



DUCO
Ventilation & Sun Control

HET BELANG VAN AKOESTISCH COMFORT

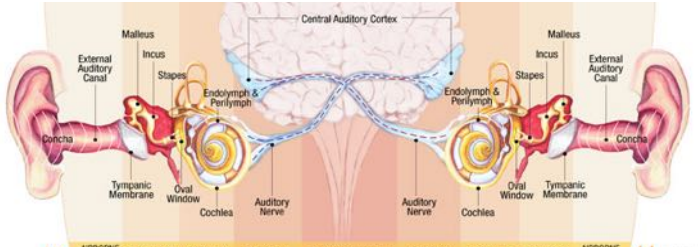
PROF. DR. BARTVINCK, AUDIOLOOG UNIVERSITEIT GENT

INLEIDING: (GEH)OOR EN GELUID



ON-GEHOORD GENT UNIVERSITY

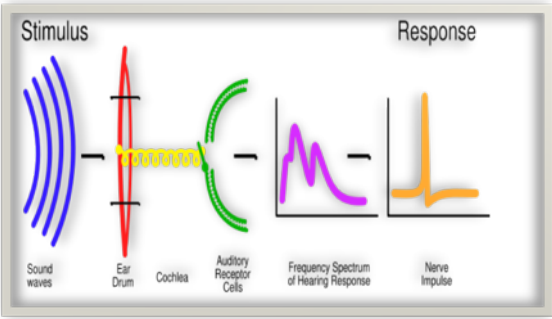
(GEH)OOR: STRUCTUUR EN WERKING



FUNCTION → AIRBORNE SOUND PRESSURE → MECHANICAL CONDUCTION → HYDRAULIC MOTION → ELECTRICAL TRANSMISSION → BINAUURAL AUDITORY PROCESSING → ELECTRICAL TRANSMISSION → HYDRAULIC MOTION → MECHANICAL CONDUCTION → AIRBORNE SOUND PRESSURE → **FUNCTION**

ON-GEHOORD GENT UNIVERSITY

(GEH)OOR: STRUCTUUR EN WERKING



Stimulus → **Response**

Sound waves → Ear Drum → Cochlea → Auditory Receptor Cells → Frequency Spectrum of Hearing Response → Nerve Impulse

CODERING VAN GELUID IN HET AUDITIEF SYSTEEM

ON-GEHOORD GENT UNIVERSITY

(GEH)OOR: STRUCTUUR EN WERKING

CODERING VAN GELUID: 6 STAPPEN

- 1 Sound waves arrive at tympanic membrane.
- 2 Movement of tympanic membrane causes displacement of the auditory ossicles.
- 3 Movement of the stapes at the oval window establishes pressure waves in the perilymph of the vestibular duct.
- 4 The pressure waves distort the basilar membrane on their way to the round window of the tympanic duct.
- 5 Vibration of the basilar membrane causes vibration of hair cells against the tectorial membrane.
- 6 Information about the region and the intensity of stimulation is relayed to the CNS over the cochlear branch of cranial nerve VII.

ON-GEHOORD
GHEENT UNIVERSITY

I **Geluidsgolven arriveren thv het trommelvlies** → II **Beweging van het TV veroorzaakt beweging beentjesketen** → III **Beweging stijgbeugel in ovalen venster veroorzaakt drukΔ in binnenoor**

Bron **Medium**

ON-GEHOORD
GHEENT UNIVERSITY

IV **DrukΔ buigen binnenoor membraan af** → V **Beweging binnenoor membraan buigen haarcellen af** → VI **Informatie over freq en amplitude wordt doorgestuurd nr CZS**

2 kHz
Base Apex

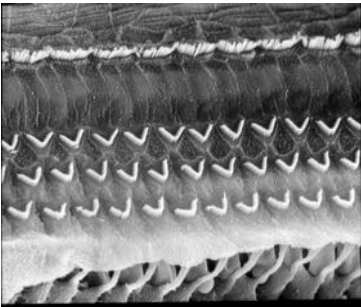
ON-GEHOORD
GHEENT UNIVERSITY

(GEH)OOR: STRUCTUUR EN WERKING

APEX (TOP) **BASIS**


ON-GEHOORD
GHEENT UNIVERSITY

ONZE GELUIDSMICROFOONS: DE HAARCELLEN



← **INWENDIGE HAARCELLEN**

← **UITWENDIGE HAARCELLEN**

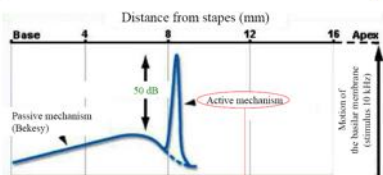


WERKING UITWENDIGE HAARCELLEN?

