



Impact van geluid

op welzijn, leefmilieu en volksgezondheid, in Vlaanderen

Studie in opdracht van

IST – Instituut Samenleving en technologie



Instituut Samenleving & Technologie

RAPPORT

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

Deze studie, 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.

Het IST biedt dit rapport ongewijzigd aan zoals het geschreven werd door de uitvoerders van het onderzoek. De opinies, conclusies en aanbevelingen in dit rapport zijn die van de auteurs en binden het IST op geen enkele wijze. Voor informatie over het IST-standpunt over de behandelde onderwerpen, gelieve het IST te contacteren. Het IST heeft er nauwgezet op toegezien dat het onderzoek voldoet aan de heersende wetenschappelijke normen.

IMPACT VAN GELUID OP WELZIJN, LEEFMILIEU EN VOLKSGEZONDHEID IN VLAANDEREN

in opdracht van

INSTITUUT VOOR SAMENLEVING EN TECHNOLOGIE (IST)
VLAAMS PARLEMENT

Januari 2012



Studie uitgevoerd door:

Annelies Bockstael, Dick Botteldooren, Bert De Coensel
Onderzoeksgroep Akoestiek, Vakgroep Informatietechnologie (UGent)

Gert Geentjens, Christ Glorieux, Luc Kelders
Laboratorium voor Akoestiek en Thermische Fysica (KU Leuven)

INHOUDSTAFEL

Inhoudstafel	3
Voorstelling Consortium	5
Begrippenlijst	7
Afkortingen	8
Eenheden	8
1. Inleiding	9
2. Geluid en geluidswaarneming	11
2.1. Geluid	11
2.2. Karakterisatie van geluidsgolven	11
2.2.1. Zuivere tonen, frequentie en golflengte	12
2.2.2. Het spectrum van geluid	12
2.2.3. Het geluidsniveau in dB	14
2.3. het menselijk gehoor	15
2.3.1. Anatomie en Fysiologie van het auditief systeem	15
2.3.2. Gehoorsysteem als filterbank	16
2.3.3. Frequentieafhankelijke gevoeligheid	17
2.3.4. Frequentieweging van geluid	18
2.4. Karakterisatie van geluid over langere tijdsduur	19
2.4.1. Het (A-gewogen) energie-equivalent geluidsniveau	19
2.4.2. Het dag-avond-nacht niveau L_{den}	19
2.4.3. Percentielwaarden en afgeleide grootheden	20
2.5. Totaal geluidsniveau bij geluid afkomstig van meerdere bronnen	21
2.6. Voortplanting van geluid in de omgeving	22
2.7. Isolatie en absorptie	24
2.8. Propagatie van geluid in gesloten ruimte	25
3. Effecten geluid op de mens	27
3.1. Overzicht mogelijke effecten geluid	27
3.1.1. Auditieve effecten van geluid	27
3.1.2. Geluidshinder	29
3.1.3. Slaap en slaapverstoring	30
3.1.4. Cardiovasculaire effecten	31
3.1.5. Cognitieve effecten	32
3.2. Onderliggende mechanismen en hun gevolgen	32
3.2.1. Overmatige blootstelling aan geluid, een sluipend risico!	32
3.2.2. Een passend geluid voor elk moment	33
3.2.3. Geluid is meer dan een gemiddelde dosis	34
3.2.4. Gewenning en omgaan met lawaai	37
3.2.5. Veranderingen geven overreactie	38
3.2.6. Een positief geluid: het positieve “soundscape” concept	38
3.3. Kwetsbare groepen	42
3.3.1. Sprekers in ruis	42
3.3.2. Kinderen	42
3.3.3. Jongeren	42
3.3.4. Mensen met gehoorverlies	43
3.3.5. Mensen met mentale problematiek	43

3.3.6.	Sociaaleconomisch zwakkere status	44
3.4.	Lawaai in een bredere context	44
3.4.1.	Een kwaliteitsvol en gezond leven	44
3.4.2.	Effecten van geluid in euro	45
4.	<i>Situatie in Vlaanderen en Beleid</i>	47
4.1.	Situatie in Vlaanderen	47
4.2.	Beleid	49
4.2.1.	Doelstellingen	49
4.2.2.	Kenmerken beleid	51
4.3.	Regelgeving in verband met geluid	53
5.	<i>Geluid en Maatschappij</i>	55
5.1.	Het maatschappelijk debat	55
5.1.1.	In de klassieke media	55
5.1.2.	In het parlement	56
5.1.3.	Nieuwe media	57
5.1.4.	Georganiseerde inspraak van de belanghebbenden	58
5.2.	Trends	61
5.2.1.	Welke toekomst wil de Vlaming?	61
5.2.2.	Algemene trends in houding ten aanzien van omgevingsgeluid	65
5.2.3.	Mobiliteit en lawaai	68
5.2.4.	Windenergie en lawaai	69
5.2.5.	Vrije tijd en lawaai	73
5.3.	Wenken voor preventie en voorzorgsmaatregelen	73
5.3.1.	Beheersen van geluidshinder door omgevingslawaai	73
5.3.2.	Preventie van gehoorverlies	77
6.	<i>Conclusies en Suggesties</i>	79
7.	<i>Referenties</i>	85
	<i>Appendix A: Interviews met internationale geluidsexperten</i>	93
	<i>Appendix B: Parlementaire interventies</i>	107
	Federale Parlement	107
	Vlaams Parlement	109
	<i>Appendix C: Interviews met experts inzake geluidsbeleid</i>	111
	<i>Appendix D: Uittreksels beleidsnota's</i>	125
	<i>Appendix E: Regelgeving in verband met geluid</i>	131
E.1	Vlaamse geluidswetgeving - Vlarem	131
E.2	Gemeenten	135
E.3	Federaal	135
E.4	Europees	137
E.5	Overzicht per geluidsbron	138

VOORSTELLING CONSORTIUM

Onderzoeksgroep Akoestiek, Vakgroep Informatietechnologie, Faculteit Ingenieurswetenschappen en Architectuur, Universiteit Gent



Aan de Onderzoeksgroep Akoestiek (Vakgroep Informatietechnologie) van de UGent wordt onderzoek verricht naar alle aspecten van omgevingsgeluid, onder leiding van Prof. Dr. ir. Dick Botteldooren. Dit onderzoek omvat gedetailleerde studie van geluidspropagatie, bronnen van omgevingsgeluid, innovatieve meettechnieken, effecten op de mens en beleidsondersteuning. Binnen de studie van effecten van geluid op de mens wordt aan de fundamentele zijde de laatste jaren vooral aandacht besteed aan het modelleren van de perceptie van omgevingsgeluid. Dit onderzoek wordt aangevuld met epidemiologisch onderzoek naar onder meer geluidservaring en hypertensie; onderzoek dat doorgaans in samenwerking met buitenlandse experts wordt uitgevoerd. De belangrijkste einddoelstelling van dit onderzoeksluik is beleidsondersteuning. Er wordt dan ook voldoende aandacht besteed aan het ontwikkelen van indicatoren en modellen voor hinder, leefbaarheid, en zo verder. Daarbij wordt ook de link gelegd naar luchtverontreiniging, vaak in samenwerking met de Vlaamse Instelling voor Technologisch Onderzoek (VITO).

Dit onderzoek kadert in verschillende nationale en internationale projecten zoals IDEA, ENNAH, HOSANNA, QSIDE,... het heeft reeds geleid tot een groot aantal publicaties in internationale tijdschriften en deelnames aan diverse adviesorganen (HGR, WHO) en standaardisaties (ISO). Meer informatie hierover is te vinden op de website van de onderzoeksgroep:

www.acoustics.intec.ugent.be.

Leden van de onderzoeksgroep verzorgen onderwijs in verband met akoestiek aan de faculteiten Ingenieurswetenschappen en Architectuur, Bio-ingenieurswetenschappen en Geneeskunde van de UGent.

Laboratorium voor Akoestiek en Thermische Fysica, Departement Natuurkunde en Sterrenkunde, Faculteit Wetenschappen, KU Leuven



Een deel van de activiteiten van het laboratorium is ondermeer toegespitst op verschillende domeinen van de akoestiek: fysische akoestiek (beschrijving van voortplanting van akoestische golven in poreuze materialen in het audiogebied en bij ultrasone frequenties en materiaalonderzoek met ultrasone lasertechnieken), bouwakoestiek, milieu-akoestiek en zaalakoestiek. Dit onderzoek leidde tot een aanzienlijk aantal publicaties in internationale wetenschappelijke tijdschriften, lezingen op congressen en master- en doctoraats-theses.

De leden van de onderzoeksgroep doceren cursussen akoestiek aan de KU Leuven, de Hogeschool Sint-Lukas, de Hogeschool-Universiteit Brussel (HUB) en voor de Koninklijke Vlaamse Ingenieursvereniging (KVIV).

De verworven expertise wordt frequent ingezet bij adviesverlening en de uitvoering van studies, zowel voor de overheid als voor de privésector. Een aantal belangrijke thema's in dit verband zijn: geluidsproblematiek luchthavens (Brussels Airport en regionale luchthavens Vlaanderen), geluid van industrie, ontspanningsinrichtingen, windturbines, geluidsisolatie van woningen, burenhinder, ...

Het laboratorium was actief betrokken bij het opstellen van nationale en internationale normen en het VLAREM. Verschillende leden waren, en zijn nog steeds, erkend door de Vlaamse Overheid voor het uitvoeren van akoestische studies en het opstellen van milieueffectenrapporten (met betrekking tot de discipline geluid en trillingen).

BEGRIPPENLIJST

A-weging: correctie van het geluidsniveau van een gemeten geluid voor de frequentie-afhankelijke gevoeligheid van het menselijke oor. Het A-gewogen geluidsdrukkniveau wordt uitgedrukt in dB(A).

Blootstellings-effect relatie: functie die het verband tussen de blootstelling aan geluid en een vastgesteld effect kwantificeert.

C-weging: correctie van het geluidsniveau van een gemeten geluid voor de frequentie-afhankelijke gevoeligheid van het menselijk oor die toegepast wordt bij heel hoge geluidsdrukkniveaus zoals impulsgeluid. Het C-gewogen geluidsdrukkniveau wordt uitgedrukt in dB(C).

Dagelijkse geluidsblootstelling of geluidsdosis $L_{ex,8h}$: het tijdsgewogen (energetisch) gemiddelde van de geluidsniveaus waaraan een persoon wordt blootgesteld gedurende een nominale werkdag van acht uur.

Decibel (dB): eenheid van de logaritmische schaal die gebruikt wordt voor het weergeven van de sterkte van een geluid, het geluidsniveau.

Equivalent geluidsdrukkniveau $L_{eq,T}$: het geluidsdrukkniveau van een constant geluid dat gedurende een bepaalde tijdsduur T dezelfde akoestische energie bevat als het oorspronkelijke variërende geluid. Het is m.a.w. een energetisch gemiddelde waarde over een periode T.

Ernstige hinder: mate van hinder die door de gemiddelde bevroegde uitgedrukt wordt als een score hoger dan 72% op een continue hinderschaal, of, zoals bij het Schriftelijk Leefomgevingsonderzoek (SLO), door het aanduiden van het label 'ernstige hinder' of 'extreme hinder'.

Frequentie (ook toonhoogte): aantal keren per seconde dat de geluidsdruk op een bepaalde plaats dezelfde waarde en dezelfde tijdsverandering heeft.

Gehoordrempel: het laagste geluidsdrukkniveau (uitgedrukt in dB) dat voor een mens nog waarneembaar is. Deze gehoordrempel is frequentieafhankelijk en verschillend van persoon tot persoon.

Geluidsdruk: doorgaans kleine overdruk in een gas of vloeistof ten gevolge van de geluidsgolf.

Geluidsdrukkniveau: niveau van de geluidsdruk uitgedrukt in decibel (dB).

Geluidsquotum: geluidshoeveelheid per beweging, geeft aan hoe lawaaierig een bepaald type vliegtuig is. Een vliegtuig dat weinig lawaai maakt krijgt een lager geluidsquotum en een lawaaieriger toestel krijgt een hoger geluidsquotum.

Golflengte: afstand tussen twee plaatsen in meter waar de geluidsgolf eenzelfde geluidsdruk en verandering van geluidsdruk heeft. Belangrijke lengte-eenheid om de interactie van een geluidsgolf met de omgeving te beschrijven.

Hypertensie: hypertensie of verhoogde bloeddruk betekent dat de bloeddrukwaarden *voortdurend* hoger liggen dan 140 mmHg systolisch en 90 mmHg diastolisch.

$L_{A\text{den}}$: A-gewogen dag-avond-nacht geluidsniveau: een gewogen sommatie van het geluidsdrukkniveau overdag, 's avonds en 's nachts waarbij eerst bij de nachtwaarde 10 dB wordt opgeteld en bij de avond 5 dB. Komt tegemoet aan de behoefte aan rust tijdens de avond en de nacht.

$L_{A\text{dn}}$: A-gewogen dag-nacht geluidsniveau, een gewogen sommatie van het geluidsdrukkniveau overdag en het geluidsdrukkniveau 's nachts waarbij eerst bij de nachtwaarde 10 dB wordt opgeteld.

$L_{A\text{eq}}$: A-gewogen equivalent geluidsdrukkniveau, energetisch gemiddeld niveau dat rekening houdt met frequentieafhankelijkheid van de gevoeligheid van het menselijk oor.

$L_{A\text{eq}, 1s, \text{max}}$: maximale waarde van het $L_{A\text{eq}}$ bepaald per seconde, sluit zeer kortetermijnfluctuaties uit, is vergelijkbaar met maximum geluidsdrukkniveau met trage tijdsmiddeling $L_{A\text{slow}}$.

$L_{A\text{night}}$: A-gewogen equivalent geluidsdrukkniveau ($L_{A\text{eq}}$) tijdens de nachtperiode. De nachtperiode kan wijzigen volgens de bron. Er zijn andere definities mogelijk voor wegverkeer, luchtvaart (23 u

tot 7 u), spoorverkeer en industrie. Een Europese richtlijn poogt deze verscheidenheid te verkleinen maar slaagt daar niet volledig in.

Nagalmtijd: de tijd die nodig is om het geluidsdrukkniveau met 60 dB te doen afnemen na uitschakeling van de geluidsbron. De nagalmtijd is frequentieafhankelijk.

NIMBY: Not in my backyard

Percentielwaarde $L_{A,x,T}$: het A-gewogen geluidsdrukkniveau dat gedurende x% van de periode T wordt overschreden (bijvoorbeeld: $L_{A95,1h} = 50$ dB(A) betekent dat tijdens het beschouwde uur het geluidsdrukkniveau gedurende 95 % van de tijd (57 minuten dus) hoger was dan 50 dB(A)).

RUP: Ruimtelijk Uitvoeringsplan

Rolgeluid: geluid dat ontstaat door het rollen van een wiel over een wegdek.

Tonaal geluid / tonale component: geluid dat (vooral) bestaat uit één frequentie, in de volksmond gefluit, gebrom.

Verkeersintensiteit: gemiddeld aantal voertuigen dat zich per dag beweegt op de verkeersinfrastructuren. Wanneer uitgedrukt in dB, gaat het over tienmaal de logaritme van de verhouding van een verkeersintensiteit tot een referentiewaarde.

Verloren gezonde levensjaren (DALY's): aantal gezonde levensjaren die een populatie verliest door ziekte. Het is de optelsom van de jaren verloren door sterfte aan de betreffende ziekte (verloren levensjaar) en de jaren geleefd met de ziekte, rekening houdend met de ernst ervan (ziektejaarequivalenten).

AFKORTINGEN

AWV: Agentschap Wegen en Verkeer, departement MOW, Vlaamse overheid

BMI: Body Mass Index

DALY: disability adjusted life year

EU: Europese unie

GIS: geografisch informatiesysteem

IHZ: ischemische hartziekte

ISO: international standard organisation

KMO: kleine en middelgrote ondernemingen

LNE: Departement Leefmilieu, Natuur en Energie, Vlaamse overheid

MER: Milieueffecten Rapport

MIRA: Milieu- en Natuurrapport Vlaanderen

QALY: quality adjusted life year

RSV: ruimtelijk structuurplan Vlaanderen

SLO: Schriftelijk leefomgevingsonderzoek

VLAREM: Vlaams reglement betreffende de milieuvergunning.

EENHEDEN

dB: decibel, eenheid van geluidsterkte

dB(A): A-gewogen decibel

Hz: Hertz = 1/seconde, eenheid van frequentie

m: meter, lengte-eenheid

Pa: Pascal, eenheid van druk

1. INLEIDING

Met dit rapport wil het IST de algemene impact van omgevingsgeluid op de volksgezondheid, het welzijn en het leefmilieu van de mens in Vlaanderen laten onderzoeken. De aanleiding voor dit onderzoek vormden het maatschappelijk debat rond onder andere muziekgeluid en gehoorschade, slaapverstoring door landen en opstijgen rond luchthavens, geluidshinder door kinderopvang, maar ook recente beleidsinitiatieven zoals de Europese Richtlijn Omgevingsgeluid en de implementatie daarvan in Vlaanderen. Door deze verscheidenheid aan themas kan het breder kader en de onderliggende samenhang voor de leek vaag en onduidelijk worden.

Het IST wil naast de impact van geluid ook het maatschappelijk debat rond geluidshinder en de gerelateerde maatschappelijke controversen in kaart laten.

Dit rapport is opgebouwd rond een aantal onderzoeksvragen:

1. Hoe omschrijven internationaal erkende experts en expertenorganisaties de diversiteit aan effecten van geluid op de mens? Wat zijn bewezen en mogelijke effecten? Welke onderliggende mechanismen verklaren deze effecten en hoe relateren ze tot de fysische kenmerken van het geluid en de context en tijd waarin deze geluiden worden waargenomen?
2. Hoe vertaalt de problematiek rond geluidshinder en gezondheidsrisicos zich naar de Vlaamse context? En hoe reageert het beleid hierop? Wat is de resulterende wetgeving? Zijn er tekortkomingen, pijnpunten? Ook hier wil dit rapport eerder ingaan op de verbanden dan een expliciete opsomming te geven van de toestand van het milieuthema waarvoor verwezen wordt naar het geëigende beleidsdocument: MIRA.
3. Vermits geluid eenvoudig waarneembaar is – in tegenstelling tot andere leefmilieuthemas – is het maatschappelijk debat gefundeerd in accurate zij het subjectieve waarneming. Meer dan voor andere milieuthemas heeft het maatschappelijk debat dan ook een wetenschappelijke waarde. Wat kan er geleerd worden uit het maatschappelijk debat? Zijn er evoluties en trends in de manier waarop de burger omgaat met geluidshinder, slaapverstoring door geluid, enz.? Hoe worden controverses verklaard?

2. GELUID EN GELUIDSWAARNEMING

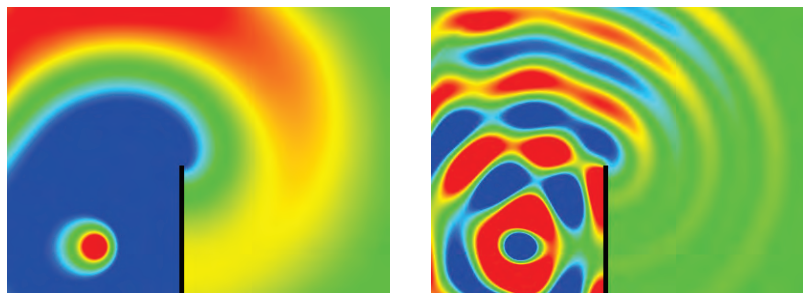
In dit eerste deel gaan we dieper in op de fysische aard van het verschijnsel geluid, en op de relatie tussen kenmerkende objectieve en perceptieve eigenschappen van geluid. Courant gebruikte maten voor het karakteriseren van geluid worden hierbij gedefinieerd, en belangrijke eigenschappen van geluid zullen beknopt worden beschreven. Deze achtergrondkennis is noodzakelijk voor een goed begrip van de verdere inhoud van dit rapport.

2.1. GELUID

Geluid wordt algemeen gedefinieerd als een trilling van de materie, die zich voortplant in lucht (of een andere substantie). Als een geluidsbron de materie in beweging brengt, dan wordt deze samengedrukt of meer algemeen vervormd. Deze samendrukking oefent een kracht uit op naburige materie die op haar beurt in beweging komt. Zo ontstaat uiteindelijk een golvende beweging. Merk op dat, gemiddeld gezien, alle materie ter plaatse blijft: enkel de trilling wordt doorgegeven. Een geluidsgolf is m.a.w. een verplaatsing van mechanische energie, niet van materie.

Op macroscopisch niveau kan een geluidsgolf in een gas of vloeistof beschreven worden aan de hand van een drukgolf: gebieden met afwisselend meer luchtmoleculen per volume-eenheid (en dus ook een hoge druk) en met minder luchtmoleculen per volume-eenheid (en dus ook een lage druk) zorgen ervoor dat de geluidsgolf zich voortplant doorheen de ruimte. Geluid kan ontstaan wanneer de lucht in beweging wordt gezet door een trillend oppervlak, bv. de stembanden van een pratende persoon, het diafragma van een luidspreker, het trillen van een draaiende motor etc. Wanneer een dergelijke geluidsgolf het oor bereikt, wordt het trommelvlies aan het trillen gebracht.

De zones waar de geluidsgolf op een bepaald ogenblik in dezelfde fase van de trilling verkeert, noemt men golffronten. Deze golffronten kunnen verschillende geometrieën aannemen: golffronten zijn bijvoorbeeld quasi-vlak op zeer grote afstand van een bron, sferisch rondom een bron die klein is ten opzichte van de golflengte, etc. De lijn loodrecht op het golffront geeft de voortplantingsrichting van het geluid in een fluïdum aan. Wanneer een golffront invalt op een grensvlak (bv. een wand), dan zal dit gedeeltelijk reflecteren, en gedeeltelijk worden doorgegeven in het andere medium. Rondom randen treedt diffractie op. Het principe hiervan wordt weergegeven in Figuur 1. Het optreden van diffractie (een algemeen golfverschijnsel) zorgt ervoor dat het geluid van een bron achter een wand nog steeds hoorbaar is, zij het afgezwakt, en dit heeft uiteraard implicaties voor het ontwerp en gebruik van geluidsschermen.



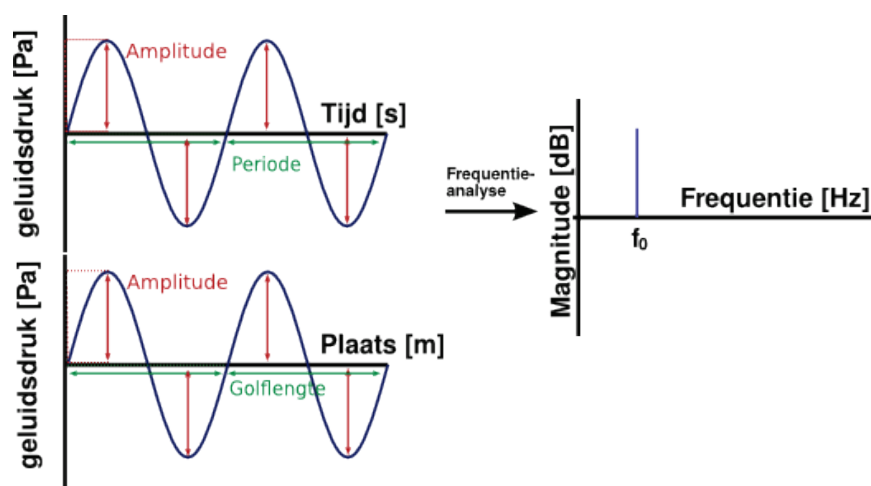
FIGUUR 1 DIFFRACTIE VAN GELUID ROND EEN WAND: OP DEZE MOMENTOPNAME ZIE JE DE BRON LINKS ONDER, ROOD = HOGE GELUIDSDRUK, BLAUW IS LAGE GELUIDSDRUK. OP DE RECHTERFIGUUR IS DE FREQUENTIE (ZIE VERDER) HOGER DAN IN DE LINKER FIGUUR.

2.2. KARAKTERISATIE VAN GELUIDSGOLVEN

Een geluidsgolf kan gekarakteriseerd worden aan de hand van het tijdsverloop van de luchtdruk $p_{lucht}(x,y,z,t)$, op elke plaats in de ruimte, gemeten in Pa (Pascal). Wanneer men enkel geïnteresseerd is in het geluid op een welbepaalde plaats, noteert men dit tijdsverloop van de druk als $p_{lucht}(t)$. Er dient te worden opgemerkt dat de veranderingen in luchtdruk doorgaans veel kleiner zijn dan de (statische) atmosfeerdruk p_{atm} (typisch rond 1013 hPa). Daarom definieert men de geluidsdruk $p(t)$ als het variabel deel van de luchtdruk: $p(t) = p_{lucht}(t) - p_{atm}$. Waarden van de geluidsdruk tussen ruwweg 10^{-5} Pa (gehoordrempel) en 10^2 Pa (pijngrens) zijn relevant voor de mens.

2.2.1. ZUIVERE TONEN, FREQUENTIE EN GOLFLENGTE

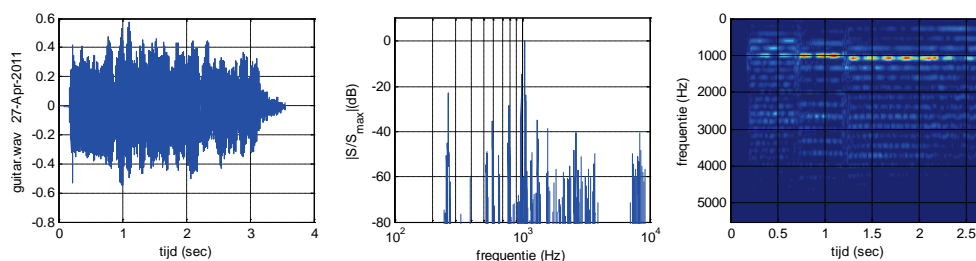
Een belangrijk speciaal geval treedt op wanneer de geluidsdruk een sinusoidaal verloop heeft: $p(t) = a \sin(2\pi ft)$. Dit noemt men een zuivere toon, de belangrijkste grootheden zijn weergegeven in Figuur 2. De frequentie f van de zuivere toon wordt hierbij gedefinieerd als het aantal keer dat de maximale geluidsdruk wordt bereikt per seconde, en wordt gemeten in Hz (1 Hertz = 1 s^{-1}). Hoe hoger de frequentie, hoe hoger de toon wordt ervaren. De parameter a geeft de amplitude van de geluidsgolf weer; hoe hoger de amplitude, hoe luider de toon wordt ervaren. De golflengte λ van de zuivere toon wordt gedefinieerd als de ruimtelijke afstand tussen opeenvolgende golftoppen, en is in dit geval v/f , met v de geluidssnelheid. De voortplantingsnelheid van geluid in lucht is, bij kamertemperatuur, ongeveer 340 m/s. In vaste stoffen en vloeistoffen is de voortplantingssnelheid veel groter (bv. 1500 m/s in water). Een sinusoidale golf van 1000 Hz heeft bijvoorbeeld een golflengte van $340/1000=0.34 \text{ m}=34 \text{ cm}$. Een lage toon van 100 Hz heeft een golflengte van 3.4 m, en een zeer hoge toon van 10 kHz heeft een golflengte van 3.4 cm.



FIGUUR 2 ZUIVERE TOON IN FUNCTIE VAN TIJD (LINKSBOVEN), PLAATS (LINKSONDER) EN FREQUENTIE (RECHTS).

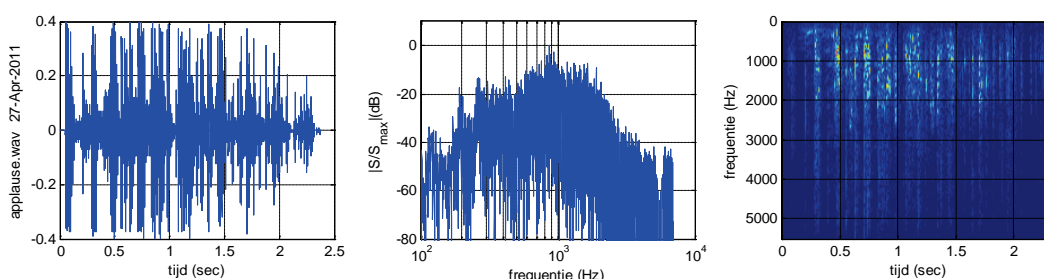
2.2.2. HET SPECTRUM VAN GELUID

In de praktijk zal de geluidsdruk veroorzaakt door een bron echter bijna nooit een zuivere toon zijn, maar zal deze een grilliger verloop hebben. Met de wetenschap dat alle geluidstrillingen $p(t)$ kunnen worden opgebouwd met sinusfuncties, en dat de klankkleur voor een groot stuk bepaald wordt door de frequentie inhoud, kunnen we nu geluiden classificeren in termen van hoe ze zijn opgebouwd uit verschillende frequentiecomponenten, en in volgorde van stijgende frequentie-inhoud. Voor de geluiden hieronder proberen we telkens de relatie te leggen tussen de objectieve frequentie-inhoud en de subjectieve perceptie. Telkens wordt het druksignaal getoond in functie van de tijd, dat vooral een idee geeft over het luidheidsverloop van een signaal. Daarnaast wordt het frequentiespectrum getoond van het globaal geluid. Dit laat reeds toe om de globale klankkleur in te schatten. Ten slotte wordt ook telkens het spectrogram getoond. Dit visualiseert of en hoe de klankkleur van een geluidsfragment geleidelijk verandert. Voor het effectief beluisteren van geluiden en het bekijken van de bijhorende tijdsignalen en amplitudespectra verwijzen we naar https://perswww.kuleuven.be/~u0005780/course_files.html. In de figuren hieronder worden voor verschillende geluiden (variërend van boven naar onder), het *druksignaal* (links) getoond, het globaal *frequentiespectrum* (midden), en het *spectrogram* (rechts). De verticale schaal staat telkens in arbitraire eenheden.



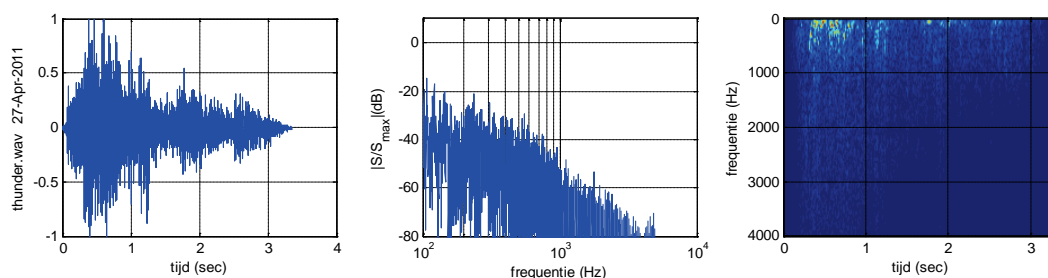
FIGUUR 3 ELEKTRISCHE GITAARSOLO: DRUKSIGNAAL, FREQUENTIESPECTRUM, SPECTROGRAM (VAN LINKS NAAR RECHTS).

Dit geluidsfragment komt uit een elektrische gitaarsolo. Uit het tijdsignaal leren we dat het geluid plots opkomt, en vertoont lichte fluctuaties in luidheid, om dan na ongeveer 3 seconden uit te sterven. De duidelijke pieken in het spectrum wijzen op een groot aantal tonale componenten, typisch voor muzikale geluiden. Hierbij is het zo dat zelfs muzikale geluiden meerdere frequentiecomponenten bevatten, met frequenties die een veelvoud zijn van een *fundamentele frequentie*, die de gepercipieerde toonhoogte bepaalt. De sterkte van de zogenaamde hogere *harmonischen* bepalen de klankkleur, die uiteraard verschillend is naargelang het muziekinstrument. Het spectrogram toont dat de fundamentele frequentie stapsgewijs verloopt: het fragment bestaat uit drie muzieknoten (bij drie respectievelijke fundamentele frequenties). De fel gekleurde horizontale lijnen stemmen overeen met de fundamentele frequenties, en de daarmee evenwijdige lichtblauwe lijnen met hun harmonischen. De onderbrekingen in de lijnen wijzen op amplitudemodulatie (hoorbaar als zogenaamde zwevingen). In het globaal frequentiespectrum stemmen de pieken overeen met de verschillende fundamentele frequentiecomponenten en hun harmonischen.



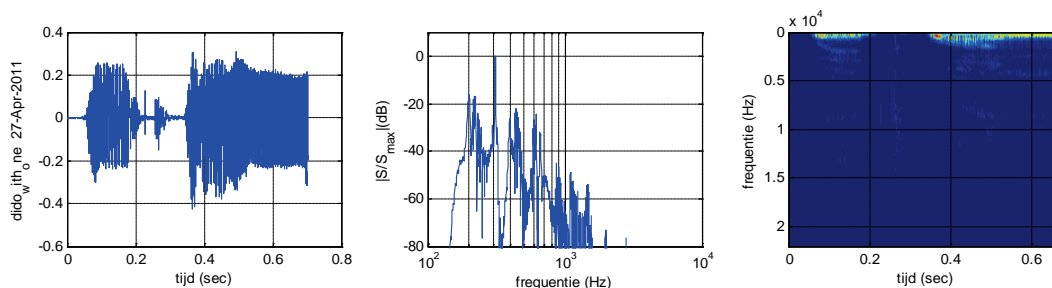
FIGUUR 4 APPLAUS: DRUKSIGNAAL, FREQUENTIESPECTRUM, SPECTROGRAM (VAN LINKS NAAR RECHTS).

In deze geluidsopname van applaus resulteert het geklap van verschillende personen in een opeenvolging van sterke pieken in geluidsterkte. Hierbij kan vermeld worden dat handenvolging op korte afstand zeer hoge *piekniveaus* kan veroorzaken. Klapgeluid is niet tonaal. Vandaar dat er in het spectrum en spectrogram weinig of geen dominante frequentiecomponenten aanwezig zijn. Uit het spectrum blijkt wel dat er vooral frequenties voorkomen in het middenfrequent gebied tussen 500 en 2000 Hz, en minder lage en hoge frequenties.



FIGUUR 5 DONDERGEROMMEL: DRUKSIGNAAL, FREQUENTIESPECTRUM, SPECTROGRAM (VAN LINKS NAAR RECHTS).

Het geleidelijk aanzwellend en uitstervend dondergerommel bevat vooral lage frequenties zonder uitgesproken tonale componenten.



FIGUUR 6 FONEMEN: DRUKSIGNAAL, FREQUENTIESPECTRUM, SPECTROGRAM (VAN LINKS NAAR RECHTS).

In dit gesproken fragment bestaande uit verschillende fonemen (“with one”) bevatten de stemhebbende fonemen (in dit geval de klinkers) duidelijk meer energie dan de stemloze (“th”). Fonemen zijn de kleinste betekenisonderscheidende elementen van een taal, zoals ‘b’ en ‘p’ (‘bal’ is duidelijk iets anders dan ‘pal’). De tongpunt ‘r’ en de huig ‘r’ klinken daarentegen ook anders, maar zijn geen fonemen omdat de uitspraak de betekenis van het woord niet verandert.

Een verschil in energie-inhoud tussen fonemen heeft implicaties bij spraakverstaanbaarheid in een *nagalmende* ruimte (bvb. een grote gesloten publieke ruimte), waarbij latere zwakke stemloze klanken vaak overstemd worden door uitgalmende sterke eerdere stemhebbende klanken, waardoor de betekenis van zinnen verloren kan gaan. Ook achtergrondlawaai kan zwak maar betekenismatig cruciaal spraakgeluid overstemmen. Vandaar dat één van de veel gebruikte maten voor spraakverstaanbaarheid de ‘*modulatietransfer*’ kwaliteit in een akoestisch scenario bepaalt: hoe beter luidheidsmodulaties, die kenmerkend zijn voor gesproken taal, behouden blijven van bij de spreker tot bij de luisteraar, hoe beter de spraakverstaanbaarheid. Bijvoorbeeld is de nagalm in een klaslokaal of huiskamer veel minder en (indien er weinig storende bronnen zijn) de modulatietransfer veel beter dan in een grote kerk of winkelcentrum. Typisch voor *stemhebbende klanken* is dat ze *tonaal* zijn (ze kunnen gebruikt worden om melodieën te vormen), en dus tonale frequentiecomponenten geven in het spectrum. Een laatste kenmerk van spraakgeluid is dat bepaalde frequentiebanden (de zogenaamde ‘formanten’, typisch rond 500, 1500, 2500, 3500, 4500, 5500, ... Hz) dominant aanwezig zijn. Door de mondzetting kan de relatieve sterkte van die banden aangepast worden, wat in de perceptie o.a. het verschil uitmaakt tussen de verschillende stemhebbende klanken (bijvoorbeeld ‘a o i e u oe’)

2.2.3. HET GELUIDSNIVEAU IN DB

Normaal horende personen zijn in staat om zowel uiterst stille geluiden te horen en interpreteren (zo laag als enkele honderden microPascal rms, bvb. het geluid van verkeer ver weg in een goed akoestisch geïsoleerde slaapkamer in een residentiële wijk) als zeer luide geluiden (bvb. een paar Pascal rms in een discotheek). Voor onze subjectieve perceptie stemmen luidheidsverschillen niet zozeer overeen met verschillen in drukamplitude, maar met verhoudingen van drukamplitudes: de subjectieve waarneming van geluid is logaritmisch. Daarom wordt het geluidsniveau L_p op een welbepaalde locatie in de ruimte uitgedrukt in de logaritmische grootte dB (decibel). De relatie met de effectiefwaarde of rms-waarde van de geluidsdruk wordt gegeven door:

$$L_p = 10 \log_{10} \left[\frac{p_{rms}^2}{p_0^2} \right]$$

met p_0 de referentie rms geluidsdruk: 20 μ Pa rms, dit is de absolute gehoordrempel. We stippen hierbij aan dat wat betreft het kwantificeren van de grootte van geluidsdrukveranderingen men de rms (root mean square) waarde gebruikt, die vergelijkbaar is met de standaarddeviatie van de drukveranderingen, en niet de waarde van de druk zelf, die fluctueert rond de atmosferische druk (ongeveer 1013 HectoPascal).

De keuze van de tijdsconstante die gebruikt wordt bij het berekenen van de rms waarde geeft aanleiding tot:

- L_{peak} : maximale rms druk gemeten met 5 of 10 milliseconden integratietijd. Deze maat is representatief voor extreem korte, maar soms niet onbelangrijke piekniveaus. Men gaat er wel van uit dat de anatomische impact van piekniveaus afneemt naarmate de duur ervan korter is.

- L_{slow} : rms druk gemeten met 1 seconde integratietijd. In deze maat worden korte luide en korte stille passages geneutraliseerd, zodat ze eerder kan beschouwd worden als een kortlopend gemiddelde.
- L_{fast} : rms druk gemeten met 125 milliseconden integratietijd. Deze maat is gevoeliger aan korte pieken dan L_{slow} .

2.3. HET MENSELIJK GEHOOR

2.3.1. ANATOMIE EN FYSIOLOGIE VAN HET AUDITIEF SYSTEEM

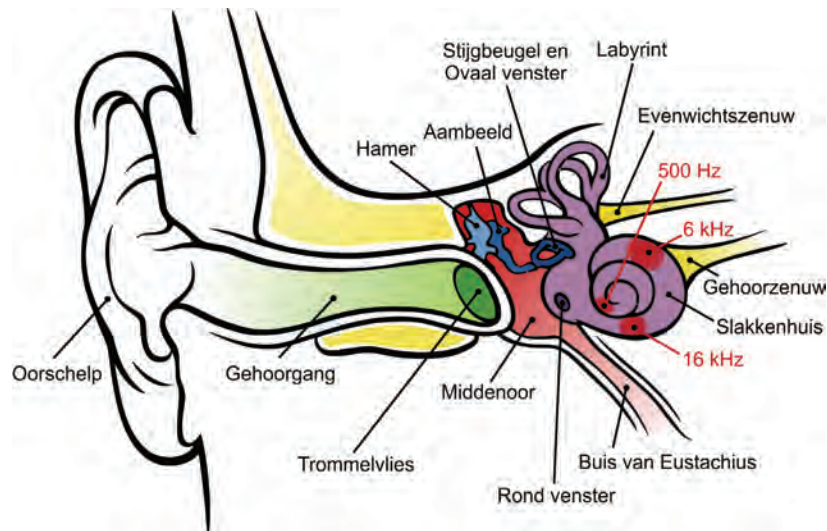
Het effect van geluid op mensen kan uiteraard niet los gezien worden van de manier waarop geluiden waargenomen worden, dus van het auditieve systeem. Dit zintuig doet meer dan louter signalen opvangen; zowel de bouw of anatomie als de werking of fysiologie zijn gericht op nuttige informatie (bijvoorbeeld spraak) naar de hersenen zenden en storende signalen te onderdrukken. Dit laat onder meer toe om nauwkeurig signalen met verschillende toonhoogte en geluidssterkte te onderscheiden, in achtergrondlawaai stillere geluiden op te merken, geluidsbronnen te lokaliseren enzovoort. De verschillende structuren van buiten-, midden- en binnenoor (zie Figuur 7) spelen hierbij elk hun unieke rol.

Het binnenoor omvat het zichtbare deel met de oorschelp (auricula of pinna) en de uitwendige gehoorgang (meatus acusticus externus) die helpen bij het lokaliseren van geluidsbronnen; door de specifieke stand van de oorschelp zullen bijvoorbeeld geluiden die van achter komen zwakker waargenomen dan geluiden die voor- of zijwaarts invallen. Deze rol is des te duidelijker bij honden, katten en andere dieren met beweeglijke oorschelpen. Verder zal de specifieke lengte van de gehoorgang en in mindere mate de bouw van de oorschelp bepaalde frequenties tussen 2000Hz en 10000 Hz versterken, niet toevallig het belangrijkste frequentiegebied voor spraakverstaan.

Vanuit de lucht in de uitwendige gehoorgang worden geluiden via het trommelvlies en het middenoor naar het met vocht gevulde binnenoor geleid. Het middenoor moet ervoor zorgen dat energieverlies door de geluidsoverdracht van lucht naar vochtig medium gecompenseerd wordt door het geluid te versterken. Wanneer het middenoor niet goed werkt, (bijvoorbeeld door middenoorontsteking, verkoudheden en zo voort) worden geluiden dus stiller waargenomen, dit heet geleidingsverlies of conductief gehoorverlies.

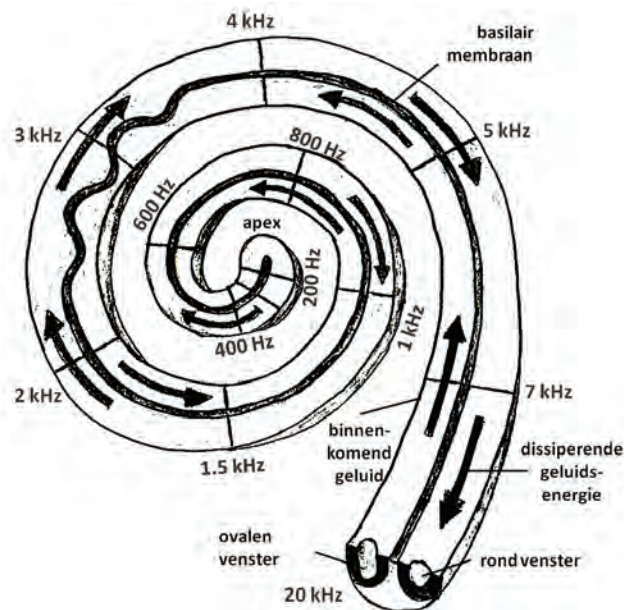
Het binnenoor ten slotte bestaat uit de cochlea of slakkenhuis waarin inwendige haarcellen de signalen doorgeven aan de gehoorszenuw. Deze overdracht is frequentiespecifiek: naargelang de toonhoogte van de geluidssignalen zullen andere haarcellen reageren en de hersenen kunnen later uit die specifieke reactie de toonhoogte destilleren. Deze informatie is essentieel om signalen, zoals verschillende spraakklanken, te kunnen onderscheiden, de frequentiegevoeligheid neemt echter af bij stijgende geluidsintensiteit zoals verder wordt uiteengezet. Endocochleaire gehoorverliezen als ouderdomslechthorendheid en lawaaislechthorendheid (waarover later meer) gaan typisch gepaard met een verlies aan haarcellen en frequentiegevoeligheid. Daardoor klinkt het geluid niet alleen zwakker, maar wordt het ook vervormd. Kenmerkend is dat mensen wel nog *horen dat* er iets gezegd wordt, maar niet langer *verstaan wat* en meer moeilijkheden hebben om in geroezemoes een welbepaalde spreker te verstaan. Een bijkomend probleem is dat bij beide vormen van gehoorverlies vooral de gevoeligheid voor hogere frequenties wordt aangetast die net het belangrijkste zijn voor spraakverstaan.

Na het slakkenhuis worden de stimuli via de auditieve zenuwbanen naar de juiste gebieden van de hersenschors geleid waar ze effectief geregistreerd worden. De hersenen zelf kunnen op hun beurt de werking van midden- en binnenoor sturen door zogenaamd dalende zenuwbanen waarbij de olivocochleaire bundel naar het slakkenhuis en – in minder mate – de bezenuwing van spiertjes in het middenoor het gehoor enigszins tegen lawaai blootstelling beschermen.



FIGUUR 7 SEMI-SCHEMATISCH OVERZICHT VAN HET BUITENOOR (AURICULA EN MEATUS ACUSTICUS EXTERNUS), MIDDENOOR (MEMBRANA TYMPANICA EN CAVITAS TYMPANI) EN BINNENOOR OOR (LABYRINTHUS COCHLEARIS EN LABYRINTHUS VESTIBULARIS).

2.3.2. GEHOORSYSTEEM ALS FILTERBANK



FIGUUR 8 HET GEHOORSYSTEEM WERKT ALS EEN FILTERBANK: VERSCHILLENDE DELEN VAN HET SPECTRUM WORDEN VERWERKT DOOR VERSCHILLENDE GEBIEDEN VAN HET BASILAIR MEMBRAAN IN DE COCHLEA VIA DE DAARBIJ HORENDE TRILHAREN EN NEURONEN. HET GELUID KOMT DE COCHLEA BINNEN VIA HET OVALEN EN ROND VENSTER EN REIST TOT HET EINDE VAN DE COCHLEA (DE APEX).

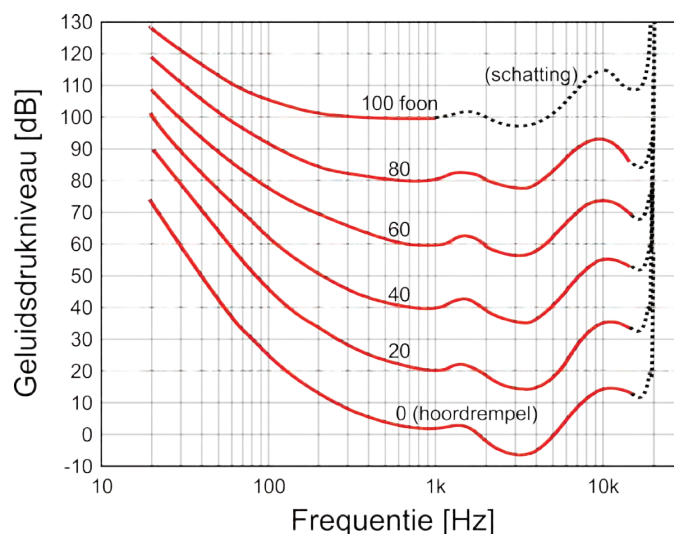
Zoals hierboven beschreven bevat het binnenoppervlak van de cochlea trilhaarcellen, die op hun beurt verbonden zijn met de zenuwcellen of neuronen van het auditorisch zenuwstelsel. Wanneer trilhaartjes meetrillen met de invallende geluidsgolf, dan resulteert dit in het uitsuren van elektrische impulsen in de bijhorende neuronen. De structuur van een trilhaar is resonant. Dit wil zeggen dat een trilhaar zeer selectief reageert op inkomend geluid. Enkel wanneer de aandrijvende geluidsdruk met een welbepaald tempo, de zogenaamde **frequentie** [eenheid aantal trillingen of trillerperiodes per seconde (s^{-1}) of Hertz (Hz)], op en neer gaat trilt een trilhaartje mee en wordt deze beweging omgezet in neuronale impulsen, resulterend in de perceptie van een specifieke **toonhoogte**, die vast associeerbaar is met de frequentie. De frequentie waarop de trilhaartjes langs de cochleaspiraal reageren, neemt af naar binnen toe. De trilhaartjes en gehoorsneuronen aan de ingang van de cochlea zijn gevoelig voor snel variërende drukvariatiën (hoge frequenties), terwijl de gebieden diep binnenin de cochlea gevoelig zijn voor lage frequenties. Op die manier ontvangt de

gehoorscortex in de hersenen in parallel neursignalen van gehoorsenuwen die elk gevoelig zijn voor een smalle band in het frequentiespectrum. **Het gehoorsysteem fungeert dus equivalent aan een filterbank.** Goedhorende jonge personen kunnen op die manier selectief geluiden waarnemen met frequenties van 20 Hz tot 20000 Hz. Deze anatomische opdeling in verschillende frequentiecomponenten verklaart onder meer het muzikaal gevoel van mensen, die in staat zijn harmonie tussen verschillende tonen vast te stellen. Anderzijds is het ook zo dat wanneer verschillende frequenties binnen één signaal via parallelle neuronen worden aangeboden aan de auditieve cortex, deze vaak niet als afzonderlijk gepercipieerd worden, maar als één klank. Het is dan wel zo dat de **klankkleur** afhangt van de grootte van de verschillende frequentiecomponenten.

Gezien geluiden met verschillende frequenties resulteren in activatie van verschillende cochlea-gebieden en hun respectievelijke neuronen, geven deze frequenties ook een verschillende perceptie, de zogenaamde **toonhoogte**. Tonen met frequenties die zich met een factor 2, of anders gezegd met één **octaaf**, tot elkaar verhouden, worden als heel gelijkaardig ervaren. Bijvoorbeeld worden in de muziekterminologie de frequenties 110,220,440,880,1760,3520,... Hz allen geassocieerd met de muzikale noot "la". In westerse muzieksystemen wordt een octaaf (bijvoorbeeld het interval [220Hz,440Hz]) nog eens verder opgedeeld in **12 halve tonen**. De verhouding tussen de frequenties van twee opeenvolgende halve tonen is gelijk aan $2^{1/12}=1.06$, overeenkomend met een verschil van 6 %. De hoogste en laagste frequentie in een vaak gebruikte **1/3^e octaafband** verschillen 4 halve tonen of ongeveer 26%.

2.3.3. FREQUENTIEAFHANKELIJKE GEVOELIGHEID

Algemeen wordt gesteld dat het jonge onbeschadigde gehoor frequenties tussen 20 Hz en 20 kHz kan waarnemen. De gevoeligheid van het gehoor is frequentieafhankelijk. Geluiden rond 4000 Hz kunnen het makkelijkst worden gehoord, ook bij een laag geluidsdrumniveau. Geluiden met hogere en lagere frequenties moeten (een stuk) luider zijn vooraleer ze worden waargenomen en de gevoeligheid neemt verder af met stijgende en dalende frequentie. Beneden 20 Hz spreekt men over 'infrageluid', deze geluiden zijn niet onhoorbaar in de strikte zin van het woord, maar hun gehoordrempel ligt zodanig hoog dat ze in principe niet waargenomen worden. Het is ook interessant om te vermelden dat de frequentieafhankelijkheid van de waarneming van luidheid op zich ook afhangt van het geluidsniveau. Voor zuivere tonen met verschillende frequentie en geluidsdruk werden op basis van luistertesten curves van gelijke luidheid of zogenaamde **isofonen** opgesteld. Deze worden getoond in Figuur 9. Deze figuur leert o.a. dat bij lagere frequenties een hogere geluidsdruk nodig is om dezelfde luidheidservaring op te wekken.



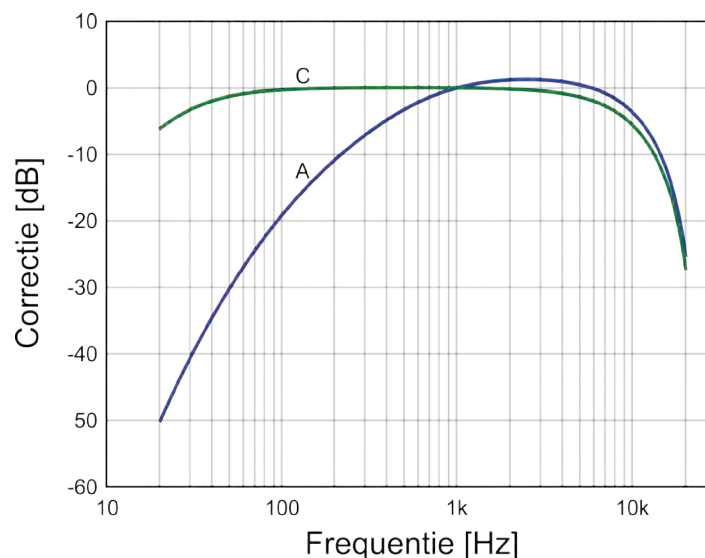
FIGUUR 9 CONTOUREN VAN GELIJKE LUIDHEID (ISOFONEN), ZOALS GEDEFINIEERD IN ISO 226.

Alhoewel de isofonen, zoals bv. gedefinieerd in ISO 226, strikt genomen enkel gelden voor zuivere tonen, vormen zij toch de basis voor de vaak gebruikte A- en C-weging van breedband geluid (zie hieronder). De luidheid van breedband geluid wordt echter eveneens bepaald door maskering in het frequentiedomein: componenten van een geluid rond een welbepaalde frequentie kunnen andere componenten rond naburige frequenties maskeren, wanneer deze voldoende sterk zijn. Het verschil

in sterkte nodig voor het maskeren hangt af van het frequentieverschil. De overgang is niet scherp: geluid kan ook partieel gemaskeerd worden, wat samengaat met een vermindering in luidheid van de gemaskeerde component. Wanneer het geluid in de tijd varieert, speelt ook tijdsmaskering een rol. Deze niet-lineaire fenomenen vormen een belangrijk onderwerp van het huidige wetenschappelijk onderzoek rond de perceptie van geluid. De meest gebruikte psycho-akoestische modellen voor luidheid zijn deze van Zwicker & Fastl (1999) en deze van Moore & Glasberg (2007).

2.3.4. FREQUENTIEWEGING VAN GELUID

Door de verschillende gevoeligheid en geluidsdrempel bij verschillende frequenties – met name **bij lage frequenties en naar hoge frequenties toe is ons gehoor minder gevoelig** – (cfr paragraaf 1.3.1. en Figuur 9) is de L_p maat (cfr paragraaf 1.3.3) niet voldoende adequaat om subjectieve luidheid weer te geven. Omdat het omzetten van geluidsdrukniveaus naar een aantal foon zoals beschreven in 2.3.3 niet eenvoudig in meettoestellen te implementeren was, heeft men de **dB(A) schaal** (en analoog, de $L_{A,eq}$ maat) ingevoerd, waarbij men een frequentieafhankelijke correctie toepast die de frequentieafhankelijkheid van het menselijke gehoor (deze werd in het verleden empirisch bepaald door middel van tests bij een aantal personen die representatief waren voor de gemiddelde bevolking) bij geluidsdrukniveaus van om en bij de 40 dB in rekening brengt. Figuur 10 toont in functie van de frequentie de correctiefactor die men toepast om het geluidsdrukniveau om te zetten van dB SPL naar dB(A). Bij 1000 Hz is er bij definitie geen correctie nodig (0 dB).



FIGUUR 10 CORRECTIEFACTOR (IN dB, VERTICALE AS) DIE MEN GEBRUIKT OM IN FUNCTIE VAN DE FREQUENTIE (HORIZONTALE AS) dB SPL NIVEAUS OM TE ZETTEN NAAR dB(A) EN dB(C).

Om de omzettingmethode te illustreren geven we een voorbeeld. Stel dat een sinusoidale toon van 1000 Hz en een van 100 Hz een even hoog fysisch geluidsniveau, nl. 60 dB SPL hebben. Het geluidsniveau in dB(A) voor de toon bij 1000 Hz bedraagt dan 60 dB SPL + 0 dB = 60 dB(A), en de voor toon bij 100 Hz: 60 dB SPL – 19 dB = 41 dB(A). De correctiefactor van 19 dB heeft dus als effect dat laagfrequent lawaai (in dit voorbeeld 100 Hz) in dB(A) minder zwaar doorweegt ten opzichte van hoogfrequent geluid (in dit voorbeeld 1000 Hz), hoewel ze fysisch (in L_p of anders gezegd dB Sound Pressure Level of dB SPL) evenveel energie bevatten zijn.

De A-weging volgt bij benadering de isofoon van 40 dB en is dus vooral geschikt voor geluiden met laag geluidsdrukniveau, maar de grootte wordt in de praktijk gebruikt in voorschriften met betrekking tot geluidshinder en gezondheidseffecten van geluid, ook bij hogere niveaus. Vermits de isofonen bij hogere geluidsniveaus vlakker verlopen, definieert men een tweede weging die aanleiding geeft tot de **dB(C)**. Ook dB(B) bestaat, maar wordt in de praktijk niet meer gebruikt. Voor infrageluid maakt men soms gebruik van de dB(G) weging (ISO 7196, 2001).

Met betrekking tot geluidshinder hangt het effect op comfort en gezondheid van de belasting niet enkel af van het geluidsdrukniveau, maar ook van de duur. Verder in dit rapport wordt een overzicht gegeven van verschillende parameters die gebruikt worden om luidheid in verschillende

omstandigheden (al of niet repetitief impulsief geluid, stationaire geluid, geluid met onregelmatig variërende luidheid, ...) te beschrijven.

2.4. KARAKTERISATIE VAN GELUID OVER LANGERE TIJDSDUUR

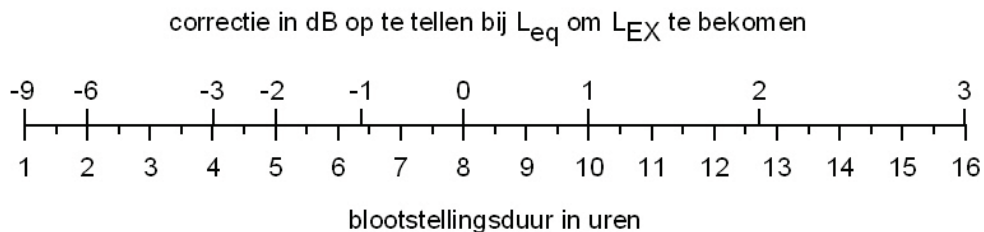
2.4.1. HET (A-GEWOGEN) ENERGIE-EQUIVALENT GELUIDSNIVEAU

Het ogenblikkelijke geluidsniveau kan sterk variëren in de tijd, en daarom is het vaak nuttig om deze uit te middelen over een bepaalde tijdspanne. Het energie-equivalente geluidsniveau $L_{eq,T}$ bepaald over een tijdsperiode T, wordt gedefinieerd als

$$L_{eq,T} = 10 \log_{10} \left[\frac{1}{T} \int_0^T \frac{p^2(t)}{p_0^2} dt \right]$$

Het energie-equivalente geluidsniveau vormt de basis voor afgeleide maten voor het karakteriseren van geluidsbronnen, voor het ramen van effecten van geluid op de mens, en voor het vastleggen van regels en wetgeving. Meestal gebruikt men daarbij A-weging wat leidt tot de standaardnotatie $L_{Aeq,T}$. Typische waarden zijn 60 dB(A) voor een spreker op 1m afstand, 80 dB(A) voor de draaiende motor van een auto op 1m afstand, en 120 dB(A) voor een draaiende vliegtuigmotor op 1m afstand.

Sporadisch maakt men gebruik van L_{ex} , de dagelijkse persoonlijke geluidsblootstelling of geluidsdosis, gebaseerd op L_{eq} gedurende 8 uren (een standaard werkdag), maar met een correctie voor kortere en langere blootstelling. De gedachte achter deze grootheid is dat een langere blootstelling aan verhoogde geluidsniveaus hogere rechtstreekse of onrechtstreekse effecten heeft op de gezondheid dan een kortere blootstelling. Figuur 11 geeft de correctie die nodig is om L_{eq} om te zetten naar dagelijkse lawaai-blootstelling. Voor een 8-uren blootstelling is $L_{ex}=L_{eq}$, voor langere en kortere blootstellingen past men respectievelijk een verhoging of verlaging toe, om de lawaaidosis te 'herleiden' naar een 8-uren-periode.



FIGUUR 11 CORRECTIE VOOR OMZETTING VAN L_{AEQ} NAAR L_{EX}

2.4.2. HET DAG-AVOND-NACHT NIVEAU L_{DEN}

Om het verloop van het geluidsniveau over een etmaal of langere periode te karakteriseren maakt men gebruik van het dag-nacht niveau, L_{dn} , of het dag-avond-nacht niveau, L_{den} . Daarbij vertaalt men de grotere behoefte aan rust en stilte tijdens de avond en tijdens de nacht (zie verder) naar een bestraffing van het geluidsniveau tijdens de avond met 5 dB en tijdens de nacht met 10 dB. Sinds de Europese Directive Omgevingslawaai is L_{den} gekozen als de standaard indicator voor rapportering van geluidsblootstelling op Europese schaal. De exacte definitie die op Europese schaal gehanteerd wordt gaat uit van een bepaling van deze grootheid op jaarbasis.

Voor het berekenen van de L_{den} moet de dag, avond en nacht afgebakend worden. In Vlaanderen heeft men gekozen voor:

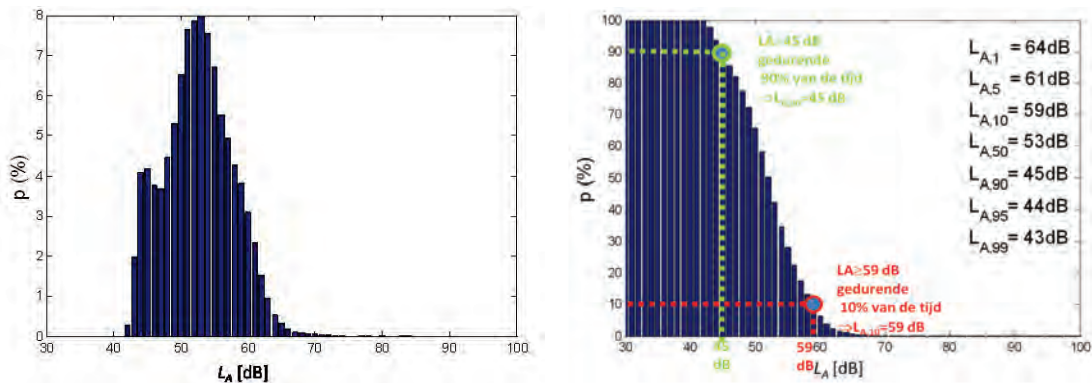
- dagperiode 07.00-19.00 uur
- avondperiode 19.00-23.00 uur
- nachtperiode 23.00-07.00 uur

Per periode wordt het equivalente geluidsniveau over een heel jaar bepaald, uitgedrukt in dB(A): L_{dag} , L_{avond} , en L_{nacht} . Bij de avond en de nachtwaarde wordt vervolgens een straffactor van respectievelijk 5 en 10 dB(A) opgeteld. De L_{den} is ten slotte het logaritmisch gemiddelde van de dag-, avond- en nachtwaarde, waarbij gebruik wordt gemaakt van een 'energetische' middeling en rekening wordt gehouden met de duur van de drie periodes.

$$L_{den} = 10 \log_{10} \left[\frac{12}{24} 10^{L_{dag}/10} + \frac{4}{24} 10^{L_{avond} + 5/10} + \frac{8}{24} 10^{L_{nacht} + 10/10} \right]$$

2.4.3. PERCENTIELWAARDEN EN AFGELEIDE GROOTHEDEN

Voor het verloop van het geluidsdrukniveau L_A over een langere periode is vooral van belang wat de **gemiddelde waarde is, en hoe vaak en in welke mate deze gemiddelde waarde overschreden wordt**. Een compacte grafische manier om het verloop van L_A weer te geven is een **histogram**. Hierbij wordt aangegeven gedurende hoeveel procent van de tijd (gedurende een gekozen periode) bepaalde L_A geluidsdrukniveaus voorkomen. Anderzijds wordt in een **cumulatief histogram** eenvoudig afgelezen gedurende hoeveel procent van de tijd een bepaald L_A niveau wordt overschreden. Dit laatste is vooral van belang indien een bepaald drempelniveau van belang is. In dat geval kan een sporadische overschrijding van die drempel aanvaardbaar zijn, op voorwaarde dat frequentie voldoende klein is. Men kan deze drempeloverschrijdingsfrequentie ook weergeven met L_{Ax} waarden. Bijvoorbeeld geeft een L_{A5} waarde van 61 dB weer dat gedurende 5% van de tijd het dB(A) geluidsniveau hoger ligt dan 61 dB(A). Gedurende de resterende 95% van de tijd ligt het geluidsniveau dus lager dan 61 dB(A). L_{A50} komt dan overeen met de mediaanwaarde, L_{A95} met de quasi-continue situatie, en L_{A5} met uitzonderlijke situaties. De gemiddelde L_A waarde wordt $L_{A,eq}$ (of $L_{A,eq,T}$ bij middeling over een periode T) genoemd. De L_x voorstelling kan ook gebruikt worden voor andere (psycho)akoestische parameters waarvan men de statistiek gedurende een bepaalde periode op een compacte numerieke manier wil weergeven.



