OPLEIDING DUURZAME GEBOUWEN

HOUTBOUW IN BRUSSEL

HERFST 2020

Akoestisch comfort in h

Man

bruxelles environnement leefmilieu brussel .brussels

2 DOELSTELLINGEN VAN DE PRESENTATIE



- Begrijpen van de uitdagingen en de context voor het beh het akoestisch comfort in houtconstructies
- Kunnen beheren van het geluid van uitrustin houtstructuren
- Weten wat de mechanismen en materialen zijn die ee isolatie tegen luchtgeluid mogelijk maken.
- Kennismaken met de bouwconcepten voor de uitvoe performante wanden en vloeren, zowel m.b.t. isolati contactgeluid als tegen luchtgeluid.
- Het begrijpen van het nut van hout als bouwmateriaal beheer van de akoestische correctie van ruimten

⇨ **Conclusies**

INHOUDSOPGAVE

INLEIDING

GELUID VAN TECHNISCHE UITRUSTINGEN

LUCHTGELUIDSISOLATIE

CONTACTGELUIDSISOLATIE

AKOESTISCHE CORRECTIE VAN RUIMTEN

CONCLUSIES





INLEIDING

Context

- Idyllisch beeld van een afgelegen houten huis, ver weg van elke ge
  weg van de realiteit.
- Lawaai: belangrijkste hinderbron in Brussel → bescherming tegen bu
  noodzakelijk



INLEIDING

Context

- Idyllisch beeld van een afgelegen houten huis, ver weg van elke ge
  weg van de realiteit.
- Stedelijke verdichting, energierationalisering → nood aan projecten v
  meergezinswoningen

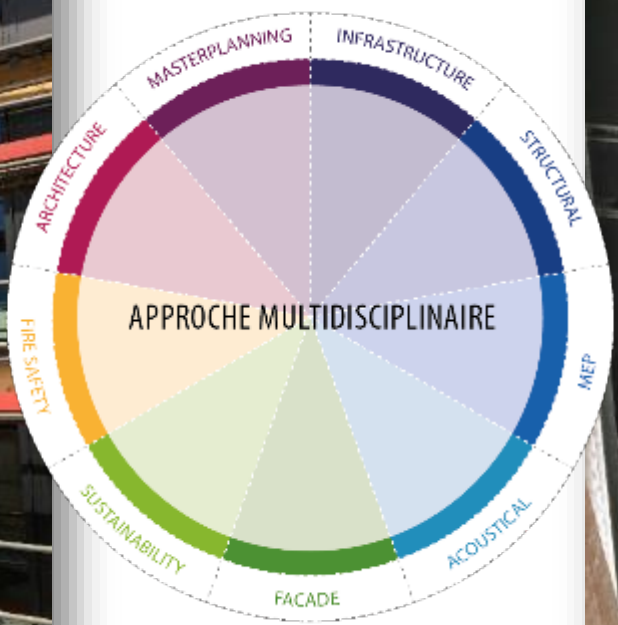


INLEIDING

Uitdagingen voor meergezinswoningen in houtbouw

- Akoestisch comfort... in harmonie met de andere technische gebouwe





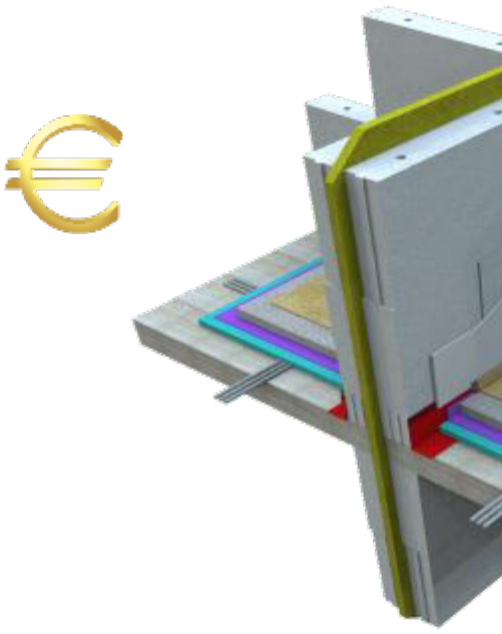


INLEIDING

Uitdagingen voor meergezinswoningen in houtbouw

- Akoestisch comfort... in harmonie met de andere technische gebouwe
- Een concurrentiële prijs voor identieke technische prestaties





INLEIDING

Realistische uitdaging

- De geluidsisolatie wordt verzekerd door correct gedimens massasystemen die akoestisch uiterst doeltreffend zijn ...
- … maar moeilijker uit te voeren zijn dan "traditionele" oplossingen.”

