



Normatief kader voor akoestiek in schoolgebouwen



Pierre DE FONSECA
Facilitator Duurzame Gebouwen

I. PRESENTATIE VAN DE SPREKER

Het bureau De Fonseca voert momenteel de opdracht van Facilitator Duurzame Gebouwen uit voor Leefmilieu Brussels.

De Facilitator Duurzame Gebouwen is een gratis helpdesk die professionals uit de bouwsector ondersteunt met expertise in verschillende domeinen, waaronder akoestiek (akoestisch comfort, akoestische prestaties en geluidshinder).

Deze dienst biedt u gepersonaliseerde begeleiding dankzij zijn brede waaier aan ondersteuningsmogelijkheden zoals:

- begeleiding vanaf het ontwerp tot de uitvoering van uw projecten
- technische adviezen en aanbevelingen
- uitleg over de huidige normen en reglementeringen
- kritisch lezen van bestekken en vergelijking van prijsoffertes

Pierre De Fonseca maakt deel uit van een team van 12 akoestisch ingenieurs bij Bureau De Fonseca. Hij heeft meer dan 20 jaar ervaring in projecten in bouwakoestiek en omgevingsgeluid verspreid over Brussel, Vlaanderen en Wallonië. In deze periode gaf hij leiding aan het bureau en begeleidde hij meer dan 1.000 projecten in gans België.

Akoestisch comfort in scholen is essentieel omdat een rustige leeromgeving de concentratie, het begrip en het welzijn van leerlingen aanzienlijk verbetert. Goede akoestiek vermindert afleiding en stress, waardoor zowel leerlingen als leerkrachten effectiever kunnen communiceren en functioneren. Deze presentatie behandelt daarom de Belgische norm met akoestische criteria voor schoolgebouwen,



DOELSTELLINGEN VAN DE PRESENTATIE

- Verduidelijken van het normatief kader,

en
- Inzicht geven in de verschillende aspecten van het akoestisch comfort die de totale akoestische ervaring bepalen.



INHOUDSTAFEL

- I. De norm NBN S01-400-2
- II. Luchtgeluidsisolatie
- III. Contactgeluid
- IV. Gevelgeluidsisolatie
- V. Installatiegeluid
- VI. Nagalmtijd en geluidabsorptie



I. De norm NBN S01-400-2



I. DE NORM NBN S01-400-2

- Akoestische prestatie-eisen voor het afgewerkte gebouw
- Voor nieuwbouw en renovaties met vergunning
- Criteria gelden als code van de goede praktijk
- Niet van toepassing op internaten en niet voor tijdelijke constructies (< 5 jaar)
- Daarnaast regionale wetgevingen voor omgevingsgeluid

ICS: 17.140.01 ; 17.160

Norme belge

NBN S 01-400-2

1e éd., octobre 2012

Indice de classement: S 01

Critères acoustiques pour les bâtiments scolaires

Akoestische criteria voor schoolgebouwen

Acoustic criteria for school buildings

Autorisation de publication: 20 juillet 2012

Commission: Acoustique



Bureau de Normalisation - Rue de Birmingham 131 - 1070 Bruxelles - Belgique
Tél: +32 2 738 01 12 - Fax: +32 2 733 42 64 - E-mail: info@nbn.be - NBN Online: www.nbn.be
Banque 000-3255621-10 IBAN BE41 0003 2556 2110 BIC BPOTBEB1 TVA BE0880857592

© NBN 2012

Prix: groupe 18



I. DE NORM NBN S01-400-2

- Indeling van de ruimten
 - Leslokaal, landschapsleslokaal, auditorium, atelier, sporthal, ...
 - Circulatieruimte, ontmoetingsruimte, opzoekingsruimte, ...
 - Technische ruimte, leraarskamer, keuken, refter, ...
- Toestand van de ruimten
 - Afgewerkt
 - Onbezet
 - Onbemeubeld
- Architecturale begrippen
 - Technische installaties: langdurig of tijdelijk hoorbaar



II. Luchtgeluidsisolatie



II. LUCHTGELUIDSISOLATIE

Gewogen gestandaardiseerd
geluidsdrukniveauverschil tussen twee ruimten
 D_A :

- Hoe hoger, hoe beter
- Verschil tussen geluidniveau in een zendruimte en geluidsniveau in een ontvangstruimte, gecorrigeerd voor
 - Achtergrondgeluid
 - Nagalmtijd
- Afhankelijk van de meetrichting
- Concept:
 - Luchtgeluidproductie in de zendruimte
 - Geluidgevoeligheid van de ontvangstruimte



