

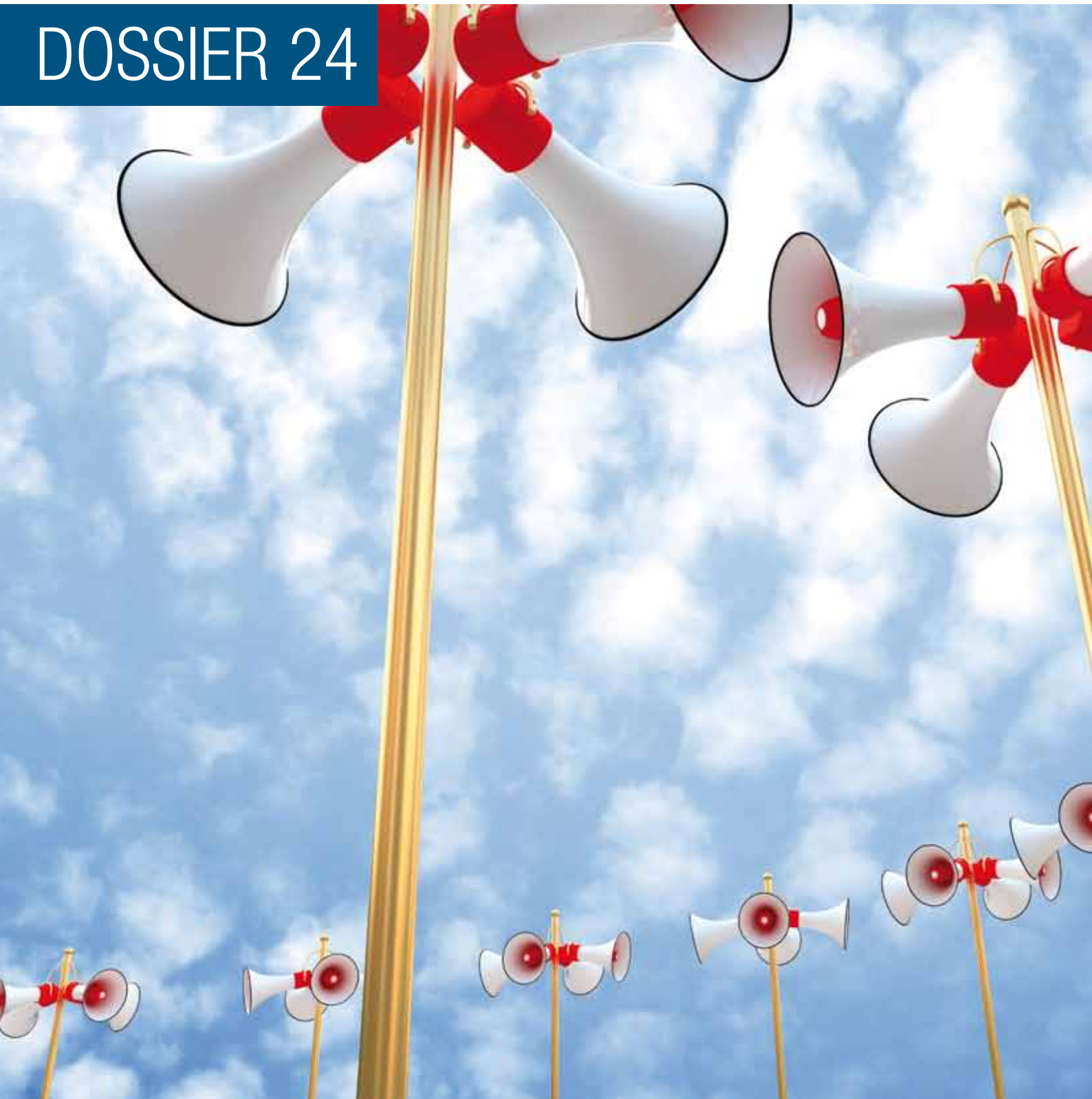


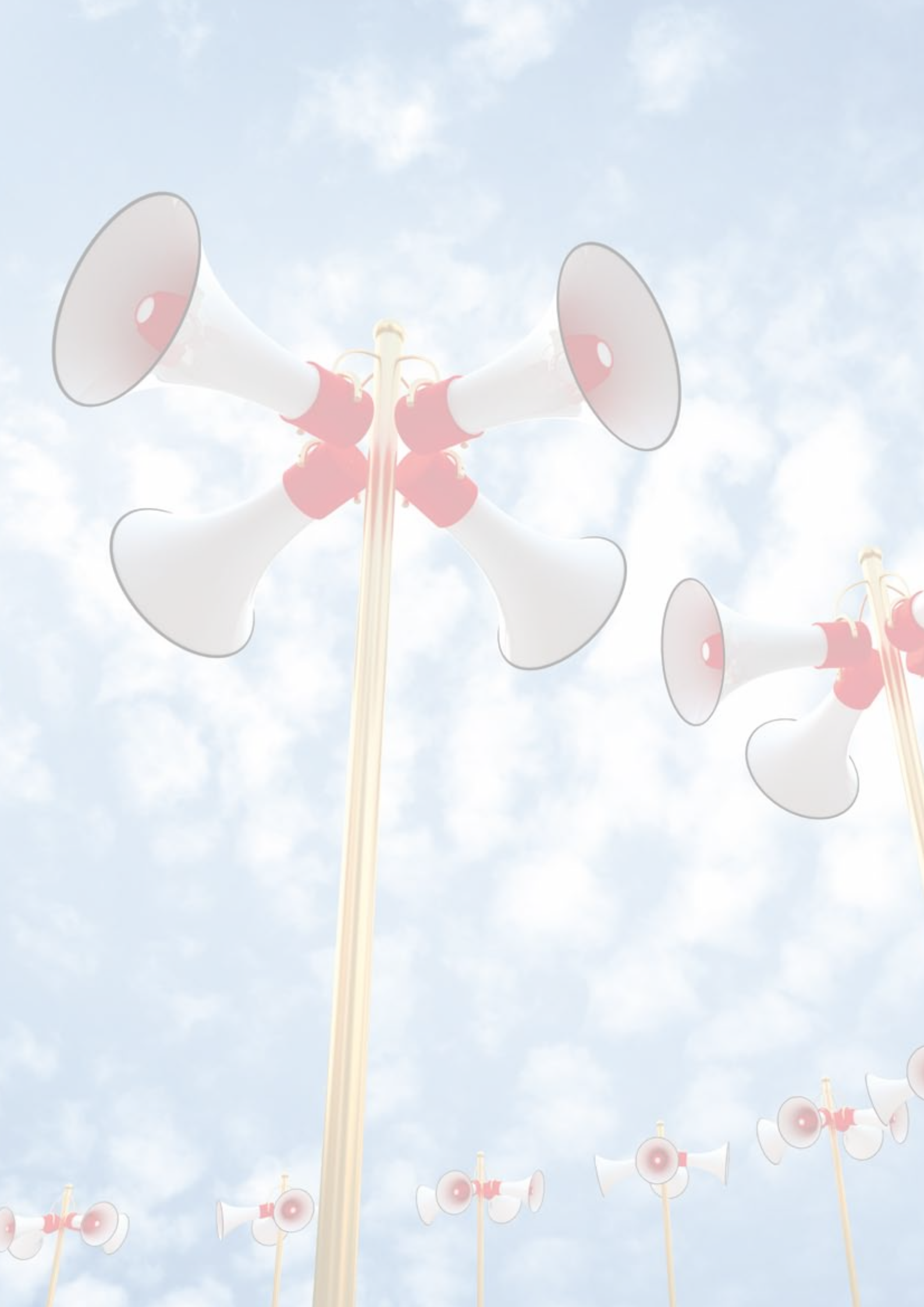
Instituut Samenleving & Technologie

IMPACT VAN GELUID

OP HET WELZIJN IN VLAANDEREN

DOSSIER 24





IMPACT VAN GELUID

Inhoud



Inhoudstafel	4
Voorwoord	5
Hoofdstuk 1: Wat is geluid?	6
1.1. Ontstaan en karakterisering van geluid	7
1.2. Voortplanting van geluid in de atmosfeer	7
1.3. Gevoeligheid van het menselijke gehoor	9
Hoofdstuk 2: Effecten van geluid op de mens	10
2.1. Overzicht	11
2.2. Auditieve Effecten	12
2.3. Geluidshinder	14
2.4. Slaapverstoring	15
2.5. Cardiovasculaire effecten	16
2.6. Cognitieve effecten	17
Hoofdstuk 3: Gevalsstudies	18
3.1. Geluid en stadsontwikkeling	18
3.2. Geluidshinder in het maatschappelijke debat	22
3.3. Het gevaar in gewenst geluid	25
3.4. Zoektocht naar positieve geluiden	28
Hoofdstuk 4: Het maatschappelijke debat over geluid	30
Hoofdstuk 5: Geluid in het beleid	34
Hoofdstuk 6: Ruimte voor onderzoek	38
Voor wie meer wil weten	42
WHO- en EU-studies en beleidsdocumenten	42
Wetenschappelijke overzichtsartikels	42
Begrippenlijst	44

IST Dossier nr. 24, © 2012 door het Instituut Samenleving & Technologie (IST), Vlaams Parlement, 1011 Brussel

Dit dossier, met de daarin vervatte resultaten, conclusies en aanbevelingen, is eigendom van het IST. Bij gebruik van gegevens en resultaten uit deze studie wordt een correcte bronvermelding gevraagd.

Voorwoord



Het maatschappelijke debat rond onder andere muziekgeluid en gehoorschade, slaapverstoring door landende en opstijgende vliegtuigen, geluidshinder bij kinderopvangplaatsen, maar ook recente beleidsinitiatieven zoals de Europese Richtlijn Omgevingsgeluid en de implementatie daarvan in Vlaanderen vormden de aanleiding voor dit onderzoek. Sinds enkele decennia beschouwen we omgevingslawaai niet enkel meer als louter vervelend. Wij zijn ons ook steeds meer bewust van de mogelijke gevolgen van lawaai voor de volksgezondheid en het algemeen welzijn en dat bewustzijn wordt ondersteund door een groeiende wetenschappelijke kennisbasis rond de effecten van geluid. Een verlaagde cognitieve performantie of een chronisch verhoogde bloeddruk zijn slechts enkele van de mogelijke negatieve effecten van een chronische, overmatige

blootstelling aan geluid, die bovenop de reeds lang erkende slaapverstoring en geluidshinder komen. Het omgekeerde geldt ook. Een rustgevende omgeving met een aangenaam geluidsklimaat in de nabijheid van de woning kan een significant positief effect hebben op het algemeen stressniveau. Aandacht voor omgevingsgeluid is dan ook belangrijk voor wie een duurzame ontwikkeling van onze maatschappij nastreeft. Door de verscheidenheid aan thema's kunnen het bredere kader en de onderliggende samenhang voor de leek vaag en onduidelijk worden. Redenen genoeg om een dossier over de problematiek op te stellen.

Robby Berloznik
Directeur IST

Enkele cijfers

- Ongeveer 40% van de bevolking van de Europese Unie leeft in een woning die is blootgesteld aan equivalente geluidsniveaus boven 55 dB(A) overdag en bij ongeveer 75% van deze groep wordt dit niveau ook 's nachts overschreden.
- Transport, en met name wegverkeer, vormt zowel in een stedelijke als een landelijke omgeving de belangrijkste bron van lawaai. Naar schatting gaan jaarlijks ongeveer 1 miljoen gezonde levensjaren verloren door het lawaai van het transport in West-Europa.
- De vraag naar mobiliteit is in de Europese Unie de voorbije decennia sterk gestegen. Het aantal afgelegde km per persoon is tussen 1995 en 2006 bv. met 18% gestegen. En verwacht wordt dat die trend zich de komende 20 jaar nog zal voortzetten.



+ HOOFDSTUK 1:
WAT IS GELUID?

1.1. ONTSTAAN EN KARAKTERISERING VAN GELUID

Geluid wordt algemeen gedefinieerd als een schommeling van de luchtdruk, die zich voortplant doorheen de lucht. Als een geluidsbron de luchtdeeltjes in haar omgeving in beweging brengt, dan wordt de lucht op die plaats samengedrukt. Die vervorming oefent een kracht uit op naburige luchtdeeltjes, die op hun beurt in beweging komen. Zo ontstaat uiteindelijk een golvende beweging, waarbij zones van lage en hoge luchtdruk elkaar afwisselen.

We merken hierbij op dat de veranderingen in luchtdruk als gevolg van een geluidsgolf doorgaans veel kleiner zijn dan de (statische) atmosferedruk, die rond 1.013 hPa ligt. De hoorbare drukvariaties schommelen tussen ongeveer 20 μ Pa (de gemiddelde gehoordrempel) en 100 Pa (de pijngrens). Het menselijke gehoor reageert logaritmisch op geluid en daarom wordt de geluidsterkte meestal uitgedrukt als een niveau in decibel (dB). De gehoordrempel komt hierbij overeen met ongeveer 0 dB, terwijl de pijngrens op zo'n 130 dB ligt.

Geluid kunnen we karakteriseren aan de hand van het tijdsverloop van de geluidsdruk. Het ogenblikkelijke geluidsniveau kan sterk variëren in de tijd. Daarom is het vaak nuttig om het verloop uit te middelen over een welbepaalde tijdspanne T . Het op die manier bekomen equivalente geluidsniveau, genoteerd als $L_{eq,T}$, vormt de basis voor afgeleide maten (bv. L_{day} , L_{night} of L_{den}), om een geluidsomgeving te karakteriseren, om de effecten van geluid op de mens in te schatten en om regels en wetgeving vast te leggen. Voor een gedetailleerdere beschrijving van die begrippen verwijzen we naar de begrippenlijst achterin dit dossier.