FIGUUR 12 VOORBEELD VAN EEN HISTOGRAM (BOVEN) EN BIJHORENDE CUMULATIEVE HISTOGRAM (ONDER) VAN DE L_A WAARDE, MET AANWIJZING VAN O.A. L_{A5} , L_{A50} EN L_{A95} : DIT ZIJN DE WAARDEN VAN L_A DIE RESPECTIEVELIJK GEDURENDE 5% (UITZONDERLIJK), 50 (DE HELFT VAN DE TIJD) EN 95% (MEESTAL) VAN DE TIJD OVERSCHREDEN WORDEN.

2.5. TOTAAL GELUIDSNIVEAU BIJ GELUID AFKOMSTIG VAN MEERDERE BRONNEN

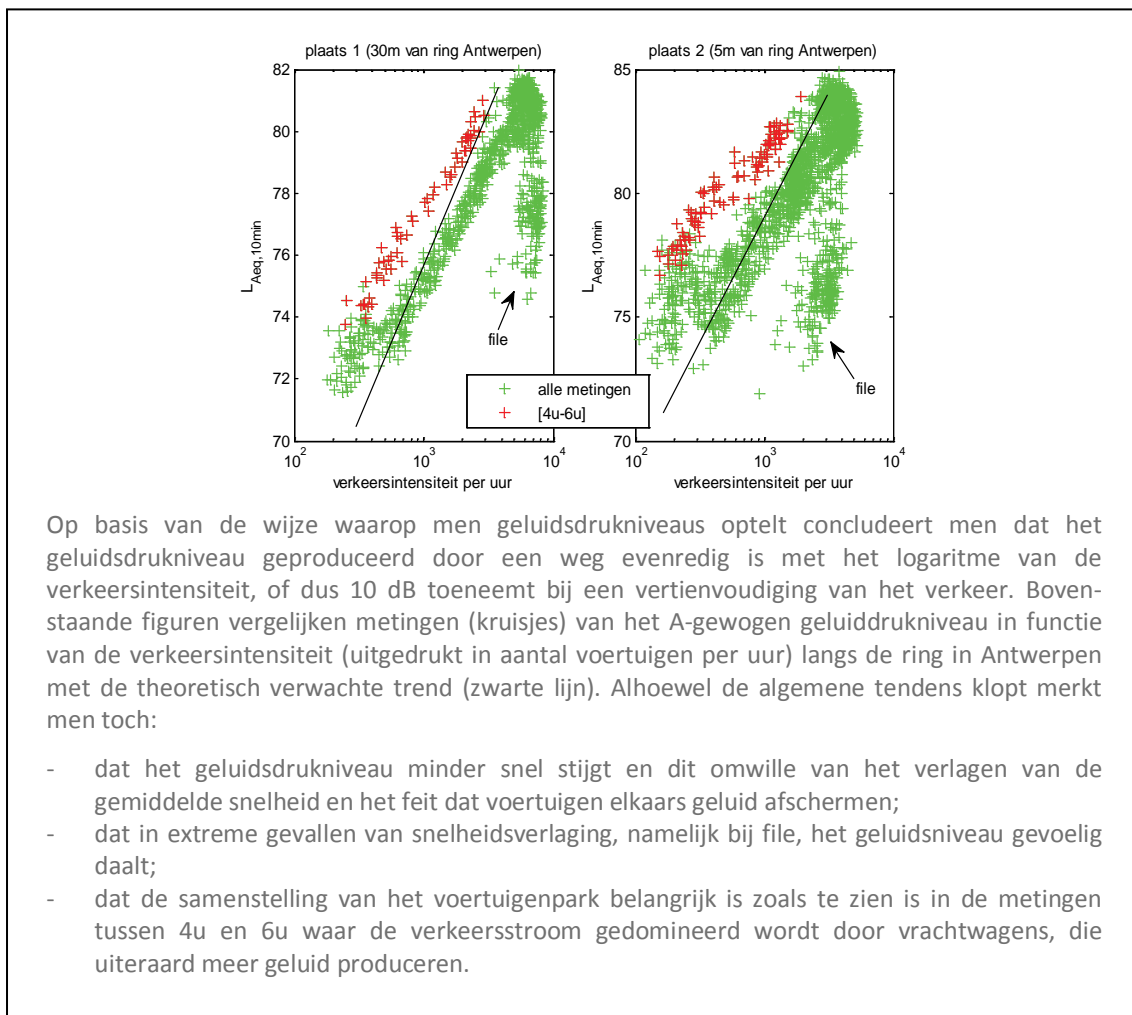
In veel situaties is het totale geluidsdrumniveau een samenstelling van geluiden afkomstig van meerdere bronnen. Behalve bij zuivere tonen afkomstig van eenzelfde bron, waarbij er zich allerlei interferentie-effecten kunnen voordoen, kan het totale geluidsdrumniveau berekend worden door het kwadraat van de geluidsdrummen van de bronnen op te tellen. Wanneer het geluidsdrumniveau van elk van de bronnen afzonderlijk gegeven is, dan mag men dus deze dB waarden niet zomaar optellen. Om het totaal geluidsdrumniveau te berekenen, berekenen we eerst voor elke bron:

$$p^2 = p_0^2 10^{L/10}$$

met L het geluidsdrumniveau van de bron in dB. Na optellen wordt het resultaat terug omgezet in dB. Men kan ook rechtstreeks het totale geluidsdrumniveau van bronnen die op een bepaalde plaats niveaus geven L_1, L_2, L_3, \dots berekenen als :

$$L_{\text{totaal}} = 10 \log_{10} \left[10^{L_1/10} + 10^{L_2/10} + 10^{L_3/10} + \dots \right]$$

Wanneer bijvoorbeeld 10 even luide bronnen aanwezig zijn, dan ligt het totaal niveau $10 \log(10)=10$ dB hoger, bijvoorbeeld 10 bronnen die 60 dB bijdragen geven een totaal niveau van 70 dB. Een verdubbeling van het aantal bronnen geeft een verhoging van $10 \log(2)=3$ dB.



Een belangrijke implicatie van het logaritmisch aspect van horen is dat het toevoegen van een stillere bron (bijvoorbeeld 40 dB SPL) aan reeds aanwezig luider geluid (bijvoorbeeld 60 dB SPL), nauwelijks leidt tot een toename van het geluidsniveau: $L_{\text{totaal}} = 60$ dB. Echter, ondanks een nominaal kleine verhoging van het totaal geluidsdrumniveau kan bijvoorbeeld een stil tonaal geluid dat toegevoegd wordt aan een luider breedbandig geluid toch nog duidelijk hoorbaar zijn. Dit maakt de evaluatie van het al of niet hoorbaar zijn van geluiden met tonale componenten moeilijker kwantificeerbaar. In wetgeving voegt men aan het geluidsniveau van tonale geluiden een correctiebedrag toe, zodat hun relatief sterkere impact (ten opzichte van breedbandige geluiden) meer tot uiting komt in het effectief dB getal, om aldus de perceptieve impact beter te weerspiegelen.

2.6. VOORTPLANTING VAN GELUID IN DE OMGEVING

Het is intuïtief goed in te zien dat het geluidsdrumniveau afkomstig van een geluidsbron afneemt naarmate men zich verwijderd van de bron. Toch is dit niet in alle omstandigheden het geval, en bovendien hangt de mate van afname af van een aantal bron- en omgevingskenmerken. De mate van afname per afstandstoename hangt in de open ruimte (buitenshuis) in eerste benadering af van de grootte van de bron en van de golflengte van het geluid.

Bronnen met een afmeting die klein is ten opzichte van de golflengte kunnen bij benadering beschouwd worden als een ideale puntbron: het geluidsdrumniveau neemt dan af met 6 dB per afstandsverdubbeling en in alle richtingen is het geluidsniveau op eenzelfde afstand gelijk. Bronnen die groot zijn ten opzichte van de golflengte vertonen nog steeds dezelfde afname trend eens men zich op een afstand bevindt die groot is ten opzichte van de bron, maar nu is het niveau afhankelijk van de richting. Men spreekt soms van een puntbron met directiviteit. In het algemeen geldt bij een puntbron dat het geluidsdrumniveauverschil in dB op twee afstanden r_1 en r_2 van een bron gelijk is aan

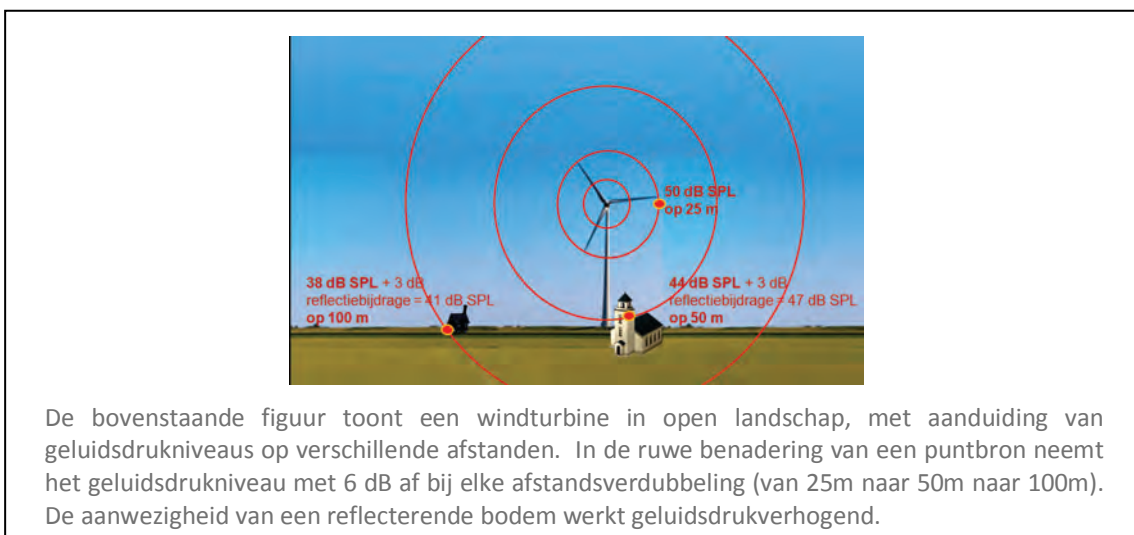
$$L_{r_2} - L_{r_1} = 20 \log_{10} (r_1/r_2).$$

Het geluidsdrumniveau resulterend uit een persoon die praat op gemiddeld niveau is ongeveer gelijk aan 60 dB SPL op 1 meter afstand van de persoon. Behalve voor de hogere frequenties kan de mondopening van een pratende persoon bij benadering beschouwd worden als een puntbron. Het geluidsdrumniveau op een dubbele afstand van 2 meter is dan $60 \text{ dB} - 6 \text{ dB} = 54 \text{ dB}$. Op 10 meter is het niveau afkomstig van de pratende persoon nog $60 \text{ dB} - 20 \log_{10}(10\text{m}/1\text{m}) \text{ dB} = 60 \text{ dB} - 20 \text{ dB} = 40 \text{ dB}$.

In het domein van verkeerslawaai heeft men vaak te maken met lijnvormige geluidsbronnen (bijvoorbeeld een lange rijdende trein, of een druk bereden autosnelweg). In die situatie neemt het geluidsdrumniveau trager af met toenemende afstand: slechts met -3 dB per afstandsverdubbeling, of meer algemeen:

$$L_{r_2} - L_{r_1} = 10 \log_{10} (r_1/r_2).$$

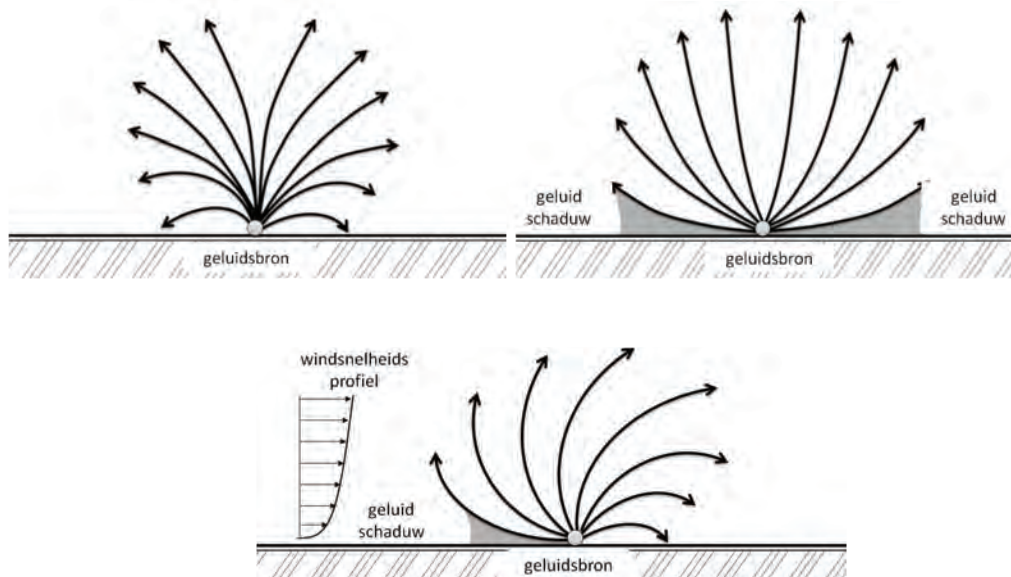
Wanneer het geluidsdrumniveau in een open landschap (zonder natuurlijke of kunstmatige geluidsbarrières, bebouwing of bebossing, of absorberende bodem, en zonder invloed van



atmosferisch effecten) op 10 meter van een autosnelweg 50 dB SPL bedraagt, dan moet men 1 km ver gaan om een reductie te hebben tot 30 dB SPL. Immers: $10 \log_{10} (1000 \text{ m} / 10 \text{ m}) = 20 \text{ dB}$ (50 dB SPL – 30 dB SPL).

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, bestrating, of water zorgen doorgaans voor een toename van het geluidsniveau dat afhankelijk is van de frequentie en kan oplopen tot 6 dB. Bij sommige frequenties neemt het geluidsniveau af door destructieve interferentie. Zachte bodems zoals grasland, begroeid of vers geploegd akkerland, maar in het bijzonder bosgrond zorgen voor een meer uitgesproken daling van het geluidsdrukkniveau bij frequenties van 100 tot enkele honderden Hz. Dit is meteen ook het belangrijkste effect dat een bos op het geluidsdrukkniveau in de omgeving heeft. De hoogte van de bron en de luisteraar hebben een invloed op de grootte van het effect van de grond.

Bij grotere afstand tussen de bron en de luisteraar heeft ook de toestand van de atmosfeer, meer in het bijzonder gradiënten in temperatuur en wind een invloed. Bij zonnig en windstil weer neemt de temperatuur sterk af met de hoogte. Daardoor buigt het geluid naar boven af en ontstaat op een afstand van de bron een zogenaamde schaduwzone (Figuur 13) waar het geluidsniveau zeer laag is. Bij temperatuursinversie merkt men eerder een lichte toename van het geluid door afbuigen van het geluid naar de bodem toe. Het effect van wind is vergelijkbaar. Windopwaarts ontstaat een schaduwzone met zeer lage geluidsdrukkniveaus als gevolg, windafwaarts neemt het geluidsdrukkniveau lichtjes toe. Het samenspel van meteorologische omstandigheden kan in de praktijk op 1 km van een belangrijke geluidsbron (snelweg, industrieterrein) schommelingen in het geluidsniveau met 10 tot zelfs 20 dB(A) voor gevolg hebben.



FIGUUR 13 ILLUSTRATIE VAN DE INVLOED VAN TEMPERATUURGRADIËNTEN (BOVEN) EN WINDGRADIËNTEN (ONDER) OP GELUIDSVOORTPLANTING IN DE BUITENOMGEVING. BOVENAAN LINKS WORDT DE SITUATIE WEERGEGEVEN WAARBIJ HET GELUID VAN EEN KLEINE BRON TEN GEVOLGE VAN EEN TOENAME VAN DE LUCHTTEMPERATUUR MET DE HOOGTE AFGEBOGEN WORDT NAAR DE GROND TOE. BOVENAAN RECHTS WORDT HET GELUID TEN GEVOLGE VAN EEN OMGEKEERDE TEMPERATUURGRADIËNT AFGEBOGEN VAN DE GROND WEG. ONDERAAN RECHTS ZORGT EEN TOENAME VAN WINDSNELHEID MET TOENEMENDE HOOGTE VOOR EEN GELUIDSSCHADUW WINDOPWAARTS.

Geluid wordt ook gedeeltelijk geabsorbeerd door de lucht zelf. Dit effect is gering, maar het zorgt er wel voor dat zeer hoge tonen en ultrasonische geluiden op enkele honderden meter van de bron vaak nog nauwelijks detecteerbaar zijn.

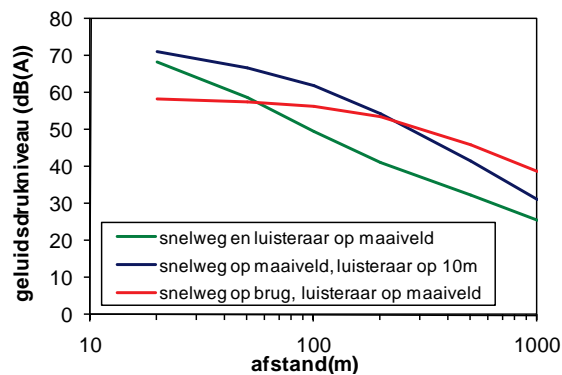
Bij het plaatsen van bijvoorbeeld een geluidsscherm moet rekening worden gehouden dat een deel van het geluid (vooral de lage tonen) kan afbuigen (diffracteren) rond de bovenkant van de muur. Het afschermend effect neemt toe met de bijkomende afstand die het geluid moet afleggen door het plaatsen van het geluidsscherm om de luisteraar te bereiken, uitgedrukt in golflengtes. Voor geluidsschermen van enkele meter hoog gaat het effect op een paar honderd meter verloren door

neerwaartse afbuiging van geluid ten gevolge van temperatuursinversie en wind. In stedelijk gebied vormen huizen een hoog en breed en dus zeer efficiënt geluidsscherm.

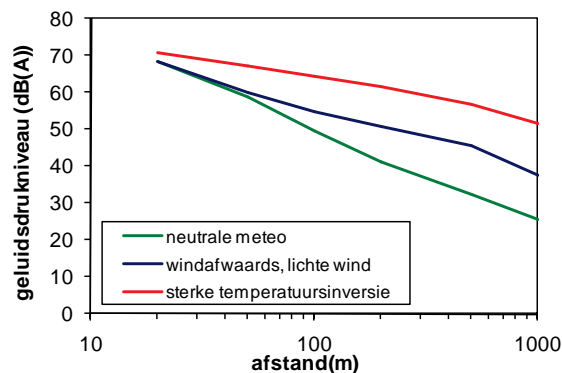
Deze voorbeelden tonen duidelijk aan dat de afstand tussen geluidsbronnen enerzijds, en de locatie waar de impact van een zeker geluidsniveau geëvalueerd dient te worden anderzijds, van cruciaal belang is, evenals de aanwezigheid van natuurlijke en architecturale elementen in de omgeving. Dit impliceert meteen dat geluidsnormen die betrekking hebben op omgevingslawaai (bijvoorbeeld afkomstig van een discotheek) typisch gesteld worden in termen van geluidsniveau ter hoogte van de (potentieel) gehinderde (bijvoorbeeld een buurtbewoner). Voor de buurtbewoner is dan niet zozeer het opgewekt geluidsvermogen in de disco van belang, maar het niveau ter hoogte van zijn woning. Dit laatste niveau hangt sterk af van de afstand tussen discotheek en woning. In de praktijk probeert men dan ook rekening te houden met het geluidsdrukniveau ter hoogte van de buurtbewoners die het dichtst bij de discotheek wonen. Wanneer dat niveau aanvaardbaar kan gehouden worden, dan is het automatisch (wanneer geluidsafschermende obstakels buiten beschouwing laten) ook aanvaardbaar voor bewoners die verderop wonen, dank zij de afname met de afstand.

2.7. ISOLATIE EN ABSORPTIE

In situaties waarin het geluidsniveau gereduceerd dient te worden, kan men gebruik maken van wanden en obstakels. De efficiëntie daarvan kan sterk variëren, maar er zijn toch een aantal vuistregels die men kan gebruiken om de grootte van het effect in te schatten of te verhogen. De reflectie van geluid aan een wand neemt toe, en de transmissie erdoor neemt af met toenemende



Het geluidsdrukniveau door een typische autosnelweg is iets hoger voor een luisteraar op een hogere verdieping (hier 10m hoog). Een snelweg op een brug zal op korte afstand significant lagere niveaus geven omdat het wegdek voor een afscherming zorgt, maar op grotere afstand vermindert het akoestisch schaduweffect.



Op korte afstand van een typische snelweg is de invloed van het weer op het geluidsdrukniveau beperkt. Op grotere afstand neemt, ten opzichte van de klassieke afname met toenemende afstand, het niveau significant toe in de windafwaartse richting, zelfs bij matige wind. Bij temperatuursinversie (typisch in de vroege ochtend) is het effect nog sterker. Niveauschommelingen ten gevolge van het weer van meer dan 10 dB(A) worden vaak vastgesteld, ook voor andere grote geluidsbronnen zoals industrieterreinen.

oppervlaktemassa (in kg/m^2) van de wand (tot zo lang de wand dun is ten opzichte van de golfenlengte, wat meestal het geval is). Stijfheid en afmetingen spelen een rol en zorgen voor een reductie van de isolatie boven de kritische frequentie. Dubbele wanden bestaande uit twee harde zware panelen gescheiden door een laag lucht voorzien van absorberend materiaal kunnen zeer goed isolerend gemaakt worden boven een bepaalde frequentie zonder een al te hoge massa te hebben. Dit principe wordt onder andere gebruikt in dubbel glas.

In de praktijk geldt dat gezien lucht heel licht is, de meeste wanden zeer reflecterend zijn. Een reflectie die 100% benadert (typisch voor een massieve wand), leidt tot een verdubbeling van de totale intensiteit, en dus tot een toename van het geluidsdrumniveau met 3 dB. Wat de transmissie betreft is enige voorzichtigheid vereist. Op het eerst zicht lijkt een transmissie van 1% (99% reflectie) zeer klein. Echter, omgezet in dB betekent dit slechts een reductie (geluidsverzwakkingsindex genoemd) van $-10\log_{10}(0.01)=20$ dB. Indien dergelijke wand zou gebruikt worden om 2 kamers van elkaar te scheiden, dan resulteert een gesprek bij 60 dB SPL in kamer 1 nog altijd in een goed hoorbaar geluidsdrumniveau van $60 \text{ dB SPL} - 20 \text{ dB} = 40 \text{ dB SPL}$ in kamer 2 (bij deze schatting werd geen rekening gehouden met absorptiekenmerken van de kamers).

Isolatie van wanden neemt – over het grootste gedeelte van de hoorbare frequenties – toe met de frequentie. Dit is het duidelijkst merkbaar wanneer men vooral de bastonen van het geluid van muziek in een naburige ruimte opvangt.

Om geluid te absorberen, de geluidsenergie in warmte om te zetten, heeft men specifieke materialen ontwikkeld. Deze materialen zijn doorgaans zeer poreus en licht. Voorbeelden zijn: polyurethaanschuim, glaswol en rotswol. Doordat ze zo licht zijn reflecteren deze materialen het geluid niet. Ze worden tussen dubbele wanden gebruikt om spouwresonanties te vermijden of op harde wanden aangebracht om reflecties te vermijden. Absorberende materialen worden gekarakteriseerd door een geluidsabsorptiecoëfficiënt.

2.8. PROPAGATIE VAN GELUID IN GESLOTEN RUIMTE

In een gesloten ruimte kan het geluid in principe blijven reflecteren. Daardoor kan een identieke geluidsbron op een bepaalde afstand veel luider klinken binnenshuis dan in de open lucht. In de praktijk gaat er bij elke reflectie echter wat energie verloren ten gevolge van geluidsabsorptie. Men spreekt in deze context van de nagalmtijd en definieert de T_{60} , de tijd die het duurt om de nagalm van een initieel opgewekt geluid te laten uitsterven tot een niveau dat 60 dB stiller is dan zijn initiële waarde. Men kan de nagalmtijd van een ruimte verkorten door wanden meer absorberend te maken. Een nagalmende ruimte werkt dus geluidsniveauversterkend en hoe langer de nagalmtijd in een gesloten ruimte, hoe hoger het geluidsniveau. Ook zorgen de reflecties in een gesloten ruimte ervoor dat het geluidsniveau slechts in beperkte mate afneemt met toenemende afstand van de bron. Een hoge nagalmtijd vermindert ook de spraakverstaanbaarheid omdat de verschillende syllabi akoestisch gemengd worden.

Bestuderen we nu de isolatie ten opzichte van ongewenst binnendringend geluid. De totale hoeveelheid absorberend materiaal in een woonkamer bepaalt mee het geluidsniveau dat zal ontstaan wanneer een ongewenst geluid binnendringt. Bij het bepalen van de bruto geluidsverzwakking van de gevels van een woning volgens NBN S 01-400-1 moet hiermee rekening gehouden worden omdat men dan enkel het gebouw wenst te karakteriseren en niet de aankleding van de ruimten. De jongste jaren wordt de geluidsisolatie van muren en beglazing steeds beter. Dit resulteert in een steeds betere afscherming van buitenlawaai naar binnenshuis toe. Dit heeft echter een vervelende complicatie: doordat het achtergrondgeluid van typisch monotoon buitenlawaai sterk vermindert, worden geluiden van de burens in aangrenzende woningen via binnenmuren minder gemaskeerd. Deze typisch niet-monotone geluiden blijken soms meer storend te zijn dan het monotoon niveau van buiten. Een betere afscherming van buitenlawaai dient dus steeds gepaard te gaan met een betere isolatie van de binnenmuren.

3. EFFECTEN VAN GELUID OP DE MENS

Effecten van geluid op de mens laten zich niet onder een enkele noemer vangen. Geluid kan uitgesproken positieve gevolgen hebben: het is niet moeilijk voor te stellen hoe aangename muziek, getsjilp van vogels of gelach van vrienden het algemeen welbevinden van de luisteraar verhoogt. Andere geluiden kunnen daarentegen als storend ervaren worden en tot hinder, vermoeidheid en andere psychische klachten leiden. Geluidsblootstelling kan ook puur somatische gevolgen hebben, het meest in het oog springende effect is waarschijnlijk gehoorverlies, maar ook cardiovasculaire gevolgen en slaapverstoring worden gerapporteerd, zoals verder zal worden toegelicht.

‘Bij gezondheidseffecten van omgevingslawaai speelt het hele menselijke systeem mee, daarom is de variabiliteit in gevonden resultaten zo groot.’
Prof. Peter Lecher

Voor psychosomatische klachten worden hoofdzakelijk twee mogelijke mechanismen onderkend (van Kamp, 210). Enerzijds kan een chronische blootstelling aan omgevingsgeluid aanleiding geven tot verstoring van activiteiten, wat kan leiden tot hinder. Deze hinder kan op zijn beurt aanleiding geven tot stress en bijhorende gezondheidseffecten. Anderzijds wordt aangenomen dat omgevingsgeluid ook via een direct mechanisme aanleiding kan geven tot gezondheidseffecten, zonder noodzakelijkerwijs hinder te veroorzaken. Deze effecten kunnen afhankelijk zijn van diverse

karakteristieken van de geluidsblootstelling, zoals duur, intensiteit, spectrum, tijdsverloop, de complexiteit van het geluid of de informatie aanwezig in het geluid, maar ook van heel wat niet-akoestische factoren (context, individuele gevoeligheid en zo verder).

Voor we verder ingaan op mogelijke mechanismen en effecten van én vooraleer we deze effecten kaderen in de bredere context van levenskwaliteit, zetten we eerst de bewezen geachte effecten kort uiteen (WHO, 2004).

3.1. OVERZICHT MOGELIJKE EFFECTEN VAN GELUID

3.1.1. AUDITIEVE EFFECTEN VAN GELUID

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, hetgeen niet zelden ernstige psychologische consequenties heeft. Ook de gevolgen van lawaaigeïnduceerd gehoorverlies zelf mogen niet onderschat worden. Meestal treedt de schade op ter hoogte van het slakkenhuis, waardoor zowel de gevoeligheid als de frequentie-selectiviteit verminderen. Aangezien de schade ongeacht de frequentie van het aangeboden geluid het meest prominent is tussen 3000 Hz en 6000 Hz – het belangrijkste frequentiegebied voor spraakverstaan – laat de impact op verbale communicatie zich raden. Bovendien treedt het verlies in principe aan beide oren op aangezien beide oren evenveel worden blootgesteld, wat betekent dat het verlies niet door een beter oor kan worden opgevangen. Ten slotte moet gezegd dat de permanente schade per definitie onomkeerbaar is en vooralsnog niet door medicamenteuze therapie of andere medische interventies ongedaan kan gemaakt worden. Hoorapparaten slagen er vooralsnog niet in het effect van dergelijke gehoorverliezen volledig te compenseren, deze toestellen moeten nog steeds onderdoen voor ons auditief systeem op het vlak van frequentie-selectiviteit, spraak-in-ruis herkenning en zo voort.

Tinnitus, gehoorverlies en een volheidsgevoel in de oren kan ook tijdelijk optreden na lawaai-blootstelling. Het beperkt herstellend vermogen van de cochlea betekent echter niet dat deze blootstelling geen sporen achterlaat; veelvuldige tijdelijke effecten vergroten het risico op permanente lawaai-blootstelling. Dit zorgt ervoor dat lawaai een sluipend risico is waarvan de effecten pas echt merkbaar worden als het te laat is, wat preventie er niet makkelijker op maakt.

Gehoortverlies ten gevolge van lawaai lijkt enigszins op leeftijdsgebonden gehoorschade; beide treden aan beide oren op in het slakkenhuis en treffen vooral de hogere frequenties belangrijk voor spraakverstaan. Er is echter een groot verschil in tijdsverloop: in tegenstelling tot leeftijdsgebonden gehoorverlies komt lawaaischade vooral voor tussen 18 en 30 jaar. Uiteraard rijst de vraag naar het gecombineerde effect van beide: telt het leeftijdsgerelateerd verlies zich gewoon op bij de eerder opgelopen lawaaischade of bereikt de gehoordrempel eerder een soort vooraf bepaalde grens ongeacht de oorzaak (lawaai of leeftijd). De vraag lijkt eenvoudig, maar het antwoord vergt uitgebreide epidemiologische studies en een doorgedreven inzicht in het precieze mechanisme van

beide processen. Voorlopig is hierover nog geen wetenschappelijke consensus, maar het lijkt in elk geval evident schade waar mogelijk te vermijden.

Wanneer we mogelijke gevolgen van geluid op het gehoor bekijken, blijken blootstellingsduur en intensiteit onlosmakelijk verbonden. Zeer luide geluiden zoals geweerschoten kunnen ondanks hun extreem korte duur aanzienlijke schade veroorzaken terwijl andere pas na langere continue blootstelling een zeker effect hebben. Omdat impulsloawaai en continu lawaai fundamenteel anders werken, worden zij hier apart behandeld.

a. IMPULSLAWAAI

Onder impulsloawaai vallen korte, zeer luide geluiden zoals geweerschoten. waarbij de zo goed als ogenblikkelijke toename van de geluidsdruk het risico op auditieve schade verhoogt. Zo kunnen door de hoge amplitude-pieken het midden- en binnenoor mechanische letsels zoals gescheurde bloedvaten of een gescheurd trommelvlies oplopen. Verder vermoedt men dat de geluidsdruk van een impuls te snel optreedt om mogelijk beschermende effecten zoals de olivocochleaire reflex tijdig op te wekken (zie Sectie 2.3.1).

Het gevaar van impulsloawaai schuilt niet alleen in de impulsen zelf, maar ook in de typisch relatief lange stiltes tussenin. Jagers zullen bijvoorbeeld meer tijd spenderen met het – in stilte – zoeken naar wild en slechts sporadisch een schot lossen. Hierdoor wordt het risico vaak onderschat en is men minder geneigd gehoorbeschermers te gebruiken aangezien die het grootste deel van de tijd overbodig lijken.

b. CONSTANT GELUID

Constant of steady-state lawaai is hier de zeer brede noemer voor alle niet-impulsloawaai en strekt zich uit van werkgerelateerde lawaai-blootstelling over luisteren naar muziek en alles daartussen. Reeds in de jaren 1960 en 1970 hebben onderzoekers gezocht naar de maximale geluidsintensiteiten die vanuit gehoorsperspectieven absoluut veilig zijn, waaraan men dus bij wijze van spreken onbepaald kan worden blootgesteld zonder schade op te lopen. Aangezien het auditief systeem frequentiespecifiek gevoelig is, moet het niet verwonderen dat dit absoluut veilig niveau afhangt van de frequentiesamenstelling van het aangeboden geluid. De gevoeligheid is het hoogst rond 4000 Hz met als grens 74 dB, voor breedbandruis is dit 78 dB(A) (Mills, 1982).

‘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.

Het idee van veilige drempelwaarden is overgenomen in diverse richtlijnen voor de preventie van lawaai-gerelateerde gehoorschade waar een veilige grens voor een volledige werkdag van 8 uur wordt voorgesteld. De Europese Unie stelt voor continue lawaai-blootstelling drie grenswaarden voorop. Vanaf 80 dB(A) L_{Aeq8h} , de zgn. laagste actiewaarde, moeten werkgevers het geluidsniveau op de werkvloer meten en waar mogelijk reduceren. Verder moeten zij gehoorbeschermers ter beschikking stellen en de werknemers informeren. Wordt de hoogste actiewaarde van 85 dB(A) bereikt, dan is het gebruik van gehoorbeschermers verplicht en moet dit duidelijk gesignaleerd worden op de werkvloer. Ten slotte mag het blootstellingsniveau – rekening

houdend met de demping van eventuele gehoorbescherming – nooit meer dan 87 dB(A) bedragen.

Het is onvermijdelijk dat bij het vastleggen van deze grenzen niet alleen auditieve, maar ook economische en praktische belangen spreken. In elk geval is het volstrekt onhaalbaar een voor eenieder absoluut veilige drempel op te leggen aangezien gevoeligheid voor lawaaischade verschilt van mens tot mens. De idee achter de wettelijke bepalingen is dan ook de bescherming van een zo groot mogelijk deel van de populatie, rekening houdend met andere belangen. Voor vrijetijdslawaai zijn deze grenzen voorlopig nog niet algemeen vastgesteld, maar dat wil niet zeggen dat geluiden met een aangenaam karakter niet schadelijk kunnen zijn.

Voor lawaaischade geldt dat blootstelling aan geluiden boven de absoluut veilige drempels niet per se schadelijk hoeft te zijn als de blootstellingstijd beperkt is. Er bestaan een aantal rekenmethodes om in functie van intensiteit en tijd de toegelaten dosis te berekenen (NIOSH, 1998). Voor de werkvloer wordt vaak de ‘3-dB regel’ gebruikt waar een toename van 3 dB de toegestane

blootstellingstijd halveert. Naast de 3-dB regel wordt op analoge wijze de 5-dB regel gehanteerd omdat omrekening met 3 dB te conservatief zou zijn voor intermitterend geluid. Nochtans is de wetenschappelijke basis voor de 5-dB aanpak uiterst beperkt en steunen veiligheidsorganisaties als NIOSH eerder de 3-dB benadering, met eventueel een hogere toegelaten blootstelling voor bepaalde gevallen van intermitterende lawaai-blootstelling (NIOSH, 1998).

De normwaarden die hierboven worden geciteerd, zijn gebaseerd op *continue* lawaai-blootstelling. Blootstelling aan fluctuerend of intermitterend lawaai blijkt minder schadelijk, waarschijnlijk omdat het auditief systeem tijdens de stillere periodes kan recupereren. De idee van mogelijke recuperatie is cruciaal bij de preventie van lawaaischade door vrijetijdslawaai. Hier is het immers zo dat de blootstelling niet netjes beperkt blijft tot een werkdag van 8 uur, maar mensen op een vrije dag makkelijk uren naar muziek kunnen luisteren, dan naar de sporthal gaan, vervolgens naar de discotheek en tot besluit hun MP3-speler even opzetten. Het risico ligt hier dus niet alleen in de geluidsintensiteit bij al deze activiteiten, maar ook in het gebrek aan recuperatie-tijd tussenin.

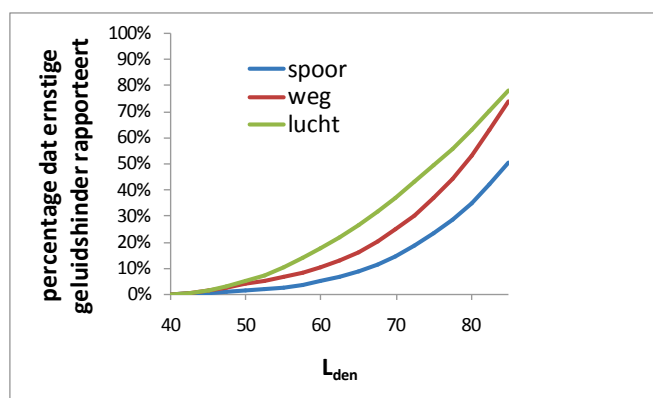
3.1.2. GELUIDSHINDER

Geluidshinder is het meest voorkomende, en bijgevolg ook het best onderzochte effect van een (langdurige) blootstelling aan omgevingsgeluid. Hinder ontstaat wanneer geluid wordt beschouwd als intrusief in de persoonlijke leefomgeving, en is sterk gerelateerd aan de mate waarin geluid interfereert met dagelijkse activiteiten (Hall et al., 1985). Onderzoek wijst bv. uit dat activiteiten waarbij mondelinge communicatie een belangrijke rol speelt (conversaties, televisie kijken of naar de radio luisteren), het sterkst worden verstoord door lawaai van vliegtuigen, in vergelijking met lawaai van weg- of treinverkeer (Stansfeld & Matheson, 2003). Of het geluid van een bepaalde bron al dan niet als storend wordt ervaren, is daarnaast sterk persoonsgebonden. Wanneer een

‘Gezondheidseffecten zijn meer of minder bewezen naargelang de bestudeerde bron: voor vliegtuiglawaai liggen de hardste bewijzen op tafel, gevolgd door wegverkeer en spoorverkeer.’
Prof. Peter Lercher

voldoende grote populatie wordt beschouwd, is het echter wel mogelijk een bloot-stellings-effect relatie op te stellen, waarbij de kans op ernstige hinder, binnen een gegeven betrouwbaarheids-interval, kan worden bepaald in functie van een of meerdere eigenschappen van het geluid. Voor heel wat omgevings-geluidsbronnen (o.a. wegverkeer, treinverkeer, luchtverkeer, industriële installaties en windturbines) zijn dergelijke relaties voorhanden, meestal in functie van energie-equivalente geluidsniveaus zoals L_{Aeq} , L_{den} of L_{night} , en gebaseerd op meta-analyse van grootschalige vragenlijstonderzoeken (zie

bijvoorbeeld Schultz, 1978; Miedema & Vos, 1998; Pedersen, 2004; Miedema & Vos, 2004). De goed onderzochte en gedocumenteerde relatie tussen geluidsblootstelling en hinder leidde ertoe dat in de Europese richtlijn inzake de beheersing van omgevingslawaai (Europese Commissie, 2002) de voorspelde geluidshinder werd voorgesteld als maat voor het evalueren van de impact van de blootstelling aan omgevingsgeluid.



FIGUUR 14 BLOOTSTELLING EFFECT RELATIE VOOR PERCENTAGE VAN DE BEVOLKING DAT ERNSTIGE GELUIDSHINDER RAPPOORTEERT IN VRAGENLIJSTONDERZOEK IN FUNCTIE VAN L_{den} AAN DE MEEST BELASTE GEVEL VAN DE WONING (MIEDEMA EN Vos, 2004).

Alhoewel het gebruik van blootstelling-effect relaties voor geluidshinder veroorzaakt door verschillende bronnen algemeen aanvaard is, dient te worden vermeld dat deze slechts een beperkte hoeveelheid van de variantie in hinderdata kunnen verklaren, omdat ze vaak enkel gebaseerd zijn op A-gewogen gemiddelde geluidsniveaus. Het optreden van geluidshinder wordt

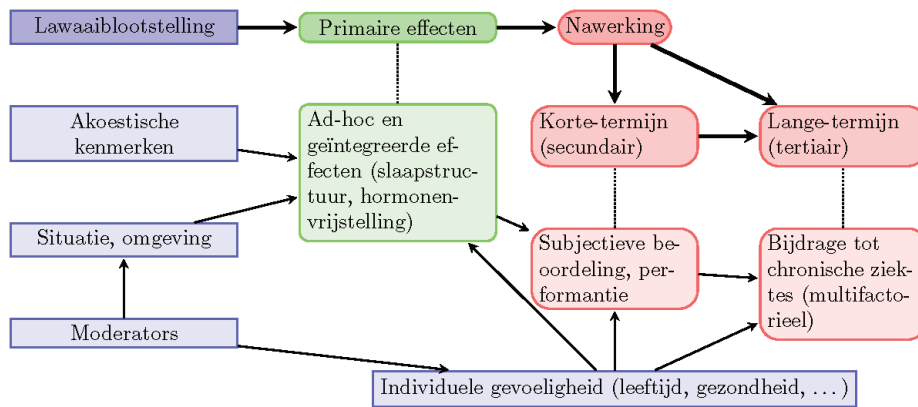
sterk beïnvloed door heel wat akoestische, contextuele en persoonsgebonden factoren, zoals reeds vermeld. Het is mogelijk om de bestaande blootstellings-effect relaties voor deze modererende factoren te corrigeren, en voor een aantal belangrijke factoren werd dit reeds uitvoerig onderzocht. We vermelden hierbij de invloed van gevoeligheid voor geluid en de invloed van demografische factoren (Miedema & Vos, 1999), het feit of er een stille zijde aanwezig is aan de woning (Öhrström et al., 2006), de aanwezigheid van (relatief rustige) groene ruimte in de nabijheid van de woning (Gidlöf-Gunnarsson & Öhrström, 2007). In verband hiermee dient eveneens te worden opgemerkt dat blootstellings-effect relaties enkel een statistische voorspelling geven van de te verwachten geluidshinder, en ze abstractie maken van de specifieke situatie waarin deze relaties worden toegepast. Het kiezen van gepaste, algemene drempelwaarden is bijgevolg niet eenvoudig. De hinder die gepercipieerd wordt op lokaal niveau, rond een eventueel beperkte bron, kan niet steeds ingeschat worden aan de hand van drempelwaarden.

3.1.3. SLAAP EN SLAAPVERSTORING

Een goede nachtrust is essentieel voor het algemeen welbevinden en onder meer (een overdaad aan) lawaai heeft hierop een nefaste invloed (Passchier-Vermeer & Passchier, 2000). Zeer algemeen valt een slaapcyclus uiteen in enerzijds REM (rapid eye movement) periodes en anderzijds non-REM fases met diepe slaap. In het begin van de slaapcyclus is de diepe slaap meer prominent, later en rond het ontwaken overheersen de REM periodes. De verschillende fases worden gekenmerkt door meetbare veranderingen in hersenactiviteit, hartritme, concentratie van bepaalde hormonen en zo voort, deze effecten zouden op hun beurt dan weer verband houden 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 wakker worden en verminderde slaapduur gelden als een maat voor nachtelijke hinder (van Kamp, 2010), maar lawaai kan ook meer subtiele fysiologische veranderingen induceren die niet bewust worden waargenomen, tot op het niveau van nano-effecten die onder meer zichtbaar worden in merkbare veranderingen in het hartritme (Muzet, 2007; Pirrera et al., 2010; Basner et al., 2011). Belangrijk is dat zelfs deze 'nano-reacties' op langere termijn gelinkt kunnen worden aan gezondheidseffecten. Bovendien nemen deze reacties niet af naarmate een persoon subjectief gewend raakt aan het nachtelijk omgevingslawaai (Passchier-Vermeer & Passchier, 2000), de fysiologische effecten blijven meetbaar al rapporteert men minder slaapverstoring. Het mechanisme van slaapverstoring door lawaai is voorgesteld in Figuur 15.

Op korte termijn blijkt slaapverstoring door geluid samen te gaan met verhoogde slaperigheid, verminderde cognitieve performantie (Schapkin et al., 2006) en verandering in gemoedstoestand (Stansfeld & Matheson, 2003). Men vermoedt eveneens dat geheugentaken tot een minder goed einde worden gebracht wanneer men in een lawaai-rijke omgeving slaapt, maar dit effect is wetenschappelijk nog niet volledig hard gemaakt. Op langere termijn wordt verkeerslawaai geassocieerd met een verhoogd risico op cardiovasculaire aandoeningen (Passchier-Vermeer & Passchier, 2000), chronische problemen als depressie (Passchier-Vermeer & Passchier, 2000), type 2 diabetes (Donga et al., 2010), verhoogd medicatiegebruik (van Kamp, 2010) en versnelde veroudering, al is er hierover nog geen volledige wetenschappelijke consensus en spelen uiteraard ook verhoogde individuele gevoeligheid en gecombineerde blootstelling aan meerdere stressoren een rol. Of gewenning aan omgevingslawaai het risico op lange-termijn effecten kan verminderen, is voorlopig onduidelijk, voor cardiovasculaire aandoeningen die hieronder aan bod komen, wordt eerder het tegendeel gesuggereerd (Öhrström, 1989; Carter, 1996; Stansfeld & Matheson, 2003; Basner et al., 2011).



Reproductie van voorstelling door Prof. dr. Barbara Griefahn.

FIGUUR 15 LAWAAIGERELATEERDE SLAAPVERSTORING.

3.1.4. CARDIOVASCULAIRE EFFECTEN

Op basis van de algemene stress theorie stelt men dat geluidsblootstelling het autonome zenuwstelsel en endocriene systeem beïnvloedt (de Kluizenaar, 2007), wat op lange termijn de fysiologie van het lichaam kan ontregelen waardoor het risico op chronische aandoeningen als atherosclerose (ader-verkalking in de volksmond), verhoogde bloeddruk en ischemisch hartfalen (verminderde bloedtoevoer naar het hart) stijgt (Babisch, 2011).

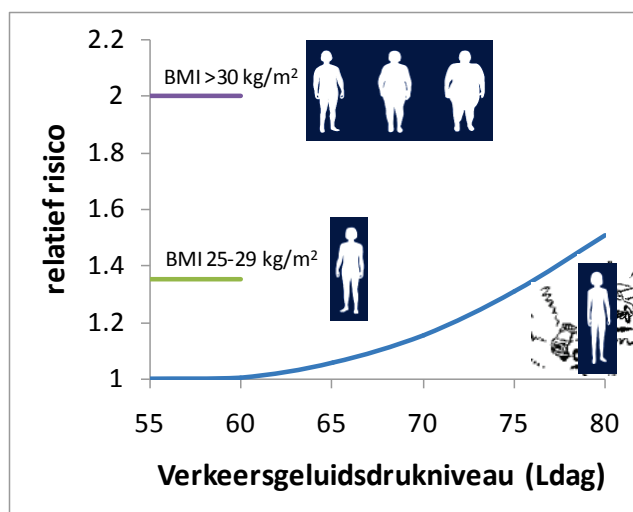
‘Bij lawaai blootstelling is niet alleen het niveau, maar ook de verstoorde activiteit van belang. Zo kan 80 dB(A) tijdens het werk op termijn minder gevolgen hebben dan 40 dB(A) ‘s nachts’.
Dr. Wolfgang Babisch.

Momenteel is de vraag niet langer *of* lawaai blootstelling cardiovasculaire gevolgen kan hebben, maar wel *in welke mate*. Uiteraard spelen individuele factoren als levensstijl en erfelijke aanleg een belangrijke rol, net als het soort activiteiten dat verstoord wordt. Zo kan 80 dB(A) op de werkvloer minder risico inhouden voor hart- en vaatziekten dan 60 dB(A) wanneer men ‘s avonds wil ontspannen of 40 dB(A) tijdens de nacht. Uit epidemiologisch onderzoek zijn blootstellings-effect relaties afgeleid, maar er bestaat nog steeds een vrij grote onzekerheid op deze relaties onder meer omdat blootstelling aan geluid vaak samen voorkomt met luchtverontreiniging (Babisch, 2011). Figuur 16 geeft de meest waarschijnlijke trend van het relatief risico op ischemische hartziekte in functie van de geluidsbelasting van de gevel van de woning en vergelijkt deze met het relatief risico ten gevolge van zwaar-lijvigheid.

‘Het toenemend aantal hogesnelheidstreinen en nachtelijke goederentreinen vraagt om meer aandacht voor de gevolgen van treinlawaai op slaapverstoring en cardiovasculaire gezondheid.’
Wolfgang Babisch.

Op korte termijn tonen laboratoriumstudies dat blootstelling aan lawaai niet-specifieke fysiologische reacties kan uitlokken op het vlak van hartritme, bloeddruk en zo voort. Dit effect wordt des te sterker wanneer het achtergrondlawaai interfereert met de activiteiten van de proefpersoon, zoals leren.

Deze autonome responsen vragen geen bewuste waarneming, ook ‘s nachts reageert het lichaam op plotse geluiden. Bovendien blijken nachtelijke responsen ook de bloeddruk overdag te verhogen. Dierproeven suggereren dat chronische lawaai blootstelling op langere termijn effectief het risico op cardiovasculaire mortaliteit verhoogt. Analoog blijken werknemers in zeer lawaai-rijke omgevingen een verhoogd risico op verhoogde bloeddruk en myocard infarcten te hebben (Babisch, 2011).



FIGUUR 16 RELATIEF RISICO OP ISCHEMISCHE HARTZIEKTE TEN GEVOLGE VAN VERKEERSGELUID, GECONTRASTEERD MET HET RELATIEF RISICO DOOR ZWAARLIJVGHEID.

Ten slotte stelt men vast dat de meeste studies vliegtuig- en wegverkeer associëren met cardiovasculaire effecten, terwijl de invloed van treinlawaai veel minder bestudeerd is (Babisch, 2011). De belangrijkste reden hiervoor is dat veel minder mensen blootgesteld zijn aan geluid van spoorwegen. Hierbij mag men echter niet vergeten dat steeds meer goederentreinen 's nachts rijden en dat ook het aandeel hogesnelheidstreinen stijgt, waardoor het effect van treinlawaai beter bekeken moet worden.

3.1.5. COGNITIEVE EFFECTEN

Er is een grote hoeveelheid aan wetenschappelijke literatuur die wijst op de negatieve effecten van blootstelling aan geluid op de prestatie op (cognitieve) taken en op leervermogen, en op de keuze van strategie voor het uitvoeren van taken (Stansfeld & Matheson, 2003). Laboratoriumstudies wijzen vooral op de invloed van (irrelevante) spraak bij het uitvoeren van cognitieve taken zoals lezen en memoriseren en dit onafhankelijk van het geluidsniveau of de informatie aanwezig in de spraak (Loeb, 1986). Acute negatieve effecten worden reeds waargenomen bij relatief lage geluidsniveaus.

Een belangrijke factor bij cognitieve effecten is de voorspelbaarheid van en de gepercipieerde controle over het geluid. Daarnaast wijzen studies op een verminderd hulpgedrag, een verhoogde agressie en een verminderd vermogen voor het verwerken van sociale non-verbale communicatie, als gevolg van blootstelling aan lawaai (Jones et al., 1981). Prestaties op monotone, motorische taken worden anderzijds minder beïnvloed door geluid, en kunnen in sommige gevallen zelfs verbeteren (Passchier-Vermeer & Passchier, 2000). Epidemiologische studies rond de cognitieve effecten van blootstelling aan lawaai werden vooral uitgevoerd bij (lagere) schoolkinderen. Effecten op (begrijpend) lezen, aandacht, het oplossen van problemen en geheugen werden reeds uitvoerig beschreven; blootstelling aan vliegtuiglawaai heeft hierbij de grootste invloed (van Kamp, 2010). Recent werd in de RANCH studie een lineaire blootstellings-effect relatie aangetoond tussen L_{Aeq} en prestaties op testen voor begrijpend lezen (Clark et al., 2006).

3.2. ONDERLIGGENDE MECHANISMEN EN HUN GEVOLGEN

3.2.1. OVERMATIGE BLOOTSTELLING AAN GELUID, EEN SLUIPEND RISICO!

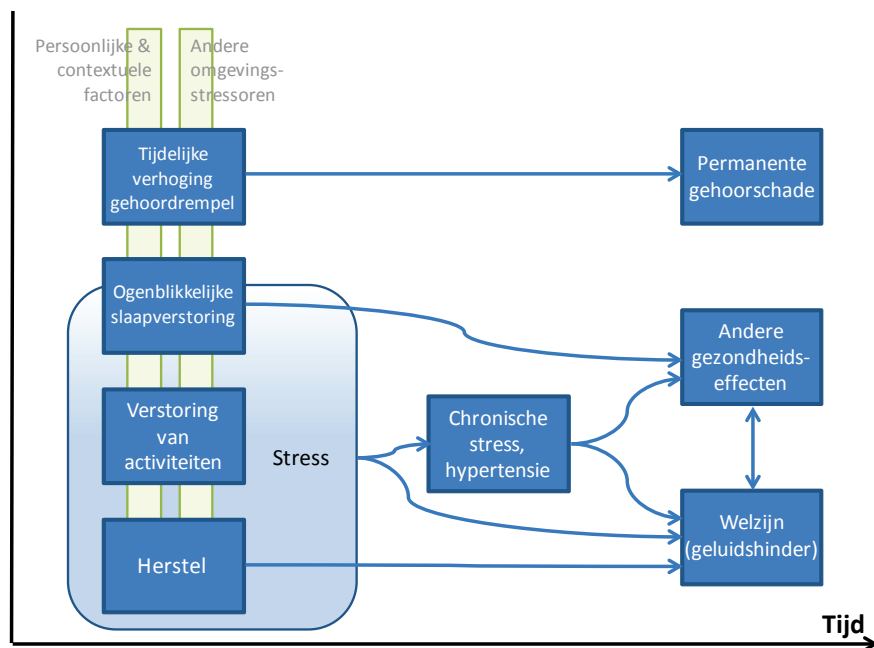
‘De gevolgen van lawaai-blootstelling lijken sterker wanneer men zowel op de werkvloer als thuis aan een aanzienlijke hoeveelheid (omgevings)lawaai wordt blootgesteld.’
Dr. Wolfgang Babisch.

Geluid vervult verschillende belangrijke functies in levende wezens. Het waarschuwt voor gevaar, laat toe 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 de waarschuwingsfunctie reageert het lichaam heel snel op geluiden door onder andere de bloeddruk te laten stijgen of het hartritme te verhogen, ook tijdens de nacht (zie sectie 2.3). Geluiden kunnen ook de aandacht trekken. Een gewenst of geapprecieerd geluid dat de aandacht trekt zal

bijdragen tot een gevoel van welbehagen. Is dit geluid echter ongewenst of te luid, dan kan dit ook activiteiten verstoren en aanleiding geven tot ogenblikkelijke hinder (zie sectie 2.2). Hinder kan stress-verhogend werken. Al deze ogenblikkelijke effecten zijn een-voudig vast te stellen in wetenschappelijke experimenten. Met uitzondering van zeer hoge geluidspieken die tot acuut oortrauma kunnen leiden zijn deze ogenblikkelijke effecten echter weinig schadelijk voor het organisme.

Op termijn van jaren kunnen ogenblikkelijke effecten echter permanente gevolgen hebben (Figuur 17) zoals gehoorverlies, verlies aan levenskwaliteit en gezondheidseffecten met een verlies aan gezonde levensjaren voor gevolg (WHO, 2011). Doordat deze langetermijneffecten zo gelijkmatig binnensluipen wordt het “gevaar” van blootstelling aan geluid door de meeste mensen niet onderkend.

Overmatige blootstelling aan geluid en het ontbreken van zogenaamde herstelperiodes treden 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 contextfactoren zoals een drukke levensstijl of erfelijke aanleg beïnvloeden ogenblikkelijke en langetermijneffecten.



FIGUUR 17: RELATIE TUSSEN OGENBLIKKELIJKE EN LANGETERMIJN EFFECTEN VAN GELUID OP DE MENS

3.2.2. EEN PASSEND GELUID VOOR ELK MOMENT

Effecten van lawaai hangen niet alleen af van akoestische parameters, maar ook van het moment waarop men aan bepaalde geluiden wordt blootgesteld. Vooral wanneer men wil uitrusten, kunnen stoorgeluiden een bijzonder grote impact hebben.

Nachtelijke geluiden zijn dan ook een belangrijk aandachtspunt bij de studie van algemeen welbevinden en gezondheid: veel burgers beschouwen ongestoorde nachtrust als een primaire, essentiële basisbehoefte (Hume, 2011). Aangezien omgevingslawaai vooral veroorzaakt wordt door menselijke activiteit, zou men kunnen veronderstellen dat nachtelijke geluidsniveaus per definitie laag zijn, maar vooral voor transportlawaai is een tegengestelde evolutie zichtbaar. Het stijgende aantal auto's verschuift verkeerslawaai naar voorheen rustigere uren, wat onder meer belangrijk is voor kinderen die sowieso slapen op momenten met hogere activiteit. Voor spoorverkeer is de algemene trend een stijging van het aantal hogesnelheidstreinen en van het nachtelijk goederenverkeer. Wat betreft vliegverkeer lijkt het bannen van nachtvluchten voor een aanzienlijk aantal luchthavens een goede zaak, al kan dit nefast zijn voor de omwonenden van die luchthavens waar het nachtelijk vliegverbod niet geldt. Wat betreft industrielawaai ten slotte, laat de toenemende automatisering toe dat 's nachts meer lawaai wordt geproduceerd zonder al te veel menselijke interventie; een gerelateerd voorbeeld is het lawaai geproduceerd door windturbines. Alhoewel verder onderzoek naar de precieze relatie tussen slaapverstoring en lawaai veroorzaakt

door windturbines noodzakelijk is, is het duidelijk dat deze installaties voor ernstige slaapverstoring kunnen zorgen (Pedersen, 2009).

Het effect van transportlawaai op slaapverstoring hangt af van de bron. Wegverkeersgeluid geeft aanleiding tot de sterkste veranderingen in slaappatroon en continuïteit, terwijl spoor- en luchtverkeersgeluid aanleiding geven tot de hoogste subjectieve slaapverstoring (Basner et al., 2011). Dit houdt verband met welbepaalde akoestische eigenschappen: de snelle toename van het geluidsdrukkniveau (zoals bijvoorbeeld bij hogesnelheidstreinen en vliegtuigen) is samen met eerder hoogfrequente spectrale samenstelling meer gelinkt aan bewuste, corticale gevolgen, terwijl de passage van individuele auto's meestal te kort is om mensen echt wakker te maken.

Voorgaand onderscheid maakt het moeilijk om een welbepaalde geluidsindicator voor nachtelijk geluid voorop te stellen. Subjectief gerapporteerde slaapverstoring blijkt goed te correleren met A-gewogen niveaus tijdens de nacht (Passchier-Vermeer & Passchier, 2005; van Kempen et al., 2005), maar ontwaken en cardiovasculaire reacties houden meer verband met piekniveaus en het aantal geluidsgebeurtenissen.

Het is evident om bij slaapverstoring de focus te leggen op nachtelijke blootstelling, maar een aantal studies tonen aan dat blootstelling overdag eveneens een invloed kan hebben (Hume, 2011). Analog zijn cardiovasculaire effecten sterk gelinkt met een verstoorde nachtrust, maar blootstelling aan hoge geluidsniveaus overdag (bijvoorbeeld op de werkplek) verhogen eveneens het risico op dergelijke aandoeningen.

3.2.3. GELUID IS MEER DAN EEN GEMIDDELDE DOSIS

Geïnspireerd door het belang van de totale dosis bij blootstelling aan toxische stoffen, luchtverontreiniging, enz. is men soms geneigd om de ongewenste effecten van geluid op de mens te begroten op basis van energetisch gemiddeld geluidsdrukkniveau, L_{Aeq} . Nochtans ligt de situatie voor geluid ietwat anders. Omwille van het sterkere of mindere belang van sommige geluiden voor het voortbestaan van het organisme is de biologische respons afhankelijk geworden van het gedetailleerde frequentie- en tijdsverloop van het geluidssignaal. Men spreekt in die context van de "saliency" van het geluid als een maat voor hoe sterk een geluid uitspringt boven de achtergrond, in die zin dat het de aandacht zou trekken (De Coensel, 2010c). Emotionele en cognitieve respons spelen een rol bij het ontstaan van stress en langetermijneffecten op de gezondheid. De betekenis die door een persoon binnen een culturele context gehecht wordt aan een geluid speelt hierbij een belangrijke rol. We gaan hieronder meer in detail in op deze belangrijke factoren en tonen vervolgens aan hoe dit aanleiding geeft tot verschillen in vastgestelde effecten naargelang de bron van het geluid.

a. DETECTEERBAARHEID

Zoals eerder gezegd vangen wij niet enkel passief de akoestische signalen uit onze omgeving op, maar analyseren we actief wat daarvan voor ons betekenisvol kan zijn. (zie Sectie 2.3.1) De mens wordt namelijk voortdurend blootgesteld aan een overvloed aan stimuli (visueel, auditief,...). Ons neurologisch systeem is niet in staat om die overvloed aan informatie op een gelijkwaardige manier te verwerken, en dient daarom een selectie te maken van de meest relevante stimuli (Knudsen, 2007). Wat betreft het auditief systeem wordt onze aandacht onder meer getrokken door geluiden:

- die sterk veranderen in de tijd, bijvoorbeeld snel luider worden of kort pieken;
- met een periodiek patroon, zoals de beat in muziek;
- die een aantal zuivere tonen bevatten;
- ...

De neurologische paden in het menselijk auditief systeem zijn sterk afgestemd op het detecteren van dergelijke patronen. Deze fijne afstemming is nuttig om bijvoorbeeld spraak te detecteren in een achtergrond van omgevingsgeluid (zie bv. Kalinli & Narayanan, 2007), maar wordt lastig wanneer precies ongewenste geluiden een dergelijk karakter hebben. De meest recente computermodellen voor het simuleren van aandachtsmechanismen (zowel visueel als auditief) zijn gebaseerd op een biologisch plausible implementatie van dit "saliency" mechanisme (zie bv. Kayser *et al.*, 2005). Dit principe kan ook worden aangewend voor het bepalen of een geluid, in de context van andere omgevingsgeluiden en de geluiden die door de persoon zelf gegenereerd

worden, de aandacht zal trekken (De Coensel & Botteldooren, 2010c). Dit betekent echter niet noodzakelijk dat men door dit geluid gehinderd zal worden of erop zal focuseren.

b. BETEKENIS

Binnen een bepaalde context (omgeving, activiteit, cultuur) krijgen geluiden een betekenis. Ze worden meestal geassocieerd aan een bron en aan de betekenis van die bron voor de persoon zelf en de samenleving als geheel. Belangrijke aspecten daarbij zijn:

- de relatie tot de veroorzaker van het geluid, wanneer het gaat om burengeluid of industriegeluid, waarbij de veroorzaker duidelijk aan te wijzen is;
- de mate waarin de luisteraar denkt dat het geluid te vermijden is, bijvoorbeeld door het plaatsen van geluidsschermen langs snelwegen (Hatfield *et al.*, 2001);
- de attitude ten opzichte van de bron, m.a.w. de mate waarin de luisteraar de oorzaak van het geluid belangrijk vindt in zijn eigen leven of voor de maatschappij als geheel (Fields, 1993); een voorbeeld is het mogelijke “groene” imago van de geluidsbron, bv. bij spoorverkeer;
- de mate waarin het geluid past in de socio-culturele context, bijvoorbeeld kerkklokken of paardenhoeven op de straatstenen (Kuwano *et al.*, 1997).