II. LUCHTGELUIDSISOLATIE

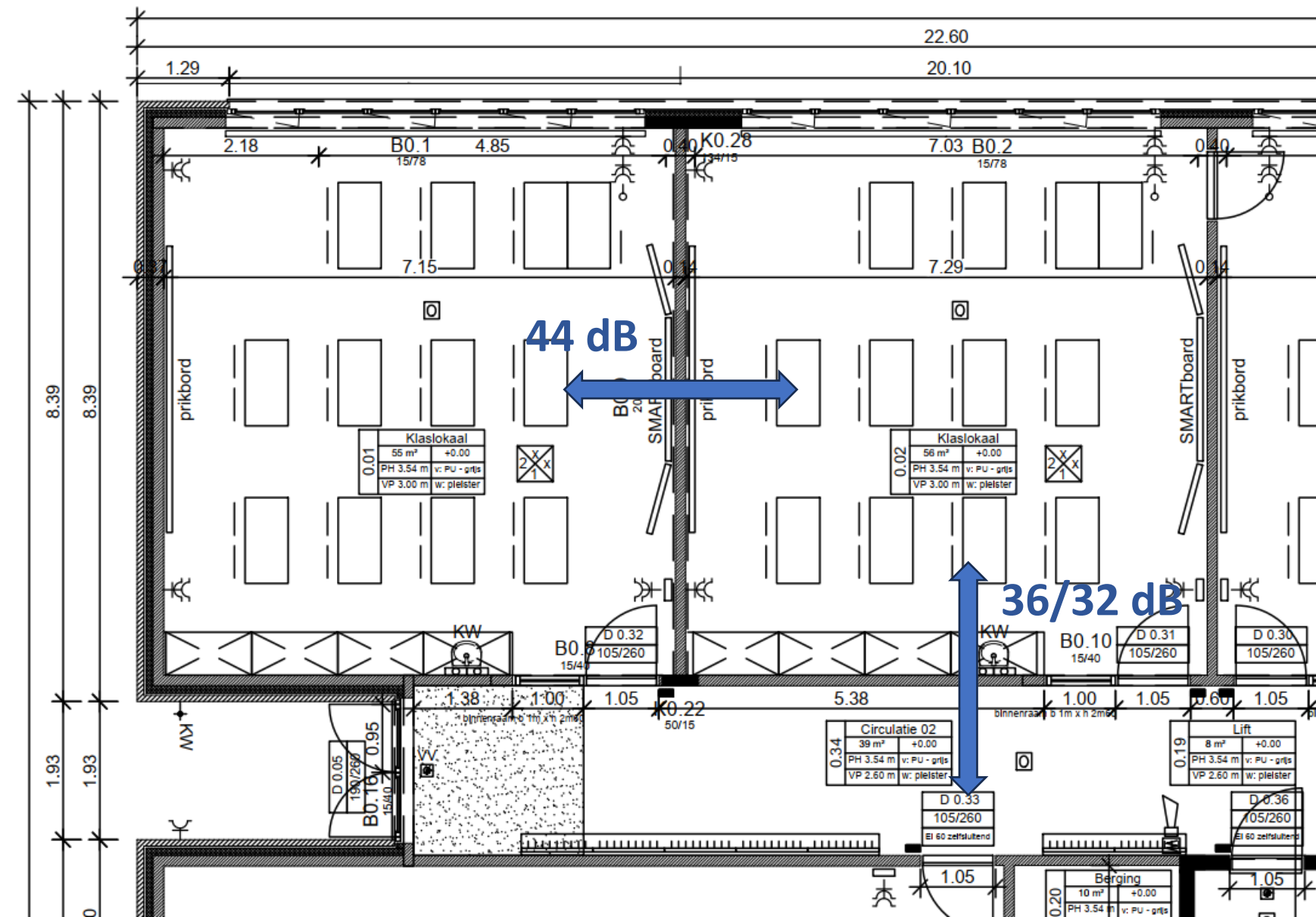
In-situ eisen

- 4 dB hoger indien personen met auditieve of communicatieve beperkingen
- Marge 2 dB

Minimaal vereiste $D_A = D_{nT,w} + C$ [dB]	VAN (zendruimte)										
NAAR (ontvangruimte)	leslokaal	kleuterklas	lokaal voor muziekonderricht	studiezones / opzoekingsruimte	binnenspeelplaats (2)	sporthal / turnzaal / atelier	leraarskamer	sanitaire ruimte	circulatie ruimte kortstondig gebruik	Circulatie ruimte doorlopend gebruik	ontmoetingsruimte
leslokaal	44 ₍₆₎	48	56 ₍₃₎	(1)	56	56	48	48	32	36	44 ₍₅₎
kleuterklas	(1)	44 ₍₆₎	52 ₍₃₎	(1)	32	52	44	44	32	36	44 ₍₅₎
lokaal voor muziekonderricht	(1)	(1)	52 ₍₃₎	(1)	56	56	(1)	48	32	36 ₍₃₎	44 ₍₅₎
studiezones / opzoekingsruimte	48	52	60 ₍₃₎	40	60	60	52	52	32	36	44 ₍₅₎
sporthal / turnzaal / binnenspeelplaats ⁽²⁾ / atelier	(1)	(1)	(1)	(1)	32	32	(1)	32	g.e.	g.e.	g.e.
leraarskamer	(1)	44	52 ₍₃₎	(1)	52	52	44	44	(1)	(1)	(1)
sanitaire ruimte	(1)	(1)	(1)	(1)	32	32	(1)	32	g.e.	g.e.	g.e.
circulatie ruimte / ontmoetingsruimte	(1)	(1)	(1)	(1)	g.e.	g.e.	38 ₍₄₎	g.e.	g.e.	g.e.	g.e.



II. LUCHTGELUIDSISOLATIE



II. LUCHTGELUIDSISOLATIE

Berekening in ontwerpfase

Belgian Standard	
ISO 12354-1:2017	NBN
EN ISO 12354-1:2017	
NBN EN ISO 12354-1:2017	
Building acoustics - Estimation of acoustic performance of buildings from the performance of elements - Part 1: Airborne sound insulation between rooms (ISO 12354-1:2017)	

Valid from 22-09-2017

Replaces NBN EN 12354-1:2000

$$D_{nT} = L_1 - L_2 + \left(10 \lg \frac{T}{T_o} \right) \text{dB}$$

$$K_{ij} = \frac{D_{v,ij} + D_{v,ji}}{2} + \left(10 \lg \frac{l_{ij}}{\sqrt{a_i a_j}} \right) \text{dB}$$

$$a = \frac{2,2\pi^2 S}{c_o T_s} \sqrt{\frac{f_{\text{ref}}}{f}}$$

$$\overline{D_{v,ij,n}} = \frac{D_{v,ij} + D_{v,ji}}{2} + \left(10 \lg \frac{l_{ij} l_0}{\sqrt{S_{m,i} S_{m,j}}} \right) \text{dB}$$

$$R_{ij} = \frac{R_{i,\text{situ}}}{2} + \Delta R_{i,\text{situ}} + \frac{R_{j,\text{situ}}}{2} + \Delta R_{j,\text{situ}} + \overline{D_{v,ij,\text{situ}}} + \left(10 \lg \frac{S_s}{\sqrt{S_i S_j}} \right) \text{dB}$$

$$R'_w = - \left(10 \lg \left(10^{-R_{Dd,w}/10} + \sum_{F=f=1}^n 10^{-R_{Ff,w}/10} + \sum_{f=1}^n 10^{-R_{Df,w}/10} + \sum_{F=1}^n 10^{-R_{Fd,w}/10} + \frac{A_o}{S_s} \sum_{j=1}^m 10^{-D_{nj,w}/10} \right) \right) \text{dB}$$

