplan Bomenwijk te Delft. Referentie 20072836-109. Rotterdam, 12 mei 2011.
5. Cauberg-Huygen Raadgevende Ingenieurs BV. Akoestisch onderzoek t.b.v. bestemmingsplan plangebied "Bomenwijk" te Delft. Verkeersgegevens 2023. Referentie 20072836-114. Rotterdam, 19 juli 2011.
6. Cauberg-Huygen Raadgevende Ingenieurs BV. Luchtkwaliteitsonderzoek. Bestemmingsplan "Bomenwijk" te Delft. Referentie 20072836-79. Rotterdam, 3 december 2010.
7. TNO. Onderzoek naar de gevolgen voor de externe veiligheid van de realisatie van het bestemmingsplan "Bomenwijk" te Delft. TNO-034-UT-2010-01536. Utrecht, 2 september 2010.
8. Cauberg-Huygen Raadgevende Ingenieurs BV. Aanzet tot verantwoording externe veiligheid overeenkomstig het BEVI; Uitwerking externe veiligheidsmaatregelen voor de Bomenwijk te Delft, inclusief bebouwingsblokken N22 en N25. Notitie 20072836-110. Rotterdam, 27 april 2011.
9. Miedema H.M.E. & C.G.M. Oudshoorn. Annoyance from transportation noise: relationships with exposure metrics DNL and DENL and their confidence intervals. *Environmental Health Perspectives* 2001; 109:409-416.
10. Kempen, E.E.M.M. van & D.J.M. Houthuijs. Omvang van de effecten op gezondheid en welbevinden in de Nederlandse bevolking door geluid van weg- en railverkeer. RIVM rapportnr. 630180001. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu. Bilthoven, 2008.
11. Gezondheidsraad. Advies aan de minister over Gevoelige Bestemmingen luchtkwaliteit. Publicatienummer 2008/09. Den Haag, 24 april 2008.
12. Fischer, P., J. P. Wesseling, *et al.* Invloed van de afstand tot een drukke verkeersweg op de luchtkwaliteit en gezondheid: een quick scan. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu. Bilthoven, 2007.
13. Zee, S.C. van der, *et al.* GGD Richtlijn luchtkwaliteit en gezondheid. RIVM rapportnr. 609330008. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu. Bilthoven, 2008.
14. Peeters, E. (red.). Handboek Binnenmilieu 2007 – Hoofdstuk 16: geluid. GGD Rotterdam-Rijnmond. Rotterdam, 2007

15. Hagens, W.I., E.M. van Putten, N.J.C. van Belle & A.J.P. van Overveld. Ventileren langs een drukke weg - *Pilot: meting aan de voor- en achterzijde van een gebouw*. Briefrapport 609300025/2011. Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu. Bilthoven, 2011.
16. Dijkema, M. e.a. Effectiviteit van mechanische ventilatie met filtertoepassing in een klaslokaal. GGD Amsterdam, Juni 2009.