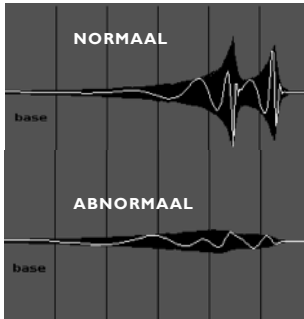




BELANG VOOR HOREN EN SPRAAKVERSTAAN?

The 'dead' versus 'living' basilar membrane




... played by the outer hair cells !!!
The outer hair cells contract to increase the movement of the basilar membrane at a specific location for a specific frequency with a ~ 50 dB gain

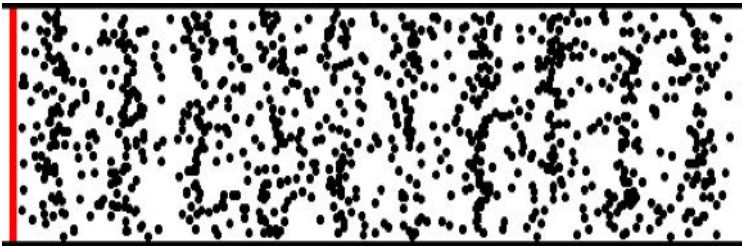
EFFECTEN VAN GELUID



GELUID = DRUKGOLF



GELUID = DRUKGOLF



OH-GEHOORD GENT UNIVERSITY

EFFECTEN VAN OVERMATIGE GELUIDSBLOOTSTELLING



AUDITIEF



NIET-AUDITIEF

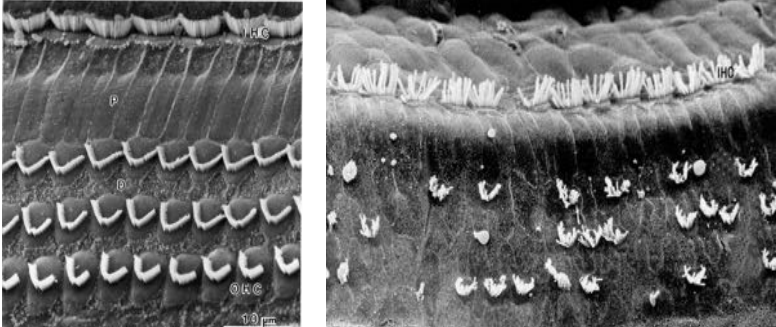
OH-GEHOORD GENT UNIVERSITY

AUDITIEVE EFFECTEN: EFFECTEN LAWAAITRAUMA



OH-GEHOORD GENT UNIVERSITY

AUDITIEVE EFFECTEN



OH-GEHOORD GENT UNIVERSITY

AUDITIEVE EFFECTEN: HOREN EN VERSTAAN

- Impact op auditieve sensibiliteit (gehoorverlies)
- Impact op frequentieselectiviteit (discrimatieverlies)



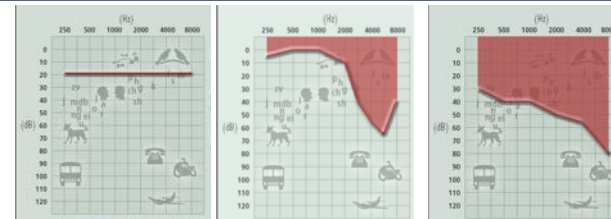
AUDITIEVE EFFECTEN: HOREN EN VERSTAAN



VERGELIJKING MET VISUS



HOE KLINKT GEHOORVERLIES ...