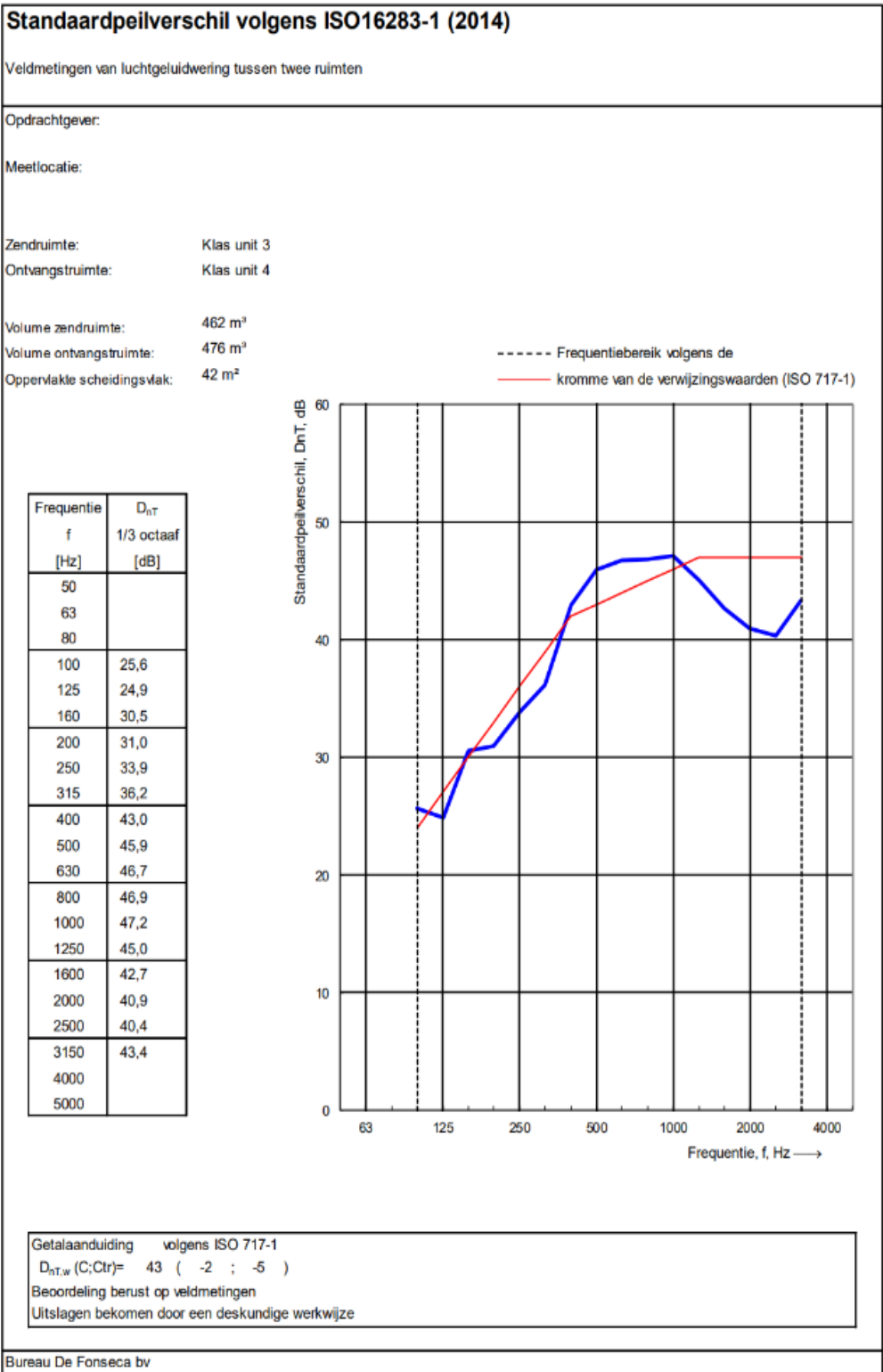


II. LUCHTGELUIDSISOLATIE

In-situ meting

- $D_A = 42 \text{ dB}$
- Voldoet net mits inrekening brengen van de marge
- Normen
 - NBN EN ISO 16283-1
 - NBN EN ISO 717-1

Opsporen van lekken



III. Contactgeluid



III. CONTACTGELUID

Gewogen gestandaardiseerd contactgeluiddrukkniveau in een ruimte L'_i :

- Hoe lager, hoe beter
- Geluidniveau in een zendruimte ten gevolge van genormeerde excitatie, gecorrigeerd voor
 - Achtergrondgeluid
 - Nagalmtijd
- Afhankelijk van de meetrichting
- Concept:
 - Contactgeluidproductie in de zendruimte
 - Geluidgevoeligheid van de ontvangstruimte