Elk van deze aspecten speelt een belangrijke rol in het effect dat een geluid heeft op een individu, vooral wat betreft het veroorzaken van geluidshinder. Omwille van het belang van de informatie die geluiden met zich meedragen, kunnen de effecten van omgevingsgeluid niet op een zuiver akoestische manier worden benaderd.

c. INDUSTRIEGELUID

Het begrip industriegeluid omvat geluiden afkomstig van een brede waaier van bronnen: ventilatoren, (elektrische) motoren en transformatoren, pompen en compressoren, tandwiel-kasten en kogellagersystemen, vrachtwagens (laden en lossen), heipaal machines etc. Het belang-rijkste effect van industriegeluid voor de bevolking is de hinder die het veroorzaakt bij omwonenden. Industriegeluid wordt overwegend als sterk negatief ervaren; met als uitzondering de situatie waarbij er een directe financiële link is tussen de bron en de waarnemer, bv. voor werknemers die in de buurt wonen.

De diversiteit in industriële geluidsbronnen heeft een grote diversiteit in geluidspatronen tot gevolg. Geluiden met een sterk uitspringend karakter (zie paragraaf 3.2.3a) geven het vaakst aanleiding tot geluidshinder. In hinderstudies en milieueffect rapportering wordt daarom impulsief geluid, of geluid waarin een tonale component aanwezig is, soms afzonderlijk behandeld.

d. VERKEERSGELUID

Omwille van de verschillende spectrale samenstelling, tijdsstructuur en betekenis geassocieerd aan de bron, wordt er een onderscheid gemaakt tussen wegverkeer, treinverkeer en luchtverkeer bij studies rond hinder en gezondheidseffecten van verkeersgeluid. Een bekend voorbeeld is de “railway bonus”: uit onderzoek blijkt onder meer dat het geluid van spoorwegverkeer minder hinder veroorzaakt dan het geluid van wegverkeer, bij een zelfde L_{den} (Miedema, 1998). Dit verschil in hinder leidde tot een soepelere wetgeving voor spoorweggeluid in een aantal landen. Temporele en spatiale verschillen in het geluid veroorzaakt door beide bronnen, en de efficiëntie van woningisolatie voor beide bronnen spelen een belangrijke rol in de verklaring van dit fenomeen (zie bijvoorbeeld De Coensel *et al.*, 2009). Daarnaast draagt ook het “groene imago” van de trein bij tot een grotere mate van aanvaarding van de bron.

Er dient te worden opgemerkt dat de courante relaties tussen L_{den} en hinder of gezondheidseffecten voor specifieke bronnen werden afgeleid uit meta-analyses van een groot aantal studies, en dat zij bijgevolg geldig zijn voor de “gemiddelde” situatie. In specifieke gevallen gaan deze echter niet meer op. Zo zal bv. de relatie tussen geluidsniveaus en geluidshinder t.g.v. treinverkeer anders verlopen afhankelijk van de afstand tot het spoor (Morihara *et al.*, 2004). Een ander voorbeeld is dat wat betreft hinder door luchtverkeer vooral de luidste pieken van belang zijn; stillere pieken worden niet steeds gedetecteerd door de mens.

e. WINDTURBINES

Bij de inplanting van windturbines heeft men vastgesteld dat dergelijke installaties bijzonder storend kunnen zijn en als meer hinderlijk worden ervaren dan wegverkeer met een vergelijkbaar geluidsniveau (Pedersen, 2009). Een eerste verklarende factor is hun sterk visuele impact op het landschap. Mensen combineren immers de input van verschillende zintuigen tot een multimodale waarneming en dus zullen bronnen die visueel de aandacht trekken auditief scherper in de gaten worden gehouden (Pedersen, 2008). Verder kan het periodiek karakter van het windturbine-geluid sterk de aandacht trekken (zie paragraaf 2.2.3.a); of dit periodiek karakter wordt vastgesteld, hangt bovendien sterk af van de positie van de luisteraar ten opzichte van de installatie en de meteorologische omstandigheden.

Doordat windturbines zowel visueel als akoestisch de aandacht trekken, worden ze minder dan initieel gedacht gemaskeerd door naburig wegverkeer. Bovendien hebben verkeers- en windturbine geluid een andere frequentie-samenstelling, kennen zij een ander tijdsverloop en propageren ze anders doorheen de ruimte. Ook natuurlijke geluiden kunnen de installaties moeilijk volledig maskeren, maar het planten van hoge wintergroene bomen 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 (Pedersen, 2009).

f. GELUID DOOR MENSEN

De context en de betekenis geassocieerd aan het geluid speelt hier een belangrijke rol, omdat dit type van geluid vaak een hoge informatie-inhoud heeft. De term “geluid door mensen” in de woonomgeving kan vrij ruim worden geïnterpreteerd, en omvat naast spraak ook mechanische en natuurlijke geluiden, zoals bv. het geluid van voetstappen, of het snateren van de ganzen van de burens. Burengeluid (afkomstig vanuit aanpalende woningen, de trappengang in appartementsen, spelende kinderen etc.) vormt, na verkeersgeluid, de belangrijkste bron van geluidshinder in de woonomgeving. Blootstelling aan overmatig burengeluid gaat gepaard met een verhoogd gezondheidsrisico (cardiovasculaire effecten, ademhalingsproblemen bij kinderen, migraine), alhoewel dit effect vermindert met de leeftijd (Maschke & Niemann, 2007). Dit gezondheidsrisico wordt niet zozeer verklaard door de geluidsterkte van het burengeluid, maar vooral door de eventuele emotionele reacties die het kan teweeg brengen, en de stress die dit veroorzaakt op langere termijn.

Omwille van de informatie-inhoud trekt geluid veroorzaakt door menselijke activiteit in de woonomgeving op een natuurlijke manier de aandacht, zelfs wanneer het geluidsniveau relatief laag is. Belangrijke factoren voor het ontstaan van hinder zijn hierbij de geluidsgevoeligheid van de luisteraar, de eventuele afwezigheid van een goede communicatie met de veroorzakers (burens) of van manieren om het hoofd te bieden aan het lawaai, en de persoonlijke relatie tot de geluidsbron. Dit laatste kan leiden tot polarisatie; een actueel voorbeeld hiervan is de houding t.o.v. de inplanting van speelpleinen en crèches in woongebieden (Gowen, 2008). Een voor de hand liggende maatregel voor het verminderen van de impact van burengeluid vormt het afdwingen van een goede akoestische isolatie bij nieuwbouw (Rasmussen, 2010), maar omwille van het vermelde probleem van aandachtsfocusering, dient het potentieel van isolatie niet te worden overschat. Alhoewel geluid veroorzaakt door menselijke activiteit in de woonomgeving doorgaans als negatief wordt ervaren, is de ervaring ervan in (stedelijke) open ruimtes en parken doorgaans neutraal tot eerder positief (Dubois *et al.*, 2006).

g. HUISHOUDELIJKE TOESTELLEN EN INSTALLATIES

Naast apparaten *in* de woonruimte (hifi, home cinema, afwasmachine, wasmachine,...) maken ventilatie- en airco-systemen steeds meer deel uit van binnenhuistoestellen. Het geluid dat deze toestellen produceren vereist bijkomende akoestische isolatiemaatregelen tussen de installatie- en wooncompartimenten binnen gebouwen, en dit vooral bij lage frequenties (beneden 200 Hz). Het toegenomen belang van lage frequenties in het spectrum in de dagelijkse woonomgeving wordt nog versterkt door in combinatie met nieuwe bouwtechnieken die gebruik maken van lichtgewichtconstructies, met een typisch mindere isolatieperformantie bij lage frequenties.

Zowel wetenschappelijke instellingen als de bouwtechnologiesector leveren inspanningen om de toegenomen aanwezigheid van laagfrequente geluidsbronnen te counteren. Dit kan rechtstreeks,

door aanpassingen van de bouwtechniek (vibratie-isolerende technieken voor machines en buizen), maar ook onrechtstreeks, door aanpassing van de internationale normen voor de geluidsisolerende kwaliteit van wanden tussen ruimtes (ISO 717-reeks: "Rating of sound insulation in buildings and of building elements") . Zowel op nationaal als Europees niveau (FP7 en COST projecten) wordt er gewerkt aan het vastleggen van een verhoging van het gewicht van isolatie bij lage frequenties (lager dan het 100Hz-5000Hz bereik dat tot hiertoe in rekening werd gebracht) in de berekening van de isolatieperformantie van wanden. Een complicatie is dat de bepaling van geluidsisolatiekwaliteit bij lage frequenties nogal wat meettechnische onzekerheid met zich meebrengt. Daarom wordt er tegelijk ook gewerkt aan een herziening van de norm ISO 140 "Measuring of sound insulation in buildings and building elements" die de meetmethode van de akoestische isolatie van wanden vastlegt.

h. MUZIEK

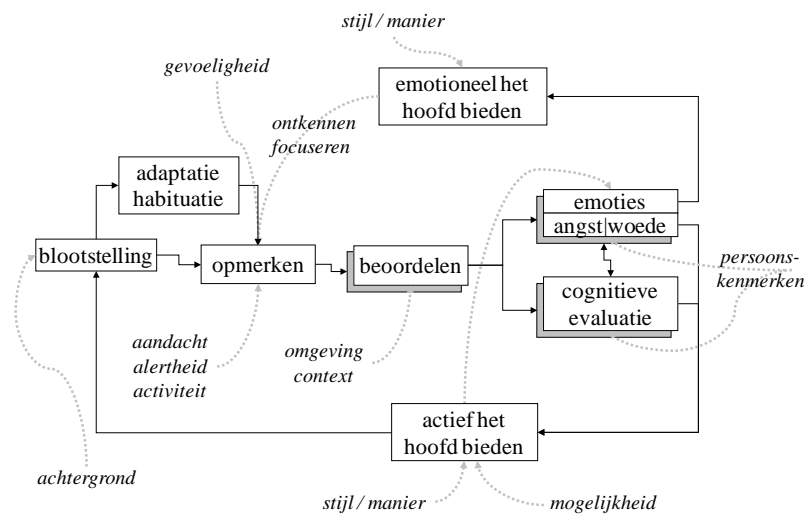
Net zoals spraak bevat muziek een hoge informatie-inhoud, zal het snel de aandacht trekken, en is het een middel bij uitstek voor het overbrengen van emoties. Dezelfde bemerkingen als bij de voorgaande paragraaf, i.v.m. het voorkomen in de woonomgeving, zijn bijgevolg ook hier van toepassing. Daarnaast heeft de personaliteit van de luisteraar, en de daaraan gekoppelde voorkeur voor bepaalde genres (Rentfrow & Gosling, 2003), een grote invloed op het effect dat muziek teweeg kan brengen. Een voorbeeld is het verschil in de invloed van muziek bij het uitvoeren van complexe cognitieve taken tussen introverte en extraverte personen (Furnham & Strbac, 2002). De mogelijkheid van elektrische versterking van muziek vormt een bijkomende factor, waardoor de reikwijdte en impact van muziek binnen de woonomgeving veel groter kan zijn, in vergelijking met andere geluiden veroorzaakt door mensen. Aangezien de geluids-propagatie van lage frequenties algemeen gezien verder rijkt dan voor hoge frequenties, zal muziek met een hoge mate aan basgeluid (bijvoorbeeld. muziek afkomstig van rockfestivals) een grotere impact hebben op de omgeving.

3.2.4. GEWENNING EN OMGAAN MET LAWAAI

Bij het auditief systeem – zoals bij andere zintuigen – treedt op korte termijn zintuiglijke gewenning of adaptatie op wanneer een stimulus lange tijd continu wordt aangehouden waardoor de signalen niet langer bewust worden waargenomen. Zo let men in principe op kantoor niet op de zoemende computers, hoewel het geluid wel degelijk aanwezig is. Geluiden met uitgesproken tonale componenten en variaties in sterkte en toonhoogte daarentegen trekken telkens opnieuw de aandacht en kunnen daardoor minder gemakkelijk naar de achtergrond verdrongen worden. Geluiden met een hoge informatie-inhoud zoals spraak of muziek kunnen nog moeilijk genegeerd worden eens ze gehoord worden (Hirsh & Watson, 1996).

Zelfs indien er zintuiglijke gewenning of adaptatie optreedt dan betekent dit nog niet dat het geluid geen invloed meer kan hebben op het organisme. Ook onderdrukken van een zintuiglijke waarneming belast het organisme.

De wijze waarop mensen omgaan met langetermijn blootstelling aan ongewenst omgevingsgeluid zijn nog ingewikkelder (Figuur 18, De Muer *et al.*, 2005). Een waargenomen omgevingsgeluid wordt van betekenis voorzien en geapprecieerd. Dit geeft dan aanleiding tot emotionele en cognitieve reacties. De intensiteit van deze reacties hangt af van persoonlijkheidskenmerken. Mensen ondergaan het ongewenst omgevingsgeluid niet lijdzaam, maar kiezen – vaak onbewust – voor een manier van omgaan met deze stressor: emotioneel kan het geluid ontkend worden of men kan er juist op gaan fixeren; actief kan men afhankelijk van de mogelijkheden acties gaan ondernemen die gaan van simpelweg het sluiten van ramen, tot het plaatsen van geluids-isolerende beglazing of het opstarten van een juridische procedure. Indien deze acties niet afdoende zijn, dan kan de (emotionele) reactie gaan toenemen. Deze mechanismes tonen het belang van controle en machteloosheid in het gehele proces aan.



FIGUUR 18 LANGETERMIJNINTERACTIES VAN EEN PERSOON MET ZIJN OF HAAR GELUIDSOMGEVING (UIT: DE MUER ET AL., 2005).

3.2.5. VERANDERINGEN GEVEN OVERREACTIE

Wanneer men de invloed van een plotse verandering in blootstelling aan geluid ten gevolge van een structurele aanpassing aan infrastructuur, inplanten van nieuwe geluidsbronnen, implementatie van geluidswerende maatregelen, enz. wenst te begroten, dan is men al snel geneigd om de hierboven beschreven blootstellings-effect relaties te hanteren om het effect van deze wijziging in te schatten. Met deze vorm van effectschatting moet toch wat voorzichtig omgesprongen worden. Ten eerste is zijn de algemene trends niet noodzakelijk representatief voor het kleine gedeelte van de bevolking waarover men spreekt. Het zou bijvoorbeeld kunnen dat geluidsgevoelige personen een woonplaats gekozen hebben waar het stil is en bij plotse toename van het geluid kan men dan ook een effect verwachten dat groter is dan initieel gedacht. Ten tweede blijkt uit onderzoek (Brown en van Kamp, 2009) dat ook bij statistisch representatieve groepen van de bevolking er een overreactie optreedt. Geluidshinder is hierbij het meest bestudeerde effect. Men kan hierbij een onderscheid maken tussen drie types van veranderingen: 1) veranderingen aan de bron van het geluid, de infrastructuur; 2) veranderingen door maatregelen zoals geluidsschermen of akoestische isolatie; 3) verandering omdat de personen zelf verhuizen. Voor veranderingen van het type 1 stelt men vast dat de geluidshinder ongeveer verandert alsof de verandering in blootstelling het dubbel aantal dB(A) zou bedragen dan de werkelijke verandering en dit zowel in positieve als in negatieve zin (Brown en van Kamp, 2009). Bij een toename van de blootstelling met 5 dB(A) stelt men dus een toename van de hinder vast die correspondeert met een toename van ongeveer 10 dB(A), of het dB-equivalent van de overrespons is ongeveer even groot als de verandering zelf. De zogenaamde overrespons voor gerapporteerde geluidshinder verdwijnt helemaal niet zo snel als men op basis van adaptatie zou verwachten. Merkbare overrespons werd tot 7 jaar na de verandering vastgesteld. Wellicht duurt het tot alle vroegere bewoners van een buurt zijn verdwenen vooraleer de overrespons uitgedempt is (Brown en van Kamp, 2009).

Een goed onderbouwd beleid dient met dit risico op overrespons – zowel in negatieve zin als in positieve zin – rekening te houden.

3.2.6. EEN POSITIEF GELUID: HET POSITIEVE “SOUNDSCAPE” CONCEPT

a. RESTORATIE-THEORIE EN STILTEGEBIEDEN

Evolutionair gezien presteren biologische organismen het best binnen een wisselende context als periodes van hoge ogenblikkelijke stress en hoge activiteit afgewisseld worden met periodes van rust en restoratie (Hartig & Staats, 2006). Opdat de restoratie zo optimaal mogelijk zou verlopen is geen totale afwezigheid van sensorische prikkels gewenst, maar wel mate van prikkeling die leidt tot een ongefocuseerd rondwalen van de aandacht. De relaxerende omgeving wordt door sommigen gerealiseerd binnen de eigen woning of tuin en dan is het voldoende dat omgevingsgeluiden deze omgeving niet verstoren. Anderen zoeken de kalmte van een natuurgebied, het rustgevende van een park of het geroezemoes van een stadsplein op. Bij stadsplanning en ruimtelijke ordening is het belangrijk dat rekening gehouden wordt met het creëren van voldoende mogelijkheden tot

psychologisch restoreren. Recent heeft men ingezien dat de optimale omgeving niet enkel aan visuele eisen dient te voldoen, maar dat ook het geluidsklimaat een belangrijke rol speelt. Naast het vermijden van ongewenst geluid, worden ook positieve geluiden toegevoegd. Voor het gros van de bevolking worden niet-mechanische geluiden zoals vogelgeluiden, het geluid van bewegend water, het ruisen van de wind in vegetatie, pratende mensen, spelende kinderen, enz. als positief ervaren. Het is echter belangrijk om bij het ontwerp van het geluidslandschap rekening te houden met de context en het gebruik van de ruimte. Sommige parken of stukken van parken kunnen ingericht worden voor spel en sport, andere voor wandelen, joggen en fietsen of nog andere als sociale ontmoetingsplaats. Het spreekt voor zich dat geluid van spelende kinderen en botsende ballen meer thuis hoort in de eerste categorie. Een specifieke doelgroep vormen mensen die herstellen van een medische ingreep. Onderzoek heeft uitgewezen dat zij sneller herstellen in een gepaste restorerende omgeving (Ulrich, 1984; Alvarsson *et al.*, 2010).

Het is niet haalbaar om rond elke woonomgeving een restauratief geluidsklimaat te creëren. Evenwel zijn er duidelijke aanwijzingen dat de aanwezigheid van een restauratieve omgeving met passend geluidsklimaat in de nabijheid van de woning (dit wil zeggen, op een afstand die dagelijks of eventueel wekelijks kan worden afgelegd) reeds een significant positief effect teweegbrengt (Klaeboe *et al.*, 2006), en zelfs de aanwezigheid van een stille zijde aan de woning is reeds voldoende (Öhrström *et al.*, 2006). In dit verband wordt het behoud en het management van (stedelijke) stiltegebieden reeds onderschreven door heel wat lokale overheden, en sterk aangemoedigd op Europees niveau. Voorbeelden hiervan zijn de Richtlijn 2002/49/EG van het Europees Parlement en de Raad van 25 juni 2002 inzake de evaluatie en de beheersing van omgevingslawaai, en het stimuleren van wetenschappelijk onderzoek rond dit thema (bv. het Europese QSide project, <http://www.qside.eu/>, waarin rekenmethodes voor het bepalen van de blootstelling in stedelijke, afgeschermd gebieden worden ontwikkeld).

b. EEN SOCIO-CULTURELE DIMENSIE

Naast het gezondheidsaspect heeft het geluidslandschap ook een socio-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 verschraling of uniformisering tegen te gaan. De dominantie van wegverkeersgeluid en ander mechanisch geluid heeft in vele stedelijke omgevingen een kwalitatief geluidsklimaat verdrongen. Als gevolg van de trend om stadskernen verkeersvrij te maken, krijgt het geluidsklimaat in het centrum van grotere steden de laatste jaren opnieuw een meer dynamisch en gevarieerd karakter, maar met het mogelijke gevolg dat het probleem verschuift naar de randgemeenten en invalswegen.

Wetenschappers ontwikkelen momenteel methodes om het geluidslandschap te karakteriseren en te categoriseren. Uit de kennis die op deze manier verzameld wordt, hoopt men in de toekomst betere ontwerpmethodes te ontwikkelen. Het onderzoek naar geluidslandschappen staat echter nog in de kinderschoenen; er zijn nog geen algemeen aanvaarde en objectieve methodieken voor het bepalen van de kwaliteit of voor het ontwerp van een geluidslandschap. Het geluidslandschap op een bepaalde locatie tijdens een bepaalde evaluatieperiode is moeilijk in woorden te vatten. Men kan verwijzen naar de aanwezige geluidsbronnen (Rychtáriková *et al.*, 2008; De Coensel & Botteldooren, 2006), naar het karakter van de omgeving, en naar de positie van de luisteraar (Rychtáriková & Vermeir, 2010). Vaak suggereert een visueel beeld ook auditieve elementen, omdat men de neiging heeft om een potentiële geluidsbron (bijvoorbeeld een rijdende wagen) te associëren met een bepaald geluid.

Om geluidslandschappen zo volledig en objectief mogelijk akoestisch te karakteriseren, aan de hand van een minimum aan parameters, kan men bv. gebruik maken van percentielwaarden voor luidheid en andere psychoakoestische grootheden. Een illustratie van deze methode vormt de statistische studie van geluidslandschappen, geëvalueerd tijdens opnames van geluids-wandelingen of “soundwalks” uitgevoerd in de periode 2009-2010 op verschillende locaties in Vlaanderen, uitgevoerd aan de KU Leuven (Rychtáriková & Vermeir, 2009; Rychtáriková & Vermeir, 2011). Deze studie liet toe een 20-tal clusters van gelijkaardige geluidslandschappen te identificeren.



FIGUUR 19 – RADARPLOTS EN FOTO'S TER VISUELE ILLUSTRATIE VAN 4 CLUSTERS VAN GELUIDSLANDSCHAPPEN. DE VOLLE LIJN IN DE RADARPLOTS GEEFT DE GEMIDDELDE WAARDE VAN DE UITGEZETTE PARAMETERS WEER IN DE BETREFFENDE CLUSTER, DE STIPPELLIJNEN DE VARIATIE BINNEN DE CLUSTER. DE BESCHOUWDE PARAMETERS ZIJN DE PERCENTIELWAARDEN VAN PSYCHOAKOESTISCHE GROOTHEDEN: LUIDHEID L , FLUCTUATIESTERKTE F , RUWHEID R , SCHERPTE S EN INTERAURAAAL GELUIDSNIVEAUVerschil uLD (UIT RYCHÁRIKOVÁ & VERMEIR, 2011).

In Figuur 19 wordt voor vier clusters (geïllustreerd a.d.h.v. een foto) een relevante selectie van parameters weergegeven in de vorm van een radarplot. Een dergelijke plot vormt een basis voor het clusteren: geluidslandschappen (op een bepaalde locatie en gedurende een bepaalde tijdsperiode) met een gelijkaardige radarplot klinken globaal gezien gelijkaardig. Clusters 1 en 2 groeperen elk het geluidslandschap in rustige residentiële omgevingen. Ten opzichte van de druk bevolkte publieke pleinen in clusters 3 en 4 ligt het achtergrondniveau (L_{A95}) een stuk lager. In de woonstraat van cluster 2 komen echter af en toe (L_{A5}) ook periodes met een hoger geluidsniveau voor, ten gevolge van passerende voertuigen. Een opvallend verschil tussen de residentiële omgeving en de pleinen is het verschil in fluctuatiesterkte (F_{xx}), dit ten gevolge van het typisch fluctuerende karakter van het geluidsniveau in een omgeving waar gepraat wordt. Cluster 4 omvat een hoge waarde van het interaauraal geluidsniveaoverschil (uLD), veroorzaakt door het vaak zijdelings voorbij komen van pratende mensen vlakbij de luisteraar. Ten gevolge van het geluidsschaduwefect van het hoofd kan in dergelijke situaties het verschil tussen het geluidsdruk niveau opgevangen aan linker- en rechteroor sterk verschillend zijn. Wanneer het geluid van een geluidsbron de luisteraar bereikt via een groot aantal reflecties, is het interaauraal geluidsniveaoverschil klein.

c. MASKEREN EN STIMULEREN VAN EMOTIES

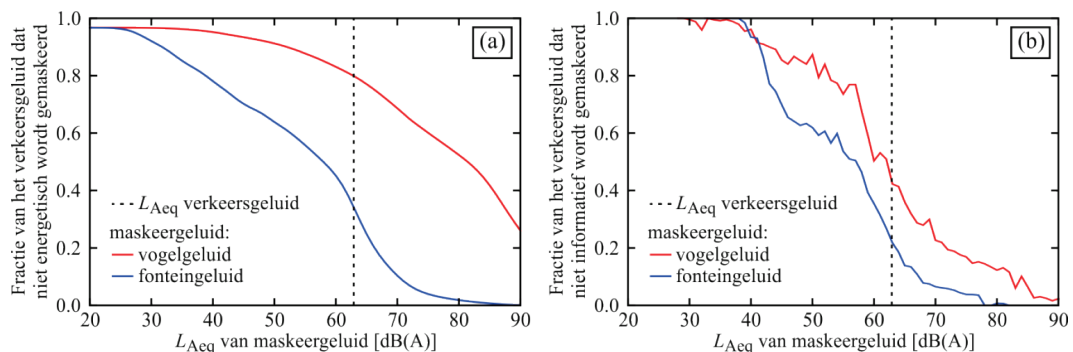
Positieve geluiden kunnen ook gebruikt worden om ongewenst geluid te maskeren. Met maskeren verwijst men zowel naar fysiologisch (of energetisch) maskeren (Fastl & Zwicker, 2007) waarbij de werking van het oor er voor zorgt dat het gemaskeerde geluid niet meer waargenomen kan worden,

als naar psychologisch (of informatief) maskeren (Watson, 2005; Durlach, 2006) waarbij het maskerend geluid de aandacht wegtrekt van het ongewenste geluid.

Fysiologisch maskeren vereist een geluidsniveau dat hoger is dan het geluid dat men wenst te verbergen, en dit bij elke frequentie. Het principe wordt onder andere gebruikt om privacy te garanderen op plaatsen waar mensen dit appreciëren, bijvoorbeeld in een bank, of om verstoring tijdens het werk te beperken in een landschapskantoor (zie bv. Haka *et al.*, 2009). Maskeren kan ook complementair zijn aan isoleren van binnendringend geluid. Vermits het gehoor een adaptief systeem is zal bij verlaging van het niveau van binnendringend geluid de gehoordrempel dalen, waardoor stille geluiden toch nog waargenomen worden, tenzij ze (over het volledige spectrum) gemaskeerd worden door een gewenst of een weinig informatief geluid.

In openlucht—de publieke ruimte—is fysiologisch maskeren meestal niet mogelijk wegens de te hoge geluidsniveaus die hiervoor nodig zouden zijn. Toch kan men proberen de aandacht van de luisteraar af te leiden van het ongewenst geluid door het aanbieden van aangename geluiden (De Coensel *et al.*, 2010a, 2010b). De curves uit Figuur 20, verkregen aan de hand van een gedetailleerd simulatiemodel dat de perceptie van omgevingsgeluid tracht na te bootsen (De Coensel & Botteldoorn, 2010c), tonen de mate waarin fysiologisch en psychologisch maskeren werkt wanneer fonteingeluid of vogelgeluid toegevoegd wordt in een park waarin verkeersgeluid een belangrijke bijdrage tot het geluidsklimaat levert. Het toevoegen van vogelgeluid kan bv. door het installeren van struikgewas dat zangvogels aantrekt, of zelfs door het plaatsen van gecamoufleerde luidsprekers (Hellström *et al.*, 2008). Het potentieel van een geluid voor fysiologisch maskeren hangt vooral af van het spectrum en het tijdsverloop van dit geluid, en Figuur 20 (a) toont dat fonteingeluid beter in staat is om wegverkeersgeluid fysiologisch te maskeren dan het fluiten van vogels, bij een gelijk geluidsniveau. Dit komt voornamelijk door het stationaire breedbandkarakter van fonteingeluid. Een volledige fysiologische maskering van het wegverkeersgeluid kan echter enkel wanneer de geluidssterkte van het fonteingeluid ongeveer 20 dB hoger ligt dan dat van het wegverkeersgeluid, omdat vooral de lage frequenties van het verkeersgeluid moeilijk te maskeren zijn m.b.v. het geluid van een fontein. Figuur 20 (b) toont anderzijds de fractie van de tijd gedurende dewelke auditieve aandacht wordt besteed aan het wegverkeersgeluid. Hieruit blijkt duidelijk het grotere potentieel van vogelgeluid voor psychologisch maskeren, wat ervoor zorgt dat de curves voor beide geluiden dichter bij elkaar komen te liggen. Omdat het gefluit van vogels een duidelijkere spectrale en temporele structuur (geluidspieken) heeft dan het geluid van een fontein, valt het sterker op in het totale omgevingsgeluid, en bezit het bijgevolg meer potentieel voor het aantrekken van aandacht.

Alhoewel het ontwerp van geluidslandschappen in openlucht een vrij recente evolutie is binnen het stadsontwerp en het geassocieerde wetenschappelijk onderzoek, worden de potentiële positieve effecten van een goed ontworpen geluidslandschap in binnenomgevingen op de emotionele toestand van de luisteraar reeds geruime tijd onderkend. Een bekend voorbeeld hiervan is het gebruik van muziek in winkels om het koopgedrag van klanten te beïnvloeden (Turley & Milliman, 2000; Garlin & Owen, 2006).



FIGUUR 20 FRACTIE VAN HET WEGVERKEERSGELUID DAT (A) NIET ENERGETISCH GEMASKEERD WORDT, EN (B) NIET INFORMATIEF GEMASKEERD WORDT DOOR VOGELGELUID (RODE LIJN) OF FONTEINGELUID (BLAUWE LIJN), IN FUNCTIE VAN HET GELUIDSNIVEAU VAN HET VOGEL- OF FONTEINGELUID. DE VERTICALE LIJN DUIDT HET GELUIDSNIVEAU VAN HET WEGVERKEERSGELUID AAN.

Ten slotte heeft onderzoek aangetoond dat geluid ook sterke negatieve emoties en gedragingen kan opwekken. Donnerstein (1976) stelde experimenteel vast dat luide geluiden van 95 dB(A) een

negatief effect hebben op interpersoonlijke interactie, met een gevoel van controle, woede en provocatie als beïnvloedende factoren. Eerder vond Geen (1969) al dat proefpersonen zich aggressiever gedragen wanneer ze blootgesteld zijn aan ruis die hun aversie opwerkt, op voorwaarde dat eerst andere uitdagende stimuli (in dit geval een gewelddadige film) worden toegediend.

Omgevingslawaai is in regel stiller dan de fragmenten die in voorgaande studies worden gebruikt, maar toch is algemeen aanvaard dat geluid fysische en psychologische stress kan veroorzaken die onder meer tot prikkelbaarheid kan leiden (Olaosun, 2004). De samenhang tussen lawaai-blootstelling, verminderd helpend gedrag en gestegen agressie is bijgevolg zeker plausibel (Stansfeld, 2003), al spelen hier individuele factoren zoals gevoeligheid voor geluid, leeftijd en geslacht een niet onbelangrijke rol (Ramirez, 2004).

3.3. KWETSBARE GROEPEN

3.3.1. SPREKERS IN RUIS

De gevolgen van (storend) achtergrondlawaai worden meestal bekeken in functie van de luisteraar, maar laten ook de spreker niet onberoerd. Als spreker proberen wij immers ook in moeilijke omstandigheden verstaanbaar te communiceren, daartoe spreken we trager, luider en iets hoger, fenomenen samengevat onder het Lombard effect (Junqua, 1996). Dit vraagt echter een grotere vocale inspanning van de spreker, wat samen met het zelf ook aandachtiger moeten luisteren, communicatie in lawaai tot een relatief zware taak maakt.

3.3.2. KINDEREN

De kwetsbaarheid van kinderen ten aanzien van lawaai wordt in zo goed als alle basisartikels over geluidseffecten vermeld, maar dit fenomeen wordt weinig specifiek onderzocht en de beschikbare data is meestal gebaseerd op kleine proefgroepen. Daarom bestaat er vaak minder eensgezindheid over het optreden van bepaalde effecten bij kinderen, langs de andere kant kunnen storende factoren tijdens lichamelijke en mentale ontwikkeling op lange termijn veel diepere sporen nalaten dan bij volgroeide individuen (Stansfeld, 2005). Bovendien beschikken zij over minder copingvaardigheden en kunnen ze weinig of geen concrete maatregelen nemen om hun lawaai-blootstelling te verminderen.

Diverse studies hebben echter aangetoond dat kinderen net als volwassenen lawaaihinder rapporteren, al stelde men ook vast dat leerkrachten meer hinder rapporteren dan hun leerlingen (Enmarker, 2004). Op basis daarvan rijst het vermoeden dat mogelijke cognitieve effecten van geluidsblootstelling verband zouden kunnen houden met minder optimale onderwijscondities. In elk geval stelt men vast dat complexe cognitieve taken zoals begrijpend lezen minder goed uitgevoerd worden bij kinderen die verhoogd aan omgevingslawaai worden blootgesteld (Hugge, 1996). Ten slotte stelt men vast dat kinderen even goed last hebben van slaapverstoring, alleen lijken hun reacties anders, kinderen zouden minder snel wakker worden en slaapverstoring rapporteren, maar bloeddrukveranderingen en verhoogde beweeglijkheid zouden meer prominent zijn (Ohrstrom, 2006). Voor bloeddrukveranderingen wijzen niet alle wetenschappelijke resultaten in dezelfde richting (Muzet, 2007) maar blootstelling aan vliegtuiglawaai thuis lijkt toch een zekere verhoging teweeg te brengen, wat past in de theorie dat omgevingslawaai thuis de mogelijkheden om tot rust te komen, beperkt.

3.3.3. JONGEREN

Jongeren kunnen gezien worden als een kwetsbare groep voor vrijetijdslawaai aangezien zij de voornaamste gebruikers zijn van het toenemend aantal persoonlijke muzikspelers en dus op een van buitenaf zeer moeilijk controleerbare manier aan luide geluiden kunnen worden blootgesteld. Bovendien is het niet duidelijk hoe gehoorschade ten gevolge van lawaai op langere termijn in combinatie met leeftijdsgebonden schade zal evolueren.

Voorlopig ontbreekt wetenschappelijk sluitend bewijs dat effectief meer jongeren gehoorverlies hebben; het lijkt erop dat een aanzienlijk deel van de populatie op een verantwoorde manier met hun muzikspelers omgaat en ook technische verbeteringen helpen om op een aanvaardbaar

volume hoge luisterkwaliteit hebben. Ook plausibele negatieve effecten op cognitie en het cardiovasculair systeem konden voorlopig niet worden aangetoond.

Jammer genoeg bestaat er een groep luisteraars – geschat op 5 tot 10 % – die te lang en te luid naar hun persoonlijke muzikspeler luisteren en wel degelijk risico op gehoorschade lopen. Bovendien blijken jongeren zich in hun vrije tijd niet tot een enkele lawaaierige activiteit te beperken, maar kunnen niveaus op plaatsen waar men niet direct aan denkt, zoals sporthallen, vrij hoge waarden bereiken.

Experten pleiten dan ook voor een combinatie van wetgevende en opvoedende acties. Wettelijk kan men limieten opleggen door geluidsniveaus op festivals en het outputniveau van persoonlijke muzikspelers te beperken. Verder moet het publiek beseffen dat vooral gecombineerde en continue blootstelling aan vrijetijdslawaai risico's inhoudt, het inlassen van geluidsarme periodes en een goed gebruik van persoonlijke muzikspelers zouden een tweede natuur moeten worden.

3.3.4. MENSEN MET GEHOORVERLIES

a. RECRUITMENT EN COCKTAIL-PARTY EFFECT

Voor mensen met lawaaislechthorendheid, leeftijdsgebonden gehoorverlies en bij uitbreiding andere verliezen ter hoogte van het slakkenhuis klinken geluiden niet alleen stiller, maar worden ze ook vervormd. Dit maakt het niet alleen moeilijker om gewenste signalen te horen en verstaan, het maakt ook achtergrondlawaai extra storend. Eerst en vooral doen endocochleaire gehoorverliezen de gehoordrempel wel opschuiven, maar de pijndrempel verandert typisch niet veel, waardoor de gehoorspan – het intensiteitsgebied waarbinnen geluiden aangenaam hoorbaar zijn – verkleint. Dit fenomeen heet recruitment (Roeser, 2000).

Bij dergelijke verliezen zijn zowel de temporele en frequentieresolutie gestoord. Waar een normaalhorende optimaal gebruik kan maken van relatieve stiltes in fluctuerend achtergrondlawaai om toch het signaal op te vangen, lukt dit mensen met endocochleaire gehoorverliezen veel minder goed en worden stoorgeluiden extra hinderlijk ervaren. Samen met een minder nauwkeurige frequentie-detectie zorgt dit ervoor dat spraak veel moeilijker zal verstaan worden in achtergrondlawaai, vooral in geroezemoes van andere stemmen aangezien dit akoestisch sterk lijkt op hetgeen men eigenlijk wil detecteren. Recepties, feestjes en andere plaatsen waar veel gesprekken tegelijk worden gevoerd, vormen dus een echte uitdaging voor mensen met aangetaste cochlea's, vandaar de term 'cocktail-party effect' (Roeser, 2000). Ten slotte treffen lawaai en leeftijd de hogere frequenties meer dan de lage waardoor typisch laagfrequente geluiden zoals het gebrom van auto's veel prominenter ervaren worden dan hoogfrequenter signalen zoals spraak en muziek.

b. UNILATERALE VERLIEZEN

Detectie van signalen in ruis is niet alleen verstoord bij mensen met endocochleaire gehoorverliezen. Zowel voor lokaliseren van bronnen als voor ruisonderdrukking maken de hersenen gebruik van informatie uit beide oren, dit wordt binauraal luisteren genoemd. Wanneer een van beide systemen niet of onvoldoende werkt – bijvoorbeeld door een ernstige middenooraandoening – moet men terugvallen op monauraal luisteren, wat veel minder effectief blijkt (Hafter, 1997).

c. HYPERACUSIS

Hyperacusis ten slotte betekent overgevoeligheid voor normale, dagdagelijkse geluiden (Roeser, 2000). Dit is net als tinnitus geen aandoening op zich, maar een symptoom van neurale problemen die niet noodzakelijk met een gehoorverlies gepaard gaan, bijvoorbeeld bij mensen met autisme.

3.3.5. MENSEN MET MENTALE PROBLEMATIEK

Er is geen afdoende wetenschappelijk bewijs dat geluid rechtstreeks mentale problemen zou veroorzaken, maar er zijn aanwijzingen dat een overmatige blootstelling aan lawaai de ontwikkeling van reeds aanwezige stoornissen kan bespoedigen of zelfs verergeren. Zo stelt men verhoogd medicatiegebruik, verhoogde prevalentie van psychiatrische symptomen en verhoogde hospitalisatie in psychiatrische ziekenhuis vast in gebieden waar omgevingslawaai sterk aanwezig is (Olaosun, 2009).

3.3.6. SOCIAALECONOMISCH ZWAKKERE STATUS

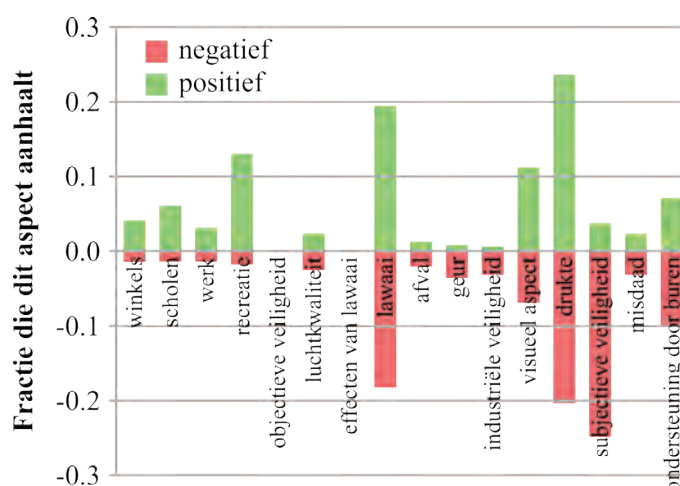
Het is algemeen gekend dat mensen die sociaaleconomisch minder sterk staan een verhoogd risico hebben op gezondheidsproblemen. Zij wonen daarbij niet zelden in goedkopere woningen die minder goed geïsoleerd zijn en/of gelegen zijn aan drukke verkeersaders, waardoor hun blootstelling aan omgevingslawaai vaak relatief hoog is.

3.4. LAWAAI IN EEN BREDERE CONTEXT

Om het belang van blootstelling aan omgevingsgeluid in een bredere (maatschappelijke) context te begroten kunnen verschillende maatstaven gebruikt worden. We bespreken hier de beoordeling van de algemene levenskwaliteit enerzijds en monetaristisch anderzijds.

3.4.1. EEN KWALITEITSVOL EN GEZOND LEVEN

Welzijn en levenskwaliteit zijn vaak gehanteerde maar enigszins vage begrippen. Men kan zich de vraag stellen in welke mate het geluidsklimaat waarin mensen vertoeven bijdraagt tot de kwaliteit van het leven. Het antwoord op deze vraag hangt af van de mate waarin de maatschappij de behoeften van de mensen bevredigt. Luz (Luz, 2008) relateert dit aan de klassieke Maslow piramide met op de laagste trappen het beschermen van slaap en reduceren van gezondheidsrisico's en op de hogere niveaus van behoeftebevrediging zaken als de bescherming van waardevolle geluidslandschappen en stiltegebieden. Het is dan ook vooral relevant om de plaats van lawaai in de kwaliteit van het leven lokaal, in Vlaanderen te bekijken. In Figuur 21 wordt weergegeven hoe frequent bevroegden in het Vlaamse schriftelijk leefbaarheidsonderzoek (SLO, 2008) verschillende aspecten van de leefomgeving vermelden in positieve en negatieve zin. Lawaai is een van de belangrijkste factoren die een buurt minder aantrekkelijk maken en scoort ongeveer even hoog als subjectieve onveiligheid en drukte, maar het ontbreken van lawaai is ook een belangrijk positief aspect voor het aanraden van een buurt. Opmerkelijk is dat zelden verwezen wordt naar de effecten van geluid zoals slaapverstoring of gezondheidsklachten in een dergelijke open vraag.



FIGUUR 21 MATE WAARIN BEVRAAGDEN VERSCHILLENDE ASPECTEN VAN DE LEEFOMGEVING VERMELDEN IN EEN OPEN VRAAG NAAR DE REDENEN WAAROM MEN ANDEREN ZOU AANRADEN OM AL DAN NIET IN DEZE BUURT TE KOMEN WONEN (DEKONINCK ET AL., 2011) OP BASIS VAN SCHRIFTELIJK LEEFBAARHEIDSONDERZOEK IN VLAANDEREN(SLO)

Voor het opvolgen van en uitstippelen van een beleid rond volksgezondheid werkt men steeds meer met het aantal verloren gezonde levensjaren (Eng.: Disability Adjusted Life Years, DALY). Deze methodiek laat toe de ernst van verschillende ziektes met elkaar te vergelijken en zo tot een globale begroting van de impact van bijvoorbeeld beleidsplannen te maken. De DALY houdt rekening met het aantal levensjaren die effectief verloren gaan door vroegtijdig overlijden (Eng.: Years of Life Lost, YLL), maar ook met het verlies aan levenskwaliteit door het leven met een aandoening (Eng.: years lived with disability, YLD). Deze laatste houdt rekening met het aantal incidenties van de ziekte, I, de duur, D, en de ernst van de ziekte, DW. Deze methodiek is ook van toepassing om de invloed van geluid te begroten (WHO, 2011). Soms wordt daarbij eerder gesproken van QALY waarbij de kwaliteit van het leven eerder dan het ontbreken van handicap beschouwd wordt. De berekening van DALYs omvat vele onzekerheden maar het toekennen van een gewicht aan de

aandoening blijft het moeilijkst te kwantificeren. In het recente WHO rapport worden de waarden uit Tabel 1 gebruikt.

Om een beeld te krijgen van het belang van omgevingsgeluid voor de volksgezondheid uitgedrukt in DALY worden in Tabel 1 ook de berekende aantallen DALY voor de effecten die door de WHO belangrijk worden geacht weergegeven. Ter vergelijking een aantal andere niet geluidsgelateerde aandoeningen berekend op dezelfde populatie, afhankelijk van de bestudeerde aandoening (WHO, 2011): Unipolar depressive disorder: 4 091 000 DALY, Diabetes melitus 1 083 000 DALY, HIV/AIDS 208 000 DALY, Hepatitis C 30 000 DALY. We merken op dat DALY vooral afkomstig zijn van slaapverstoring en geluidshinder. In die groep is wegverkeer veruit de belangrijkste bron. Verder kan uit de details van de berekeningen geleerd worden dat de DALY vooral afkomstig zijn van een zeer grote groep van mensen met een relatief lage blootstelling (minder dan 55 dB(A) voor hinder, minder dan 50 dB(A) voor slaapverstoring). Een beleid gericht op zwarte punten zal dan ook nauwelijks een invloed hebben op het aantal DALY. Merk echter op dat al deze schattingen onderhevig zijn aan zeer grote onzekerheden.

Ook voor Vlaanderen werden DALY berekend, maar de getallen zijn niet vergelijkbaar met de WHO resultaten voor Europa wegens de meer nauwkeurige methodologie en de verschillende constanten die hierbij gebruikt werden (Botteldooren, 2007).

Aandoening	YLL	YLD: DW	DALY in EUR-A ¹
Myocard infarct	ja	0.405	60 768
Cognitieve effecten bij kinderen	nee	0.006	45 036
Slaapverstoring	nee	0.070 (0.04-0.10)	Weg: 800 023 Spoor: 43 300 Lucht: 59 767
Tinnitus	nee	0.01 (lichte handicap) 0.11 (matig tot ernstig)	Recreationeel: 21 802
Ernstige hinder	nee	0.02 (0.01-0.12)	Weg ² : 487 448 Spoor: 64 160 Lucht: 35 759

TABEL 1 UITTREKSEL UIT DE WHO STUDIE “BURDEN OF DISEASE FROM ENVIRONMENTAL NOISE” (WHO, 2011): INGESCHATTE ERNST VAN DE AANDOENING EN AANTAL DALY VOOR EUR-A REGIO.

3.4.2. EFFECTEN VAN GELUID IN EURO

Een andere manier om het belang van omgevingsgeluid te relateren tot andere zaken die mensen belangrijk achten, is deze uit te drukken in euro. De meerderheid van de studies naar de waarde van het ontbreken van lawaai maken gebruik van de hedonische prijzen methodologie toegepast op huizenprijzen. Deze methode is zeer gevoelig aan keuzes die gemaakt worden bij het opzetten van regressiemodellen en de condities van de lokale huizenmarkt. *Contingent valuation* studies vragen rechtstreeks naar de bereidheid tot betalen voor de reductie van het geluidsniveau of de ervaren geluidshinder (Navrud, 2002). De bereidheid tot betalen die door de bevroagden opgegeven wordt is gevoelig aan de manier waarop de beoogde verandering geschetst wordt. In diverse studies (zie Tabel 2) merkte men op dat de bevroagden niet bereid waren te betalen voor het reduceren van hun geluidsblootstelling omdat ze van oordeel waren dat de veroorzaker ook de kosten voor mitigerende maatregelen dient te dragen – het vervuiler betaald principe.

Ondanks deze methodologisch beperkingen geven zowel de geluidsdepreciatie-index van de huizenprijzen als de bereidheid tot betalen een beeld van hoe belangrijk omgevingsgeluid is ten opzichte van andere factoren. Tabel 2 geeft een summier overzicht van de beschikbare informatie. Er dient hierbij opgemerkt dat deze marginale cost afhankelijk is van het heersende geluidsniveau (Theebe, 2004) waarbij een depreciatie vooral vastgesteld wordt bij gevelbelasting door verkeersgeluid van de orde van 55-65 dB(A) en een appreciatie bij heel lage niveaus van verkeersgeluid (<40 dB(A)).

¹ High income countries

² Enkel mensen in agglomeraties met meer dan 50 000 inwoners werden beschouwd.

Bereidheid tot betalen lijkt te starten bij een blootstelling van +/- 55 dB(A). Er lijkt ook een sterke toename te zijn in bereidheid tot betalen van zodra ernstige geluidshinder wordt gerapporteerd. Dit doet vermoeden dat ernstige geluidshinder een zinvolle indicator voor impact van geluid is.

Geluidsbron	Geluidsdepreciatieindex huizenprijzen (%/dB)	Bereidheid tot betalen /dB/huisgezin/jaar in euro
Wegverkeer	0.08 tot 2.(Navrud, 2002) 0.2 tot 1. (Nelthorp, 2007) soms zelfs negatief (Hui et al. 2007, Blanco et al, 2011),	2 tot 100 (Nelthorp, 2007)
Luchtvaart	0.08 tot 2 (Navrud, 2002) 0.6 (US, Nelson, 2004)	8 tot 1000, maar meeste studies aan lagere kant
Spoorverkeer	Nauwelijks bestudeerd	Niet gekend
Industrieel geluid en andere	Nauwelijks bestudeerd, enkel in combinatie met wegverkeer	Niet gekend

TABEL 2 WONINGDEPRECIATIE EN BEREIDHEID TOT BETALEN DIE IN VERSCHILLENDE META-ANALYSE STUDIES WERDEN TERUGGEVONDEN.

4. SITUATIE IN VLAANDEREN EN BELEID

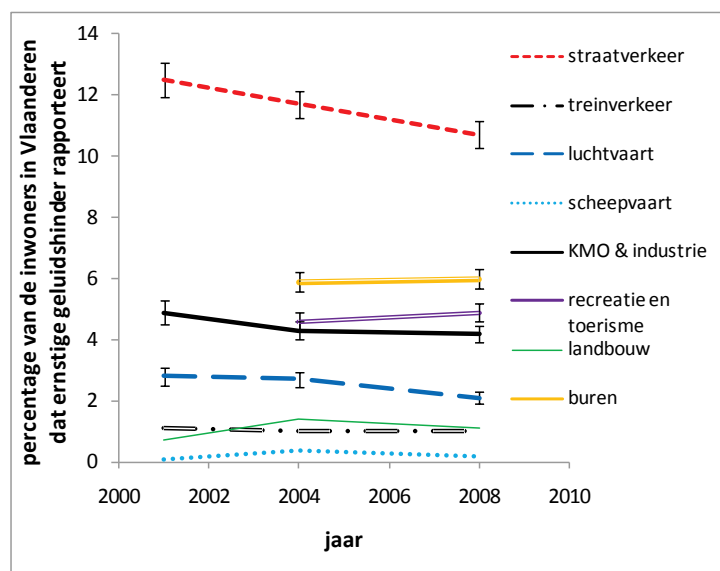
4.1. SITUATIE IN VLAANDEREN

Voor wat omgevingsgeluid betreft wordt de situatie in Vlaanderen opgevolgd in het milieuraapport (MIRA, www.milieuraapport.be). In dit rapport worden verschillende berekende indicatoren jaarlijks opgevolgd. De belangrijkste bevindingen zijn:

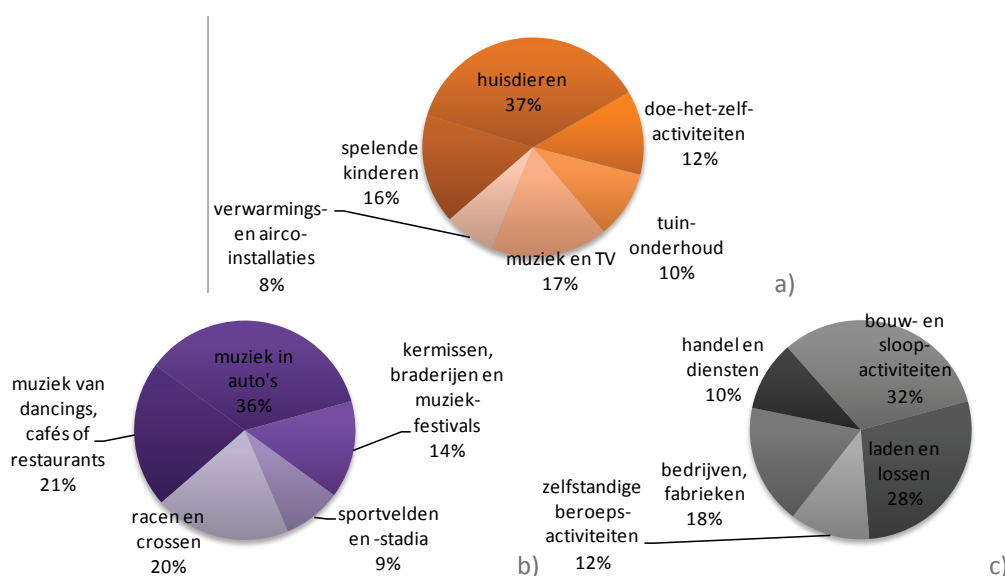
- De geluidsemisatie door wegverkeer op snelwegen lijkt niet (logaritmisch) evenredig toe te nemen met de groei van de verkeersintensiteit.
- Zowel berekeningen als steekproefmetingen tonen aan dat de gemiddelde blootstelling aan wegverkeersgeluid ter hoogte van de gevel overdag lichtjes gestegen is over de voorbije 13 jaar. Het percentage van de inwoners van Vlaanderen dat blootgesteld is aan L_{Aeq} overdag hoger dan 65 dB(A) bedraagt ruim 30% en is daarmee vrij hoog ten opzichte van het Europese gemiddelde. Methodologische verschillen in het bepalen van dit percentage in verschillende landen noodzaken enige voorzichtigheid bij deze interpretatie.
- Blootstelling aan spoorverkeersgeluid is beperkt (< 2% is blootgesteld aan niveaus boven 65 dB(A)) doordat in vergelijking met wegverkeer minder mensen dicht bij een spoorlijn wonen.
- Het aantal inwoners van Vlaanderen blootgesteld aan vliegtuiggeluid nabij de belangrijkste luchthavens is de laatste 15 jaar significant gedaald wanneer men L_{den} hoger dan 60 dB(A) als belast beschouwd. Ten opzichte van de omringende landen scoort België gemiddeld op dit vlak, maar wanneer we de heel hoge blootstelling (>70 dB(A)) beschouwen, dan halen we de top drie binnen Europa na het Verenigd Koninkrijk en Frankrijk.
- Door de opeenvolgende wijzigingen in vliegroutes rond Brussel nationaal is het aantal vliegtuiggecorrleerde geluidsgebeurtenissen ($L_{Aeq,1sec,max} > 75$ dB(A)s) op sommige meetposten gedaald, op andere dan weer gestegen over de voorbije 5 jaar.
- Het berekende globale percentage van de inwoners in Vlaanderen dat potentieel ernstig gehinderd is door geluid, verandert niet significant over de voorbije 10 jaar.

Een tweede belangrijke bron van informatie over de toestand van het omgevingsgeluid in Vlaanderen zijn de geluidshinderenquêtes uitgevoerd door LNE in 2001, 2004 en 2008. Figuur 22 toont de trends in het percentage van de bevolking in Vlaanderen dat ernstige geluidshinder rapporteert voor verschillende groepen van geluidsbronnen. Voor de overzichtelijkheid is voor KMO&industrie, recreatie en toerisme, landbouw en burenen enkel een totaal van verschillende bronnen die onder deze categorie vallen weergegeven. De opvallendste conclusies zijn:

- Straatverkeer is – zoals in de meeste geïndustrialiseerde landen – de belangrijkste bron van geluidshinder.
- Het percentage ernstig gehinderden door straatverkeer is de laatste jaren (marginaal) significant gedaald. Hinder door straatverkeersgeluid treedt vooral op langs doorgangswegen zowel in de lintbebouwing als bij de doorgang door dorpen. Op deze wegen is het verkeer en vooral het zware verkeer de voor de laatste enquête lichtjes gedaald (studiedienst Vlaamse regering, www.vlaanderen.be). Deze daling is echter niet van dien aard dat in steekproef-metingen (rapport MIRA metingen) een daling van het gemiddeld geluidsdruk niveau wordt waargenomen. Methodologische fouten in de enquête zijn niet volledig uit te sluiten.
- Ook het % ernstig gehinderden door luchtvaart is tussen 2004 en 2008 gedaald. De licht dalende trend in vliegbewegingen op Vlaamse luchthavens die in 2001 werd ingezet samen met het uitfasen van de luidruchtigste vliegtuigen kan hiervoor verantwoordelijk zijn. Er moet echter opgemerkt worden dat de mensen die ernstige geluidshinder door luchtvaart rapporteren niet enkel nabij de burgerluchthavens wonen. Ook militaire en recreatieve vluchten dragen bij.
- Binnen de bronnengroep burenhinder is het vooral geluid van huisdieren dat voor ernstige geluidshinder zorgt gevolgd door spelende kinderen, muziek en TV en doe-het-zelf-activiteiten. Binnen de bronnengroep recreatie en toerisme is muziek in auto's – ietwat onverwacht – de belangrijkste bron van hinder. De bronnengroep KMO & industrie wordt vooral bepaald door laden en lossen enerzijds en bouw en sloop anderzijds. Het geluid van de bedrijven en fabrieken zelf speelt een minder dominante rol, zie Figuur 23. Hierbij is het belangrijk op te merken dat de hinder van bouw en sloop slechts tijdelijk is voor omwonenden, terwijl het geluid van bedrijven en fabrieken een meer permanent karakter heeft.



FIGUUR 22 TRENDS IN PERCENTAGE VAN DE BEVOLKING IN VLAANDEREN DAT ERNSTIG GELUIDSHINDER RAPPORTEERT IN DE SLO ENQUÊTES. STEEKPROEFFOUT IS VOOR DE BELANGRIJKSTE BRONNEN AANGEDUID.



FIGUUR 23 OPDELING VAN DE ERNSTIGE GELUIDSHINDER DOOR A) BUREN, B) RECREATIE EN TOERISME, C) KMO EN INDUSTRIE NAAR DE DEELASPECTEN.

Recente gegevens voor prevalentie van slechthorendheid in Vlaanderen zijn bijzonder schaars. Alleen gehoorverlies bij neonati is goed gedocumenteerd dankzij opeenvolgende Jaarrapporten gehoor van Kind & Gezin dat sinds 1998 standaard gehoorscreening aanbiedt aan jonge ouders. In 2008 werd los van enige uitspraak over de oorzaak van de gehoorsdaling bij 1.20 % van de borelingen een bilateraal gehoorverlies van 40 dB of meer vastgesteld (Van Kerschaver, 2008). Voor gehoorverlies bij de volwassenen – laat staan lawaaislechthorendheid – zijn de cijfers veel fragmentarischer. Een recente studie bij het Belgisch leger (Collee, 2011) bij soldaten tussen 18 en 55 jaar oud rapporteert 32.2 % deelnemers met licht (25 tot 40 dB), 13.6 % met matig (45 tot 60 dB) en 10 % met een ernstig gehoorverlies (meer dan 60 dB). Het nationale gezondheidsonderzoek van 1997 bij 8560 Belgen leidt op basis van zelfrapportering tot een prevalentie van 7 % slechthorendheid in de populatie ouder dan 15 jaar. Per leeftijdscategorie leidt dat tot de verdeling weergegeven in (Van Oyen, 2001).

Cijfers voor slechthorendheid ten gevolge van lawaai-blootstelling blijken nog moeilijker vast te stellen. Behalve de vermelding dat het er bij het Fonds voor Beroepsziekten jaarlijks meer dan 600 aanvragen voor vergoeding wegens werkgerelateerde lawaaislechthorendheid binnen-stromen, werden hieromtrent geen kwantitatieve gegevens gevonden.

Nochtans is deze informatie essentieel voor een aangepast beleid. De internationale berichtgeving leert dat lawaai een niet te onderschatten factor is – volgens de WHO zou 16 % van de gehoorverliezen veroorzaakt worden door blootstelling aan te luide geluiden (WHO, 2002)– maar tegelijk worden tegenstrijdige conclusies gepubliceerd over het al dan niet toenemen van slechthorendheid bij jongeren (Keppler, 2010). Kortom, gedegen epidemiologisch onderzoek op Vlaamse of nationale schaal laat beter niet te lang meer op zich wachten, een visie die minister Joke Schauvfliege onderschrijft in haar beleidsnota over geluidsnormen op festivals.

TABEL 3 PERCENTAGE ZELF GERAPPORTEERD GEHOORVERLIES BIJ DE NATIONALE GEZONDSHEIDSBEVRAGING VAN BELGIË IN 1997 (VAN OYEN, 2001).

Leeftijd	Vrouw		Man	
	Matig (%)	Ernstig (%)	Matig (%)	Ernstig (%)
15-24	1.1	0.2	2.3	0.1
25-34	2.7	0.0	1.6	0.5
35-44	2.9	0.0	3.0	1.2
45-54	7.0	0.7	4.2	0.4
55-64	14.5	0.5	7.4	0.2
65-74	14.3	1.0	11.4	2.0
75 +	31.7	1.4	25.0	4.7

4.2. BELEID

4.2.1. DOELSTELLINGEN

Omdat verschillende aspecten van de geluidsproblematiek zich op verschillende beleidsniveaus situeren worden doelstellingen teruggevonden op Vlaams, Belgisch en Europees beleidsniveau.

De doelstellingen van het milieubeleid in het algemeen en het geluidshinderbeleid in het bijzonder worden in Vlaanderen geconcretiseerd in het milieubeleidsplan (MINA-plan). Tot voor kort was het opstellen van dit plan niet gesynchroniseerd met de beleidsperiode van de Vlaamse regering zodat het regeerakkoord en de beleidsbrieven van de bevoegde ministers niet steeds optimaal op elkaar afgesteld waren. In 2010 werd daarom het MINA-plan 3 geactualiseerd en verlegd zodat het MINA-plan 4 de looptijd 2011-2015 kreeg. Een kort overzicht:

- De plandoelstellingen in het MINA-plan3 2003-2007, verlengd tot 2010 waren eerder ambitieus: (1) het **aantal potentieel ernstig gehinderden door geluid zou in 2010 niet hoger zijn dan 15%** en (2) er zouden afspraken gemaakt worden over een **totale oppervlakte aan stiltegebieden van minstens 300 km²**. Het aantal potentieel ernstig gehinderden door geluid is een indicator die berekend wordt op basis van de blootstelling aan geluid en “gestandaardiseerde” blootstelling-hinderrelaties. Deze methodiek was in de tijdsgeest van 2003 zeer valabel en werd (later) ook door de EC voorgesteld. De indicator heeft evenwel aan sterkte verloren omwille van twee evoluties. Ten eerste beperkt de Europese richtlijn omgevingsgeluid de blootstellingsberekening tot agglomeraties en grote infrastructures waardoor in een Vlaamse context een groot deel van de potentieel ernstig gehinderden gemist worden. Ten tweede geven de reeds vermelde enquêtes voor het percentage gerapporteerde ernstig gehinderden door geluid een dalende trend weer hetgeen de eerste doelstelling moeilijk communiceerbaar maakt naar de publieke opinie.
- Het ontwerp MINA-plan 4 formuleert langetermijndoelstellingen met tijdschhorizon 2020-2030. Een van de 8 uitdagingen is een **verhoogde kwaliteit van de leefomgeving**. Geluidshinder verwatert daarbij in indicatoren als DALY, milieu- en natuurindex centrumsteden (Stads-monitor) en de index omgevingskwaliteit per gebiedstype en dit in schril contrast tot luchtkwaliteit die ook in deze indicatoren vervat zit maar bijkomend afzonderlijk gefocuseerd wordt. Ook in de uitdaging **“Vlaanderen scoort – ook voor leefmilieu – evengoed als vergelijkbare regio’s”** komt omgevingsgeluid naar voor, met name wat betreft de geluidsbelasting in agglomeraties. Dit dient wellicht geïnterpreteerd te worden in de context van de Europese directive omgevingsgeluid waarbij Vlaanderen en de Vlaamse agglomeraties geen ambitie hebben om een voortrekkersrol te spelen maar even geluidsvriendelijk wensen te zijn als de gemiddelde Europese grootstad.

- De meetbare plandoelstellingen (2020) in het ontwerp MINA-plan 4 geven de eerste stap aan die men wenst te nemen om de langetermijndoelstellingen te realiseren: (1) het **aantal Vlamingen ernstig gehinderd door verkeerslawaai met 15% laten dalen ten opzichte van 2010**; (2) het **aantal personen ernstig gehinderd door lawaai van wegverkeer, spoorverkeer, luchtvaart en industrie in de agglomeraties van Antwerpen en Gent (en vanaf 2012 ook Brugge) laten dalen ten opzichte van de nulmeting**. Uit de omschrijving valt op te maken dat de doelstellingen verwijzen naar een berekend aantal potentieel ernstig gehinderden en dat voor de agglomeraties de nulmeting verwijst naar de geluidskarten die in het kader van de Europese directieve opgesteld zijn. Het valt op dat de doelstelling nu relatief geformuleerd ten opzichte van de situatie in 2010 en niet langer als een absoluut aantal potentieel gehinderden zoals in het MINA-plan 3. Er moet opgemerkt worden dat de doelstellingen van dit laatste plan nooit gehaald werden en integraal doorgeschoven zijn naar het MINA-plan 4. Verder ligt de nadruk hier op een gedeelde verantwoordelijkheid tussen de Vlaamse overheid en de steden .

