

OPLEIDING DUURZAME GEBOUWEN

AKOESTIEK: ONTWERP EN REALISATIE

LENTE 2025

**Aanpak van het geluid van technische installaties buiten
gebouwen in de praktijk**

Manuel VAN DAMME



Integratie van akoestisch comfort in bouwwerken

- ▶ Algemene akoestische benadering van een typegebouw



Vijf te behandelen thema's

- ▶ **Geluid van technische installaties**
- ▶ Isolatie tegen luchtgeluiden binnen
- ▶ Isolatie van gevels tegen buitengeluiden
- ▶ Isolatie tegen contactgeluiden
- ▶ Beheersing van nagalm

Het beheer van het geluid van technische installaties buiten gebouwen





- ▶ Zich een duidelijk beeld vormen van de akoestische eisen overeenkomstig het overwogen gebouwtype voor het beheersen van het geluid van technische installaties buiten gebouwen.
- ▶ Kennismaken met de akoestische parameters die betrekking hebben op het beheer van geluid afkomstig van installaties buiten het gebouw, waaronder het vermogensniveau en de tools om de geluidsvoortplanting in de omgeving te beoordelen.
- ▶ Gebruik in de praktijk van verschillende snelle berekeningstools om het geluid van de installaties naar buiten toe te beoordelen: optelling van geluidsniveaus, verband tussen L_w en L_p , geluid van een ventilatieopening.
- ▶ Aanpak van de praktische aspecten voor het beheer van het geluid van de HVAC-installaties naar de omgeving toe.
- ▶ Kennismaken met een snelle dimensioneringsmethode om de effectiviteit van een geluidsscherm rond een bepaalde geluidsbron te bepalen.



ALGEMEEN

- ▶ **Normatieve en reglementaire context in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest**
- ▶ **Nuttige verbanden tussen L_{WA} en L_{pA}**
- ▶ **Beoordeling van het geluidsniveau in de omgeving**

PRAKTISCHE BEREKENINGSTOOLS

- ▶ Optelling van geluidsniveaus en afscherming
- ▶ Berekening van het door een installatie gegenereerde geluidsniveau
- ▶ Beoordeling van het geluidsdrukniveau van een luchtinlaat/-uitlaatrooster
- ▶ Beperking van het geluid van HVAC-installaties in de omgeving

GELUIDSSCHERMEN EN AKOESTISCHE OMKASTINGEN

- ▶ Berekening van de demping door een geluidsscherm in de praktijk
- ▶ Akoestische omkastingen



5 DE GELDENDEN NORMEN (LENTE 2023)

Normalisatie voornamelijk gericht op de beperking van geluid binnen

Woongebouwen



NBN S 01-400-1 (2022)

Norme belge	
NBN S 01-400-1:2022	
Critères acoustiques pour les immeubles d'habitation	
Valable à partir de 08-07-2022 Remplace NBN S 01-400-1:2008 La période de coexistence entre cette norme et la norme qu'elle remplace est fixée à 6 mois.	

Schoolgebouwen



NBN S 01-400-2 (2012)

ICS: 17.140.01 ; 17.160	
Norme belge	
NBN S 01-400-2	
1 ^{re} éd., octobre 2012	
Indice de classement: S 01	
Critères acoustiques pour les bâtiments scolaires	
Akoestische criteria voor schoolgebouwen Acoustic criteria for school buildings	

Andere gebouwen



NBN S 01-401 (1987)
(grenswaarden voor geluidsniveaus)

ACOUSTIQUE	
VALEURS LIMITES DES NIVEAUX DE BRUIT EN VUE D'ÉVITER L'INCONFORT DANS LES BÂTIMENTS	NBN S 01-401
2 ^e éd., novembre 1987	
Grenswaarden voor de geluidsniveaus in gebouwen Zulassige Schalpegel in Gebäuden Maximal noise levels in buildings	

NBN S 01-400 (1977)
(geluidsisolatiecriteria)

NORME BELGE — BELGISCHE NORM	
ACOUSTIQUE CRITÈRES DE L'ISOLATION ACOUSTIQUE	ACOUSTIC KRITERIA VAN DE ACOESTISCHE ISOLATIE
Sound insulation Schalldämmung	NBN S 01-400
Documents à consulter :	2 ^e éd., février 1977
NBN D 01-008 (1975) — Acoustique — Mesure en laboratoire de l'isolation d'effluents sonores absorption and noise criteria	NBN D 01-008 (1975) — Acoustical — Noise in lab. laboratory of the sound insulation absorption and noise criteria

Momenteel in herziening
NBN S 01-400-3 (20xx)



De regelgeving van het Brusselse Hoofdstedelijke Gewest definieert de eisen voor de grenswaarden in buitenomgevingen

Het geluid van ingedeelde inrichtingen

De strijd tegen buurlawaai

[Home](#) > [Wetgeving / Verplichtingen en vergunningen](#) >

Wat zijn de geluidsdrempels voor ingedeelde inrichtingen?

Wat zijn de geluidsdrempels voor ingedeelde inrichtingen?

INSPECTIE | LAWAAI | MILIEUVERGUNNINGSAANVRAAG | GELUIDSOVERLAST | VERPLICHTINGEN

Besluit van 22/11/2002

- moet u eerst de uurschijven bepalen, gedurende welke uw inrichtingen moeten kunnen werken. [Artikel 2, § 1 van het besluit betreffende de ingedeelde inrichtingen](#) onderscheidt ter zake 3 periodes (A, B en C), waarbij elke periode met almaar striktere voorwaarden overeenstemt.

	Ma	Di	Wo	Do	Vr	Za	Zo/ feestdag
van 7u00 tot 19u00	A	A	A	A	A	B	C
van 19u00 tot 22u00	B	B	B	B	B	C	C
van 22u00 tot 07u00	C	C	C	C	C	C	C



De regelgeving van het Brusselse Hoofdstedelijke Gewest definieert de eisen voor de grenswaarden in buitenomgevingen

Het geluid van ingedeelde inrichtingen

De strijd tegen buurlawaai

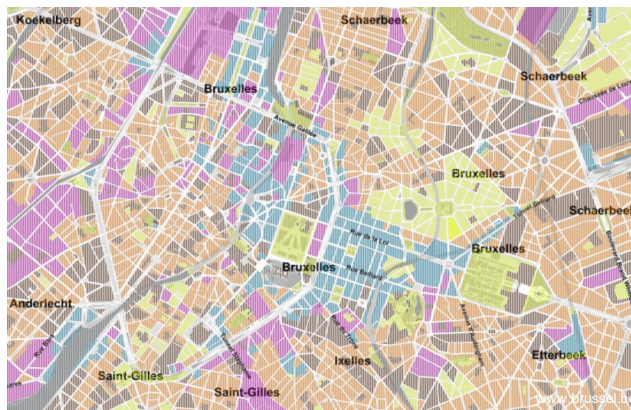
[Home](#) > [Wetgeving / Verplichtingen en vergunningen](#) >

Wat zijn de geluidsdrempels voor ingedeelde inrichtingen?

Wat zijn de geluidsdrempels voor ingedeelde inrichtingen?

INSPECTIE | LAWAAI | MILIEUVERGUNNINGSAANVRAAG | GELUIDSOVERLAS

Besluit van 22/11/2002



	Période A	Période B	Période C
Zone 1	42	36	30
Zone 2	45	39	33
Zone 3	48	42	36
Zone 4	51	45	39
Zone 5	54	48	42
Zone 6	60	54	48



Onderscheid tussen geluidsvermogen en geluidsdruk

$L_W(dB)$

LA PUISSANCE ACOUSTIQUE

- caractérise l'équipement, intrinsèquement
- est la base de tout calcul
- est la base de toute comparaison.

Dezelfde installatie kan verschillende geluidsdrukniveaus genereren, afhankelijk van afstand en positie

$L_p(dB)$

LA PRESSION ACOUSTIQUE

- caractérise l'équipement dans son environnement (position, distance, local...)
- est le critère à obtenir dans le local,
- est ce que mesure le sonomètre.



PIXABAY



Geluidsvermogeniveau vs geluidsdrukniveau

- Technische fiche van de installaties: L_{WA} en/of L_{pA}

Voorbeeld:

Spécifications

Spécifications techniques		AOYG 18 KMTA	AOYG 24 KMTA
Réfrigérant (GWP)		R32 (675)	R32 (675)
Débit d'air (max.)	m ³ /h	2100	2820
Alimentation	V	230/1	230/1
Puissance absorbée (nom.) (F/C)	kW	1,39/1,56	2,08/1,91
Type de compresseur		DC Rotary	DC Rotary
Pression sonore (F/C)	dB(A)	50/55	54/52
Puissance acoustique (F/C)	dB(A)	65/65	67/66
Dimensions (H x L x P)	mm	632x799x290	716x820x315
Poids	kg	36	42
Tuyaux frigorifiques	pouce	1/4 - 1/2	1/4 - 1/2
Quantité de réfrigérant préchargé	g (CO ₂ eq-T)	1020 (0,689)	1320 (0,891)
Quantité de réfrigérant additionnel par mètre	g/m	20	20
Nombre de mètres préchargés	m	15	15
Longueur/hauteur maximum tuyaux frigorifiques	m/m	25/20	30/25
Longueur minimum tuyaux frigorifiques	m	5	5
Température de fonctionnement en refroidissement	°C	-10~46	-10~46
Température de fonctionnement en chauffage	°C	-15~24	-15~24
Section câble alimentation	mm ²	3G 2,5	3G 2,5
Fusible automatique (lent)	A	16	20

* Spécifications et design peuvent être modifiés pour amélioration sans avis préalable

** Puissance acoustique selon EN12102



Geluidsvermogeniveau vs geluidsdrukniveau

- Technische fiche van de installaties: L_{WA} en/of L_{pA}

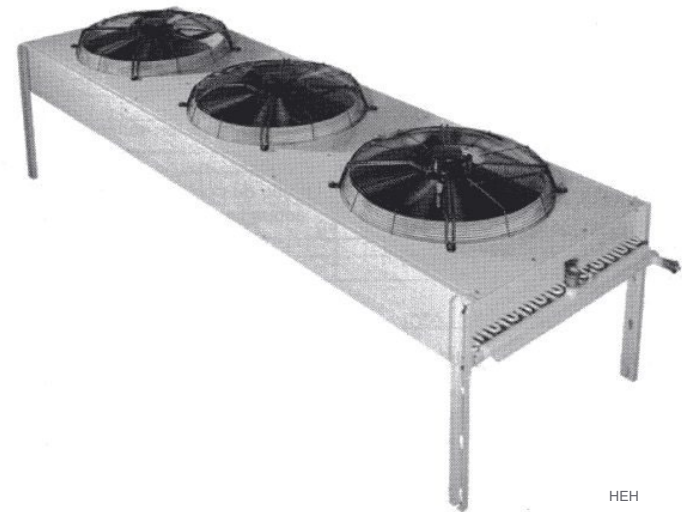
Voorbeeld:

Rotatiesnelheid	Luchtdebiet	L_{WA}	L_{pA} op 10 m
1000 omw./min	25.000 m ³ /h	100 dB(A)	72 dB(A)

ISO 3744: meting van de L_W , afwijking van 2 dB.