III. CONTACTGELUID

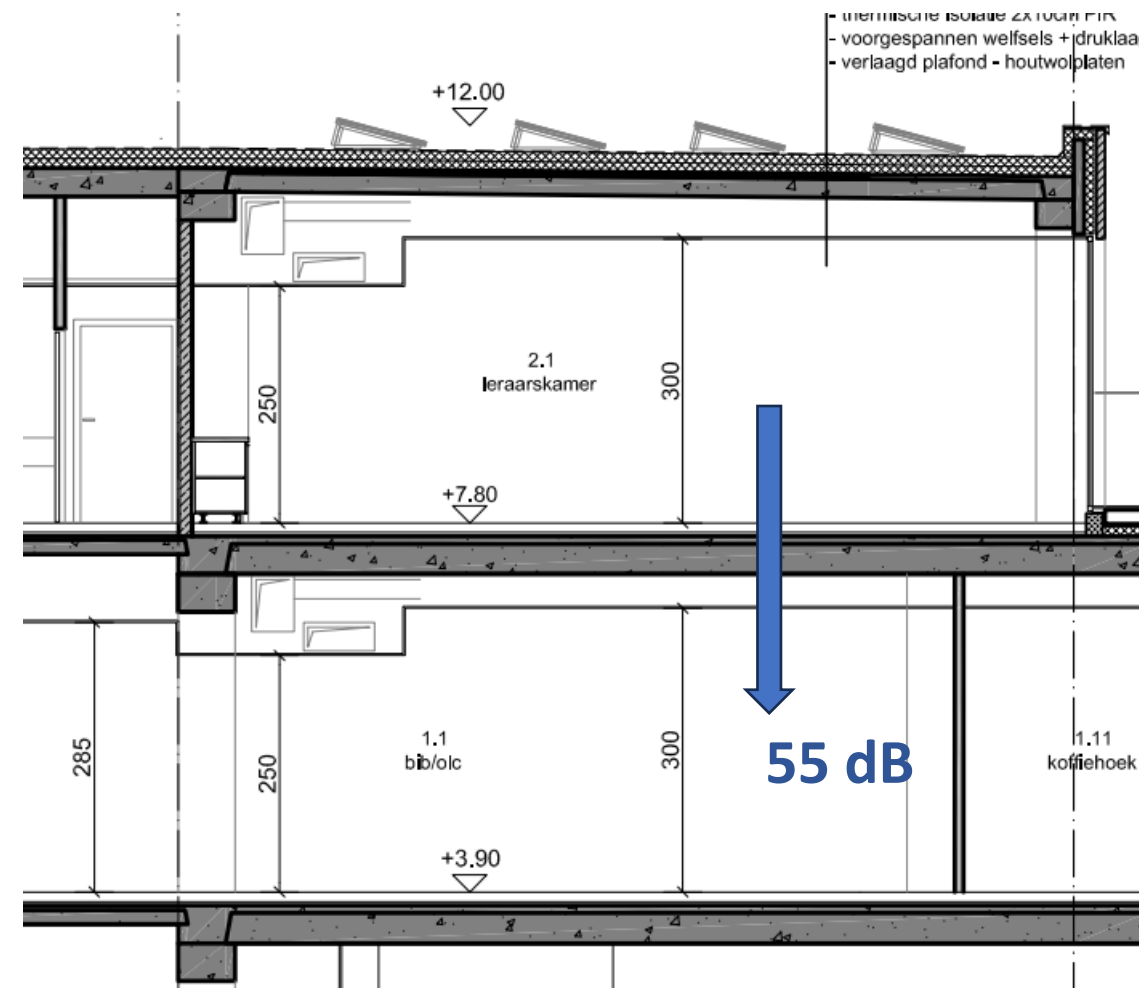
In-situ eisen

- 4 dB lager indien personen met auditieve of communicatieve beperkingen
- Marge 2 dB

Maximaal toegelaten $L'_I = L'_{nT,w} + C_I$ [dB]	VAN (zendruimte)							
NAAR (ontvangruimte)	leslokaal / leraarskamer / sanitaire ruimte	kleuterklas / lokaal voor muziekonderricht (1)	studiezone	opzoekingsruimte	sporthal / turnzaal / Binnenspeelplaats (2) / atelier	circulatie ruimte kortstondig gebruik	circulatie ruimte doorlopend gebruik	ontmoetingsruimte
lokaal voor muziekonderricht / studiezone	55	50	60	55	45 (te vermijden situatie)	60(3)	55(3)	50
leslokaal / kleuterklas	60	55	65	60	45 (te vermijden situatie)	65(3)	60(3)	55
lokaal voor muziekonderricht	60	55	65	60	55	65(3)	60(3)	55
Opzoekingsruimte / leraarskamer	60	55	65	60	55	65(3)	60(3)	55
sporthal / turnzaal	65	65	g.e.	g.e.	60	g.e.	65(3)	60
atelier / binnenspeelplaats ⁽²⁾ / sanitaire ruimte / circulatie ruimte / ontmoetingsruimte	g.e.	g.e.	g.e.	g.e.	65	g.e.	g.e.	g.e.



III. CONTACTGELUID



III. CONTACTGELUID

Berekening in ontwerpfase

Belgian Standard

ISO 12354-2:2017

┐ NBN

EN ISO 12354-2:2017

NBN EN ISO 12354-2:2017

└ ┘

Building acoustics - Estimation of acoustic performance of buildings from the performance of elements - Part 2: Impact sound insulation between rooms (ISO 12354-2:2017)