Normaal gehoor

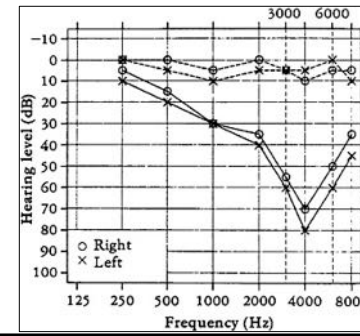
Invloed lawaai

Invloed leeftijd + lawaai

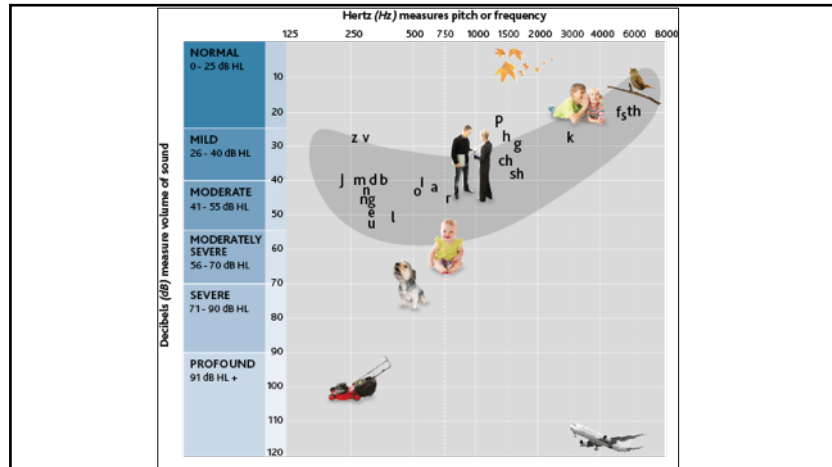
GEVOLGEN GEHOORSCHADE: GEHOORVERLIJES



SCHADE TUSSEN 3-6 KHZ




MEDEKLINKERS
VS
KLINKERS



GEVOLGEN GEHOORSCHADE: TINNITUS



GEVOLGEN GEHOORSCHADE: HYPERACUSIS/FONOFOBIE



ON-GEHOORD GENT UNIVERSITY

EFFECTEN VAN OVERMATIGE GELUIDSBLOOTSTELLING



AUDITIEF NIET-AUDITIEF

ON-GEHOORD GENT UNIVERSITY

NIET-AUDITIEVE EFFECTEN VAN GELUID




FYSIOLOGISCH PSYCHOLOGISCH COGNITIE COMMUNICATIE

ON-GEHOORD GENT UNIVERSITY

NIET-AUDITIEVE EFFECTEN: FYSIOLOGISCH

STRESS



GELUID IS BELANGRIJKE STRESSOR

65-70 dB_A :ACTIVATIE VAN AUTONOOM ZENUWSTELSEL:

SYMPATHISCH ZS: "FIGHT OR FLIGHT"

VS

PARASYMPATISCH ZS: RELAXATIE

ON-GEHOORD GENT UNIVERSITY

ACTIVATIE SYMPATHISCH ZENUWSTELSEL:

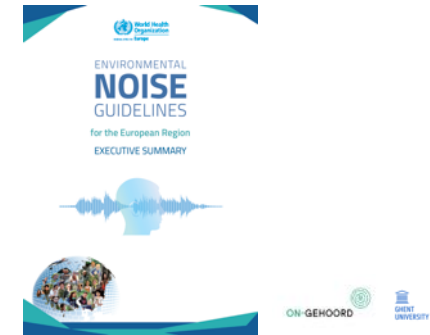
1. **HARTSNELHEID** NEEMT TOE
2. VASOCONSTRICTIE VAN **BLOEDBANEN** (OOK DIE NIET BELANGRIJK VOOR 'FIGHT OR FLIGHT'): vb. Gastro-intestinaal systeem
3. **ADEMHALING**: DIEPER, SNELLER EN MEER EFFICIENT
4. VERWIJDING VAN DE **PUPILLEN**: VOOR VERBETERING VAN DE VISUELE GEVOELIGHEID
5. MEER **ADRENALINE** RELEASE OM HET SYMPATHISCH EFFECT TE BEHOUDEN EN TE VERSTERKEN
6. STIMULATIE VAN **DE LEVER** OM VOLDOENDE GLUCOSE TE LEVEREN OM VOLDOENDE BRANDSTOF TE HEBBEN VOOR DE RESPONS



CHRONISCHE ACTIVATIE (VRIJSTELLING VAN STRESS HORMONEN) → ZIEKTE

GEZONDHEIDSEFFECTEN

October 10, 2018



DEFINITIE VAN "GEZONDHEID"

WORLD HEALTH ORGANISATION (WHO):

"Health is a state of complete physical, mental and social well-being and not merely the absence of disease or infirmity" (WHO, 1946)

DUS LAWAAI NIET ENKEL INVLOED OP "FYSIEKE GEZONDHEID"



KRITISCHE GEZONDHEIDSEFFECTEN (WHO, 2018)