Alleen het gegarandeerde spectrum L_W , kan gebruikt worden voor voorspellingen: te veel invloeden voor het gebruik van L_{pA} .

Hoe groter het vermogen en hoe hoger de snelheid, hoe luider de installatie.

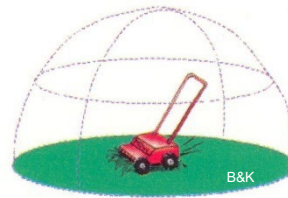


Verband tussen geluidsdrukniveau en geluidsvermogen

Alleen van toepassing buiten, zonder geluidsreflecties of schermeffecten

Puntbron

- ▶ Puntbron = kleine bron ten opzichte van de afstand tot de ontvanger, gelijkgesteld met één punt
- ▶ Voortplanting in alle richtingen



$$L_p = L_W - 20 \lg d - 8$$

- ▶ Het geluidsdrukniveau vermindert met **6 dB door verdubbeling** van de afstand.
- ▶ In een vrij veld, op een afstand van 1 m, is L_p 8 dB minder dan L_W





Verband tussen geluidsdrukniveau en geluidsvermogen

Alleen van toepassing buiten, zonder geluidsreflecties of schermeffecten

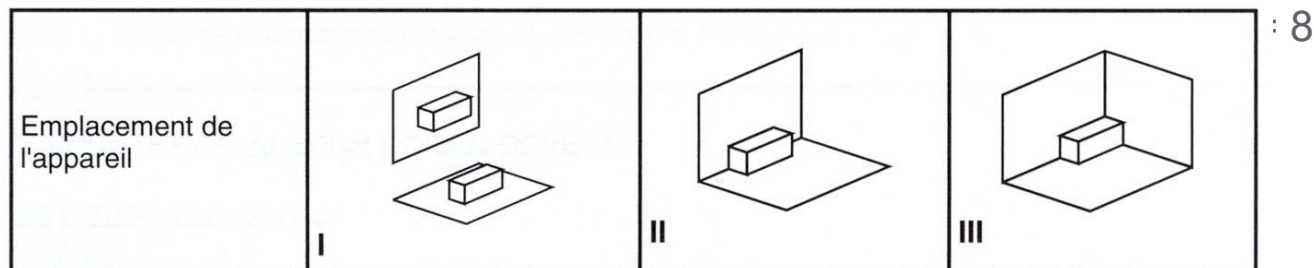
Puntbron

- ▶ Puntbron = kleine bron ten opzichte van de afstand tot de ontvanger, gelijkgesteld met één punt.
- ▶ Voortplanting in alle richtingen = zeldzaam geval → **geluidsreflecties**.
- ▶ De aanwezigheid van een reflecterend oppervlak wijzigt **het richtingseffect** van de bron volgens:

$$L_p = L_w + 10 \lg \frac{Q}{4\pi d^2}$$

waarbij

Q: richtingsfactor zoals:



Weging van het geluidsdrukkniveau

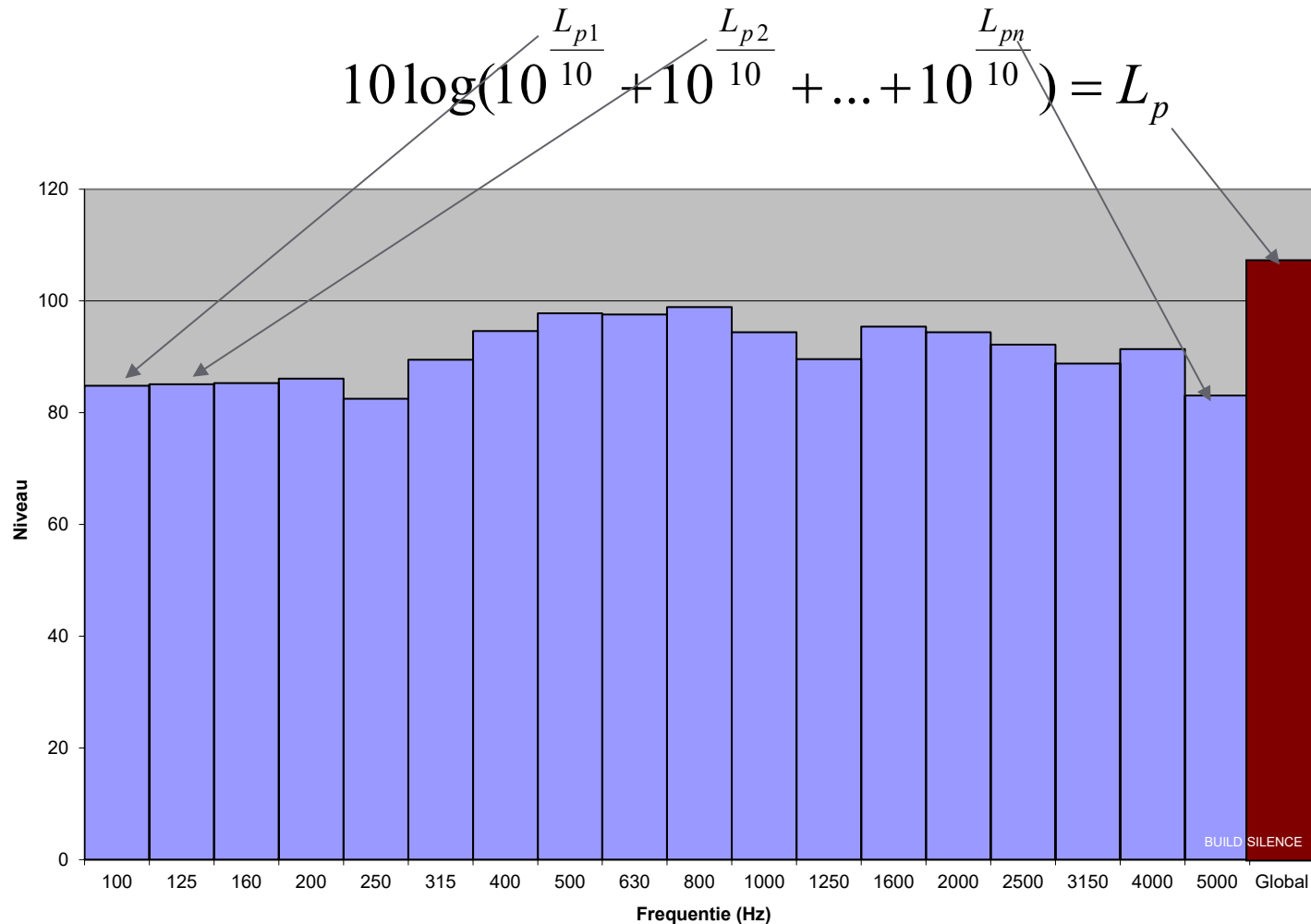
- ▶ Het menselijk oor neemt de geluidssterkte anders waar afhankelijk van de frequentie
- ▶ A-wegingen = toepassing van een "filter" op de dB-waarden

3. — AFFAIBLISSEMENTS DE LA COURBE A PAR BANDES D'OCTAVE			
<i>Fréquences médianes</i> Hz	<i>Affaiblissements</i> dB	<i>Fréquences médianes</i> Hz	<i>Affaiblissements</i> dB
31,5	— 39,4	1 000	0
63	— 26,2	2 000	+ 1,2
125	— 16,1	4 000	+ 1,0
250	— 8,6	8 000	— 1,1
500	— 3,2		

- ▶ Meting in dB(A) = **meting van het effect van geluid op de mens**



Analysespectrum in tertsbanden (1/3 octaaf) en globaal geluidsniveau



Aandachtspunten in de analyse van een technische fiche

- Uittreksel uit de technische fiche:



63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	Total	dB(A)@3m
54	55	65	57	46	40	33	40	66	38

- In het algemeen is het gegeven spectrum dat van het vermogen L_W , in dB(L)

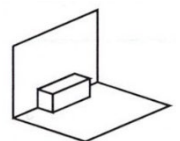
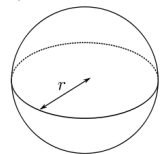
L_W	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Global
dB	54	55	65	57	46	40	33	40	66.3
Pondération A	-26.2	-16.1	-8.6	-3.2	0	1.2	1	-1.1	
dB(A)	27.8	38.9	56.4	53.8	46	41.2	34	38.9	58.7

- Het geluidsdrukniveau op x m wordt niet altijd vermeld met een realistische Q

Voortplanting **buiten**
(zonder nagalm)

$$L_p = L_W + 10 \lg \frac{Q}{4\pi d^2}$$

L_p	L_W	Q	d (r)	L_p
dB(A)	58.7	1	3	38
dB(A)	58.7	1	10	28
dB(A)	58.7	1	15	24
dB(A)	58.7	1	1	48
dB(A)	58.7	4	3	44
dB(A)	58.7	4	10	34
dB(A)	58.7	4	15	30
dB(A)	58.7	4	1	54