1.2. VOORTPLANTING VAN GELUID IN DE ATMOSFEER

Geluid plant zich in lucht voort met een snelheid van ongeveer 340 m/s. Het is intuïtief goed in te zien dat het geluidsniveau afkomstig van een geluidsbron afneemt naarmate men zich verwijderd van de bron. Toch is dat niet in alle omstandigheden het geval en bovendien is de mate waarin het geluidsniveau afneemt afhankelijk van een aantal bron- en omgevingskenmerken.

Bronnen met een kleine afmeting ten opzichte van de golflengte kunnen bij benadering beschouwd worden als een puntbron. Het geluidsniveau neemt dan in alle richtingen af met 6 dB per afstandsverdubbeling. Voor grotere bronnen blijft deze trend geldig zolang men zich op een afstand bevindt die groot is ten opzichte van de afmetingen van de bron. Het geluid kan wel sterker zijn in bepaalde richtingen. Verkeersgeluid komt vaak van lijnvormige geluidsbronnen, bijvoorbeeld een lange trein of een drukke snelweg. In dat geval neemt het geluidsniveau slechts af met 3 dB per afstandsverdubbeling.

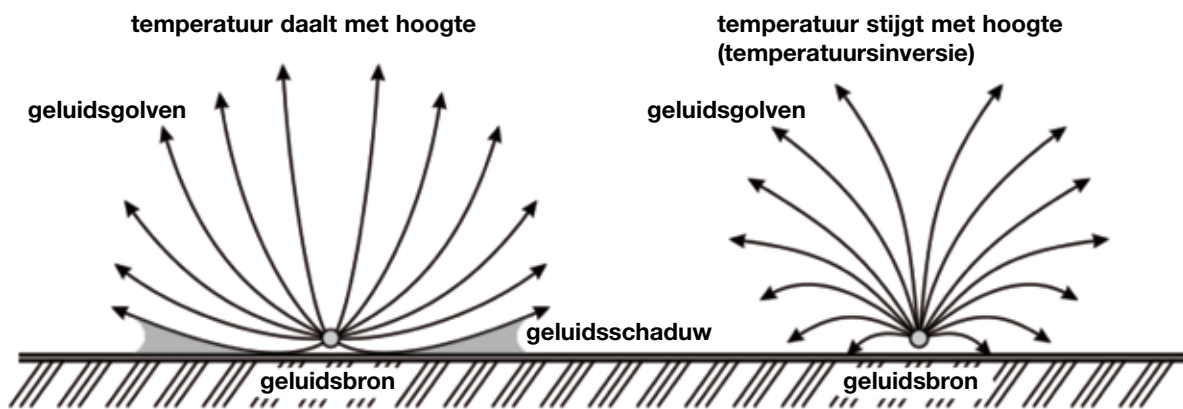
Bij geluidsvoortplanting in openlucht over een afstand van meer dan enkele tientallen meter moet men ook rekening houden met het effect van de bodem. Harde bodems zoals beton of water zorgen doorgaans voor een minder sterke afname van het geluidsniveau met de afstand, als gevolg van constructieve interferentie, en deze kan oplopen tot 6 dB. Zachte bodems zoals grasland of bosgrond zorgen dan weer voor een meer uitgesproken daling van het geluidsniveau.

Bij een nog grotere afstand tussen bron en waarnemer spelen ook atmosferische effecten een rol, zoals de gradiënten van de temperatuur en de windsnelheid.

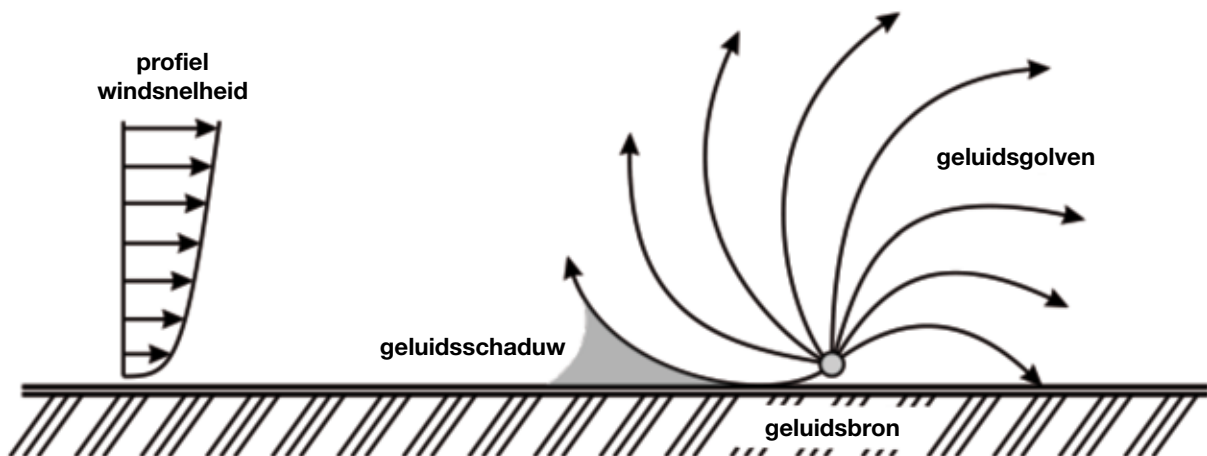
Hoofdstuk 1: Wat is geluid?

Wanneer, bijvoorbeeld op een zonnige zomerdag, de temperatuur sterk afneemt met de hoogte, buigt het geluid naar boven af en ontstaat op een afstand van de bron een akoestische schaduwzone, waar het geluids-

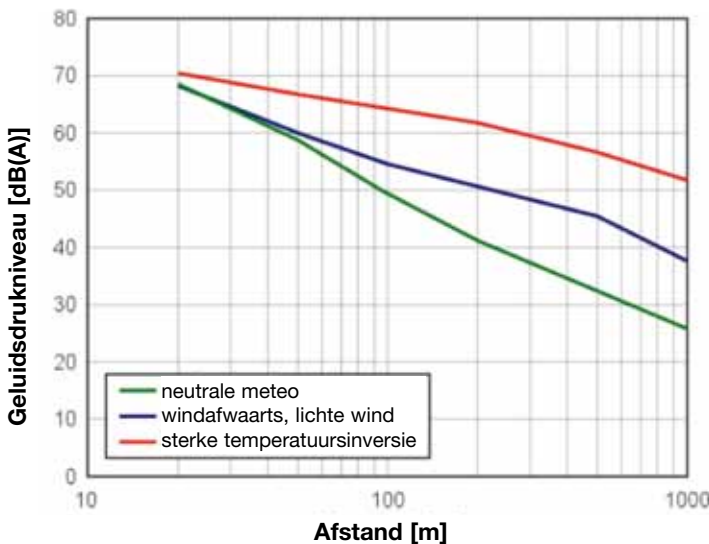
niveau laag is. Bij temperatuursinversie (typisch in de vroege ochtend) merkt men eerder een lichte toename van het geluidsniveau door het afbuigen van het geluid naar de bodem.



Het effect van wind is vergelijkbaar. Windopwaarts ontstaat een schaduwzone, windafwaarts neemt het geluidsniveau licht toe, in vergelijking met een neutrale situatie.



In de praktijk kan het samenspel van meteorologische omstandigheden op 1 km afstand van een belangrijke geluidsbron zoals een snelweg schommelingen tot 20 dB(A) veroorzaken in het geluidsniveau.



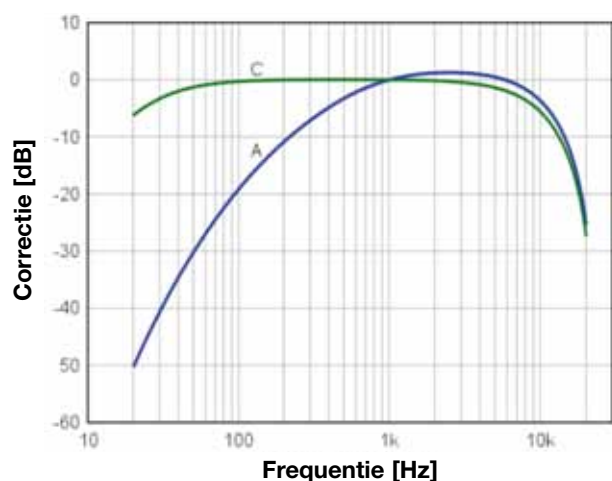
Afname boven grasland van het geluidsdrukkniveau met de afstand tot een autosnelweg, bij verschillende meteorologische condities

1.3. GEVOELIGHEID VAN HET MENSELIJKE GEHOOR

Een jonge persoon met een onbeschadigd gehoor is in staat om zuivere tonen waar te nemen met een frequentie ruwweg tussen 20 Hz en 20 kHz. Het menselijke oor is echter minder gevoelig bij erg lage of hoge frequenties. Een zuivere toon van 90 dB met een frequentie van 50 Hz zal bv. minder luid klinken dan een zuivere toon van 90 dB met een frequentie van 1 kHz, omdat het oor bij 1 kHz veel gevoeliger is. Deze frequentieafhankelijkheid van de waarneming van luidheid hangt op zich eveneens af van het geluidsniveau. Om bij het meten van geluidsniveaus de spectrale gevoeligheid van het oor in rekening te brengen, werd de dB(A)-schaal ingevoerd. Daarbij past men een frequentieafhankelijke correctie toe (A-weging), die de

gevoeligheid van het menselijke oor voor zuivere tonen bij 40 dB karakteriseert. A-weging is daarom vooral geschikt voor geluid met een laag geluidsdrukkniveau, maar in de praktijk wordt de correctie in voorschriften rond geluidshinder en gezondheidseffecten van geluid ook bij hogere geluidsniveaus gebruikt. Hierdoor kan de invloed van lage frequenties worden onderschat. Om daaraan tegemoet te komen, wordt soms ook een C-weging toegepast, waarbij de gevoeligheid van het menselijke oor voor zuivere tonen bij 100 dB wordt benaderd.

De onderstaande figuur toont de correctiefactor die men toepast om het geluidsdrukkniveau om te zetten van dB naar dB(A) of dB(C). Bij definitie is er geen correctie nodig bij 1 kHz. Het gebruik van A- of C-weging wordt vaak in de notatie van een akoestische grootte aangegeven; het A-gewogen equivalent geluidsniveau wordt bv. genoteerd als L_{Aeq} . Standaard wordt bij het bepalen van L_{den} en gerelateerde grootheden A-weging toegepast.





HOOFDSTUK 2:

EFFECTEN VAN GELUID OP DE MENS

2.1. OVERZICHT

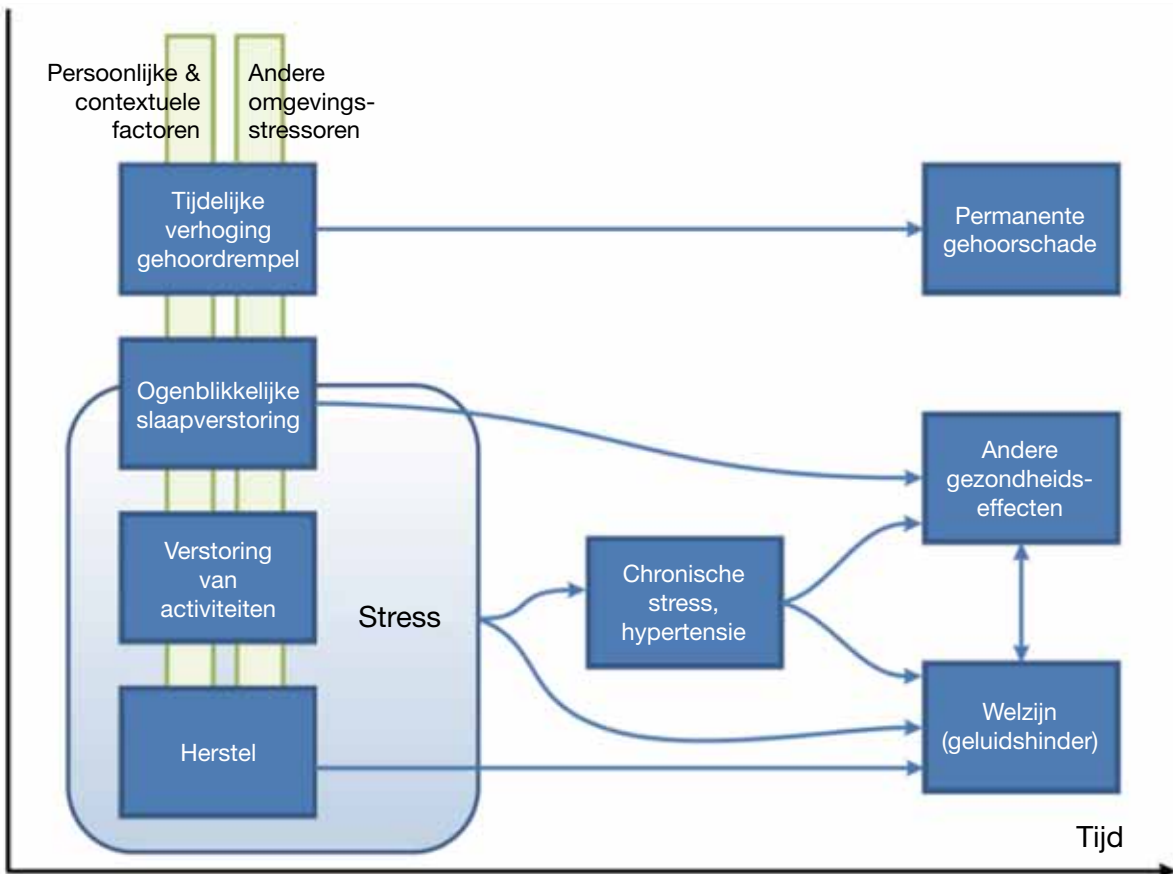
Geluid is voor levende wezens een belangrijke drager van informatie. Het waarschuwt hen voor gevaar, stelt hen in staat prooien te detecteren, de omgeving in te schatten en, niet in het minst, te communiceren met soortgenoten. Het gehoor is daardoor geëvolueerd tot een zintuig dat steeds actief blijft. Omwille van die waarschuwingfunctie reageert het lichaam heel snel op geluiden, ook tijdens de slaap, door o.a. de bloeddruk te laten stijgen of het hartritme te verhogen. Effecten van geluid op de mens laten zich echter niet onder één noemer vatten. Geluid kan uitgesproken positieve effecten teweegbrengen: het is niet moeilijk om zich voor te stellen hoe aangename muziek, het getjilp van vogels of het lachen van vrienden kunnen bijdragen tot een gevoel van welbehagen. Andere geluiden ervaren we daarentegen als storend en omschrijven we dan ook meestal als lawaai.