CARDIOVASCULAIRE ZIEKTE

HINDER

EFFECTEN OP SLAAP


COGNITIEVE HANDICAP

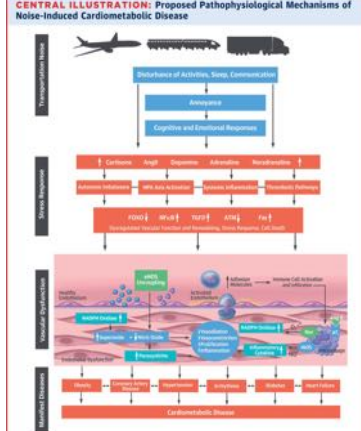
GEHOORVERLIES EN TINNITUS



BELANGRIJKE GEZONDHEIDSEFFECTEN (WHO, 2018)

- CARDIOVASCULAIRE ZIEKTE
- HINDER
- EFFECTEN OP SLAAP
- COGNITIEVE HANDICAP
- GEHOORVERLIES EN TINNITUS





Minzel, T. et al. J Am Coll Cardiol. 2018;71(6):688-97.

**TOENAME IN DE STERKTE VAN OMGEVINGS-
GELUID:**


I. VERHOOGD VOORKOMEN VAN:

- A. ARTERIELE HYPERTENSIE
- B. HARTFALEN
- C. MYOCARD INFARCT
- D. BEROERTE

**II. BLOOTSTELLING TIJDENS DE NACHT
GROTERE EFFECTEN OP STRESS
HORMONEN EN ARTERIELE HYPERTENSIE**


GELUIDSHINDER (“HINDRANCE” – “ANNOYANCE”)

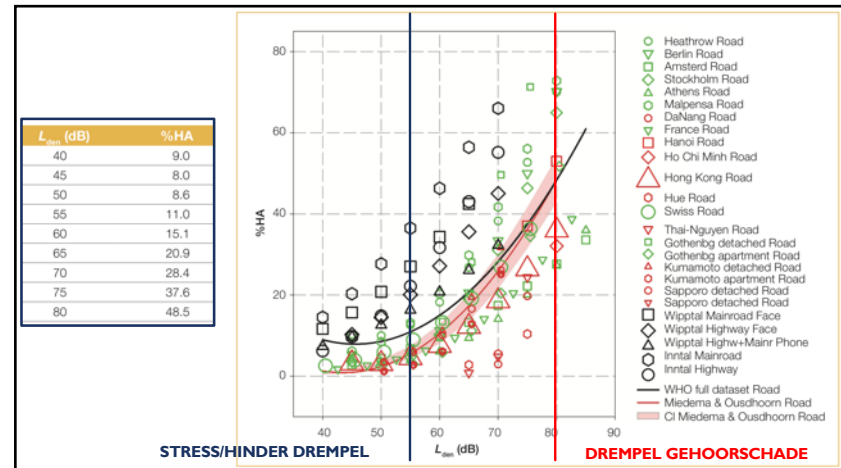
DREMPEL VAN GELUIDSHINDER = 50-55 dBA




KENMERKEN VAN HINDERLIJK GELUID

- ✓ Gerandomiseerd
- ✓ Hoogfrequent (scherpe geluiden)
- ✓ In combinatie met hoge temperaturen (warm klimaat)
- ✓ Blootstelling tijdens de nacht





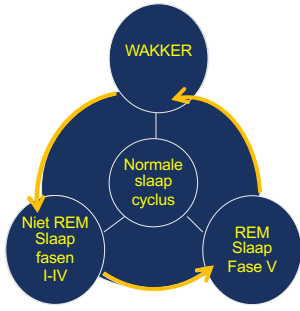
INVLOED OP SLAAP



L_{night} (dB)	%HSD	95% CI
40	2.0	0.9-3.15
45	2.9	1.40-4.44
50	4.2	2.14-6.27
55	6.0	3.19-8.84
60	8.5	4.64-12.43
65	12.0	6.59-17.36

ON-GEHOORD GENT UNIVERSITY

INVLOED OP SLAAPPATROON



EFFECTEN:

- LANGERE SLAAP LATENTIE: DUURT LANGER OM IN SLAAP TE VALLEN (30 MINUTEN OF LANGER)
- MINDER LANGE DIEPE SLAAP (III-IV) EN REM SLAAP (V)
- FREQUENTER WAKKER WORDEN

EFFECTEN:

- Vegetatieve veranderingen: vasodilatatie, toename hartsnelheid, en verandering van slaapfase
- Verminderde psychomotorische functie