Valid from 22-09-2017

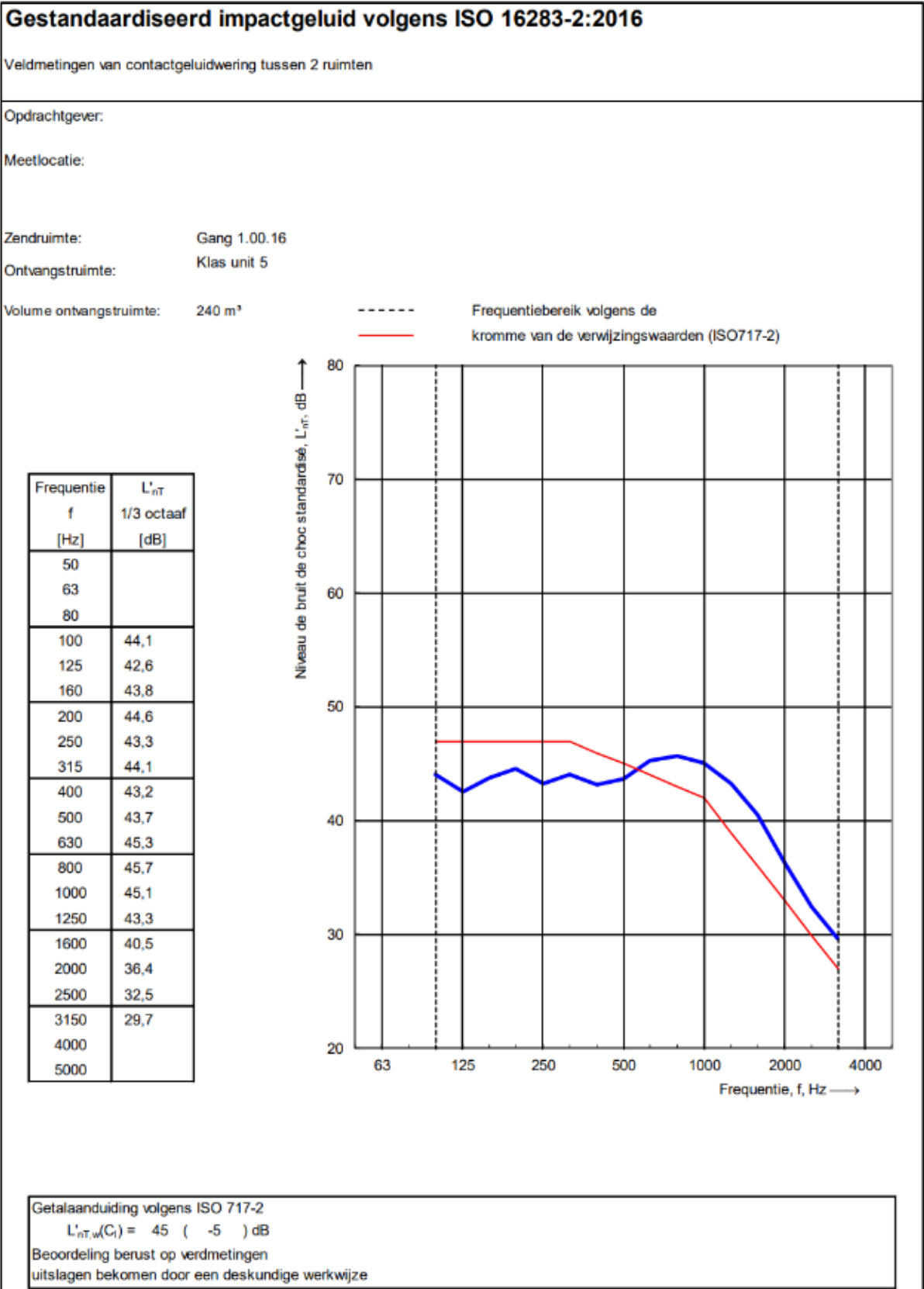
Replaces NBN EN 12354-2:2000

 2

III. CONTACTGELUID

In-situ meting

- $L'_i = 40 \text{ dB}$
- Voldoet ruimschoots



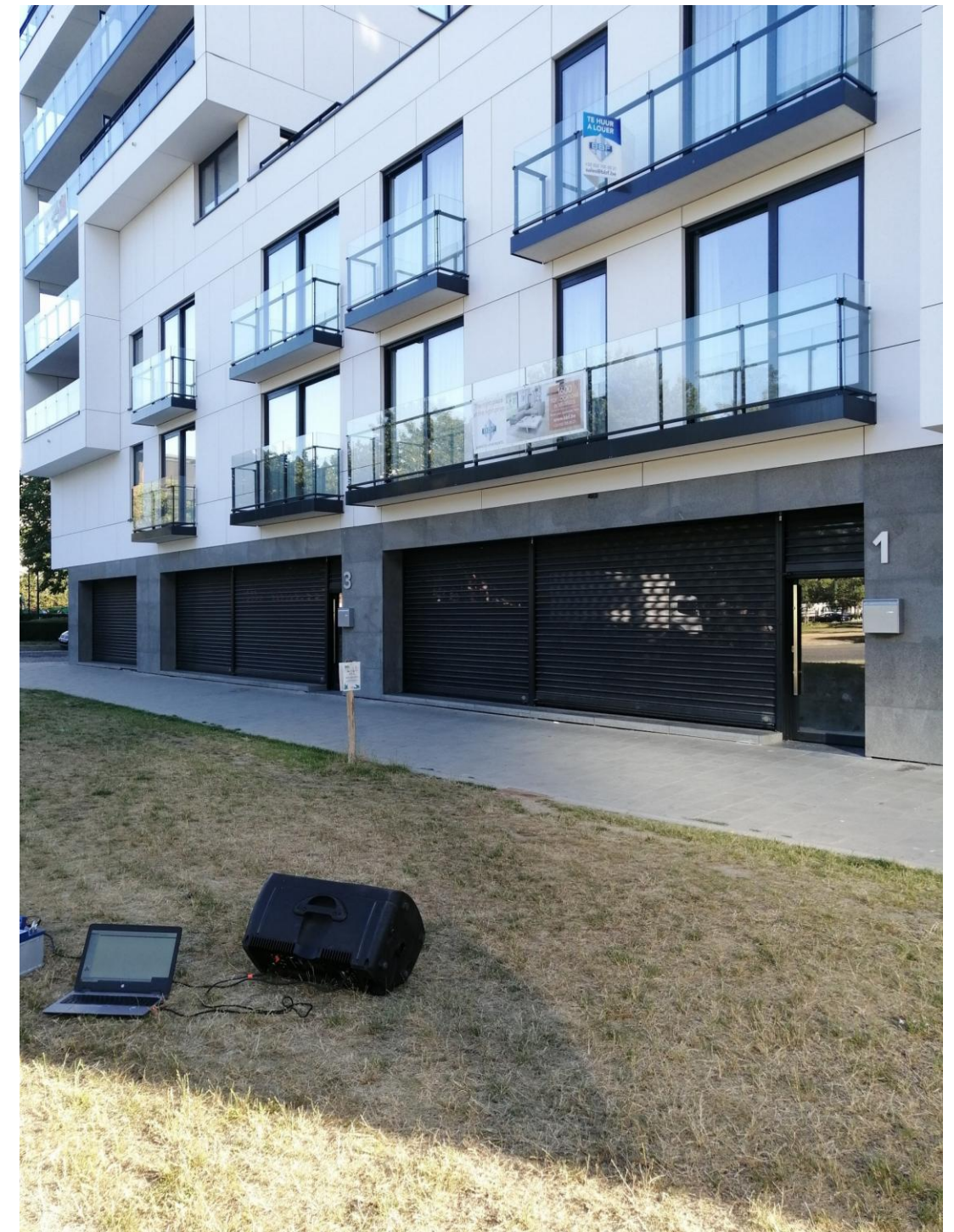
IV. Gevelgeluidsisolatie



IV. GEVELGELUIDSISOLATIE

Gewogen gestandaardiseerd
geluidsdrukniveauverschil voor een gevelvlak
 D_{Atr} :

- Hoe hoger, hoe beter
- Verschil tussen geluidniveau op 2m van een gevelvlak en geluidsniveau in de ontvangstruimte, gecorrigeerd voor
 - Achtergrondgeluid
 - Nagalmtijd
- Met een correctie voor laagfrequent geluid
- Concept:
 - Sterkte van het verkeersgeluid in de omgeving
 - Geluidgevoeligheid van de ontvangstruimte



IV. GEVELGELUIDSISOLATIE

In-situ eisen