Blootstelling aan te luide geluiden kan op korte termijn een tijdelijke verhoging van de gehoordrempel tot gevolg hebben. Ook minder luide geluiden kunnen al activiteiten verstoren en als ze tijdens de nachtrust optreden slaapverstoring tot gevolg hebben. Dat leidt

niet zelden tot een verhoogd stressniveau. Het is daarom van belang om regelmatig rustigere periodes in te lassen, waarbij men psychologisch kan herstellen. Over langere tijd kunnen die kortetermijneffecten immers permanente gevolgen veroorzaken, zoals gehoorverlies, verlies aan levenskwaliteit en andere gezondheidseffecten (zie verder). Omdat dergelijke langetermijneffecten langzaam binnensluipen, onderkennen we het “gevaar” van blootstelling aan overmatig omgevingsgeluid vaak niet. Overmatige blootstelling aan geluid treedt veelal samen op met allerlei andere vormen van omgevingsstress, zoals luchtverontreiniging, waardoor het niet steeds eenvoudig is om het effect van geluid op zich te kwantificeren. Ook persoonlijke factoren, zoals een drukke levensstijl of erfelijke aanleg, beïnvloeden de ogenblikkelijke en langetermijneffecten.

*Gezondheidseffecten zijn meer of minder bewezen naargelang de bestudeerde bron: voor vliegtuig-
lawaai liggen de hardste bewijzen op tafel,
gevolgd door wegverkeer en spoorverkeer.
Prof. Dr. Peter Lercher*

Hoofdstuk 2: Effecten van geluid op de mens



In de volgende paragrafen gaan we dieper in op de belangrijkste (gezondheids)effecten van blootstelling aan (omgevings)geluid waarvoor reeds voldoende wetenschappelijke evidentie voorhanden is.

2.2. AUDITIEVE EFFECTEN

Blootstelling aan te luide geluiden kan leiden tot permanente beschadiging van het gehoor, met potentieel belangrijke gevolgen voor het welzijn en welbevinden. Een van de mogelijke symptomen is immers tinnitus of oorsuizen, waarbij de patiënt geluiden hoort die er in realiteit niet zijn. De aandoening heeft niet zelden ernstige psychologische consequenties. Ook de gevolgen van lawaai-geïnduceerd gehoorverlies zelf mogen niet onderschat worden. Meestal treedt de schade op ter hoogte van het slakkenhuis, waardoor zowel de gevoeligheid als

de frequentieselectiviteit van het oor verminderen. Ongeacht de frequentie van het aangeboden geluid, is de schade het meest uitgesproken tussen 3 kHz en 6 kHz, het frequentiegebied dat essentieel is voor spraakverstaan. Ze heeft daardoor een grote impact op de verbale communicatie. Bovendien treedt het verlies vaak op aan beide oren, wat betekent dat het niet door een beter oor kan worden opgevangen. Permanente gehoorschade kan vooralsnog niet door medicatie of andere medische interventies verholpen worden. Hoorapparaten slagen er evenmin in om het effect van gehoorverlies volledig te compenseren. Draggers zullen nog steeds problemen ondervinden, o.a. bij het herkennen van spraak bij achtergrondlawaai.

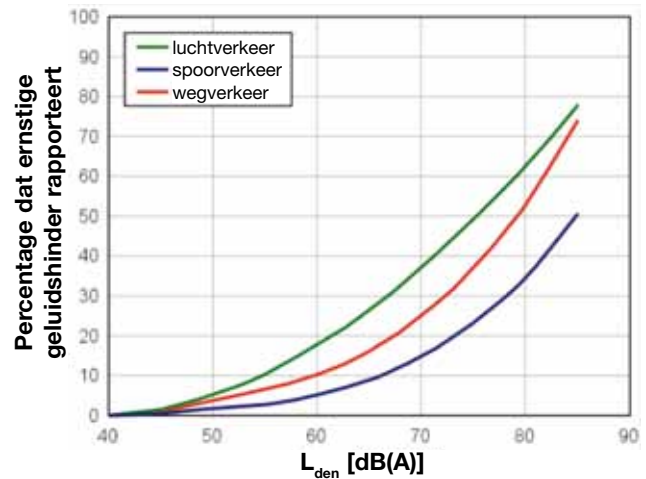
Als we het hebben over de mogelijke gevolgen van geluid op het gehoor, zijn blootstellingsduur en intensiteit onlosmakelijk met elkaar verbonden. Zeer luide geluiden zoals gewerschoten kunnen, ondanks hun extreem korte duur, toch aanzienlijke schade veroorzaken. Door de hoge pieken in amplitude kunnen in het middenoor en binnenoor letsels ontstaan, zoals gescheurde bloedvaten of een gescheurd trommelvlies. Geluiden met lagere intensiteit zullen pas na langere, continue blootstelling een zeker effect hebben. Aangezien de gevoeligheid van het auditieve systeem frequentie-specifiek is, hangt een veilig geluidsniveau af van het spectrum van het geluid waaraan een persoon is blootgesteld. De gevoeligheid is het hoogste rond 4 kHz, met als drempelwaarde 74 dB. En voor breedbandruis 78 dB(A). De Europese Unie stelt voor continue blootstelling aan lawaai drie grenswaarden voorop. Vanaf een L_{Aeq} van 80 dB(A) gedurende de volledige werkdag (8 uur), de laagste actiewaarde, moeten werkgevers het geluidsniveau op de werkvloer meten en waar mogelijk reduceren. Ook moeten ze gehoorbeschermers ter beschikking stellen. Wordt de hoogste actiewaarde van 85 dB(A) bereikt, dan is het gebruik van gehoorbeschermers verplicht en moet dat op de werkvloer duidelijk gesignaleerd worden. Ten slotte mag het blootstellingsniveau, rekening houdende met de demping van de eventuele gehoorbescherming, nooit meer dan 87 dB(A) bedragen.

Voor gehoorschade geldt dat blootstelling aan lawaai boven de veilige drempels niet per se schadelijk hoeft te zijn, als de blootstellingstijd beperkt is. Voor geluid op de werkvloer wordt vaak de “3-dB regel” gebruikt, waarbij een toename van 3 dB de toegestane blootstellingstijd halveert. De hierboven vermelde grenswaarden zijn gebaseerd op continue lawaai-blootstelling. Blootstelling aan fluctuerend of intermitterend lawaai blijkt minder schadelijk te zijn, omdat het auditieve systeem tijdens de relatief stillere periodes kan recupereren.



2.3. GELUIDSHINDER

Geluidshinder is veruit het meest voorkomende en bijgevolg ook het best onderzochte en gedocumenteerde effect van een (langdurige) blootstelling aan omgevingsgeluid. Geluidshinder ontstaat wanneer geluid wordt beschouwd als intrusief in de persoonlijke leefomgeving en is sterk gerelateerd aan de mate waarin dat geluid interfereert met de dagelijkse activiteiten. Onderzoek wijst bv. uit dat lawaai het sterkste die activiteiten verstoort waarbij mondelinge communicatie een belangrijke rol speelt (conversaties, televisie kijken of naar de radio luisteren). Of we het geluid van een bepaalde bron al dan niet als storend ervaren, hangt ook nog af van heel wat contextuele en persoons-gebonden factoren. Als we voldoende grote populaties en voldoende lange tijdsperiodes beschouwen, is het echter wel mogelijk om, binnen een gegeven betrouwbaarheidsinterval, een verband te leggen tussen het equivalente geluidsniveau (vaak het L_{den} niveau) en het percentage van de populatie dat ernstige geluidshinder zal rapporteren. Voor o.a. wegverkeer, spoorverkeer en luchtverkeer zijn dergelijke *blootstellingseffect*-relaties voorhanden, gebaseerd op meta-analyse van grootschalige vragenlijstonderzoeken (zie figuur). De Europese richtlijn inzake de beheersing van omgevingslawaai stelt de voorspelde geluidshinder voor als een maat voor het evalueren van de impact van de blootstelling aan omgevingsgeluid.



Hoewel het gebruik van blootstellingseffectrelaties voor geluidshinder algemeen aanvaard is, moeten we toch vermelden dat deze slechts een beperkte hoeveelheid van de variabiliteit in het optreden van geluidshinder kunnen verklaren, omdat ze enkel gebaseerd zijn op gemiddelde geluidsniveaus. Het is mogelijk om de bestaande blootstellingseffectrelaties te corrigeren voor een aantal modererende factoren. Er is al uitvoerig onderzoek voorhanden voor bepaalde belangrijke persoonsgebonden (bv. gevoeligheid voor geluid, demografische elementen) en contextuele factoren (bv. de aanwezigheid van een stille zijde aan de woning of van een relatief rustige groene ruimte in de nabijheid van de woning).

2.4. SLAAPVERSTORING

Een goede nachtrust is essentieel voor het algemene welbevinden, en blootstelling aan lawaai heeft hierop een nefaste invloed. Algemeen kan een slaapcyclus worden opgedeeld in REM- (rapid eye movement) en non-REM fasen met diepe slaap. In het begin van de slaapcyclus is de diepe slaap meer prominent. Later en net voor het ontwaken overheersen de REM-periodes. De verschillende fasen worden gekenmerkt door meetbare veranderingen in hersenactiviteit, hartritme, hormoonconcentraties e.d. En die effecten hangen op hun beurt weer samen met lichamelijk en psychisch herstel, het consolideren van informatie in het geheugen en andere levensnoodzakelijke processen.

Lawaai-blootstelling kan de slaap op verschillende niveaus verstoren. Bewust ontwaken en een verminderde slaapduur vormen een algemeen herkenbare maat voor nachtelijke hinder. Lawaai kan echter ook meer subtiele en niet bewust waargenomen fysiologische effecten induceren, zoals veranderingen in het hartritme. Belangrijk is dat we zelfs aan die subtiele reacties op langere termijn gezondheidseffecten kunnen linken. Bovendien nemen dergelijke reacties niet af naarmate een persoon subjectief gewend raakt aan het nachtelijke omgevingslawaai. De fysiologische effecten blijven meetbaar, ook al rapporteert de persoon in kwestie minder slaapverstoring.

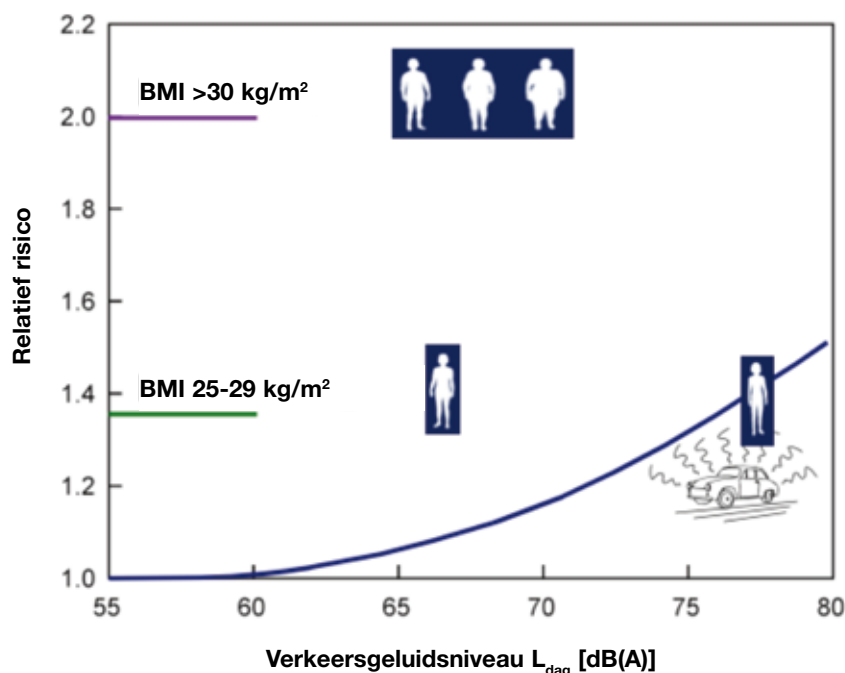
Op korte termijn gaat slaapverstoring door geluid samen met verhoogde slaperigheid, verminderde cognitieve prestaties en verandering in gemoedstoestand. Er zijn eveneens aanwijzingen dat geheugentaken mogelijk tot een minder goed einde worden gebracht wanneer men in een lawaaierige omgeving slaapt. Wetenschappelijk onderzoek wijst verder uit dat slaapverstoring door verkeerslawaai, op langere termijn, gepaard kan gaan met een verhoogd risico op cardiovasculaire aandoeningen en met chronische problemen, zoals depressie of type 2 diabetes, al spelen uiteraard ook individuele gevoeligheid en een gecombineerde blootstelling aan verschillende stressoren hierbij een rol. Of gewenning aan omgevingslawaai tijdens de nachtrust het risico op langetermijneffecten kan verminderen, is voorlopig onduidelijk, al zijn er aanwijzingen dat dit niet het geval zou zijn.