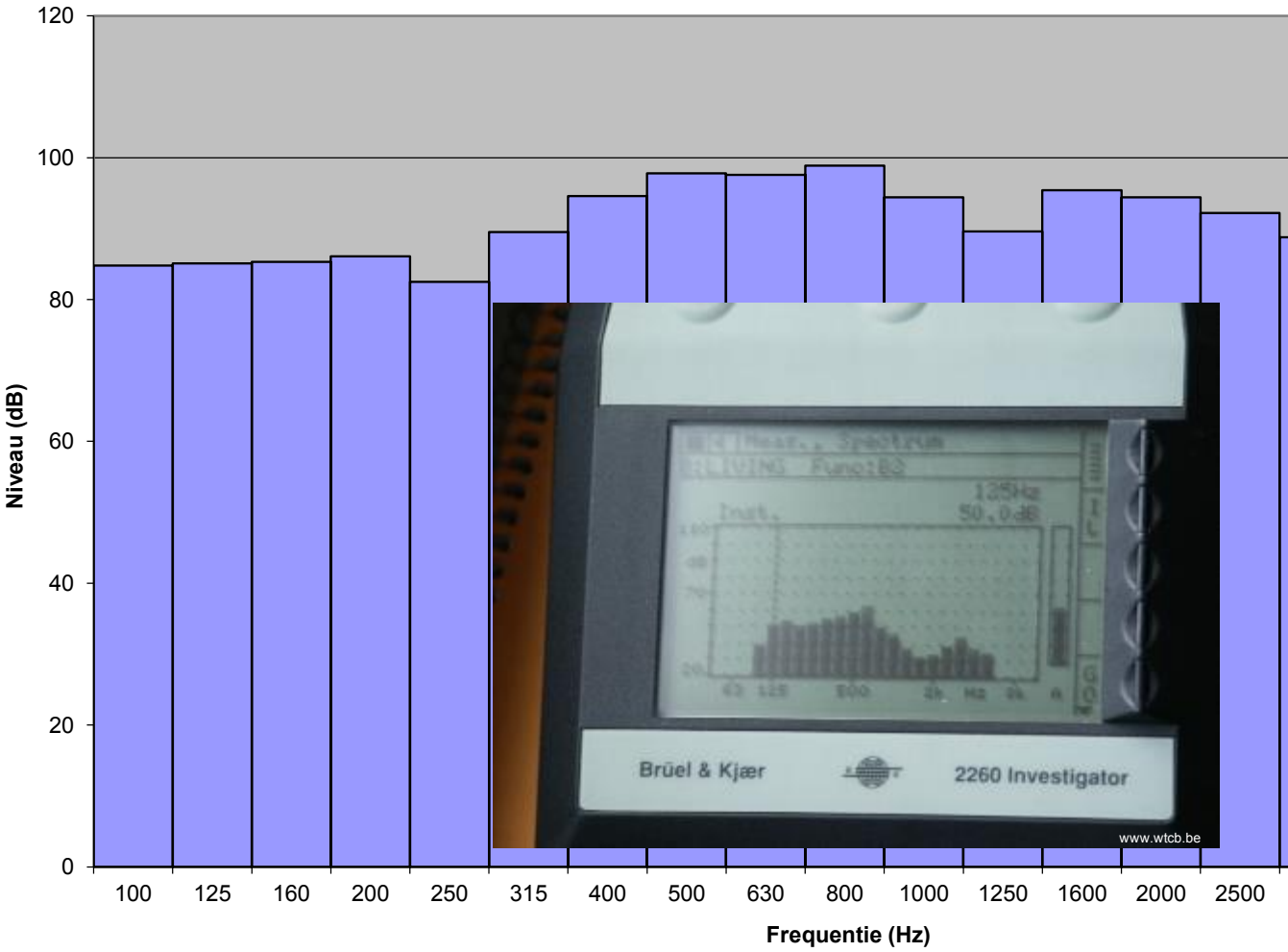

Daniel Shearing Dalston Lane




Build Silence

INLEIDING

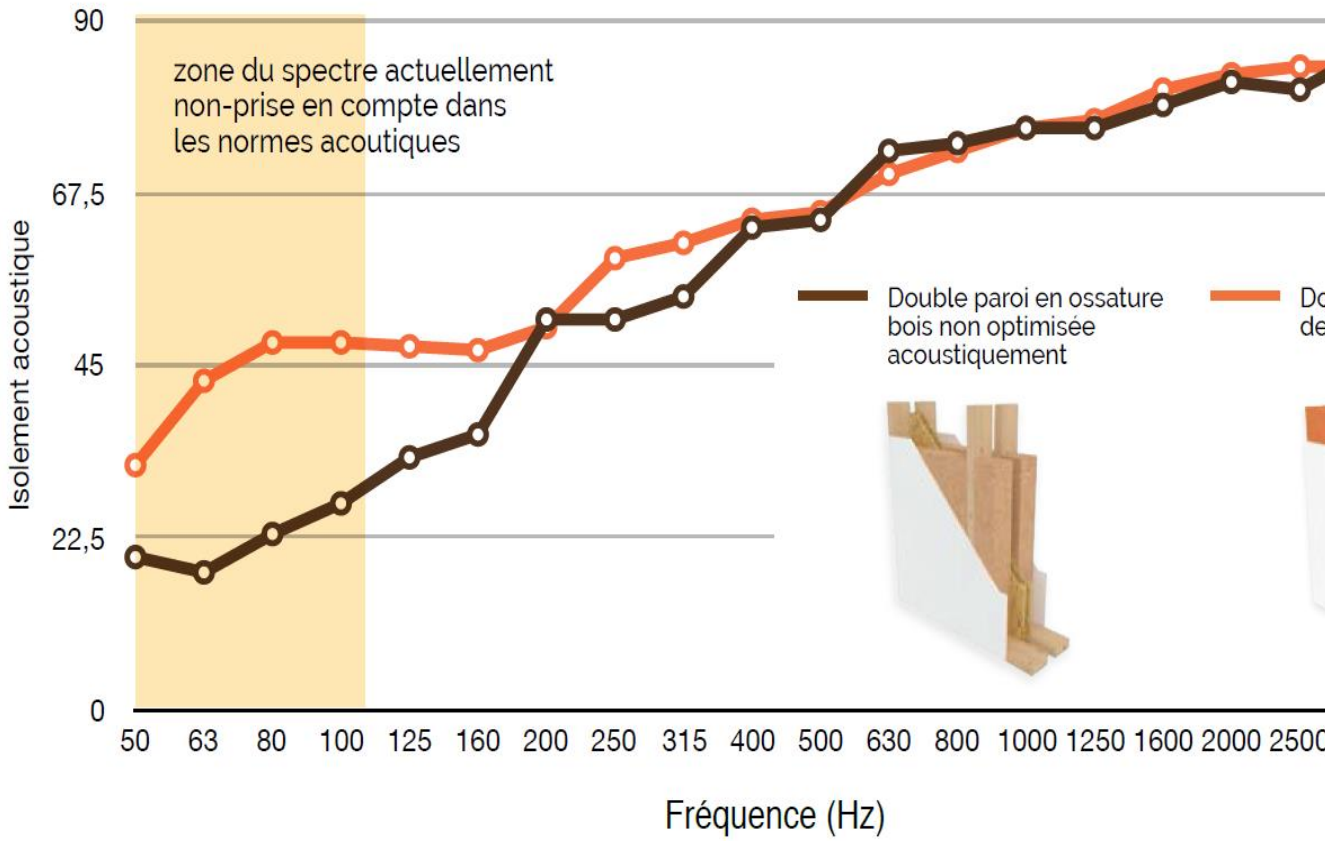
Meting van geluid in 1/3-octaafbanden



INLEIDING

Een uitdaging van formaat

Het (niet) in acht nemen van zeer lage frequenties



INHOUDSOPGAVE

INLEIDING

GELUID VAN TECHNISCHE UITRUSTINGEN

LUCHTGELUIDSISOLATIE

CONTACTGELUIDSISOLATIE

AKOESTISCHE CORRECTIE VAN RUIMTEN

CONCLUSIES

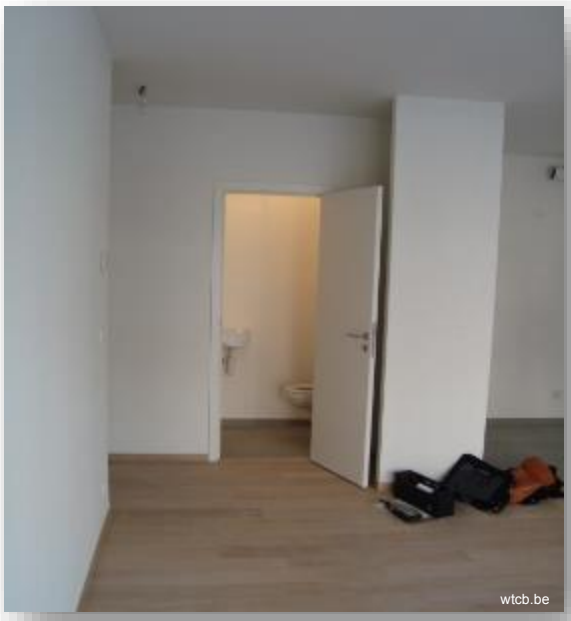


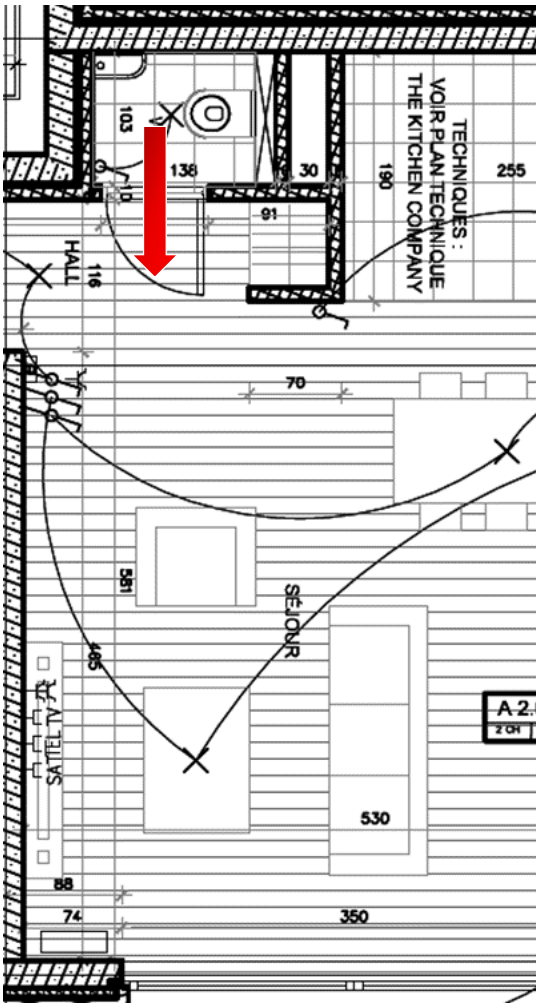
GELUID VAN TECHNISCHE UITRUSTINGEN

Ontwerpprincipes voor het beheer van het geluid van houtconstructies

GEBOUWCONCEPT

✓ ***Inplanting in het gebouw***

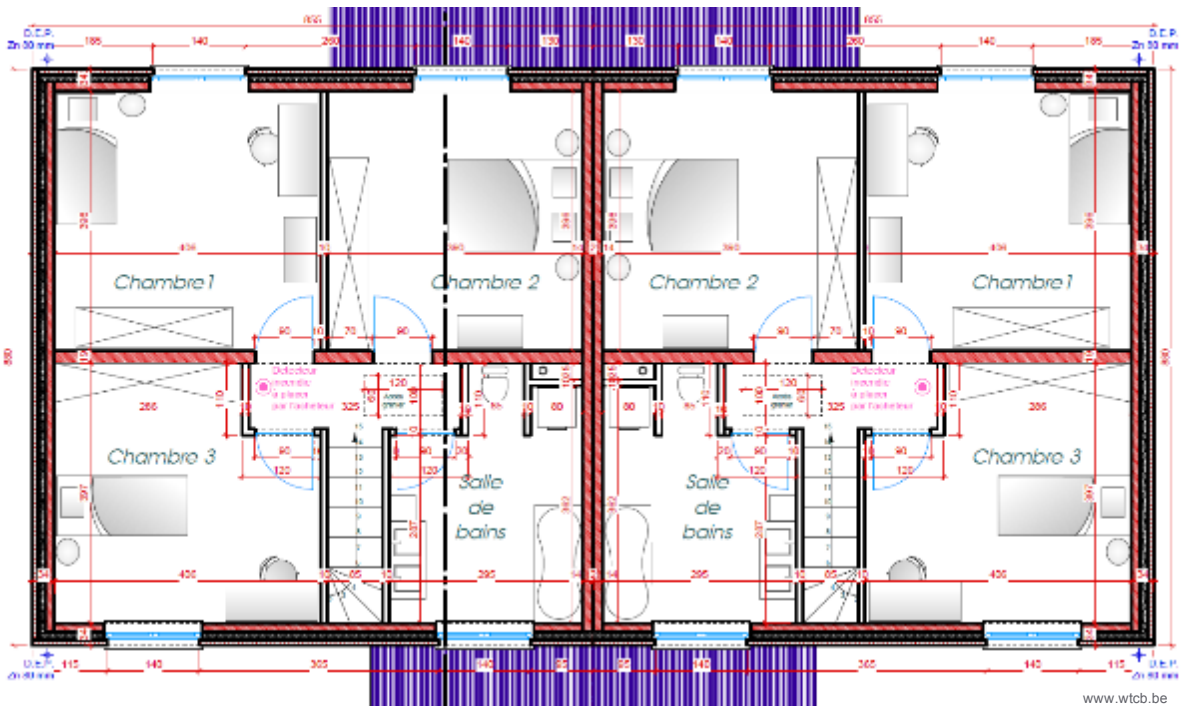




GELUID VAN TECHNISCHE UITRUSTINGEN

Inplanting van functies en technieken

- Akoestisch geoptimaliseerde inplanting van ruimtefuncties (slaapkamer vs badkamer, akoestische bufferruimtes, enz.);
- Vermijden van de plaatsing van technieken tegen muren grenzend aan gev



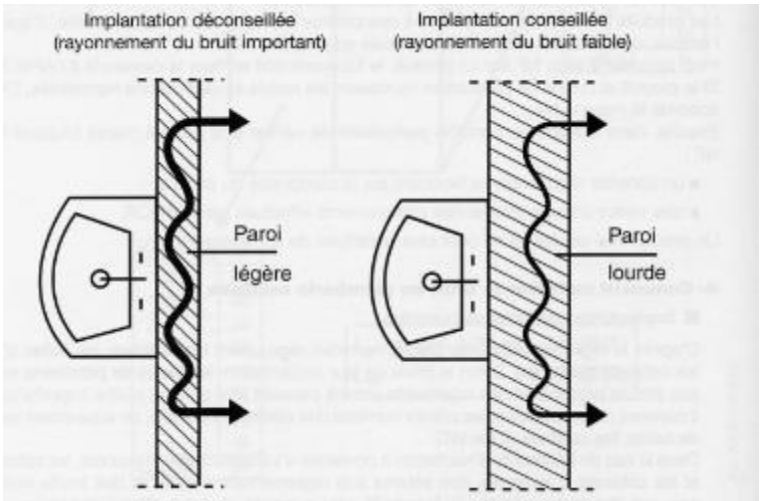


GELUID VAN TECHNISCHE UITRUSTINGEN

Ontwerpprincipes voor het beheer van het geluid van houtconstructies

GEBOUWCONCEPT

- ✓ ***Inplanting in het gebouw***
- ✓ ***Risico's van lichte structuren***





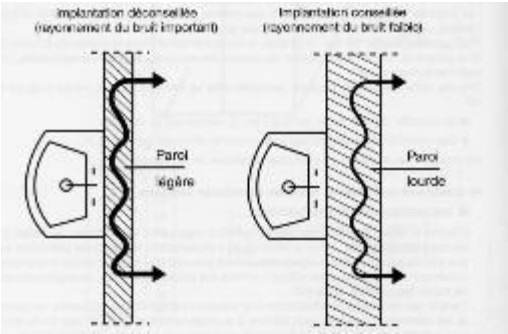
GELUID VAN TECHNISCHE UITRUSTINGEN

Ontwerpprincipes voor het beheer van het geluid van houtconstructies

GEBOUWCONCEPT

✓ ***Inplanting in het gebouw***

✓ ***Risico's van lichte structuren***



Concept van de INSTALLATIE

✓ **Vermindering van "geluidsvermogens"*: beperking van lawaaierige installaties***

✓ ***Beperking van "bruggen" tussen de gebouwstructuren: flexibele dragers, omka***

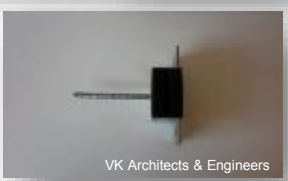
GELUID VAN TECHNISCHE UITRUSTINGEN

Geluid van ventilatiesystemen: akoestische onderbreking van











- Op zwaarste wand/vloer van de ruimte
- Verwijderd van gevoelige ruimten
- Vermijden van stijf contact met de structuur
- Correct uitgevoerde trillingwerende dragers/hangers

GELUID VAN TECHNISCHE UITRUSTINGEN

Geluid van afvoerleidingen: akoestische onderbreking van de

- Altijd in koker, geen omkasting
- Bevestigingen voorzien van trillingwerende beugels
- Leidingen uit PE i.p.v. PVC (-5 dB)
- Eventueel aanvullende isolatie van de kokers
- Akoestisch onderbroken doorvoer ter hoogte van de vloeren