Berekeningsmethode voor de voortplanting van het geluid in de omgeving

Karakterisering van het geluid buiten

ISO 1996



Demping bij geluidsvoortplanting in openlucht:

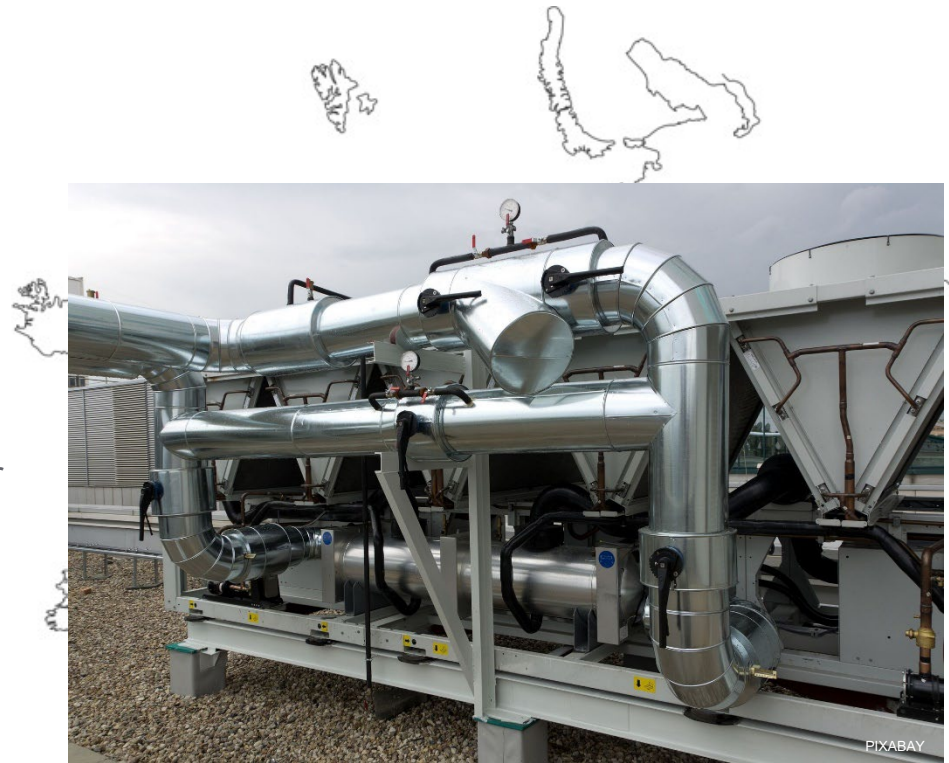
ISO 9613-1: Demping van het geluid door de atmosfeer (luchtdemping)

ISO 9613-2: algemene berekeningsmethode

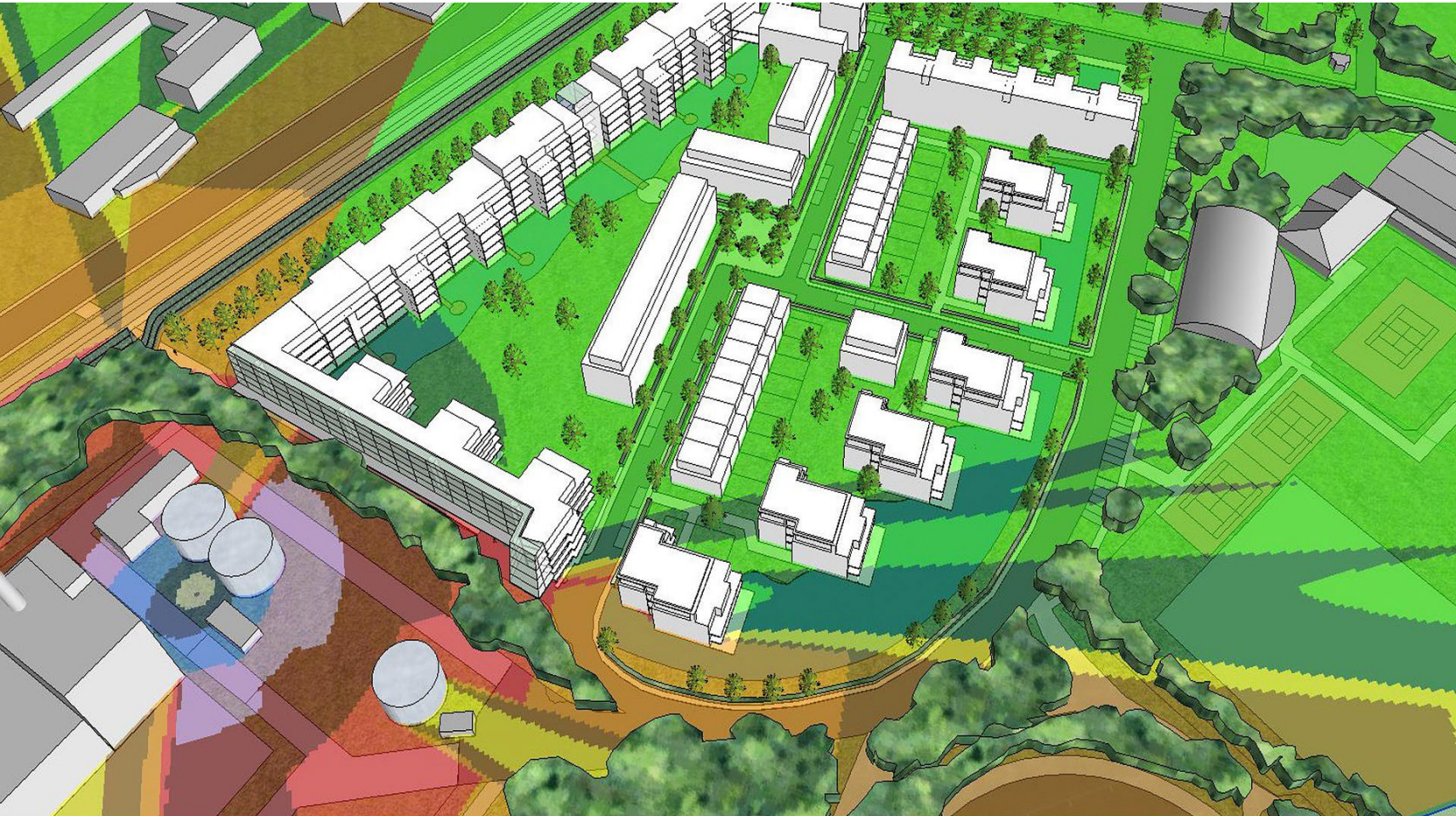


De karakterisering van het geluid van de installaties:

ISO 4872, ISO 3740, ISO 8297, EN ISO 16032, NBN EN ISO 10052

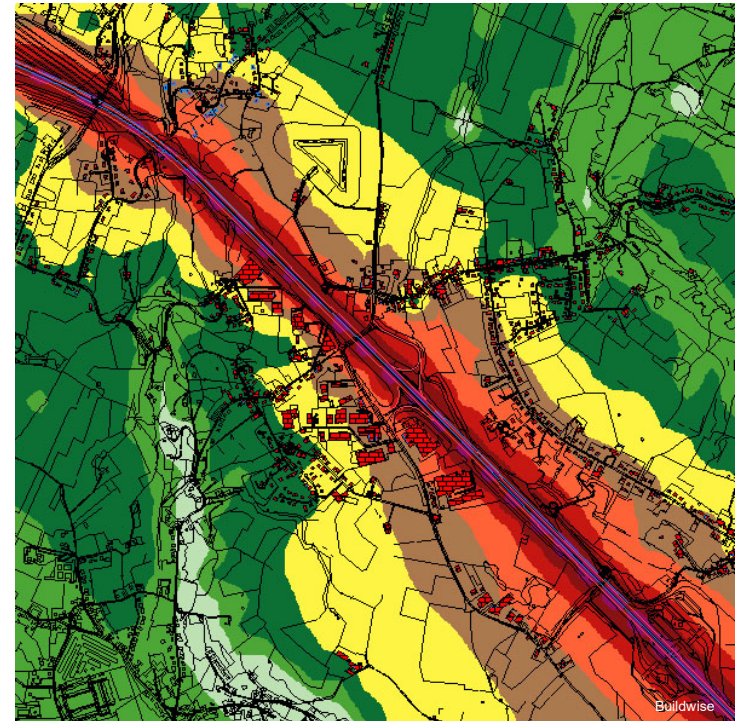
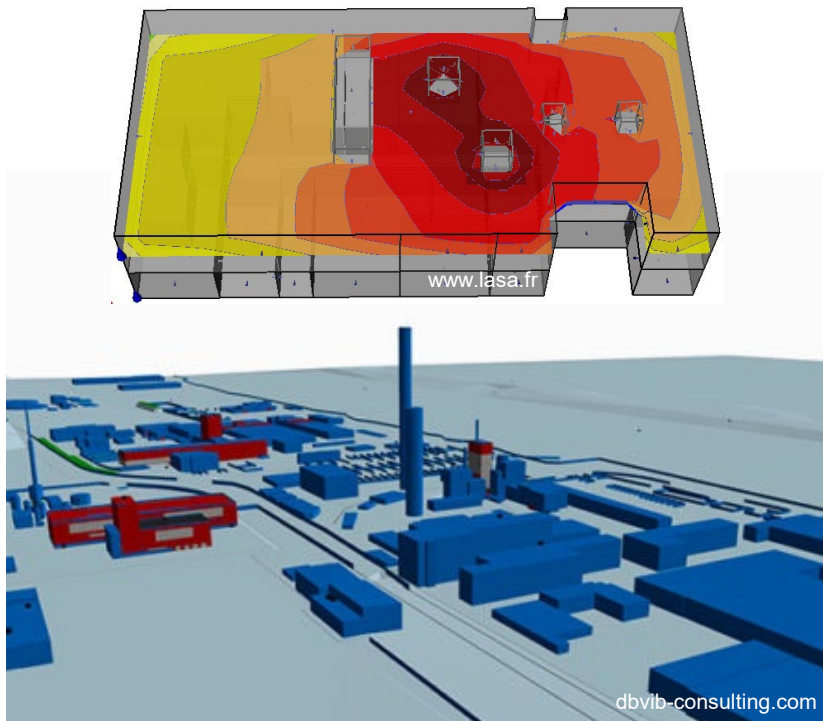