Op het vlak van lawaai-blootstelling op de werkvloer volgt het Federale beleid volledig de Europese trend met analoge regelgeving en nadruk op sensibilisering. Op Vlaams niveau werkt men momenteel aan regelgeving voor maximaal geluidsniveau van muziek zodat recreatieve lawaai-blootstelling wettelijk beperkt kan worden. Daarnaast wordt het preventie-aspect sterk uitgebouwd met informatieavonden, brochures en affiches die zowel de jongeren als hun opvoeders -- in de brede zin van het woord -- moeten bereiken. Dergelijke initiatieven worden onder meer genomen door de provincies zoals de doe-koffer Amai, mijn (H)oren, informatie-avonden over gehoorschade in Oost-Vlaanderen en uitleg over persoonlijke gehoorbeschermers op de website Jeugdwerk van de Provincie Antwerpen. Verder nodigen steeds meer scholen en leerkrachten gastsprekers uit om uitleg te geven over lawaai en gehoorschade, organiseert de dienst LNE infosessies over de nieuwe muzieknormen..., maar algemeen kan een meer structurele uitwerking op Vlaams niveau op termijn nuttig blijken.

Het Europese geluidshinderbeleid stelt zich tot doel:

- De emissie van werktuigen voor gebruik buitenshuis, wegvoertuigen en hun banden, spoorvoertuigen, vliegtuigen, enz. terug te dringen. Lidstaten kunnen geen strengere emissiebeperkingen voorstellen, maar zij kunnen wel het gebruik van stillere toestellen en voertuigen stimuleren.
- Lidstaten aan te zetten tot het informeren van haar onderdanen en het voeren van een beleid met betrekking tot omgevingsgeluid, bijvoorbeeld via de directive omgevingsgeluid (EC/2002/49/EC). De Europese Commissie legt echter zelf geen immissie-streefdoelen voorop.
- Voor lawaai-blootstelling op de werkvloer heeft Europa sinds 2004 haar regelgeving over toegelaten geluidsblootstelling op de werkvloer. Algemeen wil men de blootstelling aan lawaai vermijden of ten minste verminderen, niet alleen om gehoorschade te voorkomen, maar ook omdat verhoogde blootstelling aanleiding kan geven tot stress en arbeidsongevallen. Het Europese Agentschap voor Veiligheid en Gezondheid op het werk legt nadruk op informatie en bewustwording, bijvoorbeeld door in 2005 de Europese Week van Veiligheid en Gezondheid op het werk in het teken van geluid te plaatsen, met sprekende affiches en filmpjes. Naast het reduceren van geluid aan de bron, stelt Europa zich ook tot doel meer informatie te verzamelen over langdurige matige geluidsblootstelling, geluidsblootstelling in combinatie met vibratie en chemische agentia en het effect van geluid op zwangere werkneemsters.

Op het vlak van recreatieve lawaai-blootstelling is Europa momenteel sterk bezig met regelgeving rond persoonlijke muzikspelers zoals verder wordt uiteengezet.

De taak van de Wereldgezondheidsorganisatie (WHO) bestaat voornamelijk uit het ondersteunen van de lidstaten van de Verenigde Naties, op een wetenschappelijk onderbouwde manier, in de ontwikkeling van een nationaal gezondheidsbeleid, en het wereldwijd in kaart brengen van mogelijke bedreigingen voor de gezondheid van de wereldbevolking. De WHO stelt dus op zich geen doelstellingen rond milieubeleid, maar voorziet in richtlijnen, dewelke de lidstaten kunnen gebruiken als een basis bij het opstellen van hun beleid. Algemene richtlijnen omtrent omgevingsgeluid werden gepubliceerd in Berglund et al. (1999). In dit rapport worden, aan de hand van een grondige analyse van de wetenschappelijke literatuur, grenswaarden voor LAeq (en Lmax) vastgelegd, voor het optreden van een reeks effecten van omgevingsgeluid, zoals o.a. interferentie met mondelinge communicatie (vanaf het optreden van een achtergrondniveau van 35 dB(A)),

gehoorschade (bij een piekniveau van 140 dB voor volwassenen, en 120 dB voor kinderen), slaapverstoring (vanaf 30 dB(A) binnen de woning) en hinder (vanaf 55 dB(A) aan de gevel). Richtlijnen specifiek voor het optreden van slaapverstoring werden gepubliceerd in Hurtley (2009), waarin een richtwaarde van 40 dB(A) wordt vastgelegd voor Lnight (gemeten buiten de woning). Meer recent werd een andere aanpak voor het bepalen van een nationaal beleid voorgesteld door de WHO (Fritschi et al., 2011), waarbij de last op de volksgezondheid (Eng: *burden of disease*), gemeten in DALY's, wordt beschouwd. Dit laat toe om rekening te houden met de ernst van de verschillende effecten van omgevingsgeluid bij het bepalen van prioriteiten in het nationale beleid.

4.2.2. KENMERKEN BELEID

In dit hoofdstuk bespreken we aspecten van **bevoegdheden** omtrent het beleid met betrekking tot geluid in het algemeen en de impact van geluid op de gezondheid in het bijzonder, hoe ze verdeeld zijn over verschillende beleidsniveaus (zie ook paragraaf 3.3.5), en hoe deze tot stand komen. We gaan daarbij telkens in op de **doelstellingen en prioriteiten** die door de verschillende niveaus gesteld worden voor hun respectievelijk bevoegdheidsgebied, en we maken daarbij onderscheid tussen verschillende bronnen van geluid, en tussen situaties waarbij de invloed van geluid tot uiting komt via duidelijk aantoonbare fysiologische **gehoorschade** enerzijds, en situaties waarbij er sprake is (eventueel geobjectiveerde) subjectieve **geluidshinder**, al of niet gepaard gaand met vermoedens van invloed van de hinder op de gezondheid van de gehinderde.

Op basis van deze analyse, die sterk geïnspireerd is door de interviews met experts op verschillende beleidsniveaus, geven we ook enkele **aanbevelingen** aan beleidsinstanties voor **optimalisatie** van de **bevoegdheidsverdeling** tussen de verschillende niveaus, van de **ontwikkeling van nieuwe wetgeving**, en van de manier van **implementatie van beleidsbeslissingen**.

Uit de interviews met verantwoordelijken op lokale beleidsniveaus, en uit studies (MIRA-rapporten) blijkt in ieder geval dat in het geheel van problematieken die betrekking hebben op het leefmilieu, geluidshinder een dominante plaats inneemt. Daarnaast blijkt uit recente wetgevende activiteiten, dat er recent ook een versnelling is opgetreden in het bewust-wordingsproces omtrent gehoorschade ten gevolge van overmatige blootstelling aan geluid in de privésfeer. Uit interviews met experts en uit het toenemend aantal betreffende studies blijkt dan weer dat ook het bewustzijn omtrent de indirecte fysiologische, psychologische en cognitieve gevolgen van minder opvallende matig-hoge geluidsblootstelling gestaag toeneemt. De toegenomen wetenschappelijke interesse voor deze problematiek wordt ondersteund door nieuwe technologische mogelijkheden voor een verfijnde en intensieve monitoring van geluids-dosissen van een groot aantal personen.

Een eerste vaststelling is dat zowel bij het tot stand komen van nieuwe wetgeving of het aanpassen van bestaande wetgeving, als bij het uitvoeren van beleidsbeslissingen omtrent geluid, er steeds een **compromis** werd of dient te worden gevonden tussen (alvast op het eerste zicht) tegenstrijdige doelstellingen van verschillende belanghebbenden. De groep van personen die onderhevig zijn aan geluid en die zich zorgen maken om de risico's op directe of indirecte schade of zich gewoonweg gehinderd voelen, of de instanties die zich om de gezondheid van deze groep bekommeren, streeft naar **zo laag mogelijke geluidsniveaus**. Anderzijds zijn er bijna altijd actoren die dit streven willen inperken: het verlagen van (toegelaten) geluidsniveaus kan een **negatieve economische weerslag** hebben voor individuele, bedrijfs- of maatschappelijke actoren, of een **negatieve impact hebben op het comfort- of vrijheidsgevoel** van de persoon of groep die verantwoordelijk is voor het geluid. Ook kunnen er belangrijke **praktische belemmeringen** met betrekking tot geluidsinperkende maatregelen in de weg staan van een geluidsniveaubeperking. In sommige gevallen zijn er bezwaren op het vlak van **juridische uitvoerbaarheid**. Ten slotte kan er ook een probleem zijn op het vlak van een **niet adequate inschatting** met betrekking tot negatieve consequenties van hoge geluidsniveaus. Bij de totstandkoming van deze noodzakelijke compromissen is het uiteraard van groot belang dat **alle partijen inzicht krijgen in elkaars argumenten**, en overtuigd worden van de adequaatheid van de uiteindelijke maatstaven, criteria en maatregelen. Zowel bij de totstandkoming van wetgeving als bij het handhaven ervan blijkt (uit de interviews) dat de verschillende beleidsniveaus effectief rekening proberen te houden met de bekommernissen van alle belanghebbenden, en dat wetenschappelijk gestaafde gegevens een belangrijke rol spelen bij het overtuigen van de verschillende partijen. Gezien er een intrinsieke grijze zone bestaat omtrent de mate van schade of hinder die gepaard gaat met geluidsblootstelling, is de precieze kwantificering van richtlijnen of limietwaardes met betrekking tot toelaatbare geluidsdosissen

onderhevig aan pragmatische en politieke overwegingen van de beleidsmakers, -uitvoerders of -handhavers.

Ondanks de marge die aanwezig is bij de normgeving met betrekking tot geluid (omwille van de redenen zoals hierboven aangehaald), blijkt een **ondubbelzinnige kwantitatieve formulering**, eens vastgelegd, een **effectief instrument te zijn voor de handhaver van de wetten om een consensus te bereiken tussen de gehinderde en de geluidsveroorzaker over het al of niet nemen van mogelijke maatregelen**, waarbij een zekere mate van flexibiliteit voor de handhaver wenselijk is, om pragmatisch te kunnen omgaan met situaties die nieuw zijn, of die specifiek zijn voor zijn of haar lokaal bevoegdheidsterritorium. Verschillen tussen reglementen met betrekking tot geluid, die geïnspireerd worden door courante situaties die specifiek zijn voor de betrokken stad of gemeente (bijvoorbeeld het regelmatig doorgaan van concerten of fuiven, het dominant voorkomen van residentiële wijken, de nabijheid van een economische cruciale industriezone) zijn hier een voorbeeld van.

Interessant is de **typische dynamiek van het tot stand komen van nieuwe wetgeving, of aanpassingen aan de wetgeving**. Nieuwe evoluties zijn typisch niet het resultaat van een geleidelijk proces bij de wetgever, maar ze worden in grote mate gedreven door **sterke fluctuaties in de maatschappelijke belangstelling** voor een bepaalde problematiek, die op hun beurt dan weer meestal het gevolg zijn van **nieuwe, acute gevallen van overlast of schade**. Dit gaat gepaard met een dynamisch proces waarin, naast de gehinderden en de veroorzakers, ook belangengroepen die de gehinderden of veroorzakers vertegenwoordigen, actiegroepen, de media, en uiteraard ook politici een zeer grote rol spelen. Op langere termijn is de evolutie van de wetgeving, en van de praktische toepassing ervan door beleidshandhavers, ook iteratief, dit omwille van evoluties in objectieve factoren (bijvoorbeeld toenemende verkeersdichtheid, of toenemend aantal muziekconcerten) of wetenschappelijke inzichten (bijvoorbeeld met betrekking tot de relatie tussen blootstelling aan persoonlijke media-apparaten op jonge leeftijd en verminderde gehoorfuncties op latere leeftijd), gebeurtenis-gedreven perceptieveranderingen bij het publiek, technologische evoluties (bijvoorbeeld de ontwikkeling van geluiddempende tech-nieken bij nieuwe vliegtuigmotoren) of gewijzigde economische factoren (bijvoorbeeld groeiend economisch, ecologisch en dus politiek-strategisch belang van windturbines). Uiteraard ijlt de wetgeving steeds iets na op nieuwe evoluties. Deze vertraging wordt wel deels opgevangen door een mate van ingebouwde flexibiliteit waarmee de handhaver. Het inspelen op nieuwe situaties door aanpassingen in de reglementering leidt uiteindelijk tot het preventief optreden voor toekomstige gelijkaardige situaties.

De verrichte bevraging van personen op verschillende beleidsniveaus leert dat er een **matig positief oordeel is over de huidige wetgeving en instrumenten voor uitvoering van het beleid met betrekking tot geluid**. Dit ondanks toch wel wat **versnippering van bevoegdheden over verschillende beleidsniveaus** (de federale ministeries van volksgezondheid (toestellen voor persoonlijke muziekbeluistering) en economische zaken (vastleggen productnormen, bv. met betrekking tot motorlawaai), de Vlaamse Minister van Leefmilieu, Natuur en Cultuur en het Vlaams Departement voor Natuur, Natuur en Energie (LNE), de provincies, gemeentebesturen, de gemeentelijke milieudiensten, de gemeentelijke politiediensten, de NMBS voor spoorweg-verkeer) en van een diversiteit aan wetgevingen (VLAREM, actieplan Vlaanderen, KB van 1977, EU aanbevelingen). Wel wordt melding gemaakt van een aantal **hiaten in de wetgeving**, niet alleen omwille van nieuwe evoluties in het geluidscap (bijvoorbeeld problematiek van windturbines), maar ook voor reeds lang bestaande problematieken (bijvoorbeeld geluidshinder in aanpalende woningen ten gevolge van privé-activiteiten in kleine (<100m²) inrichtingen, installatielawaai in aanpalende woningen). Ook wordt er nog **ruimte voor verbetering gemeld op het vlak van informatiedoorstroming over geluidswetgeving** (bijvoorbeeld vademecum vermeld in hoofdstuk 3.3) naar het lokale niveau (vooral in kleine gemeentes), en op het vlak van de **scholing en meetapparatuur met betrekking tot het vaststellen van en het omgaan met geluidshinder van beleidshandhavers op lokaal niveau** (gemeentelijke milieudienst of gemeentelijke politie). Een aandachtspunt is het regelmatig voorkomen van situaties waarin de beleidshandhaver voor **voldongen feiten staat en retroactief optreden voor grote schade zorgt bij sommige betrokkenen**. Dit omdat er **bij installatie van een nieuwe inrichting** (bijvoorbeeld bij inrichtingen die kleinschalig zijn maar waarvan de activiteiten toch in flink wat geluidsproductie resulteren) **en bij het verlenen van de vergunning daarvoor geen rekening werd gehouden met mogelijke geluidsproblematieken**. Een **uitbreiding van de wetgeving** voor toepassing op sommige vergunningen, op basis van

ervaringen met betrekking tot geluids-problematiek uit het verleden, is daarom aangewezen. Dit 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 en deskundig geadviseerd** worden gedaan, zodat de budgettaire impact van (bijvoorbeeld bouwkundige of urbanistische) maat-regelen kan worden geoptimaliseerd, en de juridische omkadering tot een minimum beperkt kan blijven.

Steevast ligt de kiem van problemen in een veranderde situatie met betrekking tot geluids-bronnen of perceptie van betrokkenen. Er kan daarom in overweging genomen worden om het **in kaart brengen van geluidsniveaus en geluidsbronnen in Vlaanderen verder te intensifiëren en te detailleren**. Dit om urbanisten en andere beleidsplanners makkelijker toe te laten om door een doelgerichte en ordentelijke planning met alle informatie tijdig ter beschikking, het ontstaan van nieuwe problemen ten gevolge van onvermoede wijzigingen in het milieulandschap die resulteren uit het inplannen van infrastructures met nieuwe functionaliteiten in ontwikkelings-zones te voorkomen.

Het vermelden waard is ook dat zeer recent belangrijke stappen werden gezet met betrekking tot de wetgeving over publieke muziekactiviteiten, en er ook **werkgroepen** actief zijn op het vlak van het opmaken van een reglementering met betrekking tot geluid voor spoor- en wegverkeer, windturbines,...

Wat betreft gekozen blootstelling aan hoge geluidsniveaus zou de overheid, met het oog op het stimuleren van de bewustwording omtrent de nadelige gezondheidsaspecten, analoog aan verkeer- en anti-rook-campagnes, een **meer assertieve berichtgeving** kunnen stimuleren, met expliciete verwijzing naar de gevolgen van overmatige blootstelling. Een voorafgaande pilootstudie zou kunnen helpen om de efficiëntie van dergelijke aanpak na te gaan.

Ook op **wetenschappelijk en technisch vlak** is er nog werk aan de winkel. Voor zeer acute probleemsituaties is eenvoud en duidelijkheid van geluidsgerelateerde parameters aangewezen, maar voor lange termijnplanning dient de monitoring van geluidsdrukniveaus nog sterk verfijnd worden door **meer rekening houden met** (subjectief zeer belangrijke) **korte-termijnfluctuaties**. Er is ook een nood aan een verdere nuancering van criteria en normen van perceptueel zeer cruciale (storende) **tonale geluidsc componenten** bovenop een (minder storende) niet-tonale geluidsachtergrond. Zowel met betrekking tot storende tonale of andere **perceptueel opvallende geluidsc componenten** van installaties, van huiselijke of horeca-activiteiten bij burens, van windturbines, enzovoort, is er verder wetenschappelijk onderzoek nodig op het vlak van perceptiedrempels, hinderdrempels en maskeereffecten- en technieken. Dit zonder psycho-sociale aspecten uit het oog te verliezen (zie recente problematiek rond geluidshinderklachten met betrekking tot kinderopvang).

4.3. REGELGEVING IN VERBAND MET GELUID

Het opstellen van een bondig en volledig overzicht van de regelgeving in verband met geluid is niet evident. De belangrijkste redenen hiervoor, die we hierna kort zullen bespreken, zijn:

- het verschillende uitgangspunt;
- de vereiste verschillende aanpak voor diverse soorten geluidsbronnen;
- de bevoegdheidsverdeling.

Dit resulteert (noodzakelijkerwijs) in het gebruik van een veelheid van parameters, meetmethoden en bijhorende richtwaarden/grenswaarden.

Voor een iets uitgebreider -maar niet volledig- overzicht van wetgeving, normen en aanbevelingen verwijzen we de geïnteresseerde lezer naar de tekst en de tabel in appendix E.

Globaal kan men een onderscheid maken tussen de regelgeving die specifiek betrekking heeft op, enerzijds, het vermijden van gehoorschade en, anderzijds, het beperken van de 'hinder' en andere mogelijke negatieve effecten van geluidsblootstelling. Voorbeelden van regelgeving die vanuit de eerste optiek zijn opgesteld, vinden we terug in de wetgeving ter bescherming van de gezondheid van werknemers of het recente initiatief, op Vlaams niveau, met betrekking tot de beperking van het muziekniveau bij festivals, fuiven, enz. Het Vlarem (Vlaams Reglement Milieuvergunning) is dan weer in eerste instantie bedoeld om de hinder zo goed mogelijk in te perken.

Niet elke geluidsbron vraagt eenzelfde aanpak. Ofschoon het Vlarem werd opgesteld om alle zogenaamde 'ingedeelde inrichtingen' te behandelen, zijn er toch afzonderlijke bepalingen voorzien voor een aantal bronnen omwille van hun specificiteit. We denken hierbij, bijvoorbeeld, aan het geluid veroorzaakt door weg-, spoor- en vliegverkeer, windturbines, schietstanden, ...

Verschuillende beleidsniveaus zijn verantwoordelijk voor deze thematiek: gemeentelijk, Vlaams en federaal. Een aantal typische voorbeelden zijn:

- gemeentelijk: gebruik van grasmaaiers, specifieke richtlijnen in verband met muziek, ...
- Vlaams: Vlarem (ingedeelde inrichtingen): industrie, windturbines, verkeerslawaaai,...
- federaal: bescherming van de gezondheid van werknemers, burenhinder, productnormen, isolatienormen,...

De bevoegdheidsverdeling is niet altijd even strak afgelijnd en kan overlappen. Bovendien wordt een gedeelte van de regelgeving bepaald/opgelegd vanuit het Europese niveau (verkeerslawaaai, toestellen, bescherming van de gezondheid van werknemers,...). Hierop wordt ook verder ingegaan in appendix E.

De regelgeving is zeker geen statisch gegeven. Nieuwe inzichten (op basis van wetenschappelijk onderzoek, ervaring, ...), het frequenter opduiken van bepaalde bronnen van geluid (wind-turbines, persoonlijke muzikspelers, warmtepompen,...) en nieuwe trends en aandachtspunten in het maatschappelijk debat zorgen ervoor dat bestaande wetgeving wordt aangepast en uitgebreid. Uit de vele mogelijke voorbeelden vermelden we de bijzondere aandacht die afgelopen jaar werd besteed aan de problematiek van het geluid veroorzaakt door windturbines en de blootstelling aan muziekgeluid.

5. GELUID EN MAATSCHAPPIJ

5.1. HET MAATSCHAPPELIJK DEBAT

5.1.1. IN DE KLASSIEKE MEDIA

Met de regelmaat van de klok komt geluid en geluidshinder in de media. Het debat laait typisch op in vlagen. Meestal is het een zeer lokaal probleem (luchthaven Brussel Nationaal, Lange Wapper brug in Antwerpen, hangjongeren, kinderdagverblijf Brugge) aangebracht door een mondige groep inwoners dat de gemoederen in gans het gewest doet oplaaien. De publieke opinie is meestal minder goed geïnformeerd over de exacte situatie, maar dat is doorgaans voor hen geen probleem. Daarnaast is er – zeker in de geschreven pers – de berichtgeving over het beleid (schriftelijk leefbaarheidsonderzoek, beschikbaar komen van geluidskaarten, een nieuw WHO rapport) die rechtsreeks of onrechtstreeks door een disseminatie-actie aangestuurd worden. Sporadisch wordt over evolutie van de wetenschappelijke kennis gerapporteerd op initiatief van onderzoeksjournalisten.

Geluid volgt daarin de typische trend van het maatschappelijk debat in de media: hoe specifieker de situatie, hoe meer geanimeerd de discussie. Algemene beleidsstrategie, beleidsplannen, actieplannen kunnen doorgaans de goegemeente minder beroeren.

Om de media-analyse verder te kwantificeren, werd binnen de Onderzoeksgroep Akoestiek de verzameling van persartikels rond het thema geluidshinder bestudeerd, die verschenen in de dagbladen met gewestelijke verspreiding, die door de Vlaamse administratie systematisch wordt bijgehouden³. Meer specifiek werden artikels uit de periode 2005-2010 nader onderzocht, die zijn verschenen zowel in de nationale als in de regionale katernen van de dagbladen van Corelio (De Standaard, Het Nieuwsblad), De Persgroep (De Morgen, Het Laatste Nieuws, De Tijd) en Concentra (Gazet van Antwerpen, Het Belang van Limburg). In totaal werden 121 artikels weerhouden door VMM omdat ze gerelateerd waren aan wetenschappelijke of beleidsinformatie rond lawaai en lawaaihinder.. Deze werden vervolgens door UGent verwerkt naar prevalentie van termen gerelateerd aan geluid, aan de hand van een histogram van woordfrequenties, waarbij enkel relevante woorden met betrekking tot geluidshinder werden weerhouden. De resultaten worden voorgesteld aan de hand van een zgn. tag cloud (Figuur 24), waarbij het voorkomen van woorden wordt aangeduid met de grootte van het lettertype: hoe groter het woord wordt weergegeven, hoe vaker het werd vermeld in de pers in de bovenvermelde periode. De kleur heeft geen betekenis in deze tag cloud. Nader onderzoek van de teksten leert dat:

- Het voorwerp van het debat is geluidshinder, geluidsoverlast, lawaai, dus de subjectieve ervaring van het geluid. Veel minder gaat het over het geluidsniveau, decibels of geluid op zich (merk op dat de bestudeerde periode voorafging aan de discussie rond geluidsniveaus door elektronisch versterkte muziek). Sporadisch wordt verwezen naar de stilte. Soms worden andere gevolgen van geluid vermeld, maar slechts zelden is gezondheid de kern van de discussie.
- De bron van de geluidshinder die wordt besproken is meestal de luchthaven en daaraan gerelateerd de nachtvluchten en het spreidingsplan. Verkeer is regelmatig aan de orde, maar opvallend is dat ook hier naar heel specifieke situaties zoals een verouderd wegdek of het hoge percentage vrachtverkeer worden verwezen. Geluid door industrie is enkel het voorwerp van debat in combinatie met andere vormen van milieuverontreiniging veroorzaakt door het bedrijf.
- De overheid die het meest frequent in het debat wordt betrokken is de Vlaamse overheid en met name de bevoegde minister. Burgemeesters en schepenen en het gemeentebestuur als geheel zijn ondanks het lokale karakter van heel wat van de problemen minder in het debat betrokken. Het federale niveau staat grotendeels buiten de discussie en naar Europa en de Europese wetgeving wordt verwezen, maar dit beleidsniveau heeft geen aanspreekpunt.
- Steden waar geluidshinder het voorwerp van debat uitmaakt zijn naast Zaventem vooral Brussel, Antwerpen, en Gent.
- Geluidshinder gaat over mensen, ook soms omwonenden, bewoners, buurtbewoners, inwoners genoemd. Milieu en leefmilieu worden als thema's vermeld, maar dan vooral via de beleidsrelatie. Natuur komt vaak in dezelfde discussie voor, maar zelden als lijdend voorwerp van de verstoring.

³ Materiaal bekomen van Myriam Bossuyt (Vlaamse Milieumaatschappij)

Deze vaststellingen komen in grote lijnen overeen met de verwachtingen: omdat geluid in tegenstelling tot andere milieuverstoringen rechtstreeks door de mens kan waargenomen worden zal men vaak gebruik maken van deze – niet noodzakelijk objectieve observaties – om de geluidshinderproblematiek aan te kaarten; de vermoedelijke bron kan om diezelfde reden ook steeds aangewezen worden van bij het begin van de discussie maar de verantwoordelijkheid wordt bij de overheid gelegd, niet zozeer bij het eigen gedrag. Deze laatste observatie wijst erop dat de bevolking aanvaard of verwacht – bij monde van de geschreven pers – dat de Vlaamse samenleving fungeert als een “beleidsgestuurde samenleving” (zie sectie 5.2.1).



FIGUUR 24. TAG CLOUD VOOR HET VOORKOMEN VAN GELUID-GERELATEERDE WOORDEN IN PERSARTIKELS OVER GELUIDSHINDER.

De klassieke media spelen vaak een rol bij het agenderen van een beleid. Wetgevende initiatieven worden vaak opgestart nadat een probleem de nodige media-aandacht kreeg (bv. windturbinegeluid, muziek en gehoorschade, zie gevalstudies). Deze klassieke rol van de media is uiteraard zeer waardevol, maar rekening houdend met bovenstaande observaties moet men toch beducht zijn voor het al te veel ingrijpen op de symptomen van een meer fundamentele onderliggende ongewenste evolutie in de samenleving (bijvoorbeeld ruimtelijke structuur, gebruik van gemotoriseerd vervoer, levensstijl). Daarnaast bestaat het risico op over-reglementering op detailproblemen en onderreglementering op een wijdverspreide problematiek die in bijvoorbeeld meer objectief leefbaarheidsonderzoek (sectie 4.1) naar voor komt (bijvoorbeeld wegverkeerslawaai).

5.1.2. IN HET PARLEMENT

Het behandelen van geluid(sproblematiek) in het Vlaams en federaal parlement werd bekeken op basis van de databanken van parlementaire vragen en interpellaties (Appendix B). De zoektermen die gebruikt werden waren 'geluid' en 'lawaai' (inclusief samenstellingen met deze woorden) wat de meest voor de hand liggende keuze is. Niet-relevante resultaten van de zoekactie werden er zoveel mogelijk manueel uitgehaald (bijvoorbeeld: 'positief geluid', 'de alarmbel heeft geluid',...). Andere zoektermen werden niet gehanteerd aangezien het voornamelijk de bedoeling was om belangrijke trends weer te geven en de exacte cijfers als minder belangrijk werden beschouwd.

De getallen uit de appendix zijn dus indicatief. De onderverdeling gebeurde manueel en de categorie is niet altijd even eenduidig. Bovendien worden soms door verschillende personen vragen gesteld binnen eenzelfde discussie. Dit verhoogt het aantal observaties enigszins kunstmatig. Daarom werd getracht om deze effecten uit de weergegeven getallen (manueel) weg te filteren maar ook hier werd, gezien het opzet van deze oefening, geen absolute exactheid in aantallen nagestreefd. De analyses dateren van maart 2011. Latere toevoegingen aan de databanken werden dus niet beschouwd.

Uit deze analyses blijkt dat het federale en het Vlaamse parlement zich frequent buigen over geluidshinderproblemen. De onderwerpen van de vragen volgen zoals verwacht in grote lijn de bevoegdheidsverdeling tussen de parlementen. Verder valt op dat de onderwerpen van parlementaire vragen eerder gekoppeld zijn aan het debat in de media dan aan het onderzoek naar de impact van omgevingsgeluid op de bevolking.

De dominantie van vragen over de luchthaven Zaventem is opvallend. Naast de koppeling aan mediabelangstelling is het niet onbelangrijk dat de luchthaven ook op de politieke agenda is geplaatst in de beschouwde periode en dat het dossier een communautair tintje heeft hetgeen de politieke interesse aanwakkert. Geluidshinder, slaapverstoring en gezondheidseffecten die kunnen optreden door vliegtuiggeluid nabij luchthavens is ook internationaal een dankbaar thema hetgeen het debat zowel in de media als in het parlement aanwakkert. Specifiek rond de luchthaven Zaventem kan de opflakking van interesse mede verklaard worden door een ietwat gebrekkige aanpak van de wijziging van de vliegroutes naar concentratie kort na de eeuwwisseling.

Minder gemakkelijk te verklaren is de frequentie waarmee spoorverkeersgeluid opduikt in vragen aan het federale parlement. De media-aandacht rond spoorverkeersgeluid is relatief laag over de voorbije jaren (althans in de Vlaamse media) dus dit kan bezwaarlijk de aanleiding geweest zijn. De introductie van hogesnelheidstreinen die enerzijds een verandering introduceren en dus een sterkere reactie uitlokken (zie Sectie 3.2.5), anderzijds weinig lokaal voordeel opleveren (zie Sectie 5.2.3) is daar wellicht niet vreemd aan.

Wegverkeersgeluid beroert het federale parlement nauwelijks. Op Vlaams niveau komt wegverkeer ongeveer even dikwijls op de agenda als de luchthaven Zaventem. Dit is enigszins verwonderlijk omdat in geluidshinderenquêtes steevast straatverkeersgeluid als de meest voorkomende bron van geluidshinder opduikt (Sectie 4.1).

Windturbines, als nieuwe bron van omgevingsgeluid, komen in verhouding tot het aantal getroffen personen ruim aan bod in het Vlaams parlement. Specifieke situaties halen sporadisch het stadium van een parlementaire vraag: alarmkanonnen landbouw, kinderopvang, hondenschool, Mosquito, modelvliegtuigen,...

Voor alle hiervoor vermelde bronnen en situaties kan als onderliggende reden waarom de samenleving en bij extensie de parlementen zich hierover buigen een gevoel van onbillijke verdeling van de lusten en lasten van een activiteit aangehaald worden. Hinder door geluiden die men onvermijdelijk acht of waarvan iedereen wel eens last kan hebben (zoals wegverkeer) wordt als minder onrechtvaardig ervaren.

Een andere categorie van vragen heeft als onderwerp gehoorschade door MP3-spelers of luide muziek. De aanleiding voor de parlementaire interesse is in dit geval waarschijnlijk het wetenschappelijk onderzoek. De reden waarom deze onderzoeksresultaten ook de samenleving sterk beroeren wellicht een neiging tot bescherming van het zwakkere, onwetende individu.

De beleidsnota's van de verschillende bevoegde ministers (relevante uittreksels in Appendix D) geven een veel genuanceerder beeld. Het beoogde beleid is doorgaans gebaseerd op doordachte beleidsplannen zoals het milieubeleidsplan en Pact 2020 die een ruime maatschappelijke toets doorstaan hebben en op het realiseren van de doelstellingen die daarin vermeld staan. Hoopgevend is dat de problematiek van geluidshinder niet enkel in de beleidsnota van de bevoegde minister voor leefmilieu terug te vinden is, maar ook in andere beleidsdomeinen zoals Mobiliteit en Openbare werken. In beleidsnota van de minister bevoegd voor Ruimtelijke Ordening wordt het belang van de koppeling tussen ruimtelijke ontwikkeling en omgevingsgeluid rond de luchthaven Zaventem ingezien. Meer in het algemeen blijft de beleidsnota vaag wat betreft omgevingsgeluid en gericht bodemgebruik.

5.1.3. NIEUWE MEDIA

Nieuwe – internet gebaseerde – media spelen een steeds belangrijkere rol, ook in verband met geluidshinder. Het internetdebat is laagdrempeliger voor de meeste burgers en minder gepolijst dan het debat in de klassieke media en het parlement. Via een algemene internetzoekopdracht met standaard zoekmachine werden binnen het domein België een aantal websites, discussielijsten en sociale media geselecteerd die betrekking hebben op geluid. Analyses tonen dadelijk het bestaan van twee groepen aan in de meeste discussies (nachtluchten, windturbines, spelende kinderen, muziekfestivals): de gehinderden en zij die de hinder als overroepen en de gehinderden als onverdraagzaam beschouwen.

Kenmerkend voor het debat gevoerd door de gehinderden is dat zij :

- vaak wetenschappelijke kennis aanroepen om hun belangen kracht bij te zetten, niet zelden met een eigen enigszins extreme interpretatie;

- geluidshinder gebruiken als een kapstok om een diepere onderliggende problematiek aan te kaarten zoals NIMBY, onveiligheidsgevoel, vrees voor depreciatie van de leefomgeving;
- over een langere periode communiceren door opzetten van websites (folterpop.be, www.windmolensdendermonde.net84.net) of zich te organiseren in actiegroepen (www.ademloos.be).

Kenmerkend voor het debat gevoerd door zij die de hinder als overroepen en de gehinderden als onverdraagzaam beschouwen is dat zij :

- vaak refereren naar eigen kortstondige waarnemingen van een zogezegd vergelijkbare situatie (lawaai door kinderen, geluid van huisdieren, muziekfestival,...);
- de werkgelegenheid (nachtvluchten), het algemene belang (windmolens), de vrijheid (muziek), als argumenten inroepen;
- hun eigen situatie als referentie opgeven, bijvoorbeeld “ik draai ieder weekend luide muziek en heb na 10 jaar nog steeds geen gehoorbeschadiging”, “ik woon langs een snelweg en geregeld vliegen er vliegtuigen over, maar gehinderd ben ik niet”, “als je nachtvluchten erg vindt, dan moet je hier elk weekend eens komen luisteren naar de muziek, dat stopt niet”,...;
- de woonplaatskeuze van de klager als een belangrijke oorzaak van het probleem zien.

De discussie tussen het algemeen belang ten opzichte van het belang van het individu is dezelfde als voor alle milieuthema's net zoals het NIMBY syndroom. Typisch voor geluid is dat men de perceptie en het effect denkt zelf te kunnen inschatten. De schijnbare tegenstellingen op dit vlak zijn echter perfect te verklaren aan de hand van de wetenschappelijke kennis. Hinder is sterk gerelateerd aan controle van de situatie (Sectie 3.2.4) en dus zal een tijdelijke bezoeker er doorgaans minder last van hebben omdat hij/zij weet snel te kunnen vluchten. Verschillende mensen hebben een verschillende gevoeligheid voor geluid (Sectie 3.1.2 en Sectie 3.3) zodat het soms moeilijk is zich in de plaats van een ander te voelen. Ten slotte komen effecten van geluid komen vaak na langere periode aan het licht (Sectie 3.2.1) dus ervaringen geformuleerd op basis van directe, korte observaties zeggen weinig.

In deze discussie erkent de burger ook de rol van ruimtelijke structuur (NIMBY, daar niet gaan wonen,...) zij het dat dit zelden met zoveel woorden wordt genoemd.

In 2008 produceerde TNO in opdracht van de Nederlandse overheid een rapport waarin de impact van nieuwe media voor overheid en openbaar bestuur wordt onderzocht (Frissen et al., 2008). Dit rapport onderscheidt vier waarden in relatie tot de overheid: agendering van beleid (democratie), uitvoering van beleid (dienstverlening), handhaving van beleid (surveilleren) en toezicht op beleid (rekenschap en verantwoording).

5.1.4. GEORGANISEERDE INSPRAAK VAN DE BELANGHEBBENDEN

Goede beleidspraktijk steunt steeds meer op inspraak van de belanghebbenden. Dit impliceert steeds vaker dat de mondige burger bijkomend onderzoek afdwingt of plannen doet herzien (zie gevalstudie Nieuw Zurenborg). Waar de deelnemer aan informatiemomenten vroeger vooral informatie zocht komt hij/zij nu geïnformeerd – niet zelden via het internet – tot het debat bijdragen. De uitdaging bestaat er uiteraard in het georganiseerde debat te laten uitstijgen boven het confronteren van kreten en boutades van personen met tegenstrijdig belang (zie gevalstudie normen en regelgeving rond muziek en gehoorschade).

De rol van de burger als ervaringsdeskundige betekent ten slotte niet dat zijn standpunt altijd overeenstemt met wetenschappelijke bevindingen. In de discussie rond muziekblootstelling zien we dat akoestische grootheden niet zelden foutief geïnterpreteerd en toegepast worden, bepaalde actiegroepen vinden dat stadsontwikkeling in bepaalde zones akoestisch onaanvaardbaar terwijl bouwtechnische oplossingen gekend zijn, en zo voort. Het is dus essentieel om uiteindelijk persoonlijke ervaringen en wetenschappelijke gegevens te *combineren*, maar tussen beiden wel een duidelijk onderscheid te bewaren.

Gevalstudie: naar Vlaamse normen en regelgeving rond muziek en gehoorschade

Wetenschap en wetgeving

Al sinds het midden van de vorige eeuw raakte genoegzaam bekend dat blootstelling aan industrieel of ander lawaai permanente gehoorschade kan veroorzaken. Het vermoeden dat ook in regel aangenaam of gewenst geluid – zoals muziek – schadelijk kan zijn, rees pas later.

De wetenschap kan kennis aanrijken over de relatie tussen de blootstelling aan luide muziek en de gehoorschade die daar het gevolg kan van zijn, het is aan de maatschappij om te beslissen hoe daar verder mee om te gaan. Het initiatief van minister van Leefmilieu, Natuur en Cultuur Joke Schauvliege om geluidsnormen op te stellen voor muziekactiviteiten is een mooi voorbeeld van het maatschappelijk proces dat ontstaat bij het zoeken naar een consensus tussen verschillende belanghebbenden.

Verschillende partijen ...

Analyse van muziekactiviteiten en eventuele risico's hangt sterk af van wie door welke bril kijkt. Enigszins zwart-wit kan men stellen dat voor de **muzieksector** en geluidstechnici goede muziekbeleving op de eerste plaats komt, terwijl **audiologen** eerder denken in termen van gehoorschade en **geluidsdeskundigen** meer aandacht hebben voor hinder van omwonenden. Daarnaast zijn er de mensen die al deze besognes in een werkbaar **wettelijk** kader moeten gieten.

Om dit vraagstuk aan te pakken, werden vertegenwoordigers van deze groepen uitgenodigd door de minister van Leefmilieu, Natuur en Cultuur op Leefmilieu, Natuur en Cultuur op de rondetafelconferentie voor muziekgerelateerde hinder en gehoorschade eind 2009.

...verschillende visies

Het verslag van deze rondetafelconferentie leert dat de nood aan reglementering unaniem wordt onderschreven. Maar over de concrete invulling liggen de meningen verder uiteen.

Een eerste discussiepunt zijn aanvaardbare **grenswaarden**, auditief absoluut veilige niveaus lijken niet compatibel met goede muziekbeleving. Aanvaardbare risico's zijn echter minder strikt gedefinieerd, temeer omdat gehoorschade niet alleen van het geluidsniveau, maar ook van de blootstellingsduur afhangt. Een bijkomende moeilijkheid zijn de verschillende **wegingen** (A en C) die bij geluidsmetingen gebruikt kunnen worden. In regel wordt voor niet-impulsgeluid de A-weging gebruikt, maar er gaan stemmen op dat deze werkwijze voor muziek het risico dreigt te onderschatten en dat C-weging meer geschikt zou zijn.

Verder is het evident dat alleen realistische en **controleerbare** normen effectief kunnen zijn. In praktijk vraagt dit om zeer concrete richtlijnen inzake **meetplaats, meetduur en de frequentie** waarmee metingen dienen worden uitgevoerd..

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 of gehoorbeschermers te gebruiken. Bij deze laatste maatregel moet opgemerkt worden dat gehoorbeschermers als product zeer goed kunnen zijn, maar hun uiteindelijke waarde volledig staat of valt met correct en consequent gebruik door de individuele drager. Hier is dus een belangrijke taak weggelegd bij sensibiliserings- en informatiecampagnes.

De rondetafelconferentie stelt voor ook **scholen en overheid** een rol te geven in dit hele verhaal. Onderwijs kan het positieve effect van bestaande initiatieven zoals de doekoffer Amai mijn (H)oren! bestendigen en uitbreiden. De overheid kan zogenaamd 'voorbeeldige evenementen' belonen en in de kijker plaatsen terwijl financiële tegemoetkoming de aanschaf van persoonlijke gehoorbeschermers kan aanmoedigen.

Work in progress

Om normwaarden uit te werken, werd enerzijds de bestaande wetgeving in andere landen onder de loep genomen en anderzijds op basis van bestaande data gekeken of voorgestelde grenswaarden in

praktijk überhaupt haalbaar zijn. Analoot aan bestaande internationale wetgeving wordt een drietrapsbeleid voorgesteld naargelang het L_{Aeq} over 15 minuten lager is dan 85 dB(A), dan 95 dB(A) of over 60 minuten lager is dan 100 dB(A). Bij de laatste categorie geldt een L_{Aeq} over 15 minuten van 102 dB(A) als trigger, wordt dit overschreden dan moet de handhaver nakijken of het niveau over 60 minuten al dan niet 100 dB(A) overschrijdt. Vanaf de tweede categorie moeten de niveaus voor de geluidstechnicus zichtbaar gemeten worden, vanaf de derde categorie moeten de meetresultaten ook geregistreerd worden en is het gratis uitdelen van oordopjes verplicht..

Naast de normwaarden werken verschillende werkgroepen de concrete implementatie van meetprocedures, persoonlijke bescherming en sensibiliseringscampagnes verder uit.

Kroniek van de aangekondigde normen

Berichtgeving in De Morgen en De Standaard van de afgelopen twee jaar leert dat geluidsnormen voor muziek het maatschappelijk debat niet onberoerd laten. Nog voor minister Schauvliege op 19 januari 2011 haar voorstel voor Vlaamse reglementering voor het maximaal geluidsniveau van muziek voorlegt, stelt de muzieksector zelf een charter op waarin zij een maximum grens van 103 dB(A) belooft te respecteren en nemen organisatoren het initiatief om oordopjes ter beschikking te stellen. Ongetwijfeld stappen in de goede richting, met dien verstande dat 103 dB(A) een behoorlijk hoge grens is en oordopjes uitdelen niet gelijkstaat aan een vrijgeleide voor de geluidstechnici van dienst.

Het voorstel van minister Schauvliege wordt enkele maanden later zoals dat heet 'gematigd positief' onthaald. Een onmiddellijke bedenking is dat de normen niet haalbaar zijn voor kleinschalige initiatieven omdat zij noch het materiaal noch de mensen hebben om de voorgestelde controles uit te voeren. Na interne beraadslaging stellen enkele tenoren binnen de muzieksector de 100 dB(A) grens zelf ter discussie als fundamenteel onwerkbaar. In het verspreide filmpje dat dit moet bewijzen – opnames bij een drumstel – vergeet men (gemakshalve?) wel dat de voorgestelde limieten het geluidsniveau over 15 minuten bekijken en niet de momentane waarde.

Uiteindelijk keurde de Vlaamse regering het besluit in eerste lezing goed op 10 juni 2011 en bevestigde deze goedkeuring een tweede maal met een beperkt aantal wijzigingen en vooral een sterke administratieve vereenvoudiging. De streefdatum voor de publicatie in het Staatsblad is 1 januari 2012 en 1 januari 2013 voor de verplichte toepassing van alle maatregelen die in het voorstel werden opgenomen.

5.2. TRENDS

Trends en toekomstperspectieven ten aanzien van omgevingslawaai worden uitvoerig bestudeerd in de Milieurapporten (MIRA-S), vooral dan in het Themarapport Lawaai (Botteldooren, 2009) waar voor verkeersgerelateerde geluidsblootstelling mogelijke scenario's tot het jaar 2030 worden doorgerekend en vergeleken. Algemeen verwacht men hier een toename in weg-, trein- en luchtverkeer wat zal leiden tot meer geluidshinder als verder geen initiatieven worden genomen. Langs de andere kant vergroten gelukkig ook de inspanningen om blootstellingsniveaus te verminderen, via productgerelateerde geluidsnormen, vervanging van oude toestellen, een verfijnder verkeersbeleid, betere woningisolatie en zo verder. Volgens het Themarapport kan een adequate set maatregelen ondanks een toename in verkeersvolume het percentage gehinderden doen dalen. Het hele MIRA-S 2009 rapport geeft een uitgebreid én gedetailleerd overzicht van wat waarom kan verwacht worden voor de komende jaren. Dit onderdeel wil hierop een aanvulling zijn door te vertrekken van een aantal maatschappelijke trends die in wezen weinig met lawaai te maken hebben, maar finaal wel hun stempel zullen drukken op omgevingsgeluid en hoe daar in Vlaanderen meer omgegaan wordt.

5.2.1. WELKE TOEKOMST WIL DE VLAMING?

Hoe een samenleving omgaat met (ongewenst) geluid hangt sterk af van de mate waarin deze samenleving aan meer primaire behoeften zoals voeding, onderdak, basisgezondheid, kan voorzien en de toekomstbeelden die deze samenleving zich stelt. Het ontwerp milieubeleidsplan 2011-2015 (milieubeleidsplan, 2011) identificeert 4 toekomstbeelden voor de Vlaamse samenleving gebaseerd op de GEO-scenario's voorgesteld door UNEP: "marktgestuurde samenleving", "beleidsgestuurde samenleving", "veiligheidsgerichte samenleving" en "duurzaamheidsgerichte samenleving". De belangrijkste kenmerken van deze toekomstbeelden zijn terug te vinden in Tabel 4. Toekomstbeelden zijn geen voorspellingen maar uitvergroete, extreem voorgestelde toekomstige ontwikkelingen. Andere keuzes van toekomstbeelden zijn uiteraard mogelijk. Het ideeëngoed van verschillende politieke strekkingen en de toekomstbeelden vertoont enige gelijkenis en preferenties van de samenleving kunnen dan ook geschat worden aan de hand van de voorkeur van de kiezers voor bepaalde politieke ideologieën.

Marktgestuurde samenleving

- Private sector streeft maximale economische groei na, actief gesteund door de overheid,
- Focus op duurzaamheid van economische markten, eerder dan op het menselijk-ecologische luik. Economische resultaten primeren boven sociale en ecologische vooruitgang,
- De "vrije markt" voorziet in economische, sociale en milieugerelateerde voordelen,
- Economisering van natuur en publieke goederen,
- De Europese Gemeenschap vormt een economisch blok,
- Tweede grootste mondiale bevolkingsgroei (in vergelijking van de 4 scenario's).

Beleidsgestuurde samenleving

- Sterk gecentraliseerde benadering brengt economische groei in balans met het verzachten van de potentiële impact ervan op milieu en maatschappij,
- Economische ontwikkeling is gericht op algemene efficiëntie en op milieupact. Het milieubeleid stimuleert verdere ontkoppeling van economische groei en milieudruk,
- Krachtig beleid ter verbetering van milieu en menselijk welzijn gesteund door private en civiele sector,
- Versterkte internationale samenwerking i.f.v. vooropgestelde doelen en internationale overeenkomsten,
- De Europese Unie is een belangrijke politieke en internationale speler,
- De mondiale bevolkingsgroei is lager dan bij de marktgestuurde samenleving.

Veiligheidsgerichte samenleving

- Focus ligt op veiligheid. De fysieke en psychische begrenzing van de levenswijze van mensen neemt toe,
- Zelfvoorziening is richtinggevend. Protectionistische economische blokken (o.a. EU) ontstaan,
- Overheid en private sector concurreren om de controle over de inspanningen ter verbetering (of minstens behoud) van het welzijn, van vooral de rijken en machtigen uit de samenleving,
- Ontwikkeling dient maximale toegang en gebruik van milieu door de machthouders te verzekeren,
- Algemeen wantrouwen keldert internationale afstemming,
- De grootste mondiale bevolkingsgroei van de 4 scenario's.

Duurzaamheidsgerichte samenleving

- Het algemene belang primeert boven economisch winstbejag.
- Samenwerking tussen overheid, civiele samenleving en private sector ter verbetering van het milieu en het menselijke welzijn. Focus ligt op billijkheid. Socio-economisch en milieubeleid zijn evenwaardig.
- Een effectieve publiek-private samenwerking is gericht op zowel projecten als op beleidsvorming en -implementatie.
- Sterke internationale instituties stimuleren mondiale solidariteit en een wereldwijd draagvlak voor milieubeleid. Dit resulteert o.a. in doorgedreven afspraken m.b.t. het klimaatbeleid en stimuleert snelle diffusie van kennis en nieuwe technologieën.
- Internationale, nationale en meer lokale overheden vervullen belangrijke rol in de voorziening van publieke goederen, waaronder milieu- en natuuraspecten.
- Laagste mondiale bevolkingsgroei van de 4 scenario's

TABEL 4 TOEKOMSTBEELDEN VOOR DE VLAAMSE SAMENLEVING (MILIEUBELEIDSPLAN, 2011)

Het relateren van de toekomstbeelden aan zowel de doelstellingen als de instrumenten om deze doelstellingen te bereiken met betrekking tot geluid, verschaft inzicht in het maatschappelijke debat en de maatschappelijke trends. In (Cousy en Botteldooren, 2007) wordt het concept geluidgebruiksruimte – naar analogie met milieugebruiksruimte – geïntroduceerd om de consequenties van een toekomstbeeld op de manier waarop een maatschappij omgaat met geluid

te bespreken. De (basis) geluidgebruikruimte van een gezin is de onmiddellijke woonomgeving, afgebakend door de limiet van hoorbaarheid voor de aangrenzende eenheden geluidgebruikruimte. Binnen haar geluidgebruikruimte heeft het gezin de vrijheid en het recht om het geluidsklimaat te bepalen. Dit wil zeggen, er is een recht op geluidsproductie, maar ook een recht op stilte. Daarnaast wordt de gemeenschappelijke geluidgebruikruimte gedefinieerd. Deze gemeenschappelijke geluidgebruikruimte kan door eenieder gebruikt worden (om er geluid te produceren). Ze wordt typisch beheerd door een overheid. Belangrijk is dat de gemeenschappelijke geluidgebruikruimte efficiënt gebruikt wordt. Geluidsefficiëntie van de activiteiten die er plaatsvinden is primordiaal. Voorbeelden van gemeenschappelijke geluidgebruikruimtes zijn: wegen, spoorwegen, parken en pleinen, stiltegebieden. Geluidgebruikruimte kan gezien worden als een vermarktbaar goed.

Keren we nu terug naar de vier toekomstbeelden.

a. MARKTGESTUURDE SAMENLEVING

- **Private sector streeft maximale economische groei na, actief gesteund door de overheid,**
- **Focus op duurzaamheid van economische markten, eerder dan op het menselijk-ecologische luik. Economische resultaten primeren boven sociale en ecologische vooruitgang,**
- **De "vrije markt" voorziet in economische, sociale en milieugerelateerde voordelen,**
- **Economisering van natuur en publieke goederen,**
- **De Europese Gemeenschap vormt een economisch blok,**
- **Tweede grootste mondiale bevolkingsgroei (in vergelijking van de 4 scenario's).**

In dit toekomstbeeld wordt de verdeling van de geluidgebruikruimte grotendeels overgelaten aan de vrije markt. De onverstoorde woonomgeving wordt het voorrecht voor zij die er de middelen voor kunnen vrijmaken. Ook luidruchtige woonomgevingen worden gebruikt met de implicatie dat de kostprijs van woningen daar lager zal zijn. Afkopen van het recht op stilte van de omwonenden ten behoeve van economische activiteiten (bijvoorbeeld bij inplanting van een nieuwe installatie) is in dit toekomstbeeld niet uitgesloten. Uitmuntende geluidsklimaten (stiltegebieden) staan vooral ter beschikking van mensen met de nodige financiële draagkracht omdat er steeds verder moet gereisd worden om deze te bereiken.

Gehoorbeschadiging door hoge geluidsniveaus op het werk kan vertaald worden naar verloning, gehoorbescherming wordt grotendeels aan het individu overgelaten. Meer algemeen gaat dit toekomstbeeld samen met een meer risiconemend gedrag. De onzekerheid in wetenschappelijke kennis over de effecten van geluid wordt aangegrepen om de kans op het optreden van deze effecten te minimaliseren.

De rol van de overheid is in eerste instantie beperkt tot het optreden in geval van conflicten tussen bewoners onderling of tussen bevolking en economie, wanneer inbreuk gedaan wordt op de basis geluidgebruikruimte zonder gepaste financiële compensatie. In een wat meer gematigde visie zal de overheid ook toezien op het efficiënt gebruik, dit wil zeggen het beperken van onnodige geluidsemisatie van voertuigen en toestellen. Tot op zekere hoogte zal de overheid informeren over de gezondheidseffecten, maar er wordt maar ingegrepen wanneer de kosten-baten analyse van de maatregel in vergelijking met de medische kosten die volgen uit het gezondheidseffect positief is.

b. BELEIDSGESTUURDE SAMENLEVING

- Sterk gecentraliseerde benadering brengt economische groei in balans met het verzachten van de potentiële impact ervan op milieu en maatschappij,
- Economische ontwikkeling is gericht op algemene efficiëntie en op milieu-impact. Het milieubeleid stimuleert verdere ontkoppeling van economische groei en milieudruk,
- Krachtig beleid ter verbetering van milieu en menselijk welzijn gesteund door private en civiele sector,
- Versterkte internationale samenwerking i.f.v. vooropgestelde doelen en internationale overeenkomsten,
- De Europese Unie is een belangrijke politieke en internationale speler,
- De mondiale bevolkingsgroei is lager dan bij de marktgestuurde samenleving.

Er wordt een krachtig beleid gevoerd ter verlaging van de impact van omgevingsgeluid op de bevolking en op die manier het verhogen van het welzijn. De vrije markt en economische groei spelen nog steeds een belangrijke rol. In dit toekomstbeeld wordt er van uitgegaan dat het individu beschermd moet worden tegen externe invloeden en tegen eigen gedrag dat zijn gezondheid of levenskwaliteit negatief beïnvloedt (bijvoorbeeld blootstelling aan te luide muziek). Het recht op geluidsproductie wordt beperkt ten voordele van het recht op stilte van anderen. Omdat een kwaliteitsvol geluidsklimaat waarin recreatief vertoefd kan worden een positieve invloed heeft op (mentale) gezondheid wordt een dergelijke omgeving binnen bereik van elk individu gegarandeerd en met overheidsmiddelen in stand gehouden.

Ook Europa speelt in dit toekomstbeeld een belangrijke rol. Geluidsemissies van voertuigen en toestellen worden sterker gereguleerd om ondanks de groei van de economie en de bevolking toch nog een goede geluidsgebruiksruimte te kunnen garanderen voor elk lid van de samenleving. Efficiëntie is een kernbegrip: men wenst de groei van bijvoorbeeld verkeer en vervoer niet te beperken, maar de invloed op het geluidsklimaat toch niet te laten toenemen.

Het versterken van het ruimtelijk structuurbeleid helpt economie met bevolking te verzoenen ook op het vlak van geluidsklimaat.

Luidruchtige recreatie wordt niet verboden maar sterk gereguleerd.

c. DUURZAAMHEIDSGERICHTE SAMENLEVING

- Het algemene belang primeert boven economisch winstbejag.
- Samenwerking tussen overheid, civiele samenleving en private sector ter verbetering van het milieu en het menselijke welzijn. Focus ligt op billijkheid. Socio-economisch en milieubeleid zijn evenwaardig.
- Een effectieve publiek-private samenwerking is gericht op zowel projecten als op beleidsvorming en –implementatie.
- Sterke internationale instituties stimuleren mondiale solidariteit en een wereldwijd draagvlak voor milieubeleid. Dit resulteert oa. in doorgedreven afspraken m.b.t. het klimaatbeleid en stimuleert snelle diffusie van kennis en nieuwe technologieën.
- Internationale, nationale en meer lokale overheden vervullen belangrijke rol in de voorziening van publieke goederen, waaronder milieu- en natuuraspecten.
- Laagste mondiale bevolkingsgroei van de 4 scenario's

Omdat in dit toekomstscenario de groei – inclusief de bevolkingsgroei – het meest geremd wordt onder andere door mondiale afspraken over klimaat, zal het geluidsklimaat in de leefomgeving ook zonder expliciete overheidsmaatregelen over het algemeen verbeteren.

Omdat in dit toekomstbeeld mondiale solidariteit een belangrijke rol speelt zal de waarde van de geluidgebruiksruimte lager zijn dan in de vorige twee toekomstbeelden. Deze waarde zal immers bepaald worden op een mondiale schaal waar primaire behoeften niet steeds voldaan zijn.

De overheid zal vooral instrumenten inzetten die weinig kosten omdat de mondiale solidariteit en het streven naar duurzaamheid meer prioritaire behoeften zal aanduiden. Het versterken van het ruimtelijk structuurbeleid blijft een efficiënt beleid.

De overheid speelt een belangrijke rol in het voorzien van publieke ruimte met een geschikt geluidsklimaat, stiltegebieden maar ook stadsparken.

d. VEILIGHEIDSGERICHTE SAMENLEVING

- Focus ligt op veiligheid. De fysische en psychische begrenzing van de levenswijze van mensen neemt toe,
- Zelfvoorziening is richtinggevend. Protectionistische economische blokken (o.a. EU) ontstaan,
- Overheid en private sector concurreren om de controle over de inspanningen ter verbetering (of minstens behoud) van het welzijn, van vooral de rijken en machtigen uit de samenleving,

Het belang van veiligheid en de protectionistische reflex gaan gepaard met een verhoogd belang van de bescherming van de basis geluidgebruiksruimte. Intrusie door omgevingsgeluid wordt als zeer bedreigend ervaren en dit leidt frequent tot conflicten vooral omdat beperkingen van het recht tot geluidsproductie niet goed passen in dit toekomstbeeld.

Risico's op gezondheidseffecten van geluid worden op waarde geschat of zelfs overschat. Dit leidt eveneens tot een toename in het aantal klachten met betrekking tot onbekende geluidsbronnen zoals windturbines.

Reductie van gehoorbeschadiging op het werk of door hoge blootstelling aan muziek wordt vermeden, maar het initiatief daarvoor komt vooral van de bevolking zelf vanuit de veiligheidsreflex. De rol van de overheid is beperkt. Sociaal zwakkeren kunnen daardoor in de kou blijven staan.

De overheid treedt in dit toekomstbeeld weinig sociaal regulerend op waardoor toegang tot aangename geluidsklimaten en woningen met beperkte verstoring door omgevingsgeluid net zoals in het marktgestuurd scenario vooral weggelegd is voor mensen met een grotere economische draagkracht.

In welke mate de bevolking in Vlaanderen elk van deze vier toekomstbeelden ideaal of aanvaardbaar vindt is voor zover wij weten niet gekend. Onderzoek in Nederland in 2004 (RIVM, 2004) gebruikte vergelijkbare toekomstbeelden. Met enige omzichtigheid leiden we daaruit af dat een iets groter draagvlak werd gevonden voor een toekomstbeeld dat aanleunt bij de *beleidsgestuurde samenleving* (45%), de *duurzaamheidsgerichte* en *veiligheidsgerichte samenleving* vinden een draagvlak van de orde van een kwart van de bevolking terwijl de *marktgestuurde samenleving* slechts voor minder dan 10% van de Nederlandse bevolking aantrekkelijk leek. Uiteraard moet men heel voorzichtig zijn bij het extrapoleren van deze getallen naar enerzijds het jaar 2011, anderzijds de Vlaamse samenleving. In de studie in opdracht van RIVM werd een duidelijke relatie gevonden tussen het stemgedrag en het toekomstbeeld dat iemands voorkeur geniet, hetgeen uiteraard niet verwonderlijk is. Rekening houdend met de politieke voorkeuren en de trends daarin over de laatste 10 jaar in Vlaanderen, kan men vermoeden dat het toekomstbeeld van een *veiligheidsgerichte samenleving* in Vlaanderen in 2011 meer bijval zou genieten terwijl het toekomstbeeld *duurzaamheidsgerichte samenleving* aan interesse heeft ingeboet. Deze vaststelling zou kunnen verklaren waarom er in 2011 een zeker draagvlak wordt gevonden voor een beleid rond preventie van gehoorbeschadiging door luide muziek. Ook het toenemend aantal discussies en conflicten rond buurtgeluid zou hier gedeeltelijk door verklaard kunnen worden.

De diversiteit in de bevolking met betrekking tot het meest gewenste toekomstbeeld weerspiegelt zich uiteraard ook in het maatschappelijk debat dat in Sectie 5.1 werd besproken.

De Vlaamse overheid wil richting geven aan de toekomst en legde samen met de sociale partners en het georganiseerde middenveld de concrete doelstellingen voor Vlaanderen in Actie vast in het Pact 2020. Dit pact wordt geacht concrete invulling te geven aan de route die gevolgd moet worden om het meest gewenste toekomstbeeld te verwezenlijken. Uiteraard is dit een compromis tussen de visies van verschillende groepen in de maatschappij.

5.2.2. ALGEMENE TRENDS IN HOUDING TEN AANZIEN VAN OMGEVINGSGELUID

Evoluties in de samenleving kunnen aanleiding geven tot een veranderende houding ten opzichte van de leefomgeving, omgevingsgeluid, risico op gehoorbeschadiging en andere gezondheidseffecten. Let wel, het gaat hier niet om de trends in geluidshinderervaring die in Sectie 4.1 reeds besproken werden, maar wel om de verandering in subjectieve ervaring bij gelijke fysieke blootstelling. We stellen ons dus de vraag of de maatschappij nu anders omgaat met omgevingsgeluid dan vroeger en of deze trend zich zal verderzetten.

In het recentste schriftelijk leefbaarheidsonderzoek (SLO, 2008) is nagegaan hoe gevoelig mensen zijn voor geluid, maar aangezien deze metingen in vroegere SLO's niet werd uitgevoerd, is geen tijdsreeks voor handen. Daarom kunnen we ons enkel baseren op meer algemeen trend-onderzoek.

a. STILTE ALS GEWENST GELUID

Vlaanderen is een van de meest welvarende regio's in de wereld. Voor de meeste inwoners worden de basisbehoeften dan ook gemakkelijk vervuld. Een steeds groter aandeel van de bevolking streeft dan ook hogere echelons van de piramide van Maslow: zelfverwezenlijking, erkenning en waardering (IST, 2010). Men kan een directe parallel trekken tussen de behoeftebevrediging binnen een maatschappij en de aspecten van omgevingsgeluid waaraan aandacht besteed wordt (Luz, 2008). Op de hoogste echelons vinden we het streven naar ideale geluidslandschappen (soundscapes), inclusief stiltegebieden, terug.

De Vlaamse overheid heeft dit streven zeer concreet vertaald in een kwaliteitslabel (één tot drie sterren) dat aan gebieden met "een aangenaam geheel van geluiden" kan worden toegekend. Gemeenten moeten daarvoor zelf een dossier indienen waarna op basis van een reeks akoestische en niet-akoestische criteria beslist wordt of een bepaalde zone het etiket *landelijk* (overwegend natuurlijke geluiden) dan wel *stedelijk* (menselijke en natuurlijke geluiden) stiltegebied zal krijgen. De normen zijn anno 2011 wel vooral gericht op landelijke streken.