ON-GEHOORD GENT UNIVERSITY

PSYCHOLOGISCH: INVLOED OP SOCIAAL GEDRAG

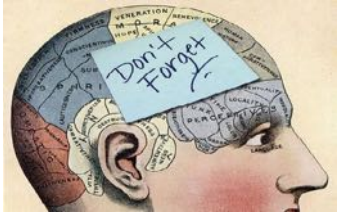
- ✓ VERHOOGDE AGRESSIE
- ✓ INVLOED OP INTERPERSOONLIJKE RELATIES



ON-GEHOORD GENT UNIVERSITY

COGNITIE: MEEST AANGETASTE FUNCTIES

- ✓ BEGRIJPEND LEZEN
- ✓ AANDACHTSSPAN
- ✓ PROBLEEMOPLOSSEND VERMOGEN
- ✓ GEHEUGENPROCES (KORTE TERMIJN GEHEUGEN)
- ✓ WERK EFFICIENTIE



ON-GEHOORD GENT UNIVERSITY

EFFECTEN OP COMMUNICATIE

- ✓ BOVEN DE 50-60 dB A STOREN ACHTERGRONDGELUIDEN DE COMMUNICATIE
- ✓ STUDIE: PRESTATIE VAN PANTSERBEMANNING:
 - ✓ TIJD OM OPDRACHTEN TE VULLEN LANGER (40-90 sec)
 - ✓ EIGEN SOLDATEN GEDOOD DOOR VIJAND (STIJGING VAN 7% -> 28%)
 - ✓ DOELWITTEN CORRECT GEÏDENTIFICEERD: DALING VAN 98% -> 68%



BEINVLOEDENDE FACTOREN

- GELUIDSTERKTE , DOSIS (dB, %)
- SPECTRALE SAMENSTELLING GELUID
- INDIVIDUELE GEVOELIGHEID, RESPONS

GELUIDSTERKTE - DOSIS

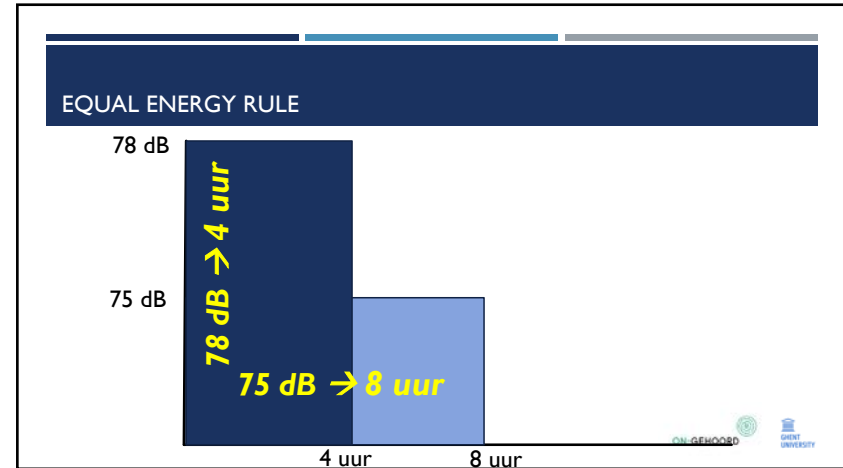
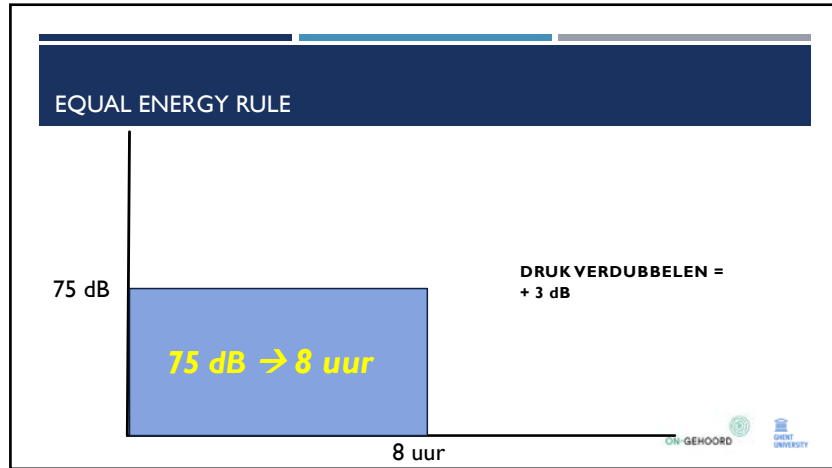
FYSISCHE REGEL

“EQUAL ENERGY RULE”

‘Geluiden met eenzelfde hoeveelheid geluidsenergie veroorzaken eenzelfde hoeveelheid schade/hinder’

TWEE FACTOREN BEPALEN HET RISICO OP SCHADE

- STERKTE VAN HET GELUID (in dB)
- BLOOTSTELLINGSDUUR (in uren)