Normale eis	Verhoogde eis
$D_{Atr} \geq L_A - L_{Aeq,nT,stat} + m \text{ dB (1)}$ en $D_{Atr} \geq 26 \text{ dB (2)}$	$D_{Atr} \geq L_A - L_{Aeq,nT,stat} + 4 + m \text{ dB (1)}$ en $D_{Atr} \geq 30 \text{ dB (2)}$

- L_A : het verkeersgeluid buiten voor de gevel
- $L_{Aeq,nT,stat}$: het geluid van de continu werkende installaties
- Verhoogde eis indien personen met auditieve of communicatieve beperkingen
- Eisen aan gevelelementen als default-eisen
- Marge 3 dB

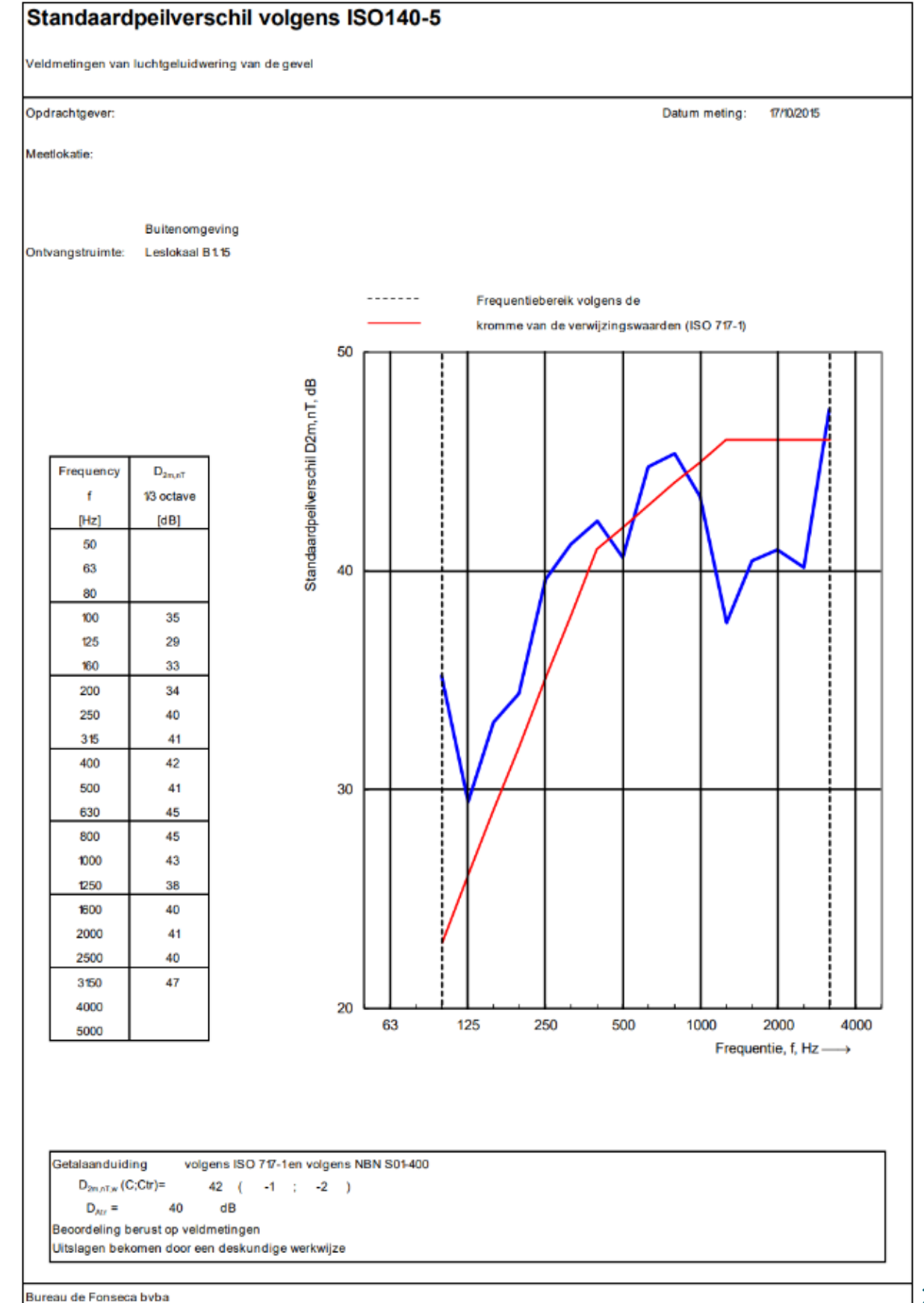




IV. GEVELGELUIDSISOLATIE

In-situ meting

- $D_{Atr} = 40$ dB
- Normen
 - NBN EN ISO 16283-3 (140-5)
 - NBN EN ISO 717-1
- Controle volgens de norm
 - Meten D_{Atr}
 - Verificatie L_A van het bouwdossier