Voor de toekenning worden geluidsniveaus gemeten en worden zowel het achtergrondgeluid als geluidsgebeurtenissen gekarakteriseerd. Daarnaast kan via enquêtes bij bewoners en bezoekers of via luistertests uitgevoerd door deskundigen de algemene geluidskwaliteit en het voorkomen van gebiedsvreemde geluiden worden ingeschat. Dit alles wordt vergeleken met referentie-waarden om zo tot een kwaliteitslabel te komen.

Naast akoestische zijn er ook niet-akoestische overwegingen. Er wordt een overzicht gemaakt van de geluidsbronnen, activiteiten in het gebied en toekomstige infrastructuur ontwerpen. De natuurlijke of landschappelijke waarde wordt eveneens in rekening gebracht en het potentiële stiltegebied moet geografisch een voldoende grote zone bestrijken.

Het is de bedoeling dat streken met het label stiltegebied ook effectief stil blijven, dus grootschalige vermarkting is uit den boze. Langs de andere kant mogen de gebieden wel beleefd worden, zij werden gecreëerd voor de mens en de mens mag er van genieten. Ook typische woon- en werkgeluiden mogen aanwezig blijven. Ten slotte is een stiltegebied geen statisch gegeven, maar een concept waar de gemeente, lokale en regionale partners samen aan bouwen.

Uiteraard betekent deze eerder formele benadering door de Vlaamse overheid niet dat buiten de stiltegebieden geen aangename geluidslandschappen meer te vinden zijn. Er ontstaan immers ook allerhande andere initiatieven zoals het portaal van de stilte (www.waerbeke.be) of Tranquillizers (zie gevalstudie). De link met poëzie, fotografie en andere kunstvormen is in deze initiatieven nooit ver weg. Er wordt gretig gebruik gemaakt van internet als enabling technologie (IST, 2010) voor het verspreiden van informatie en het stimuleren van participatie. Naast de meer culturele dimensie leidt de toenemende vrije tijd en het verlangen naar restoratief (Sectie 3.2.6a) gebruik van die vrije tijd voor een deel van de bevolking naar frequenter gebruik van rustige, stille gebieden.

b. REACTIES OP ONGEWENST GELUID

De reactie van burgers ten aanzien van ongewenst geluid is gerelateerd aan hun (on)veiligheidsgevoel (Sectie 3.1.2, Sectie 3.2.3.b.) en de mate waarin veiligheid belangrijk wordt geacht. Er is reeds gesteld dat er een mogelijke trend bestaat naar een meer veiligheidsgerichte samenleving. Langs de andere kant is het subjectieve onveiligheidsgevoel in Vlaanderen nog steeds vrij hoog (Elchardus en Smits, 2009) maar er is een lichte, doch significante, dalende trend waar te nemen tussen 1998 en 2008 (Elchardus en Smits, 2009). Omdat deze trend beperkt is en op zijn minst gedeeltelijk gecompenseerd kan worden door het toegenomen belang van veiligheid, verwachten we geen verandering van de houding ten opzichte van omgevingsgeluid omwille van het subjectieve onveiligheidsgevoel. Dit lijkt dus geen verklarende factor voor de toename in geluidshinder door burelen die in Sectie 4.1 werd vastgesteld.

Tolerante en verdraagzaamheid worden in het maatschappelijk debat rond omgevingsgeluid vaak aangeropen. Meestal zijn het de veroorzakers van geluid die dit argument aanroepen. In deze context verwijzen de begrippen naar de manier waarop men met geluid omgaat (Sectie 3.2.4). De verdraagzame burger wordt geacht zijn of haar eigen gedrag, verwachtingen, activiteiten, woonplaats aan te passen als een maatschappelijk aanvaarde reactie op het ongewenste geluid eerder dan te klagen, een rechtszaak aan te spannen, enz. Als deel van de bevraging naar geluidsgevoeligheid in de SLO-2 enquête (SLO, 2008) zijn enkele vragen opgenomen die een indicatie kunnen geven van de prevalentie van verdraagzaamheid: 48% van de bevroagden is het eens met de stelling dat *niemand zich wat van harde muziekinstallaties zou moeten aantrekken*, maar 53% van de bevroagden is het ook eens met de stelling dat *ze boos worden op mensen die geluid maken waardoor ze niet kunnen slapen of werken*. Dit wijst op een grote verdeeldheid in de bevolking.

Op zoek naar rust en stilte: gevalsstudie Heuvelland Tranquillizer



In onze maatschappij is stilte samen met rust en onthaasting een kostbaar goed geworden waar mensen actief naar zoeken. In die filosofie kadert het Tranquillizer initiatief dat tien wandelroutes uitstippelde in het West-Vlaamse Heuvelland. Deze wandelingen willen de deelnemers niet alleen naar stille, kwaliteitsvolle plekken leiden, maar tegelijk de beleving van rust en schoonheid verdiepen door foto's, tekeningen en gedichten aan de verschillende trajecten te koppelen.

Stilte als totaalervaring

Heuvelland Tranquillizer wordt zeer expliciet als stiltekuur gepromoot, maar het is duidelijk veel meer dan alleen een poging om storend omgevingslawaai te ontvluchten. Het initiatief benadrukt ook het landschappelijk-ruimtelijk aspect, de *beleving* van de natuur en de bijzondere geschiedenis van bepaalde plaatsen. Een stil gebied staat hier voor een **kwaliteitsvolle plaats** waar het ontbreken van ongewenst achtergrondlawaai toelaat te genieten van de omgeving met haar natuurlijke geluiden.

Het concept stilte

Het begrip 'stilte' wordt bijzonder vaak genoemd op de Tranquillizer website, maar nergens wordt dit vertaald in geluidsdrumniveaus of zelfs nader gedefinieerd. De enige verwijzing naar akoestische grootheden betreft een voetnoot over het mogelijk storend decibelgehalte van bepaalde evenementen in de streek en verder waarschuwt men nog dat stilte niet hetzelfde is als het ontbreken van enig geluid. Los van de eerder vage invulling blijkt stilte wel ontzettend belangrijk in de commentaren van de wandelaars. Positieve reacties zijn niet zelden enthousiast over de ervaren rust terwijl negatievere berichten het storend lawaai van evenementen en verkeerslawaai aanhalen. Het mag duidelijk zijn dat in deze context stilte **veel verder gaat dan lage geluidsdrumniveaus**. De brede betekenis van het concept moet zeker een plaats krijgen wanneer in het kader van onderzoek en beleid waardevolle plaatsen akoestisch worden gekarakteriseerd.

Ruimte voor herstel

De opzet van VVV Heuvelland gaat verder dan het in kaart brengen van aangename wandelroutes. Zij benadrukken dat de positieve effecten van 'stiltekuren' langer aanhouden dan een wandeltocht en zo kunnen bijdragen tot meer welbevinden en mentale veerkracht. Dit sluit aan bij wat in wetenschappelijke termen **psychologische restoratie** heet, mensen kunnen beter omgaan met omgevingslawaai als ze voldoende kunnen ontspannen op plaatsen die zij als rustgevend ervaren.

Stilte als cultuur

Heuvelland Tranquillizer is zeker geen alleenstaand initiatief, zo werkt het steunpunt voor lokale overheden LOCUS samen met WAERBEKE, een socio-culturele beweging rond stilte en leef-kwaliteit. Samen proberen zij een ruim gamma aan stilte-projecten te bundelen, bekendheid te geven en ingang te doen vinden in het lokale cultuurbeleid. Ook hier is stilte in de eerste plaats een subjectief gegeven met een zeer brede invulling. Dat is uiteraard geen bezwaar voor de bestaande initiatieven, maar voor beleidsvoering en het **creëren** van 'stille' plaatsen is het belangrijk dat deze ervaringen worden vertaald in (akoestische) grootheden die over de verschillende projecten heen kunnen gecommuniceerd worden.

Te onthouden

- 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 totaalbeleving te karakteriseren dan als strikt akoestisch begrip.
- Een 'stilte-ervaring' rijkt verder dan het moment zelf en kan ook op langere termijn positief nawerken.

5.2.3. MOBILITEIT EN LAWAAI

Een steeds groter bewustzijn omtrent de impact op het milieu en het klimaat van het gebruik van fossiele brandstoffen voor wegtransport, samen met de onzekerheid omtrent de toekomstige voorradigheid en kostprijs van fossiele brandstoffen, zorgen de laatste jaren voor een sterk verhoogde interesse in de ontwikkeling van elektrische voertuigen. Zo stelt de Europese Commissie als doelstelling een reductie van 60% in de CO₂ emissies als gevolg van transport tegen 2050, in vergelijking met 1990 (EC, 2011). Een onderdeel van dit plan is het volledig verdwijnen van voertuigen aangedreven door fossiele brandstoffen in stedelijke omgevingen tegen 2050. Ter ondersteuning van deze doelstellingen werd o.a. het Europese Green Cars Initiative opgestart, een onderzoeksprogramma dat onderdeel uitmaakt van het economische herstelplan (EC, 2008). In MIRA-S 2009 wordt (binnen het referentiescenario) voorzien dat elektrisch aangedreven voertuigen een aandeel van 5% zullen innemen in de nieuw verkochte personenwagens tegen 2030, en hybride wagens (benzine en diesel) een aandeel van 32% (resp. 7.5% en 55% in het Europa-scenario). Dit zal aanleiding geven tot een aandeel van 2% elektrische en 20% hybride voertuigen in het wagenpark tegen 2030 in het referentiescenario (resp. 5% en 35% in het Europa-scenario). Ter vergelijking: binnen de huidige vloot bezitten elektrische en hybride voertuigen een aandeel kleiner dan 1%. De evolutie naar meer elektrisch aangedreven voertuigen in steden brengt een significante vermindering in geluidsemissies met zich mee. Wanneer het bandengeluid niet vermindert, zorgt het vervangen van het wagenpark door elektrische voertuigen voor een algemene vermindering in geluidsniveaus tot 4 dB(A) in stedelijke omgeving (Yoshinaga & Namikawa, 2009). Wanneer ook het bandengeluid wordt aangepakt, leidt dit zelfs tot een grotere daling in geluidsniveaus.

De relatief lage geluidsemissie van elektrisch aangedreven voertuigen in vergelijking met voertuigen aangedreven door een verbrandingsmotor, kan een veiligheidsrisico inhouden voor voetgangers en fietsers, omdat de kans bestaat dat zij deze voertuigen niet horen naderen wanneer het achtergrond geluidsniveau hoog is. In het bijzonder zijn zwakke weggebruikers met een visuele handicap hierbij kwetsbaar. Bijgevolg gaan er stemmen op om naast normen voor de maximum geluidsemissie van voertuigen, ook normen voor de minimum geluidsemissie in te voeren. Waar deze niet worden gehaald, bv. bij elektrisch aangedreven voertuigen, wordt het dan nodig om een artificieel geluid toe te voegen, wat vrij controversieel is (Sandberg et al., 2010); desalniettemin voeren verschillende autoconstructeurs hierrond reeds testen uit. Andere oplossingen vormen het gebruik van radar in voertuigen voor het detecteren van zwakke weggebruikers, het gebruik van een zender-ontvanger systeem voor personen met een visuele handicap, gekoppeld met een aangepaste opleiding van bestuurders. Men dient er echter op te wijzen dat dit slechts een tijdelijk probleem vormt: wanneer de meerderheid van de voertuigen elektrisch wordt aangedreven, zal ook het achtergrondniveau, dat momenteel vooral wordt veroorzaakt door wegverkeer, dalen.

Alhoewel het luchtvaartvolume de afgelopen decennia een sterke toename kende, beleefde ook de vliegtuigtechnologie een sterke vooruitgang. Als gevolg van de introductie van stillere vliegtuigen, zijn de zones van hoge geluidsimmissie rondom de meeste Europese luchthavens gevoelig kleiner geworden, en bijgevolg ook het aantal omwonenden van luchthavens dat aan hoge geluidsniveaus wordt blootgesteld. Het effect van stillere vliegtuigtechnologie zal echter verminderen in de toekomst, want op basis van de marktvoorspellingen van Airbus en Boeing kan verwacht worden dat het luchtvaartvolume de komende jaren zal blijven stijgen, waardoor opnieuw een toename in het aantal omwonenden blootgesteld aan hoge niveaus kan worden verwacht (Kroesen, 2011).

Niettegenstaande de vermindering in geluidsblootstelling ten gevolge van luchtvaart gedurende de afgelopen decennia, bleef het aantal klachten over geluidshinder onverminderd hoog (Babisch et al., 2009). Wetenschappelijk onderzoek toont aan dat dit niet het gevolg is van een algemene stijging in de gevoeligheid voor omgevingsgeluid (Brooker, 2009), maar dat hierin, naast de objectieve geluidsniveaus, twee dynamische sociaalpsychologische factoren een belangrijke negatieve rol spelen: *wantrouwen* en *machteloosheid* (Kroesen et al., 2011). Personen die niet vertrouwen dat de overheid de vooropgestelde geluidsnormen zal handhaven (of sterker nog, zal behouden), zullen zich meer ergeren aan het vliegtuiglawaai dan personen die dit vertrouwen wel hebben. Dit verklaart waarom het kan dat een bepaalde persoon verklaart sterk gehinderd te zijn door het geluid van overvliegende vliegtuigen, terwijl een andere persoon met gelijkaardige blootstelling (bv. een buurman) verklaart nergens last van te hebben. Daarnaast zijn personen vaker gehinderd door factoren waar ze geen controle over hebben. Een voorbeeld van oplossing zijn de premies voor geluidsisolatie rond Schiphol (Kroesen, 2011): i.p.v. het al dan niet toekennen van een premie

afhankelijk van de geluidsblootstelling, kan men de hoogte van de premie variëren in functie van de geluidsblootstelling. Zo kan men een groter deel van de omwonenden tegemoet komen, en het gevoel van controle over de situatie bij een groter deel van de omwonenden verhogen. Beide sociaalpsychologische factoren tonen aan dat een kordaat en rechtvaardig beleid noodzakelijk is om het aantal gehinderden te reduceren, naast eventuele verminderingen in geluidsblootstelling (zie ook Brown & van Kamp, 2009).

Verwacht wordt dat het aandeel van treinverkeer, en met name van hogesnelheidstreinen, in het vracht- en personenvervoer de volgende decennia sterk zal toenemen. De Europese Commissie stelt als doelstelling om tegen 2050 een Europees hogesnelheidstrein-netwerk uit te bouwen, dat alle grote steden, luchthavens en zeehavens verbindt (EC, 2011), waarbij voor de meerderheid van de verplaatsingen over middellange afstand gebruik wordt gemaakt van een hogesnelheidstrein. Tegen 2030 wordt al een verdrievoudiging van het aantal hogesnelheidslijnen voorzien. Hogesnelheidstreinen gaan echter gepaard met hogere geluidsemisies, en veroorzaken bijgevolg potentieel meer ernstige geluidshinder (De Coensel et al., 2007), onafhankelijk van de gebruikte technologie (conventioneel of op basis van magnetische levitatie). Omwille van de hoge snelheid, heeft het geluid van een voorbijrijdende hogesnelheidstrein bovendien een kortere stijgtijd, wat op korte afstand van het spoor voor een schrikreflex kan zorgen. Algemeen kan worden gesteld dat de houding van de lokale bevolking tegenover de inplanting van nieuwe hogesnelheidslijnen eerder negatief is, omwille van de verwachte geluidshinder en de geringe lokale voordelen. Onderzoek toont echter aan dat deze houding kan worden omgebogen, mits het onderhouden van een goede communicatie met de burger, voldoende inspraak in het beleid en compensaties waar noodzakelijk (zie bv. Schaap, 1996).

5.2.4. WINDENERGIE EN LAWAAI

Hernieuwbare energieopwekking zal, in vergelijking met het gebruik van fossiele brandstoffen, in de toekomst economisch wellicht steeds interessanter worden. Grootchalige windturbines vormen hierbij veruit het meest economische alternatief, maar helaas ook de grootste potentiële bron van lokaal lawaai. Niettegenstaande de plaatsing van windturbines wordt aangemoedigd op federaal niveau, wordt de inplanting ervan vaak geblokkeerd op het lokale niveau, onder druk van lokale burgergroeperingen. Naast het esthetische aspect en de mogelijke visuele hinder, wordt de mogelijke geluidshinder voor de omwonenden hierbij vaak aangehaald als argument. Zoals reeds vermeld in hoofdstuk 2, kunnen financiële belangen en controle over het werkingsregime de mate waarin hinder wordt gerapporteerd door omwonenden van reeds bestaande installaties sterk beïnvloeden. Het hoeft bijgevolg niet te verwonderen dat onderzoek op internationaal niveau aantoonde dat wanneer wordt gekozen voor een participatief model voor de inplanting, de publieke houding t.o.v. de plannen voor toekomstige windturbines beduidend positiever is (Warren & McFadyen, 2010). Een onderliggende verklaring is niet zozeer het financiële aspect, maar vooral de noodzaak voor een betere communicatie in dergelijke projecten (Johansson & Laike, 2007; Peel & Lloyd, 2007; Eltham et al., 2008). Een vergelijking tussen landen met zwakke resultaten (bv. UK of Nederland) en sterke resultaten (bv. Duitsland of Denemarken) wat betreft de inplanting van windturbines, wijst op fundamentele verschillen in het beslissingsproces en de manier waarop de burger wordt betrokken bij de bepaling van locaties voor turbines (Wolsink, 2007). Een bottom-up aanpak vanuit het lokale niveau levert hierbij de grootste garantie op voor een goede communicatie met de burger, en bijgevolg voor succes. Het cliché van het NIMBY ("not in my back yard") gedrag van omwonenden wordt hierdoor onderuitgehaald (Wolsink, 2007).

Alhoewel kleinschalige, particuliere windmolens nog eerder zeldzaam zijn in Vlaanderen, raken deze meer en meer ingeburgerd in de buurlanden. Dit hoeft niet te verwonderen, gezien de toenemende vraag naar lokale energieproductie, en de complementariteit van windmolens met zonnepanelen wat betreft het tijdstip van energieproductie. De plaatsing van dergelijke installaties wordt eveneens aangemoedigd op federaal niveau (er bestaat voor particuliere windmolens ook een systeem van groenestroomcertificaten). De inplanting ervan wordt echter eveneens vaak geblokkeerd op het lokale niveau van de bouwaanvraag en/of de milieuvergunning. Dergelijke turbines worden per definitie relatief dicht bij de woning aangebracht (er bestaat o.m. een variant met verticale as, dewelke geschikt is voor plaatsing in stedelijke omgevingen), en kunnen dus voor extra geluidshinder zorgen, maar de geluidsproductie is al bij al vrij beperkt; vooral het visuele aspect is doorslaggevend. Het grootste probleem bij particuliere windturbines is waarschijnlijk het

doorgeven van trillingen in de woning wanneer de installaties op de gebouwen zelf worden geplaatst.

De opkomst van windturbines lijkt ook de interesse in en bezorgdheid over de invloed van laagfrequent geluid aan te wakkeren. Het spectrum van windturbinegeluid wordt immers lager voor grotere installaties (Møller, 2010) en de vrees bestaat dat dergelijk geluiden (extra) schadelijk zijn voor welbevinden en gezondheid. De discussie over laagfrequente (tussen 20 Hz en 200 Hz) en infrageluid (lager dan 20 Hz) is zeker niet nieuw, maar eerder werd gesteld dat effecten vooral optraden bij langdurige blootstelling aan (zeer) hoge niveaus (Ouis, 2001), omstandigheden die helemaal niet van toepassing zijn voor omgevingslawaai van welke bron ook.

Andere onderzoekers stellen wel vast dat sommige mensen effecten ondervinden van dergelijk lawaai, maar voorlopig ontbreken – ongeacht de onderzochte geluidsbron – eenduidige resultaten, net als een sluitende fysiologische verklaring waarom bepaalde individuen last hebben van geluiden die voor anderen nauwelijks hoorbaar zijn (zie bijvoorbeeld Omlin (2011), Pedersen (2008), Prasanth (2011), Pedersen (2009)). Recente overzichtsartikelen stellen eveneens dat windturbines inderdaad een zekere invloed op hun omgeving hebben, maar achten het lang niet bewezen dat dit veroorzaakt wordt door geluiden beneden 200 Hz (Bolin, 2011; Knopper, 2011).

Er blijven dus nog veel vragen over de rol van laagfrequent (omgevings)lawaai. Verder onderzoek zal hier meer duidelijkheid moeten brengen, ook bijvoorbeeld over de gepaste meetmethodes en – grootheden. Voorlopig zijn er echter geen aanwijzingen dat dergelijke geluiden prioriteit moeten krijgen in de regelgeving rond windturbinegeluid.

Geluidshinder binnen het maatschappelijk debat: gevalsstudie voor windturbines

Het concept geluidshinder kan intuïtief vrij makkelijk begrepen worden, maar kwantificeren, analyseren en toepassen in beleid blijkt een stuk moeilijker. In tegenstelling tot objectief meetbare geluids**blootstelling** kan gepercipieerde en gerapporteerde hinder immers niet los gezien worden van het individu zelf, zijn (sociale) netwerken *en* maatschappelijke tendensen in het algemeen.

Het belang van maatschappelijke dynamiek en sociale interactie bij geluidshinder willen we illustreren aan de hand van een onderzoeksproject naar hinder door windturbinelawaai. Het proces van herhaalde klachten, gerechtelijke stappen en de zoektocht naar een zo optimaal mogelijke oplossing plaatst fabrikanten, energieleveranciers, investeerders en buurtbewoners naast en tegenover elkaar en leidt tot een debat waar geluidsblootstelling een belangrijk, maar zeker niet het enige argument is.

Wat vooraf ging

Om beter in zijn energiebehoeften te kunnen voorzien, besliste een bedrijf in het Gentse om in samenwerking met een energieleverancier drie windturbines van 98 meter hoog en 82 meter diameter op te richten op zijn terreinen. De site ligt in relatief dicht bebouwd gebied langs een viervaksbaan, niet ver van een woonwijk met vrijstaande bebouwing waardoor één turbine op 270 meter van de eerste huizen staat.

Vooraf werd aan het hele project weinig ruchtbaarheid gegeven, maar zodra de installaties operationeel waren, klaagden buurtbewoners herhaaldelijk over slagschaduw, geluidshinder en slaapverstoring. Uiteindelijk besliste de rechtbank dat de windturbines moesten stilgelegd worden in geval van slagschaduw op de huizen en dat het toerental tussen 19h en 7h gelimiteerd werd 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. Het is in deze fase dat de Onderzoeksgroep Akoestiek gecontacteerd werd.

De buurt verdeeld

Buurtonderzoek leert dat vooral drie gezinnen zeer actief bezig zijn met de hele problematiek. Zij noteren op eigen initiatief wanneer ze de windturbines vooral waarnemen, houden eerdere verslagen van geluidskundigen en andere documenten nauwgezet bij, contacteren bevoegde instanties en zijn ook het nauwst betrokken bij dit onderzoek. Onze analyses suggereren dat deze mensen in hun woning effectief meer blootgesteld worden aan storend geluid wegens de sterke **richtingsafhankelijkheid** van windturbinelawaai, wat de hogere mate van hinder kan verklaren.

De vraag is dan hoe het de rest van de buurt vergaat. Communiceren de andere bewoners van de wijk weinig of geen hinder omdat ze *fundamenteel niet gestoord* worden door het windturbinegeluid, of spelen andere factoren een rol?

Gerichte navraag bij andere gezinnen leert dat sommigen onder hen af en toe weldegelijk gehinderd worden door het geluid van de windturbines, maar dat ze geen **tijd** vinden om hun klacht effectief door te geven. Er is met andere woorden een niet onbelangrijk verschil tussen de mate waarin hinder *gepercipieerd* dan wel *gerapporteerd* wordt.

Ten slotte stellen we vast dat een niet onaanzienlijk aantal buurtbewoners simpelweg niet wil deelnemen aan het onderzoek omdat ze niet willen dat de energieproductie van de windturbines in het gedrang komt. Deze **positieve attitude** ten aanzien van de installaties kan ingegeven zijn door ecologische overwegingen, maar ook door economische belangen. Niemand in de wijk profiteert rechtstreeks van de turbines, maar behoorlijk wat mensen werken in het bedrijf waarvoor ze werden gebouwd of kennen er werknemers. Literatuuronderzoek bevestigt dat (financieel) voordeel het risico op hinder door windturbinelawaai drastisch doet dalen.

Ecologie en economie

In wezen zijn luidruchtige windturbines voor niemand een goede zaak, ook niet voor de **fabrikanten, exploitanten en investeerders**. Lawaai kan immers wijzen op technische mankementen en in elk geval betekent het dat een deel van de windenergie ‘verloren gaat’ aan het

genereren van geluid. Men streeft dus naar een aerodynamisch zo optimaal mogelijk ontwerp waar maximale efficiëntie resulteert in minimale geluidsproductie.

De kaarten liggen uiteraard anders wanneer hinderreductie om bijkomende investeringen vraagt die geen gunstige invloed hebben op het rendement. In dat opzicht is de nachtelijke beperking zoals die nu van kracht is uiteraard nefast. Onze analyses tonen dat een meer **gediversifieerd regime** in functie van de windrichting de energieproductie kan verhogen zonder dat het risico op geluidshinder toeneemt, maar dit vraagt dan weer om een meer geavanceerd beleid.

Literatuuronderzoek leert dat naast maatregelen aan de bron bijkomende **natuurlijke geluiden** de hinder mogelijk kunnen verminderen, bijvoorbeeld door een voldoende uitgebreide groenzone aan de planten tussen de turbines en de huizen. Ook dit kost echter geld en positieve effecten kunnen niet volledig gegarandeerd worden aangezien het windturbinegeluid zelf niet verandert.

Informatie en communicatie

Bouwaanvragen voor windturbines zorgen vaak voor de nodige commotie in een buurt, installateurs kunnen dan ook verkiezen hun plannen vooraf niet meer dan strikt noodzakelijk te verspreiden. Literatuuronderzoek suggereert echter dat **uitgebreide en degelijke communicatie vooraf** kan helpen om de initiële weerstand om te buigen in een meer welwillend klimaat jegens de windturbines en zo klachten achteraf te beperken. Hier werd de buurt echter vrij plots geconfronteerd met drie behoorlijk grote turbines, wat zeker niet positief is voor de algemene perceptie.

Enmaal de installaties gebouwd zijn, kan het helpen een communicatiekanaal tussen de exploitant en de buurt open te houden waarlangs problemen, maar ook vragen en wensen kunnen worden doorgegeven. Eerdere studies bevestigen dat met een zeker **gevoel van controle** geluidsblootstelling beter kan verdragen worden, bijvoorbeeld als de buurtbewoners in min of meerdere mate het lawaai van de windturbines kunnen beperken wanneer dat voor hen echt belangrijk is. Praktisch vraagt dit principe natuurlijk enig denkwerk, maar conceptueel kan het zeker helpen een evenwicht te vinden tussen voldoende rendement en een leefbaar geluidsklimaat.

In de huidige situatie moet een compromis gezocht worden tussen de rendabiliteit van de windturbines en de verzuchtingen van een groep buurtbewoners. Het ontbreken van een **wettelijk kader** vergemakkelijkt de situatie echter niet, maar de nieuwe milieuvorwaarden die werden goedgekeurd op 23 december 2011 kunnen dit in de toekomst. Voor de energieleverancier in kwestie staat er natuurlijk meer op het spel dan deze drie windturbines alleen. Zij willen vermijden dat (voor hen te grote) toegevingen **precedenten** zullen creëren voor andere sites. De gehinderde buurtbewoners van hun kant zullen waarschijnlijk blijven proberen om via rechterlijke en wettelijke wegen hun leefklimaat zoveel als mogelijk te herstellen.

Om te onthouden

- 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.
- Transparante communicatie in elke fase van het project is geen wondermiddel, maar zonder lukt het zeker niet.

5.2.5. VRIJE TIJD EN LAWAAI

Het merendeel van de beleidsacties rond lawaai-beheersing die de voorbije decennia werden genomen richtten zich op de blootstelling aan transportgeluid en lawaai op de werkvloer. Met uitzondering van hinder voor omwonenden werd geluidsblootstelling tijdens recreatieve activiteiten lange tijd niet als problematisch beschouwd, maar recente maatschappelijke evoluties en initiatieven wijzen toch op een stijgend bewustzijn.. De meeste recreatieve activiteiten gaan gepaard met een relatief continue blootstelling aan geluid (een uitzondering vormt de schietsport) gedurende de (meestal beperkte) periode tijdens dewelke de activiteit wordt uitgeoefend. . In wetenschappelijke literatuur wordt muziek als de belangrijkste bron van vrijetijdslawaai onderzocht. Dit betekent niet dat er verder geen potentieel schadelijke situaties zijn (zoals in sporthallen, bij sportschutters en zo voort), maar vooral bij muziek doet het grote aantal beluisteraars samen met de trend naar steeds hogere blootstellingsniveau 's en/of een steeds langdurigere blootstelling bij wetenschappers meer en meer vragen rijzen omtrent de mogelijke schadelijke effecten

Een typevoorbeeld is het sterk toegenomen gebruik van draagbare muziekspelers door jongeren. Meerdere onderzoeken wijzen uit dat een significant deel van de gebruikers zich via een langdurig gebruik in combinatie met een hoge instelling van het geluidsniveau. onderhevig stelt aan een potentieel schadelijke geluidsblootstelling (Morata, 2007; Torre, 2008; Vogel et al., 2007, 2011). De SCENHIR werkgroep schat dat op een totaal van 184 tot 246 miljoen gebruikers van persoonlijke audio apparatuur, 5 % tot 10 % een groot risico lopen (Rydzynski, 2008). Er bestaat echter momenteel nog geen consensus onder wetenschappers of deze verhoogde blootstelling ook effectief leidt tot een significant hogere prevalentie van blijvende gehoorschade bij jongeren (Biaassoni et al., 2005; Henderson et al., 2011; Rabinowitz et al., 2006); verder onderzoek hieromtrent is bijgevolg aangewezen. Potentieel schadelijke geluidsniveaus worden echter aangetroffen bij de meeste vormen van recreatie waarbij geluid elektronisch wordt versterkt, zoals in discotheken (bv. Bray et al., 2004) of op muziekfestivals (bv. Bogoch et al., 2005). Zo wijst een recente studie (Warszawa & Sataloff, 2010) uit dat de huidige geluidsniveaus in bioscopen wel degelijk een gezondheidsrisico kunnen vormen, met piekniveau 's van meer dan 130 dB(A) voor sommige actiefilms.

Het recente beleid, zowel op Vlaams als op Europees niveau, hanteert dan ook meer en meer het voorzorgsprincipe. Getuige hiervan zijn de invoering en handhaving van geluidslimieten bij muziekactiviteiten met elektronisch versterkte muziek (nu ook in Vlaanderen), of de invoering op Europees niveau van een geluidsniveaulimiet voor draagbare muziekspelers. Daarnaast is individuele sensibilisering een belangrijke pijler in de strijd tegen lawaaislechthoerendheid (zie ook Sectie 5.3.2). Men kan verwachten dat meer bewuste muziekbeluisteraars veiliger zullen omgaan met persoonlijke muziekspelers, maar ook een positieve groepsdynamiek op gang kunnen brengen waardoor uiteindelijk organisatoren van festivals en dergelijke zich niet langer 'verplicht voelen' (te) hoge geluidsniveaus te hanteren.

5.3. WENKEN VOOR PREVENTIE EN VOORZORGSMAATREGELEN

In dit onderdeel wordt ingegaan preventie in de strikte zin van het woord, namelijk strategieën om overmatige geluidsblootstelling echt te *voorkomen* eerder dan achteraf te remediëren. Uiteraard kunnen bepaalde van deze maatregelen ook nog later worden toegepast --- bijvoorbeeld het alsnog plaatsen van geluidsschermen langs een drukke weg na klachten van omwonenden --- maar echt preventief kan men een dergelijke handelswijze niet noemen.

5.3.1. BEHEERSEN VAN GELUIDSHINDER DOOR OMGEVINGSLAWAAI

Bronnen van omgevingslawaai kan men aanpakken door stillere (huishoud)toestellen te ontwerpen, stillere motoren, stillere remsystemen... maar door toenemende mobiliteit en bevolkingsdichtheid zullen deze maatregelen alleen niet volstaan, los van het feit dat de vervanging van meer lawaaiërig apparaten en transportmiddelen (veel) tijd en geld vraagt. Weldoordachte ruimtelijke ordening is en blijft dan ook een cruciale factor in het beheersen van dagdagelijkse lawaai-blootstelling.

a. HET BESTAAND GELUIDSKLIJMAAT, EEN BESLISSENDE FACTOR VOOR NIEUWE WOONZONES

Zelfs in het al dichtbebouwde Vlaanderen blijft men op zoek naar ruimte voor nieuwe woonzones. Door het dense wegennetwerk en de schaarse open ruimte komen ook gebieden met een minder

optimaal geluidsklimaat in aanmerking. In die gevallen is een doorgedreven en realistische geluidsanalyse absoluut noodzakelijk om een zicht te hebben op nodige en mogelijke maatregelen die op termijn een leefbare oplossing kunnen garanderen.

In haar advies naar aanleiding van het project Nieuw Zurenborg (zie gevalstudie) omschrijft de dienst LNE nieuwe bewoning in zones waar het omgevingslawaai over dag, avond en nacht (L_{den}) hoger is dan **60 dB (wegverkeer) en 67 dB (spoorverkeer)** als **problematisch**. Maatregelen aan de bron zijn dan noodzakelijk, wanneer deze niet volstaan, zijn bijkomende ingrepen ter hoogte van de ontvanger nodig zoals extra isolatie, het voorzien van een stille gevel of zelfs echte 'geluidsschermwoningen' die speciaal zo zijn ingericht dat minder kritische ruimtes (zoals het sanitair) aan de maximaal geïsoleerde meest belaste gevel liggen, terwijl de leefruimtes op de stille zijde uitgeven. Hun effect op de levenskwaliteit is echter **niet onbeperkt**, daarom wordt gevraagd geluidsisolatie bijvoorbeeld niet als enige maatregel toe te passen in gebieden waar L_{den} 65 dB (wegverkeer) en 72 dB (spoorverkeer) overschrijdt. Hetzelfde geldt voor stille gevels, wanneer ondanks geluidsreductie het niveau aan de 'stille' zijde te hoog blijft, kan men niet spreken van een leefbaar geluidsklimaat.

Gebieden waar L_{den} 55 dB (wegverkeer) of 62 dB (spoorverkeer) niet overschrijdt, acht LNE minder problematisch voor de inplanting van nieuwe woning, al wordt ook hier aangeraden het gebruik van milderende maatregelen minstens te evalueren.

b. NAAR EEN GEINTEGREERD BELEID, OOK AAN DE ONTVANGERSZIJDE

Ruimtelijke ordening is typisch een domein waarin experts met verschillende achtergronden samen werken. Wanneer bij de aanleg van nieuwe wegen, het inplanten van nieuwe woonzones of de aanleg van recreatiezones omgevingslawaai een probleem kan zijn, is het essentieel dat geluidsspecialisten van bij de start met specialisten uit verschillende invalshoeken samen werken zodat de uiteindelijke akoestische voorstellen binnen realistische spelregels blijven. Deze aanpak sluit echter niet uit dat bepaalde ideeën op grenzen van verantwoordelijkheden en bevoegdheden stuiten. Geluidsschermen en geluidsvriendelijke afwerking van huizen kunnen bijvoorbeeld op papier effectief zijn, als de uiteindelijke implementatie bij andere (overheids)diensten en/of bouwpromotoren ligt, dan blijven zij een zeer onzekere factor. Algemeen is het bovendien goed mogelijk dat een akoestisch geoptimaliseerd ontwerp niet overeenstemt met de vigerende visie op stadsplanning en ruimtelijke ordening.

Uiteraard is het onmogelijk om alle potentiële actoren van bij het begin in het overleg te betrekken, zoals het ook onmogelijk is om een op alle vlakken optimaal ontwerp te realiseren of binnen een projectgebied alle externe factoren en ontwikkelingen te controleren. Daarom lijkt het aangewezen dat verschillend specialisten niet (alleen) een ideale oplossing voorstellen, maar daarnaast duidelijk aangeven wat volgens hen onder- en bovengrenzen zijn, met andere woorden, aan welke criteria minimaal moet worden voldaan en waar speelruimte zit. Samen met een duidelijk overzicht verschillende bevoegdheden kan dit helpen een basis leefbaar geluidsklimaat voor te stellen, met ruimte voor eigen accenten van de eindverantwoordelijke.

Geluid en stadsontwikkeling: de case Nieuw Zurenborg

De achtergrond



In 2005 wordt binnen Stad Antwerpen voorgesteld de gassite vlakbij de wijk Zurenborg een nieuwe bestemming te geven onder de naam Nieuw Zurenborg. De doelstelling zijn ambitieus, de beschikbare gronden moeten niet alleen nieuwe wooneenheden creëren, maar eveneens ruimte bieden aan een recreatiepark om ook voor de bestaande buurt de nood aan vlot bereikbaar groen enigszins te lenigen. Bovendien wil men in het nieuwe ontwerp de sporen van industriële geschiedenis van de locatie bewaren.

Een eerste ontwerp



Zoals gebruikelijk bij dergelijke grote stadsprojecten wordt een ontwerpvoorstel uitgeschreven waarin onder meer een welbepaald aantal wooneenheden (om de rendabiliteit van het project te verzekeren) en de inplanting van een groene zone zijn vastgelegd.

Het weerhouden plan houdt duidelijk rekening met de bestaande realiteit waarin het nieuwe gebied een plaats moet krijgen, mobiliteit en ontsluiting van de nieuwe wooneenheden worden verzekerd zonder overlast voor de wijk Zurenborg. Daarnaast kadert de locatie van de groenzone volledig in de geplande 'Groene Singel'.

Een punt lijkt echter minder te hebben doorgewogen, de geluidskwaliteit voor de gebruikers van het park en voor de nieuwe bewoners.

Democratische spelregels

Informatievergaderingen voor de inwoners van Zurenborg maken echter snel duidelijk dat men in de eerste plaats bezorgd is over de luchtkwaliteit in het gebied, maar ook dat omgevingslawaai geen te verwaarlozen factor is in deze buurt. Bezorgde burens stellen dat het wegverkeerslawaai van nabijgelegen Singel en Ring de waarde van het park ernstig zal hypothekeren. Mede door deze opmerkingen krijgt het akoestische luik een verdiende plaats in het stadsontwikkelingsproces en worden de plannen in een geografisch ruimere context geplaatst.

Het uitschrijven van een akoestische studie voor dit gebied is uiteraard een goede zaak, maar was van bij de start nuttig geweest. Aanpassingen in een latere fase vragen immers extra tijd en middelen. Verder wakkerde het eerste voorstel de bezorgdheid over de toekomstige leefbaarheid van Zurenborg aan (getuige daarvan de vereniging SOS Zurenborg), wat het vertrouwen in het hele stadsontwikkelingsproject – en dus ook nieuwe alternatieven – niet ten goede komt.

Visie van de specialisten

Omdat de Stad Antwerpen het geluidsvraagstuk ernstig neemt, beslisten zij het geluidsklimaat in kaart te laten brengen en alternatieve ontwerpen akoestisch te evalueren. Hier komen **geluidskundigen** in beeld voor de geluidsmetingen en -modellering. Omdat leefbaarheid zich niet louter in cijfers laat vatten, worden ook **bewoners** ondervraagd over de perceptie van het bestaande klimaat en ideeën voor de toekomst.

Dergelijke analyses mogen natuurlijk niet afgeleiden naar theoretische spelerei met onrealistische ontwerpen. Daarom wordt tijdens het hele onderzoek nauw samengewerkt met **stadsarchitecten** die nieuwe scenario's uittekenen en de haalbaarheid van aanpassingen toetsen aan het Antwerpse stadsontwikkelingsbeleid in het algemeen en de vereisten van dit project in het bijzonder. Hierbij

worden verder **de milieudienst, het departement Onderzoek & Ontwikkeling en het wijkoverleg** betrokken.

Ten slotte heeft natuurlijk de Vlaamse context haar zeg. Concreet is er een schrijven van de **Vlaamse dienst voor Leefmilieu, Natuur en Energie** met duidelijke richtlijnen voor omgevingsgeluid bij bewoning en randvoorwaarden voor maatregelen als stille zijdes. Deze waarden zijn cruciaal bij de sterkte-zwakteanalyse van nieuwe ontwerpen, maar bieden niet altijd uitsluitend. 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 gehaald worden. 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 in het nieuwe Milieubeleidsplan geluidsniveaus voor bewoning en mogelijke maatregelen zullen worden opgenomen, is in deze een positieve evolutie. Belangrijk is wel dat men voldoende diversifieert, in een stedelijk context met aaneengesloten bebouwing kan een stille zijde bijvoorbeeld een veel groter effect hebben dan in een meer landelijke omgeving met vrijstaande huizen.

Gedeelde verantwoordelijkheid

Doorheen de akoestische analyse van het project Nieuw Zurenborg is gebleken dat de Ring en Singel zeer determinerend zijn voor het geluidsklimaat. Een aanvullende studie werd opgestart om de invloed van aanpassingen aan de bron, zoals verminderde verkeersbelasting of (gedeeltelijke) overkapping, te begroten.

Er werd gestart met de opmaak van een plan-MER. De Dienst Mer (huidige naam milieueffectenrapportagebeheer) van LNE besliste dat een volwaardig plan-MER dient opgemaakt te worden, daar er mogelijk aanzienlijk negatieve effecten kunnen ontstaan bij uitvoering Ruimtelijk Uitvoeringsplan met de herbestemming van het gebied naar een nieuw gemengd. Er moet daarbij benadrukt worden dat het hierbij niet gaat om aanzienlijk negatieve milieueffecten veroorzaakt door het plan zelf, maar door de hoge bestaande milieubelasting in de omgeving van het plangebied (voornamelijk veroorzaakt door het verkeer op de Ringen de spoorinfrastructuur). Het negatieve milieueffect wordt dus mogelijk veroorzaakt doordat door nieuwe bewoning te realiseren het aantal gehinderden in het studiegebied stijgt, daarom acht de Dienst Mer nader onderzoek in een volwaardig plan-MER noodzakelijk.

Enkele wenken

- Geluidskwaliteit van bij het begin in rekening brengen kan tijd, middelen en ergernis besparen.
- Akoestische resultaten zijn nuttiger binnen een realistisch kader, dit vraagt identificatie van en overleg met de belangrijkste actoren.
- Heldere communicatie van absolute basisvoorwaarden enerzijds en optimalisatie anderzijds kan helpen om leefbaarheid een plaats te geven binnen het overleg.

5.3.2. PREVENTIE VAN GEHOORVERLIES

Ondanks het feit dat het gehoor op korte termijn kan herstellen van lawaaischade, komt er vroeg of laat een punt waarop de schade onomkeerbaar is en farmacologische interventies niet meer kunnen baten. Meer geavanceerde audiologische testen dan het klassiek opmeten van de gehoordrempel

‘Preventie van gehoorschade door vrijetijdslawaai vraagt individuele bewustwording steunend op een algemeen wettelijk kader.’

Dr. Hannah Keppler

laten wel toe lawaaischade in een vroeg stadium op te sporen, maar ook dan blijft de schade irreversibel en bovendien worden deze testen onvoldoende algemeen en frequent uitgevoerd om op het niveau van de populatie sluitend te zijn.

Dit betekent dus dat interventies vooral moeten focussen op het voorkomen van lawaaischade eerder dan op vroegtijdige detectie. De meest logische en zekere manier om dat te doen, is de dosis lawaai waaraan men wordt blootgesteld, te beperken. Daarnaast

zoekt men vanuit medisch-farmaceutische hoek naar middelen om op celniveau de gevolgen van lawaai blootstelling in te dijken.

a. LAWAAIBLOOTSTELLING BEPERKEN

Preventie van lawaai beschadiging in een professionele context leert dat dit het best gebeurt door maatregelen aan de bron en andere collectieve acties die het geluidsniveau globaal verminderen. Het recente voorstel van minister Joke Schauvliege inzake muziek evenementen en de Europese voorstellen om het niveau van persoonlijke muzikspelers te beperken, kaderen mooi in deze strategie.

Jammer genoeg volstaan dergelijke initiatieven niet altijd of blijken zij economisch en praktisch niet haalbaar. In die gevallen kunnen persoonlijke gehoorbeschermers vaak wel een uitkomst bieden, daarom worden zij expliciet toegepast in de (voorstellen tot) regelgeving rond professionele (2003/10/EC) en recreatieve lawaai blootstelling (Persbericht Joke Schauvliege).

Het grote verschil met collectieve maatregelen is dat persoonlijke gehoorbescherming de risicobron niet wegneemt. Daar tegenover staat wel een hele industrie die gehoorbeschermers in alle vormen en maten produceert. Effectieve bescherming is alleen maar mogelijk wanneer men er in slaagt uit dat aanbod de juiste producten te kiezen voor een welbepaalde gebruiker in een welbepaalde situatie. In dat verband kan niet genoeg benadrukt worden dat gehoorbescherming an sich zinloos is wanneer deze niet correct en continu gedragen wordt bij lawaai blootstelling.

Uiteraard moeten de geselecteerde gehoorbeschermers het niveau **voldoende dempen**. In een professionele context kan de preventieadviseur op basis van geluidsmetingen relatief eenvoudig geschikte gehoorbeschermers aanbieden. Bij muziek evenementen is dit een stuk moeilijker, men kan niet van de doorsnee concertganger verwachten dat hij zijn blootstellingsniveau correct kan inschatten en ook voor organisatoren is het minder evident de variatie tussen niveaus van concerten in rekening te brengen. Het bijkomend feit dat de eigenlijke demping per gebruiker behoorlijk kan afwijken van de laboratorium-waarden vermeld door de fabrikant, vergemakkelijkt de selectie zeker niet.

‘Wettelijke normen voor geluidsniveaus bij muziekfestivals en dergelijke zouden het gebruik van persoonlijke gehoorbeschermers in rekening kunnen brengen, maar gehoorbeschermers zijn enkel zinvol mits gezondheidsopvoeding die rekening houdt met blootstellingsdosis (intensiteit en duur) en idealiter ook met persoonlijke gevoeligheid.’
Prof. Dr. Bart Vinck.

Verder is er een zeer duidelijk verschil tussen *voldoende* en *overdreven* attenuatie. Wanneer omgevingsgeluiden meer dan nodig worden gedempt, loopt de gebruiker het risico waarschuwing- en alarmsignalen te missen en verloopt communicatie moeilijker. Hierdoor zal men sneller geneigd zijn de gehoorbeschermers (tijdelijk) uit te nemen, waardoor men toch weer aan schadelijke geluiden wordt blootgesteld.

Algemeen mag men niet vergeten dat gehoorbeschermers dragen steeds in min of

meerdere mate een inspanning vraagt. Mensen zullen die op langere termijn enkel leveren wanneer ze overtuigd zijn van de noodzaak ervan. **Sensibilisering** is dus essentieel, zeker ook buiten de werkvloer waar controle op correct en consistent gebruik zo goed als onmogelijk is.

Daarbij moeten gehoorbeschermers op alle vlakken zo **comfortabel** mogelijk ervaren worden. Dit betekent bijvoorbeeld dat oordopjes makkelijk in te brengen moeten zijn en goed in de gehoorgang moeten passen. Training en individueel aangepaste selectie van gehoorbeschermers kunnen hier zeker uitkomst bieden, al vormen ze nog onvoldoende een vast en uitgewerkt onderdeel van het professionele preventiebeleid. Ook bij muziekevenementen zal men hierover nadenken; vast staat dat oordopjes enkel en alleen aanbieden weinig uithaalt bij preventie van gehoorschade door lawaai.

Ten slotte is er het **akoestisch** comfort. Standaard gehoorbeschermers verkleuren bijna per definitie het waargenomen geluid doordat lage frequenties fysisch gezien moeilijker te dempen zijn dan hoge. Zeker bij muziekbeleving kan dat storen, daarom worden zogenaamde muzikantendopjes ontworpen die een meer natuurlijke geluidsbeleving beogen. Maar een meer geavanceerd ontwerp is uiteraard niet gratis...

b. INGRIJPEN OP CELNIVEAU

Onderzoek heeft aangetoond dat gehoorschade na lawaai blootstelling deels verklaard kan worden door metabolische processen: lawaai zorgt voor de productie van vrije radicalen die de cellen van het gehoororgaan kunnen aantasten en zelfs vernietigen. Intussen weten we ook dat de opname van bepaalde stoffen de schadelijke invloed kan minimaliseren en celbeschadiging kan herstellen. Als we deze redenering doortrekken, betekent dat dat een aangepaste voeding en/of voedingssupplementen (enigszins) tegen lawaaischade kunnen beschermen.

Testen op proefpersonen en mensen gaan alvast in de goede richting, via de voeding voldoende vitamines A, C en E opnemen, lijkt geassocieerd met een lager risico op lawaaislechthorendheid. Ook voedingssupplementen met vitamine B12, Magnesium, Zink en Selenium lijken een positief effect te hebben, net als een lagere inname van eiwitten, vet en calorieën (Le Prell, 2011).

Deze resultaten zijn zeker positief, maar voorlopig ontbreken voor de meeste voedingsonderdelen harde data die het verband met gehoor en gehoorverlies onomstotelijk aantonen. Het verband tussen de inname van bepaalde stoffen en de gevoeligheid voor lawaai blootstelling is dan ook moeilijk precies te identificeren, gegeven de complexe interactie tussen voedingsgewoonten, gezondheid, genetische factoren en levenswijze.

Deze bevindingen stimuleren uiteraard wel sterk het medisch-farmaceutisch onderzoek naar voedingssupplementen en medicijnen die kunnen helpen in de strijd tegen gehoorverlies (Campbell, 2011). Toch lijkt het erop dat in de eerstkomende jaren lawaai blootstelling *beperken* de beste remedie zal blijven. Voortijdig voedingssupplementen aanraden is in elk geval geen goed idee aangezien nuttige voedingsstoffen in te hoge concentraties een averechts effect kunnen hebben. Dat wil uiteraard niet zeggen dat de promotie van een gezonde levens- en voedingsstijl met voldoende groenten (vitamine A), fruit (vitamine C) en plantaardige oliën (vitamine E) op termijn het risico op gehoorschade niet kan helpen verminderen.

6. CONCLUSIES EN SUGGESTIES

IS AANDACHT VOOR GELUIDSBLOOTSTELLING NODIG?

EEN GEKEND PROBLEEM

Een gezonde maatschappij waar het goed is om leven, vraagt om een goed geluidsbeleid. Dit moet voorkomen dat mensen gehoorschade oplopen door te hoge geluidsniveaus, niet alleen in een

Geluidsblootstelling heeft duidelijk een invloed op de gezondheid, maar het precieze mechanisme, effecten op langere termijn en interactie met andere omgevingsfactoren dient verder onderzocht te worden.

professionele context, maar ook bij vrijetijdsactiviteiten. Een adequaat geluidsbeleid voorkomt tevens dat dagdagelijks storend omgevingslawaaï de levenskwaliteit ondermijnt. Geluidshinder is een zeer prominent effect dat lichamelijke klachten met zich mee kan brengen, al hoeft geluid niet altijd als hinderend worden ervaren of zelfs niet bewust worden waargenomen om

bijvoorbeeld tot slaapverstoring en cardiovasculaire aandoeningen te leiden.

Voor een aantal facetten is de relatie tussen geluidsblootstelling en effect op de gezondheid vrij goed gekarakteriseerd. Voor andere zaken is dat minder het geval; men weet bijvoorbeeld dat slaapverstoring door geluid cardiovasculaire reacties kan uitlokken, maar het is voorlopig onduidelijk in hoeverre dit op langere termijn tot aandoeningen kan leiden. Hetzelfde geldt voor de rol van beïnvloedende factoren zoals genetisch bepaalde gevoeligheid voor geluid en het cumulatieve effect van verschillende geluidsbronnen en/of andere vormen van verontreiniging zoals luchtvervuiling.

EEN TIJDSGEBONDEN PROBLEEM

Het tijdsverloop van geluidsblootstelling is een cruciaal element bij het inschatten van de effecten.

De duur en het moment van geluidsblootstelling bepalen sterk het uiteindelijke effect.

Gehoorschade is minder uitgesproken wanneer het auditief systeem tussenin kan herstellen in relatieve stilte. Langs de andere kant betekent dit 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.

Voor omgevingslawaaï is er de complexe interactie tussen het tijdsverloop van het signaal enerzijds en de aandacht en activiteit van de luisteraar anderzijds, samen met de spectrale inhoud van het signaal, individuele gevoeligheid en zo voort. De klassieke L_{den} grootheid houdt hiermee al enigszins rekening door blootstelling extra aan te rekenen wanneer mensen willen rusten of slapen (dat wil zeggen 's avonds en 's nachts), maar meer gedetailleerde analyses naar het verloop van geluidsblootstelling en de gevolgen ervan zijn nodig om effecten echt te kunnen begripen en voorspellen.

EEN COMPLEX PROBLEEM

Geluidsblootstelling is duidelijk meer dan het ogenblikkelijke absolute niveau dat de luisteraar moet

De relatie tussen geluidsblootstelling en gezondheidseffecten is een complex gegeven dat veel verder gaat dan het ogenblikkelijke absolute geluidsniveau.

verwerken. Voor auditieve effecten dient men de cumulatieve *geluidsdosis* (niveau en duur) in de gaten te houden. Als men het niveau echt niet voldoende kan verlagen om voor een gegeven blootstellingstijd gehoorbeschadiging te voorkomen, dan kunnen persoonlijke gehoorbeschermers een oplossing bieden,

met dien verstande dat degelijke bewustmaking, training en opvolging hierbij onontbeerlijk zijn.

Voor omgevingslawaaï zou adequate regelgeving een stuk eenvoudiger zijn indien negatieve effecten ondubbelzinnig van het blootstellingsniveau afhingen. Langs de andere kant biedt de meer complexe relatie tussen blootstelling en effecten even goed perspectieven om het probleem aan te pakken aangezien niveauperlagende maatregelen aan of vlakbij de bron niet altijd mogelijk zijn. Positieve effecten van geluidsschermwoningen en stille zijdes kunnen bewoning in minder ideale condities mogelijk maken, net zoals makkelijke toegang tot plaatsen met een aangenaam geluidsklimaat en stiltegebieden. Ook de ingesteldheid ten aanzien van de veroorzaker van het geluid is belangrijk en daar kan men handig op inspelen door lokale conflictsituaties te vermijden. In

de huidige context van dichte bebouwing en bewoning – waar dergelijke maatregelen aan noodzaak en belang zullen winnen – is het wel essentieel dat hun effecten verder onderzocht en gekwantificeerd worden.

EEN ONDERSCHAT PROBLEEM

Meer en meer lijkt men in Vlaanderen te *beseffen* dat overmatige geluidsblootstelling ernstige gevolgen kan hebben. Veel minder duidelijk zijn de signalen dat men – op alle niveaus – bereid is

Negatieve effecten van geluidsblootstelling zijn meestal niet onmiddellijk zichtbaar, maar mogen in dicht bevolkte gebieden niet onderschat worden, zeker niet voor welbepaalde kwetsbare groepen.

effectief acties te ondernemen. Een van de redenen hiervoor is dat klachten zich zelden direct en eenduidig na geluidsblootstelling manifesteren. De meeste gevolgen komen pas later na langdurige blootstelling aan het licht, waardoor het minder evident is het probleem tijdig bij de bron aan te pakken. Daarnaast hangt veel af van de blootstellingsduur, context, individuele gevoeligheid en andere persoonsgebonden factoren. Het risico op waarneembare gezondheidseffecten van overmatige

blootstelling aan (omgevings)geluid is relatief laag op individueel niveau en de gevolgen zijn niet altijd even shokkerend – zelden sterft men ogenblikkelijk – waardoor het probleem onderschat wordt. Toch mag men het effect op de totale bevolking niet onderschatten in dichtbevolkte regio's als Vlaanderen waar het aantal blootgestelden per definitie groot is. Bovendien zijn bepaalde groepen extra kwetsbaar, bijvoorbeeld mensen die zeer geluidsgevoelig zijn, kinderen, slechthorenden of mensen met een mentale problematiek. Gebrek aan een goede gezondheid beïnvloedt de levenskwaliteit, maar ook hinder en slaapverstoring zijn nefast voor de levenskwaliteit. In een globale beoordeling door middel van DALY's scoort omgevingsgeluid daardoor hoger dan bijvoorbeeld HIV/AIDS als gezondheidsprobleem en bijna zo hoog als diabetes.

Geluidsblootstelling is dus op langere termijn een niet te onderschatten probleem dat men alleen kan tegengaan door op kortere termijn adequaat te handelen.

EEN TE ONDERZOEKEN PROBLEEM

Het fundamenteel onderzoek en het beleidsondersteunend onderzoek in Vlaanderen op bovenvermelde domeinen is zeker niet onbestaande maar Vlaanderen speelt ook geen echte

Een adequaat beleid inzake geluidsblootstelling kan niet zonder verder fundamenteel onderzoek.

voortrekkersrol binnen Europa wat financiering van grootschalig geluidsonderzoek betreft. In Nederland, Verenigd Koninkrijk, Duitsland, Frankrijk komen dergelijke programma's wel voor. Fundamenteel en beleidsondersteunend onderzoek over de invloed van de temporele aspecten (bv. aantal geluidspieken versus piekniveau) zou

nochtans de discussie rond bijvoorbeeld nachtvluchten kunnen ondersteunen; onderzoek naar het positieve effect van bereikbare rustige zones kan de ontwikkeling daarvan ten goede komen; onderzoek naar de details van de geluidsbeleving kan de problematiek rond uitzonderlijke bronnen zoals windturbines of kinderdagverblijven verduidelijken; koppeling van geluidblootstelling aan lange-termijn gezondheidsonderzoek zou het relatieve belang van fijn stof en geluid kunnen blootleggen en dus de saneringsmiddelen beter sturen; enzovoort.

HOE BENADERT HET BELEID GELUID?

GELUID OP PAPIER

Regelgeving over geluid is terug te vinden op Europees, federaal, Vlaams en gemeentelijk niveau. Verder valt geluid(sproblematiek) niet netjes onder één bevoegdheid, maar duikt dit thema op in uiteenlopende gebieden, van volksgezondheid over productnormen tot ruimtelijke ordening.

Binnen de Vlaamse regelgeving is het onderwerp 'geluid' op papier al behoorlijk goed uitgewerkt, al ontbreken voorlopig nog normen voor weg- en spoorverkeeremissie. Dit laatste kan aanzien worden als een van de belangrijkste tekortkomingen van het Vlaamse geluidshinderbeleid. Zoals eerder aangehaald, is het vastleggen van grens- en richtwaarden geen eenvoudige opdracht omdat geluidseffecten niet alleen van het blootstellingsniveau afhangen. Langs de andere kant is een ondubbelzinnige kwantitatieve formulering absoluut noodzakelijk voor de rechtszekerheid van alle betrokken partijen *en* een basis waarop over het al dan niet nemen van milderende maatregelen kan worden beslist. In die zin zijn bijvoorbeeld de in de maak zijnde nieuwe normen rond

Een complex probleem als geluid is gebaat bij regelgeving die absolute basisvoorwaarden voorschrijft en tegelijk de flexibiliteit biedt in te spelen op specifieke omstandigheden.

windturbine-geluid absoluut noodzakelijk. Ten slotte blijft geluidsblootstelling en -hinder sterk afhankelijk van de specifieke context. Regelgeving kan hierop inspelen door een onderscheid te maken tussen zaken die absoluut moeten gerespecteerd worden en die elementen waar een zekere flexibiliteit en pragmatiek kan toegepast worden zodat de handhaver kan omgaan met nieuwe situaties en bijzonderheden van het bevoegdheidsterritorium.

GEVEN EN NEMEN

Een degelijk geluidsbeleid vraagt niet alleen goede samenwerking tussen en binnen bestuurlijke niveaus, er moet ook steeds een *compromis* gevonden worden tussen verschillende

De accenten van het beleid worden best gelegd op basis van dialoog met alle belanghebbenden en wetenschappelijke gegevens.

belanghebbenden in de samenleving. De groep van personen die zich zorgen maken om directe en indirecte schade of zich gehinderd weten, streeft naar zo laag mogelijke geluidsniveaus. Anderen willen dit streven inperken omwille van mogelijke economische gevolgen, beperking van het comfort- of vrijheidsgevoel, praktische bezwaren of juridische argumenten. Uiteindelijk is het de taak van de wetgever te

beslissen welke argumenten hij zwaarder of net minder zal laten doorwegen in het algemeen belang. De personen die in het kader van dit rapport geïnterviewd werden, benadrukken dat dergelijke overwegingen gebaseerd moeten zijn op een dialoog met alle belanghebbenden en wetenschappelijk gestaafde gegevens. Een duidelijke regelgeving blijkt voor beleidshandhavers van zeer groot belang om in probleemsituaties met tegenstrijdige belangen vlot overeenstemming en begrip te bekomen bij alle betrokkenen.

TAAKVERDELING

Alleen wanneer handhavers op alle niveaus goed samenwerken, kan uitgeschreven regelgeving op het terrein tot een degelijk beleid leiden. Globaal bekeken is er zowel vanuit de Europese als vanuit

Een werkbaar beleid zoekt een evenwicht tussen centralisatie en decentralisatie waarin alle niveaus naar vermogen participeren.

de Vlaamse administratie een toenemende en te verwelkomen trend naar meer harmonisatie. De Vlaamse overheid streeft ook naar meer centralisatie op het vlak van handhaving. Enerzijds laat dit toe om budgettair efficiënter te kunnen werken op het vlak van expertise, scholing en uitrusting. Momenteel zijn (kleine) gemeenten vaak onvoldoende gewapend om hun taken bij het analyseren en

remediëren van geluidsproblematieken naar behoren te vervullen. Anderzijds houdt schaalvergroting het risico in dat maatregelen minder flexibel aangepast worden aan lokale omstandigheden en gevoeligheden en er minder kort op de bal kan worden gespeeld bij acute probleemsituaties. Uiteindelijk moet hier een werkbaar compromis gezocht worden tussen centralisatie en decentralisatie waarbij elk beleidsniveau *naar vermogen* de gepaste bevoegdheden aangereikt krijgt. Goede afspraken moeten voorkomen dat bevoegdheidsverdeling aangevoeld wordt als het doorschuiven van lastige thema's naar andere (meer lokale?) niveaus. Informatiedoorstroming, vooral over (nieuwe of veranderde) geluidswetgeving, naar het lokale niveau is op dit moment zeker voor verbetering vatbaar.

VOORBIJ DE WAAN VAN DAG

Analyse van parlementaire vragen en interventies leert dat geluidsproblemen vaak ad-hoc worden behandeld, gedreven door sterke fluctuaties in de maatschappelijke belangstelling die op hun beurt

Een holistische lange-termijn visie laat een veel efficiëntere en effectievere aanpak toe dan ad-hoc maatregelen.

meestal het gevolg zijn van nieuwe, acute gevallen van overlast of schade. Uiteraard is regelgeving een inherent iteratief en dynamisch proces gestuurd door autonome evoluties, zoals toenemende verkeersdruk, populariteit van persoonlijke muzikspelers of zoektocht naar alternatieve energiebronnen *en* nieuwe wetenschappelijke inzichten.

Dit wil echter *niet* zeggen dat het geluidsbeleid geen nood heeft aan een holistische lange-termijn visie die toelaat op het terrein proactief te handelen. Milieubeleidsplannen en ministeriële

beleidsplannen bevatten lange-termijn visies maar deze zijn gescheiden per beleidsdomein. Bovendien is de omzetting hiervan naar concreet beleid niet steeds aanwezig. Dat geluid onderdeel is van de milieueffecten rapporten voor private en publieke werken, is in dit verband absoluut positief, maar algemeen wordt ongewenst geluid nog te vaak als bijproduct gezien waarvan de problemen *achteraf* door remediëring dienen worden opgelost. Remediëren is dan vaak slechts gedeeltelijk mogelijk en in vele gevallen veel duurder dan wanneer de nodige aanpassingen a priori bouwkundig, qua activiteiten, of qua ruimtelijke inplanting van gebouwen of activiteiten ten opzichte van de omgeving, in de aanvangsfase zouden toegepast worden. Bij de inplanting van nieuwe woonzones of appartementsgebouwen, scholen, kinderdagverblijven, ziekenhuizen, is meer aandacht voor het omgevingsgeluid in een vroeg stadium zeker raadzaam.

Het uitwerken en consequent implementeren van aangepaste richtlijnen is hier niet minder dan noodzakelijk. Dit 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 en deskundig geadviseerd worden gedaan, zodat de budgettaire impact van maatregelen kan worden geoptimaliseerd, en de juridische omkadering tot een minimum beperkt kan blijven. Vroegtijdige en systematische inspectie kan hier overwogen worden.