75 dB	gedurende	8 uur
78 dB	gedurende	4 uur
81 dB	gedurende	2 uur
84 dB	gedurende	1 uur
87 dB	gedurende	30 min
90 dB	gedurende	15 min
93 dB	gedurende	7.5 min
96 dB	gedurende	3.25 min
99 dB	gedurende	1.12 min

TOEPASSING MEDISCH VEILIGE GELUIDSCRITERIA VOOR VOORKOMEN VAN GEHOORSCHADE

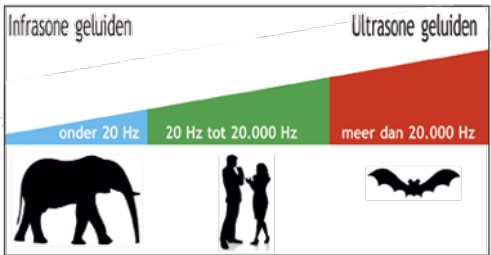
GEHOORD GENT UNIVERSITY

WAT LAAT DE WET IN VLAANDEREN TOE? MUZIEKEVENEMENTEN

	Categorie 1	Categorie 2	Categorie 3
	(Niet-ingedeelde muziekactiviteit, hoofdzakelijk voor jongeren onder de 16 jaar)	Meldingsplichtige inrichting	Milieovergangsplichtige inrichting
Maximaal geluidsniveau	≤ 85 dB(A) $L_{eq,1700h}$ ≤ 105 dB(C) $L_{eq,1700h}$	> 85 en ≤ 95 dB(A) $L_{eq,1700h}$ > 105 en ≤ 110 dB(C) $L_{eq,1700h}$	> 95 $L_{eq,1700h}$ en ≤ 100 dB(A) $L_{eq,1700h}$ > 110 $L_{eq,1700h}$ en ≤ 115 dB(C) $L_{eq,1700h}$
De norm moet op elke voor het publiek toegankelijke plaats gerespecteerd worden			
Verplichting om continu te meten en te registreren	Niet verplicht tot meten, controle kan wel gebeuren	Verplicht meten van de $L_{eq,1700h}$, registreren is niet verplicht	Verplicht meten van $L_{eq,1700h}$ of $L_{max,1700h}$, en registreren van de $L_{eq,1700h}$
Duidelijke visuele indicatie van het geluidsniveau	Nee	Minstens zichtbaar voor de verantwoordelijke voor het geluidsniveau	Zichtbaar voor de verantwoordelijke voor het geluidsniveau als voor het publiek
Publiek informeren met standaardtekst over gehoorschade	Nee	Ja	Ja
Oordoppen	Niet verplicht	Verplicht aanbieden, mis tegen betaling	Verplicht gratis aanbieden
Verplichte opmaak van...	Grondplan enkel bij ingedeelde inrichting	Grondplan	Grondplan en geluidplan
Voorbeeld in de praktijk	Pratcafé, winkel, restaurant, ...	Dancecafé en fuif	Festival, groot evenement, liveoptreden

GEHOORD GENT UNIVERSITY

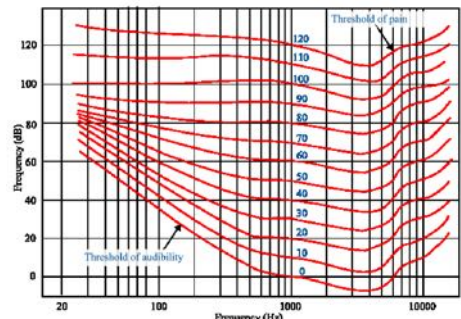
SPECTRALE SAMENSTELLING GELUID



Infrasone geluiden Ultrasone geluiden
 onder 20 Hz 20 Hz tot 20.000 Hz meer dan 20.000 Hz

ON-GEHOORD GENT UNIVERSITY

HOORBAAR GELUIDSSPECTRUM (20 – 20 KHZ)



FLETCHER MUNSON CURVE

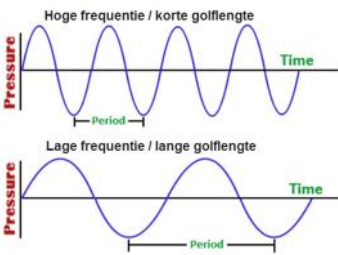

OP LAGE NIVEAU'S MIDDENFREQUENTIES BELANGRIJKER

OP HOGE NIVEAU'S LAGE EN HOGE FREQUENTIES BELANGRIJKER

Ons oor reageert dus verschillend voor verschillende frequenties

ON-GEHOORD GENT UNIVERSITY

GOLFLENGTE

ON-GEHOORD GENT UNIVERSITY

HINDER IN HET HOORBARE SPECTRUM

Hoge frequenties (scherpe geluiden) vb. scherpe pieptoon, gesis, nagels krassen op het bord

↕

Lage frequenties
Ruisen van de zee, gezoem, ...