2.5. CARDIOVASCULAIRE EFFECTEN

Omgevingsgeluid beïnvloedt zowel het autonome zenuwstelsel als het endocriene systeem, wat op langere termijn het risico op chronische cardiovasculaire aandoeningen zoals atherosclerose (aderverkalking), een verhoogde bloeddruk of ischemisch hartfalen verhoogt. De mate waarin chronische blootstelling aan lawaai cardiovasculaire gevolgen kan hebben, hangt af van individuele factoren, zoals levensstijl en erfelijke aanleg, en van de aard van de activiteiten die worden verstoord door het geluid. Zo kan een chronische blootstelling aan geluidsniveaus van 80 dB(A) op de werkvloer minder risico voor hart- en vaatziekten inhouden dan bij geluidsniveaus van 60 dB(A) 's avonds, wanneer men wil ontspannen, of van 40 dB(A) tijdens de nacht. Laboratoriumstudies tonen aan dat blootstelling aan lawaai op korte termijn reeds reacties kan uitlokken op het vlak van hartritme en bloeddruk en dat die effecten sterker worden indien het achtergrondlawaai

interfereert met de activiteiten van de proefpersoon. Dergelijke autonome reacties vragen geen bewuste waarneming. Ook tijdens de slaap reageert het lichaam op plotse geluiden. Bovendien blijken reacties tijdens de slaap ook de bloeddruk overdag te verhogen. Net zoals voor geluidshinder, werden via epidemiologisch onderzoek blootstellingseffectrelaties afgeleid voor het risico op cardiovasculaire aandoeningen door omgevingsgeluid. Vooral over de impact van vliegtuig- en wegverkeer op het cardiovasculair systeem is ruime wetenschappelijke evidentie voorhanden. De onderstaande figuur geeft de meest waarschijnlijke trend van het relatieve risico op ischemische hartziekte weer, in functie van het equivalente verkeersgeluidsniveau tijdens de dagperiode aan de gevel van de woning. Ze vergelijkt die trend ook met het relatieve risico als gevolg van zwaarlijvigheid. Daarbij moeten we opmerken dat op die relaties een vrij grote onzekerheid rust, onder meer omdat blootstelling aan geluid vaak samen voorkomt met luchtverontreiniging.



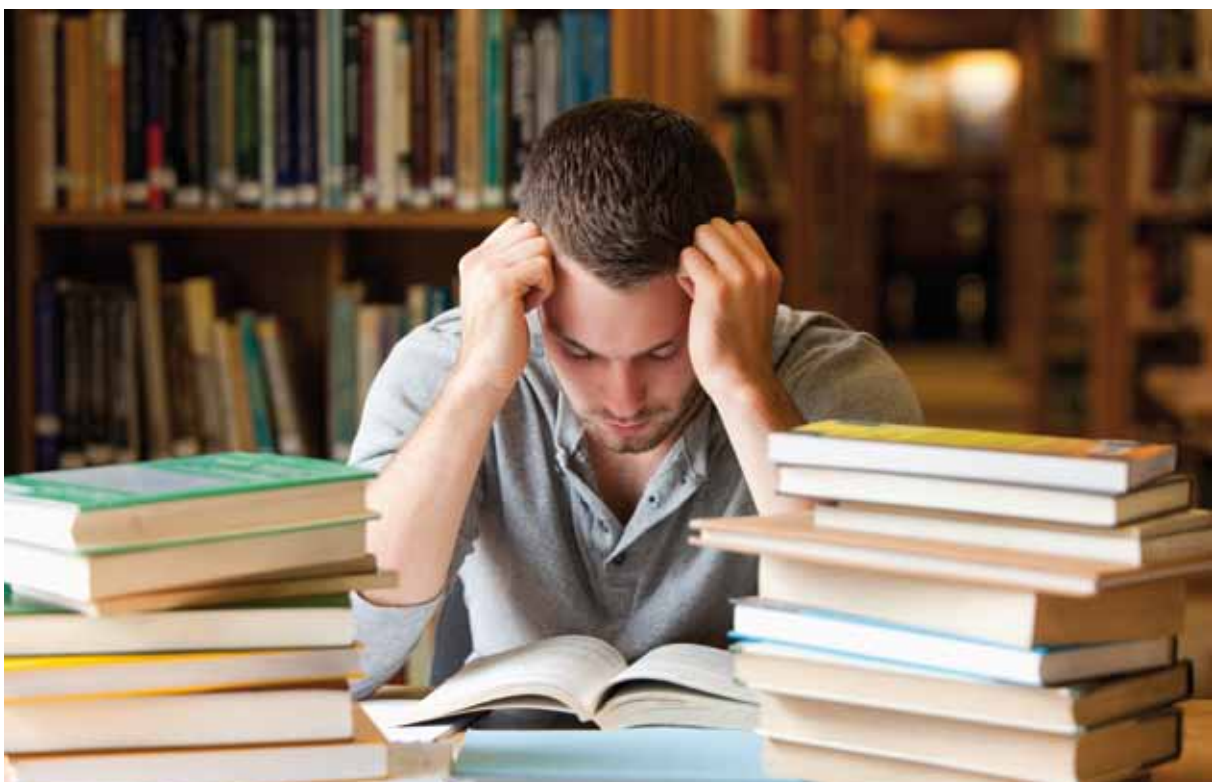
2.6. COGNITIEVE EFFECTEN

Er is ruime wetenschappelijke evidentie voorhanden voor effecten van een blootstelling aan omgevingsgeluid op de cognitieve prestaties, op het leervermogen en op de keuze van strategie voor het uitvoeren van taken. Laboratoriumstudies wijzen uit dat (irrelevante) spraak de sterkste invloed heeft op het uitvoeren van cognitieve taken, zoals lezen en memoriseren, en dat onafhankelijk van het geluidsniveau of de informatie in de spraak. Acute negatieve effecten worden al waargenomen bij relatief lage geluidsniveaus.

Een belangrijke factor bij het optreden van cognitieve effecten als gevolg van een blootstelling aan lawaai is de voorspelbaarheid van het geluid en de gepercipieerde controle erover. Wetenschappelijke studies wijzen verder op een verminderd hulpgedrag, een verhoogde agressie en een verminderd vermogen tot het verwerken van

non-verbale sociale communicatie, als gevolg van blootstelling aan lawaai. Anderzijds worden prestaties op monotone, motorische taken minder door geluid beïnvloed. Ze kunnen in sommige gevallen zelfs verbeteren.

De epidemiologische studies rond de cognitieve effecten van blootstelling aan omgevingsgeluid, en dan vooral op het leerproces, vonden vooral plaats bij (basis) schoolkinderen. Effecten op begrijpend lezen, aandacht, problemen oplossen en geheugentaken werden uitvoerig bestudeerd. De onderzoekers stelden vast dat, wat verkeersgeluid betreft, een blootstelling aan vliegtuiglawaaï binnen de klaslokalen de grootste invloed heeft. De blootstellingseffectrelatie tussen het geluidsniveau van het vliegverkeer in het klaslokaal en de prestaties bij begrijpend lezen vertoont een lineair verband.



A photograph of a person wearing a red top, hugging a large, white, textured pillow. The person's hands are visible, gripping the pillow. The background is a plain, light-colored wall. The image is partially framed by a blue horizontal bar at the top and a yellow horizontal bar at the bottom.

HOOFDSTUK 3: GEVALSSTUDIES

3.1. GELUID EN STADSONTWIKKELING

Gevalsstudie Nieuw Zurenborg

In 2005 rijzen in Antwerpen voorstellen om de gassite vlakbij de wijk Zurenborg een nieuwe bestemming te geven, onder de naam Nieuw Zurenborg. Er zullen nieuwe woningen komen en een park dat de behoefte aan groen in deze buurt moet opvangen. De locatie stelt de (stads)architecten echter voor nogal wat uitdagingen. Door de nabijgelegen Ring, Singel en spoorweg zijn geluidswerende maatregelen nodig en de mobiliteit van de nieuwe bewoners mag de omgeving niet (nog meer) belasten. De geplande groenzone zou ook deel moeten uitmaken van de 'Groene Singel'. Financieel is een minimaal aantal wooneenheden noodzakelijk, enzovoorts.

Bij lawaaiblootstelling is niet alleen het niveau, maar ook de verstoorde activiteit van belang. Zo kan 80 dB(A) tijdens het werk op termijn minder gevolgen hebben dan 40 dB(A) 's nachts.

Dr. Wolfgang Babisch

Deze randvoorwaarden blijken niet allemaal verenigbaar. Bijgevolg gaat aan het hele project onder meer een uitgebreid akoestisch onderzoek vooraf, waarvoor geluidskundigen samenwerken met stadsplanners, milieubeambten en omwonenden van het terrein. Ze brengen het bestaande geluidsklimaat op en rond de site in kaart en interviewen de bewoners als ervaringsdeskundigen over de huidige toestand en aandachtspunten bij de ontwikkeling van het gebied. Voorts gebruiken ze computersimulaties van ontwerp-

voorstellen om de geluidsbelasting en mogelijke hinder voor de nieuwe bebouwing en de groenzone te berekenen. Tijdens het hele onderzoek is overleg tussen de verschillende disciplines essentieel: de geluidskundigen leggen hun aanbevelingen voor aan de stadsarchitecten, die op hun beurt bekijken hoe ze die kunnen realiseren binnen het nieuwe gebied, rekening houdende met de algemene stedenbouwkundige visie van de stad. Vervolgens analyseren de deskundigen het geluidsklimaat voor de aangepaste ontwerpen, waarna het proces opnieuw begint, tot de planners een aantal scenario's weerhouden die praktisch haalbaar zijn en waarvan ze tegelijk duidelijk de akoestische sterkte en zwakke punten kennen.

Uit de studie blijkt dat Ring en Singel zeer determinerend zijn voor het geluidsklimaat. Een aanvullende studie moest daarom de invloed begroten van aanpassingen aan de bron, zoals een verminderde verkeersbelasting of (gedeeltelijke) overkapping. Daarnaast heeft de afdeling Milieueffectenrapportagebeheer beslist dat een volwaardig plan-MER noodzakelijk was, aangezien nieuwe bewoners van het gebied risico lopen op hinder door de hoge *bestaande* milieubelasting.

Kennis over geluidsklimaat in steden

De bevolkingstoename en de stijgende mobiliteit vragen, zeker in dichtbevolkte gebieden, om specifieke maatregelen, zodat een leefbaar geluidsklimaat kan worden gevrijwaard. Onderzoek heeft immers aangetoond dat overmatige blootstelling aan wegverkeerslawaai de gezondheid kan schaden, door cardiovasculaire effecten, slaapverstoring en geluidshinder. Blootstelling

Hoofdstuk 3: Gevalsstudies

door treinverkeer lijkt over het algemeen minder gezondheidsrisico's met zich mee te brengen, behalve voor huizen die zeer dicht bij spoorweg liggen. Er gaan echter wel stemmen op om de effecten van treinverkeer toch maar niet te *onderschatten*, zeker nu het goederenverkeer per spoor en het gebruik van hogesnelheidstreinen toenemen.

Of lawaai al dan niet schadelijk is, hangt niet alleen af van het niveau, maar ook van het tijdsaspect van de blootstelling. Geluidsbronnen met een snelle toename in niveau, zoals hogesnelheidstreinen en vliegtuigen, worden makkelijker waargenomen, net zoals bronnen die aanwezig zijn wanneer de meeste andere bronnen wegvallen, zoals nachtelijk goederenverkeer langs het spoor of de weg. Naast de bron zelf, spelen ook de aandacht en de activiteit van de 'luisteraar' een rol. Stoorgeluiden hebben bijvoorbeeld een bijzonder grote impact als ze verhinderen om uit te rusten, dus vooral 's avonds en 's nachts.

Het is evident dat we de geluidseffecten kunnen beheersen door de geluidsbronnen aan te pakken: door stillere motoren, stillere banden, stiller wegdek, stillere remsystemen, enzovoorts. Ook afscherming door geluidsschermen en overkapping vormen een optie. Het probleem is echter dat dergelijke maatregelen vaak buiten de verantwoordelijkheid van een projectgebied vallen waardoor de daadwerkelijke implementatie allesbehalve gegarandeerd is. Een alternatief zijn de geluidsschermwoningen die extra isolatie krijgen en zo worden ingericht dat minder kritische ruimten, zoals de badkamer en het toilet, naar de meest belaste zijde zijn

gericht, terwijl de slaapkamer en de woonkamer aan de stille zijde liggen. Onderzoek heeft immers aangetoond dat bebouwing in relatief belaste gebieden mogelijk is, zolang de bewoners voldoende toegang hebben tot plaatsen die door een beter geluidsklimaat geschikt zijn voor zogenaamde psychische restoratie. Dit kan door een *stille zijde* aan de woning zelf, maar ook door vlot bereikbare *groenzones met geschikt geluidsklimaat* in de buurt.

Stedelijk geluidsklimaat in beleid

Beleidsmakers vertaalden al een belangrijk deel van de beschikbare wetenschappelijke kennis in wet- en regelgeving. Zo worden niveaus voor omgevingsgeluid meestal uitgedrukt in L_{den} (day, evening, night), waarbij geluidsblootstelling 's avonds en 's nachts extra worden aangerekend. Verder geeft de Vlaamse dienst voor Leefmilieu, Natuur en Energie naar aanleiding van een project zoals het project Nieuw Zurenborg duidelijke richtlijnen voor omgevingsgeluid bij bewoning en randvoorwaarden voor maatregelen als stille zijden. Dergelijke waarden zijn cruciaal bij de sterkte-zwakte-analyse van nieuwe ontwerpen, maar bieden niet altijd uitsluitel. Zo moet het akoestisch criterium voor kwaliteitsvol groen elders worden gezocht en blijft de vraag wat de mogelijkheden zijn voor woningen waar de vooropgestelde richtwaarden niet haalbaar blijken. In dat geval geen bewoning toelaten, lijkt een evidente keuze, maar de vraag rijst of dat in het dichtbevolkte Vlaanderen een optie is en zal blijven. Dat de nieuwe geluidsactieplannen geluidsniveaus voor bewoning en mogelijke maatregelen zullen bevatten, is in deze een positieve evolutie. Het is wel belangrijk om voldoende

te diversifiëren. In een stedelijke context met aaneengesloten bebouwing kan een stille zijde bijvoorbeeld een veel groter effect hebben dan in een meer landelijke omgeving met vrijstaande huizen.