22 INHOUDSOPGAVE

INLEIDING

GELUID VAN TECHNISCHE UITRUSTINGEN

LUCHTGELUIDSISOLATIE

CONTACTGELUIDSISOLATIE

AKOESTISCHE CORRECTIE VAN RUIMTEN

CONCLUSIES

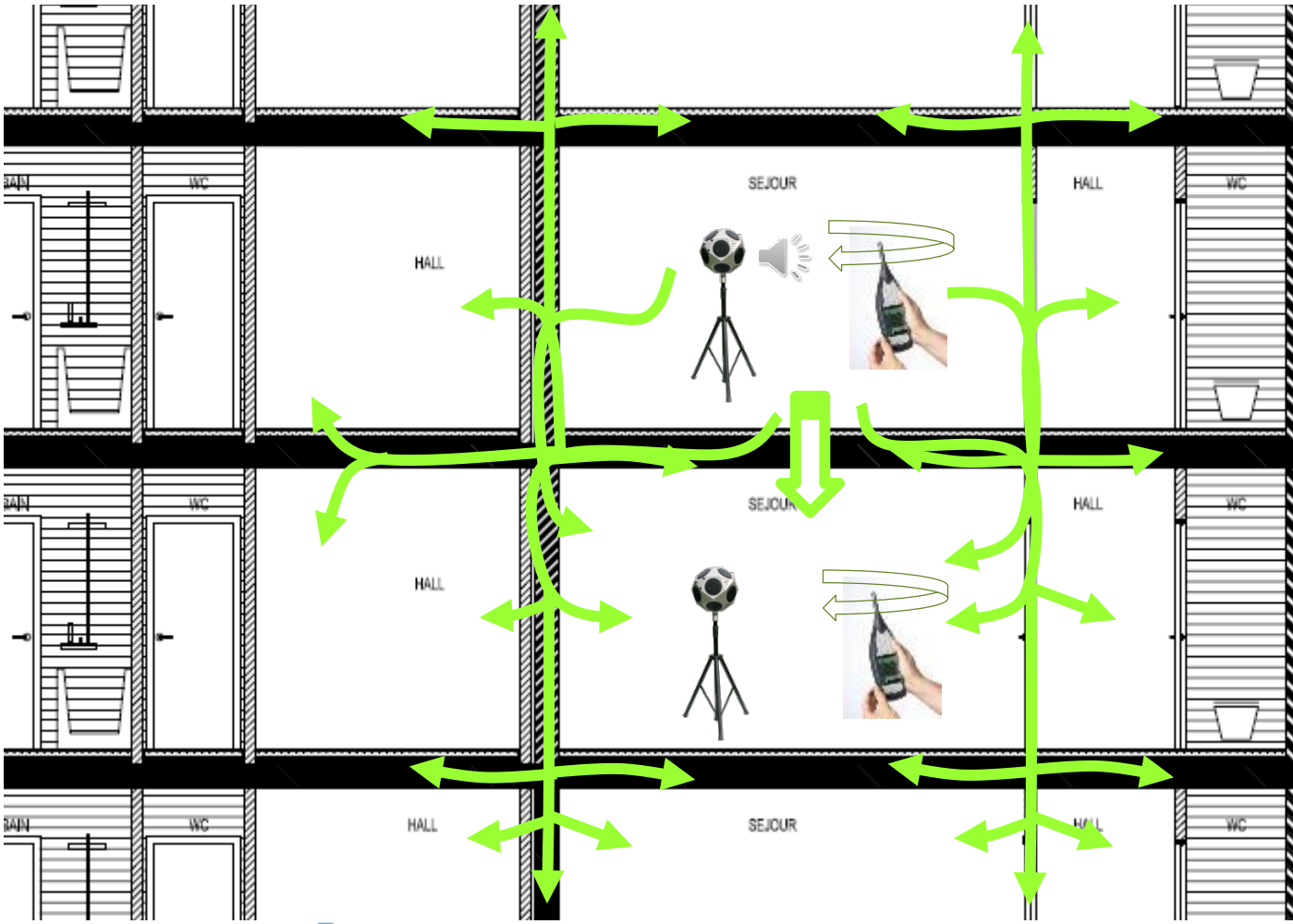



Build Silence

LUCHTGELUIDSISOLATIE

Meting van de luchtgeluidsisolatie

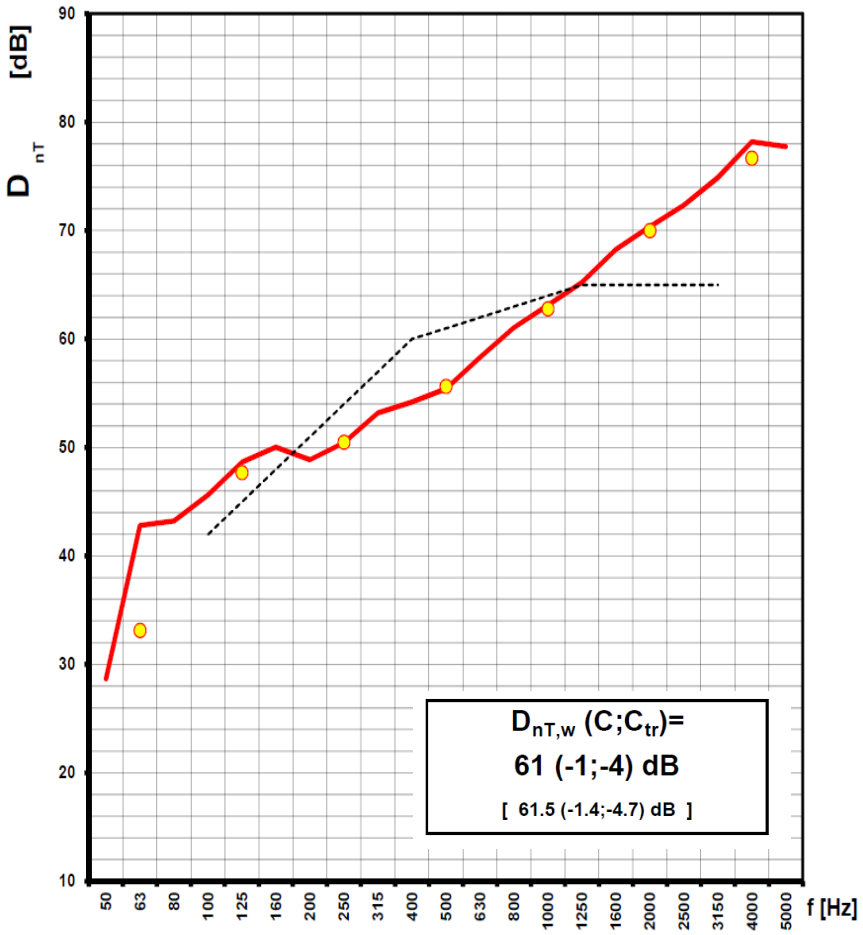
- Bron van roze ruis
- Rechtstreekse transmissie en laterale transmissies



LUCHTGELUIDSISOLATIE

Meting van de luchtgeluidsisolatie

- Gestandaardiseerde luchtgeluidsisolatie $D_{nT,w}$



Berekening van de indicator m

- Op basis van het D_{nT}-spectru
- Genormaliseerde procedure
- Waarde verkregen door vers referentiecurve
- Twee berekende complemen
- D_{nT} + C (=D_A) vertegenwoord geluiden met een spectrum r frequenties (bijv. menselijke s
- D_{nT} + C (=D_A) vertegenwoord geluiden met een spectrum r (bijv. verkeersgeluid)

$$D_{nT,w}(C;C$$

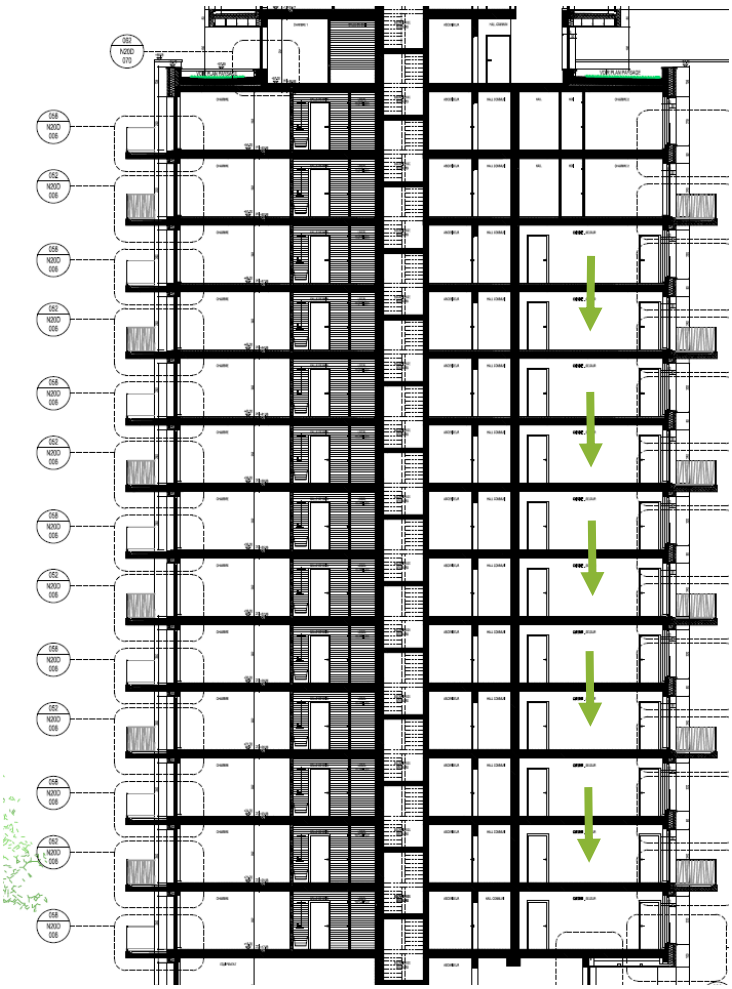
$$D_A = D_{nT,v}$$

$$D_{Atr} = D_{nT}$$

LUCHTGELUIDSISOLATIE

Meting van de luchtgeluidsisolatie

- Gestandaardiseerde luchtgeluidsisolatie $D_{nT,w}$ – ordes van grootheid



Appartementsgebouw in Be

Subjectieve indruk van con
gestandaardiseerde geluids
constructie

Wanneer $D_{nT,w}$ > 65 dB:
is een homecinema (bij de
hoorbaar

Wanneer $D_{nT,w}$ > 58 dB:
is 90 % van de bewoners te
tegen luchtgeluid afkomstig

Wanneer $D_{nT,w}$ > 54 dB = N
appartementen:
is 70 % van de bewoners te
tegen luchtgeluid afkomstig

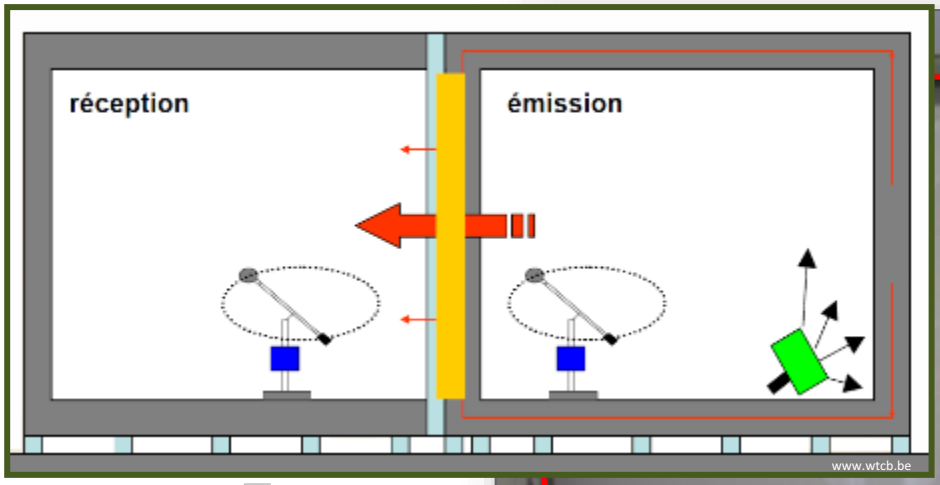
Wanneer $D_{nT,w}$ > 45 dB:
is een gesprek (bij de bure