ON-GEHOORD GENT UNIVERSITY

EFFECTEN INFRAGELUIDEN (INFRASOUND): < 20 HZ

SOUND, INFRASOUND, ULTRASOUND

ON-GEHOORD GENT UNIVERSITY

INFRASOUND

ON-GEHOORD GENT UNIVERSITY

Sources of Infrasound

MENSELIJKE BLOOTSTELLING AAN LAAG-FREQUENTE RUIS: ARTIFICIELE BRONNEN

- ✓ AUTO'S
- ✓ VLIEGTUIGEN
- ✓ INDUSTRIELE MACHINES: ZWARE INDUSTRIE
- ✓ VERWARMINGSSYSTEMEN
- ✓ VENTILATIE
- ✓ AIRCONDITIONING SYSTEMEN
- ✓ WIND TURBINES,
- ✓

ON-GEHOORD GENT UNIVERSITY

EFFECTEN VAN INFRASOUND

- ✓ NYSTAGMUS
- ✓ MISSELIJKHEID (NAUSEA)
- ✓ VERMINDERDE CONCENTRATIE
- ✓ HOOFDPIJN
- ✓ VERMOEIDHEID
- ✓ DUIZELIGHEID
- ✓ RESONANTIES VAN DE LONGEN EN HET ADEMHALINGSYSTEEM
- ✓ VERSTOORD EEG RESPONS (EFFECTEN OP HET CENTRAAL ZENUWSTELSEL)
- ✓ EFFECTEN OP HET CARDIOVASCULAIR ZENUWSTELSEL
- ✓ VERMINDERDE MENTALE PERFORMANTIE



CASUS (FELDMAN ET AL, 2004)

1. In 1995 Dhr en Mevr B. verhuizen naar hun nieuw gebouwde woning in een rustig plattelandsdorp.
2. Bij het begin van de winter (1995-1996) merken de eigenaars (in de periode dat verwarmingssystemen aangeschakeld worden) voor het eerst de aanwezigheid van een laagfrequent geluid en vibraties op binnenshuis.
3. In 1996 ontwikkelden zich bij beiden sterke fysiologische en psychologische effecten: misselijkheid, verminderde activiteit, slaapstoornissen, hoofdpijn, volheidsgevoel in het oor, huidprikkeling, kortademigheid.
4. Symptomen waren dermate sterk dat ze ergens anders in de buurt gingen slapen. Er werd gedacht het geluid en gebrom afkomstig waren van een centrale verwarmingsketel ongeveer 60 m gelegen van de woning.
5. De symptomen werden erger in de winter en bij aanwezigheid van sterke wind.
6. Er waren geen klachten van andere inwoners bekend in het dorp.



CASUS (FELDMAN ET AL, 2004)

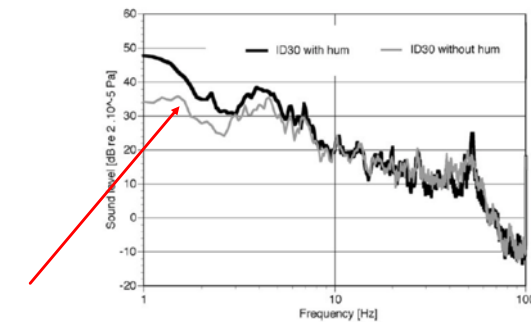
7. Op basis van een volledig technische onderzoek (meer dan 5 jaar later) en vaak met ongeloof behandeld door burens, familie, vrienden en de overheid, kwam men tot de conclusie:

“Laag frequent geluid is wel degelijk afkomstig van het centrale verwarmingssysteem, maar de immisiewaarden lagen veel lager dan de subjectieve gevoeligheidsdrempels van het menselijke oor, en kunnen dus geen last geven”