Toepassing van de ISO-berekeningsmethode: cartografische software



In de praktijk: gebruik van digitale tools voor geluidscartografie

- ▶ Commercieel verkrijgbare software, aangepast aan de omvang van het project:
 - Bijv. **AcouS-Propa** (geluid in een werkplaats)
 - Bijv. **Immi** (cartografie van een industriële site)
 - Bijv. **Soundplan** (cartografie van een gemeente)

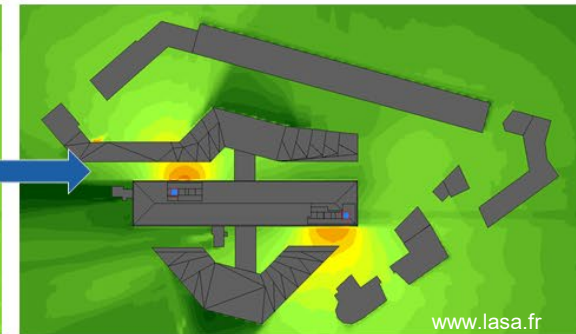
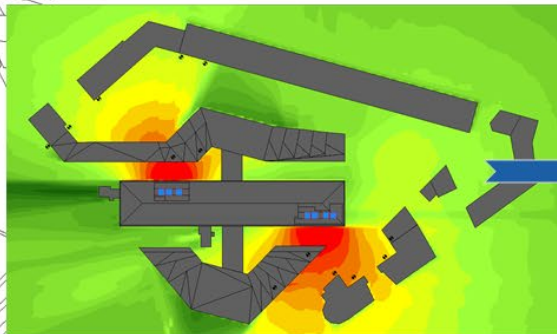
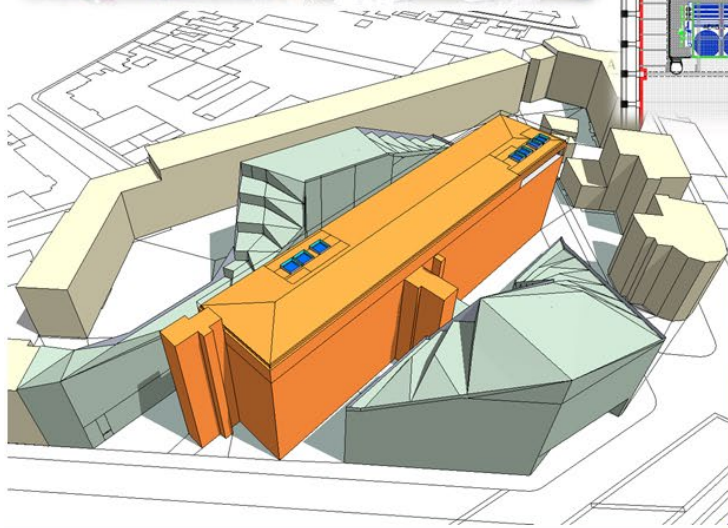
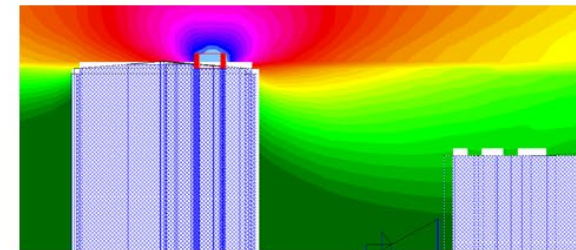
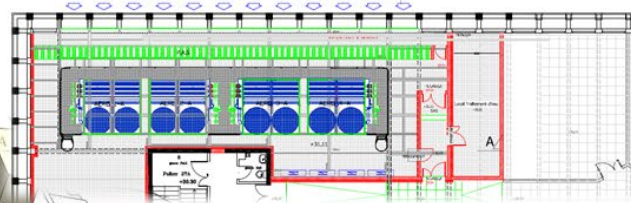
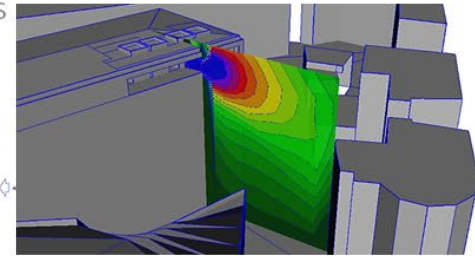


Courant gebruik van geluidsmodellen voor apparatuur

Software voor geluidscartografie op basis van de norm ISO 9613



Impact de Tours Aéroréfrigérantes prévues en toitures
Définition des traitements acoustiques



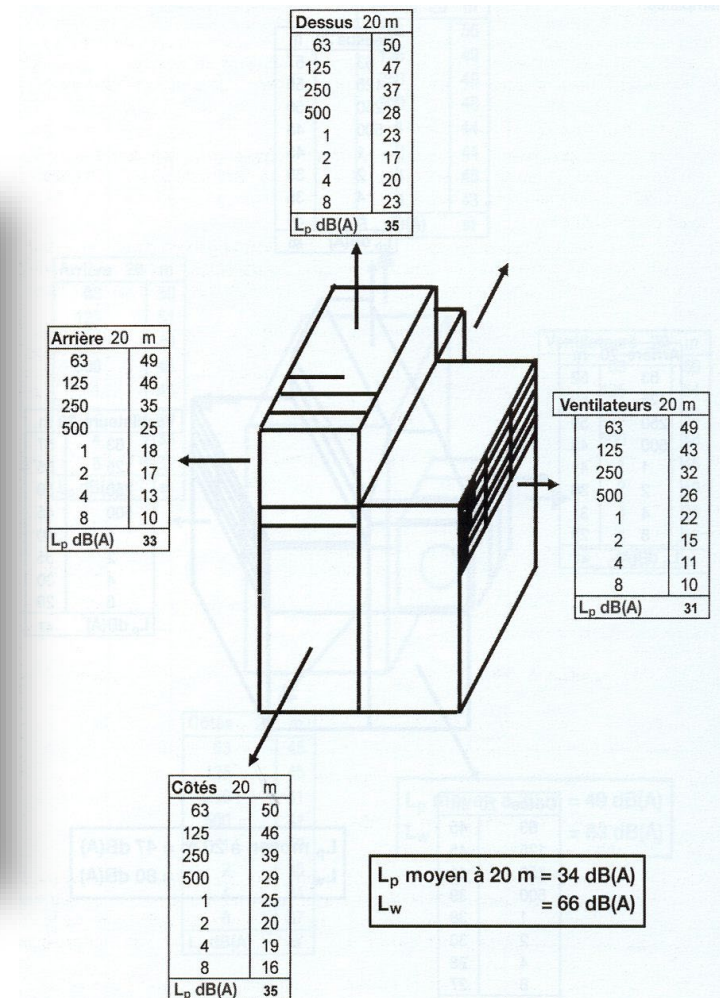
www.lasa.fr





Toepassing van grote geluidsbronnen in modellen

- Geïntegreerd geluidsniveau per (opper)vlak







ALGEMEEN

- ▶ Normatieve en reglementaire context in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest
- ▶ Nuttige verbanden tussen L_{WA} en L_{pA}
- ▶ Beoordeling van het geluidsniveau in de omgeving

PRAKTISCHE BEREKENINGSTOOLS

- ▶ **Som van geluidsniveaus en afscherming**
- ▶ **Berekening van het door een installatie gegenereerde geluidsniveau**
- ▶ **Beoordeling van het geluidsdrukniveau van een luchtinlaat/-uitlaatrooster**
- ▶ **Beperking van het geluid van HVAC-installaties in de omgeving**

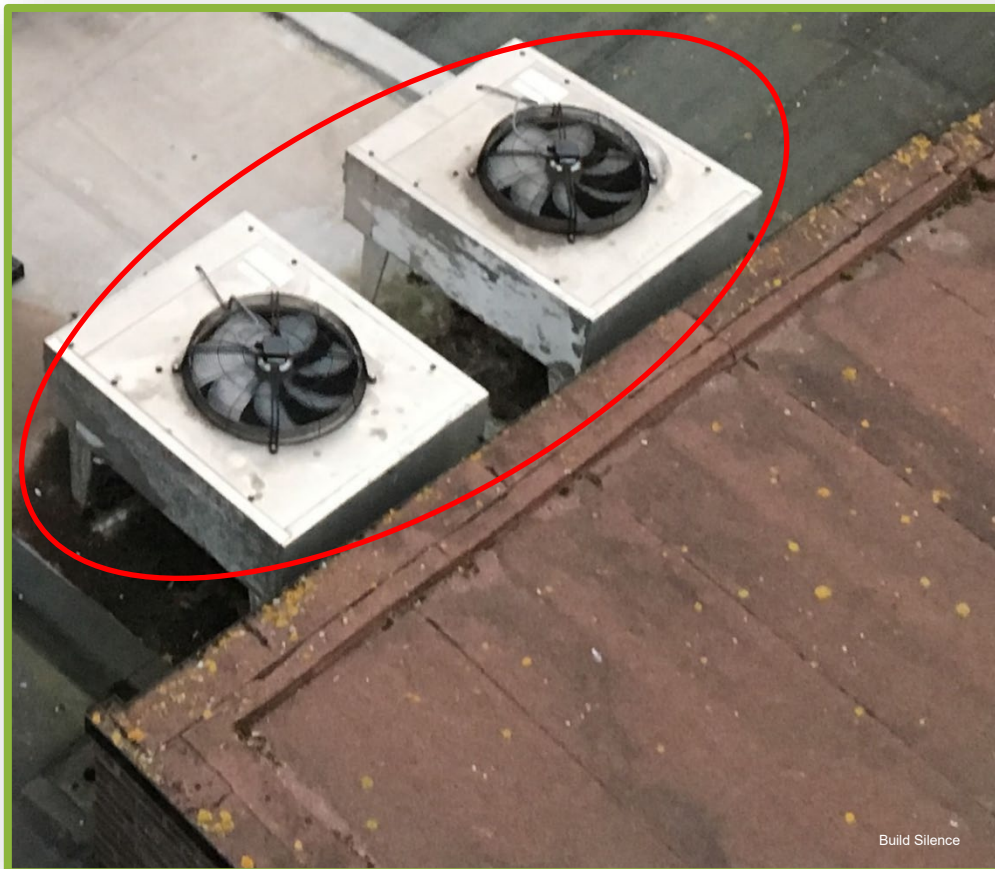
GELUIDSSCHERMEN EN AKOESTISCHE OMKASTINGEN