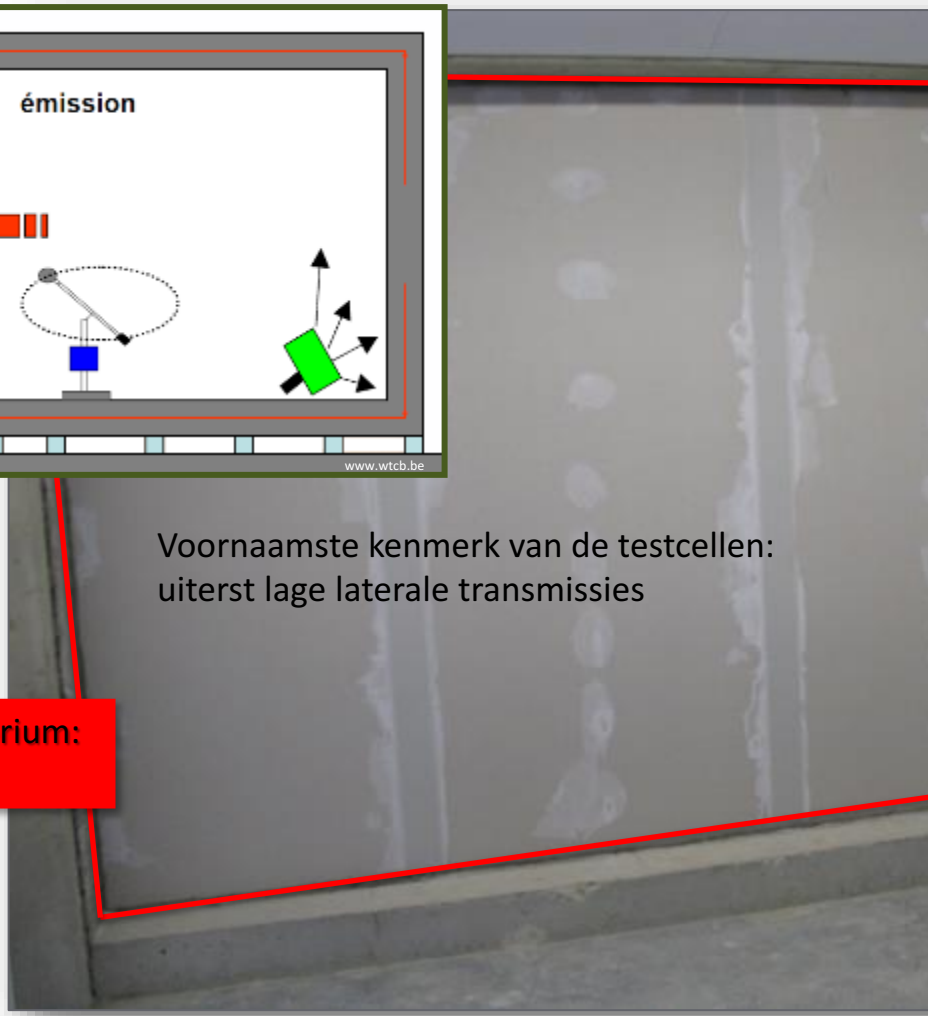




LUCHTGELUIDSISOLATIE

Meting in het laboratorium van de geluidsverzwakkingindex R





Voornaamste kenmerk van de testcellen:
uiterst lage laterale transmissies



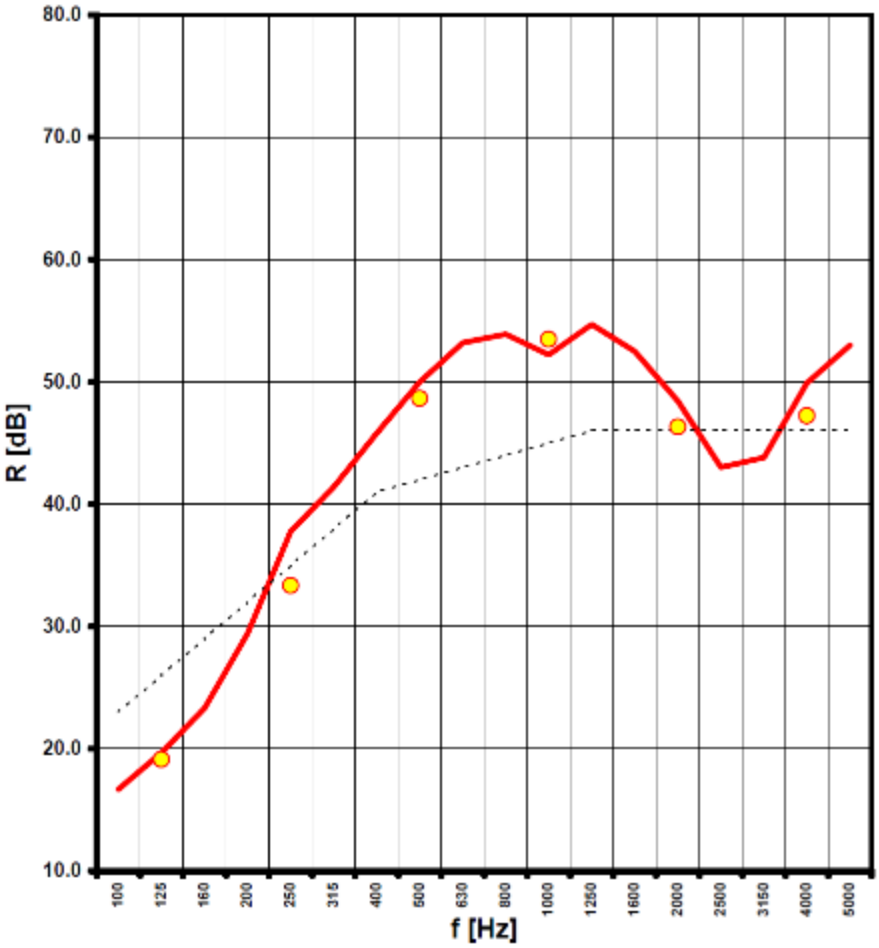
Metingen in het laboratorium:
enkel rechtstreekse weg!

LUCHTGELUIDSISOLATIE

Meting in het laboratorium van de geluidsverzwakkingindex R

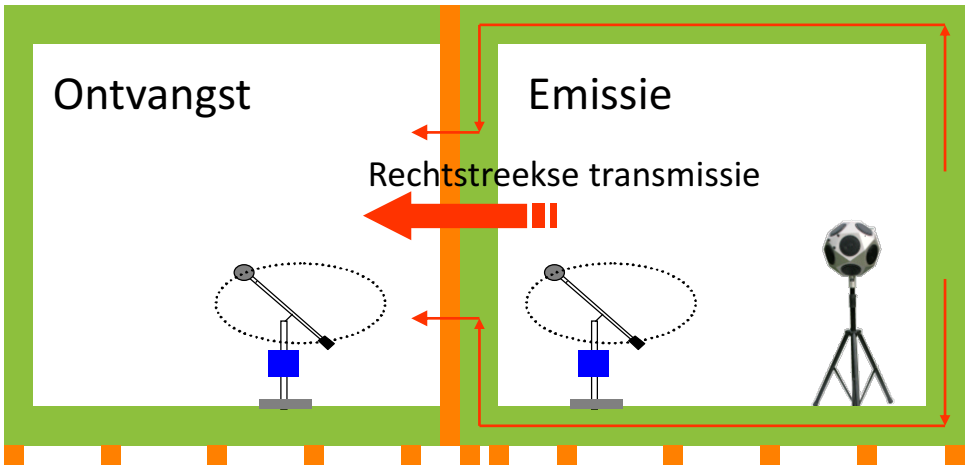
f (Hz)	R (dB) 1/3oct	oct
50		
63		
80		
100	16.7	
125	**19.7**	**19.1**
160	23.3	
200	29.4	
250	**37.8**	**33.4**
315	41.4	
400	45.8	
500	**50.0**	**48.6**
630	53.2	
800	53.9	
1000	**52.2**	**53.5**
1250	54.7	
1600	52.5	
2000	**48.4**	**46.3**
2500	43.0	
3150	43.8	
4000	**49.9**	**47.2**
5000	53.0	

R_w (C;C_{tr}) =
42 (-2;-8) dB

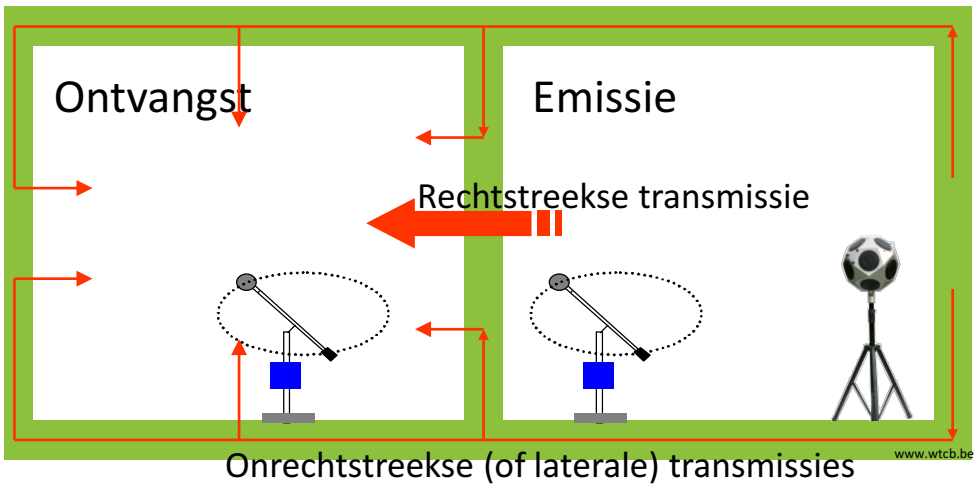


LUCHTGELUIDSISOLATIE

Geluidsverzwakkingindex R_w en isolatie tussen ruimten $D_{nT,w}$



Labo: R_w



In situ: R_w

Onrechtstreekse (of laterale) transmissies

LUCHTGELUIDSISOLATIE

Geluidsverzwakkingindex R_w: “massieve” of “enkelvoud “dubbele” wanden

- Voor de akoestische isolatie tegen luchtgeluid onderscheiden we twee grot wanden:



“Enkelvoudige” of "massieve" wanden:

Gipsplaten, glas, hout, leem …

Muren uit betonblokken, baksteen, puimsteen

Gegoten beton, massief hout, tegengelijmd ho

Combinatie van gelijmde of stijf aan elkaar bev



“Dubbele" wanden:

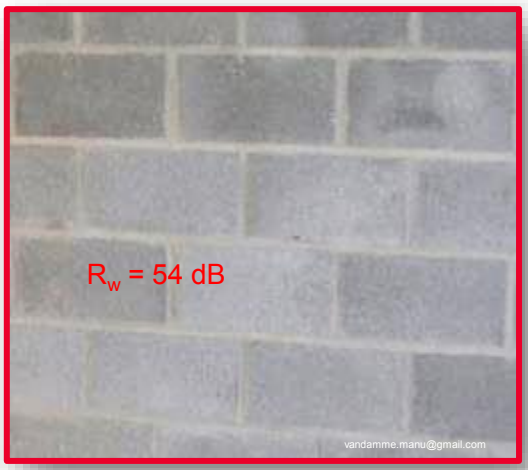
Houtskelet-, staalskeletwanden ...

Holle wanden zonder verankeringen …

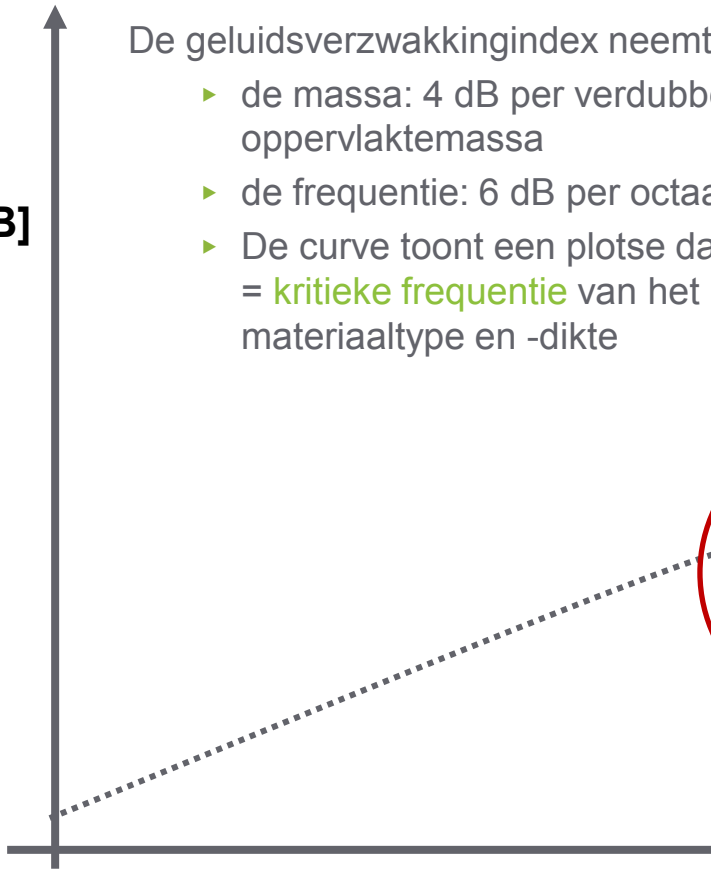
Dubbele beglazing.