8. Rechtbank werd ingeschakeld en deze gaf de opdracht tot het uitvoeren van een expertise onderzoek.



CASUS (VERVOLG): METING IN SLAAPKAMER

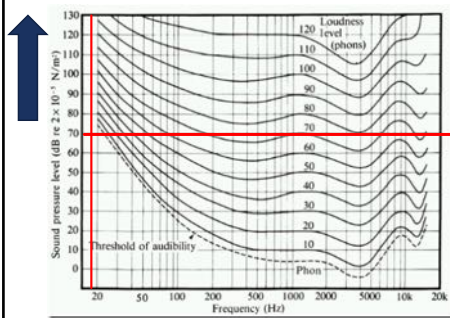


GROOTSTE EFFECT < 10 Hz

ALLE METINGEN TOONDEN GELUIDSDRUKNIVEAUS < 70 dB SPL



FLETCHER MUNSON CURVE



“ZOU NIET HOORBAAR
MOGEN ZIJN VOOR EEN
MENSELIJK PERSOON”

“ZOU GEEN HINDER OF
FYSIEKE LAST MOGEN
GEVEN”

MAAR TOCH HOORBAAR EN STERK LICHAAMELIJKE EFFECTEN

WAAROM?

1. Ondanks de lage blootstellingsniveau's kan door de blootstellingsduur de “**DOSIS**” toch hoog worden
2. De subjectieve perceptiedrempels variëren sterk tussen mensen onderling.
3. Infrageluiden (of laagfrequente geluiden) kunnen versterkt worden door aanwezig vibraties
4. Infrageluiden (grote golflengte) zullen in kleinere gesloten ruimtes hogere drukvariaties doen ontstaan, die eerder zullen worden gedetecteerd door het lichaam dan door het oor.
5. Hinder hangt niet enkel af van het fysische niveau, maar ook van andere factoren: stress, gezondheidstoestand, ...

EPILOOG

EIGENAARS WERDEN DOOR RECHTBANK IN ONGELIJK GESTELD EN KONDEN GEEN SCHADEVERGOEDING KRIJGEN:

HUN GEHOORDREMPELS WERDEN OOK PSYCHO-AKOESTISCH GETEST EN TOONDEN AAN DAT ZE DE LAGE FREQUENTIES EIGENLIJK NIET KONDEN HOREN.

ZE WERDEN TEVENS DOOR EEN ONAFHANKELIJK PSYCHOLOOG EN PSYCHIATER GETEST EN HUN PERSOONLIJKHEIDSPROFIEL WERD ALS NORMAAL GEEVALUEERD.

WEGENS ONVOLDENDE BEWIJS EN GEEN WETENSCHAPPELIJKE VERKLARINGSMODEL VOORHANDEN, WERD HUN CASE VERWORPEN!

AKITA PREFECTUUR, JAPAN

10 jaar geleden, inwoners van de prefectuur kloegen van stress, hoofdpijn, en andere mysterieuze klachten

Wetenschappers ontdekten dat de oorzaak van de klachten, kwam door infrasound, afkomstig van een dam meerdere km's verder.

Een afvoerpijp genereerde laagfrequente signalen (20 Hz) bij het lozen van water.

Bij het vervangen van de pijp verdwenen de klachten.



REVIEW

Open Access

Health effects and wind turbines: A review of the literature

Conclusion:

If placed too close to residents, IWTs can negatively affect the physical, mental and social well-being of people. There is sufficient evidence to support the conclusion that noise from audible IWTs is a potential cause of health effects. Inaudible low-frequency noise and infrasound from IWTs cannot be ruled out as plausible causes of health effects.

CONCLUSIE(S)

- COMFORTABEL WONEN IN EEN GEZONDE OMGEVING VRAAGT OOK DE NODIGE AANDACHT VOOR EEN GEPASTE AKOESTISCHE OMGEVING.
- IMMERS STEEDS VAKER BLIJKT BLOOTSTELLING AAN ZEER LAGE FREQUENTIES (INFRASOUND) NAAST GEHOOREFFECTEN, OOK VOOR (ERNSTIGE) ALGEMENE GEZONDHEIDSKLACHTEN TE ZORGEN: EEN VAAK MISKEND EN ONDERSCHAT PROBLEEM!
- BEDRIJVEN MET FOCUS OP VENTILATIE DIENEN BIJ HUN AANPAK OOK IN TE ZETTEN OP EEN "GELUIDSVEILIGE" OMGEVING". [DUJO IS HIER EEN MODEL VOORBEELD VAN.](#)
- OOG HEBBEN VOOR DE IMPACT VAN ZEER LAGE FREQUENTIES < 20 Hz DIENT EEN BLIJVEND AANDACHTSPUNT TE VORMEN. (Vb. Air conditioning systemen)



"Voor een gezond en veilig lucht- en geluidsklimaat in huis"

DANK U

SAFE LISTENING
SAFE HEARING
SAFE LIVING

WWW.ON-GEHOORD.COM