- ▶ Berekening van de demping door een geluidsscherm in de praktijk
- ▶ Akoestische omkastingen



Rekenregel voor som van energieniveaus

- Formule voor som van geluidsniveaus: $L_p = 10 \log(10^{\frac{L_{p1}}{10}} + 10^{\frac{L_{p2}}{10}} + \dots + 10^{\frac{L_{pn}}{10}})$



~~60 '+' 60 = 120 dB~~

60 '+' 60 = 63 dB

En... 70 '+' 60 = 70 dB



Rekenregel voor som van energieniveaus

- Formule voor som van geluidsniveaus:
$$L_p = 10 \log(10^{\frac{L_{p1}}{10}} + 10^{\frac{L_{p2}}{10}} + \dots + 10^{\frac{L_{pn}}{10}})$$



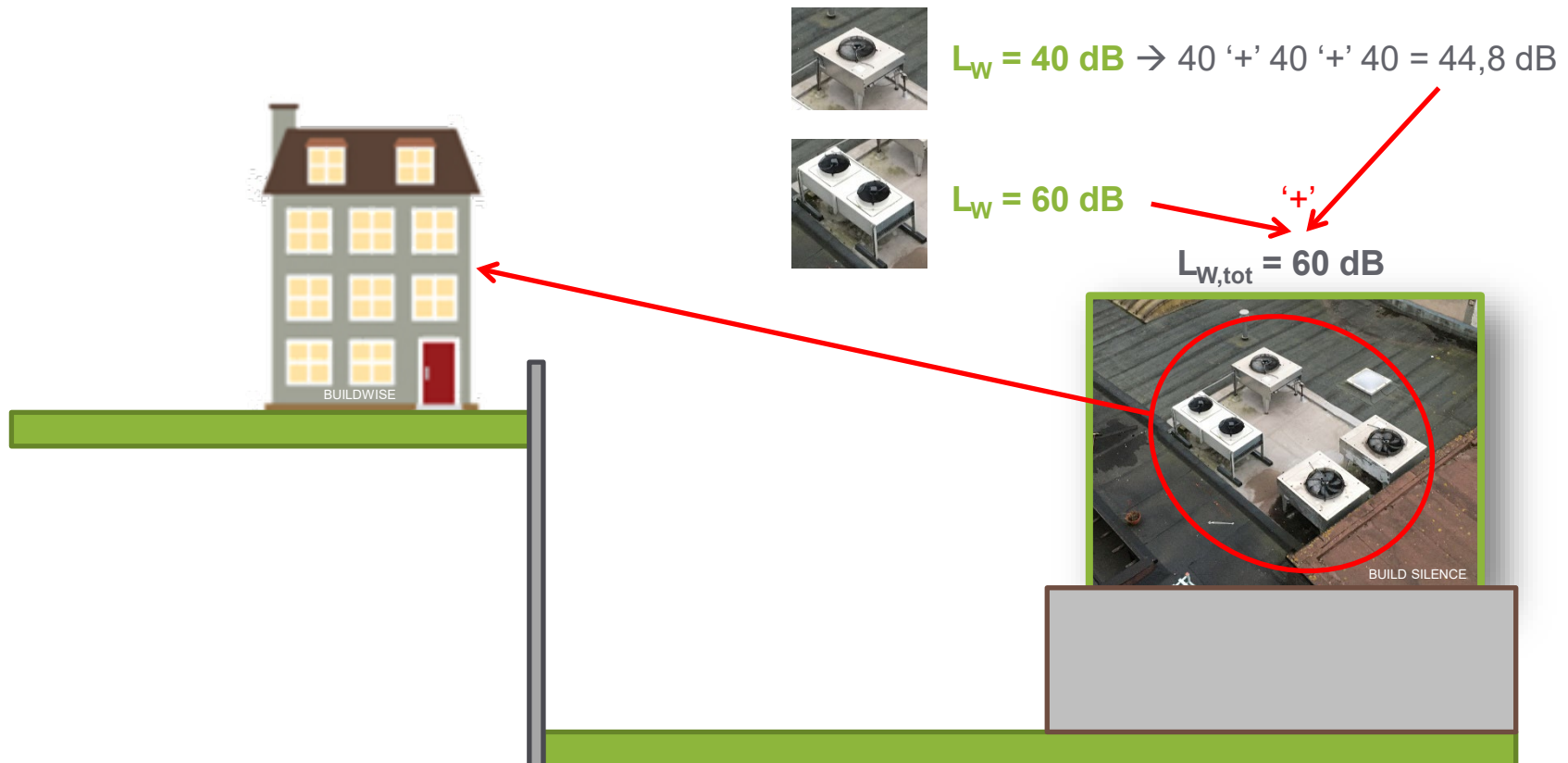
50 '+' 50 = 53 dB

50 '+' 50 = 53 dB

53 '+' 53 = 56 dB

De luidste bron domineert het geluidsniveau

- Voor de indicatieve berekening wordt de luidste installatie in acht genomen

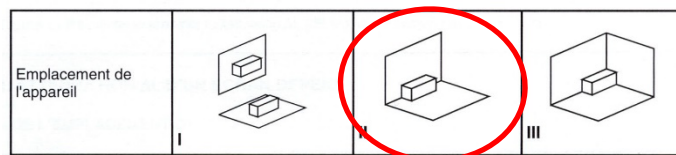


Indicatieve berekeningsmethode voor het geluid van installaties

- ▶ Wat is het gegenereerde geluidsniveau op 10 m van 4 buiteneenheden van warmtepompen waarvan het door de fabrikant vermelde geluidsvermogen niveau telkens 50 dB(A) bedraagt?

- ▶ Nuttige gegevens:

- $L_{WA} = 50$ dB
- $d = 10$ m
- $Q = 4$



- ▶ Stap 01: optelling van de 4 bronnen

- $L_{WA,tot} = 50 \text{ ' + ' } 50 \text{ ' + ' } 50 \text{ ' + ' } 50 = 56$ dB

- ▶ Stap 02: berekening van het geluidsdruk niveau

$$L_p = L_W + 10 \lg \frac{Q}{4\pi d^2}$$

$$L_{pA} = 56 + 10 \lg \frac{4}{4\pi 10^2} = 31 \text{ dB}$$



Beoordeling van het geluidsdrukniveau van een luchtinlaat/-uitlaatrooster

- Geluidsdrukniveau L_{WA} vermeld op de technische fiche van de LBC



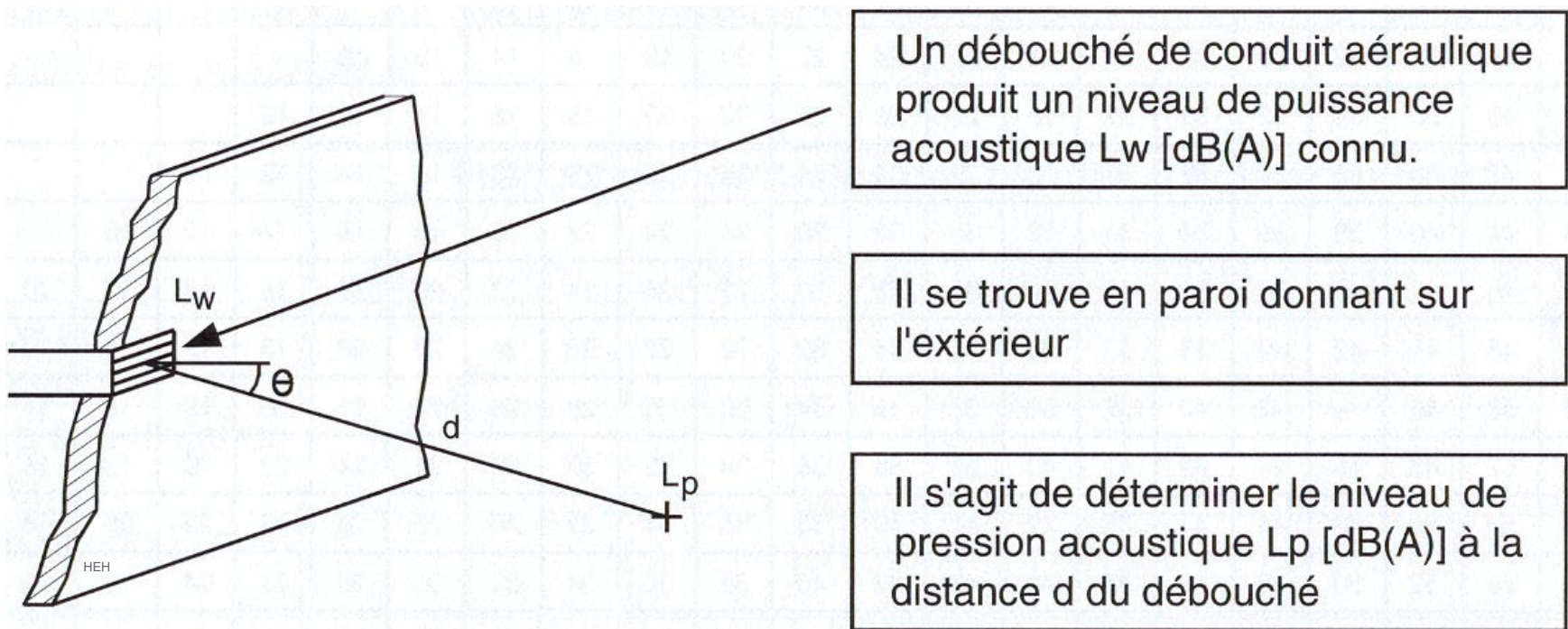
Beoordeling van het geluidsdrukniveau van een luchtinlaat/-uitlaatrooster