V. Installatiegeluid



V. INSTALLATIEGELUID

A-gewogen equivalent gestandaardiseerd geluidsdrukkniveau $L_{Aeq,nT}$:

- Hoe lager, hoe beter
- Geluid van gebouwgeïnstalleerde installaties binnen of buiten de beschouwde ruimte
- Twee soorten
 - Langdurig hoorbare installaties
 - Tijdelijk hoorbare installaties
- Gemiddeld geluidsniveau in de ontvangstruimte, gecorrigeerd voor
 - Nagalmtijd



V. INSTALLATIEGELUID

In-situ eisen - stabiel geluid

Ruimte	Max $L_{Aeq, nT, stat}$ [dB]
Sanitaire ruimte	65
Circulatie	45
Bureel, leraarskamer	40
Labo	40
Leslokaal	35
Technische ruimte	75
Eetruimte	45
Keuken	50
Polyvalente ruimte	35
Theaterzaal	30
Foyer	45
Leerplein	35
Sporthal	40
Kleedruimte	Geen eis
Repetitieruimte	30

- Geluid van alle continu werkende installaties samen
- 4 dB strenger indien personen met auditieve of communicatieve beperkingen
- Marge 0 dB



V. INSTALLATIEGELUID

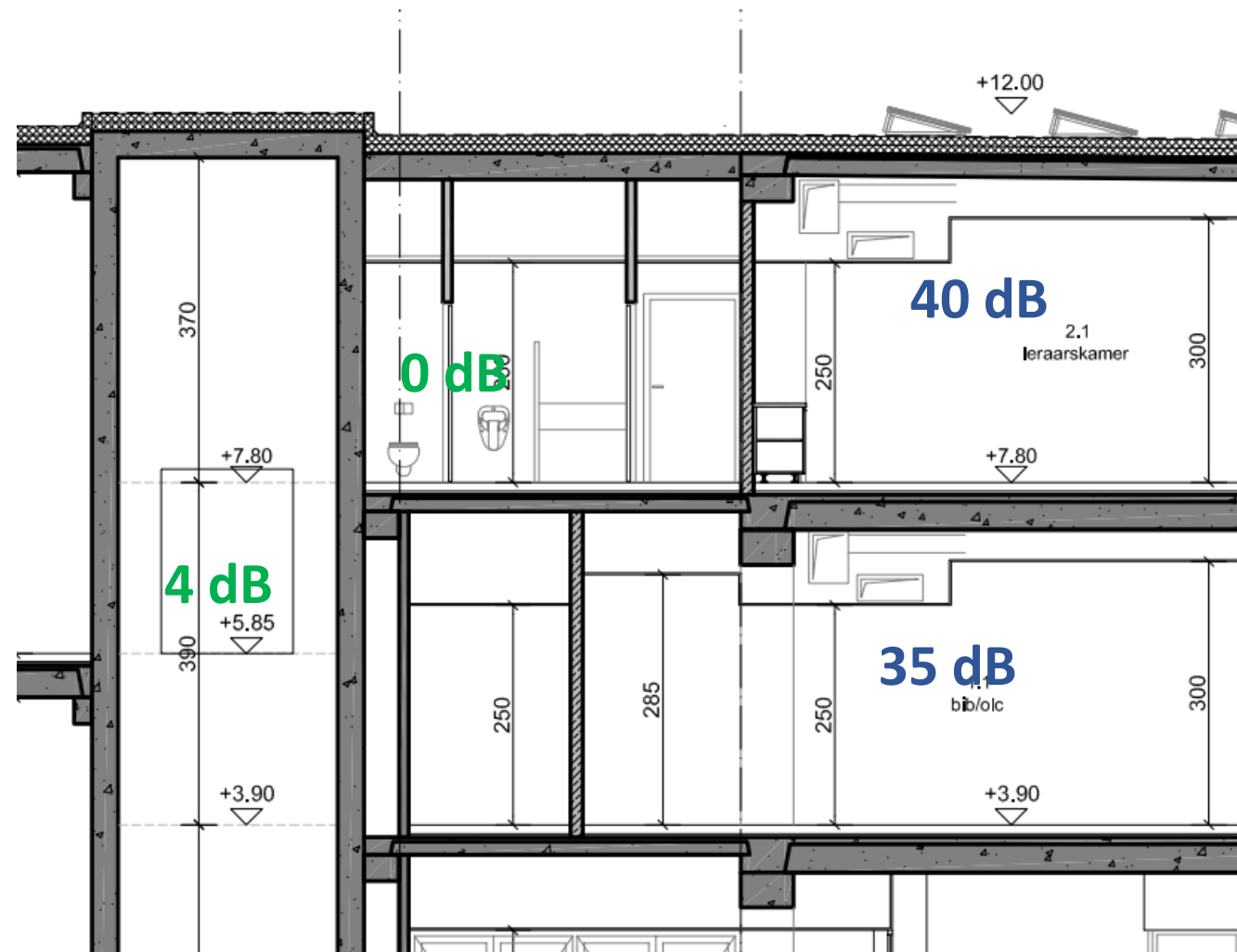
In-situ eisen - incidenteel geluid

Geluidsbron	Maximale overschrijding achtergrondgeluidniveau
	$L_{Aeq,nT} - L_{Aeq,nT,stat}$
Toiletafvoeren	≤ 0 dB
Kanalen en andere leidingen	≤ 6 dB
Sanitaire toestellen	≤ 2 dB
Liften	≤ 4 dB
Boilers en pompen	≤ 6 dB
Gemotoriseerde deuren, schermen of (rol)luiken	≤ 8 dB