In elk geval is geluid binnen een stedelijke context een belangrijk thema waar van bij het begin voldoende aandacht naar moet gaan en dat een nauwe samenwerking en open communicatie vraagt tussen de betrokken experts. Een groep die hierbij zeker niet mag ontbreken, zijn de ervaringsdeskundigen die rond of op het terrein leven. Zij zijn niet alleen vaak potentiële gebruikers van de te ontwikkelen gebieden; hun ervaringen kunnen ook pijnpunten of opportuniteiten blootleggen die anders misschien onbenut blijven.

Momenteel wordt ongewenst geluid echter nog te vaak als een bijproduct gezien waarvan de problemen achteraf moeten opgelost worden. Wanneer in de toelatings- of ontwerpfase niet systematisch aandacht gaat naar de mogelijkheid van geluidshinder voor de omgeving, komen akoestische problemen vaak te laat tot uiting. Remediëren is dan meestal slechts gedeeltelijk mogelijk en in vele gevallen beduidend duurder dan wanneer de nodige aanpassingen a priori toegepast waren. Aangepaste *richtlijnen* uitwerken en consequent implementeren is hier niet minder dan noodzakelijk. Dat hoeft niet per se te leiden tot veel bijkomende administratie of inzet van mankracht: de inspanning van de beleidshandhaver die nu sowieso toch a posteriori gebeurt, kan beter preventief plaatsvinden en onder deskundig advies, om op die manier de budgettaire impact van maatregelen te optimaliseren



en de juridische omkadering tot een minimum te beperken. Vroegtijdige en systematische inspectie valt hier zeker te overwegen, zeker indien, zoals bij geluidsschermwoningen, de maatregelen absoluut noodzakelijk zijn om bewoning überhaupt mogelijk te maken.

Woningen bouwen in akoestisch minder ideale omgevingen stelt akoestisch hoge eisen aan de constructies. Naarmate omgevingslawaai minder doordringt tot de leefruimten, kunnen geluiden *binnenin* storender worden. Op dit moment wordt voor nieuwbouw al meegegeven of geluiden van *buiten* en *tussen* aanpalende wooneenheden minder of meer afgeschermd worden. Iets analoogs is denkbaar voor bestaande woningen, mits helder en tijdig communiceren van de informatie uiteraard.

Hoofdstuk 3: Gevalsstudies

Aandachtspunten voor geluid bij stadsontwikkeling

- Geluidskwaliteit van bij het begin in rekening brengen kan tijd, middelen en ergernis besparen.
- Akoestische resultaten zijn nuttiger binnen een realistisch kader. Dat vraagt identificatie van en overleg met de belangrijkste actoren.
- Heldere communicatie van absolute basisvoorwaarde enerzijds en optimalisatie anderzijds kunnen helpen om leefbaarheid een plaats te geven binnen het overleg.
- Ervaringsdeskundigen bij het project betrekken kan de kwaliteit van het ontwerp verbeteren en mee zorgen voor het nodige draagvlak.

3.2. GELUIDSHINDER IN HET MAATSCHAPPELIJKE DEBAT

Gevalsstudie rond windturbines

Om beter in zijn energiebehoeften te kunnen voorzien, besliste een bedrijf in het Gentse in samenwerking met een energieleverancier drie windturbines van 98 meter hoog en 82 meter diameter op te richten. De site ligt in relatief dicht bebouwd gebied, langs een verkeersweg met vier rijstroken, niet ver van een woonwijk met vrijstaande bebouwing. Eén turbine bevindt zich op 270 meter van de eerste huizen. Na herhaalde klachten van buurtbewoners over slagschaduw, geluidshinder en slaapverstoring besliste de rechtbank de windturbines stil te leggen in geval van slagschaduw op de huizen en het toerental tussen 19 en 7u te beperken, om in elk geval de nachtrust van de omwonenden te vrijwaren.

Het bedrijf in kwestie en de energieleverancier waren uiteraard minder gelukkig met deze uitspraak omdat een dergelijke beperking het rendement van de installaties gevoelig doet dalen. Een groep bewoners van hun kant vond dan weer dat het geluidsklimaat overdag nog steeds ernstig verstoord werd. Dus kwam er een akoestisch onderzoek om na te gaan of en hoe een rendabel werkingsregime kan samengaan met een leefbaar geluidsklimaat.

Via een webapplicatie konden de buurtbewoners gedurende een drietal maanden telkens wanneer ze dat willen, rapporteren of en in welke mate het geluid van de windturbines hen hinderde. De zoektocht naar deelnemers in de woonwijk maakte al onmiddellijk duidelijk dat de meningen over de windturbines verdeeld waren. Een beperkt aantal gezinnen bleek zeer actief bezig met de hele problematiek. Gerichte navraag bij andere gezinnen leerde dat sommige onder hen wel af en toe hinder ondervonden van het geluid van de windturbines, maar de tijd niet hadden om hun klacht effectief door te geven. Er bestaat met andere woorden een niet onbelangrijk verschil tussen de mate waarin hinder *gepercipieerd* dan wel *gerapporteerd* wordt. Ten slotte stellen we vast dat een aanzienlijk aantal buurtbewoners simpelweg niet wil deelnemen aan het onderzoek, om de energieproductie van de installaties en/of de rendabiliteit van het bedrijf waarvoor ze werden gebouwd niet in het gedrang te brengen.

Combineren van de online hinderrapporten met continue geluidsregistratie en gedetailleerde geluidsverwerking toont dat vooral het periodieke karakter van het windturbinegeluid storend is en effectief meer of minder hoorbaar is naargelang de specifieke positie

van de windturbine ten opzichte van de ontvanger. Voorts heeft ook de windrichting een belangrijke invloed op de waargenomen hinder, ondermeer doordat het achtergrondgeluid hierdoor wijzigt.

Concreet betekent dit dat voor windturbinegeluid de gepercipieerde hinder sterk kan variëren al naargelang de specifieke woonplaats, zelfs over een relatief klein gebied. Ook blijkt een werkingsregime dat rekening houdt met de windrichting de beste optie om rendabiliteit en leefbaarheid te verzoenen. Zeker overdag is voor bepaalde windrichtingen een relatief hoog toereenaantal toelaatbaar, terwijl voor andere een sterkere beperking van de snelheid van de turbines moet gelden, om een voor de buurt acceptabel geluidsklimaat te behouden.

Windturbines in de wetenschappelijke literatuur

Bij de inplanting van windturbines heeft men vastgesteld dat dergelijke installaties bijzonder storend kunnen zijn en als hinderlijker worden ervaren dan wegverkeer met een vergelijkbaar geluidsniveau.

Een eerste verklarende factor is hun sterk visuele impact op het landschap. Mensen combineren immers de input van verschillende zintuigen tot een multi-sensoriële waarneming en dus zullen bronnen die visueel de aandacht trekken auditief scherper in de gaten worden gehouden. Verder kan het periodieke karakter van het windturbinegeluid sterker de aandacht trekken.

Hierdoor blijven de windturbines relatief goed hoorbaar, zelfs in combinatie met andere, maskerende geluiden, zoals nabijgelegen wegverkeer. Bovendien klinkt wegverkeersgeluid fundamenteel anders en kent het een ander tijds patroon. Wegverkeer neemt s' nachts bijvoorbeeld af. Ook natuurlijke geluiden kunnen de installaties moeilijk volledig maskeren, maar hoge wintergroene bomen planten kan wel de zichtbaarheid verminderen en de algemene perceptie van de omgeving verbeteren. Onderzoek heeft ten slotte aangetoond dat mensen met financiële belangen in de installaties of een zekere mate van controle over het werkingsregime minder hinder rapporteerden.



Hoofdstuk 3: Gevalsstudies

Beleid rond windturbines

Omwille van economische en ecologische evoluties is de populariteit van windturbines de laatste jaren sterk toegenomen. Beleidsmakers werken momenteel aan wet- en regelgeving die een passend antwoord moet geven op het geluidsvraagstuk.

Dat blijkt nodig, want hoewel het federale niveau windturbines aanmoedigt, blokkeert het lokale niveau vaak de inplanting ervan, onder druk van lokale burgergroeperingen en met geluidshinder voor de omwonenden als vaak gehoord argument. Zoals eerder aangehaald, komt een participatief model voor de inplanting de publieke houding ten opzichte van de plannen voor toekomstige windturbines duidelijk ten goede.

Recente evoluties in het geluidsbeleid rond windturbines:

Nieuwe voorwaarden definitief goedgekeurd door Vlaamse regering op 23.12.2011, geldig vanaf begin 2012.

- In woongebied: 44 dB(A) overdag, 39 dB(A) 's avonds en 's nachts.
- In industriegebied: 60 dB(A) overdag, 55 dB(A) 's avonds en 's nachts.
- In agrarisch gebied: 48 dB(A) overdag, 43 dB(A) 's avonds en 's nachts.

Als uit langdurige meting van het achtergrondgeluid blijkt dat het achtergrondgeluid hoger is dan de richtwaarde, geldt het achtergrondgeluid als norm.

Open communicatie is echter niet alleen van belang bij het begin van een nieuw project. Klachten van omwonenden ernstig nemen is net zo belangrijk. Hinder kan inderdaad een zeer persoonlijk gegeven zijn dat samenhangt met geluidsgevoeligheid, gezondheid en andere individuele factoren. Tegelijk kunnen de bewoners ook hier als ervaringsdeskundigen specifieke problemen in geluidsblootstelling aan het licht brengen.



Het complexe karakter van windturbinegeluid maakt het minder evident om in de regelgeving de klassieke grootte L_{den} te gebruiken. Wetenschappelijk onderzoek heeft immers aangetoond dat windturbines zelfs bij vrij lage geluidsniveaus relatief snel opgemerkt worden tussen andere omgevingsgeluiden. Bovendien hebben externe factoren zoals de omgeving en de windrichting een belangrijke invloed op de waargenomen hinder. Een ondubbelzinnige kwantitatieve formulering is echter absoluut noodzakelijk voor de rechtszekerheid van alle betrokken partijen en een basis waarop beslissingen mogelijk zijn over milderende maatregelen al dan niet. Geluidsblootstelling en -hinder blijven echter sterk afhankelijk van de specifieke context. Regelgeving kan hierop inspelen door een onderscheid te maken tussen

absoluut te respecteren aspecten en elementen waar een zekere flexibiliteit en pragmatiek van toepassing kunnen zijn. Een dergelijk kader zal de handhaver in staat stellen om te gaan met nieuwe situaties en met de bijzonderheden van het bevoegdheidsterritorium.

Het is evident dat wet- en regelgeving steeds een optimaal leefklimaat voor ogen hebben, maar we leven en werken in een omgeving waar geluid niet de enige factor van belang is. Uiteindelijk zullen er dus steeds situaties voorkomen waar de geluidskwaliteit suboptimaal is maar moet onderdoen voor andere overwegingen. Dat is op zich niet dramatisch, zolang elk niveau zijn verantwoordelijkheid neemt en iedereen over voldoende informatie beschikt om een correcte afweging te kunnen maken.

Voor omgevingslawaai kan in dit verband gepleit worden voor een verfijndere geluidscartografie waarin niet alleen gemiddelde geluidsniveaus maar ook de *psychoakoestische* aard van het geluid en de *statistische fluctuaties* ervan een rol spelen.

Kernpunten rond geluid van windturbines

- Geluidsblootstelling en hinder zijn geen geïsoleerde fenomenen, waardoor het reduceren van hinder vaak neerkomt op het afwegen van verschillende belangen en prioriteiten.
- Niet alle geluidshinder vertaalt zich effectief in klachten.
- Geluidshinder hangt niet alleen af van geluidsblootstelling.
- Een transparante communicatie in elke fase van het project is geen wondermiddel, maar zonder lukt het zeker niet.

3.3. HET GEVAAR IN GEWENST GELUID

Gevalsstudie rond muziek

Halverwege de vorige eeuw al raakte bekend dat blootstelling aan industrieel of ander *lawaai* permanente gehoorschade kan veroorzaken. Pas later volgde de vaststelling dat ook in wezen *gewenst* geluid, zoals muziek schadelijk kan zijn. Intussen heeft de wetenschap het oorzakelijke verband tussen overmatige blootstelling aan luide muziek en gehoorschade kunnen aantonen. Dus is het nu aan de maatschappij om daar een passend antwoord op te vinden. Het initiatief van minister van Leefmilieu, Natuur en Cultuur, Joke Schauvliege, om geluidsnormen op te stellen voor muziekactiviteiten illustreert hoe beleidsmakers kunnen omgaan met de gezondheid van zijn burgers en welke actoren bij dit proces betrokken (moeten) zijn.



Een eerste probleem betreft het vaststellen van **grenswaarden**. Wat audiologen voorschrijven als *absoluut veilige* geluidsnormen, lijkt voor vele liefhebbers immers het luisterplezier te vergallen. *Aanvaardbare* risico's laten zich echter veel moeilijker in regels gieten,

Hoofdstuk 3: Gevalsstudies

temeer omdat gehoorschade niet alleen van het geluidsniveau afhangt, maar ook van de blootstellingsduur en ook individuele gevoeligheid een belangrijke rol speelt bij het al dan niet optreden van gehoorschade.

Verder is het evident dat effectieve normen **realistisch en controleerbaar** moeten zijn. In de praktijk vraagt dit om zeer concrete richtlijnen en een duidelijke en haalbare verdeling van bevoegdheden en verantwoordelijkheden.

Ten slotte is mogelijke gehoorschade bij muziekactiviteiten een zeer **gedeelde verantwoordelijkheid**, wat sensibilisering van luisteraars, muzikanten, organisatoren en geluidstechnici cruciaal maakt.