LUCHTGELUIDSISOLATIE

Geluidsverzwakkingindex R_w: “massieve” wanden





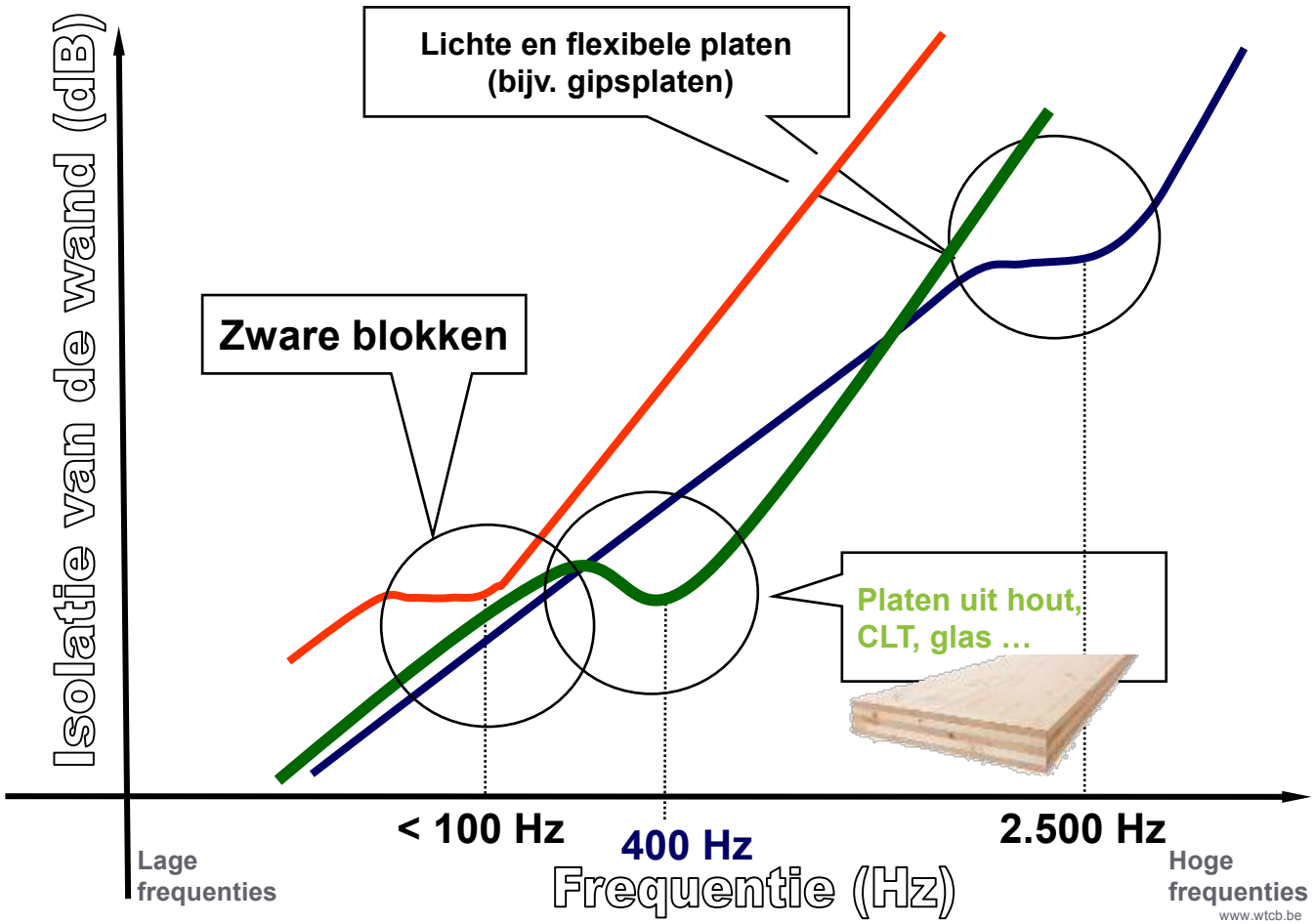


De geluidsverzwakkingindex neemt

- de massa: 4 dB per verdubb oppervlaktemassa
- de frequentie: 6 dB per octaa
- De curve toont een plotse da = kritieke frequentie van het materiaaltype en -dikte

LUCHTGELUIDSISOLATIE

Plotse daling van de R_w bij kritieke frequentie van materialen



LUCHTGELUIDSISOLATIE

Geluidsverzwakkingindex R_w: “massieve” of “enkelvoud “dubbele” wanden

- Voor de akoestische isolatie tegen luchtgeluid onderscheiden we twee grot wanden:



“Enkelvoudige” of "massieve" wanden:

Gipsplaten, glas, hout, leem …

Muren uit betonblokken, baksteen, puimsteen

Gegoten beton, massief hout, tegengelijmd ho

Combinatie van gelijmde of stijf aan elkaar bev



“Dubbele" wanden:

Houtskelet-, staalskeletwanden ...

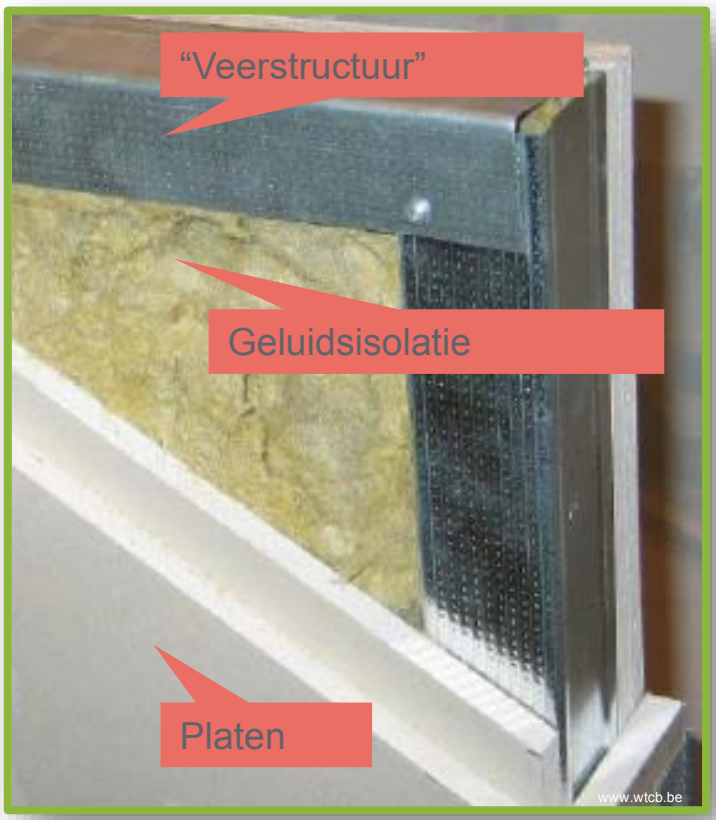
Holle wanden zonder verankeringen …

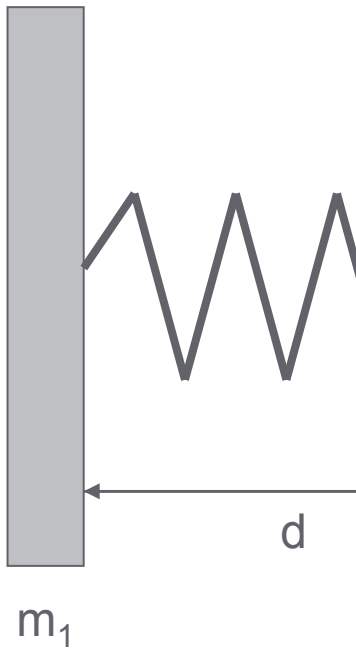
Dubbele beglazing.

LUCHTGELUIDSISOLATIE

Werking van dubbele wanden: het massa-veer-massaeffect (M

- Dubbele wanden kunnen schematisch worden gelijkgesteld aan twee
  gescheiden door een luchtruimte die al dan niet absorptiemateriaal be
  verbonden door een structuur: de veer (die meer of minder flexibel kar





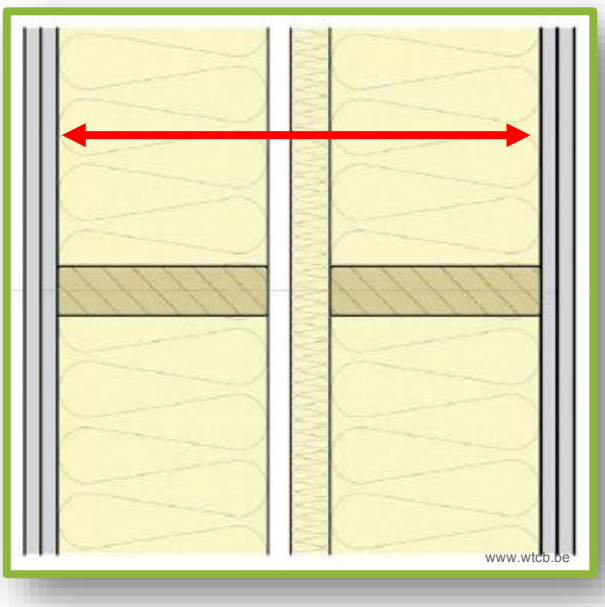
LUCHTGELUIDSISOLATIE

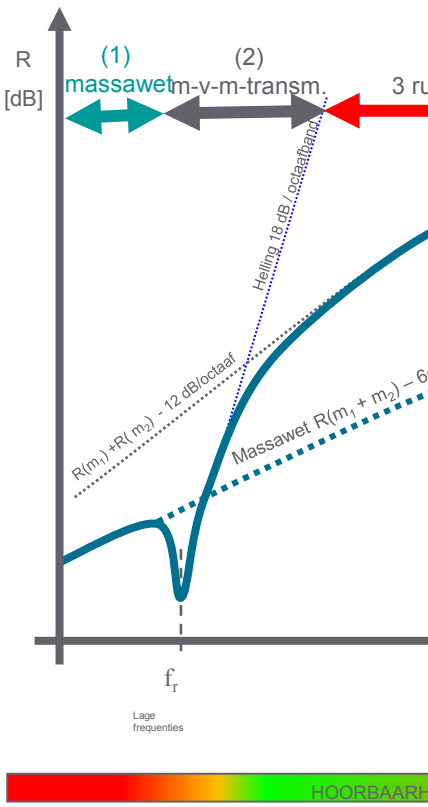
Akoestische optimalisering van dubbele wanden

Dubbele wanden zijn duidelijk performanter dan enkelvoudige wanden, op voorwaarde dat de **positie van de resonantiefrequentie** eerst wordt geoptimaliseerd:

→ Afstand tussen de wanden

→ Massa/type van de wanden





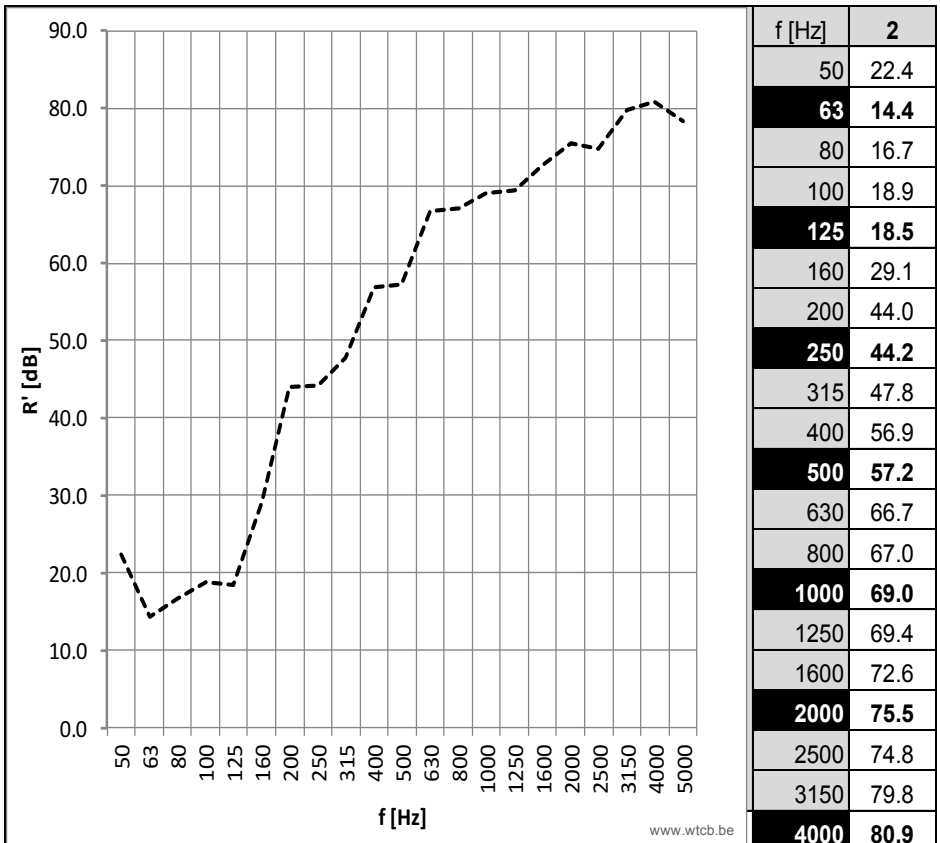
LUCHTGELUIDSISOLATIE

Prestaties in het laboratorium van conventionele houtconstru

Slechte prestaties,

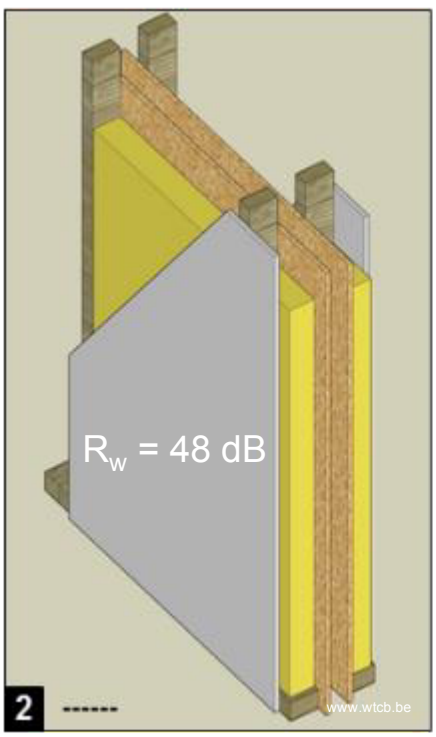
vooral in de lage freque

Oorzaak: binnenste plat



f [Hz]	2
50	22.4
63	**14.4**
80	16.7
100	18.9
125	**18.5**
160	29.1
200	44.0
250	**44.2**
315	47.8
400	56.9
500	**57.2**
630	66.7
800	67.0
1000	**69.0**
1250	69.4
1600	72.6
2000	**75.5**
2500	74.8
3150	79.8
4000	**80.9**
5000	78.3