TUSSEN WENSELIJKHEID EN REALITEIT

Het is de taak van de overheid een kader te creëren waarbinnen geluidsproblematiek zo goed mogelijk kan worden aangepakt. Langs de andere kant leven en werken we in een omgeving waar geluid niet de enige factor van belang is, uiteindelijk zullen er dus steeds situaties voorkomen waar de geluidskwaliteit suboptimaal is ten voordele van andere overwegingen. Dat is op zich niet

Het gebruik van meer verfijnde geluidsparameters laat toe om akoestische factoren correcter in rekening te brengen bij beslissingsprocessen.

dramatisch, zolang elk niveau zijn verantwoordelijkheid neemt en eenieder over voldoende informatie beschikt om een correcte afweging te kunnen maken.

Voor omgevingslawaaï kan aan meer verfijnde geluidscartografie gedacht worden waar niet alleen gemiddelde geluidsniveaus, maar ook de (psychoakoestische) aard van het geluid en de statistische fluctuaties ervan in rekening gebracht

worden. Bij het inplannen van nieuwe activiteiten en functies zou de impact beter ingeschat kunnen worden wanneer aanvragers verplicht worden het akoestisch analogon van de watertoets uit te voeren. Op die manier zullen gemeentes bijvoorbeeld beter weten waar ze aan toe zijn bij het uitreiken van bouwvergunningen. Als deze informatie onder de een of andere vorm publiek wordt gemaakt, dan geldt dat ook voor de potentiële bewoners van de site, die op die manier goed geïnformeerd en vooraf kunnen beslissen of een zekere geluidssituatie aanvaardbaar is.

De geluidskwaliteit *binnenin* woningen is uiteraard evenzeer belangrijk voor het welbevinden van de bewoners. Op dit moment wordt voor nieuwbouw en renovaties met bouwvergunning al meegegeven of geluiden van buiten en tussen aanpalende wooneenheden minder of meer afgeschermd worden. Iets analoogs is denkbaar voor bestaande woningen, op voorwaarde uiteraard dat de informatie helder en tijdig wordt gecommuniceerd.

EEN WERELD IN VERANDERING

De maatschappij staat niet stil en bij nieuwe uitdagingen zit dikwijls ook een geluidsluik dat moet worden aangepakt. Enkele voorbeelden.

Het transport via weg-, lucht- en treinverkeer zal de komende jaren alleen maar toenemen, net als de woningnood. Meer dan ooit is er dan ook nood aan het uitvoeren van goedgekozen maatregelen

Evoluties in transport en woningbouw vragen aangepaste akoestische maatregelen, zowel op het vlak van geluidsbeheersing als (wettelijke) controle achteraf.

zodat het risico op geluidshinder niet toeneemt en indien mogelijk zelfs daalt.

De bevolkingstoename zal er voorts eveneens voor zorgen dat meer mensen dichter bijeen zullen wonen. Dankzij de toegenomen kwaliteit van ramen en vensters is de gemiddelde geluidsoverlast binnenshuis omwille van wegverkeer wel afgenomen (mits een goed doordacht systeem voor ventilatie),

maar in appartementsgebouwen wordt door de architect of aannemer vaak veel minder aandacht besteed aan de geluidsisolerende kwaliteit van binnenmuren tussen aanpalende appartementen. Voor klassieke bouwconstructies bestaan er nochtans adequate richtlijnen voor de geluids-

isolerende kwaliteit van scheidingsconstructies tussen aanpalende woningen en appartementen bij nieuwbouw en uitgebreide bouwadviezen en -voorschriften. Niettemin worden deze nog te vaak niet nageleefd, dit ten gevolge van onwetendheid, onverschilligheid (te weinig belang voor akoestische aspecten), en, vooral, kostprijs. Inspectie van de akoestische kwaliteit gebeurt slechts steekproefsgewijs bij grote gebouwen. Afhankelijk van de tolerantie en mondigheid van de betrokkenen komen problemen al dan niet boven met vertraging. Rechtzetting blijkt zeer vaak problematisch wegens een hoge kostprijs en praktische bezwaren. Voor de toenemend voorkomende lichtgewichtconstructies blijkt het intrinsiek moeilijk om een goede akoestische isolatie te realiseren; verder onderzoek naar nieuwe constructietechnologieën blijft hier noodzakelijk. Een voorbeeld van hoe onderzoek blijft leiden tot bouwtechnische vooruitgang, op voorwaarde van een correcte implementatie van bouwvoorschriften, zijn akoestische ventilatieroosters voor passieve ventilatie.

Ten slotte is er samen met technologische evoluties op het vlak van huiselijk comfort een toename van huishoudelijke installaties die lawaai produceren (zowel binnen- als buitenshuis), meestal doordat deze toestellen gebruik maken van een ventilator. Zowel op het meettechnische vlak van objectieve en reproduceerbare bepaling van geluidsniveaus van ventilatoren, als op het vlak van het nemen van gepaste technische maatregelen om de impact op de omgeving in te perken, is beleidsondersteunend onderzoek nodig, zodat een wetgeving kan ontworpen worden die het plaatsen (proactieve aanpak) en controleren (remediëren) van huishoudelijke installaties regelt.

GOEDE VOORNEMENS...

Op beleidsniveau lijkt er heel wat te bewegen dat het geluidsklimaat ten goede kan komen. De grote uitdaging ligt in het praktisch realiseren van wat op papier wordt voorgesteld. Gratis

Zonder afdwingbaarheid schieten de talrijke initiatieven voor een beter geluidsklimaat hun doel voorbij.

gehoorbeschermers uitdelen op festivals is een goede zaak, maar wie zal controleren of deze werkelijk correct gedragen worden? Woningen met extra isolatie kunnen in akoestisch minder ideale gebieden toch voldoende levenskwaliteit geven, maar wie zal nagaan of het gebouw uiteindelijk voldoende stil is? Strengere Europese productnormen en interoperabiliteitsbepalingen zullen voertuigen (zoals goederentreinen) en

toestellen voor gebruik buitenshuis in theorie stiller maken, maar wie controleert of deze ook in de praktijk en na jarenlang gebruik nog aan de normen voldoen. Afdwingbaarheid is geen evident onderdeel van normen en regelgeving, maar bij afwezigheid daarvan schieten zij in elk geval hun doel voorbij.

HOE REAGEREN BURGERS OP GELUID?

ZWIJGEN IS GOUD?

Een steeds groter deel van de gemeenschap laat steeds luider haar stem horen, vooral talrijke internetwebsites en fora geven de kans om de gang van zaken te becommentariëren. Dat kan de

Mondige burgers kunnen een vertekend beeld geven van de eigenlijke geluidsproblematiek, maar leveren tegelijk als ervaringsdeskundigen een bijzonder positieve bijdrage.

indruk wekken dat geluid veel meer dan vroeger een probleem is, maar minder gepolariseerde bronnen zoals de SLO enquêtes suggereren net dat het percentage ernstig gehinderden de laatste jaren is afgenomen. Het kan waarschijnlijk dus geen kwaad wanneer de overheid minstens met enige voorzichtigheid reageert op de stroom klachten die af en toe de (nieuwe) media lijken te overspoelen. Bovendien is het zo dat zeker niet alle

hinder effectief gerapporteerd wordt, waardoor sommige (minder communicatieve) probleemgebieden dreigen vergeten te worden.

Langs de andere kant kunnen mondige burgers als ervaringsdeskundigen een zeer positieve bijdrage leveren aan het beleid. Informatievergaderingen bij nieuwe projecten en beslissingen zijn dus allesbehalve verloren tijd. Onderzoek heeft verder aangetoond dat mits gedegen en eerlijke communicatie maatregelen die initieel op weerstand stuiten, uiteindelijk toch aanvaard kunnen worden binnen een gemeenschap. Het risico op hinder daalt verder wanneer bewoners een zekere vorm van controle over geluidsbronnen ervaren of er (financieel) belang bij hebben.

POSITIEVE GELUIDEN

In heel deze discussie mag niet uit het oog verloren worden dat geluid zeer positieve effecten kan hebben. In wezen beluistert men bijvoorbeeld muziek, alleen of in groep, in de eerste plaats om ervan te genieten. Dat betekent niet dat er geen risico's aan *kunnen* verbonden zijn, maar men riskeert wel de doelgroep niet te bereiken wanneer men (te) eenzijdig het gevaar benadrukt.

In al hun diversiteit kunnen aangename geluiden de levenskwaliteit sterk verbeteren.

Verder wordt meer en meer het belang van 'stille' gebieden met vooral natuurlijk geluiden benadrukt. Het gaat hier duidelijk niet alleen om de afwezigheid van storend omgevingslawaai, maar om

een totaalconcept waar een mix van landschappelijke en culturele elementen toelaat te ontspannen.

GELUID ONTSTAAT NIET VANZELF

Geluidsblootstelling wordt niet zelden beschouwd als een gegeven waaraan men zelf weinig kan doen. Preventie van lawaaislechthorendheid is echter tot op zekere hoogte een persoonlijke aangelegenheid. Ook bronnen van omgevingslawaai komen niet uit het niets. We maken gretig gebruik van individueel gemotoriseerd vervoer om onze nood aan mobiliteit te lenigen, maar vergeten daarbij dat snelweggeluid het resultaat is van het geluid van alle individuele voertuigen samen. Nachtelijke snelheidsbeperkingen verminderen de slaapverstoring, maar die moeten dan wel gerespecteerd worden.

Mensen worden niet alleen blootgesteld aan geluid, maar zijn direct of indirect in belangrijke mate verantwoordelijke voor de productie ervan.

We gebruiken graag onze tuinwerktuigen op elk ogenblik en vinden het zelfs leuk als ze krachtig klinken, de buur misschien net iets minder. Burgers wijzen op hun eigen verantwoordelijkheid en hen uitnodigen deze effectief op te nemen, is even goed een belangrijke pijler van het beleid.

5 STAPPEN NAAR EEN BETER GELUIDSKLIMAAT

1. Aandacht vragen voor het geluidsklimaat vanaf de eerste ontwerpstappen in elk project – vooral wanneer het gaat om ruimtelijke planning en mobiliteit – en niet enkel als mitigatie van milieueffecten nadat de belangrijkste beslissingen genomen zijn.
2. Ontwerp van het geluidsklimaat als integraal deel van het stadsontwerp promoten, via voorbeeldprojecten, opleiding van stedenbouwkundigen, richtlijnen.
3. Wetenschappelijk correcte en eenduidige informatieverstrekking naar de bevolking toe met vooral aandacht voor gevolgen van gedrag en levensstijl voor eigen gezondheid (bijvoorbeeld luide muziek) en 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 van de bevoegdheden tussen regionale en lokale overheden en aangepaste verdeling van de middelen en competenties nastreven.
5. Onderzoek naar ontstaan van ongewenste gevolgen van geluid en de mogelijkheden tot technische en organisatorische maatregelen voor het vermijden ervan in Vlaanderen versterken.

7. REFERENTIES

- Alvarsson JJ, Wiens S, Nilsson ME (2010). Stress recovery during exposure to nature sound and environmental noise. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, vol. 7, pp. 1036-1046.
- Axelsson A (1996). Recreational exposure to noise and its effects. *Noise Control Engineering Journal*, vol. 44(3), pp. 127-134.
- Babisch W (2011), N&H Editorial: Cardiovascular effects of noise. Workshop on new strategies for noise and health research in Europ, London.
- Babisch W, Houthuijs D, Pershagen G, Cadum E, Katsouyanni K, Velonakis M, Dudley ML, Marohn HD, Swart W, Breugelmans O, Bluhm G, Selander J, Vigna-Taglianti F, Pisani S, Haralabidis A, Dimakopoulou K, Zachos I, Jarup L (2009). Annoyance due to aircraft noise has increased over the years – Results of the HYENA study. *Environment International*, vol. 35(8), pp. 1169-1176.
- Basner M, Müller U, Elmenhorst E-M (2011). Single and combined effects of air, road, and rail traffic noise on sleep and recuperation. *Sleep*, vol. 34, pp. 11-23.
- Berglund B, Lindvall T, Schwela D (eds.) (1999). *Guidelines for Community Noise*. Technical Report, World Health Organization, Geneva, Switzerland.
- Biassoni EC, Serra MR, Richter U, Joekes S, Yacci MR, Carignani JA, Abraham S, Minoldo G, Franco G (2005). Recreational noise exposure and its effects on the hearing of adolescents; Part II: development of hearing disorders. *International Journal of Audiology*, vol. 44(2), pp. 74-85.
- Blanco J. C., Flindell I. (2011). Property prices in urban areas affected by road traffic noise, *Applied Acoustics* 72, pp. 133–141
- Bogoch II, House RA, Kudla I (2005). Perceptions about hearing protection and noise-induced hearing loss of attendees of rock concerts. *Canadian Journal of Public Health*, vol. 96(1), pp. 69-72.
- Bolin K, Bluhm G, Eriksson G, Nilsson M (2011). Infrasound and low frequency noise from wind turbines: exposure and health effects. *Environmental Research Letters*, vol. 6, pp. 1-6.
- Botteldooren D, Dekoninck L, Van Renterghem T, Geentjens G, Lauriks W, Bossuyt M (2009). Toekomstverkenning MIRA 2009: Wetenschappelijk rapport Thema 'Lawaai'. Vlaamse Milieumaatschappij.
- Botteldooren D, Dekoninck L, Van Renterghem T, Lauriks W, Geentjens G, Bossuyt M (2007). Milieurapport Vlaanderen: Achtergronddocument thema hinder: Lawaai. Vlaamse Milieumaatschappij.
- Bray A, Szymanski M, Mills R, Phil M (2004). Noise induced hearing loss in dance music disc jockeys and an examination of sound levels in nightclubs. *Journal of Laryngology and Otology*, vol. 118(2), pp. 123-128.
- Brooker P (2009). Do people react more strongly to aircraft noise today than in the past? *Applied Acoustics*, vol. 70(5), pp. 747-752.
- Brown AL, van Kamp I (2009). Response to a change in transport noise exposure: competing explanations of change effects. *Journal of the Acoustical Society of America*, vol. 125(2), pp. 905-914.
- Brown, AL , van Kamp, I (2009). Response to a change in transport noise exposure: Competing explanations of change effects. *Journal of the Acoustical Society of America*, 125 (2): pp. 905-914
- Campbell K C (2011). Oral pharmacologic otoprotective agents to prevent noise-induced hearing loss (NIHL): when dietary concentration isn't enough. *Proceedings of the 10th International Congress on Noise as a Public Health Problem (ICBEN) London, UK*.
- Carter NL (1996). Transportation noise, sleep, and possible after-effects. *Environment International*, vol. 22, pp. 105-116.
- Clark C, Martin R, van Kempen E, Alfred T, Head J, Davies HW, Haines MM, Lopez Barrio I, Matheson M, Stansfeld SA (2006). Exposure-effect relations between aircraft and road traffic noise exposure at school and reading comprehension: the RANCH project. *American Journal of Epidemiology*, vol. 163, pp. 27-37.

- Clark WW (1991). Noise exposure from leisure activities – a review. *Journal of the Acoustical Society of America*, vol. 90(1), pp. 175-181.
- Collee A, Legrand C, Govaerts B, Van Der Veken P, De Boodt F, Degrave E. (2011). Occupational exposure to noise and the prevalence of hearing loss in a Belgian military population: A cross-sectional study. *Noise & Health*, vol. 13(50), pp. 64-70.
- De Coensel B, Bockstael A, Dekoninck L, Botteldooren D, Schulte-Fortkamp B, Kang J, Nilsson ME (2010a). The soundscape approach for early stage urban planning: a case study. In *Proceedings of the 39th International Congress and Exposition on Noise Control Engineering (Internoise)*, Lisbon, Portugal.
- De Coensel B, Bockstael A, Dekoninck L, Botteldooren D, Schulte-Fortkamp B, Kang J, Nilsson ME (2010b). Application of a model for auditory attention to the design of urban soundscapes. In *Proceedings of the 1st EAA European Congress on Sound and Vibration (EuroRegio)*, Ljubljana, Slovenia.
- De Coensel B, Botteldooren D (2006). The quiet rural soundscape and how to characterize it. *Acta Acustica united with Acustica*, vol. 92, pp. 887-897.
- De Coensel B, Botteldooren D (2010c). A model of saliency-based auditory attention to environmental sound. In *Proceedings of the 20th International Congress on Acoustics (ICA)*, Sydney, Australia.
- De Coensel B, Botteldooren D, Berglund B, Nilsson ME, De Muer T, Lercher P (2007). Experimental investigation of noise annoyance caused by high-speed trains. *Acta Acustica united with Acustica*, vol. 93(4), pp. 589-601.
- De Coensel B, Botteldooren D, De Muer T, Berglund B, Nilsson ME, Lercher P (2009). A model for the perception of environmental sound based on notice-events. *Journal of the Acoustical Society of America*, vol. 126, pp. 656-665.
- De Kluizenaar Y, Gansevoort R, Miedema H, de Jong P (2007). Hypertension and road traffic noise exposure. *American College of Occupational and Environmental Medicine*
- De Muer T, Botteldooren D, De Coensel B, Berglund B, Nilsson ME, Lercher P (2005). A model for noise annoyance based on notice-events. In *Proceedings of the Congress and Exposition on Noise Control Engineering (Internoise)*, Rio de Janeiro, Brazil.
- Dekoninck L, Gillis D, Botteldooren D, Lauwers D (2011). Methodologie voor het objectief meten van het effect van verkeer op de leefbaarheid. *Steunpunt Mobiliteit en Openbare Werken*.
- Donga E, van Dijk M, van Dijk JG, Biermasz NR, Lammers GJ, van Kralingen KW, Corssmit EP, Romijn JA (2010). A single night of partial sleep deprivation induces insulin resistance in multiple metabolic pathways in healthy subjects. *Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, vol. 95, pp. 2963-2968.
- Donnerstein E, Wilson D (1976). Effects of Noise and Perceived Control on Ongoing and Subsequent Aggressive Behavior. *Journal of Personality and Social Psychology*, vol 34(5), pp. 774-781.
- Dubois D, Guastavino C, Raimbault M (2006). A cognitive approach to urban soundscapes: using verbal data to assess everyday auditory categories. *Acta Acustica united with Acustica*, vol. 92, pp. 865-874.
- Durlach N (2006). Auditory masking: need for improved conceptual structure. *Journal of the Acoustical Society of America*, vol. 120, pp. 1787-1790.
- EC (2008). A European Economic Recovery Plan. Communication from the Commission to the European Council, Brussels, Belgium.
- EC (2011). Roadmap to a single European transport area – Towards a competitive and resource efficient transport system. White paper of the European Commission, Brussels, Belgium.
- Elchardus M en Smits W (2009), Onveiligheidsgevoel in Vlaanderen 1998-2008, in Vlaanderen gepeild 2009, Studiedienst van de Vlaamse regering
- Eltham DC, Harrison GP, Allen SJ (2008). Change in public attitudes towards a Cornish wind farm: Implications for planning. *Energy Policy*, vol. 36(1), pp. 23-33.
- Enmarker I., Boman E.(2004). Noise annoyance responses of middle school pupils and teachers. *Journal of environmental psychology*, vol. 24(4), pp. 527-536.
- Europese Commissie (2002). Richtlijn 2002/49/EG van het Europees Parlement en de Raad van 25 juni 2002 inzake de evaluatie en de beheersing van omgevingslawaai.

- Europese Commissie (2003). Richtlijn 2003/10/EC van het Europees Parlement en de Raad van 6 februari 2003 over de minimale gezondheids- en veiligheidsvoorschriften betreffende de blootstelling van werknemers aan risico's ten gevolge van fysische agentia (lawaai).
- Fastl H, Zwicker E (2007). *Psychoacoustics: facts and models* (3rd edition), Springer-Verlag, Berlin, Germany.
- Fields JM (1993). Effect of personal and situational variables on noise annoyance in residential areas. *Journal of the Acoustical Society of America*, vol. 93, pp. 2753-2763.
- Fletcher H, Munson WA (1933). Loudness, its definition, measurement and calculation. *Journal of the Acoustic Society of America*, vol. 5, pp. 82-108.
- Frissen V., van Staden M., Huijboom N., Kotterink B., Huveneers S., Kuipers M., Bodea G. (2008), "Naar een 'User Generated State'? De impact van nieuwe media voor overheid en openbaar bestuur", TNO/Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties, rapport.
- Fritschi L, Brown AL, Kim R, Schwela D, Kephelopoulos S (eds.) (2011). *Burdens of disease from environmental noise: quantification of healthy life years lost in Europe*. ISBN 978-92-890-0229-5, Technical Report, World Health Organization, Geneva, Switzerland.
- Furnham A, Strbac L (2002). Music is as distracting as noise: the differential distraction of background music and noise on the cognitive test performance of introverts and extraverts. *Ergonomics*, vol. 45, pp. 203-217.
- Garlin FV, Owen K (2006). Setting the tone with the tune: a meta-analytic review of the effects of background music in retail settings. *Journal of Business Research*, vol. 59, pp. 755-764.
- Geen R, O'Neal E (1969) Activation of cue-elicited aggression by general arousal. *Journal of Personality and Social Psychology*, vol 11(3), pp. 298-892.
- Gidlöf-Gunnarsson A, Öhrström E (2007). Noise and well-being in urban residential environments: the potential role of perceived availability to nearby green areas. *Landscape and Urban Planning*, vol. 83, pp. 115-126.
- Gowen T (2008). Are we assessing child care noise fairly? *Acoustics Australia*, vol. 36, pp. 63-65.
- Haftner E. R., Trahiotis C. (1997). *Encyclopedia of acoustics*, chapter Functions of the binaural system, 1461—1479, John Wiley & Sons, New York.
- Haka M, Haapakangas A, Keranen J, Hakala J, Keskinen E, Hongisto V (2009). Performance effects and subjective disturbance of speech in acoustically different office types: a laboratory experiment. *Indoor Air*, vol. 19, pp. 454-467.
- Hall FL, Taylor SM, Birnie SE (1985). Activity interference and noise annoyance. *Journal of Sound and Vibration*, vol. 103, pp. 237-252.
- 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.
- Hatfield J, Job RFS, Carter NL, Peploe P, Taylor R, Morrell S (2001). The role of perceived control in human response to noise. In *Proceedings of the 4th European Conference on Noise Control (Euronoise)*, Patras, Greece.
- Hellström B, Nilsson ME, Becker P, Lundén P (2008). Acoustic design artifacts and methods for urban soundscapes. In *Proceedings of the 15th International Congress on Sound and Vibration (ICSV)*, Daejeon, Korea.
- Henderson E, Testa MA, Hartnick C (2011). Prevalence of noise-induced hearing-threshold shifts and hearing loss among US youths. *Pediatrics*, vol. 127(1), pp. E39-E46.
- Hirsh IJ, Watson CS (1996). Auditory psychophysics and perception. *Annual Review of Psychology*, vol. 47, pp. 461-484.
- Hui E.C.M., Chau C.K., Pun Lilian, Law M.Y. (2007), Measuring the neighboring and environmental effects on residential property value: Using spatial weighting matrix, *Building and Environment* 42, pp. 2333–2343.
- Hurtley, C (editor) (2009). *Night noise guidelines for Europe*. ISBN 978-92-890-4173-7, Technical Report, World Health Organization Regional Office for Europe, Copenhagen, Denmark.

- Hygge S., Evans GW, Bullinger M. (1996). The Munich airport noise study: Cognitive effects on children from before to after the change over of airports. *Inter-Noise 1996*.
- IST publicatie 2010 "Samenleving en technologie, trends in Vlaanderen"
- Johansson M, Laike T (2007). Intention to respond to local wind turbines: the role of attitudes and visual perception. *Wind Energy*, vol. 10(5), pp. 435-451.
- Jones DM, Chapman AJ, Auburn TC (1981). Noise in the environment: a social perspective. *Journal of Applied Psychology*, vol. 1, pp. 43-59.
- Junqua J. (1996). The influence of acoustics on speech production: A noise-induced stress phenomenon known as the Lombard reflex", *Speech Commun.* Vol. 20, pp. 13--22.
- Kalinli O, Narayanan S (2007). A saliency-based auditory attention model with applications to unsupervised prominent syllable detection in speech. In *Proceedings of the 8th Annual Conference of the International Speech Communication Association (Interspeech '07)*, pp. 1941-1944.
- Kayser C, Petkov C, Lippert M, Logothetis NK (2005). Mechanisms for allocating auditory attention: an auditory saliency map. *Current Biology*, vol. 15, pp. 1943-1947.
- Kepler H, Dhooge I, Maes L, D'Haenens W, Bockstael A, Philips B, Swinnen F, Vinck B (2010). Short-term Auditory Effects of Listening to an MP3 Player. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* vol. 136(6), pp.538-548.
- Kepler. H, Vinck B., Dhooge I. (2008), *Noise-induced hearing loss in youth caused by leisure noise* (Nova Science Publisher, New York).
- Klaeboe R, Engelen E, Steinnes M (2006). Context sensitive noise impact mapping. *Applied Acoustics*, vol. 67, pp. 620-642.
- Knopper L, Ollson C (2011). Health effects and wind turbines: a review of the literature. *Environmental Health*, vol 10, pp. 1-10..
- Knudsen EI (2007). Fundamental components of attention. *Annual Review of Neuroscience*, vol. 30, pp. 57-78.
- Kroesen M (2011). Human response to aircraft noise. PhD Dissertation, TU Delft, The Netherlands.
- Kroesen M, Molin EJE, van Wee B (2011). Policy, personal dispositions and the evaluation of aircraft noise. *Journal of Environmental Psychology*, vol. 31, pp. 147-157.
- Kuwano S, Namba S, Fastl H, Schick A (1997). Evaluation of the impression of danger signals: comparison between Japanese and German subjects. In Schick A, Klatt M (eds.), *Contributions to Psychological Acoustics VII: results of the 7th Oldenburg Symposium on Psychological Acoustics*, Oldenburg, Germany, pp. 115-128.
- Le Prell C, Spankovich C (2011). Healthy diets and dietary supplements: recent changes in how we might think about hearing conservation. *Proceedings of the 10th International Congress on Noise as a Public Health Problem (ICBEN) London, UK*.
- Loeb M (1986). *Noise and human efficiency* (Wiley, Chichester).
- Luz G.,A., (2008) Maslow's hierarchy of needs as a model for the process of the development of national noise regulations. *Proceedings of the 9th International Congress on Noise as a Public Health Problem (ICBEN) Foxwoods, CT, USA*.
- Maschke C, Niemann H (2007). Health effects of annoyance induced by neighbour noise. *Noise Control Engineering Journal*, vol. 55, pp. 348-356.
- 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.
- Miedema HME, Vos H (2004). Noise annoyance from stationary sources: relationships with exposure metric day-evening-night level (DENL) and their confidence intervals. *Journal of the Acoustical Society of America*, vol. 116, pp. 334-343.

- Milieubeleidsplan Vlaanderen (Ontwerp) 2011-2015,
http://www.lne.be/themas/beleid/beleidsplanning/publicaties/0476_milieuontwerp_inc_cover.pdf
- Mills J, Going J (1982). Review of environmental factors affecting hearing. *Environ. Health Perspect.*, vol 44, pp. 119-127.
- Møller H, Pedersen C (2010). Low frequency noise from large windturbines. *Journal of the Acoustical Society of America*, vol. 129, pp. 3727-3744.
- Moore BCJ, Glasberg BR (2007). Modeling binaural loudness. *Journal of the Acoustical Society of America*, vol. 121, pp. 1604-1612.
- Morata TC (2007). Young people: their noise and music exposures and the risk of hearing loss. *International Journal of Audiology*, vol. 46(3), pp. 111-112.
- Morihara T, Sato T, Yano T (2004). Comparison of dose-response relationships between railway and road traffic noises: the moderating effect of distance. *Journal of Sound and Vibration*, vol. 277, pp. 559-565.
- Muzet A (2007). Environmental noise, sleep and health. *Sleep Medicine Reviews*, vol. 11, pp. 135-142.
- Navrud S.(2002), The state-of-the-Art on Economic Valuation of Noise Report for EC DG Environment.
- Nellthorp J., Bristow A. L., Day B. (2007), Introducing Willingness-to-pay for Noise Changes into Transport Appraisal: An Application of Benefit Transfer. *Transport Reviews*; Vol. 27 Issue 3, p327-353
- Nelson J.P. (2004), Meta-Analysis of Airport Noise and Hedonic Property Values, *Journal of Transport Economics and Policy*, Volume 38, Part 1, pp. 1–28
- NIOSH (1998), Criteria for a recommended standard: occupational noise exposure. U.S. Department of Health and Human Services.
- Öhrström E (1989). Sleep disturbance, psychosocial and medical symptoms: a pilot survey among persons exposed to high levels of road traffic noise. *Journal of Sound and Vibration*, vol. 133, pp. 117-128.
- 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.
- Olaosun A, Ogundiran O, Tobih JE (2009). Health hazards of noise: a review article. *Research Journal of Medical Sciences*, vol(3), pp.115-122.
- Ouis D (2001). Annoyance from road traffic noise: a review. *Journal of Environmental Psychology*, vol. 21, pp. 101-120.
- Omlin S, Bauer G, Brink M (2011). Effects of noise from non-traffic-related ambient sources on sleep: review of the literature of 1990-2010. *Noise & Health*, vol. 13, pp. 299-309.
- Passchier-Vermeer W, Passchier WF (2000). Noise exposure and public health. *Environmental Health Perspectives*, vol. 108, pp. 123-131.
- Passchier-Vermeer W, Passchier WF (2005). Environmental noise, annoyance and sleep disturbance. In Nicolopoulou-Stamati P *et al.* (eds), *Environmental Health Impacts of Transport and Mobility* (Springer, The Netherlands), pp. 25-38.
- Pedersen C, Marquardt T (2009). Individual differences in low-frequency noise perception. *Inter Noise 2009*, Canada.
- Pedersen E, Larsman P (2008). The impact of visual factors on noise annoyance among people living in the vicinity of wind turbines. *Journal of Environmental Psychology* vol 28(4), pp.379–389.
- Pedersen C, Møller H, Waye K (2008). A detailed study of low-frequency noise complaints. *Journal of Low-Frequency Noise, Vibration and Active Control*, vol. 27, pp. 1-33.
- Pedersen E, Persson Waye K (2004). Perception and annoyance due to wind turbine noise: a dose-response relationship. *Journal of the Acoustical Society of America*, vol. 116, pp. 3460-3470.
- Pedersen E, van den Berg F, Bakker R, Bouma J (2009). Response to noise from modern wind farms in The Netherlands. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 126:634, 2009.

- Peel D, Lloyd MG (2007). Positive planning for wind-turbines in an urban context. *Local Environment*, vol. 12(4), pp. 343-354.
- Pirrerera 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.
- Prasanth K, Venugopalachar S (2011). The possible influence of noise frequency components on the health of exposed industrial workers - A review. *Noise & Health*, vol. 13, pp. 16-25.
- Putz R, Pabst R, eds. (2000). *Sobotta, Atlas van de menselijke anatomie (Sobotta, Atlas of human anatomy)*. Bohn Stafleu Van Loghum, Houtem/Diegem.
- Rabinowitz PM, Slade MD, Galusha D, Dixon-Ernst C, Cullen, MR (2006). Trends in the prevalence of hearing loss among young adults entering an industrial workforce 1985 to 2004. *Ear and Hearing*, vol. 27(4), pp. 369-375.
- Ramirez J, Alvarado J, and Santisteban C (2004). Individual differences in reaction to noise. *Individual Differences Research* vol. 2(2), pp. 125-136.
- Rasmussen B (2010). Sound insulation between dwellings – requirements in building regulations in Europe. *Applied Acoustics*, vol. 71, pp. 373-385.
- Rentfrow PJ, Gosling SD (2003). The do re mi's of everyday life: the structure and personality correlates of music preferences. *Journal of Personality and Social Psychology*, vol. 84, pp. 1236-1256.
- RIVM (2004) *Kwaliteit en Toekomst, verkenning van duurzaamheid*, RIVM Rapport 500013009
- Roeser R, Valente M, Hosford-Dunn H (2000). *Audiology: diagnosis*. Thieme Medical Publishers, New York.
- Rychtáriková M, Vermeir G (2009). Acoustical categorisation of urban public places by clustering method. *Proceedings of the International Conference on Acoustics NAG/DAGA '09*. Rotterdam, Netherland, pp. 988-991.
- Rychtáriková M, Vermeir G (2010). Acoustical assessment of urban public places. *Proceedings of the Institute of Acoustics & Belgium Acoustical Society – Noise in the Built Environment*. Gent, Belgium.
- Rychtáriková M, Vermeir G (2011). Soundscape categorisation on the basis of objective acoustical parameters. *Applied Acoustics*, in press.
- Rychtáriková M, Vermeir G, Domecka M (2008). The application of the soundscape approach in the evaluation of the urban public spaces. *Journal of the Acoustical Society of America*, vol. 123, pp. 3810.
- Rydzynski K, Jung T (2008). Health risks from exposure to noise from personal music players, Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks (SENIHR), European Commission.
- Sandberg U, Goubert L, Mioduszewski P (2010). Are vehicles driven in electric mode so quiet that they need acoustic warning signals? In *Proceedings of the 20th International Congress on Acoustics*, Sydney, Australia.
- Schaap D (1996). Local attitudes towards an international project: a study of residents' attitudes towards a future high speed rail line in general and towards annoyance in particular. *Journal of Sound and Vibration*, vol. 193(1), pp. 411-415.
- Schapkin SA, Falkenstein M, Marks A, Griefahn B (2006). Executive brain functions after exposure to nocturnal traffic noise: effects of task difficulty and sleep quality. *European Journal of Applied Physiology*, vol. 96, pp. 693-702.
- Schauvliege J. (2011). *Regeling voor geluidsnormen muziekactiviteiten*. Persbericht.
- Schultz TJ (1978). Synthesis of social surveys on noise annoyance. *Journal of the Acoustical Society of America*, vol. 64, pp. 377-405.
- Significant Gfk. *Uitvoeren van een schriftelijke enquête ter bepaling van hetpercentage gehinderden door geur, geluid en licht in Vlaanderen: SLO2-meting*. Eindrapport, Vlaamse overheid, Departement Leefmilieu, Natuur en Energie, Brussels, Belgium, 2008.
- Stansfeld SA, Berglund B, Clark C, and Lopez-Barrío I, Fischer P, Ohrstrom E, Haines MM, Head J, Hygge S, van Kamp I (2005). Aircraft and road traffic noise and children's cognition and health: a cross-national study. *The Lancet*, vol. 365(9475), pp. 1942—1949.

- Stansfeld SA, Matheson MP (2003). Noise pollution: non-auditory effects on health. *British Medical Bulletin*, vol. 68, pp. 243-257.
- Theebe M.A.J. (2004), Planes, Trains, and Automobiles: The Impact of Traffic Noise on House prices, *Journal of Real Estate Finance and Economics* 28, pp. 209-234
- Torre P (2008). Young adults' use and output level settings of personal music systems. *Ear and Hearing*, vol. 29(5), pp. 791-799.
- Turley LW, Milliman RE (2000). Atmospheric effects on shopping behavior: a review of the experimental evidence. *Journal of Business Research*, vol. 49, pp. 193-211.
- Ulrich RS (1984). View through a window may influence recovery from surgery. *Science*, vol. 224, pp. 420-421.
- van Kamp I (2010). Noise and health from different perspectives. Proceedings of the 20th International Congress on Acoustics (ICA), Sydney, Australia.
- van Kempen EEMM, Staatsen BAM, van Kamp I (2005). Selection and evaluation of exposure-effect-relationships for health impact assessment in the field of noise and health. RIVM Report 630400001, Centre for Environmental Health Research, RIVM, Bilthoven, The Netherlands.
- Van Kerschaver E, Stappaerts L (2008). Jaarrapport Gehoor 2008 Universele gehoorscreening in Vlaanderen. Kind & Gezin.
- Van Oyen H, Tafforeau J, Demarest S (2001). The impact of hearing disability on well-being and health. *Soz.-Praventivmed*, vol. 46, pp. 335-343.
- Vogel I, Brug J, van der Ploeg CPB, Raat H (2007). Young people's exposure to loud music: a summary of the literature. *American Journal of Preventive Medicine*, vol. 33(2), pp. 124-133.
- Vogel I, Brug J, van der Ploeg CPB, Raat H (2011). Adolescents risky MP3-player listening and its psychosocial correlates. *Health Education Research*, vol. 26(2), pp. 254-264.
- Warren CR, McFadyen M (2010). Does community ownership affect public attitudes to wind energy? A case study from south-west Scotland. *Land Use Policy*, vol. 27(2), pp. 204-213.
- Warszawa A, Sataloff RT (2010). Noise exposure in movie theaters: a preliminary study of sound levels during the showing of 25 films. *Ear, Nose and Throat Journal*, vol. 89(9), pp. 444-450.
- Watson CS (2005). Some comments on informational masking. *Acta Acustica united with Acustica*, vol. 91, pp. 502-512.
- WHO (2004) Final report: Noise effects and morbidity by dr. Hildegard Niemann and dr. Christian Mascke
- WHO (2011) Burden of disease from environmental noise: Quantification of healthy life years lost in Europe, ISBN: 978 92 890 0229 5
- Wolsink M (2007). Wind power implementation: the nature of public attitudes: equity and fairness instead of "backyard motives". *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 11, pp. 1188-1207.
- Yoshinaga H, Namikawa Y (2009). Predicting noise reduction by electrification of automobiles. In *Proceedings of Internoise*, Ottawa, Canada.
- Zwicker E, Fastl H (1999). *Psychoacoustics: Facts and Models*, 2nd edition, Springer-Verlag Berlin.

APPENDIX A: INTERVIEWS MET INTERNATIONALE GELUIDSEXPERTEN

Interview Wolfgang Babisch

Wolfgang Babisch is a senior research officer at the German Federal Environmental Agency. His research focus is on noise epidemiology, particularly the auditory and nonauditory health effects of noise. He is a member of the International Commission on Biological Effects of Noise.

1. Knowing the international state-of-the-art on effects of noise on man, what are in your opinion as an expert the effects that can be considered proven? I want you to consider all possible effects and all possible exposure situations.

Proved effects are

- Annoyance is the most available parameter, easy to access but also very important to determine the quality of life and for policy making.
- Subjective sleep disturbing is similar to night time annoyance, but also objective sleep disturbance is well-established. Although the objective sleep responses to noise are thoroughly investigated, to what extent chronic responses predict manifest health outcome is still unclear. Nevertheless, the WHO marks sleep disturbance as pathway for health effects.
- Cognition problems have been found for children with school as primary exposure place. Train noise appears more influential due to the higher levels, especially for high speed trains and good train, but efforts are made to make the latter more silent. Cognitive effects for adults are less clear.
- Cardiovasculair effects have been well-established, both in animal studies as in epidemiological studies showing a relatively consistent increase in risks for hypertension and strokes as the levels of (chronic) noise exposure increase. The WHO takes cardiovascular effects into account when assessing environmental burden and calculating DALYs. For children, cardiovascular effects are less consistent, blood pressure might be higher than the average, but the long-term effects are more difficult to predict. For elderly people, cardiovascular problems are most often due to a combination of different stressors.

Is there any chance that the effect is caused by a strongly correlated exposure such as air quality?

Air quality and noise exposure are difficult to separate. Research in specific areas where noise is blocked by screens but the air pollution is unaltered suggests that both pollutants might increase the risk at cardiovascular problems, but the mechanism is different. Another research option is looking at leisure noise where air quality is not an issue.

How does the effect depend on the context in which exposure occurs?

Combined exposure might imply combined stressors, exposure at different locations (e.g. at home and at work) from different sources. It should also be noted that the effect of noise exposure depends on the disturbed activity. In this regard, 80 dB(A) during work might be less harmful than 60 dB(A) in the evening when one wants to relax or 40 dB(A) at night.

2. Knowing the international state-of-the-art on effects of noise on man, for which effects and which sources do in your opinion well established exposure effect relationships exist?

Meta-analysis has revealed for road traffic noise the risk of myocard problems increased with 1.3 as the noise level goes up from 65 dB L_{den} to 75 dB L_{den} . For aircraft noise and hypertension, the slope of the exposure effect relationship is quiet similar, but the onset starts at 5 dB lower noise levels.

Exposure effect relationships are missing for aircraft noise and myocard problems and also train noise might become more important due to the traffic increase. Especially at night time, railway noise is known to be related to sleep disturbance and sleep disturbance is linked to cardiovascular problems.

Should the choice of exposure indicator in your opinion depend on the source and exposure context?

The effect of modifying factors can not underestimated, namely shielding, opening or closing of windows, coping, gender (perhaps due to hormonal differences), length of residence (living 10 to 15 years in an exposed neighborhood might be sufficient to see effects), chronic stress, access to quiet sides and so on.

3. In your experience as an expert, what are current legal evolutions in your country? Which research results are included, which are omitted? Could you indicate underlying influential factors for this (housing, way of living)?

Children should be recognized as very vulnerable groups, much more exposed to neighbor noise or noise from family members than adults.

Noise regulations are very strict for community and industrial noise, but work needs to be done for aircraft noise. For road and railway noise, most of the limits apply only for new installations whereas most complaints come from existing ones, but here measures are taken on a much more voluntarily basis.

Avoiding traffic by rebuilding and applying speed limits during the night can help, as well as sound insulation around airports. Anyway, it is important to set limits that everybody can apply and one should be careful that in trying to set a consensus across countries, limits are raised again.

4. In your opinion as an expert, what effects should be considered–today– when new noise legislation is to be updated?

Architects should be trained.

Interview Birgitta Berglund

Birgitta Berglund is Professor emerita at Stockholm University. Her main research interests include sensory processes in audition, olfaction and the skin senses, especially with regard to combined or complex stimulations as well as time pattern and duration of stimulations. The aim is to develop new psychophysical methods as well as mathematical models to be used with regard to physical environmental problems such as community noise, odorous air pollution, and indoor air quality. The research addresses e.g. adverse sensory reactions, human comfort and health as well as the search for early signs of dysfunction due to potential hazards.

1. Knowing the international state-of-the-art on effects of noise on man, what are in your opinion as an expert the effects that can be considered proven? I want you to consider all possible effects and all possible exposure situations.

Proved effects are

- hearing impairment
- speech interference
- cardiovascular effects
- annoyance
- sleep disturbance
- reading acquisition, learning.

Does that conclusion depend on the source of the noise? How?

hearing impairment depends on the impulsive character of the noise, but not on the source as such.

speech interference, reading and learning depend on the source, interfering speech and warning signals are more influential.

cardiovascular effects do not depend on the source as such.

sleep disturbance depends on the temporal character of the source, making air traffic noise for instance more disturbing than road traffic.

Is there any chance that the effect is caused by a strongly correlated exposure such as air quality?

Since people sleep and – especially in Europe and the North-America – live mostly indoors, combined exposure will be less important for sleep and cardiovascular effects.

For annoyance, noise that is associated with bad smells (like motorbike noise or noise from garbage collection) might have stronger effects.

2. Knowing the international state-of-the-art on effects of noise on man, for which effects and which sources do in your opinion well established exposure effect relationships exist?

Exposure effect relationships are established for speech interference, annoyance and probably cardiovascular effects.

Should the choice of exposure indicator in your opinion depend on the source and exposure context?

Yes, L_{max} is more suitable for aircraft noise.

For trains it is more difficult to find suitable indicators, as is the case for cars because the latter are line sources. For these sources, it might be more suitable to focus on ranking of exposure rather than establishing exposure response curves.

3. In your experience as an expert, what are current legal evolutions in your country?

From the past, noise exposure is rather regulated now, although updating is always necessary when new specific sources come up like for instance the noise around go-car tracks and restaurants.

In addition, law cases are held to allow building in areas where it shouldn't. Here it is important to have a set of recommendation that are not under discussion. Special cases of noise issues (like very high levels in particular areas due to the landscape and geometry) should be taken care of as well.

4. In your opinion as an expert, what effects should be considered—today— when new noise legislation is to be updated?

Current legislation for new areas focus on indoor noise levels for bedrooms. Required levels in the rest of the housing are an open question, as is the issue whether living with open windows should be feasible or not.

Other legal steps involve the requirements for green areas, it should be made a right to have easy and quick access to such quiet spaces, especially near major buildings.

Interview Hannah Keppler

Hannah Keppler is verbonden aan Universiteit Gent als doctor-assistent in de Vakgroep Neus-, Keel-, Oorheelkunde en Logopedische-audiologische Wetenschappen. Haar onderzoek is toegespitst op de diagnostiek van slechthorendheid ten gevolge van overmatige, professionele en recreatieve lawaai-blootstelling.

1. Knowing the international state-of-the-art on effects of noise on man, what are in your opinion as an expert the effects that can be considered proven?

TTS en PTS zijn bewezen effecten waarbij TTS zich vertaalt in een reductie in gehoordrempel en wellicht nog iets sterker in gereduceerde OAE. PTS is moeilijker in kaart te brengen, hier verschillen voor recreatieve lawaai-blootstelling de resultaten per onderzoek.

In de jaren 70 en 80 vond een welbepaalde onderzoeksgroep dat geluiden die je zelf leuk vindt, zou minder schadelijk zijn, maar dit is niet hard bewezen.

Momenteel zijn er in België geen prevalentiecijfers voor lawaaislechthorendheid bij jongeren. Ze zijn wel gekend voor de Verenigde Staten en Nederland (maar verouderd). Het is essentieel dat de schade in kaart wordt gebracht, niet alleen met audiometrie, maar ook met spraak-in-ruis, OAE en andere gevoelige testen. Het is een feit dat toename van gehoorschade: er is een stijging van blootstelling aan recreatief lawaai bij jongeren, maar tegelijk minder aan industrieel lawaai.

Het is ook mogelijk dat het effect pas later duidelijk wordt. Zowel voor gecombineerde lawaai-blootstelling als voor leeftijdsgebonden effecten blijft de vraag of eerdere blootstelling tot 'protected' dan wel tot 'damaged' oren leidt. Langs de andere kant lijkt het intuïtief veiliger om zo veel mogelijk schade te vermijden.

Does that conclusion depend on the source and the context of noise exposure?

Het is moeilijk een onderscheid te maken tussen verschillende bronnen omdat blootstelling vaak gecombineerd is, wat het moeilijk maakt om alles in kaart te brengen. Bovendien zijn er een aantal activiteiten die vaak over het hoofd worden gezien zoals sporten in een luidruchtige omgeving (sporthal).

Bij muziek hebben bron en context (bijvoorbeeld het luisteren naar een MP-speler versus een festival) vooral een invloed op de blootstelingsduur (een festival duurt meerdere dagen) en de luidheid.

De invloed van niet-akoetische context op TTS en PTS is voorlopig eerder twijfelachtig omwille van vele covarianten en onderliggende factoren waarop verder onderzoek een antwoord moet vinden. Zaken die nu al worden geciteerd zijn

- roken zou TTS minder erg maken
- alcohol zou effect verhogen
- combinatie van solventen en lawaai zou effect versterken

Verder zijn er ook persoonsgebonden factoren als

- verhoogde bloeddruk als risicofactor
- oogkleur door melanine-verschil
- stapediareflex
- efferent systeem
- medicatie

maar geen van deze zaken is al hard bewezen.

Op het gebied van genezing lijken de mogelijkheden beperkt: hyperbare zuurstoftherapie kan werken door bij acute lawaaitrauma's binnen de drie dagen de bloedvoorziening naar de cochlea te stimuleren, maar dat is voor (in wezen chronische) PTS geen optie. In de toekomst zullen er waarschijnlijk meer mogelijkheden tot ingrijpen gecreëerd worden.

What exposure indicator is the most suitable to capture the auditif effects of noise on men and should this depend on the source?

Blootstellingsduur (aantal jaren, uren per week ...) en niveau lijken de belangrijkste indicatoren. Voor het niveau wordt gesuggereerd om de A-weging door C-weging te vervangen omdat muziek voornamelijk laagfrequent verondersteld wordt, maar vooralsnog is er weinig literatuurdata die deze visie ondersteunt.

De meest geschikte indicator is zeker bronafhankelijk, het beste zou zijn de belangrijkste geluidsgelateerde activiteiten in kaart brengen met kenmerken (ook akoestiek) en dan eventueel clusteren om tot een werkbaar geheel te komen.

2. In your experience as an expert, what are current legal evolutions in your country? Which research results are included, which are omitted? Could you indicate underlying influential factors for this?

Momenteel wordt industrie-wetgeving toegepast op muziek omdat de bestaande wetgeving voor muziek gericht is op hinder voor omwonenden. Het nieuwe wettelijk kader richt zich nu vooral op MP3-spelers, maar hierdoor worden aantal activiteiten vergeten. De tendens is eveneens om het geluidsniveaus voor MP3-spelers en concerten te beperken, maar aandacht voor sensibilisering is minstens even belangrijk.

Op dit moment is er Europese wetgeving voor muziek onder hoofdtelefoons (niet voor hoofdtelefoons in het algemeen), maar op Vlaams niveau is men nog bezig.

3. In your opinion as an expert, what effects should be considered–today– when new noise legislation is to be updated?

Bij de nieuwe wetgeving lijken sensibilisering en geluidsreductie de belangrijkste aandachtspunten. Er is waarschijnlijk een zeker draagvlak om het geluid te beperken (bij navraag vindt bijna de helft van de mensen huidige niveau op concerten en dergelijke te luid) en sensibilisering kan zeker op korte termijn helpen om de maatschappelijk bewustwording nog te verhogen. Concreet kan dit door

- geluidarme ruimtes te voorzien op concerten en festivals waar bezoekers hun oren tot rust kunnen laten komen.
- terugbetaling van op-maat-gemaakte gehoorbeschermers.

Sensibilisering moet in de wetgeving geconcretiseerd worden, dit kan gekoppeld en gespiegeld worden aan bestaande gezondheidscampagnes, bijvoorbeeld tegen roken. In elk geval is een multidisciplinaire aanpak nodig – akoestisch, audiologisch en maatschappelijk.

Verschillende groepen dragen verantwoordelijkheid in dit vraagstuk: ouders, fabrikanten, wetgevers, organisatoren, leerkrachten en zo verder. Uiteindelijk blijkt de invloed van individu en wetgever het grootst: de eindbeslissing ligt bij het individu, maar de wetgever moet uiteraard structurele maatregelen opleggen en adviezen geven.

In dat verband kan bijvoorbeeld aangehaald worden dat voor MP3's het niveau onder oordopjes hoger is, maar onder hoofdtelefoon wordt het niveau vaak gewoon luider gezet. Hier is echt verbieden moeilijk, maar adviezen zijn zinvol.

Het probleem zit hem vooral bij gecombineerd gedrag en gecombineerde blootstelling, zo heeft men de neiging om in omgevingslawaai het volume van een MP3-speler op te drijven en geeft men het advies om een MP3-speler in te stellen in stille omgeving. Naar het publiek moet benadrukt worden dat een activiteit op zich geen probleem is, maar dat het gevaar vooral ligt in gecombineerde langdurige blootstelling, het inlassen van lawaai-arme periodes is dan ook cruciaal.

Interview Peter Lercher

Prof. Dr Lercher has a background in general medicine, is a specialist in hygiene, social medicine and environmental health, and holds a MPH in Epidemiology from Chapel Hill, NC (1990). Since 1999 he works as Associate Professor for Social Medicine at the Medical University of Innsbruck. Between 1998-2006, he acted as primary investigator in several multi-method studies within the framework of EHIAs, where the integrated assessment (noise, air pollution, quality of life, health) of a new rail track in two alpine valleys (“Unterinntaltrasse” and “Brenner Basetunnel”) on health and life quality was the main research aim. Recently, he completed the multinational ALPNAP-project (2005-2007), lead by DLR, which aimed at better predictions of noise and air pollution exposure and health effects due to transportation in alpine areas.

1. Knowing the international state-of-the-art on effects of noise on man, what are in your opinion as an expert the effects that can be considered proven?

One should distinguish statistical proven effects and effects that are proven to have public health relevance and importance. The effect of noise is not only stress-related, the pathways are broader, more unspecific and involving the whole human systems, whereas air pollution is more organ-specific and more in accordance to general toxicological principles.

Because of this difference, relation between noise and health will have broader confidence intervals, thus difficult to establish relation, because stronger modifying factors. Morbidity influenced will be moderator. Study will have differences in term of selection ... surviving population in terms of susceptibility. Content reasons on underlying stress hypothesis and selection factors you may expect a broader variety of study results. Different illnesses + confidence will be broader.

Name health effects:

- Coronary heart disease. Evidence in public health relevance exists. Sufficient in terms of relevance for public health. Vulnerability plays important role. Needed to narrow confidence intervals
- Hypertension: not at point where overall assessment can be made due to different outcomes used in research. The way hypertension is characterized: reported, reported in diagnoses by doctor, reported medication use, reported doctor subscriptions, registries, or measured blood pressure. More sufficient relation than with measured blood pressure. Cannot qualify measurement requirements: 8-10 measurements. Time period: during last 12 months or during last five years.
- Not sufficiently proved: mental health outcomes. More possible outcomes. Depression, taking medication, anxiety, medication due to mental impairments. Lower end: transition of mental health to health related QOL. Not yet sufficient evidence as explained in introduction: context is more important.
- General health status: not sufficient studies use this general health indicator so no final conclusions from existing small basis of studies.
- Annoyance largest impact, in terms of DALY not severity.
- Sleep disturbance and medication taken for sleeping. Acute and subacute effects are well proven. More difficult on chronic. 1/3 of population as sleep disturbances over time.

2. In your experience as an expert, what are current legal evolutions in your country?

There is no general framework. Only in EHA required by law but legal requirements (level based) outperformed scientific evidence. E.g. 5 dB bonus by railway outweighs arguments of EHAer

Supreme court decisions question that under certain circumstances. Law may be outdated or context differs substantially from general context.

3. In your opinion as an expert, what effects should be considered–today– when new noise legislation is to be updated?

New law should take into account: evidence is different for different sources: best for aircraft, then road, then rail noise. Mayor improvement that could be made are: specific context of the area and specific relations that are found there should take precedence over the law. Otherwise EHA would be needless. Also consider when you would be required to use generalized dose response curve independent of specific context. Also in terms of source and morbidity differences.

Another problem is that dose effect relationships since based on source specific assessments, without a methodology for overall assessment. More sources and summary is insufficient in terms of predicting health effects.

Interview Stephen Stansfeld

Professor Stephen Stansfeld is professor of psychiatry at the centre for psychiatry in the Wolfson Institute of Preventive Medicine. His research interests include the effects of the physical and social environment on mental health. He has been involved in several studies examining environmental noise and mental health and more recently on noise and children's health and cognition. He was previously Co-Director of the Whitehall II Study and is particularly interested in the psychosocial work environment and social support as predictors of common mental disorder. He has also investigated the explanations of the social gradient in psychological distress in the Whitehall II Study and with Professor Chris Power in the 1958 Birth Cohort. He is interested in psychosocial influences, especially depression, on coronary heart disease and has co-edited a book on psychosocial pathways to coronary heart disease. He is principal investigator in the RANCH and RELACHS Studies. He also works as a consultant psychiatrist in psychiatric rehabilitation.

1. Knowing the international state-of-the-art on effects of noise on man, what are in your opinion as an expert the effects that can be considered proven? I want you to consider all possible effects and all possible exposure situations.

Proved effects are

- Annoyance.
- Effects on sleep are well-established in laboratory conditions, but more research is needed to assess the consequences on community level taking other sources and habituation into account.
- Hearing loss.
- Cognitive effects are to-date not unambiguously proven. Several studies with children suggest a certain influence of noise on cognition tasks, but some inconsistencies remain across studies and countries.
- For myocard problems, more research is needed.
- For mental health (anxiety disorders) and perinatal issues, convincing evidence is missing. Anyway, these aspects are difficult to investigate due to the large influence of other factors like for instance the hormonal status.

Does that conclusion depend on the source of the noise? How?

Most of the research focusses on aircraft noise and road traffic noise, less is known about railway noise, industrial noise and neighbour noise.

Is there any chance that the effect is caused by a strongly correlated exposure such as air quality?

Combined exposure remains a big unanswered question because both noise and air pollution often occur together. Even for aircraft noise – where noise is much more prominent than possible air pollution – the road infrastructure inherent to airports might nevertheless introduce air pollution.

Sometimes air pollution is a more plausible explanation for the observed effects, even for children the question remains whether cognitive effects are attributable to noise or fine particles.

How does the effect depend on the context in which exposure occurs?

Exposure is most probably context-dependent, involving the effects of other stressors at home, at work or outside. Especially at work, the noise of other machines that can not be controlled by the subject, might have more psychosocial consequences.

2. Knowing the international state-of-the-art on effects of noise on man, for which effects and which sources do in your opinion well established exposure effect relationships exist?

- Annoyance and aircraft noise.
- Annoyance and road traffic noise.
- Hypertension and aircraft noise.
- Sleep disturbance and aircraft noise.

What exposure indicator is the most suitable?

For road and aircraft noise, L_{eq} or L_{den} .

3. In your experience as an expert, what are current legal evolutions in your country?

There is a general consensus to protect children's well-being through legislation setting the upper noise limit in class rooms between 35 dB(A) and 30 dB(A). Also restrictions on night flights are more and more common, but of course there is also a large interest against restrictions driven by (commercial) aircraft and road transport/

4. In your opinion as an expert, what effects should be considered—today— when new noise legislation is to be updated?

In general the level should be lowered in residential areas.

Around airports, sound insulation should be enhanced and night and early morning flights should be more strictly regulated. Naturally, economic interest around airports (like employment) will influence the legislation as well.

Neighbour noise appears an increasing issue, here noise teams are established to educate the public about community noise.

Road traffic should be restricted in residential areas, including speed limits.

Interview Irene van Kamp

Dr. Irene van Kamp (1951) was educated at the University of Groningen and the Erasmus University in Rotterdam (Netherlands) and has a background in sociology (Bsc), psychology (PhD) and epidemiology (post graduate). She has broad experience in working in interdisciplinary teams and policy preparing research. Since January 2000 she is working as a senior researcher at the National Institute of Public Health and the Environment, Centre for Environmental Health Research with a special assignment in the field of urban quality and quality of life, with specific attention for environmental noise. She is a co-worker in several EU 5th framework projects (RANCH, SELMA, HEARTS). In the past three years she organized several national and international workshops on environmental quality and quality of life and finalized a literature review on models concerning quality of life, sustainability and liveability together with RIGO BV In Amsterdam.

Irene van Kamp is an advisor in several WHO projects (Housing and Health, Noise-response relations, and EH Survey) and the EU project on Transport and Health.

Since 2001 Member of the International Society for Quality of Life research (ISQOL). Since 2003 chair of team 3 of the International Commission on Biological Effects of Noise.

1. Knowing the international state-of-the-art on effects of noise on man, what are in your opinion as an expert the effects that can be considered proven? I want you to consider all possible effects and all possible exposure situations.

Bewezen effecten zijn

- effecten op welbevinden en hinder. In dit verband zijn klachten an sich minder betrouwbaar als een maat voor de effecten van lawaai omdat ze sterk gestuurd worden door de onder andere de media en het vooral oudere hoogopgeleiden zijn die op die manier hinder rapporteren. Zo zou een verschillend klachtenpatroon rond de luchthavens Schiphol en Heathrow samen hangen met socio-economische en demografische factoren. Langs de andere kant kan het rapporteren van klachten wel gebruikt worden voor monitoring in geluidsgevoelige gebieden.

- slaapverstoring. Het effect op slaapverstoring is bewezen in zoverre gerapporteerde slaapverstoring als een maat voor nachtelijke hinder geldt. Langs de andere kant is de relatie tussen omgevingslawaai en geobjectiveerde slaapverstoring (wakker worden, bewegen, en zo voort) minder duidelijk, net als de langetermijneffecten van acute slaapverstoring.

- cardio-vasculaire effecten zoals verhoogde bloeddruk en een verhoogd risico op myocard-infarcten.

- cognitieve effecten. Bij kinderen is vastgesteld dat verhoogde blootstelling aan omgevingslawaai negatief is voor het geheugen en begrijpend lezen. Deze vaststellingen zijn echter gebaseerd op beperkte proefgroepen en de vraag is of hier zuiver blootstellingseffecten een rol spelen. Sociale factoren, gezinssituatie en de attitude van de leerkracht tegenover zwakkere leerlingen kunnen deze resultaten evengoed beïnvloeden.

- gehoorproblemen andere dan gehoorsdaling. Het ENNAH project heeft aanwijzingen dat kinderen en leerkrachten die in luider omgevingslawaai leven en werken meer last hebben van tinnitus en dergelijke. Dit moet echter nog bewezen worden.

- Voor geboortegewicht zijn geen effecten gevonden voor Schiphol, medicatie leek eerder wel gelinkt aan geluid maar onderzoeken op grotere schaal konden dit niet bevestigen. Ook de invloed van geluid op mentale gezondheid is niet echt aan de orde, maar de vraag moet wel andersom gesteld worden, namelijk hoe kwetsbare, gevoelige groepen omgaan met geluid.

Does that conclusion depend on the source of the noise? How?

Vliegtuig- en wegverkeer zouden meer geassocieerd zijn met cardio-vasculaire effecten zoals myocard-infarcten en bloeddrukschommelingen.

Treinverkeer zou minder geassocieerd zijn met cardio-vasculaire effecten maar hier rijst de vraag of dit ook geldt voor hogesnelheidstreinen waar laagfrequente geluiden belangrijker worden. Algemeen is weinig gekend over deze effecten die dicht bij trillingen liggen, maar ze vormen wel een groeiend probleem waarvoor Nederland een goede wetgeving wil.

Soortgelijke problemen met treinverkeer zien we in Azië waar niet alleen meer hogesnelheidstreinen rijden, maar het effect ook belangrijker wordt door een grotere bevolkingsdichtheid.

Burenhinder lijkt een toenemende bron van hinder terwijl dit voor andere geluidsbronnen eerder afneemt. Hier kunnen sociale tendenzen zoals anonimiteit en het recht op stilte een rol spelen.

Is there any chance that the effect is caused by a strongly correlated exposure such as air quality?

Recent onderzoek suggereert dat geluid de dominante factor rond luchthavens is waarbij vliegtuigen de luchtkwaliteit uiteraard beperkt beïnvloeden. Andere studies vonden een effect op cognitie bij gecombineerde blootstelling (ten gevolge van psychologische factoren, oxidatiestress en andere), maar het bewijs hiervoor is vooralsnog zwak. In dat verband plant ESCAPE een prospectieve cohortstudie over lucht en geluid. Algemeen zou onderzoek naar geluid moeten evolueren naar langdurige cohortstudies, wat praktisch haalbaar wordt in combinatie met onderzoek naar andere milieustressoren.

How does the effect depend on the context in which exposure occurs?

Onderzoek naar geluid houdt algemeen nog te weinig rekening met de sociale context waarbinnen blootstelling plaatsvindt. Vragen als plezier versus hinder, effecten op gedrag en sociale cohesie zouden in deze meer gesteld moeten worden. Zo focust onderzoek naar gehoorschade door het gebruik van persoonlijk geluidsinstallaties op geluidsniveaus, maar wordt de relatie met omgevingsgeluid (bijvoorbeeld als poging om zich daarvan af te schermen) vaak over het hoofd gezien.

2. Knowing the international state-of-the-art on effects of noise on man, for which effects and which sources do in your opinion well established exposure effect relationships exist?

Voor hinder, bloeddruk en myocard, bepaalde cognitieve effecten (wel voor begrijpend lezen en niet voor geheugen, aandacht en concentratie) en slaapverstoring (subjectieve slaapverstoring, ontwaken, motiliteit tijdens slapen) zijn blootstellings-effect relaties gekend en handig, maar moeten wegens grote betrouwbaarheidsintervallen met de nodige voorzichtigheid worden geïnterpreteerd. Omdat het bovendien niet gegarandeerd is dat deze relaties constant blijven over de tijd, is het raadzaam voor nieuwe bronnen en nieuwe gebieden toch de effecten zelf in kaart te brengen.

What exposure indicator is the most suitable?

L_{den} als jaargemiddelde lijkt geschikt voor hinder, bloeddruk, cognitieve effecten en subjectieve slaapverstoring, maar

L_{max} en SEL zouden bij ontwaken en motiliteit bij het slapen eveneens nodig zijn.

Should the choice of exposure indicator in your opinion depend on the source and exposure context?

Het lijkt aangewezen om naargelang de context en doelstelling verschillende indicatoren naast elkaar te gebruiken, zo is L_{den} nuttig om een algemeen beeld te schetsen terwijl L_{max} interessanter kan zijn bij communicatie met omwonenden. Het expliciteren van events kan dan weer verklaren waarom hinder

3. In your experience as an expert, what are current legal evolutions in your country? Which research results are included, which are omitted? Could you indicate underlying influential factors for this (housing, way of living)?