De laatste drie groepen controleren rechtstreeks het niveau op festivals en andere gelegenheden en moeten aangespoord worden om verstandig om te gaan met die verantwoordelijkheid. Luisteraars moeten beseffen dat ze hun lawaai blootstelling ten dele zelf in de hand hebben, door bijvoorbeeld het volume van hun persoonlijke muzikspeler niet te overdrijven, hun oren voldoende rust te gunnen of gehoorbeschermers te gebruiken. Deze laatste maatregel staat of valt met een correct en consequent gebruik door de individuele drager. Hier is dus een belangrijke taak weggelegd voor overheid en onderwijs die met sensibiliserings- en informatiecampagnes een zeer positieve rol kunnen spelen.

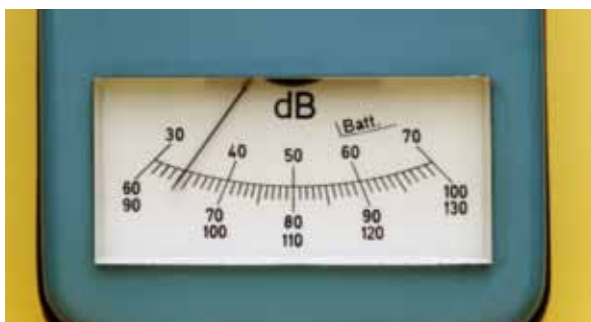
Hoe muziek de gezondheid kan schaden

Blootstelling aan luide geluiden van meer 74 dB kan het gehoor onherstelbaar beschadigen met gehoorverlies, volheidsgevoel en/of oorsuizen. Daarnaast vormt het tijdsverloop van de geluidsblootstelling een cruciaal element bij het inschatten van de effecten. Gehoorschade is minder uitgesproken wanneer het auditieve systeem tussendoor kan herstellen in relatieve stilte. Dit betekent ook dat het risico van de huidige muzikspelers niet alleen ligt bij het niveau waarop naar muziek wordt geluisterd, maar even goed bij de mogelijkheid om dat quasi continu te doen.

Geluidsblootstelling is dus duidelijk meer dan het ogenblikkelijke absolute niveau dat de luisteraar moet verwerken. Voor auditieve effecten moeten we de cumulatieve lawaaidosis, de combinatie van niveau en duur, in de gaten houden. Als het niveau echt niet



voldoende naar beneden kan om voor een gegeven blootstellingstijd gehoorbeschadiging te voorkomen, kunnen persoonlijke gehoorbeschermers een oplossing



bieden, met dien verstande dat daarbij een degelijke bewustmaking en training onontbeerlijk zijn.

Binnen de problematiek van het vrijetijdslawaai kunnen jongeren gezien worden als een kwetsbare groep omdat zij de voornaamste gebruikers van persoonlijke muzikspelers zijn en zichzelf dus op een van buitenaf zeer moeilijk controleerbare manier aan luide geluiden blootstellen. Bovendien is het nog niet duidelijk hoe gehoorschade ten gevolge van lawaai op langere termijn zal evolueren, in combinatie met leeftijdsgebonden gehoorverlies. Voorlopig is wetenschappelijk niet sluitend bewezen dat effectief meer jongeren gehoorverlies lijden. Jammer genoeg bestaat er een groep luisteraars, geschat op 5 tot 10 %, die hun persoonlijke muzikspelers te lang en te luid beluisteren. Ten slotte blijken jongeren het in hun vrije tijd niet altijd bij één lawaaiërige activiteit te laten. Ook de niveaus op plaatsen waar men niet direct aan denkt, zoals in sporthallen, kunnen vrij hoge waarden bereiken.

Een preventief beleid

Recreatieve lawaai-blootstelling is een complex beleidsdomein. Productnormen voor persoonlijke muziek-

Combinatie is het sleutelwoord bij blootstelling van jongeren: combinatie van verschillende geluidsbronnen na elkaar zonder voldoende pauzes tussenin vormt het grootste risico en het is de gecombineerde verantwoordelijkheid van de jongeren zelf, ouders, leerkrachten en wetgevers om hier iets aan te doen.

Dr. Hannah Keppler

spelers zijn bijvoorbeeld een Europese bevoegdheid, volksgezondheid behoort tot het federale pakket, maar normen voor elektronisch versterkte muziek zijn dan weer Vlaamse materie. Alleen als handhavers rond de (zeer) diverse aspecten van muziekblootstelling op alle niveaus goed samenwerken, zal de uitgeschreven regelgeving op het terrein kunnen leiden tot een degelijk beleid. Globaal bekeken is er zowel vanuit de Europese als vanuit de Vlaamse administratie een toenemende en te verwelkomen trend naar meer harmonisatie.

Naast regelgeving vraagt ook de verantwoordelijkheid voor de uitvoering en de controle op het terrein om een correcte taakverdeling. Door centralisatie wordt het mogelijk om budgettair efficiënter te werken op het vlak van expertise, scholing en uitrusting. Anderzijds houdt schaalvergroting het risico in van een minder flexibele toepassing naargelang de lokale omstandigheden en gevoeligheden en van minder armslag om kort op de bal te bij acute probleemsituaties. Uiteindelijk moet hier een werkbaar compromis gezocht worden tussen centralisatie en decentralisatie waarbij alle actoren naar vermogen de gepaste bevoegdheden aangereikt krijgen.

Hoofdstuk 3: Gevalsstudies

Recente evoluties in het beleid rond blootstelling aan muziek:

Het besluit door de Vlaamse regering is goedgekeurd in tweede lezing op 23.12.2011. Verplichte toepassing vanaf 01.01.2013.

Drietrapsbeleid:

Categorie 1: L_{Aeq} over 15 minuten lager dan 85 dB(A).

Categorie 2: L_{Aeq} over 15 minuten lager dan 95 dB(A): de geluidsniveaus moeten zichtbaar gemeten worden voor een geluidstechnicus.

Categorie 3: L_{Aeq} over 60 minuten lager dan 100 dB(A): geluidsniveaus registreren en gratis oordopjes uitdelen zijn verplicht.

Enkele wenken ter preventie van recreatief gehoorverlies

- Preventie van gehoorschade door vrijetijdslawaai vraagt een individuele bewustwording steunend op een algemeen wettelijk kader.
- Combinatie is het sleutelwoord bij recreatieve lawaai-blootstelling van jongeren: combinaties van verschillende geluidsbronnen zonder voldoende pauzes tussenin vormen het grootste risico en het is de gecombineerde verantwoordelijkheid van de jongeren zelf, hun ouders, hun leerkrachten en de wetgevers om daar iets aan te doen.
- Een effectief beleid zal haalbare geluidsnormen combineren met een realistische bevoegdheidsverdeling.

3.4. ZOEKTOCHT NAAR POSITIEVE GELUIDEN

De gevalstudie Heuvelland Tranquillizer

In onze maatschappij is stilte samen met rust en onthaasting een kostbaar goed geworden waarnaar mensen actief op zoek gaan. In die filosofie kadert Tranquillizer, dat in het West-Vlaamse Heuvelland tien wandelroutes uitstippelde. Die wandelingen willen de deelnemers niet alleen naar stille plekken brengen, maar tegelijk de beleving van rust en schoonheid verdiepen door aan de verschillende trajecten foto's, tekeningen en gedichten te koppelen. 'Stille' gebieden worden op die manier niet vertaald in akoestische grootheden, maar opgevat als een *totaalconcept* waar het ontbreken van ongewenst achtergrondlawaai de



bezoeker in staat stelt te genieten van de omgeving met haar natuurlijke geluiden.

Stilte en rust wetenschappelijk bekeken

Evolutionair gezien presteren biologische organismen het beste binnen een wisselende context, waarin

periodes van hoge ogenblikkelijke stress en hoge activiteit en periodes van rust en restoratie elkaar afwisselen. Rustgevende omgevingen zijn bijzonder divers: van eigen huis en tuin, over natuurgebieden, tot stadspleinen en –parken. Ruimtelijke ordening en stadsplanning moeten voldoende mogelijkheden tot psychologisch herstel in stand houden of waar nodig creëren. Storend omgevingslawaai vermijden gaat hier samen met het toevoegen van geluiden die door de meeste mensen aangenaam worden gevonden, zoals vogelzang, het ruisen van de wind, klaterend water, pratende mensen, enzovoorts. Dergelijke geluiden kunnen de aandacht afleiden van storend lawaai.

Naast het gezondheidsaspect heeft het geluidslandschap ook een sociaal-culturele dimensie. De eigenheid van een buurt, stad of cultureel erfdeel wordt mee bepaald door de typische geluiden die daar hoorbaar zijn. Hier is het zaak om verschraving of uniformisering tegen te gaan.

Wetenschappers ontwikkelen methoden om het geluidslandschap te karakteriseren en te categoriseren. Uit de kennis die op die manier verzameld wordt, hopen ze in de toekomst betere ontwerpmethoden te ontwikkelen. De appreciatie van een geluidslandschap op een bepaalde locatie tijdens een bepaalde evaluatieperiode is echter moeilijk in woorden te vatten en tot op zekere hoogte subjectief. Enige objectivering is mogelijk door te verwijzen naar de aanwezige geluidsbronnen, naar het karakter van de omgeving en naar de positie van de luisteraar.

Stilte in het beleid

Zoals eerder aangehaald kunnen een weldoordachte ruimtelijke ordening en stadsontwikkeling samen met aangepaste bouwnormen ervoor zorgen dat mensen zowel binnenskamers als in de directe omgeving van woningen *voldoende* afgeschermd worden van storend omgevingslawaai.

Een stuk ambitieuzer nog is het streven naar *ideale* geluidslandschappen, zoals stiltegebieden. Het kreeg in Vlaanderen een zeer concrete invulling in de vorm van een kwaliteitslabel dat gebieden ‘met een aangenaam geheel van geluiden’ kan erkent. Gemeenten moeten daarvoor zelf een dossier indienen waarna op basis van een reeks akoestische en niet-akoestische criteria de beslissing valt om een bepaalde zone het etiket *landelijk* (overwegend natuurlijke geluiden) dan wel *stedelijk* (menselijke en natuurlijke geluiden) stiltegebied te verlenen. De normen zijn anno 2011 wel vooral op landelijke streken gericht.

Belangrijkste trends rond positieve geluiden

- Rustige plaatsen vinden is niet langer evident. Stilte wordt zo een van de redenen om het bezoek aan een bepaalde streek of gebied te promoten.
- Stilte wordt eerder gebruikt om een totaalbeleving te karakteriseren dan als een strikt akoestisch begrip.
- Een ‘stilte-ervaring’ reikt verder dan het moment zelf en kan ook op langere termijn positief naverken.

A close-up photograph of a person with curly hair holding a white megaphone. The megaphone is the central focus, with its circular opening and handle visible. The person's face is partially obscured by the megaphone. The background is blurred, suggesting an outdoor setting. A blue horizontal bar is at the top of the page, and a yellow bar is at the very top.

HOOFDSTUK 4:

HET MAATSCHAPPELIJKE DEBAT OVER GELUID

Het thema geluid heeft een aantal kenmerken die het uiterst geschikt maken voor het maatschappelijke debat: (1) iedereen kan geluid waarnemen, interpreteren en evalueren; (2) perceptie van geluid is *subjectief*; (3) iedereen bekleedt wel eens de rol van veroorzaker van geluid en van ontvanger.

Te snel conclusies trekken op basis van beperkte en te korte eigen observaties vertroebelt echter al te vaak het debat. Hinder, slaapverstoring en hardere gezondheidseffecten die ontstaan bij medeburgers na jarenlange blootstelling aan ongewenst geluid kunnen niet ingeschat worden op basis van een korte observatie. Bovendien spelen persoonlijke factoren, deels genetisch bepaald of beïnvloed door ziekte, vaak een zeer belangrijke rol bij het ontstaan van ongewenste effecten van geluid. Daardoor is het zeer moeilijk om zich te verplaatsen in de situatie van een andere persoon.

Enkele voorbeelden:

Spelende kinderen vormden recent vaak het voorwerp van debat. Het recht op lawaaiërig gedrag staat daarbij haaks op het recht op rust en stilte. Vaak vergeet men dat de joelende jeugd van vandaag ook de blokkende studenten zijn die enkele jaren later klagen over het geroep dat hun concentratie verstoort. De rollen wisselen.

In het debat rond een luchthaven of een windturbinepark vormt het economische en maatschappelijke belang vaak een argument om de omwonenden aan te porren tot tolerantie. De kans op gezondheidseffecten, hinder en slaapverstoring is klein. Dus gaat men er vaak van uit dat de enkeling die er toch onder lijdt daar zelf “schuld” aan heeft. Verschillen in gevoeligheid tussen mensen wordt niet zelden vergeten in dit debat.



Woordanalyse van artikels in de klassieke media over geluid in de omgeving

Hoofdstuk 4: Het maatschappelijke debat over geluid



Overbodig is wellicht het voorbeeld van de festivalganger die claimt na vele luide concerten nog steeds even goed te horen en daaruit concludeert dat gehoorbeschadiging overroepen wordt.

De burger wordt mondiger, ook wat geluid betreft. De leek neemt meer en meer zelf het heft in handen om een problematiek aan te kaarten, daarbij gesteund door de overvloed aan beschikbare informatie en op het internet gerapporteerde vergelijkbare situaties. In de gevalstudies bespraken we al de voorbeelden van windturbines en van stadsplanning.

Ook de klassieke media spelen in toenemende mate in op geluid als een aspect van leefcomfort (zie tag cloud). De klassieke media wijzen meestal de overheid aan als de partij die tekort schiet. De veroorzaker van het geluid vermeld ze alleen als die duidelijk aanwijsbaar is. Algemeen verspreide geluidsbronnen zoals het

wegverkeer of burelen zijn zelden het voorwerp van krantenkoppen alhoewel ze uit formele bevestigingen naar voor komen als de geluidsbronnen met de grootste aantallen hinderslachtoffers. De politiek moet zich ervoor hoeden zich tot quick wins te laten verleiden door vooral op dat soort berichtgeving te reageren.