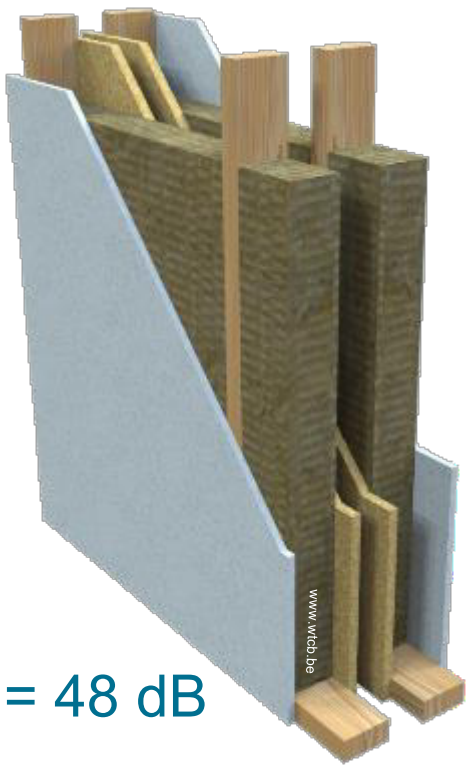
2	R'living= 42 dB	50-5000= -6 dB	100-3150= -6 dB	R'w= 48 dB



LUCHTGELUIDSISOLATIE

Akoestische optimalisering van dubbele houtskeletwanden

- Bij dubbele skeletstructuren zorgt de verwijdering van de twee platen van de wand voor de vergroting van de afstand tussen de binnenste pla de resonantiefrequentie daalt en uiteindelijk, de geluidsverzwakking dubbele wand met meer dan 15 dB toeneemt!



= 48 dB

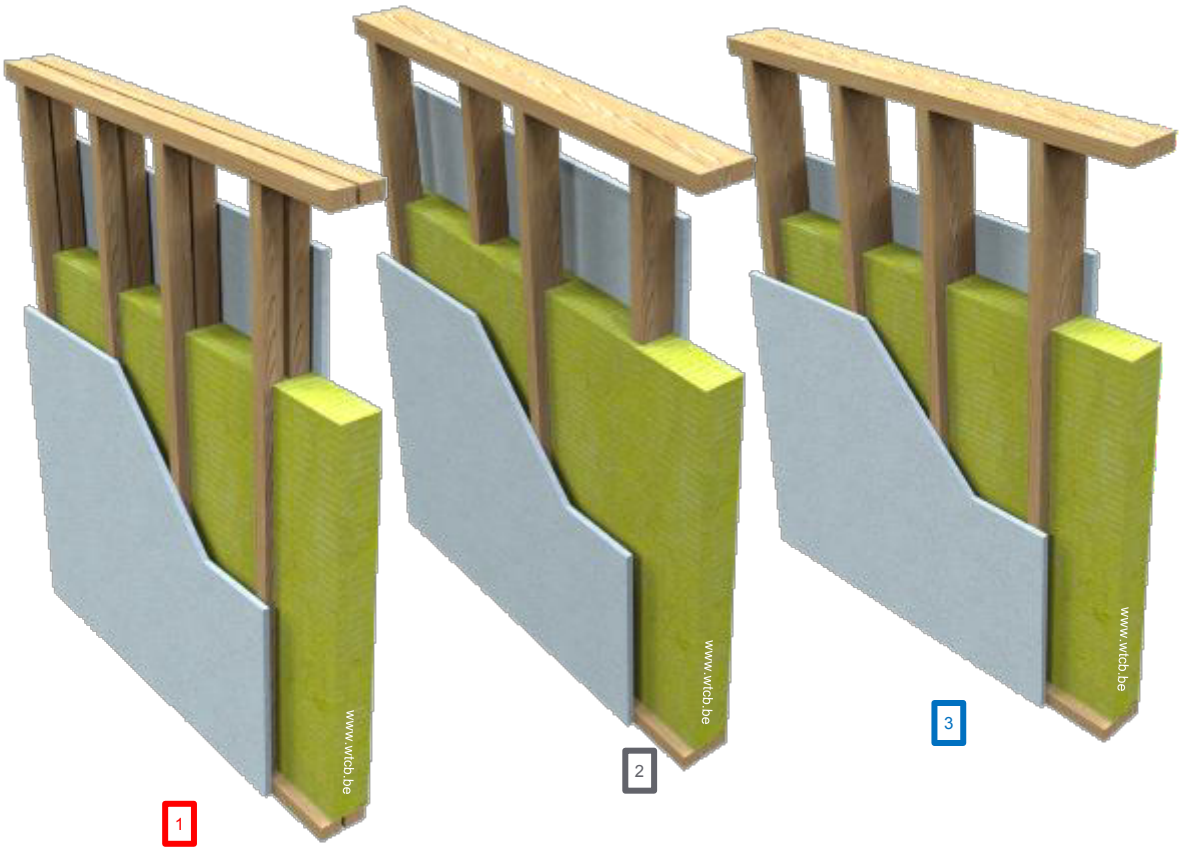


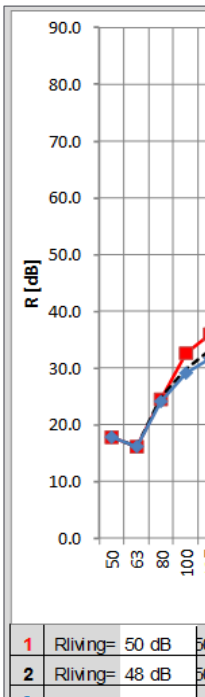
> 63 dB

LUCHTGELUIDSISOLATIE

Optimalisering van dubbele wanden: de flexibiliteit van de vee

Houtbouw: alternerende of dubbele geraamten



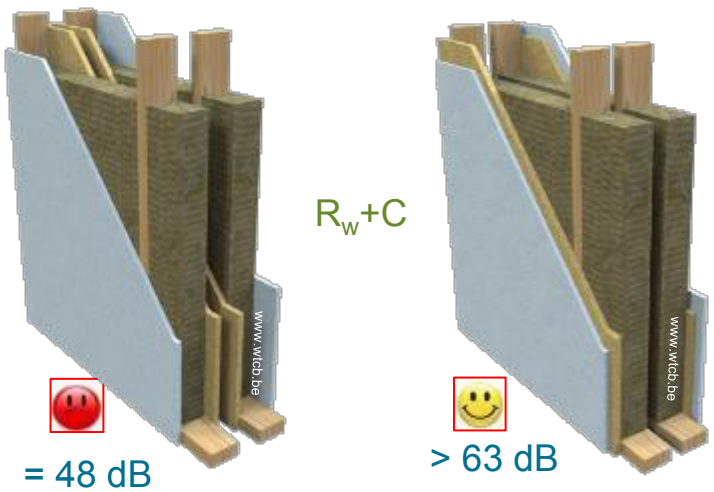


LUCHTGELUIDSISOLATIE

Akoestische optimalisering van dubbele wanden

Dubbele wanden duidelijk performanter dan enkele wanden op voorwaarde van optimalisering van:

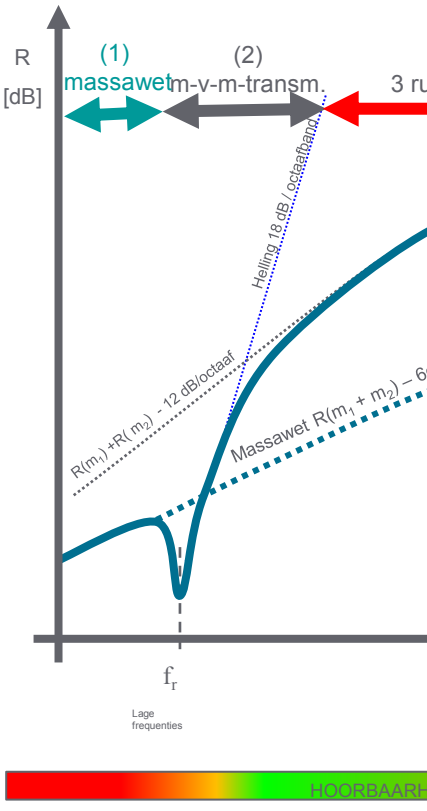
1. positie van de resonantiefrequentie
2. massa/type van de wanden
3. flexibiliteit van de veer
4. en …



R_w+C

= 48 dB

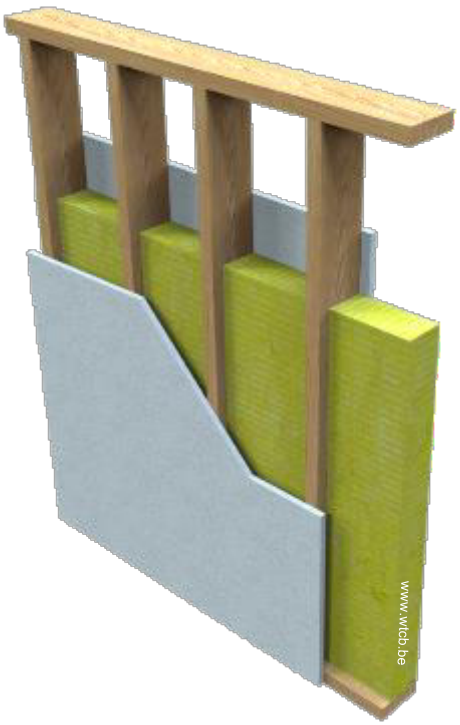
> 63 dB

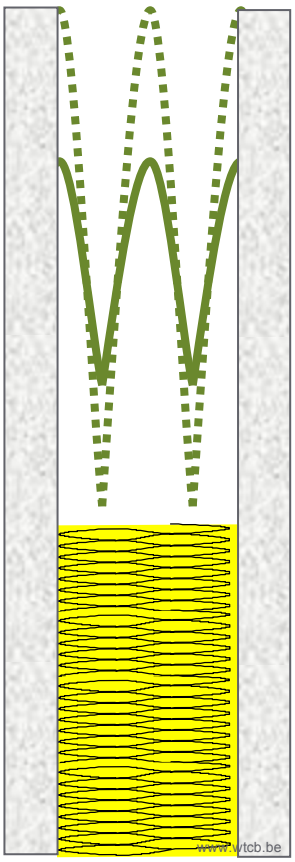


LUCHTGELUIDSISOLATIE

Optimalisering van dubbele wanden: stationaire golven

- Plotse daling van isolatie tegen frequenties die overeenkomen met sta
  → aanwezigheid van absorptiemateriaal