Eerst en vooral kunnen we ons de vraag stellen in hoeverre de wetgeving gebaseerd is op onderzoek.

Historisch was het vooral de bedoeling te aantal gehinderden procentueel te laten dalen. Omdat de hinder an sich desondanks is toegenomen, wordt nu meer gefocust op de bron.

Een ander keuze heeft betrekking op spreiding versus concentratie van geluidsbelasting. Nederland opteert nu meer voor concentratie en hoewel dit onrechtvaardig kan lijken voor de reeds belaste gebieden, blijkt het in praktijk wel beter voor de algemene volksgezondheid.

Om de kennis inzake geluid te centraliseren, werd eerder een kenniscentrum opgericht dat echter na verloop van tijd afgebouwd werd waardoor de huidige bestaande onvoldoende is om alle vragen te beantwoorden.

Verder stelt men vast dat gedecentraliseerde bevoegdheden problemen geeft bij geluidsoverlast door luchthavens en rijkswegen. Voor recreatie en binnen de steden lijkt de bevoegdheid van lokale besturen wel adequaat.

Ten slotte wordt geluid steeds meer ingezet als een legaal argument bij nieuwe inplantingen van onder meer treinen en hoogspanning.

4. In your opinion as an expert, what effects should be considered–today– when new noise legislation is to be updated?

De wetgeving zou moeten aangepast worden wat betreft trillingen, laagfrequente componenten en tonaliteit, maar vooral de laatste twee zijn lastige onderwerpen.

Ondanks het feit dat men steeds probeert om achterpoortjes te vinden in normen en wetgeving, lijkt het toch aangewezen normen als principe te behouden, bijvoorbeeld voor situaties waar akoestische componenten niet-akoestische zaken zoals burenhinder triggeren of mee beïnvloeden.

5. Any good literature you can point us to?

- WHO burden of disease: nieuwe eerste versie reeds te downloaden.
- WHO community response to noise (opvolger in de maak).
- WHO health impact assessment (had klaar moeten zijn eind oktober 2010)
- IC BEN 2011: reviews gepubliceerd per thema.

Interview Bart Vinck

Prof. Bart Vinck beëindigde zijn basisopleiding tot Licentiaat in de Sociale Gezondheidswetenschappen: Audiologie in 1994 aan de Universiteit Gent. Hij werd Doctor in de Sociale Gezondheidswetenschappen: Audiologie aan de Universiteit Gent in 1998 en werd in oktober 2001 benoemd tot voltijds docent aan de Universiteit Gent. Naast zijn huidige klinische taak, is hij Directeur van het Centrum Gehoor en Spraakrevalidatie "Ter Sprake", is hij verder titularis van een uitgebreid pakket opleidingsonderdelen in de opleidingen Geneeskunde, logopedie en audiologie, en in de vorming van specialisten neus-, keel- oorartsen. Hij is verder lid van de wetenschappelijke adviescommissie rond gehoorscreening bij kinderen (Kind en Gezin). Hij werkte mee aan een aantal boeken en publiceerde talrijke artikels in nationale en internationale tijdschriften. Verder is hij verbonden als gastprofessor aan de Hogeschool Gent en doceert hij aan Universiteiten in het buitenland (Nederland, Italië). Hij is tenslotte actief betrokken bij onderzoeksprogramma's in binnen- en buitenland, ligt aan de basis van een nieuw internationaal gehoorbeschermingsprogramma (Hearing Coach). Hij richtte als eerste een [tinnituskliniek](#) op in België.

1. Hangen bewezen audiologische effecten van lawaai blootstelling af van de bron en van de context (i.e. recreatieve blootstelling versus werkgerelateerde blootstelling)?

Er zijn aanwijzingen dat recreatieve lawaai blootstelling minder schadelijk is om twee redenen; enerzijds door de blootstelling zelf en anderzijds door de respons van het auditief systeem.

Qua blootstelling is de dagelijkse blootstelling aan muziek vaak minder dan deze in de industrie en ook de periode ligt anders: muziekblootstelling is het meest prominent voor 16- tot 30-jarigen terwijl industrielaawaai vanaf 18 tot aan het pensioen relatief onveranderd aanwezig kan blijven. Hierdoor is het cumulatieve risico van recreatieve blootstelling minder groot.

Puur fysiologisch suggereert onderzoek dat het limbisch systeem bij angst en stress glutamaat-concentraties verhoogt waardoor ook het risico op lawaaislechthorendheid kan toenemen. Omgekeerd geldt dat blootstelling aan aangename geluiden minder risico met zich meebrengt.

Welke indicatoren lijken het meest geschikt om auditieve effecten van lawaai te karakteriseren?

Naast het niveau moeten ook de spectrale kenmerken van lawaai en de blootstelingsduur in kaart worden gebracht. Wat dit betreft lijkt voor muziek de C-weging meer geschikt dan de A-weging omdat bij A-weging de dikwijls uitgesproken laag-frequente karakteristieken onvoldoende in rekening worden gebracht. Dit kan tot een onderschatting van het risico leiden omdat de A-gewogen waarden gebaseerd zijn op de Fletcher-Munson curves bij 40 dB en het niveau van recreatieve lawaai dikwijls een stuk hoger ligt.

2. Vooralsnog is er geen wettelijk kader specifiek ter preventie van lawaaislechthorendheid. Wat zou hierin moeten worden opgenomen?

In de wetgeving zou de blootstelling moeten worden gelimiteerd tot 98 dB(A) of 101 dB(C), niveaus die toelaten om met gehoorbescherming gehoorverlies te voorkomen. Gehoorbeschermers lijken essentieel omdat maatregelen aan de bron in wezen onvoldoende blijken, al zijn wel verbeteringen mogelijk door aangepaste luidsprekerplaatsing en het gebruik van arrays.

Gehoorbeschermers vragen echter wel dat gezondheidsopvoeding als principe opgenomen worden in de wetgeving. Concrete richtlijnen hoeven niet als dusdanig in de wet, maar het dragen en gebruik van gehoorbeschermers moet wel geformaliseerd worden, evenals de opvoeding tot preventie.

Een andere legale peiler zou het concept dosis moeten worden waarbij zowel blootstellingsintensiteit als -duur in rekening worden gebracht, eventueel met behulp van dosimetrie.

Preventie zou ten slotte meer kans op slagen hebben als de individuele gevoeligheid beter in kaart kan worden gebracht. Bij proefdieren werd de invloed van het medio-olivaire complex reeds aangetoond, maar het testen van contralaterale suppressie bij mensen is voorlopig weinig succesvol. Gevoeligere apparatuur kan hier mogelijk een uitkomst bieden.

APPENDIX B: PARLEMENTAIRE INTERVENTIES

FEDERALE PARLEMENT

vragen en antwoorden

Deze databank bevat het geheel van de sinds 1986 schriftelijk gestelde vragen en overeenkomstige schriftelijke antwoorden. In tegenstelling tot andere databanken bevat onderhavige databank de integrale tekst van elke vraag en haar antwoord. (indien de tekst hiervan niet opgenomen is, werd de vraag niet of nog niet beantwoord). De opzoeking zal dus in de tekst zelf van het document kunnen gebeuren. Ze bevat eveneens de identificatireferentie en andere referenties van iedere beschikbare vraag en antwoord(en). Wekelijks wordt dit register geactualiseerd op basis van het Bulletin van Vragen en Antwoorden.

datum indiening	2011	2010	2009	2008	2007	2006	2005
nachtlawaaï			1	1		1	
muziek (burenhinder)		1					
muziek (gehoorschade)		1	4				
arbeidsplaats	2	1	1			1	1
spoorverkeer	1	6	11	9	3	2	7
vliegverkeer (algemeen, ook bijvoorbeeld militair)		3	4	6	2	3	2
luchthaven Zaventem	2	4	11	10	1	7	6
productnormen (speelgoed)			1				
geluidsproductie prioritaire voertuigen				1			
mp3-spelers enz. (gehoorschade + gevaar bij gebruik in verkeer)		2	3		3	1	
Mosquito			1				
Quads			1				
wegverkeer		1					
productnormen werfmachines		3					
overlast jongeren, speelpleinen				2			
bladblazers			1				
paramotoristen			1				

interpellaties en mondelinge vragen

Deze dagelijks geactualiseerde databank bevat de verwijzingen naar alle interpellaties en mondelinge vragen die sedert 1988 werden gesteld en naar andere ingediende maar nog niet gestelde vragen en interpellaties.

datum bespreking	2011	2010	2009	2008	2007	2006	2005
luchtverkeer algemeen (o.a. ook militair)	2		1	7			3
luchthaven Zaventem		16	22	33	12	25	38
spoorverkeer		2	1	3	3		
wegverkeer			1				
gehoorschade arbeidsplaats	1					3	
industrie		1					
mp3-spelers				1			
muziek		1					
geluidshinder (volksgezondheid)		1					
bladblazers				1			

wetgevend bestand (voorstel van resolutie, wetsvoorstel, ...)

Deze databank bevat de inlichtingen betreffende de wetgevende werken en hun stand van zaken sedert 1988. Zij wordt dagelijks geactualiseerd. De opgeslagen gegevens betreffen de wetsontwerpen, de wetsvoorstellen, de regeringsverklaringen, de begrotingen en andere parlementaire documenten (zoals de statistieken van de parlementaire werkzaamheden, de adressenlijst van de leden).

	2011	2010	2009	2008	2007	2006	2005
vliegverkeer							1
luchthaven Zaventem		1			1		2
mp3-spelers, gehoorschade		1	1	2			
Mosquito			2	3			

VLAAMS PARLEMENT

vragen en interpellaties

(plenaire vergaderingen, commissievergaderingen)

datum indiening	2010-2011	2009-2010	2009	2008-2009	2007-2008	2006-2007	2005-2006
geluidsoverlast algemeen (o.a. handhaving, actieplannen Europa, ...)	1	2		3	3	2	3
wegverkeer (inclusief vrachtwagens, infrastructuur)	2	5		9	12	9	9
spoorverkeer	4	2		1	2	2	1
luchthaven Zaventem	2	7		5	9	4	11
vliegverkeer algemeen + niet-Zaventem		1		2	1	3	5
windturbines	3	3		1	3	1	
bioscopen	2						
muziek (gehoorschade)	3	2	1		1		1
motorsport (+ andere lawaaierige sporten)		5		2	2	1	4
vogelschrikkanonnen		1					
alarmkanonnen landbouw						1	
kinderopvang, speelpleinen		2					2
hondenschool		1			1		
Mosquito					1		
geluidsisolatie							2
ruimtelijke ordening	1			1	1	2	
zilvermeeuw			1				
ventilatiesystemen					1		
voetbalstadion					2		
modelvliegtuigen					1		
glascontainers							1

APPENDIX C: INTERVIEWS MET EXPERTEN INZAKE GELUIDSBELEID

Claude Bataillie

Claude Bataillie is geluidsdeskundige bij het provinciaal centrum voor Milieuonderzoek (PCM) Oost-Vlaanderen.

Wat zijn op uw beleidsniveau de doelstellingen inzake blootstelling aan lawaai?

Kort samengevat is het doel van het Provinciaal Centrum voor Milieuonderzoek (PCM) voor wat betreft geluid, mee te helpen aan een stiller Oost-Vlaanderen, waarbij de hinder wordt beperkt en de normen worden nageleefd. Dit betreft zowel normen op Vlaams niveau (Vlarem voor ingedeelde inrichtingen), op federaal niveau (kaderwetgeving van 18 juli 1973, en diverse uitvoeringsbesluiten bv. rond elektronisch versterkte muziek of geluidsproductie voertuigen en motorfietsen), als op gemeentelijk niveau (politiereglementen). Deze doelstelling wordt bereikt zowel via ondersteuning naar de provincie als naar de gemeenten toe. Wat betreft het provinciaal niveau, wordt advies verleend aan de milieuvergunningscommissie, en wordt via exploitatievoorwaarden verbonden aan de milieuvergunning getracht de geluidsproductie binnen de normen te krijgen. De ondersteuning naar gemeenten toe gebeurt vooral voor het oplossen van problemen die de capaciteiten van de gemeenten overschreiden, zoals bv. door gebrek aan middelen, apparatuur of kennis, of die gemeentegrens overschrijdend zijn (bv. beleid rond stiltegebieden, studies rond industriegebieden die over gemeentegrenzen lopen).

Hoe worden op uw beleidsniveau de blootstellingsniveaus bepaald en/of gemeten?

Dit hangt nauw samen met de betreffende wetgeving, waarin de meetmethodes worden gedefinieerd. Voor Vlarem wordt bv. de immissie beschouwd, met metingen ter hoogte van de waarnemers (bv. woningen in de omgeving van ingedeelde inrichtingen). Er wordt uiteraard steeds getracht om enkel het geluid van de specifieke bron in kwestie te meten. Enkel wanneer er teveel stoorgeluiden zijn ter hoogte van de waarnemer, kan het zijn dat ter hoogte van de bron wordt gemeten, en aan de hand van een propagatiemodel het geluidsniveau ter hoogte van de waarnemer wordt geschat. In het kader van bepaalde federale wetgevingen (bv. rond elektronisch versterkte muziek) dient er binnen de woning te worden gemeten, met gesloten ramen en deuren.

Hoe wordt op uw beleidsniveau gecontroleerd dat lawaai-blootstelling de regelgeving niet overschrijdt?

Het ondersteunend werk voor de gemeenten bestaat onder meer uit het helpen om toezicht te houden, voor deze problemen dewelke de capaciteiten van de gemeenten overschreiden. Voor klasse 1 inrichtingen worden er proactief geluidsmetingen verricht, voor klasse 2 (kleinere) inrichtingen wordt er enkel opgetreden wanneer er zich klachten voordoen. Voor grotere steden kan het zijn dat er ook voor klasse 2 inrichtingen proactief worden gemeten (bv. in Gent is er een aparte dienst voor toezicht en handhaving), maar daar heb ik geen duidelijk zicht op, en ik denk dat dit ook eerder beperkt is.

Waar ziet u op uw beleidsniveau ruimte voor verbetering inzake lawaai-blootstelling?

Er is uiteraard steeds de vraag naar extra middelen, zodat voor een betere ondersteuning van de gemeenten kan worden gezorgd. Ook zou het beter zijn mochten bepaalde problematieken thematisch kunnen worden bekeken, zodat meer algemene besluiten kunnen worden getrokken uit toegepast onderzoek en er gericht advies kan worden gegeven. Een voorbeeld zou de Nederlandse aanpak kunnen zijn, met het TNO (bv. in hun onderzoek naar geluidsnormering). Dit zou eventueel al mogelijk zijn mochten de huidige middelen beter worden gebundeld. Ook is er een vraag naar extra middelen bij politiekorpsen en milieudiensten, zeker voor wat betreft de kleinere gemeenten. Deze diensten hebben, gezien hun zeer ruime takenpakket, slechts beperkte mogelijkheden om toezicht te houden rond geluidshinder.

Hoe interageert uw beleidsniveau met andere beleidsniveaus voor omgevingslawaai?

Zoals reeds gezegd hebben we naar de gemeenten toe vooral een ondersteunende functie. Naar het Vlaams gewest toe zetelen we, vanuit onze ervaring op het terrein, in verschillende werkgroepen en commissies rond het opstellen of wijzigen van geluidsnormen. Een recent voorbeeld zijn de

ontwerpen van normen rond het beheersen van geluid op en rond grote muziekevenementen. Daarnaast helpen we het Vlaamse beleid naar geluid toe te realiseren op gemeentelijk niveau.

Hoe ervaart u perceptie van burgers ten aanzien van geluidsgelateerde thema's op uw beleidsniveau? Ziet u hierin bepaalde trends en hebt u daar ook een mogelijke verklaring voor?

Geluid blijft een moeilijk domein, omdat het voor de burger moeilijk vatbaar is. Langs de kant van de veroorzaker is er vaak onbegrip rondom de geluidswetgeving, langs de kant van de waarnemer kan deze soms niet streng genoeg zijn. Wanneer er wel degelijk wetgeving is rond een bepaald probleem van geluidsoverlast, maar deze wordt niet gehandhaafd of er wordt niet op een adequate en doortastende manier opgetreden, treden dergelijke conflicten het vaakst op. Anderzijds, wanneer binnen een dossier het probleem met technisch, wetenschappelijk en juridisch onderbouwde expertise wordt benaderd, brengt dit op zich reeds enig soelaas voor beide partijen. Een ander punt van discussie, dan vooral bij de veroorzakers van geluidsoverlast, is de ongelijkheid die er vaak heerst in de behandeling van geluidsklachten tussen de verschillende provincies. Tenslotte wil ik opmerken dat er reeds een goede evolutie is in de expertise die aanwezig is op gemeentelijk niveau (milieuambtenaren, politiediensten), dankzij verbeterde opleidingen en een algemene bewustwording van het belang van een goede handhaving rond geluidsproblemen, maar dat er nog steeds heel wat werk aan de winkel is.

Elke De Dekker en Lieven De Kempeneer

Elke De Dekker en Lieven De Kempeneer werken beiden bij de Milieudienst van de Stad Gent binnen het Departement Milieu, Groen en Gezondheid

Wat zijn op uw beleidsniveau de doelstellingen inzake blootstelling aan lawaai?

De lokale focus ligt algemeen vooral op het beheersen van geluidshinder bij evenementen, horeca en/of dansgelegenheden. Op dit niveau is er relatief weinig Vlaams beleid en hebben steden en gemeenten overeenkomstig veel vrijheid en verantwoordelijkheid. Voor omgevingslawaai van wegen en spoorverkeer of industrie volgt men de Europese richtlijnen. Concreet houdt dit alles het volgend in:

Evenementen: In de VLAREM-wetgeving worden evenementen gedefinieerd als initiatieven met een tijdelijk karakter waar elektronisch versterkte muziek wordt gespeeld, dus ook bijvoorbeeld buurt- en straatfeesten. Sowiezo moeten alle initiatieven die doorgaan op openbaar domein en waar elektronisch versterkte muziek zal worden gebracht, toelating vragen aan de stad. Evenementen kunnen een aanvraag indienen om te mogen afwijken van de geldende Koninklijke Besluiten, alternatieve normen zijn mogelijk naargelang de aard van het evenement, de ligging en het aantal bezoekers. Grootschalige evenementen moeten informatie verschaffen over het geluidssysteem en een geluidsplan voorleggen, zij krijgen ook advies van een externe geluidsdeskundige. Indien nodig, moet een evenement milderende maatregelen toepassen om geluidshinder te beperken. Zij kunnen standaard ook steeds een geluidsmeter ontlenen bij de stad.

Voor zeer specifieke initiatieven als de Gentse feesten hanteert de stad specifieke normen voor de pleinen en andere initiatieven die in het kader van de feesten plaatsvinden. Geluidsniveaus moeten dalen vanaf 1h, na 3h zijn er geen optredens meer met uitzondering van welbepaalde locaties, er worden uitloopzones voorzien en dergelijke meer. Voor de reguliere cafés gelden tijdens deze periode de gebruikelijke normen. Voor andere evenementen dan de Gentse Feesten hanteert de stad in grote lijnen dezelfde principes.

Horeca: Alle horeca valt onder de danszalen klasse 2 zoals bepaald in VLAREM. Vergunning worden afgeleverd door de stad of gemeente na evaluatie van het akoestisch onderzoek dat door de aanvrager wordt overgemaakt. De stad legt emissienormen op bij de milieuvergunning om efficiënt toezicht mogelijk te maken, waaronder geluidsbegrenzing. De aanbevelingen van de stad gaan verder dan VLAREM, men houdt onder meer rekening met gekende afgeleide hinder (rumoer van de bezoekers op straat). Algemeen stelt de stad een doel op en zoekt de exploitant naar middelen om dat doel te bereiken. In geval van afgeleide hinder kan bijvoorbeeld een sfeerbeheerder worden aangesteld. Ten slotte moet men er rekening mee houden dat horeca zaken snel kunnen evolueren en milieuvergunning in principe voor 20 jaar worden afgeleverd.

Café: Cafés hebben geen milieuvergunningsplicht, maar vallen wel onder het Koninklijk Besluit over elektronisch versterkte muziek. Bij de bouw wordt geluidsadvies gegeven en zo er problemen zijn kan de horecacoach een bemiddelende rol spelen en toezien op de klachten. De opening van een café hangt af van de ruimtelijke ordening. Ideaal zouden mensen die een café willen openen in potentieel minder geschikte huizen toch werken via een akoestisch onderzoek. Momenteel vallen cafés echter onder het Koninklijk Besluit en kan men in principe pas optreden als er daadwerkelijk klachten zijn.

Omgevingslawaai wegverkeer: Wegverkeer is eigenlijk een Vlaamse bevoegdheid, maar een aantal taken worden gedelegeerd naar de steden en gemeenten, al is dat niet precies afgelijnd. De mogelijke maatregelen die de steden kunnen nemen, zijn echter beperkt. Wat wel kan, is het reguleren van verkeersstromen zoals autovrije centra. Rond wegdekken kunnen bijvoorbeeld ook een aantal zaken beslist worden, maar het is minder evident om daar daadwerkelijk iets te realiseren. In de toekomst wil Stad Gent bij de stadsontwikkeling van de Oude Dokken geluidsmilderende maatregelen opnemen om de levenskwaliteit in woonblokken langs drukke wegen te garanderen.

Hoe worden op uw beleidsniveau de blootstellingsniveaus vastgelegd?

Blootstellingsniveaus voor evenementen worden gebaseerd op de bestaande regelgeving en eventuele afwijkingen worden toegestaan in functie van klachten-indicaties. Omdat uiteraard niet alle hinder in daadwerkelijke klachten wordt vertaald, voert de Stad Gent een proactief beleid dat

onafhankelijk van eventuele klachten het moment, de tijdsduur en locatie van evenementen in acht neemt.

Hoe wordt op uw beleidsniveau gecontroleerd dat lawaaiblootstelling de regelgeving niet overschrijdt?

Bij problemen naar aanleiding van evenementen komt eerst de politie ter plaatste en bij herhaalde klachten verifieert de dienst milieutoezicht via geluidsmetingen of aan de VLAREM-normen is voldaan. Klachten wordt steeds teruggekoppeld bij nieuwe aanvragen voor milieuvergunningen.

Blijkt een klacht op basis van de VLAREM-normen gegrond, dan wordt dit behandeld door de correctionele rechtbank.

Waar ziet u op uw beleidsniveau ruimte voor verbetering inzake lawaaiblootstelling?

Zowel op het vlak van stadsontwikkeling in het algemeen als inrichting van cafés in het bijzonder zou vooraf meer rekening gehouden moeten worden met geluid en geluidshinder.

Voor evenementen kan het beleid nog verder verfijnd worden, het blijft zoeken naar de balans tussen de kwaliteit van het evenement en de hinder voor de omwonenden. Hinder moet zo veel als mogelijk voorkomen worden met behulp van haalbare normen. Het zou goed zijn om op kritieke plaatsen evenementen in elk geval niet toe te staan of aan een heel strikt tijdschema te onderwerpen.

Hoe interageert uw beleidsniveau met andere beleidsniveaus voor omgevingslawaai?

Momenteel is er enkel beleidsniveau-overschrijdende interactie rond omgevingslawaai door wegverkeer, wat eerder een bevoegdheid is van Vlaanderen dan van de steden en gemeenten. De vraag rond interactie is nu moeilijk te beantwoorden omdat voorlopig enkel de ontwerpactieplannen klaarliggen. Dit moet leiden tot daadwerkelijke actieplannen die dan effectief in praktijk kunnen worden gebracht.

Hoe ervaart u perceptie van burgers ten aanzien van geluidsgerelateerde thema's op uw beleidsniveau? Ziet u hierin bepaalde trends en hebt u daar ook een mogelijke verklaring voor?

Eerst en vooral zijn mensen er zich steeds meer van bewust dat blootstelling aan luide geluiden – waaronder muziek – tot gehoorschade kan leiden. Steeds meer mensen kennen ook de weg om klachten in te dienen, maar hoewel klachten wel duidelijk gelinkt zijn aan bepaalde locaties, ziet men geen duidelijke toename van het aantal klachten.

Langs de andere kant blijft het aantal aanvragen voor evenementen stijgen. De Stad Gent heeft daarvoor nu een evenementen loket waar organisatoren eenvoudig digitaal alles kunnen registreren. Bij die aanvragen zit geen echte trend, de bestaande normen zijn redelijk streng en organisatoren weten dat, men vraagt meestal aan wat men weet te zullen verkrijgen.

Waar ziet u ruimte voor verbetering van het beleid?

Wat recente evoluties betreft, hoopt men dat de voorgestelde norm van minister Schauvliege kan gekoppeld worden aan het hinderbeleid zodat voor de organisatoren duidelijk kan heersen. Het principe dat evenementen die een grotere geluidsbelasting vragen, meer voorwaarden krijgen opgelegd, lijkt logisch en wordt nu al toegepast voor hinder. Als de normen worden goedgekeurd, is er vooral nood aan duidelijkheid en communicatie met alle betrokken partijen.

Jeroen Lavrijsen

Jeroen Lavrijsen is beleidsmedewerker geluidshinder bij Dienst Hinder en Risicobeheer van het Departement Leefmilieu, Natuur en Energie. Zijn specifieke werkdomeinen zijn: geluidshinder wegen en spoorwegen (geluidskaarten, maatregelen).

Wat zijn op uw beleidsniveau de doelstellingen inzake blootstelling aan lawaai?

Het Vlaams regeerakkoord wil tegen 2020 het aantal potentieel ernstig gehinderden door verkeerslawaai met 15 % doen dalen. Deze doelstelling is overgenomen in andere documenten zoals het milieubeleidsplan en eigen actieplannen.

Hoe worden op uw beleidsniveau de blootstellingsniveaus bepaald en/of gemeten?

Ten eerste wordt de blootstelling bepaald op basis van geluidskaarten die in 2008 opgemaakt werden volgens Europese richtlijnen en het blootstellingsniveau van omwonenden inschatten rond belangrijke wegen (dit is met meer dan 6 miljoen voertuigen per jaar) en spoorwegen. Bijkomende kaarten werden opgesteld voor Brussel Nationale luchthaven en de steden Antwerpen en Gent. Tegen volgend jaar zal een nieuwe set kaarten beschikbaar zijn die algemeen ook minder drukke wegen in rekening brengt, samen met een meer gedetailleerde kaart voor de stad Brugge. Deze kaarten laten toe (geluidsreducerende) maatregelen te simuleren en het effect van bepaalde acties (bijvoorbeeld verandering van het wegdek) na te kijken. Het opstellen van deze kaarten wordt uitbesteed aan studiebureaus. Brussel Nationale Luchthaven draagt hier zelf de verantwoordelijkheid, net als de individuele steden, al worden deze laatste wel gesubsidieerd en inhoudelijk ondersteund door het Departement Leefmilieu, Natuur en Energie (LNE). Naast algemene kaarten worden meer gedetailleerde kaarten opgesteld in het kader van het Milieurapport Vlaanderen (MIRA).

Het geluidsniveau wordt ten tweede gemonitord door meetstations die door LNE zelf worden beheerd. De meeste posten staan opgesteld rond Brussel Nationale Luchthaven, bijkomend wordt gemeten op referentieplaatsen ter hoogte van de snelweg, spoorweg en de luchthaven Luik-Bierset.

Ten slotte worden elke legislatuur bij 5000 Vlamingen enquêtes afgenomen die onder meer peilen naar eventuele hinder door geluid, geur en licht.

Hoe wordt op uw beleidsniveau gecontroleerd dat lawaai-blootstelling de regelgeving niet overschrijdt?

Momenteel is er geen regelgeving voor lawaai door weg- en spoorverkeer, bijgevolg is er ook geen controle mogelijk. Het geluidsmetnetwerk rond Brussel Nationale Luchthaven is eveneens voornamelijk informatief bij gebrek aan immissienormen. Het is de bedoeling om op termijn wel normen op te stellen, al is het nog de vraag welk statuut deze precies moeten krijgen.

Bij nieuwe aanleg of zware ingrepen aan weg- en spoorinfrastructuur wordt wel een milieu-effecten rapport gevraagd, wat onder meer de noodzaak en/of mogelijkheden voor geluidsmilderende maatregelen bestudeert. Het milieu-effecten rapport is echter geen juridisch bindend rapport; een vergunningsaanvraag kan wel geweigerd worden wanneer voorgestelde milderende maatregelen niet in het ontwerp worden opgenomen, maar de uiteindelijke implementatie wordt niet opgevolgd.

Bij klachten over wegverkeer kan het Agentschap Wegen en Verkeer controles uitvoeren en indien mogelijk schermen plaatsen langs gewestwegen. De financiering van dergelijke ingrepen valt onder de mobiliteitsovereenkomst tussen Vlaanderen en lokale besturen en de verdeling van de kost hangt af van het geluidsniveau, vanaf 65 dB(A) betaalt Vlaanderen een kwart en vanaf 80 dB(A) het totale bedrag. Klachten over het spoorverkeer zijn federale materie en voor problemen met industrie-lawaai moet men bij de Vlaamse of lokale overheid aankloppen, afhankelijk van de inrichting.

Op Vlaams niveau worden klachten verzameld in een databank en ook een aantal lokale overheden doen daaraan mee. Uiteindelijk worden de klachten doorgestuurd naar LNE die hiervan gebruik maakt voor beleidsvoorbereiding. LNE zal vooral klachten doorverwijzen, maar doet zelf geen vaststellingen.

Waar ziet u op uw beleidsniveau ruimte voor verbetering inzake lawaai-blootstelling?

Op Vlaams niveau wordt gewerkt aan de kwaliteit van de wegverharding en hier worden positieve resultaten geboekt. Hetzelfde geldt voor geluidsschermen, men probeert de efficiëntie te verhogen door de locaties zo optimaal mogelijk te kiezen. In dit verband zijn geluidskaarten een goed instrument om het effect van maatregelen te begroten.

Op het vlak van ruimtelijke ordening is er echter tot nu weinig beleid, terwijl de invloed van en op geluid toch zeer groot is. Ten eerste creëert mobiliteit verkeer en lawaai, ten tweede is de afstand tot een bepaalde geluidsbron cruciaal voor eventuele hinder. Als de bron maar ver genoeg van bewoning ligt, verwacht men weinig problemen op het vlak van geluid en zijn maatregelen aan de bron in principe niet nodig. Daarom is het belangrijk om bij het plannen van nieuwe woonzones het bestaande geluidsklimaat (op basis van geluidskaarten) te onderzoeken en de invloed op nieuwe woonkernen in te schatten. Van bepaalde locaties weet men op voorhand dat nieuwe bewoning om milderende maatregelen zal vragen, het zou goed zijn als men bij ruimtelijke ordening effectief met deze overwegingen rekening houdt. Wil men toch in een suboptimaal geluidsklimaat bouwen, dan bieden zogenaamde geluidsschermwoningen met geluidsvriendelijke afwerking mogelijk soelaas.

Ook voor mobiliteit is er nog werk aan de winkel, voor de komende 20 jaar verwacht men een verdere toename van het aantal voertuigkilometers, vooral dan van (lawaai-erig) vrachtverkeer. Dit kan ervoor zorgen dat het effect van geluidsreducerende maatregelen uiteindelijk beperkt is. Om dit probleem aan te pakken, moet de verkeersgroei beheerst en waar mogelijk weggeleid worden van woonkernen en kleinere wegen door woongebieden. Concentratie van verkeer zorgt immers lokaal voor een relatief kleine toename in geluidsniveau, een te grote spreiding kan daarentegen in (voorheen) stillere gebieden mogelijk ernstige toename veroorzaken.

Hoe interageert uw beleidsniveau met andere beleidsniveaus voor omgevingslawaai?

De samenwerking met lokale overheden gebeurt via geluidskaarten en actieplannen. Uiteindelijk zijn beslissingen rond ruimtelijke invulling en mobiliteit vaak een lokale aangelegenheid. Momenteel verloopt de samenwerking binnen de samenwerkingsovereenkomst die werd afgesloten tussen de lokale overheden en Vlaanderen. De bestaande overeenkomst loopt af in 2013 en nu wordt bekeken hoe het daarna verder moet, namelijk hoe Vlaanderen de lokale overheden op diverse gebieden ondersteunt en wat daar eventueel aan veranderd moet worden. De huidige formule vertrekt van een overeenkomst waar de gemeenten vrijblijvend kunnen instappen en dit op twee niveaus met meer of minder gemeentelijke taken in ruil voor Vlaamse ondersteuning. Daarnaast kunnen lokale overheden extra ondersteuning aanvragen voor eigen projecten.

Voor spoorverkeer en luchthavens werkt de Vlaamse overheid samen met de federale omdat de exploitatie federale bevoegdheid is en het milieu-luik Vlaams.

Europa ten slotte is behoorlijk sturend inzake milieu, waardoor heel wat regelgeving (zoals omtrent geluidskaarten en actieplannen) en emissienormen (voor banden, voertuigen en treinen) hier haar oorsprong vindt.

Wat vindt u zelf van de bevoegdheidsverdeling en de communicatie met andere niveaus?

Er zijn goede argumenten voor de bestaande verdeling, bovendien kunnen verschillende overheden samen optreden via samenwerkingsovereenkomsten (tussen Vlaanderen en lokale overheden) of samenwerkingsakkoorden (tussen federale en andere overheden), wat vooral gebeurt voor luchthavens en spoorwegen. Voor het wegverkeer zijn er de actieplannen en bij onduidelijkheden kan men terecht bij het Agentschap Wegen en Verkeer en LNE.

Yo Saint

Yo Saint is milieuambtenaar bij stad Leuven.

Wat zijn op uw beleidsniveau de doelstellingen inzake blootstelling aan lawaai?

De geluidsbeheersing heeft eigenlijk een tweeledig doel: hinderbeperking en voorkomen van gehoorschade.

Het beleid op gemeentelijk niveau is vooral vanuit het hinderaspect gegroeid. Met behulp van de milieuwetgeving tracht men voornamelijk de hinder naar de omgeving te beperken en zo klachten van de omwonenden te voorkomen.

De laatste jaren wordt echter het aspect 'voorkomen van gehoorschade' belangrijk. Dit is niet zozeer afkomstig vanuit het beleid zelf maar er is wel aandacht voor bij de milieudienst, meer bepaald bij het opleggen van limieten voor muziekactiviteiten. Er is uiteraard een koppeling tussen beide doelstellingen: het beperken van het emissieniveau is een belangrijke maatregel bij de hinderbeperking naar de omgeving. Alhoewel de opgelegde limieten dus eerder gegroeid zijn vanuit de hinderproblematiek, komt op deze manier ook de bescherming van de deelnemers aan de festivals, de horecabezoekers, enz. aan bod.

Hoe worden op uw beleidsniveau de blootstellingsniveaus bepaald en/of gemeten?

Hoe wordt op uw beleidsniveau gecontroleerd dat lawaai-blootstelling de regelgeving niet overschrijdt?

Deze twee vragen zijn sterk gekoppeld en werden dan ook tegelijkertijd besproken.

Eerst en vooral is er het wetgevend kader op Vlaams (Vlarem) en federaal niveau (voornamelijk KB van 24 februari 1977).

De stad Leuven heeft ook een eigen norm ontwikkeld voor evenementen. Deze normen werden bepaald op basis van meetervaring. Tijdens een proefperiode waarbij de norm op 100 dB(A) LAeq,15min werd gelegd, bleek het aantal klachten uit de omgeving nog duidelijk te hoog. De 95 dB(A)-norm (LAeq,15min) zoals die nu al gedurende een 5-tal jaren wordt gehanteerd heeft het aantal klachten duidelijk doen afnemen.

De controles van het KB gebeuren door de politie. Daarnaast voeren de milieudienst en de politie ook indicatieve metingen uit voor de Vlarem-richtingen. Indien nodig, wordt dan een akoestisch onderzoek aan de inrichting opgelegd dat moet worden uitgevoerd door een erkende deskundige.

De controle van de eigen norm van de stad Leuven voor evenementen gebeurt hoofdzakelijk door de dienst 'horeca' van de politie.

Tijdens een aantal grotere evenementen (zoals Marktrock) gebeuren deze controles in ieder geval (preventief, dus ook al vóór er klachten zijn). Bij andere evenementen, waarbij in het verleden gebleken is dat de normen vrij goed worden opgevolgd, vermindert men het aantal controles.

Daarnaast wordt vaak gebruikt gemaakt van het systeem van de 'Gemeentelijke Administratieve Sancties (GAS)' ter bestrijding van overlast. Hiervan wordt gebruik gemaakt bij, bijvoorbeeld, roepen op straat, feestjes thuis die voor burenhinder zorgen, ... Het voordeel van dit instrument is dat men kan ingrijpen zonder effectief metingen te moeten uitvoeren. Op basis van een eenvoudige vaststelling (bijvoorbeeld: de muziek wordt duidelijk buiten gehoord in de omgeving van de woning, de ramen staan open, mensen lopen roepend op straat, ...) kan de politie remediërend optreden (muziek stiller laten zetten, enz.). Indien deze vermaning niet volstaat, kan een PV worden opgemaakt en kan de sanctionerend ambtenaar een sanctie (meestal een geldboete) opleggen.

Dit is een eenvoudig instrument dat sinds ± 5 jaar bestaat en goed toepasbaar is (vooral door de eenvoud: er moet niet gemeten worden door een persoon met enige meetervaring) voor dergelijke vormen van overlast.

Waar ziet u op uw beleidsniveau ruimte voor verbetering inzake lawaai-blootstelling?

Een duidelijkere normering, vooral naar de beperking van blootstellingsniveaus, is zeker wenselijk (verwijzing naar het voorstel van minister Schauvliege).

Op gemeentelijk niveau blijft de controle moeilijk. De belasting is vrij groot. Vooral kleinere gemeenten hebben niet de middelen om voldoende ambtenaren in te zetten die bovendien over de nodige deskundigheid beschikken.

Op gemeentelijk niveau is er een duidelijk tekort aan ondersteuning door experts. De milieuambtenaar beschikt niet over duidelijke kanalen (bijvoorbeeld bij LNE) waarbij hij/zij terecht kan voor advies.

Wat Vlareem betreft, is er nog ruimte voor verbetering op het vlak van de hele bestemmingenproblematiek (RUP-problematiek, gemengde zones voor wonen en industrie, enz.).

Wat de klasse 3-inrichtingen betreft, blijft de interpretatie van de meetresultaten en de hieraan gekoppelde beoordeling moeilijk. Dit is weer het probleem van een gebrek aan ondersteuning. Uiteindelijk is de beoordeling van een klasse 3-inrichting even moeilijk als de beoordeling van een klasse 2-inrichting. Bij een klasse 2-inrichting kan men echter gemakkelijker een akoestisch onderzoek opleggen en laten uitvoeren door een erkende deskundige.

Hoe interageert uw beleidsniveau met andere beleidsniveaus voor omgevingslawaai?

Iedereen werkt eigenlijk naast elkaar.

Er is zeer weinig of geen ondersteuning vanuit Vlaams of provinciaal niveau. De interactie is uiterst beperkt.

Via de VVSG tracht men deze interactie enigszins te verhogen, maar er wordt nog duidelijk veel boven de hoofden van de gemeentes beslist en de gemeente moet dan maar implementeren.

Ook wordt er weinig informatie op een systematische manier doorgegeven. Voorbeelden hiervan zijn het recente voorstel van minister Schauvliege, wijzigingen van Vlareem, publicatie van geluidskaarten van wegverkeer, enz.

Men moet als gemeentelijke ambtenaar al frequent met de geluidsproblematiek bezig zijn om zelf te kunnen uitzoeken wat er allemaal wijzigt en welke initiatieven er op andere beleidsniveaus genomen worden. De informatie wordt ook niet goed vertaald naar deze ambtenaren.

Hoe ervaart u de perceptie van burgers ten aanzien van geluidsgerelateerde thema's op uw beleidsniveau? Ziet u hierin bepaalde trends en hebt u daar ook een mogelijke verklaring voor?

Het is niet zo evident om te stellen dat men minder verdraagzaam zou zijn. Een voorbeeld hiervan zijn bijvoorbeeld de airco-installaties die overal opduiken. Het grote aantal klachten dat men over het geluid hiervan zou verwachten is eigenlijk uitgebleven (ze zijn er wel maar niet massaal).

Het is wel zo dat het veel eenvoudiger is geworden om een klacht te uiten bijvoorbeeld door de informatie op het internet, de eenvoud en snelheid van het sturen van een e-mail, ... Misschien is vooral de communicatie veranderd en minder de perceptie.

Er is wel een stijgende trend in het aantal opmerkingen over de hinder door (lokaal) verkeerslawaai. De vele wijzigingen door verkeersplanning dragen hiertoe misschien bij.

Het aantal klachten bij de milieudienst blijft eigenlijk vrij constant gedurende de laatste jaren (ondanks de betere registratie). De meeste hinderklachten komen bij de politie terecht en worden daar behandeld. De milieudienst treedt voornamelijk op als de klachten gaan over een ingedeelde inrichting volgens Vlareem of bij de meer problematische dossiers.

De trend van het aantal klachten bij de politie is niet zo duidelijk. Het is echter opvallend dat van de 'milieuklachten' (geluid, sluikstorten, water, geurhinder, ...) meer dan 80 % over geluid gaat. Dit percentage ligt al gedurende enkele jaren zo hoog.

Michel Schellens

Erkend geluidsdeskundige bij PIH, Provinciaal Instituut Hygiëne: ondersteuning lokale beleidsniveaus (milieuambtenaren in 70 gemeenten in Provincie Antwerpen)

1. Verrichten onderzoek met betrekking tot milieuhandhaving, meestal naar aanleiding van klachten die via gemeentelijke instanties worden doorverwezen. De milieuambtenaar in de gemeente vormt hierbij een buffer en een filter, zodat het PIH vooral ondersteunend kan werken waar nodig.
2. Verlenen van vergunningen: preventief in kaart brengen van de geluidssituatie voor exploitatie met risicoanalyse (cfr Vlarem). Het PIH houdt zich bezig met beperkte en volledige akoestische onderzoeken. Voor de volledige akoestische onderzoeken is een erkende geluidsdeskundige nodig. Soms richten particulieren zich rechtstreeks naar PIH, maar dit is te vermijden, gezien de rol van de gemeenten. Voorbeelden van aspecten van geluid waarvoor PIH ondersteuning biedt:
 - (i) Wegverkeer
 - (ii) Spoorwegverkeer
 - (iii) Luchtverkeer
 - (iv) Industrie
 - (v) Handelsactiviteiten (bakkerijen, slagerijen, supermarkten, ...)

Noot: het advies van PIH is niet bindend en wordt soms niet gevolgd door de gemeenten, die een overweging maken tussen de belangen van gehinderden, en economische belangen die aan de exploitatie van geluidsproducerende inrichtingen verbonden zijn. Het niet opvolgen van de PIH-adviezen is meestal in het nadeel van de gehinderde, en in gevallen waarbij een grondig en evenwichtig onderzoek werd verricht is het niet in overweging nemen van de adviezen redelijk frustrerend. Uit een Schriftelijk LeefomgevingsOnderzoek (SLO) blijkt dat een belangrijk aandeel van de klachten van burgers gerelateerd zijn met geluid.

3. Rol van PIH bij de toepassing van de leidraad landelijke stiltegebieden (mee voorbereid door Dick Botteldooren) door middel van onderzoek en metingen om kwaliteitslabels te verkrijgen voor stiltegebieden. Het definiëren en opvolgen van stiltegebieden gebeurt in de vorm van een samenwerkingsprotocol tussen LNE, provincie en gemeenten. Stiltegebieden zijn niet juridisch afdwingbaar en het respecteren ervan is gebaseerd op een vrijwillig engagement van de gemeenten om het stilteniveau te handhaven. De aanduiding van stiltegebieden gebeurt o.a. in het kader van het Provinciaal Natuurontwikkelingsplan (PNOP), waarbij gekeken wordt naar natuurlijke, landschappelijke, cultuurhistorische en akoestische elementen maar het label is hoofdzakelijk gebaseerd op de akoestische elementen.
4. Keuring van sonometers (20-30 toestellen per jaar: metingen gebeuren in een semi-anechoïsche kamer (achtergrondgeluidsniveau <20dB(A)). De toestellen worden ingezet door de politiezones en de milieudiensten.

Hiaten in de wetgeving

1. Wegverkeer: is geen ingedeelde inrichting, zodat de Vlarem niet van toepassing is. Er zijn bijgevolg geen normen beschikbaar. In Vlaanderen zijn strenge normen voor wegverkeer ook moeilijk praktisch haalbaar wegens een zeer dicht wegennet. Omtrent deze problematiek wordt momenteel nagedacht door werkgroepen van LNE
2. Spoorverkeer: hier wordt gebruik gemaakt van interne NMBS richtlijnen (vrijwillig normenstelsel).
3. Niet-elektronisch versterkte muziek van burens, bijvoorbeeld fanfare, feestjes: hiervoor bestaat geen Vlarem-wetgeving en ook het KB van 24/02/1977 is niet van toepassing. Men kan zich ad hoc wel baseren op andere reglementen (Strafwetboek, Burgerlijk Wetboek, politiereglement en GAS), maar kwantitatieve normen (dB(A)) ontbreken.
4. Koelgroepen voor huishoudelijk gebruik: hierop is Vlarem niet van toepassing. In dichtbevolkte gebieden kunnen deze bronnen echter heel wat hinder veroorzaken. Men dient zich dus te

beroeven op een aantal 'subjectieve' elementen: is er verstoring van de nachtrust (artikel 561 van het Strafwetboek)?, wordt artikel 1382 van het Burgerlijk Wetboek overtreden?, wordt deze activiteit misschien geregeld door het politiereglement en kan men optreden via een Gemeentelijke Administratieve Sanctie (GAS)?

5. Idem pompen en filterinstallaties zwembaden (toenemend aantal)
6. Voor burenlawaai is het denkbaar om een normgeving in te voeren, bijvoorbeeld gebaseerd op WHO- richtlijnen. Hierbij is het interessant om te zien hoe de meeste wetgevingen tot stand komen: er wordt een kosten-baten-analyse gemaakt van de actuele situatie. Dan wordt pragmatisch afgewogen waar het compromis kan gemaakt worden tussen economische- en leefbaarheidsbelangen. Dit compromis wordt dan in permanente normen gegoten.
7. Windturbines: in het kader van de milieuvergunningaanvraag wordt een impactstudie uitgevoerd op basis van modellen. Ten behoeve van de validatie van de gebruikte modellen zouden a posteriori metingen moeten gebeuren om na te gaan hoe een effectieve situatie overeenkomt met de door het model vooropgestelde situatie. Op die manier zouden de modellen kunnen bijgestuurd worden. Specifiek voor windturbines is dat de klassieke correctie voor tonaliteit (+5dB(A) verhoging van de relevante waarde omdat tonale geluiden meer hinderlijk zijn dan niet tonale geluiden) niet toepasselijk is, ondanks het feit dat er wel voor de gehinderde merkbare modulatie-periodiciteit is.
8. Een hiaat met betrekking tot heel wat rekenmodellen is dat deze vaak enkel werken met lange termijn gemiddelden bij het evalueren van lawaai afkomstig van weg- en vliegverkeer. Deze zijn prima wanneer situaties vergeleken worden voor en na een ingreep (bijvoorbeeld voor en na het plaatsen van een geluidsscherm). Echter zijn in veel situaties de fluctuaties groot en langdurig genoeg om relevant te zijn voor de hinder, zonder dat deze in het gemiddelde tot uiting komen, gezien uitmiddeling met stillere periodes. Bijvoorbeeld fluctuaties in windsterkte en windrichting kunnen zeer relevant zijn (groter dan soms aangenomen 3,5 dB(A)). Het zou dus goed zijn om in de berekeningsmodellen (bijvoorbeeld IMMI) en in de normen meer nuancering aan te brengen om fluctuaties (geluid en meteo) ook in rekening te kunnen brengen.
9. De hoge piekgeluidsdrumniveaus in bioscoopzalen vielen tot hiertoe niet onder een bestaande wetgeving. (*)
10. Hier en daar zijn er omzeilbare clausules in de wetgeving, bijvoorbeeld wat betreft de vergunningen voor feestzalen en lokalen met dansgelegenheid (rubriek 32.1) met een stedenbouwkundige vergunning van voor 1 januari 1999. Deze gebouwen dienen niet voorafgaandelijk aan een volledig akoestisch onderzoek onderworpen te worden terwijl onder deze categorie juist de meest 'kwetsbare' (vanuit akoestisch oogpunt) gebouwen zitten.
11. De clausule in Vlarem waarbij inrichtingen (rubriek 32.1) met een oppervlakte kleiner dan 100 m² geen milieuvergunning dienen aan te vragen: de overlast hangt niet af van deze oppervlakte, de kritische oppervlakte van 100 m² wordt soms omzeild door bouwtechnische ingrepen (bijvoorbeeld voorzetwanden).
12. Vraag voor striktere controle (audits) bij toekennen en verlengen van de erkenning als geluidsdeskundige (Departement LNE, Afdeling Milieuvergunningen, Dienst BBT en Erkenningen)
 - a. Niet enkel formele vereisten zoals apparatuur, literatuur, akoestische ruimtes, bezit van normen, maar ook inhoud van afgeleverde verslagen nagaan. Er is enige bezorgdheid met betrekking tot de VLAREL-reglementering waarin nieuwe erkenningen voor onbepaalde duur worden toegekend, wat nadelig kan zijn met betrekking tot het garanderen van deskundigheid en gepaste bijscholing op langere termijn.
 - b. Sommige studiebureaus met erkende geluidsdeskundigen maken rapporten met onzorgvuldige analyses. Dit niet zozeer door een gebrekkige kennis (de meeste geluidsdeskundigen hebben een grondige ingenieursopleiding gevolgd en ook de Hogere Cursus Akoestiek), maar door niet accuraat om te gaan met gegevens; tijdsgebrek en kostprijs aan manuren zijn de mogelijke verklaring voor de ontoereikende analyses. Overheidsinstanties hebben meer flexibiliteit en de betreffende deskundigen kunnen ad

hoc hun inspanningen aanpassen aan de complexiteit van een dossier. Voor een commercieel studiebureau is het ook niet altijd makkelijk om nuancerings aan te brengen indien de vergoeding gebeurt door een opdrachtgever die uiteraard betrokken partij is. Er valt aan te bevelen om een richtlijnenboek op te maken, om een zekere kwaliteit en uniformiteit van de analyses door verschillende meetinstanties te garanderen. Een verfijning van de richtlijnen in Vlarem is o.a. aangewezen voor de volgende situaties:

- i. Bemane metingen zijn cruciaal om het onderscheid te maken tussen het **specifiek geluid** van de onderzochte bron en geluid van andere bronnen.
- ii. Een ander voorbeeld van het belang van een aandachtige detailanalyse is het onderzoek van geluid met tonale componenten. Voor het nagaan van tonaliteit (+5dB(A) verhoging in het kader van VLAREM (tertsbandanalyse)) is een verfijning aangewezen van de meetvoorschriften, en daarvoor zou een richtlijnenboek zeer nuttig zijn. Bijvoorbeeld de tonaliteit bij bepaalde muziekgenres is sterk aanwezig. Echter, indien, zoals nogal eens vaak gedaan wordt bij een onzorgvuldige analyse, het gemiddelde spectrum wordt geëvalueerd over een tijdspanne van 1 uur, dan zorgt spectrale uitsmering voor een schijnbare afwezigheid van tonaliteit, en dus een foute inschatting. Een nuancering van de meetprocedure over kortere intervallen kan hier uitkomst brengen. Een te ruwe analyse leidt hier tot een foute inschatting.

Trends

1. Burger is mondiger
2. Burger is intoleranter en individualistischer dan vroeger
 - a. Kinderdagverblijven: reeds voor exploitatie
 - b. Schoolbel
 - c. Spelende kinderen
3. Meer gevaar voor gehoorschade bij jongeren: MP3, fuiven, concerten: vooral hoge geluidsdrukniveaus en langdurige blootstelling. De verhoogde aandacht hiervoor (actuele discussie over 100/103 dB(A)) is voor een deel een gevolg van het jarenlange aandringen hierover door Prof. Vinck maar alle audiologen zijn het erover eens dat dit een probleem is dat aandacht verdient. Een genuanceerde discussie kan het best gevoerd kan worden tussen experts gezien de complexiteit van de gebruikte grootheden (L_{Aeq} , maximum waarden, piekwaarden,..), die door leken vaak niet onderscheiden worden met grote misverstanden tot gevolg.

Toekomst:

1. PIH onderzoekt of geluidsbegrenzers met visuele weergave van het geluidsdrukniveau (en afgesteld door PIH) ter beschikking kunnen gesteld worden voor jeugdzalen. Fabrikanten wachten definitieve wetgeving nog af om hun instellingen technisch te implementeren.
2. Concerten: men kan in de toekomst gebruik maken van een Multicellular Loudspeaker Array (MLA) om het geluid uniformer te verdelen over het publiek ver en dichtbij en op die manier lokaal te hoge niveaus vermijden. Dit zou een stap betekenen in de goeie richting.
3. Nog betere coördinatie tussen verschillende diensten, bijvoorbeeld PIH, jeugddienst, dienst cultuur. Een betere uitwisseling van informatie op het vlak van geluidsoverlastpreventie en –behandeling kan dubbel werk vermijden en zou ook efficiënter zijn om bestaande expertise optimaal in te zetten.

(*) Intussen wordt er op initiatief van Minister Schauvlieghe een werkgroep opgestart wat betreft geluidsniveaus in bioscopen.

Paul Van Acker

Erkend geluidsdeskundige en stadsecoloog (sedert 1979) stad Brugge, Walweinsteat 20, 8000

Naar aanleiding van ernstige milieuproblemen in de jaren '75/76 met betrekking tot fluoridevervuiling door emissies vanuit het bedrijf bedrijf Bayer Rickemann te Brugge , en het ontvangen van tegenstrijdige adviezen van diverse ministeries i.v.m. de te nemen maatregelen (Landbouw, Volksgezondheid en Tewerkstelling), besliste het stadsbestuur eind jaren 70 om een eigen milieudienst op te richten.

Omdat onderzoek en vaststellingen ter plaatse heel belangrijk zijn bij het zoeken naar oplossingen voor specifieke milieuproblemen (klachten, gemeentelijk beheer,...), werd van bij de start getracht om ook hier de nodige aandacht aan te besteden. De uitbouw van eigen milieudienst ging dan ook samen met de oprichting van een "praktijk gericht laboratorium", onder leiding van Paul Van Acker (doctor in Chemie). Dit laboratorium werd, wordt geleidelijk uitgebouwd en is specifiek gericht op de aanpak en onderzoek van eigen problemen: het laboratorium bevat infrastructuur voor het uitvoeren van geluidsonderzoek, voor calibratie van geluidsmeeettoestellen, chemische analyse van (oppervlakte)water (o.m. reien), toestellen voor meten van luchtverontreiniging en dergl..

In diverse projecten, initiatieven van de stad wordt, werd de milieudienst rechtstreeks of indirect ingeschakeld:

Ter illustratie: In 1992-1993 werd onder burgemeester Frank Van Acker, een mobiliteitsplan geïmplementeerd, met het oog op het verbeteren van de mobiliteit in de stad, het verzachten van de problematiek van luchtvervuiling (verontreiniging door roet en NOx) en van geluidsoverlast, beide door verkeer. Paul Van Acker heeft een studie gemaakt van de impact van de gewijzigde verkeersplanning door een vergelijking van de geluidsdruk niveaus voor en na de implementatie. Sedertdien zijn de geluidsniveaus redelijk constant gebleven (o.a. 2006), op enkele wijzigingen van functionaliteit van bepaalde buurten na. In 2009 werden o.m. de stadsbussen van De Lijn voorzien van roetfilters en werd ook overgegaan inzet van hybridebussen.

Ook worden de evoluties van klachten specifiek gevolgd en wordt waar nodig bijgestuurd: in bijlage 1 is een overzicht gevoegd van de evolutie over de periode 2002 tot 2010..

Naast luchtverontreiniging, en water is geluidsoverlast hier de blijvende koploper (redelijk constant sedert 1981). Daarnaast zijn er ook frequent klachten met betrekking tot geurhinder (oppervlaktewater, riool, uitbating bedrijven).

Algemeen blijkt te gelden dat een continue, rigoureuze en krachtvolle handhaving van verantwoorde en onderbouwde normen de beste garantie biedt op het vermijden van geluids- en andere overlast. De veroorzakers van geluid hebben op die manier respect, en door een handhaving van de normen voelt de bevolking zich au serieux genomen, ook al is er een zekere mate van hinder. Ook onverwachte controles helpen (recent 15 controles met 7 pv's). Er blijkt dat er daardoor een grotere bewustwording is ingetreden: organisatoren van evenementen (bijvoorbeeld strandfuij) verwijzen nu spontaan naar de verwachte geluidsimpact.

In bijlage 2 de politieverordening van stad Brugge met betrekking tot geluid uit 1999. Deze is gebaseerd op, en vormt een aanvulling op de Vlarem wetgeving (niet van toepassing op in Vlarem ingedeelde inrichtingen), en op het KB uit 1977, en is ook geïnspireerd op een inventaris van klachten. Deze klachten hebben o.a. te maken met:

- Muziek
- Drankgelegenheden
- Restaurants
- Airconditioning, afzuiging restaurantkeukens
- Uitgaansbuurten
- Burenhinder
- Grasmaaiers
- Vuurwerk

Bij de vraag om af te wijken van de geldende geluidsnormen voor niet-ingedeelde muziekactiviteiten (hfst. 6.7 van Vlarem) worden ofwel normen uit KB 1977 deels overgenomen, ofwel worden deze iets versoepeld. Dit laatste omwille van de typische activiteiten in Brugge, die een belangrijk maatschappelijk draagvlak hebben, met name het uitgaansleven, en de concerten.

Bij het opvolgen van de geluidsnormering bij het muziekspeken in café's, restaurants, en dergl. wordt bij overtredingen in stappen opgetreden. Bij vaststelling van overtreding wordt eerst een pv opgemaakt. Bij herhaling van geluidsoverlast van muziek, kan verplichting worden opgelegd om een geluidsbegrenzer te plaatsen. Bij zwaar recidivisme wordt verbod opgelegd om nog muziek te spelen. PV's gaan naar het parket, en deze worden over het algemeen goed opgevolgd.

Binnen de stad wordt overlast gevolgd. Klachten en de evolutie daarvan worden geregistreerd en om de 3 maanden is er overleg met de politie om probleempunten aan te pakken. De geluidskundige doet ook regelmatig zelf (gezien meer expertise dan politieagenten) controlemetingen, en geeft opleidingen aan politieagenten.

In functie van preventie wordt ook bij aanvraag van een bouwvergunning met mogelijke milieu impact advies ingewonnen bij de milieudeskundige. In geval van aanvragen voor fuifzalen bestaat er ook een subsidieregeling met betrekking tot jeugdwerking om een akoestisch onderzoek te kunnen laten uitvoeren op voorhand, dit om problemen en extra aanpassingskosten na uitvoering van een inrichting te vermijden.

Compromis zijn nodig, bijvoorbeeld met betrekking van grote evenementen zoals het Cactus festival. Een van de compromissen is dat er in de Brugse binnenstad op 5 grote pleinen (en elders dus niet) mogelijkheid bestaat om iets boven de klassieke normen te gaan, en de toegelaten uren van geluidsproductie te beperken tot 24 u, slechts uitzonderlijk verlengen (bijvoorbeeld tot 01:00 's nachts in plaats van 24:00 middernacht), maar dit op voorwaarde van toestemming door de burgemeester en het volgen van de adviezen van de milieudienst, bijvoorbeeld

- om geen personen toe te laten vlakbij de geluidsinstallatie, en dus gehoorschade door extreem hoge niveaus te vermijden.
- Het voorzien binnen het festivalterrein van rustiger zones
- Het laten afregelen van geluidsinstallatie (door akoestisch deskundige eventueel door de milieudienst)
- Geluid verspreiden over verschillende torens
- Gebruik maken van multiple line arrays

De meeste buurtbewoners aanvaarden de onvermijdelijke overlast, mits een goede briefing op voorhand, eenvoudige en makkelijk verifieerbare normen, en een garantie dat afspraken gerespecteerd worden. Ook het betrekken van de bewoners bij het evenement helpt (bijvoorbeeld gratis kaartjes). Dit is echter niet altijd gemakkelijk: bijvoorbeeld na verbouwing van een klooster tot een residentie, waren er direct klachten over het Cactusfestival. Merk op: binnenkort concert Bon Jovi: vraagt 103 dB(A) ipv 100 dB(A).

De geluidskundige kan hierbij gebruik maken van de mogelijkheid om eenvoudig ter plaatse het geluidsdrukniveau te meten. Een eenvoudige meetprocedure van bijvoorbeeld dBA met meter in 'slow' stand (zoals voorgeschreven in KB 1977) is hierbij handig. Verfijningen, die vaak gepaard gaan met een tijdrovende analyse, zijn bij acute situaties minder aangewezen, gezien de nood om snel te kunnen ingrijpen bij overschrijding.

Het effect van geluid met betrekking tot gehoorschade (cfr Prof. Vinck) mag zeker niet onderschat worden. Gezien de huidige toestand met zeer hoge niveaus binnen (soms tot 107 dB(A)!), ondanks norm-acceptabele niveaus voor Vlarem buiten met betrekking tot overlast voor buurtbewoners, is er zeker nood aan een norm voor geluidsniveaus in gesloten ruimtes (danszaal, disco,...): KB 1977 zegt iets over geluid geproduceerd door elektronische installaties, evenwel is niet van toepassing op ingedeelde inrichten (danszalen) – zie art. 5.32.2.2 van Vlarem 2, Voor bioscopen is dit niet zo duidelijk en is strikt genomen toepasbaar (ook voor bioscopen). Het toevoegen van piekniveaus, zou welkom zijn.

Windturbines vormden in de regio Brugge tot hiertoe geen onoverkomenlijk groot probleem, omdat ze werden ingeplant naast andere geluidsproducerende infrastructuur, zoals wegen, spoorwegen en

industrie. Recent was de voorgestelde inplanting meer kritisch, namelijk dicht bij woonzones (bijvoorbeeld Ramskapelle, Knokke), zodat er een aantal discussies aan de gang zijn. Hierbij is er een hiaat in de wetgeving (omzendbrief EME /2006/01). Ten eerste is de norm in de omzendbrief voor windturbines meer soepel dan voor andere industriële bronnen in het kader van Vlarem. Ten tweede wordt er momenteel geen of onvoldoende rekening gehouden met het achtergrondgeluidsniveau. De subjectieve hinder neemt immers sterk toe naarmate de toename ten opzichte van het achtergrondniveau (soms slechts 30 dBA!) groter wordt. Inplanting in een zone waar reeds verschillende andere (maskerende) geluidsbronnen aanwezig zijn is dus minder hinderlijk dan inplanting in een stiltegebied. Het is in ieder geval aangewezen om voorafgaand aan de beslissing over een vergunning, in het milieu-effectenrapport (MER) het achtergrondniveau te bepalen en er rekening mee te houden, ook in de rekenmodellen. Dus niet alleen met het (niet genuanceerde) type gebied (industrie, woonzone, 500 meter,...) Typisch niveau (opgemeten Paul Van Acker) op +- 90 meter van turbine (bij dichtsbijzijnde bewoner): 53 /57 dBA., wel sterk afhankelijk van de meteo omstandigheden.

Bij spoorverkeer blijken vooral veranderingen van de uurregeling tot overlast te leiden. Bewoners kunnen beter leven met een voorspelbare (qua timing) hinder.

Soms wordt men geconfronteerd met activiteiten die vaak een fluctuerende tonale component produceren, die wel hoorbaar zijn maar niet sterk tot uiting komt in een totaal LAeq meting.l. Geluidsniveaumetingen dienen in die omstandigheden best gepaard te gaan met opnames, die real time of achteraf spectrale analyse toelaten, zodat specifieke bronnen geïdentificeerd kunnen worden.

Regelmatige controle van industrielawaai (ruim genomen), communicatie en feedback (inclusief ' niet loslaten) helpt sterk bij bewustvorming, en preventie van nieuwe problemen.

Beter voorkomen en kostverhogende preventie dan dure remediëring achteraf: bijvoorbeeld "besparing" op "box-in-box" bouwconstructie voor geluidsisolatie naar buiten.

"Polyvalente zaal": risicovol wat betreft potentiële geluidsoverlast bij nieuwe activiteiten.

Mileudienst doet ook keuring toestellen en uitzonderlijk akoestisch onderzoek op vraag van privé- instantie. Soms ook advies naar andere steden in West Vlaanderen (bijvoorbeeld wedstrijd met elektrische auto's stad Roeselare).