- Geluidsdrukniveau L_{WA} vermeld op de technische fiche van de LBC



Beoordeling van het geluidsdrukniveau van een luchtinlaat/-uitlaatrooster

- Geluidsdrukniveau L_{WA} vermeld op de technische fiche van de LBC



Beoordeling van het geluidsdrukniveau van een luchtinlaat/-uitlaatrooster

- Geluidsdrukniveau L_{WA} vermeld op de technische fiche van de LBC
- Berekening van het niveau L_{pA} op afstand d per octaafband, op basis van de L_{WA} van de in-/uitlaatopening:

$$L_p = L_W + 10 \lg \frac{2}{\pi d^2}$$

- Correctie toe te voegen aan het niveau L_p afhankelijk van de doorsnede van de in-/uitlaatopening en de hoek:

		Fréquences des bandes d'octave en hertz										
Section du débouché S [m²]	0,25	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	X	X	X
	1	X	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	X	X
	4	X	X	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	X
	16	X	X	X	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Angle θ	0°	- 5	- 4	- 3	- 2	- 1	0	0	0	0	0	0
	20°	- 5	- 4	- 3	- 3	- 2	- 1	- 1	- 1	- 1	- 1	- 1
	40°	- 6	- 5	- 5	- 4	- 4	- 3	- 3	- 3	- 3	- 3	- 3
	60°	- 6	- 6	- 6	- 7	- 7	- 9	- 9	- 9	- 9	- 9	- 9
	80°	- 7	- 7	- 8	- 10	- 13	- 39	- 39	- 39	- 39	- 39	- 39

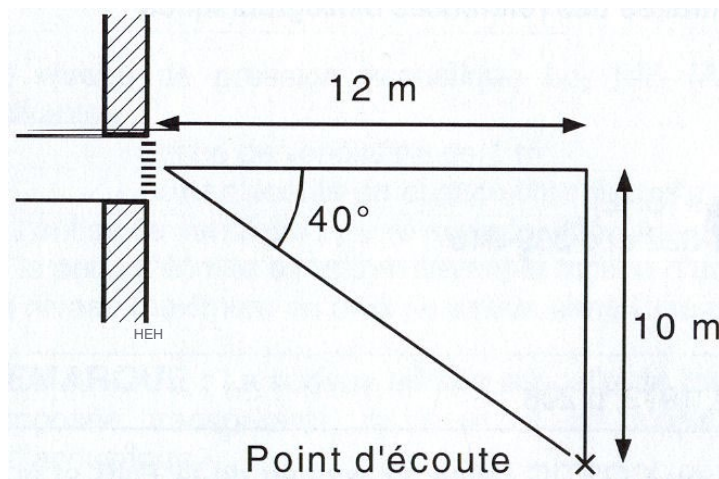


Beoordeling van het geluidsdrukniveau van een luchtinlaat/-uitlaatrooster

- Berekening per frequentieband – berekening van het geluidsdrukniveau

Voorbeeld voor een kanaal van 1 m²:

f (Hz):	63 (dB)	125 (dB)	250 (dB)	500 (dB)	1000 (dB)	2000 (dB)	4000 (dB)	8000 (dB)	Globaal (dB)
L_{WA}	60	63	62	61	58	56	52	50	68,5
L_{pA}	34	37	36	35	32	30	26	24	
ΔL	-5	-5	-4	-4	-3	-3	-3	-3	
L_{pA}	29	32	32	31	29	27	23	21	38,5



$$\text{Opp.} = 1 \text{ m}^2$$

$$d = 15,6 \text{ m}$$

$$L_p = L_W + 10 \lg \frac{2}{\pi 15,6^2}$$



Beoordeling van het geluidsdrukniveau van een luchtinlaat/-uitlaatrooster

- Berekening per frequentieband – invloed van de geometrie

Voorbeeld voor een kanaal van 1 m²:

f (Hz):	63 (dB)	125 (dB)	250 (dB)	500 (dB)	1000 (dB)	2000 (dB)	4000 (dB)	8000 (dB)	Globaal (dB)
L_{WA}	60	63	62	61	58	56	52	50	68,5
L_{pA}	34	37	36	35	32	30	26	24	
ΔL	-5	-5	-4	-4	-3	-3	-3	-3	
L_{pA}	29	32	32	31	29	27	23	21	38,5

Fréquences des bandes d'octave en hertz												
Section du débouché S [m ²]	0,25	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	X	X	X
	1	X	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	X	X
	4	X	X	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	X
	16	X	X	X	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Angle θ	0°	-5	-4	-3	-2	-1	0	0	0	0	0	0
	20°	-5	-4	-3	-3	-2	-1	-1	-1	-1	-1	-1
	40°	-6	-5	-5	-4	-4	-3	-3	-3	-3	-3	-3
	60°	-6	-6	-6	-7	-7	-9	-9	-9	-9	-9	-9
	80°	-7	-7	-8	-10	-13	-39	-39	-39	-39	-39	-39



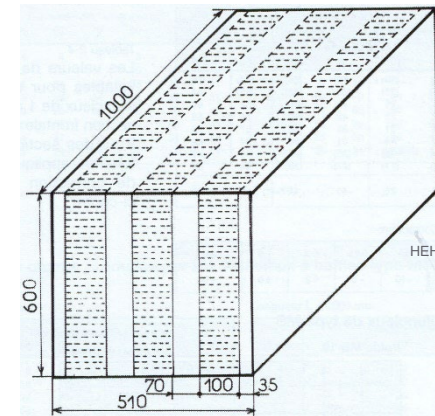
Vermindering van het geluidsdrukkniveau van een luchtinlaat/-uitlaatrooster

- Uitvoering van passieve geluiddempers: harde dichte omkasting (bijv. uit metaal), isolatiedeken van geluidsabsorberend materiaal (MW), geperforeerde plaat.



Vermindering van het geluidsdrukniveau van een luchtinlaat/-uitlaatrooster

- ▶ Uitvoering van passieve geluiddempers: harde dichte omkasting (bijv. uit metaal), isolatiedeken van geluidsabsorberend materiaal (MW), geperforeerde plaat.
- ▶ Selectie van de geluiddemper op basis van:
 - kosten,
 - gewicht,
 - ingenomen ruimte,
 - drukverliezen,



Longueur L = 1500 mm

f_m , Oct. en Hz	Ecartement des baffles s en mm						
	40	50	60	70	80	90	100
63	3	3	3	3	2	1	1
125	12	10	9	9	8	7	6
250	29	24	21	18	16	14	13
500	32	27	24	22	20	19	18
1 k	46	43	40	38	35	33	31
2 k	49	44	40	37	33	31	29
4 k	31	28	26	24	22	21	19
8 k	25	23	21	19	16	14	12







ALGEMEEN

- ▶ Normatieve en reglementaire context in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest
- ▶ Nuttige verbanden tussen L_{WA} en L_{pA}
- ▶ Beoordeling van het geluidsniveau in de omgeving

PRAKTISCHE BEREKENINGSTOOLS

- ▶ Som van geluidsniveaus en afscherming
- ▶ Berekening van het door een installatie gegenereerde geluidsniveau
- ▶ Beoordeling van het geluidsdrukniveau van een luchtinlaat/-uitlaatrooster
- ▶ Beperking van het geluid van HVAC-installaties in de omgeving

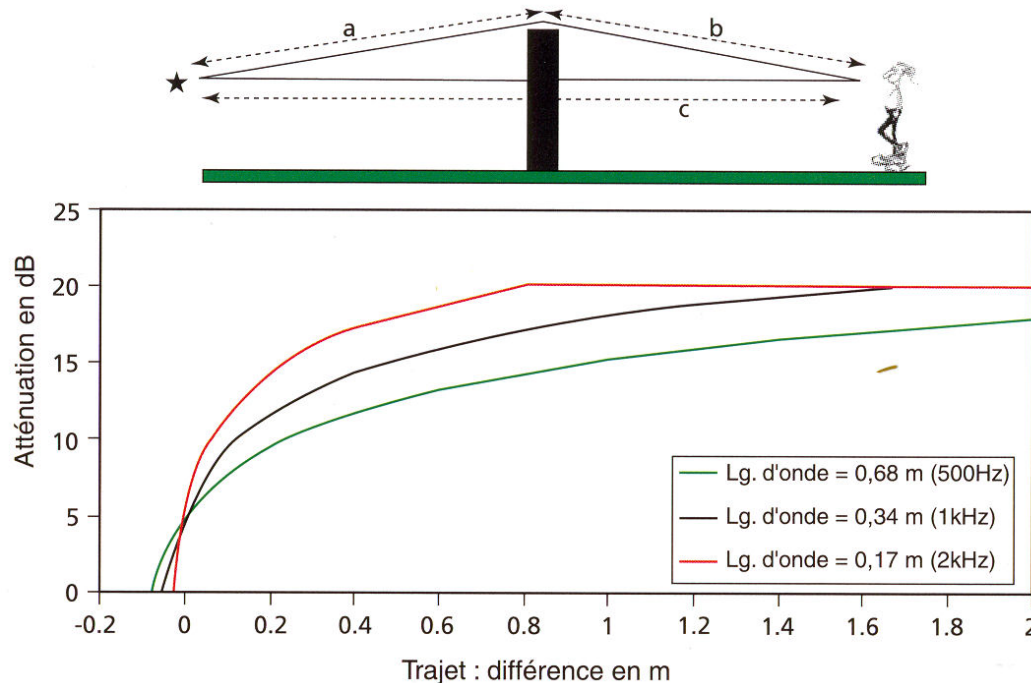
GELUIDSSCHERMEN EN AKOESTISCHE OMKASTINGEN

- ▶ **Berekening van de demping door een geluidsscherm in de praktijk**
- ▶ **Akoestische omkastingen**