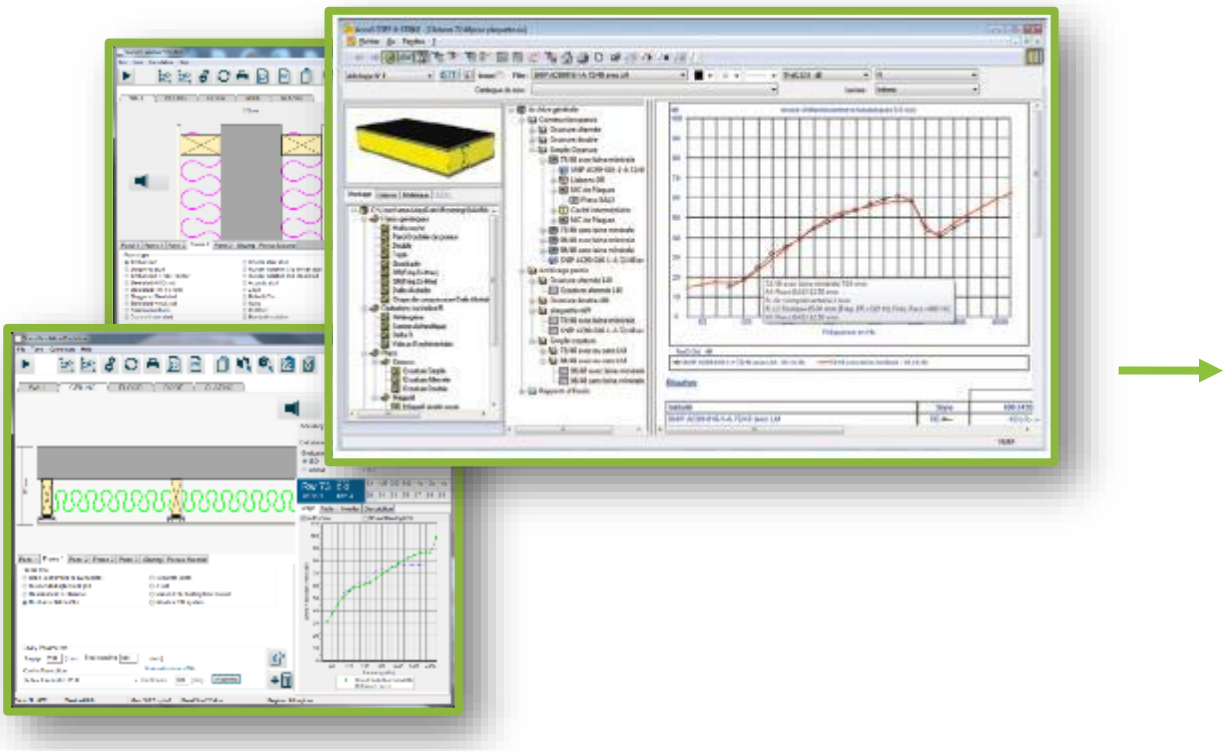




LUCHTGELUIDSISOLATIE

Optimalisering van dubbele wanden: simulaties van R_w

- Optimalisering van de resultaten van laboratoriumproeven
- Modellering van bepaalde samenstellingen



LUCHTGELUIDSISOLATIE

Optimalisering van dubbele wanden: akoestische M-V-M-verdu





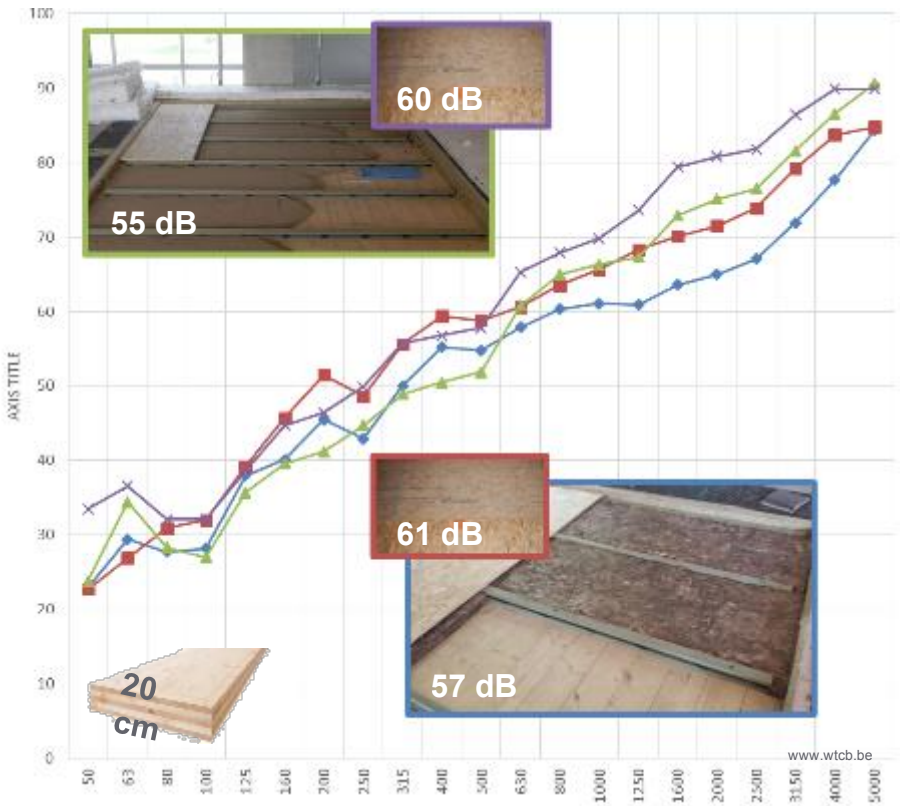




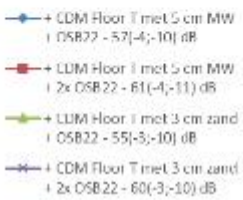
LUCHTGELUIDSISOLATIE

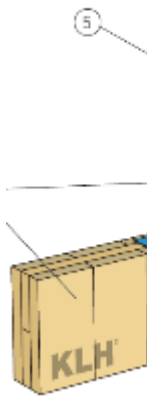
Optimalisering van dubbele wanden: CLT

- Uitvoering van een optimale dubbele wand - systeem op dempende d
- Onderzijde altijd zichtbaar



$R_w(C;C_{tr})$

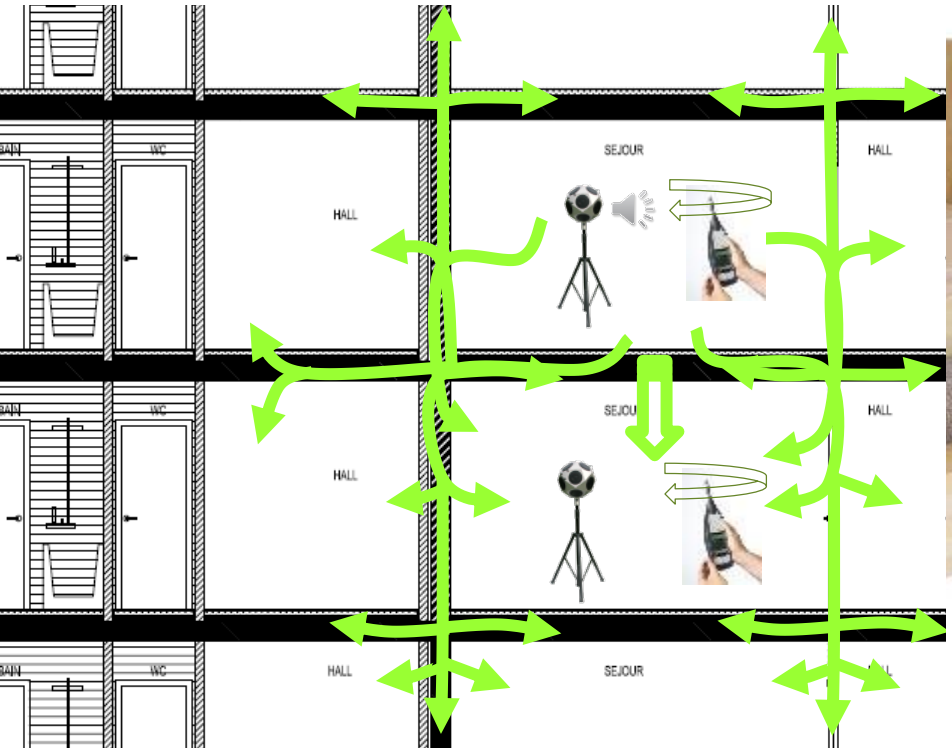


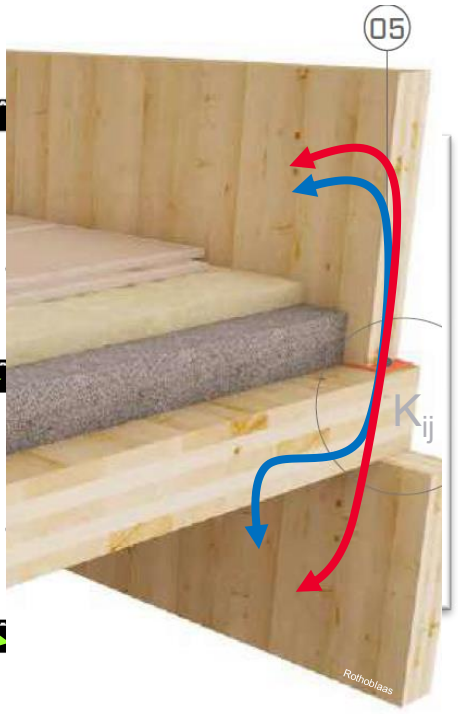


LUCHTGELUIDSISOLATIE

Isolatie tussen ruimten: belang van laterale transmissies

- Belangrijke basisinformatie (meting van de K_{ij})
- Modellering van geluidsoverdracht via de 12 laterale wegen

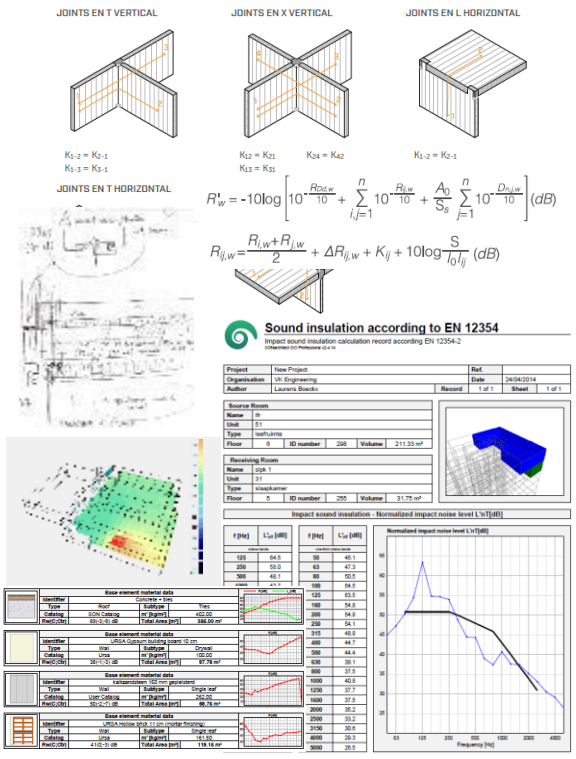


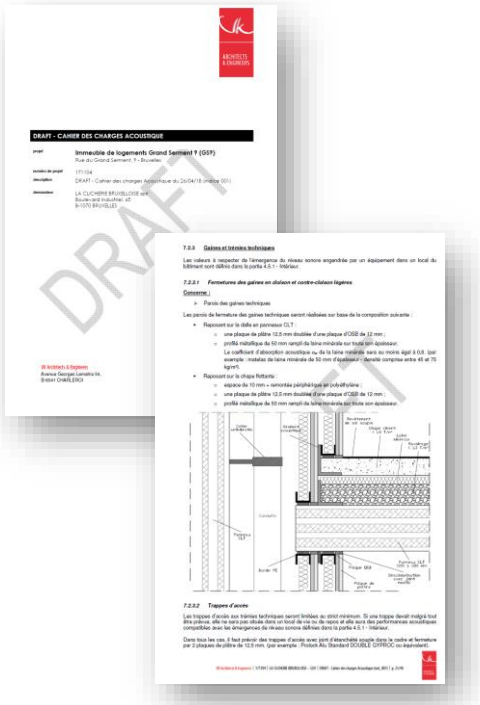


LUCHTGELUIDSISOLATIE

Optimalisering van de isolatie tussen ruimten: EN ISO 12354

- Berekening van de $D_{nT,w}$-prestaties van het gebouw op basis van de R
- Optimalisering van de samenstelling van de scheidingswand
- In acht te nemen constructiedetails met het oog op laterale transmissi