Vraag naar beleid:

- Eenvoudige wetgeving eenduidig voor alle motorfietsen en bromfietsen: uniek certificaatplaatje op elk vehikel, zonder uitzonderingen mbt bouwjaar... (reeds brief Paul Van Acker naar staatssecretaris Schoupe, maar zonder veel respons)
- Toevoegen clause met betrekking tot belang achtergrondniveau bij beslissing milieuvergunning bij inplanting nieuwe windturbines
- Bepaling van maximaal toegelaten geluidsniveaus in Vlarem ingedeelde lokalen met dansgelegenheden, eventueel ook voor schouwspelzalen, bioscopen en dergelijke. (*)

Flexibiliteit KB 1977 wordt geapprecieerd.

(*) Intussen heeft Minister Schauvlieghe een regeling uitgewerkt met betrekking tot de beperking van maximale geluidsniveaus bij concerten, fuiven e.d.. Dit voorstel zal binnenkort in een wettelijke tekst worden omgezet. Wat betreft bioscopen wordt er een afzonderlijke werkgroep opgestart.

APPENDIX D: UITTREKSELS BELEIDSNOTA'S

Beleidsnota Mobiliteit en Openbare Werken 2009-2014, ingediend door mevrouw Hilde Crevits, Vlaams minister van Mobiliteit en Openbare Werken

...

Het maatschappelijk belang van een goede mobiliteit kan nauwelijks overschat worden. Fietsroutes, waterwegen en spoortrajecten bieden vaak een economische, recreatieve, landschappelijke of cultuurhistorische meerwaarde. Vervoer draagt bij tot economische groei, ontwikkeling en welvaart, maar genereert ook negatieve effecten voor de directe omgeving en voor het leefmilieu, zoals ongewenste emissies, geluidsoverlast en ongevallen.

...

Geluidshinder vormt een andere milieukost van mobiliteit. Die hinder bleef tussen 2000 en 2006 nagenoeg constant. Weg-, spoor- en luchtverkeer vormen veruit de belangrijkste bronnen van het zogenaamde omgevingslawaaï. Sinds eind 2007 wordt de geluidshinder systematisch in kaart gebracht. Voor de voornaamste verkeersknooppunten zijn inmiddels geluidskarten opgesteld. Zij zullen de volgende jaren als basis dienen voor de samenstelling van actieplannen die de geluidshinder ten gevolge van verkeer moeten verminderen. Het Pact 2020 bepaalt dat het aantal personen die potentieel ernstig gehinderd worden door geluidsoverlast van verkeer, tegen 2020 met 15% moet dalen.

...

Het gebruik van het transportsysteem heeft onmiskenbaar een aantal neveneffecten. De meest bekende zijn geluidshinder, uitstoot van het wegverkeer, lichtpollutie en sluikstorten langs transportinfrastructuur. Het terugdringen van deze negatieve effecten van het transportsysteem maakt deel uit van een duurzaam mobiliteitsbeleid. Er moeten concrete actieplannen opgesteld worden, die aangeven hoe we met deze nadelige effecten van het transportsysteem zullen omgaan.

...

a. We beperken de geluidshinder door het verkeer

Geluid in het algemeen en verkeersgeluid in het bijzonder worden ervaren als één van de belangrijkste vormen van hinder. Het beperken van deze hinder is belangrijk omdat hiermee de leefbaarheid, de volksgezondheid en het milieu sterk worden verbeterd.

De Europese richtlijn 'inzake de evaluatie en beheersing van omgevingslawaaï' en de omzetting hiervan in VLAREM II hebben tot doel het omgevingslawaaï en de hieruit voortkomende geluidshinder en schadelijke effecten te vermijden, te voorkomen of te verminderen en een goede geluidskwaliteit te bewaren.

In uitvoering van deze regelgeving werden voor de onmiddellijke omgeving van gewestwegen met meer dan 6 miljoen voertuigpassages per jaar geluidsbelastingkarten opgemaakt. Tegen 2012 moeten dergelijke karten ook voor wegen met meer dan 3 miljoen voertuigpassages worden opgesteld.

Hetzelfde geldt voor de drukste spoorlijnen. Op basis van deze geluidsbelastingkarten worden geluidsactieplannen uitgewerkt, met concrete maatregelen voor de aanpak van geluidshinder. De zwaarste knelpunten krijgen hierbij de grootste prioriteit. Van de verschillende geluidswerende

maatregelen zal er een economische en maatschappelijke kosten baten analyse (MKBA) gemaakt worden om te onderzoeken wat de meest verantwoorde en duurzame oplossing is.

Om de beoogde resultaten en normen te halen, zullen er bij de implementatie van geluidsmaatregelen ook andere beleidsdoelstellingen geïntegreerd moeten worden, zoals ecologisch bermbeheer, ontsnippering, het promoten van geluidsisolatie van woningen, het inschrijven van minimumbepalingen m.b.t. geluid in voertuigkarakteristieken..Hiertoe zullen met deze andere actoren de nodige afspraken worden gemaakt.

Conform het Pact 2020 verminderen we tegen 2020 het aantal potentieel ernstig gehinderden door verkeerslawaaï met 15%.

...

d. Flankerend milieubeleid bij havenuitbouw

Investerings in haveninfrastructuur zullen samengaan met investeringen op het vlak van mobiliteit, met het oog op een modal shift naar spoor en binnenvaart. Inspanningen voor een zuinig ruimtegebruik, voor de verbetering van de leefbaarheid van de omgeving en de omwonenden, voor een verbetering van de luchtkwaliteit en een minimalisatie van de geluidshinder moeten gepaard gaan met haveninvesteringen, net zoals de eventueel nodige natuurcompensaties.

...

Bij een aantal belangrijke infrastructuurprojecten, zoals de verhoging van de bruggen over het Albertkanaal, het Spartacusplan, het geïntegreerd kustveiligheidsplan en het plaatsen van geluidswering langs autosnelwegen, zal op een gestructureerde wijze worden samengewerkt met het Team Vlaams Bouwmeester. Deze samenwerking mag er echter niet toe leiden dat de prijzen van dergelijke werken op onverantwoorde wijze verhogen en de realisatietermijnen verlengen. Naast de architecturale kwaliteit dienen ook veiligheid en efficiëntie voorop te staan.

...

Beleidsnota Energie 2009-2014, ingediend door mevrouw Freya Van den Bossche, Vlaams minister van Energie, Wonen, Steden en Sociale Economie

...

Het beleid op vlak van leefmilieu heeft repercussies op de randvoorwaarden voor energieproductie, onder meer op vlak van milieuvergunningvoorwaarden (emissies, geluidsnormen, ...), duurzaamheidscriteria voor biomassa en biobrandstoffen” of criteria voor afvalstromen of secundaire grondstoffen.

...

Beleidsnota Steden 2009-2014, ingediend door mevrouw Freya Van den Bossche, Vlaams minister van Energie, Wonen, Steden en Sociale Economie

...

Strategische doelstelling 5 : de steden vergroenen

Samenvattend, luidt de ambitie van het regeerakkoord :

....

Naast het realiseren van groen, is het ook belangrijk om de leefomgevingskwaliteit in de steden sterk te verbeteren. Het gaat o.a. over verbeteren van de luchtkwaliteit, minder geluid, de reductie van afval en het verruimen van het afvalbeleid naar een duurzaam materialenbeleid, integraal waterbeleid, en het versneld saneren van verontreinigde bodems.

....

Beleidsnota Ruimtelijke Ordening 2009-2014, ingediend door de heer Philippe Muyters, Vlaams minister van Financiën, Begroting, Werk, Ruimtelijke Ordening en Sport

...

Het regeerakkoord gaat verder met het concept van groen stedengewest en stelt hierover dat we blijvend moeten investeren in een kwaliteitsvolle leef- en woonomgeving voor alle Vlamingen.

Vlaanderen is één van de meest dichtbebouwde regio's in Noord-West Europa. De Vlaamse Ruit tussen Brussel, Antwerpen, Leuven en Gent is samen met Londen, Parijs, Randstad Holland en het Duitse Ruhr-gebied één van de meest dichtbevolkte streken ter wereld. Daarom moeten we zorgvuldig omspringen met die ruimte. Zoals afgesproken in het Pact Vlaanderen 2020 moet Vlaanderen in 2020 ook op vlak van water- en luchtkwaliteit, bodembescherming, geluidshinder en biodiversiteit even goed scoren als andere economische topregio's.

...

Ik neem maatregelen binnen de ruimtelijke ordening als een onderdeel van de zogenoemde evenwichtige aanpak van het beheer van vliegtuiglawaai. Hier ontstaat de koppeling met de aanpak van omgevingslawaai, incl. het lawaai afkomstig van luchthavens. Een belangrijk aandachtspunt in

de vroegere adviezen van de VLC was de afstemming met het afbakeningsproces voor het Vlaams Strategisch gebied rond Brussel. Het ontwerp eindrapport van dit proces stelt voor wat betreft bijkomende (woon)ontwikkelingen in het 'ruime Zaventemse' een luchthaventoets voor. In deze context wees de Vlaamse Luchthavencommissie (VLC) er op dat voor de zwaarst belaste zones onmiddellijk kan gestart worden met het uitwerken van ruimtelijke ordeningsmaatregelen, deze zijn immers onafhankelijk van de vliegroutes en hiervoor is geen toets nodig. Dit werd bovendien reeds opgenomen in de oriënterende tussentijdse beslissing van de Vlaamse Regering over het VSGB van 11 mei 2005.

...

Beleidsnota Algemeen Regeringsbeleid 2009-2014, ingediend door de heer Kris Peeters, minister-president van de Vlaamse Regering, Vlaams minister van Economie, Buitenlands Beleid, Landbouw en Plattelandsbeleid

...

Ook de overheid zelf heeft kwalitatief hoogstaande geografische informatie nodig voor het voorbereiden, implementeren en evalueren van haar beleid en voor het verzorgen van een goede dienstverlening aan de burger. De Vlaamse overheid moet over accurate informatie kunnen beschikken om haar beleid op het gebied van transport, milieu, landbouw, sociale ontwikkeling, enzovoort te kunnen uitbouwen. Voorbeelden van projecten en initiatieven waarvoor geografische informatie onontbeerlijk is, zijn onder meer het multimodaal verkeersmanagement, de slimme kilometerheffing, het Vlaamse verkeersveiligheidsplan, het slimme elektriciteitsnetwerk of smart grid, de inplanting van grote winkelvestigingen, overstromingsbeleid, het geluidsbeleid voor de luchthaven.

...

Beleidsnota Leefmilieu en Natuur 2009-2014, ingediend door mevrouw Joke Schauvliege, Vlaams minister van Leefmilieu, Natuur en Cultuur

...

Het aandeel van de Vlaamse bevolking dat potentieel ernstige hinder ondervindt van geluid (alle bronnen) bedroeg in 2006 zo'n 17%, wat wellicht geen significante verbetering is ten aanzien van de situatie in 2002-2003 (18% gehinderden). Verkeer en vervoer zijn veruit de grootste bronnen van de geluidshinder. Het aantal door geur gehinderde burgers is in de voorbije periode ook nagenoeg ongewijzigd gebleven.

Een vervuilde omgeving kan leiden tot allerlei risico's en ziektebeelden, maar ook tot psychosociale stoornissen bij de mens. Uit berekeningen blijkt dat voor de vervuilende stoffen en hinder het verlies aan gezonde levensjaren in Vlaanderen gemiddeld 1 levensjaar per inwoner bedraagt.

...

Juridische instrumenten vervullen een belangrijke rol binnen het milieubeleid. Het milieuhygiënerecht is gericht op het voorkomen en het bestrijden van negatieve effecten door verontreiniging van het leefmilieu. Een deel van de instrumenten in het milieuhygiënerecht wordt ingezet om een globale controle te bereiken op bepaalde bronnen van verontreiniging (vergunningstelsels), een deel ervan heeft betrekking op bepaalde verontreinigingsfactoren (geluid, afval, niet-ioniserende stralingen) en nog een ander deel heeft betrekking op de bescherming van bepaalde milieu-onderdelen (lucht, bodem, water). Belangrijke pijlers zijn o.a. het VLAREM, het Bodemdecreet en het VLAREBO, het Afvalstoffendecreet en het VLAREA, het Mestdecreet. Het milieubeheersrecht beoogt de bescherming van de natuur, de bevordering van de biologische diversiteit, de instandhouding van natuurlijke habitats en wilde soorten en de landschapsbescherming. Hieronder vallen o.m. het Natuurdecreet en het Bosdecreet.

...

Zoals afgesproken in het Pact Vlaanderen 2020 en de VIA-doorbraak 'Groen en dynamisch stedengewest', moet Vlaanderen in 2020 ook op vlak van water- en luchtkwaliteit, biodiversiteit, bodembescherming en geluidshinder even goed scoren als andere economische topregio's. Als Vlaanderen, met milieumaatregelen die Europees worden opgelegd, er niet in slaagt om deze milieukwaliteitsdoelstellingen te bereiken, nemen wij bijkomende doelgerichte maatregelen. De

kwaliteit van de leefomgeving in Vlaanderen evolueert zo dat het risico op schade voor de natuur, het klimaat en de menselijke gezondheid tot een minimum is herleid.

Hierbij wordt rekening gehouden met de meest kwetsbare groepen in de samenleving. Deze hoge kwaliteit heeft de basis gelegd voor een verhoogde levenskwaliteit, zodat het in Vlaanderen goed is om te wonen, te leven en te werken.

...

Meer concreet bestaat deze uitdaging erin om het volgende te realiseren:

...

- het vermijden van normoverschrijdingen van de concentratie gevaarlijke stoffen in de lucht;
- specifiek inzake mobiliteit wordt de impact op de mens en het milieu (fijn stof, CO₂, NO_x, geluid,...) beperkt in lijn met de Europese doelstellingen;
- specifiek voor de luchthaven van Zaventem moet het aantal potentieel ernstig gehinderden verder dalen, waarbij we streven naar een billijke en evenwichtige verdeling van de hinder over de inwoners in het Vlaamse Gewest en deze in het Brusselse Hoofdstedelijke Gewest;

...

SD: strategische doelstellingen

OD: operationele doelstellingen

(69) SD: Tegen 2020 verminderen we het aantal ernstig gehinderden door verkeerslawaaai met 15%

In de loop van deze legislatuur worden significante stappen in de richting van de doelstelling van het Pact 2020 gezet.

(70) SD: De hinder rond Brussels Airport wordt onder controle gehouden met gepaste geluidsmitigerende maatregelen

(71) OD: Prioritaire knelpunten inzake weg- en spoorverkeerslawaaai worden aangepakt

Na de opmaak van geluidsbelastingkaarten werken we, waar nodig in samenwerking met de ministers bevoegd voor andere relevante beleidsdomeinen (Mobiliteit en Openbare Werken, Ruimtelijke Ordening, ...), geluidsactieplannen uit die concrete maatregelen treffen voor de aanpak van hinder door omgevingslawaaai, met prioriteit voor de zwaarste knelpunten. Het doel is het aantal mensen dat wordt blootgesteld aan hoge geluidsniveaus van verkeerslawaaai (weg, spoor) in bestaande situaties te laten verminderen en voor nieuwe situaties een aanvaardbaar niveau te garanderen. We realiseren bovendien een verbetering van de geluidssituatie in het stedelijk gebied. De tweede fase van de richtlijn omgevingslawaaai waarbij meer infrastructuren en agglomeraties aan bod komen wordt uitgevoerd.

(72) OD: Een stabiel juridisch kader wordt uitgewerkt voor de exploitatie van de luchthaven van Zaventem, zonder onaanvaardbare geluidshinder en gezondheidsimpact voor de omwonenden

In het kader van het START-project en binnen een stabiel juridisch kader zal het aantal potentieel ernstig gehinderden rond Brussels Airport verder teruggedrongen worden, met een billijke en evenwichtige verdeling van de geluidshinder over de inwoners van het Vlaamse Gewest en het Brusselse Hoofdstedelijke Gewest. Daarvoor zullen we streven naar een samenwerkingsakkoord met de federale overheid en het Brusselse Hoofdstedelijke Gewest, waarin we afspraken maken over o.a. geluidsnormen en de toepassing ervan de routes en het baangebruik, de windnormen en de financiering van het beleid voor geluidsmitigerende maatregelen en de maatregelen inzake ruimtelijke ordening.

Indien nodig, overwegen we eigen Vlaamse geluidsnormen en we onderzoeken of we daarbij de frequentie van de geluidshinder mee in rekening kunnen brengen.

Het huidig plafond van nachtvluchten uit de milieuvergunning zal bestendig worden en aangevuld worden met nieuwe, uitgebreide exploitatiebeperkingen inzake QC (quota-count), in lijn met de federale beslissing van december 2008. In samenwerking met de minister bevoegd voor Ruimtelijke Ordening zal een flankerend beleid ontwikkeld worden. We zorgen bij stedenbouwkundige ontwikkelingen voor een geluidstoetsing. Er worden geen nieuwe woonfuncties ontwikkeld in zones

waar de geluidsbelasting te hoog is en we zetten een isolatieprogramma op voor woningen in de meest belaste buurten rondom de luchthaven.

...

(75) OD: We werken een beleid uit ter voorkoming van gehoorschade en –overlast door muziek

De geluidsproductie naar aanleiding van diverse muziekevenementen veroorzaakt overlast en is mogelijk oorzaak van blijvende gehoorschade bij een groot deel van de jongere generatie. In samenspraak met de verantwoordelijken voor de gezondheidssector, wetenschappers, lokale overheden en mensen uit de sector willen we het probleem in kaart brengen en indien nodig maatregelen uitwerken. Ik zal in dat verband samen met mijn collega bevoegd voor Volksgezondheid het initiatief nemen om in het najaar van 2009 een Rondetafel bijeen te roepen met alle betrokken actoren.

APPENDIX E: REGELGEVING IN VERBAND MET GELUID

In deze appendix trachten we een overzicht te geven van de belangrijkste regelgeving met betrekking tot 'geluid' (in de brede zin van het woord) die in Vlaanderen van toepassing is.

We beogen geen absolute volledigheid, noch wat de vermelding van alle verschillende wetsartikelen betreft, noch wat de exacte juridische formulering en inhoud betreft. Voor meer gedetailleerde informatie verwijzen we naar de respectievelijke wetteksten en, bijvoorbeeld, uitgaven zoals het "Vademecum voor gemeentelijk milieubeleid – Lawaai (bijgewerkt tot februari 2006)" waarin ook juridische commentaar is opgenomen.

Zoals reeds beschreven in het eerste hoofdstuk van dit rapport, is een veelheid van parameters beschikbaar om het geluidsniveau te beschrijven. Een exacte weergave van de parameters en de hieraan gekoppelde maximale geluidsniveaus voor iedere wetgeving zou deze tekst te uitgebreid maken. Bovendien loopt men het risico dat de vermelde niveaus onderling vergeleken worden zonder verdere nuancering wat het soort parameter betreft, de plaats en omstandigheden waarin deze moet bepaald worden,...

Er lijken twee werkwijzen mogelijk voor een dergelijk overzicht. Men zou een rangschikking kunnen maken per soort geluidsbron. Het nadeel hiervan is dat men vaak in herhaling dreigt te vallen omdat een bepaalde wetgeving van toepassing is op verschillende soorten bronnen.

Een alternatieve aanpak zou kunnen gebaseerd zijn op het beleidsniveau (Europees, federaal, regionaal, gemeentelijk) en de reglementering zelf. Het is deze werkwijze die we zullen volgen. Op het einde van deze appendix wordt dan wel, onder de vorm van een tabel, een samenvatting gemaakt per (belangrijke) geluidsbron.

Naast de wetgeving zullen we ook een aantal aanbevelingen (onder de vorm van omzendbrieven enz.) bespreken.

E.1 VLAAMSE GELUIDSWETGEVING - VLAREM

a. ALGEMEEN

De belangrijkste wetgeving in Vlaanderen is ongetwijfeld in het Vlarem (Vlaams Reglement Milieuvergunning) te vinden.

Deze wetgeving is van toepassing op de zogenaamde ingedeelde inrichtingen (en dus niet op bijvoorbeeld geluidsoverlast tussen burens). Een lijst hiervan is opgenomen in Vlarem I.

Het is belangrijk om te vermelden dat deze wetgeving voornamelijk immisiegericht is. Dit wil zeggen dat de richtwaarden en grenswaarden vastgelegd zijn ter hoogte van de receptoren en opgesteld zijn in het kader van een beperking van de hinder. Op enkele uitzonderingen na⁴, zijn er in deze wetgeving dus geen richtwaarden terug te vinden op emissieniveau (bijvoorbeeld ter bescherming van de werknemers; dit aspect wordt nog op federaal niveau geregeld (zie verder)).

Bij het vastleggen van de richtwaarden/grenswaarden werden naast de gemiddelde niveaus waarbij hinder wordt verwacht een aantal bijkomende factoren in rekening gebracht. De belangrijkste hiervan zijn:

- *inplanting op het gewestplan*
De regels zijn minder strikt voor, bijvoorbeeld, een inrichting die op industrieterrein is gelegen ten opzichte van dezelfde inrichting in een woonzone. Dit onderscheid werd gemaakt om bepaalde activiteiten toch nog een plaats te geven in Vlaanderen. Het doortrekken van de meest strenge grenswaarden naar het volledige grondgebied, zou de exploitatie van sommige inrichtingen quasi onmogelijk maken.
- *binnen/buiten*

⁴ Een belangrijke uitzondering zijn de omlopen voor motorvoertuigen waarvoor ook een maximaal geluidsemmissieniveau geldt. Ook kunnen er in de specifieke milieuvergunning van elke inrichting, bijkomend, beperkingen opgelegd worden op emissieniveau naast de algemene limieten op immisseriesniveau.

In het overgrote deel van de situaties, wordt het immissieniveau buiten (en in de meeste gevallen ter hoogte van de meest nabij gelegen woning of op 200 m van de perceelsgrens van het bedrijfspand of industrieterrein bij afwezigheid van woningen binnen de 200 m) gemeten (of berekend). Enkel wanneer de inrichting een gemeenschappelijke muur en/of vloer heeft met een bewoond vertrek, worden de geluidsniveaus binnen bepaald en gelden er dus andere richtwaarden.

- *nieuw versus bestaand*

In het algemene geval liggen de grenswaarden voor een nieuwe inrichting lager. De bedoeling hiervan is om op lange termijn de globale situatie in Vlaanderen te verbeteren. Bij het niet respecteren van deze grenswaarde, is trouwens voor bestaande inrichtingen een mogelijkheid tot het hanteren van een zekere tolerantie voorzien vooraleer een sanering wordt opgelegd. Bij een overschrijding met minder dan 10 dB(A) kan de vergunningverlenende overheid een sanering opleggen (terwijl dit automatisch is voor een bestaande inrichting). Voor een overschrijding met 10 dB(A) of meer volgt deze verplichting tot uitvoering van een saneringsstudie automatisch.

- *beoordelingsperiode*

De richtwaarden liggen lager tijdens de avond- en nachtperiode omdat de mogelijke hinder dan groter is.

- *aard van het geluid*

Er wordt rekening gehouden met het karakter van het geluid (bijvoorbeeld tonaal karakter, incidenteel karakter, ...) dat ervoor zorgt dat het geluid meer of minder hinderlijk is ten opzichte van een continu, breedbandig geluid.

Daarnaast dient men als exploitant de best beschikbare technieken (BBT) in acht te nemen ter bescherming van mens en milieu. Dit begrip geeft aanleiding tot verschillende interpretaties en is moeilijk hanteerbaar. Men kan zich immers de vraag stellen tot waar deze verplichting gaat m.a.w. welke maatregelen zijn 'courant' beschikbaar en tot op welke hoogte moet men rekening houden met de economische rendabiliteit van het project.

Op basis van de indelingslijst uit het Vlareem zijn 3 verschillende klassen van inrichtingen gedefinieerd. De milieuvergunning moet worden aangevraagd bij de Bestendige Deputatie van de provincie voor een klasse 1-inrichting en bij het College van Burgemeester en Schepenen van de gemeente voor een klasse 2-inrichting. De voorwaarden voor geluid zijn echter dezelfde voor inrichtingen van klasse 1 en 2. Voor een klasse 3-inrichting moet enkel een melding gemaakt worden bij het gemeentebestuur. De voorwaarden voor geluid zijn slechts licht verschillend van de voorwaarden voor een inrichting van klasse 1 of klasse 2.

b. BIJZONDERE VOORWAARDEN

Eerst en vooral kunnen steeds -naast de algemene voorwaarden- in de milieuvergunning zelf bijkomende voorwaarden worden opgelegd.

Voor een aantal soorten inrichtingen zijn in Vlareem zogenaamde sectorale voorwaarden opgelegd, in afwijking van de normaal geldende voorwaarden. Een aantal belangrijke voorbeelden worden hierna behandeld.

Lokalen met dansgelegenheid – elektronisch versterkte muziek

Niet alle 'lokalen met dansgelegenheid' waar elektronisch versterkte muziek gespeeld wordt, hebben een Vlareemvergunning nodig. Dit hangt af van de grootte van de inrichting en de frequentie van gebruik.

Voor de ingedeelde inrichtingen gelden de algemene immissiebeperkingen. Er is enkel een afwijkende definitie wat het begrip 'bestaande' inrichting betreft.

Voor de niet-ingedeelde inrichtingen is het K.B. van 24 februari 1977 van toepassing (zie verder). Voor uitzonderlijke activiteiten (die dus in principe niet vergunningsplichtig zijn) kan echter een afwijking worden aangevraagd bij het college van Burgemeester en Schepenen. Net zoals voor de vergunningsplichtige lokalen met dansgelegenheid, worden de bepalingen van het K.B. van 24 februari 1977 dan opgeheven. Door de gemeente kunnen dan wel bijzondere voorwaarden (tijdsduur, geluidsniveau, ...) worden opgelegd. Het begrip 'uitzonderlijke activiteit' is duidelijk gedefinieerd (op basis van het aantal keer dat een dergelijke activiteit mag voorkomen).

Zoals reeds vermeld, is het Vlarem voornamelijk gericht op de beperking van de hinder naar de omgeving en worden geen maximale geluidsniveaus (aan de bron) opgelegd (zoals bijvoorbeeld wel het geval is in het bovenvermelde K.B.). De laatste jaren is echter de vraag naar beperking van geluidsniveaus, voornamelijk voor muziekactiviteiten, toegenomen uit een zorg van bescherming van het gehoor van de mensen die deelnemen aan dergelijke activiteiten.

Op initiatief van minister Schauvliege werd in januari 2011 een voorstel geformuleerd om het maximaal geluidsniveau van muziek te beperken. Dit voorstel kwam tot stand na overleg met verschillende betrokkenen (audiologen, geluidskundigen, organisatoren, enz.). Een definitieve tekst, die een aantal vereenvoudigingen bevat ten opzichte van het werkvoorstel, werd bekendgemaakt in juni 2011 en voor een tweede keer goedgekeurd door de Vlaamse Regering op 23 december 2011.. Het is de bedoeling dat de regelgeving in voege treedt op 1 januari 2012 (eerst gedurende een jaar als richtwaarde en daarna als een bindende en afdwingbare norm).

Er zijn drie categorieën voorzien:

categorie 1: $L_{Aeq,15min} \leq 85$ dB(A);

categorie 2: $L_{Aeq,15min} \leq 95$ dB(A);

categorie 3: $L_{Aeq,60min} \leq 100$ dB(A).

Aan een hogere categorie zijn meer flankerende maatregelen verbonden. Zo moeten bijvoorbeeld voor categorie 3 gratis oordoppen ter beschikking gesteld worden en is er een verplichting tot meten in categorie 2 en een verplichting tot meting én registratie in categorie 3.

Voor bioscopen wordt door de Minister een afzonderlijke regeling uitgewerkt.

Vliegvelden

De gewone bepalingen (richtwaarden) voor geluid in het Vlarem zijn niet van toepassing op vliegvelden. Het Vlarem vermeldt enkel voor vliegvelden van klasse 1 de verplichting om op jaarlijkse basis de geluidscontouren en het aantal potentieel sterk gehinderden (waarvoor de formule is opgenomen in de tekst) te berekenen.

Alle andere voorwaarden zijn opgenomen in de milieuvergunning en/of federale wetgeving voor de verschillende luchthavens. Een aantal voorbeelden van dergelijke voorwaarden wordt hieronder weergegeven.

- Een aantal van deze voorwaarden hebben betrekking op individuele vliegtuigbewegingen. Op die manier worden de meest luidruchtige toestellen (gedurende bepaalde periodes van de dag) geweerd op de luchthavens. Een belangrijke stap hierin was de volledige uitfasering op Europees niveau in april 2002 van vliegtuigen die gecertificeerd zijn volgens hoofdstuk 2 van ICAO. Op Brussels Airport worden sinds 2001, oorspronkelijk eerst enkel tijdens de nachtperiode, beperkingen opgelegd aan de maximale QC bij vertrek of landing dewelke systematisch strenger gemaakt zijn. Meer recent werd dit systeem ook uitgebreid naar de ochtendperiode en later ook naar de dag- en avondperiode. Ook op de luchthaven van Oostende bestaat een gelijkaardig QC-systeem voor de nachtperiode.
- Andere voorwaarden worden opgelegd aan het totaal aan vluchten (al dan niet van een bepaalde soort) tijdens een bepaalde periode van de dag. Zo zijn er bijvoorbeeld op Brussels Airport momenteel maximaal 16000 bewegingen toegelaten tijdens de nachtperiode waarvan maximaal 5000 vertrekbewegingen. Recent werden ook de stille weekendnachten ingevoerd op Brussels Airport waarbij een verbod kwam op vertrekbewegingen tijdens (een bepaald deel van) deze weekendnachten. Op andere luchthavens (Antwerpen, Oostende en Kortrijk-Wevelgem) gelden bijvoorbeeld beperkingen met betrekking tot het aantal trainingsvluchten of is de luchthaven gesloten tijdens de nachtperiode (Antwerpen en Kortrijk-Wevelgem).
- Voor de luchthavens van Antwerpen en Oostende worden er in de bijzondere voorwaarde van de milieuvergunning beperkingen opgelegd op basis van de resultaten van geluidscontourberekeningen (aantal inwoners binnen bepaalde geluidscontouren; aantal potentieel sterk gehinderden).
- Belangrijk voor de verdeling van de geluidshinder rond de luchthaven, zeker voor Brussels Airport, is het baan- en routegebruik. Dit baan- en routegebruik, dat op het federaal niveau vastgelegd wordt, is in de jaren 1999-2010 een aantal keer gewijzigd waarbij zowel het ene uiterste van maximale concentratie als het andere uiterste van maximale spreiding aan bod is gekomen.

- Ook met betrekking tot het grondgeluid (taxiën, gebruik APU, proefdraaien, ...) worden op de diverse luchthavens maatregelen getroffen om de hinder naar de onmiddellijke omgeving van de luchthaven te beperken.

Windturbines

Het afwegingskader en de randvoorwaarden -o.a. voor geluid- voor de inplanting van windturbines wordt beschreven in de omzendbrief EME/2006/01-RO/2006/02. Het is een actualisatie van de omzendbrief EME/2000.01 (die door deze recentere versie wordt opgeheven).

Men kan vraagtekens plaatsen bij sommige bepalingen en de tekst blijkt in de praktijk vaak aanleiding te geven tot verschillende interpretaties.

Daarom werden in 2011 verschillende werkgroepen (vanuit de overheid en de sector zelf) opgestart om een nieuw kader te ontwikkelen voor windturbines. Uiteindelijk werd beslist om aangepaste sectorale voorwaarden in Vlarem te integreren. De regelgeving werd principieel goedgekeurd en zou in werking treden vanaf begin 2012. Een overgangperiode van 3 jaar is voorzien voor reeds vergunde windturbines. Er worden richtwaarden opgelegd die afwijken van de gewone richtwaarden voor ingedeelde inrichtingen in Vlarem (afhankelijk van het gebied iets strenger of minder streng). Het reeds aanwezige achtergrondgeluid wordt eveneens in rekening gebracht. Een toelichtingsnota in dit verband kan geconsulteerd worden via de link www.lne.be/themas/vergunningen/regelgeving/recent/strengere-milieuvoorwaarden-voor-windturbines.

De stand van zake en de meest recente versie van de teksten in dit verband kunnen geconsulteerd worden via <http://www.lne.be/themas/vergunningen>, de nieuwe milieuvoorwaarden voor windturbines werden op 23 december 2011 principieel goedgekeurd door de Vlaamse Regering.

Wegverkeer, spoorverkeer, luchtverkeer

In het Besluit van de Vlaamse Regering van 22 juli 2005 worden een aantal wijzigingen aan VLAREM doorgevoerd, ter omzetting van de Richtlijn 2002/49/EG van het Europees Parlement en de Raad van 25 juni 2002 inzake de evaluatie en de beheersing van omgevingslawaai.

Een aantal nieuwe definities wordt ingevoerd (waaronder de L_{den}) en de noodzaak tot het opstellen van geluidsbelastingkaarten (en de methodiek die hierbij moet worden gevolgd) voor bepaalde vliegvelden, wegen (bepaalde snelwegen en agglomeraties) en spoorwegen is beschreven.

Naast het informatieve karakter (beschrijving van de toestand en de evolutie ervan), is hieraan ook de opmaak van geluidsactieprogramma's verbonden.

We merken op dat deze geluidsbelastingkaarten voornamelijk bedoeld zijn om het beleid te sturen en onderlinge vergelijkingen mogelijk te maken. Deze kaarten geven echter geen directe informatie over het geluidsniveau dat men op een bepaalde plaats en op een bepaald moment kan waarnemen (zoals men soms verkeerdelijk interpreteert). De redenen hiervoor zijn divers: de gebruikte parameters (het betreft een gewogen gemiddelde dat gedeeltelijk hindergerelateerd is met correctietermen), de nauwkeurigheid van de berekeningen, de nauwkeurigheid van de ingevoerde brongegevens (vaak wordt gewerkt met typische richtwaarden of gemiddelden), ...

Ook voor de volgende inrichtingen vinden we afzonderlijke sectorale voorwaarden terug:

- *schietstanden*
De gemeten immissiegeluidsniveaus worden met een formule gecorrigeerd in functie van het aantal schoten per uur.
- *omlopen voor motorvoertuigen*
Zoals reeds vermeld, geldt voor de omlopen voor motorvoertuigen (in sommige gevallen) ook een beperking van het geluidsemissieniveau. De mogelijkheid van het invoeren van andere methoden die een betere correlatie zouden geven met het werkelijke emissieniveau van de motoren tijdens het rijden op de omloop wordt echter overwogen.
- *modelvliegtuigen*
Naast de algemene Vlaremvoorwaarden voor geluid is bijkomend bepaald dat alle activiteiten met modelvliegtuigen verboden zijn vanaf 19 uur tot 7 uur en in natuur- en bosgebieden (zoals bedoeld in het K.B. van 28 december 1972, in het bosdecreet van 13 juli 1990 en in de wet van 12 juli 1973 op het natuurbehoud).

E.2 GEMEENTEN

Naast de rol die de gemeenten kunnen spelen in het kader van de Vlaremmvergunningen, kunnen de gemeenten specifieke maatregelen uitwerken. We denken hierbij aan politieverordeningen die betrekking kunnen hebben op de bestrijding van de geluidsoverlast: gebruik van grasmachines, containerparken, markten, kermissen, ... Verschillende soorten beperkingen kunnen worden opgelegd: frequentie van bepaalde activiteiten in bepaalde zones van de stad, duur van deze activiteiten, maximale geluidsniveaus (zowel aan de bron als naar de omgeving), ...

Deze verordeningen mogen wel niet in strijd zijn met hogere normen (op gewestelijk of federaal niveau).

E.3 FEDERAAL

a. NACHTLAWAAI – BURENHINDER

Artikel 561 van het Strafwetboek voorziet een sanctie voor nachtlawaai. Wanneer men schade oploopt door geluidshinder (wat in de praktijk niet zo eenvoudig te bewijzen is) kan men zich beroepen op de algemene aansprakelijkheid uit het Burgerlijk Wetboek (artikels 544, 1382, 1385).

We merken op dat men in Vlaanderen over geen uitgebreid wettelijk kader beschikt voor het aspect burenhinder waardoor men naar deze vrij algemene begrippen (nachtlawaai en burenhinder) moet teruggrijpen. Een uitzondering hierop is de mogelijke overlast door elektronisch versterkte muziek (zie volgende paragraaf). Voor de andere geluidsbronnen is in Vlaanderen -in tegenstelling tot bijvoorbeeld het Brussels Gewest- geen equivalent van het Vlaremm uitgewerkt voor het geluid afkomstig van burens of de omgeving wanneer dit geen deel uitmaakt van een ingedeelde inrichting.

b. K.B. VAN 24 FEBRUARI 1977 BETREFFENDE DE GELUIDSNORMEN VOOR MUZIEK IN OPENBARE EN PRIVATE INRICHTINGEN

Dit Koninklijk Besluit is enkel van toepassing op elektronisch versterkte muziek.

Er worden zowel maxima opgelegd aan de geluidsniveaus in de buurt (binnen gemeten met gesloten deuren en vensters) als aan het maximum geluidsniveau in de openbare inrichting zelf. De immisiebepalingen hebben eveneens betrekking op geluid afkomstig van private inrichtingen (woningen, tuinen, enz.). Het maximum voor de geluidsniveaus in de inrichting zelf (90 dB(A) gemeten met instelling van de 'trage' dynamische karakteristiek), is echter enkel van toepassing op de openbare inrichtingen.

Zoals reeds vermeld, is dit K.B. in Vlaanderen niet van toepassing op de vergunningsplichtige inrichtingen van de categorie 'lokale met dansgelegenheden' (zie paragraaf E.1b).

c. K.B. VAN 16 JANUARI 2006 BETREFFENDE DE BESCHERMING VAN DE GEZONDHEID EN DE VEILIGHEID VAN DE WERKNEMERS TEGEN DE RISICO'S VAN LAWAAI OP HET WERK

Dit Koninklijk Besluit is een omzetting van de richtlijn 2003/10/EG van het Europees Parlement en de Raad van de Europese Unie. De hoofdbedoeling van deze wetgeving is om de werknemers te beschermen tegen de risico's voor de gezondheid, met name schade aan het gehoor, door blootstelling aan lawaai op de werkplek.

Voor twee parameters worden grenswaarden en actiewaarden vastgelegd:

$L_{Ex,8h}$: dit is een tijdsgewogen gemiddelde van de niveaus in dB(A) van blootstelling aan lawaai op een nominale werkdag van acht uur; de bedoeling is om de totale geluidsdosis te beperken

P_{piek} : dit is de maximumwaarde van de C-gewogen momentane lawaaidruk; de bedoeling is om een bescherming te bieden tegen korte geluidspieken met een hoog niveau

De grenswaarden voor blootstelling zijn, respectievelijk, $L_{Ex,8h} = 87$ dB(A) en $P_{piek} = 200$ Pa (= 140 dB(C) in verhouding tot 20 μ Pa). Bij toepassing van deze grenswaarden wordt rekening gehouden met de dempende werking van de door de werknemers gedragen individuele gehoorbeschermers.

Daarnaast zijn nog voor elk van beide parameters (lagere) actiewaarden vastgelegd:

- bovenste actiewaarden voor blootstelling: $L_{Ex,8h} = 85$ dB(A) en $P_{piek} = 137$ dB(C);
- onderste actiewaarden voor blootstelling: $L_{Ex,8h} = 80$ dB(A) en $P_{piek} = 135$ dB(C).

Bij de toepassing van de actiewaarden wordt geen rekening gehouden met het effect van gehoorbeschermers (in tegenstelling tot bij de grenswaarden).

Het overschrijden van de actiewaarden is gelinkt aan de verplichting tot het ter beschikking stellen of dragen van gehoorbescherming, voorlichting van de werknemers, voorzien van gezondheidstoezicht en uitwerken van plannen ter beperking van de blootstelling.

d. K.B. VAN 6 MAART 2002 -MET WIJZIGING K.B. VAN 10 AUGUSTUS 2005- BETREFFENDE HET GELUIDSVERMOGEN VAN MATERIEEL VOOR GEBRUIK BUITENSHUIS EN HET K.B. VAN 29 APRIL 2001 BETREFFENDE HET DOOR HUISHOUDELIJKE APPARATEN VOORTGEBRACHT LUCHTGELUID

Deze wetgeving heeft betrekking over de verplichting om het geluidsvermogeniveau op bepaalde toestellen (bijvoorbeeld betonmolens, heggenscharen, bladblazers, ..) te markeren of de nodige informatie te verstekken met betrekking tot de geluidsniveaus die bepaalde toestellen veroorzaken. Voor een aantal machines (betonbrekers, trilhamers, sommige grasmaaiers, mobiele kranen, stroomaggregaten, compressoren,...) worden ook maximale geluidsgrenswaarden vastgelegd.

Deze wetgeving is voor een groot deel bepaald door Europese richtlijnen terzake (Richtlijn 2000/14/EG van het Europees parlement en de Raad van 8 mei 2000 inzake de harmonisatie van de wetgevingen der lidstaten betreffende de geluidsemissie in het milieu door materieel voor gebruik buitenshuis).

e. ALGEMEEN REGLEMENT OP DE POLITIE VAN HET WEGVERKEER EN HET ALGEMEEN REGLEMENT OP DE TECHNISCHE EISEN WAARAAN AUTO'S EN HUN AANHANGWAGEN MOETEN VOLDOEN

Verskillende aspecten zijn bij koninklijk besluit vastgelegd:

K.B. van 1 december 1975 – Algemeen reglement op de politie van wegverkeer

- bepalingen met betrekking tot het gebruik van geluidstoestellen (ter waarschuwing)
- bepalingen in verband met het gebruik van het speciale geluidstoestel van prioritaire voertuigen
- geluidsoverlast – verbod tot overschrijding van het grensniveau voorzien in de technische reglementen, verbod om in de bebouwde kom de motor in vrijloop herhaaldelijk te versnellen

K.B. van 15 maart 1968 - Algemeen reglement op de technische eisen waaraan auto's en hun aanhangwagens moeten voldoen

- bepaling van geluidsnormen waaraan in dienst zijde motorvoertuigen moeten voldoen
- beschrijving van de wijze waarop het geluidsniveau moet worden bepaald Beide aspecten zijn zowel bepaald voor een rijdend voertuig (volgens de meetmethode voorzien in de richtlijn 70/157/EEG van de Raad van de Europese Gemeenschap) als voor een geluidsmeting vlakbij een stilstaand voertuig.

K.B. van 10 oktober 1974 - Algemeen reglement op de technische eisen waaraan de bromfietsen, de motorfietsen en hun aanhangwagens moeten voldoen

- bepaling van geluidsnormen waaraan deze voertuigen moeten voldoen
- beschrijving van de wijze waarop het geluidsniveau moet worden bepaald

K.B. van 3 december 1976 betreffende de normen waaraan auto's moeten voldoen met het oog op het bekomen van een typegoedkeuring

- typegoedkeuring van auto's met betrekking tot het toegestane geluidsniveau en hun uitlaatrichting

f. CIRCULAIRE CIR/GDF-01 DIRECTORAAT-GENERAAL LUCHTVAART - MODELVLIEGTUIGEN

Naast de beperkingen op het gebruik van modelvliegtuigen zoals vastgelegd in het Vlarem, zijn op federaal niveau technische eisen opgelegd met betrekking tot het geluidsniveau via een circulaire

van de Federale Overheidsdienst Mobiliteit en Vervoer en, meer bepaald, het Directoraat-generaal Luchtvaart. De meetmethode (op korte afstand) en het maximale geproduceerde geluidsniveau van een toestel worden hierin beschreven en vastgelegd.

g. DE NORM NBN S01-400-1: 2008 - AKOESTISCHE CRITERIA VOOR WOONGEBOUWEN

Deze norm is een recente (2008) aanpassing en vervangt de normen NBN S01-400: 1977 en NBN S01-401: 1987 voor wat het gedeelte woongebouwen betreft. De aanpassingen worden gemotiveerd door de algemene toename van het omgevingsgeluid (zowel buiten als in naburige woningen), een verhoogde comforteis en een harmonisering van de geluidsparameters op Europees niveau.

De norm is in principe van toepassing op alle woningen waarvan de bouwaanvraag ingediend werd na de bekendmaking van deze norm in het Staatsblad.

De criteria gelden als regels voor de goede uitvoering van gebouwen die bestemd zijn voor bewoning en maakt een onderscheid tussen twee akoestische comfortniveaus: 'normaal' comfort (dat het merendeel van de gebruikers tevreden zou moeten stellen) en 'verhoogd' comfort (speciaal aangevraagd of vermeld door de bouwheer). Verschillende eisen (telkens voor beide comfortniveaus) zijn opgenomen in deze norm:

- luchtgeluidsisolatie tussen twee ruimten;
- contactgeluidsisolatie tussen twee ruimten;
- akoestische gevelisolatie van een te beschermen ruimte.
- nagalmtijd in circulatieruimten;
- uitrustingslawaai binnen de ruimte waar de lawaaibron opgesteld staat (men denkt hierbij aan mechanische ventilatie, sanitaire installaties, technische ruimten van appartementsgebouwen);
- overschrijding van het achtergrondgeluidsniveau binnen slaapkamers en woonkamers (leidinglawaai en/of lawaaibronnen buiten de te beschermen ruimte);

Voor andere bouwtypes (kantoorgebouwen, schoolgebouwen, ziekenhuizen, hotels, ...) zijn nog steeds de normen NBN S01-400: 1977 en NBN S01-401: 1987 van toepassing. Wel is voor schoolgebouwen momenteel een nieuwe norm ter publieke enquête voorgelegd (prNBN S 01-400-2 : 2011 - Akoestische criteria voor schoolgebouwen).

E.4 EUROPEES

Op Europees niveau zijn er uiteraard ook een heel aantal richtlijnen gepubliceerd en worden verschillende initiatieven genomen. We vermelden er enkele.

- Richtlijn 2002/49/EG van het Europees Parlement en de Raad van 25 juni 2002 inzake de evaluatie en de beheersing van omgevingslawaai.

Deze richtlijn is reeds omgezet door het Besluit van de Vlaamse Regering van 22 juli 2005 (aanpassing van VLAREM). We verwijzen hiervoor naar het einde van paragraaf E.1b (luchtverkeer, spoorverkeer, wegverkeer).

- Richtlijn 2003/10/EG van de Europees Parlement en de Raad van 6 februari 2003 inzake gezondheid en veiligheid met betrekking tot de blootstelling van werknemers aan de risico's van fysische agentia (lawaai).

Deze richtlijn is omgezet in nationale wetgeving (zie paragraaf E.3c).

- Richtlijn 2000/14/EG van het Europees parlement en de Raad van 8 mei 2000 inzake de harmonisatie van de wetgevingen der lidstaten betreffende de geluidsemissie in het milieu door materieel voor gebruik buitenshuis.

Zie paragraaf E.3d.

- Persoonlijke muziekspelers (MP3, ...)

In 2008 waarschuwde het Europees wetenschappelijk comité SCENIHR voor de mogelijke gehoorschade bij het langdurig gebruik van persoonlijke muziekspelers. De huidige EU-normen schrijven geen maximumgeluidsniveau of specifieke aanduiding van het volume op het toestel voor,

maar stellen wel dat gewaarschuwd moet worden voor de gevolgen van overmatige geluidsblootstelling. Intussen is onder meer in Frankrijk het maximale niveau van persoonlijke muzikspelers beperkt tot 100 dB.

De Europese Commissie heeft in september 2009 besloten om gezondheidsrisico's door blootstelling aan geluid van persoonlijke muzikspelers te beperken. De peilers van het toekomstige beleid zijn enerzijds bewustmaking van de gebruiker en anderzijds technische maatregelen voorzien zodat luisteren met standaardinstellingen geen risico inhoudt en een waarschuwing wordt gegeven indien nodig. De doelstelling is niet zozeer excessieve blootstelling onmogelijk maken, maar wel verzekeren dat consumenten alleen zeer bewust veilige blootstelling kunnen overschreiden,

Aan Cenelec (de Europese normalisatie-instelling) werd de opdracht gegeven tot het opstellen van nieuwe technische veiligheidsnormen, een opdracht waarvan de duur op 24 maanden wordt geschat.

- Motorvoertuigen

In december 2010 werd een voorstel voor een richtlijn van het Europees Parlement en de Raad gepubliceerd betreffende het toegestane geluidsniveau en de uitlaatinrichting van motorvoertuigen. Dit voorstel bevat een EG-typegoedkeuringscertificaat en grenswaarden voor het geluidsniveau van rijdende voertuigen voor verschillende voertuigencategorieën.

De "Beschikking van de Commissie van 23 december 2005 betreffende de technische specificaties voor interoperabiliteit inzake het subsysteem "rollend materieel — geluidsemissies" van het conventionele trans-Europese spoorwegsysteem (2006/66/EG)" betreft het geluid afkomstig van goederenwagens, locomotieven, motortreinen en reizigersrijtuigen. Er worden o.a. grenswaarden opgelegd voor het optrekgeluid, passeergeluid, stationair geluid en het geluid in de stuurcabines.

In de "Verordening (EG) Nr. 661/2009 van het Europees Parlement en de Raad van 13 juli 2009 betreffende typegoedkeuringsvoorschriften voor de algemene veiligheid van motorvoertuigen, aanhangwagens daarvan en daarvoor bestemde systemen, onderdelen en technische eenheden" zijn grenswaarden aangegeven voor het rolgeluid in functie van de bandenklasse.

E.5 OVERZICHT PER GELUIDSBRON

In de onderstaande werd, bij wijze van samenvatting, getracht om een overzicht te geven van de bestaande wetgeving (althans de belangrijkste, zonder nastreven van een absolute volledigheid zoals al vermeld) voor een aantal belangrijke groepen van geluidsbronnen met een verwijzing naar de paragraaf waar ze behandeld werden in deze tekst.

TABEL 5 OVERZICHT BESTAANDE WET- EN REGELGEVING PER BELEIDSNIVEAU.

Geluidsbron	Gemeente	Vlaams	Federaal	Europees
industrie		Vlarem E.1a		
wegverkeer		Vlarem E.1b	politiereglement E.3e	2002/49/EG + nieuwe richtlijn in voorbereiding E.4
spoorverkeer		Vlarem E.1b		2002/49/EG E.4
luchtverkeer		Vlarem E.1b	Diverse	2002/49/EG E.4
windturbines		omzendbrief, recente aanpassing met (binnenkort) integratie in Vlarem E.1b		
toestellen, machines (binnen – buiten)	gemeentelijke regelgeving (bijvoorbeeld grasmaaiers) E.2		K.B. E.3d	richtlijn E.4
persoonlijke muzikspelers (MP3, ...)				technische norm in voorbereiding E.4
burenhinder			Strafwetboek, Burgerlijk wetboek, K.B., isolatienorm E.3a, E.3g	
lawaai op de arbeidsplaats			K.B. E.3c	richtlijn E.4
muziekactiviteiten, fuiwen	gemeentelijke richtlijnen (in sommige gevallen)	Vlarem (in sommige gevallen), nieuwe emissienorm goedgekeurd E.1b	(in K.B. (in sommige gevallen) E.3b	
bioscoopzalen		(Vlarem maar enkel naar omgeving)		
modelvliegtuigen		Vlarem E.1b	circulaire (technische eisen)	

Samenvatting rapport Onderzoeksoopdracht naar impact van geluid op volksgezondheid, welzijn en leefmilieu in Vlaanderen

Impact van geluid op volksgezondheid, welzijn en leefmilieu vormt een breed onderzoeksdomein dat zich niet eenduidig laat karakteriseren. Enerzijds is geluid bijzonder nuttig in het dagelijks bestaan: spraak laat toe te communiceren, alarmsignalen waarschuwen voor dreigend gevaar, natuurgeluiden creëren een ontspannende omgeving. Anderzijds kunnen geluiden een *storend* bijproduct zijn van menselijke activiteit, bijvoorbeeld als verkeers- of industrielawaai. Maar er bestaat ook een grote groep geluiden die niet *zonder meer* positief of negatief genoemd kunnen worden. Mensen beluisteren bijvoorbeeld muziek omdat ze ervan houden, maar dat kan (tegelijk) gehoorschade en burenhinder veroorzaken. In het rapport "Impact van geluid op volksgezondheid, welzijn en leefmilieu in Vlaanderen" wordt dit complex gegeven vanuit drie invalshoeken bekeken: de wetenschap, het beleid en de maatschappij.

Bronnen van geluid zijn bijzonder divers. Onder omgevingsgeluid catalogiseert men die bronnen waarop de blootgestelde geen impact heeft: verkeers-, industrie-, recreatie- en burenlawaai. Verder zijn er de geluidsbronnen die als ongewenst bijproduct van het wonen optreden zoals huishoudtoestellen en ventilatiesystemen. Ten slotte is er *occupationale* of *recreationele* blootstelling bijvoorbeeld op de werkvloer, bij bezoek aan muziekfestivals, tijdens sportbeoefening, gedurende de jacht en zo voort.

Om geluidsblootstelling in te schatten, zijn de parameters *niveau* en *tijd* belangrijk. Niet alleen het *absolute* blootstellingsniveau speelt een rol, maar ook de relatie tot andere (achtergrond)geluiden. Op die manier kunnen geluiden die overdag nauwelijks opgemerkt worden 's nachts bijzonder storend zijn omdat andere bronnen zoals wegverkeer in min of meerdere mate wegvallen. Omgevingsgeluiden die voortdurend aanwezig zijn kunnen een grotere impact hebben dan geluid waaraan men slechts sporadisch wordt blootgesteld, al zal bij niet al te sterke continue geluiden een zekere gewenning optreden, waardoor het dan vooral de geluidsgebeurtenissen zijn die worden opgemerkt. Verder hangt veel af van het *tijdstip* en de *activiteit*; stoorgeluiden die verhinderen te ontspannen en te rusten, zijn bijvoorbeeld extra hinderlijk.

Effecten van geluid hangen dus sterk samen met de *geluidsdosis*. Zo zal vooral langdurige continue blootstelling aan te hoge niveaus het gehoor onherstelbaar beschadigen. Bij omgevingsgeluid is het vaak minder evident om de invloed op het organisme te isoleren of eenduidig causale relaties aan te tonen, maar wetenschappelijke onderzoek heeft intussen wel verbanden kunnen leggen tussen langdurige blootstelling aan omgevingsgeluid en hinder, slaapverstoring, cardiovasculaire aandoeningen en verminderde cognitieve prestaties. Hierbij werd vastgesteld dat sommige mensen – of bevolkingsgroepen –

gevoeliger zijn voor deze effecten dan anderen. Ook mensen met een mentale problematiek worden als extra kwetsbare groep onderkend. Mentale restoratie in een omgeving met aangenaam geluidsklimaat – een stiltegebied bijvoorbeeld – kan een compensatie voor overmatige blootstelling zijn.

Inzake wet- en regelgeving is het geluidsbeleid verspreid over verschillende niveaus. Vanuit Europa worden bijvoorbeeld productnormen voor stillere voertuigen en toestellen opgelegd, het federale niveau behartigt in het kader van arbeidsveiligheid onder meer geluidsblootstelling op de werkvloer, Vlaanderen is dan weer bevoegd voor zaken als leefmilieu met verantwoorde inplanting van industrie, windturbines... terwijl steden en gemeenten lokaal verantwoordelijk zijn voor geluidsoverlast door horeca en dergelijke meer. Uiteraard werken al deze niveaus niet onafhankelijk van elkaar en is een geharmoniseerd beleid met redelijke bevoegdheidsverdeling essentieel.

Binnen Vlaanderen worden doelstellingen voor omgevingsgeluid gesteld in het Milieubeleidsplan (MINA) waar algemeen gestreefd wordt naar een concrete daling van het aantal potentieel ernstig gehinderden en een verbetering van de kwaliteit van de leefomgeving. De laatste jaren lijkt de blootstelling aan verkeerslawaai echter licht toe te nemen, maar het aantal gehinderden door straatverkeer – volgens leefbaarheidsenquêtes de belangrijkste hinderbron – daalt dan weer (zeer) licht terwijl gerapporteerde hinder door burengeluid en industrie stabiel blijft. Over andere effecten van geluidblootstelling zoals gehoorschade ontbreken voorlopig harde prevalentiegegevens.

Analyse van klassieke en nieuwe media leert dat de reacties op geluid veelal gebeuren in termen van *subjectieve ervaring* eerder dan objectieve gegevens. Het maatschappelijk discours over *ongewenst* geluid staat niet los van actuele maatschappelijke denkbeelden en het persoonlijk wereldbeeld. Tolerantie en aandacht voor de rust van een ander zijn hierbij sleutelconcepten. Bij dit alles wordt de rol en verantwoordelijkheid van 'de' overheid sterk benadrukt, met effect aangezien volgens de interventies in het Vlaamse en federale parlement media-aandacht een belangrijke stimulans lijkt voor wetgevende initiatieven.

De mondige burger – al dan niet georganiseerd in belangengroepen – gaat meer en meer rechtstreeks in discussie met beleidsverantwoordelijken. Enerzijds is deze evolutie toe te juichen omdat bijvoorbeeld bij ruimtelijke ordening de huidige bewoners als ervaringsdeskundigen opportuniteiten en pijnpunten kunnen aanwijzen waar externe experts in eerste instantie aan voorbij zouden gaan én omdat betrokkenheid en informatie noodzakelijk zijn om een draagvlak te creëren voor (initieel controversiële) beslissingen. Anderzijds bestaat het risico op ad-hoc beslissingen in het voordeel van de luidste stemmen in de maatschappij.

De uitdagingen bij geluidsblootstelling gaan hand in hand met technologische, ecologische en economische evoluties. Inzake mobiliteit is er bijvoorbeeld de wisselwerking tussen het stiller worden van voertuigen en toenemende verkeersdruk; het stijgend goederenverkeer

en hogesnelheidstreinen kunnen treinlawaai een belangrijkere factor maken, en zo voort. Analoog worden windturbines een meer prominente bron in het (geluids)landschap die door hun sterke visuele impact en specifiek repetitief geluid goed waarneembaar kunnen zijn. Een heel andere uitdaging vormen de persoonlijke muzikspelers waarvan de opslagcapaciteit het mogelijk maakt om quasi continu naar muziek te luisteren. Niet alleen het geluidsvolume van de muzikspeler is hier van belang, maar ook de *voortdurende* opeenvolging van recreatieve lawaai-blootstelling zonder dat het gehoor tussenin een moment rust gegund wordt. Aangepaste productnormen en regelgeving kunnen iets doen aan het blootstellingsniveau, maar uiteindelijk zijn persoonlijke bewustwording en gedrag(sveranderingen) hier *de* sleutelbegrippen.

Algemeen geldt dat een *preventieve* en *proactieve* benadering van de geluidsproblematiek op alle vlakken cruciaal is. Een degelijke langetermijnstrategie waarin alle belangrijke parameters eerlijk en grondig tegenover elkaar worden afgewogen geeft de meeste kans op ingrepen die zowel puur economisch als op het vlak van gezondheid en welbevinden werkelijk rendabel zijn.

Summary report “Research on the impact of sound on public health, well-being and environment in Flanders”

Impact of sound on public health, well-being and environment is a broad and diverse research area. On the one hand, sound is a very convenient tool in everyday life: speech allows us to communicate, alarm signals warn for danger, natural sounds create a pleasant atmosphere to relax. On the other hand, noise can be an annoying by-product of human activity, like traffic or industrial noise. Moreover, several sounds are not simply either positive or negative. People like for instance to listen to music, but this can also cause hearing damage or disturb the neighbours. In the report “Research on the impact of sound on public health, well-being and environment in Flanders” this complex subject is studied from three different points of view; science, policy and society.

A whole range of sound sources exists. *Environmental noise* groups those the person being exposed has no impact on: traffic, industrial, leisure and neighbour noise. Other sources are an unwanted side-effect of living like household equipment and ventilation systems. Finally, recreational and occupational exposure can be noise exposure at the work floor, music at festivals, gunshots while hunting and so on.

When addressing noise exposure, *level* and *time* are the two major parameters. Not only the *absolute* exposure level plays its role, but also the relationship to other (background) sounds. This way, sounds that are barely noticed during daytime might become very disturbing at night because then other sources, like traffic, are less present. In addition, environmental sounds might have a larger impact when they are *always* there. But people get also used to continuous sounds -- provided that they are not too intrusive -- and then sound *events* will be more noticeable. Furthermore, a lot depends on specific timing and on-going activities, noise that interferes with restoration is considered to be more harmful.

Hence, the observed effects largely depend on the noise *dose*, such as long-lasting continuous exposure to elevated levels that damages hearing. For environmental noise, entangling the specific influences on an organism and establishing causal relationships are often difficult tasks. Nonetheless, scientific research has clearly found a link between long-lasting exposure to environmental noise and annoyance, sleep disturbance, cardiovascular diseases and suboptimal cognitive performance. Sensitivity varies between individuals and groups within society. Mental restoration in environments with a pleasant soundscape/landscape – like quiet areas – might compensate for excessive noise exposure.

In terms of legislation, sound is treated at different hierarchical levels. The European Union is for instance responsible for product regulation, the federal state deals among other things with occupational noise exposure, Flanders takes care of environmental issues like industrial sites, wind turbines installation... and finally cities and communities locally handle disturbance by pubs and similar issues. All these levels are mutually related and harmonious policy making with reasonable division of responsibilities is indispensable.

Flanders describes its goals for environmental noise in an environmental policy plan, setting targets for reduction of percentages highly annoyed and an improved living environment. The last years, exposure to traffic noise slightly increases whereas the annoyance from road traffic noise -- the most important source of annoyance according to surveys -- slightly decreases, reported annoyance from neighbourhood noise and industry remains stable. Decent prevalence data are still missing for other exposure effects like hearing damage.

Analysing the print media, broadcast news and internet reveals that responses to noise exposure are communicated in terms of *subjective experiences* rather than objective data. The discussion on *unwanted* noise is embedded in a more general debate where (in)tolerance forms a major argument. The role of politics is emphasized through-out all this, and not in vain since the database of both federal and Flemish Parliament reveal that a considerable amount of legal propositions is related to discussions in news media.

In all this, emancipated citizens -- whether or not united -- debate more and more directly with policy makers. This might be seen as a positive evolution, for instance inhabitants can contribute to spatial planning, knowing opportunities and pitfalls external professionals might overlook. Moreover, an informed and involved community is indispensable to support (at first controversial) decisions. On the other hand, policy making should never be reduced to ad hoc solutions helping (only) the most audible debaters.

The challenges concerning noise exposure are strongly correlated with technological, ecological and economical evolutions. For mobility, there is for instance a trade-off between more silent vehicles and increasing traffic; more goods wagons and high speed trains might turn train noise into a more important noise source, and so on. Analogously, wind turbines are becoming more prominent, being a potential noticeable noise source due to their strong visual impact and specific repetitive sound. At another level, current personal music players are a considerable challenge because their storage capacity allows to listen almost continuously to music. Not only the sound *levels* are a threat, but especially the *constant* recreational noise exposure without quiet periods for hearing restoration. Adapted product design and regulations can handle the exposure levels, but in the end controlling personal noise exposure comes down to individual awareness and (changes in) attitude.

In general, a preventive and proactive approach of noise issues appears crucial. Only decent long-term strategies considering truly and thoroughly all important factors can lead to measures that are actually profitable, both economically as in terms of health and well-being.

Instituut Samenleving en Technologie

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. 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 sociaal-economische wereld.

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

de heer Robrecht Bothuynne
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 Vlaams Volksvertegenwoordigers;

mevrouw Brenda Aendekerck
mevrouw Ria Bourdeaud'hui
de heer Johan De Tavernier
mevrouw Monica Höfte
de heer Harry Martens
mevrouw Caroline Pauwels
de heer Peter Van Humbeeck
de heer Jos van Sas

als vertegenwoordigers van de Vlaamse wetenschappelijke en technologische wereld

De dagelijkse werking van het Instituut is in handen van het Wetenschappelijk Secretariaat. Naast een directeur, de heer Robby Berloznik, en een administratief secretariaat bestaat de staf uit een kleine, maar dynamische groep van 5 onderzoekers en een communicatieverantwoordelijke.

Het Instituut Samenleving en Technologie maakt de wisselwerking tussen samenleving, wetenschap en technologie zichtbaar door onafhankelijk onderzoek, publiek debat en glasheldere communicatie.

Het Instituut formuleert aanbevelingen aan de leden van het Vlaams Parlement en informeert doelgroepen en het publiek.

Instituut Samenleving en Technologie, participatief en adviserend



INSTITUUT SAMENLEVING & TECHNOLOGIE

Vlaams Parlement 1011 Brussel

TEL +32 [0]2 552 40 50

FAX +32 [0]2 552 44 50

samenlevingentechnologie@vlaamsparlement.be

www.samenlevingentechnologie.be



Instituut Samenleving & Technologie