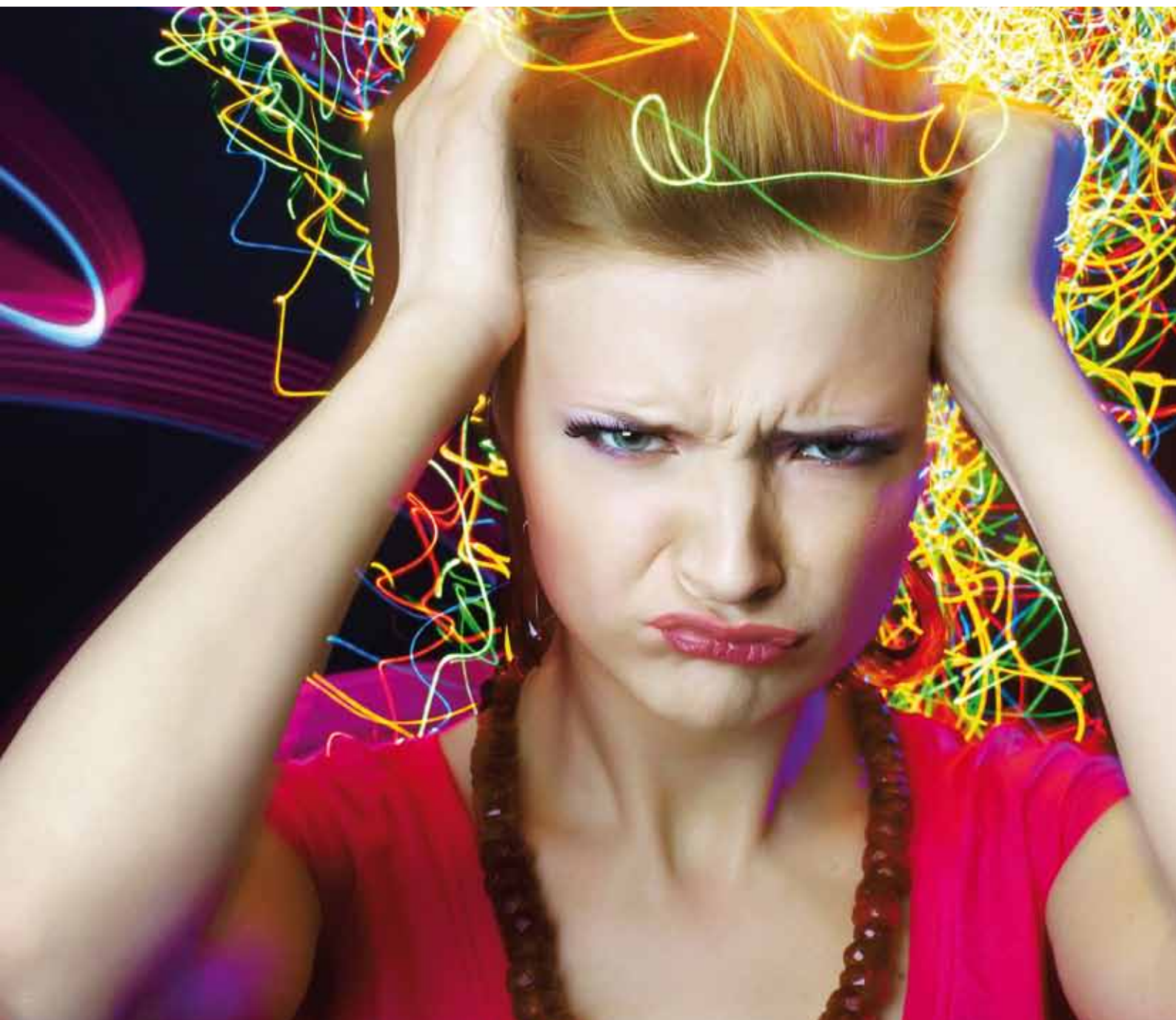
Bij beleidsplanning (mobiliteitsplan, PACT2020), lokale impactstudies (MER, plan-MER), stadsontwikkeling, enz. heeft een georganiseerde participatie aan het maatschappelijke debat – meestal via het middenveld – reeds ruime ingang gevonden. De georganiseerde en mondige burger gaat echter verder en organiseert eigen meetcampagnes, bestudeert impacts, informeert via nieuwe en klassieke media, ... De participatie is wellicht aan innovatie toe.

De thema's die een samenleving beroeren verschuiven doorheen de tijd. Milieu, de invloed van de leefomgeving op gezondheid en welbehagen en gezondheidsrisico's beperken door een goede levensstijl komen vaker aan bod in samenlevingen waar de burger op een relatief gemakkelijke manier in zijn basisbehoeften kan voorzien. Men zou dan ook een conjunctuurvolgende golf-beweging kunnen verwachten.

De media versterken de aandacht voor het thema en men ziet dan ook dat enquêtes meer hinder registreren in periodes volgend op een mediastorm rond het thema geluid.

In Vlaanderen neemt de gerapporteerde hinder door wegverkeersgeluid en luchtvaart de laatste jaren enigszins af, terwijl de hinder door burengeluid enigszins lijkt toe te nemen. Een trend naar een grotere gevoelig-

heid voor verstoring door omgevingsgeluid kon niet vastgesteld worden, maar op de vraag of de hinder die zij persoonlijk ervaren door geluid is toegenomen, antwoordt de meerderheid van de bevolking in Vlaanderen affirmatief. Het is dus uitermate belangrijk om bij het inschatten van trends in aanvaardbaarheid van omgevingsgeluid de eigen impressies buiten beschouwing te laten.





Hoofdstuk 5: Geluid in het beleid

**HOOFDSTUK 5:
GELUID IN HET BELEID**



Geluid is niet enkel een bekommernis van leefmilieu en volksgezondheid.

Ongewenst geluid vermijden en de eigenheid van een buurt versterken met een gepast geluidsklimaat kunnen triviaal klinken, maar al te vaak gaat het beleid eraan voorbij. Het ruimtelijk beleid en het mobiliteitsbeleid zijn voorbeelden van domeinen waar een ondoordacht beleid kan leiden tot geluidshinder, slaapverstoring en gezondheidseffecten die vermijdbaar waren. Gebiedsvreemde industrie zorgt in Vlaanderen nog zelden voor geluidshinder, maar het ontbreken van geschikte bufferzones geeft lokaal wel nog steeds knelpunten, op plaatsen waar woonzones en industriegebieden elkaar raken. Het verzoenen van wonen met mobiliteit en recreatie lijkt moeilijker te lukken. Het grootste aantal gehinderden door wegverkeersgeluid vindt men bijvoorbeeld langs doorgangswegen met lintbebouwing. Die is typerend voor het historisch gegroeide Vlaamse woonlandschap en het resultaat van een weinig doordacht ruimtelijk structuurbeleid.

De beleidsambities worden langzaam in concreet beleid omgezet.

Diverse beleidsplannen (mobiliteitsplan, structuurplan, milieubeleidsplan, pact2020) stellen concrete langetermijndoelstellingen voorop om het geluidsklimaat in de leefomgeving te verbeteren. Ook ministeriële beleidsnota's omvatten ambities met betrekking tot het beschermen van de bevolking tegen overmatige blootstelling aan geluid. Die intenties omzetten in concreet beleid vergt echter (te) veel tijd. De concrete ruimtelijke planning houdt in een vroege ontwerpfase nog steeds weinig rekening met omgevingsgeluid. Dat veroorzaakt problemen waarvoor later een remedie nodig zal zijn. Mobiliteitsplannen

worden wel geëvalueerd op geluidsimpact, maar vaak in een laat stadium. De maatregelen richten zich dan ook meestal op milderden van het lawaai, bijvoorbeeld door geluidsschermen te plaatsen. Dergelijke maatregelen achteraf zijn bijna altijd minder kostenefficiënt. Het beleidsdomein "leefmilieu" stelde recent zijn actieplannen omgevingsgeluid op om te voldoen aan de vraag vanuit Europa. Onder druk van de Europese richtlijn omgevingsgeluid liggen de richtwaarden voor wegverkeersgeluid en spoorverkeersgeluid opnieuw op tafel, maar ze hebben nog geen wettelijk statuut. Nochtans vormt het wegverkeer de belangrijkste bron van geluidshinder en slaapverstoring in Vlaanderen. Onder druk van de publieke opinie kwam onlangs een meer geschikte aanpak, steunend op de wetgeving binnen het Vlarem 2-kader, in de plaats van de achterhaalde omzendbrief over windturbinegeluid. Daarnaast blijkt uit recente wetgevende activiteiten rond muziekgeluid dat de jongste tijd ook een versnelling heeft plaatsgevonden in het bewustwordingsproces omtrent gehoorschade, ten gevolge van overmatige blootstelling aan geluid in de privésfeer. Naast een beperkende wetgeving, legt het beleid hier de nadruk op sensibilisering, naar analogie met het al jaren gevoerde beleid rond gehoorsbescherming op het werk. Interessant is de typische dynamiek van het tot stand komen van nieuwe wetgeving of van aanpassingen aan bestaande wetten. De evoluties zijn doorgaans niet het resultaat van een geleidelijk proces bij de wetgever zoals men zou vermoeden uit de beleidsdocumenten. Drijfveren zijn meestal de sterke fluctuaties in de maatschappelijke belangstelling voor een bepaalde problematiek, die op hun beurt vaak weer het gevolg zijn van nieuwe, acute gevallen van overlast of schade.

Hoofdstuk 5: Geluid in het beleid

De bevoegdheden zijn niet steeds duidelijk. De verrichte bevraging van personen op verschillende beleidsniveaus wijst op een matig positief oordeel over de huidige wetgeving en de instrumenten voor de uitvoering van het beleid met betrekking tot geluid. Een heikel punt blijft echter de versnippering van bevoegdheden, in het bijzonder wanneer het gaat om buurtgeluid. De bevroegde beleidsverantwoordelijken klagen enerzijds over een versnippering over verschillende departementen en niveaus, al probeert Vlaanderen wel te streven naar harmonisatie en centralisatie. Anderzijds betreuren ze het 'doorschuiven' van

bepaalde verantwoordelijkheden naar andere (lagere) beleidsniveaus waar niet altijd voldoende kennis en middelen aanwezig zijn om die bevoegdheden ook effectief te dragen. De oplossing ligt niet voor de hand. De verantwoordelijken voor de implementatie van het beleid voelen een ondubbelzinnig vastgelegde kwantitatieve formulering aan als een effectief instrument voor de handhavers van de wetten, om een consensus te bereiken tussen de gehinderde en de geluidsveroorzaker, over het nemen van mogelijke maatregelen. Tegelijk omschrijven ze ook een zekere mate van flexibiliteit voor de handhaver als wenselijk, om





pragmatisch te kunnen omgaan met nieuwe situaties of specifieke omstandigheden binnen hun lokale bevoegdheidsterritorium. Voorbeelden hiervan zijn de verschillen tussen geluidsreglementen op basis van specifieke lokale situaties, zoals regelmatige concerten of fuiven, het overheersen van residentiële wijken, de nabijheid van een economische cruciale industriezone. Het komt erop aan om een delicaat evenwicht te vinden tussen streng gecentraliseerd geluidsbeleid en decentrale eigenheden.

Individuele woningen, ruimte voor innovatief beleid.

De NBN S 01-400-1 betreffende de akoestische criteria voor woongebouwen kreeg in 2008 een facelift, waardoor hij nu tot de beste codes van goede praktijken

in Europa behoort. Nochtans is er ruimte om geluidshinder door akoestische isolatie nog beter te vermijden. De beleidsmaker zou zich kunnen laten leiden door andere domeinen en een prestatiecertificaat voor geluidsisolatie invoeren of een geluidstoets opleggen bij nieuwe verkavelingsaanvragen. Een betere geluidsisolatie mag echter geen vrijgeleide zijn om het geluidsniveau rond de woning te laten toenemen. Teneinde de (lokale) overheid aan te zetten tot een verbetering van de akoestische leefomgeving, gingen sporadisch al stemmen op om de belasting op het kadastrale inkomen en de gemeentelijke opcentiemen te koppelen aan de geluidsblootstelling van de woning.



HOOFDSTUK 6: RUIMTE VOOR ONDERZOEK

Met gezond verstand komt men al een heel eind. Toch kunnen bepaalde misvattingen het beleid ook in de verkeerde richting sturen. Toepasbaar beleids-ondersteunend onderzoek is dan ook gewenst. Het “steunpuntenbeleid” structureerde dergelijk onderzoek in Vlaanderen, maar geluid komt daarbij nog steeds te weinig aan bod.

Geluid is een heel lokaal fenomeen en daardoor is informatie verzamelen, via metingen of berekeningen, een dure aangelegenheid. Onderzoek naar mogelijkheden om meer kosteneffectief gegevens te verzamelen kan het beleid dadelijk ten goede komen.



Uit de gps-gegevens van voertuigen zouden we, mits de nodige controles en aannames, de vereiste verkeersgegevens voor het berekenen van geluidskarten kunnen afleiden. En lokaal kan men zelfs overwegen om met Bluetooth-zenders en -ontvangers de verkeersintensiteit in te schatten. Sensornetwerktechnologie opent mogelijkheden om op een dicht netwerk te meten. En voor een verdere verfijning van het meetnetwerk kunnen we gebruik maken van mobiele meetnodes en eventueel zelfs smart phones.

Een dieper inzicht in de relatie tussen geluidsklimaat en gezondheidseffecten of de leefbaarheid van een stad kan diverse beleidsdomeinen ondersteunen en zo leiden tot een betere besteding van zowel publieke als private middelen. Voorbeelden hiervan zijn het onderzoek naar de mogelijkheden om storend lawaai door andere geluiden te maskeren of om steden via rustige zones een restoratief potentieel te verlenen.