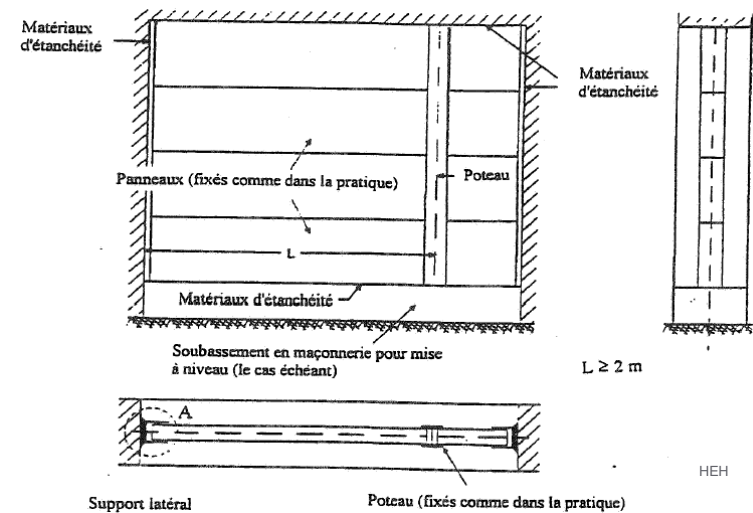
Effectiviteit van een geluidsscherm m.b.t. niveau en frequentie

- De effectiviteit van een geluidsscherm wordt in essentie door twee factoren bepaald:
 - het verschil tussen de rechtstreekse weg en de transmissie tussen de geluidsbron en de ontvanger en de weg via het obstakel: $a + b - c$,
 - de frequentie-inhoud van het geluid (minder effectief bij lage frequenties).



Effectiviteit van een geluidsscherm: geluidsverzwakkingsindex

- De effectiviteit van een geluidsscherm wordt uitgedrukt door de R_w of DLR (gemeten in het laboratorium)



Effectiviteit van een geluidsscherm: geluidsverzwakkingsindex

- ▶ Voorwaarden voor de goede werking van een geluidsscherm:
 - Effectieve "intrinsieke" dichtheid (massieve panelen),
 - Dichte verbindingen tussen de panelen,
 - Voldoende oppervlaktemassa,
 - Categorie-indeling (DLR).

Catégorie	DLR dB
B0	non déterminé
B1	< 15
B2	15 à 24
B3	> 24



GELUIDSSCHERMEN EN -BARRIÈRES

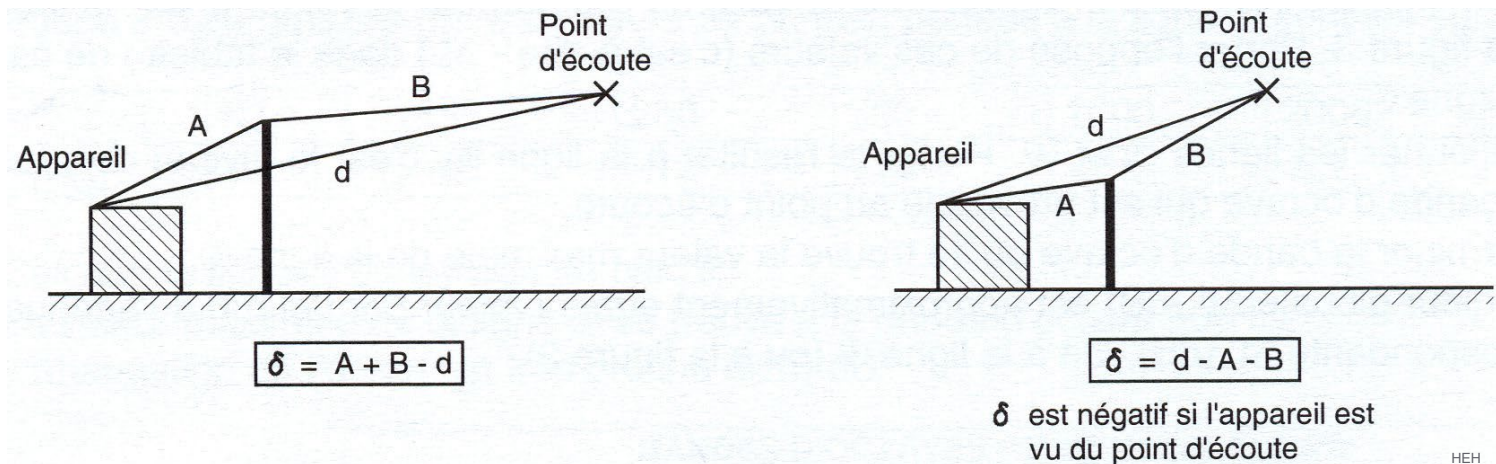
Effectiviteit van een geluidsscherm: geluidsverzwakkingsindex

- ▶ Luchtinlaat van machines: beperkte effectiviteit van opengewerkte schermen
- ▶ Akoestische lamellen/bijkomende geluiddempers



Effectiviteit van een geluidsscherm: dimensioneringsmethode

- ▶ Verscheidene methodes van toepassing:
 - ISO 9613-2 – volledige methode & software,
 - Vereenvoudigde methoden op basis van berekeningstabellen.
- ▶ De effectiviteit ΔL (bij afbuiging) van een geluidsscherm wordt in essentie door twee factoren bepaald:
 - de frequentie van het geluid,
 - de plaats van het scherm.

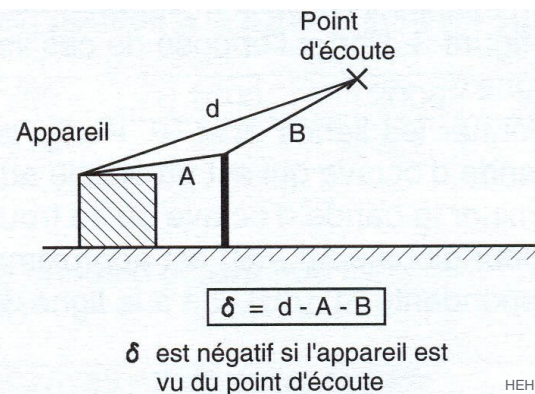
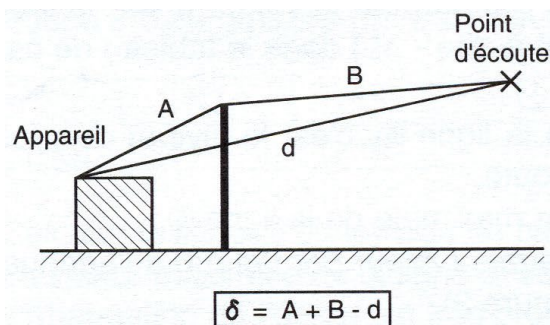


GELUIDSSCHERMEN EN -BARRIÈRES

Effectiviteit van een geluidsscherm: dimensioneringsmethode

- Effectiviteit ΔL van een geluidsscherm, toegepast op het spectrum in dB(A):

δ [m]	BANDES D'OCTAVES – Fréquences en hertz						
	63	125	250	500	1000	2000	4000
- 0,1	4	2	1	0	0	0	0
- 0,05	4	4	2	1	1	0	0
- 0	5	5	5	5	5	5	5
+ 0,05	6	6	7	8	10	11	13
+ 0,1	6	7	8	10	11	14	17
+ 0,2	7	8	10	11	14	17	19
+ 0,3	8	9	10	13	16	19	21
+ 0,4	8	10	11	14	17	20	22
+ 0,5	9	10	12	15	18	21	23
+ 0,8	10	11	13	17	19	23	26
+ 1,0	10	12	15	18	21	24	27



HEH

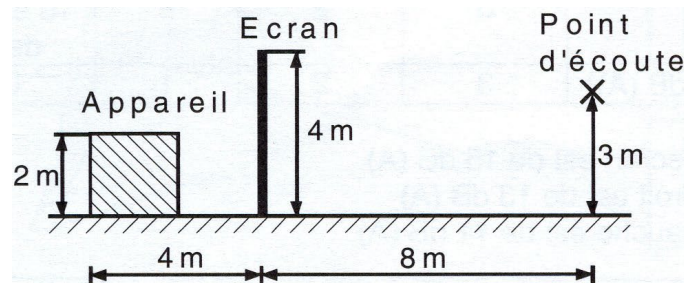


Effectiviteit van een geluidsscherm: dimensioneringsvoorbeeld

- Op 12 m wordt het volgende door een koeltoren gegenereerde spectrum gemeten.

f (Hz):	63	125	250	500	1000	2000	4000	Globaal
L_{pA} (dB)	39	49	53	58	58	57	53	63

- Wat is de demping van een 4 m hoog geluidsscherm, geplaatst op 4 m afstand van de geluidsbron?