- Per type installatie
- Strenger indien personen met auditieve of communicatieve beperkingen
- Marge 0 dB



V. INSTALLATIEGELUID



Continu installatiegeluid

Incidenteel installatiegeluid



V. INSTALLATIEGELUID

In-situ meting

- Norm
 - NBN EN ISO 10052
- Meten in representatief regime dat voldoet aan wettelijke eisen voor gebruikerscomfort
- Controle volgens de norm
 - Meten in 3 posities
 - Minstens één nabij de geluidsbron maar $> 1,5$ m
 - Geen marge



VI. Nagalmtijd en geluidabsorptie

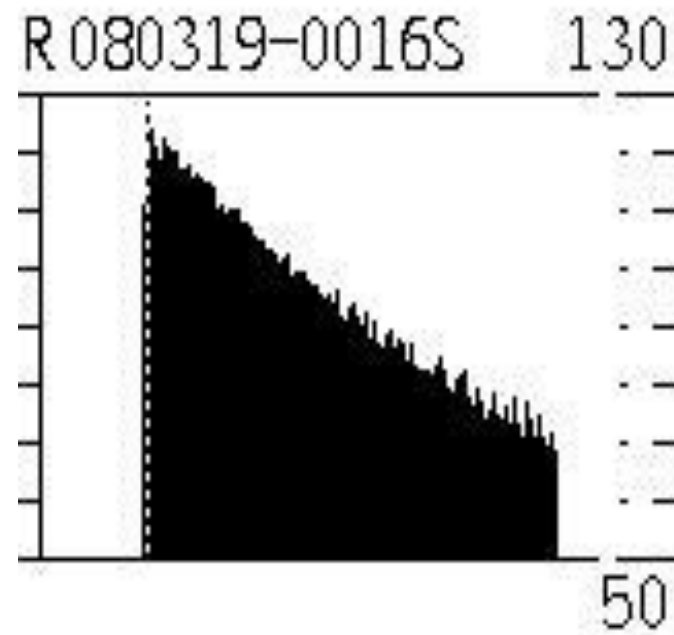


VI. NAGALMTIJD EN GELUIDABSORPTIE

Vermijden van weergalming en echo's

Twee eisen

- Ontwerpeis
 - Aantonen in ontwerp
 - NBN EN ISO 354 en NBN EN ISO 11654
- Eis afgewerkt gebouw
 - Meten in situ
 - NBN EN ISO 3382-2 of -1



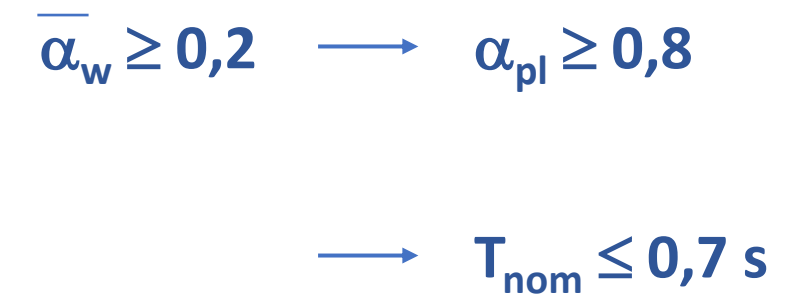
VI. NAGALMTIJD EN GELUIDABSORPTIE

Ontwerpeisen en eisen afgewerkt gebouw

Lokaal	Ontwerpeis	Eis afgewerkt lokaal
Leslokaal,	$\overline{\alpha_w} \geq 0,2$	$0.35 * \log(\text{volume} * 1.25)$
Ontspanningsruimte	$\overline{\alpha_w} \geq 0,2$	1,0
Leerplein	$\overline{\alpha_w} \geq 0,2$	0,8
Labo, leskeuken	$\overline{\alpha_w} \geq 0,2$	0,8
Refter	-	1,0
Sporthal, danszaal	$\overline{\alpha_w} \geq 0,2$	$\text{Log}(v/50)$
Burelen	-	1,0
Polyvalente ruimte	$\overline{\alpha_w} \geq 0,2$	1,0
Repetitieruimte	-	0,6
Theaterzaal/polyvalente ruimte	$\overline{\alpha_w} \geq 0,2$	1,0
Gangen/traphallen	-	Absorberend oppervlak $\geq 40\%$ van het geprojecteerd plafondoppervlak

- Strenger indien personen met auditieve of communicatieve beperkingen
- Bijkomende eisen bij lage frequenties
- Marge 10%





TE ONTHOUDEN VAN DE PRESENTATIE

- De norm NBN S01-400-2 beschrijft de code van de goede praktijk
- Hij beschrijft prestatie-eisen voor diverse aspecten van het akoestisch comfort in typische lokalen die in een school voorkomen
 - Luchtgeluidisolatie
 - Contactgeluidisolatie
 - Gevelgeluidisolatie
 - Installatiegeluid
 - Nagalmtijd en geluidabsorptie
- Hoe vroeger in het ontwerp rekening gehouden wordt met akoestiek, hoe beter
- Daarnaast is ook de regionale geluidwetgeving van toepassing



TOOLS, WEBSITES, BRONNEN

- Buildwise

NA AKOESTIEK - AKOESTISCHE NORMEISEN SCHOOLGEBOUWEN NBN S 01-400-2

- Guids Duurzame Gebouwen

<https://gidsduurzamegebouwen.brussels/>

> Akoestiek > [Voorziening | Akoestiek van schoolpleinen](#)

- Vademecum voor geluidsoverlast in de scholen

https://document.environnement.brussels/opac_css/elecfile/gids_230114_vadebruitecolnl.pdf



CONTACT

Pierre DE FONSECA

***Ingenieur Akoestiek* – Facilitator Duurzame Gebouwen**

0800 85 775

facilitator@leefmilieu.brussels

Bureau De Fonseca
Facilitator Duurzame Gebouwen
in opdracht van Leefmilieu Brussels