Maatschappelijk onderzoek is noodzakelijk om de lokale gevoeligheden en pijnpunten bloot te leggen. Zo maken we het beste maximaal gebruik van de expertise van de bewoners of gebruikers van een gebied omtrent hun leefomgeving maar de momenteel meest gebruikte methodieken (zoals enquêtes) zijn daartoe niet altijd even geschikt. Op verschillende plaatsen in het buitenland onderzocht vindt onderzoek plaats naar een grotere participatie van (groepen van) lokale experts, gebruik makend van nieuwe media. Ook onderzoek naar de maatschappelijke dynamiek wanneer het gaat om de verspreiding van opinies opent nieuwe mogelijkheden. Dergelijke methodieken kunnen een beter inzicht

Hoofdstuk 6: Ruimte voor onderzoek



verschaffen in de trend tot maatschappelijke aanvaarding van bepaalde geluiden (bijvoorbeeld kerkklokken).

Deelname aan en ondersteuning van Europese onderzoeksinitiatieven kan de sociaaleconomische specificiteit van Vlaanderen verduidelijken en het Europese beleid helpen vormgeven. Daar moeten de nodige middelen blijven naartoe gaan.

Technologische innovaties om ongewenste geluids-emissies te verminderen hebben maatschappelijk de grootste kans op aanvaarding als traject naar een gezondere en stillere leefomgeving. Ze vergen immers de minste compromissen. Slechts zelden is de markt de drijvende kracht om stillere auto's, treinen, vliegtuigen, windturbines, enzovoorts te produceren en hiertoe de nodige onderzoeks- en ontwikkelingsinspanningen te leveren.

De overheid kan als initiator optreden door beperkingen op te leggen of financiële stimuli te voorzien (bv. zonnepanelen, lage-emissievoertuigen) maar ook door het fundamentele onderzoek te stimuleren. Op het vlak van geluid begint men best bij de bron. Ondanks de geglobaliseerde markt, kan Vlaanderen hier toch een rol spelen. Geluidsreductie bij het ontwerpen van auto's, uitlaatdempers, stillere werfmachines, stillere landbouwmachines, zijn maar enkele voorbeelden van markten waar Vlaanderen een rol speelt. Onderzoek naar de voorplanting van geluid en trillingen kan leiden tot inzichten die het ruimtelijke beleid en de stedenbouw ten goede komen, maar kan ook resulteren in productinnovaties op markten waar Vlaanderen een rol speelt, zoals trillingsdemping of geluidsabsorberende materialen.



5 stappen naar een beter geluidsklimaat

1. Bij elk project vanaf de eerste ontwerpstappen aandacht vragen voor het geluidsklimaat – vooral wanneer het gaat om ruimtelijke planning en mobiliteit – en niet enkel de milieueffecten milderen, nadat de belangrijkste beslissingen al genomen zijn.
2. Ontwerp van het geluidsklimaat promoten als integraal deel van het stadsontwerp, via voorbeeldprojecten, opleiding van stedenbouwkundigen, richtlijnen.
3. Wetenschappelijk correcte en eenduidige informatie verstrekken aan de bevolking, met vooral aandacht voor de gevolgen van gedrag en levensstijl voor de eigen gezondheid (bijvoorbeeld luide muziek) en de levenskwaliteit en gezondheid van anderen (bijvoorbeeld agressieve rijstijl vermijden; minder gemotoriseerde kilometers; roepen, zingen en juichen op de juiste plaats en tijd).
4. Een duidelijke verdeling nastreven van de bevoegdheden tussen regionale en lokale overheden en een aangepaste verdeling van de middelen en competenties.
5. Het onderzoek versterken naar de ongewenste gevolgen van geluid en de mogelijke technische en organisatorische maatregelen voor het vermijden ervan in Vlaanderen.



Voor wie meer wil weten

Dit dossier is gebaseerd op het onderzoeksrapport van de studie “Impact van geluid op welzijn, leefmilieu en volksgezondheid in Vlaanderen.” Dat rapport is gebaseerd op een onderzoek in opdracht van het Instituut Samenleving en Technologie (IST). Het projectteam bestond uit onderzoekers van de vakgroep Informatietechnologie van de Universiteit Gent (prof. Dick Botteldooren, dr. Annelies Bockstael, dr. Bert De Coensel) en van het Laboratorium voor Akoestiek en Thermische Fysica van de KU Leuven (prof. Christ Glorieux, dr. Luc Kelders, ir. Gert Geentjens). De geïnteresseerde lezer kan het raadplegen op de website van het IST: <http://www.samenlevingentechnologie.be>. Hieronder vindt u tevens een aantal belangrijke referenties waarop dit rapport zich heeft gebaseerd.

WHO- en EU-studies en beleidsdocumenten

Babisch W (ed.) (2010). *Good practice guide on noise exposure and potential health effects*. EEA Technical Report No. 11/2010, European Environment Agency, Copenhagen, Denmark.

Berglund B, Lindvall T, Schwela DH (eds.) (1999). *Guidelines for Community Noise*. World Health Organization, Geneva, Switzerland.

European Commission (2002). Directive 2002/49/EC of the European Parliament and the Council relating to the assessment and management of environmental noise. European Commission, Brussels.

Fritschi L, Brown AL, Kim R, Schwela D, Kephelopoulos S (eds.) (2011). *Burden of disease from environmental noise: Quantification of healthy life years lost in Europe*. World Health Organization Regional Office for Europe, Copenhagen, Denmark.

Hurtley, C (ed.) (2009). *Night noise guidelines for Europe*. World Health Organization Regional Office for Europe, Copenhagen, Denmark.

Niemann H, Maschke C (2004). *Noise effects and morbidity: Final report of the LARES project*. World Health Organization, Geneva, Switzerland.


Wetenschappelijke overzichtsartikels

Hatfield J, Job RFS, Hede AJ, Carter NL, Peploe P, Taylor R, Morrell S (2002). Human response to environmental noise: the role of perceived control. *International Journal of Behavioral Medicine*, vol. 9, pp. 341-359.

Hartig T, Staats H (2006). The need for psychological restoration as a determinant of environmental preferences. *Journal of Environmental Psychology*, vol. 26, pp. 215-226.

Lercher P (1996). Environmental noise and health: an integrated research perspective. *Environment International*, vol. 22, pp. 117-129.

Miedema HME, Vos H (1998). Exposure-response relationships for transportation noise. *Journal of the Acoustical Society of America*, vol. 104, pp. 3432-3445.

- 
- Miedema HME, Vos H (1999). Demographic and attitudinal factors that modify annoyance from transportation noise. *Journal of the Acoustical Society of America*, vol. 105, pp. 3336-3344.
- Muzet A (2007). Environmental noise, sleep and health. *Sleep Medicine Reviews*, vol. 11, pp. 135-142.
- Öhrström E, Skanberg A, Svensson H, Gidlöf-Gunnarsson A (2006). Effects of road traffic noise and the benefit of access to quietness. *Journal of Sound and Vibration*, vol. 295, pp. 40-59.
- Passchier-Vermeer W, Passchier WF (2000). Noise exposure and public health. *Environmental Health Perspectives*, vol. 108, pp. 123-131.
- Pirrerá S, De Valck E, Cluydts R (2010). Nocturnal road traffic noise: a review on its assessment and consequences on sleep and health. *Environment International*, vol. 36, pp. 492-498.
- Stansfeld SA, Matheson MP (2003). Noise pollution: non-auditory effects on health. *British Medical Bulletin*, vol. 68, pp. 243-257.
- van Kamp, I (2010). Noise and health from different perspectives. *Proceedings of the 20th International Congress on Acoustics (ICA)*, Sydney, Australia.

Begrippenlijst

Geluidsdruk. Een kleine, in de tijd variërende overdruk of onderdruk in lucht, uitgedrukt in Pascal (Pa), en veroorzaakt door het voorbijkomen van een geluidsgolf. De geluidsdruk wordt onder andere waargenomen door het menselijke oor.

Geluids(druk)niveau. Een maat voor de intensiteit of sterkte van een geluid. Het geluidsniveau wordt uitgedrukt in decibel.


Decibel (dB). De eenheid voor het weergeven van het geluidsniveau. De decibel is een logaritmische eenheid, d.w.z. een verdubbeling van de intensiteit van een geluid geeft aanleiding tot een toename van het geluidsniveau met 3 dB, een vertienvoudiging van de intensiteit van een geluid geeft aanleiding tot een toename met 10 dB.

Frequentie (ook: toonhoogte). De frequentie van een zuivere toon geeft het aantal trillingen per seconde weer van de geluidsdruggolf waarmee die toon gepaard gaat. De frequentie wordt gemeten in Hertz (Hz). Eén trilling per seconde staat hierbij gelijk aan 1 Hz. Het menselijke oor kan frequenties van 20 Hz tot 20 kHz waarnemen.

Spectrum. Typische omgevingsgeluiden bevatten componenten bij een continuüm aan frequenties. Het spectrum geeft de verdeling weer van de sterkte van de verschillende frequentiecomponenten van een geluid.

Golflengte. De afstand in meter tussen een top van een geluidsgolf en de volgende top. Hoe hoger de frequentie van een geluidsgolf, hoe korter de golflengte. Hoe lager daarentegen de frequentie, hoe uitgerechter een golf zal zijn. De golflengte is een belangrijke grootheid bij de beschrijving van de interactie van een geluidsgolf met de omgeving.

Equivalent geluids(druk)niveau ($L_{eq,T}$ of kort L_T). Energetisch gemiddelde van het geluidsniveau over een welbepaalde periode. Voorbeelden zijn L_{day} , L_{night} en L_{24h} , waarbij respectievelijk wordt uitgemiddeld over de dagperiode, de nachtperiode of een volledig etmaal.



Dag-avond-nacht-niveau (L_{den}). Energetisch gemiddelde van het geluidsniveau over een etmaal, Dit gemiddelde vertaalt de grotere behoefte aan rust en stilte tijdens de avond en de nacht door een bestraf-fing van het geluidsniveau met respectievelijk 5 en 10 dB. Binnen de Europese Richtlijn Omgevingslawaai is L_{den} gekozen als de standaard indicator voor rapportering van geluidsblootstelling op Europese schaal. Een gerelateerde grootheid is het dag-nacht-niveau, L_{dn} .

Geluidsblootstellingsniveau (SEL of L_E). Het equivalente geluidsniveau binnen een bepaalde tijdspanne, genormaliseerd naar een interval van 1 seconde. Deze grootheid wordt vaak gebruikt om de totale blootstelling als gevolg van een geluidsgebeurtenis te karakteriseren.

Percentielwaarde van het geluidsniveau (L_x). Het geluidsniveau dat gedurende X% van de tijd wordt overschreden. De L_{90} waarde duidt bv. op het geluidsniveau dat gedurende 90% van de tijd wordt overschreden, en wordt vaak gebruikt om het achtergrondniveau te karakteriseren. De L_{50} waarde geeft de mediaan van het geluidsniveau weer.

Maximale geluidsniveau (L_{max}). Het maximale geluidsniveau binnen een welbepaalde periode.



colofon

dossier 'Impact Van Geluid'

Auteurs:

Annelies Bockstael, Dick Botteldooren en Bert De Coensel
(UGent – Onderzoeksgroep Akoestiek)
Gert Geentjens, Christ Glorieux en Luc Kelders (KU Leuven –
Labo voor Akoestiek en Thermische Fysica)

Projectleiding:

Els Van den Cruyce en Donaat Cosaert (IST)

Taalcorrectie:

Luk Van Respaille

Beeldmateriaal:

Zie bronvermelding

Ontwerp:

B.ad (Belgian Advertising)

Druk:

Artoos

Verantwoordelijke uitgever:

Robby Berloznik, Directeur IST

Het Instituut Samenleving & Technologie is een onafhankelijke en autonome instelling verbonden aan het Vlaams parlement, die de maatschappelijke aspecten van wetenschappelijke en technologische ontwikkelingen onderzoekt. Dit gebeurt op basis van studie, analyse en het structureren en stimuleren van het maatschappelijke debat. Het IST observeert wetenschappelijke en technologische ontwikkelingen in binnen- en buitenland en verricht prospectief onderzoek over deze ontwikkelingen. Op basis van deze activiteiten informeert het IST doelgroepen en verleent het advies aan het Vlaams Parlement. Op die manier wil het IST bijdragen tot het verhogen van de kwaliteit van het maatschappelijk debat en tot een beter onderbouwd besluitvormingsproces.



Instituut Samenleving & Technologie

INSTITUUT SAMENLEVING & TECHNOLOGIE
Vlaams Parlement

Huis van de Vlaamse Volksvertegenwoordigers
Leuvenseweg 86, 1011 Brussel
TEL +32 [0]2 552 40 50
FAX +32 [0]2 552 44 50
ist@vlaamsparlement.be
www.samenlevingentechnologie.be

Instituut verbonden aan het Vlaams Parlement

ISBN : 9789081524087



Het Instituut Samenleving en Technologie is een autonome organisatie verbonden aan het Vlaams Parlement.
(www.samenlevingentechnologie.be)

Als autonome instelling verbonden aan het Vlaams Parlement heeft het Instituut een eigen Raad van Bestuur. Die bestaat uit 16 leden. De helft daarvan zijn volksvertegenwoordigers uit alle fracties van het Vlaams Parlement (die ook de voorzitter leveren), de andere helft zijn deskundigen uit de Vlaamse wetenschappelijke, technologische, milieu- en sociaaleconomische wereld.

De Raad van Bestuur van het Instituut Samenleving en Technologie bestaat uit:

De heer Robrecht Bothuyne
De heer Marc Hendrickx
Mevrouw Sabine Poleyn
De heer Hermes Sanctorum
Mevrouw Marleen Van den Eynde
De heer Bart Van Malderen
De heer Lode Vereeck

als Vlaamse volksvertegenwoordigers en

Mevrouw Brenda Aendekerk
Mevrouw Ria Bourdeaud'hui
De heer Johan De Tavernier
Mevrouw Monica Höfte
De heer Harry Martens
Mevrouw Caroline Pauwels
De heer Peter Van Humbeek
De heer Jos van Sas

als de vertegenwoordigers van de wetenschappelijke en technologische wereld

v.u. Robby Berloznik, directeur IST, Vlaams Parlement, 1011 Brussel