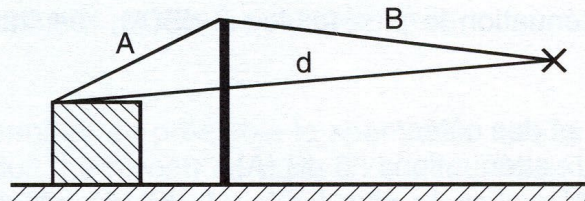


$$A = \sqrt{2^2 + 4^2} = 4,47 \text{ m}$$

$$B = \sqrt{1^2 + 8^2} = 8,06 \text{ m}$$

$$d = \sqrt{1^2 + 12^2} = 12,04 \text{ m}$$

$$\delta = A + B - d = 0,49 \text{ m}$$



HEH



GELUIDSSCHERMEN EN -BARRIÈRES

Effectiviteit van een geluidsscherm: dimensioneringsvoorbeeld

- Effectiviteit ΔL van een geluidsscherm, toegepast op het spectrum in dB(A):

δ [m]	BANDES D'OCTAVES – Fréquences en hertz						
	63	125	250	500	100	2000	4000
- 0,1	4	2	1	0	0	0	0
- 0,05	4	4	2	1	1	0	0
- 0	5	5	5	5	5	5	5
+ 0,05	6	6	7	8	10	11	13
+ 0,1	6	7	8	10	11	14	17
+ 0,2	7	8	10	11	14	17	19
+ 0,3	8	9	10	13	16	19	21
+ 0,4	8	10	11	14	17	20	22
+ 0,5	9	10	12	15	18	21	23
+ 0,8	10	11	13	17	19	23	26
+ 1,0	10	12	15	18	21	24	27

- Toepassing van ΔL op het spectrum van het gemeten geluidsdrukkniveau

f (Hz):	63	125	250	500	1000	2000	4000	Globaal
L_{pA} (dB)	39	49	53	58	58	57	53	63
ΔL (dB)	-9	-10	-12	-15	-18	-21	-23	
L_{p2} (dB)	30	39	41	43	40	36	30	47,5



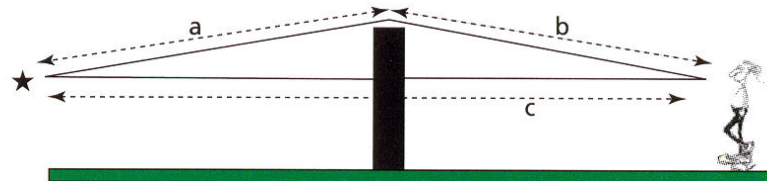
Effectiviteit van een geluidsscherm: dimensioneringsvoorbeeld

- Intrinsieke effectiviteit van een geluidsscherm.

f (Hz):	63	125	250	500	1000	2000	4000	Global
L_{pA} (dB)	39	49	53	58	58	57	53	63
ΔL (dB)	-9	-10	-12	-15	-18	-21	-23	
L_{p2} (dB)	30	39	41	43	40	36	30	47,5

De maximale waarde van de laatste regel bepaalt de prestaties van het geluidsscherm:

$$\Delta L = 58 - 43 = 15 \text{ dB}$$

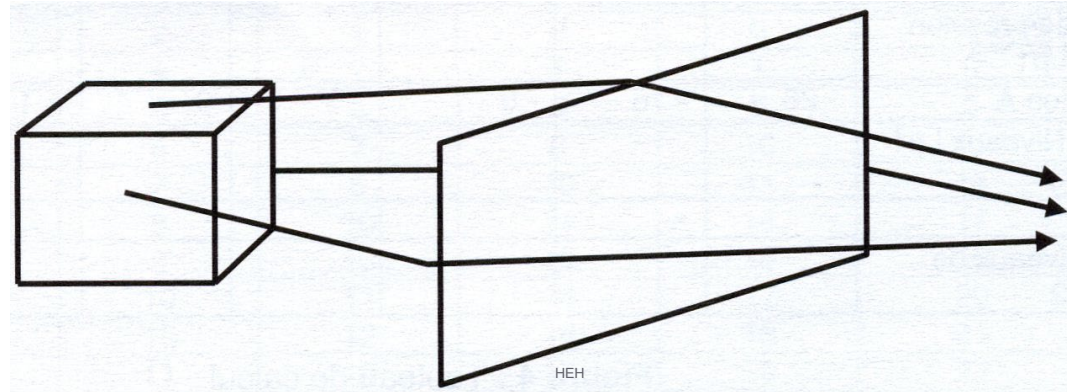


B&K



Effectiviteit van een geluidsscherm: dimensioneringsmethode

- ▶ Geluidsscherm met afgewerkte afmetingen: berekening van de verschillende voortplantingswegen
 - via de bovenkant van het scherm
 - via de zijkanten
- ▶ De damping aan de zijkanten van het scherm wordt op dezelfde manier bepaald als voor de bovenkant van het scherm.



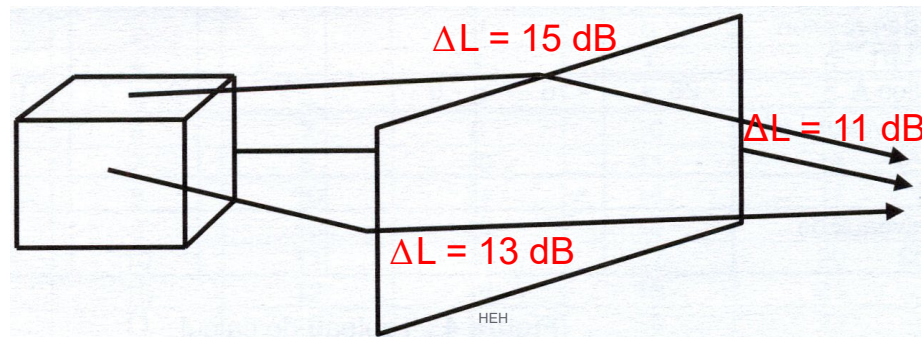
- ▶ De totale damping van het scherm wordt berekend met behulp van de volgende tabel: damping resulterend uit twee dampings:

Différence entre les deux atténuations [dB (A)]	0	2	6	10 et au-delà
Valeur à enlever à l'atténuation la plus faible [dB (A)]	3	2	1	0



Effectiviteit van een geluidsscherm: dimensioneringsmethode

- ▶ Voorbeeld: resulterende effectiviteit, rekening houdend met de verschillende dempingen
 - via de bovenkant van het scherm
 - via de zijkanten
- ▶ De demping van een geluidsscherm bedraagt 15 dB(A) via de bovenkant, 13 dB(A) via de rechterkant en 11 dB(A) via de linkerkant. Wat is de resulterende demping?



Différence entre les deux atténuations [dB (A)]	0	2	6	10 et au-delà
Valeur à enlever à l'atténuation la plus faible [dB (A)]	3	2	1	0

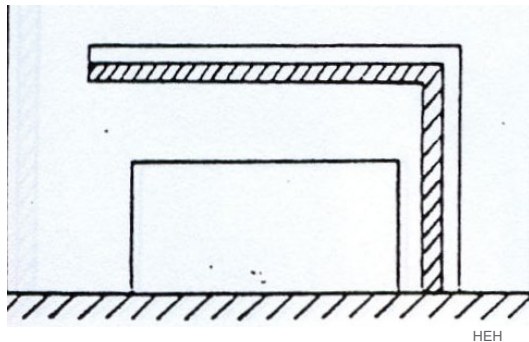
- tussen linker- en rechterkant: $13 - 11 = 2 \text{ dB(A)} \rightarrow 11 - 2 \text{ (tabel)} = 9 \text{ dB(A)}$
- tussen bovenkant en zijkanten: $15 - 9 = 6 \text{ dB(A)} \rightarrow 9 - 1 \text{ (tabel)} = \underline{8 \text{ dB(A)}}$



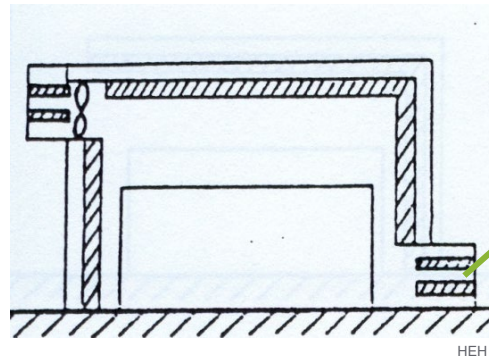
Omkastig van machines

- Verwachte effectiviteit

Halfopen omkastig:
5 tot 15 dB(A)



Gesloten omkastig:
20 tot 35 dB(A)



- Materialen voor akoestische omkastig, voorbeeld van een samenstelling:
 - geperforeerd staal (45 %), dikte 1 mm,
 - glasvlies (bescherming),
 - minerale wol 80 mm,
 - vol staal, dikte 1,5 cm.





- ▶ De toegelaten maximale geluidsniveaus voor de installaties zijn vastgelegd in het Besluit van de BHR van 21/11/2002. De te realiseren waarden beogen een relatief laag geluidsniveau in de omgeving (strijd tegen buurlawaai).
- ▶ Op de technische fiches van de installaties wordt over het algemeen het geluidsvermogeniveau L_{WA} vermeld. Op basis hiervan is het mogelijk berekeningen voor de voortplanting van het geluid in de omgeving uit te voeren.
- ▶ Het geluidsdrukniveau L_{pA} gegenereerd door de installaties en onderworpen aan de criteria van het Besluit van de BHR zal afhankelijk zijn van de L_{WA} maar eveneens van de afstand, het richtingseffect van de bron, schermeffecten en geluidsreflecties. Met de hierboven beschreven tools kan een indicatieve berekening van de L_{pA} worden uitgevoerd. Voor een nauwkeurigere berekening, met inachtneming van andere parameters, is het nodig berekeningssoftware te gebruiken.
- ▶ In de meeste gevallen zal het, om aan de beoogde criteria te voldoen, zelfs bij beperking van de L_{WA} , noodzakelijk zijn de installaties te voorzien (bijv. warmtepompen, pompen, ventilatoren, ...) van bijkomende akoestische inrichtingen om de geluidsniveaus te verminderen: geluiddempers, geluidsschermen, akoestische omkastingen, ...





Gids Duurzame Gebouwen

www.gidsduurzamegebouwen.brussels

- ▶ Dossier | [Het akoestisch comfort verzekeren](#)
- ▶ Voorziening | [Technische installaties](#)
- ▶ Voorziening | [Akoestiek van het ventilatiesysteem](#)
- ▶ Voorziening | [Akoestiek van een massieve enkele wand](#)
- ▶ Voorziening | [Akoestiek van een lichte gipskartonwand](#)
- ▶ Voorziening | [Akoestiek van een massieve dragende vloerplaat](#)
- ▶ Voorziening | [Contactgeluidisolerende materialen en systemen](#)
- ▶ [Overzicht van de voorzieningen](#)
- ▶ Dossier | [De bijdrage van het gebouw aan de geluidshinder in de wijk beperken](#)



Websites

- ▶ FRANCE AIR

<https://www.france-air.com/wp-content/uploads/2016/08/Memento20Acoustique.pdf>

- ▶ BUILDWISE

www.buildwise.be



Opleiding

- ▶ Akoestiek van gebouwen

www.buildsilence.be

Regelmatige opleidingen over de akoestiek van gebouwen



Manuel VAN DAMME

Acoustical Expert

Build Silence

www.buildsilence.bemvd@buildsilence.be

BEDANKT VOOR UW AANDACHT