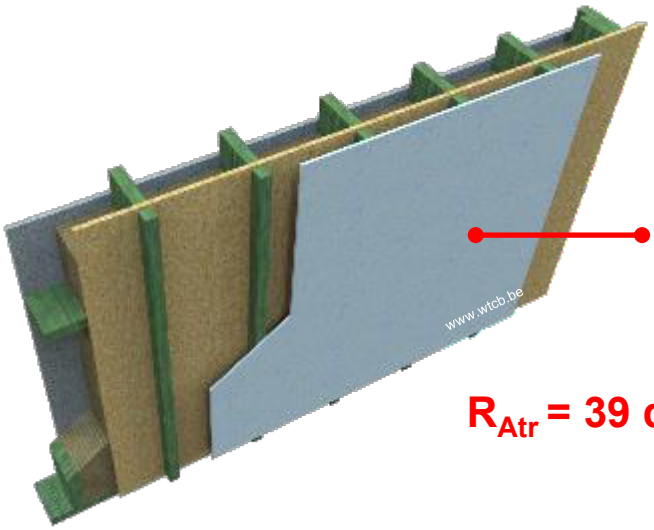





Build Silence

LUCHTGELUIDSISOLATIE

Akoestische prestaties van gevels bij houtskeletbouw



Conventionele houten wand

R_{Atr} = 39 dB

DO IT houtbouw

R_{Atr} ≥ 48 dB

Akoestisch geoptimaliseerde houten wand



INHOUDSOPGAVE

INLEIDING

GELUID VAN TECHNISCHE UITRUSTINGEN

LUCHTGELUIDSISOLATIE

CONTACTGELUIDSISOLATIE

AKOESTISCHE CORRECTIE VAN RUIMTEN

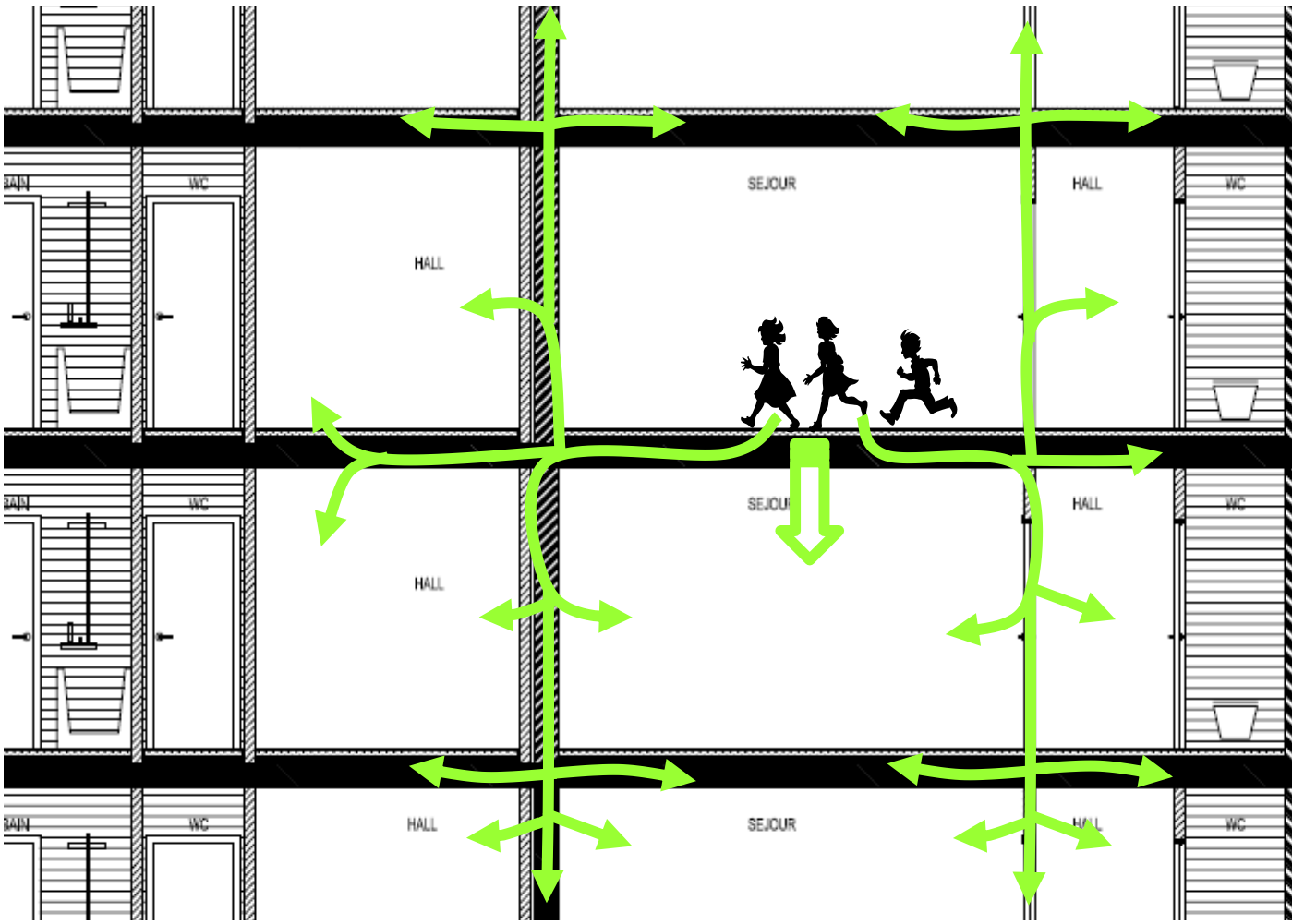
CONCLUSIES



CONTACTGELUIDSISOLATIE

Contactgeluid:

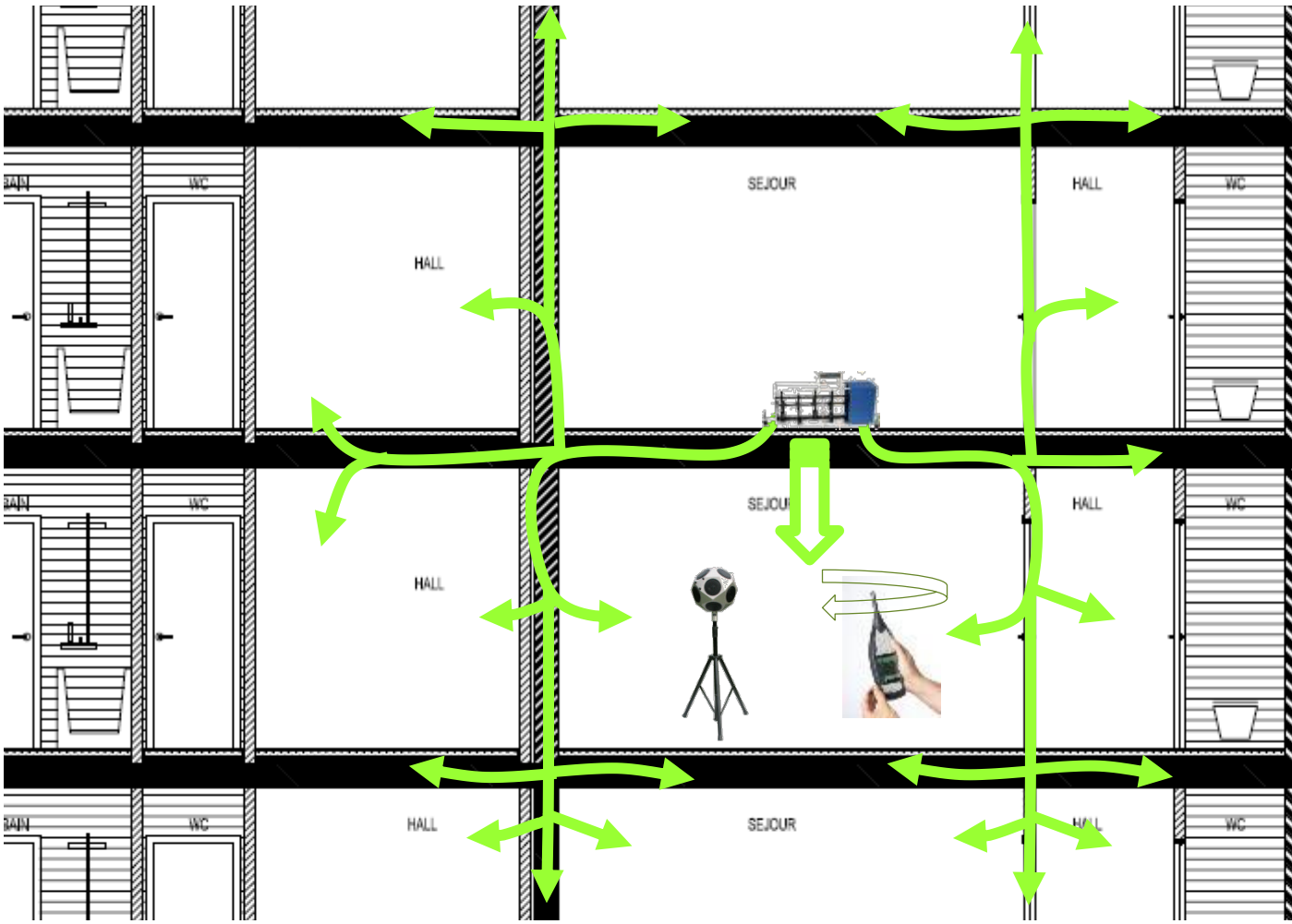
- Grote hoeveelheid energie die in de structuur van het gebouw wordt g



CONTACTGELUIDSISOLATIE

Meting van contactgeluidsisolatie:

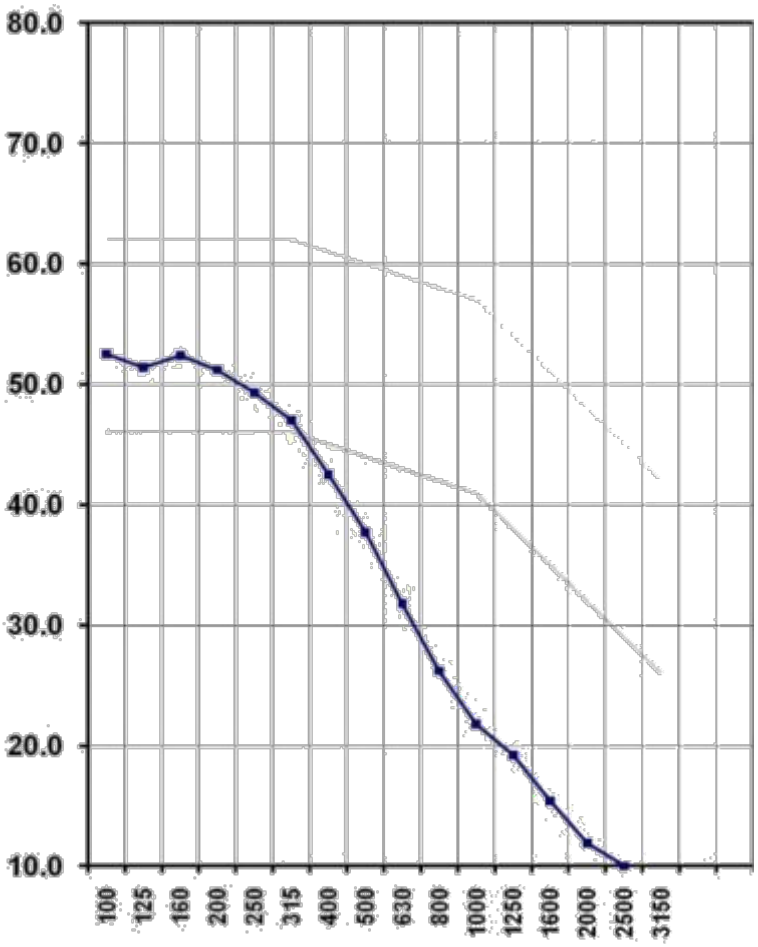
- De genormaliseerde klopgeluidmachine



CONTACTGELUIDSISOLATIE

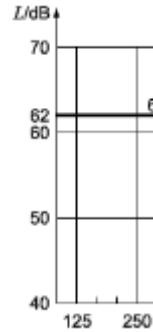
Meting van contactgeluidsisolatie

- Gewogen niveau van het gestandaardiseerde contactgeluid $L'_{nT,w}$



Berekening van de indicator m

- Op basis van het D_{nT}-spectr
- Genormaliseerde procedure
- Waarde verkregen door ver referentiecurve



- Berekende complementair voor het gedrag van de vlo

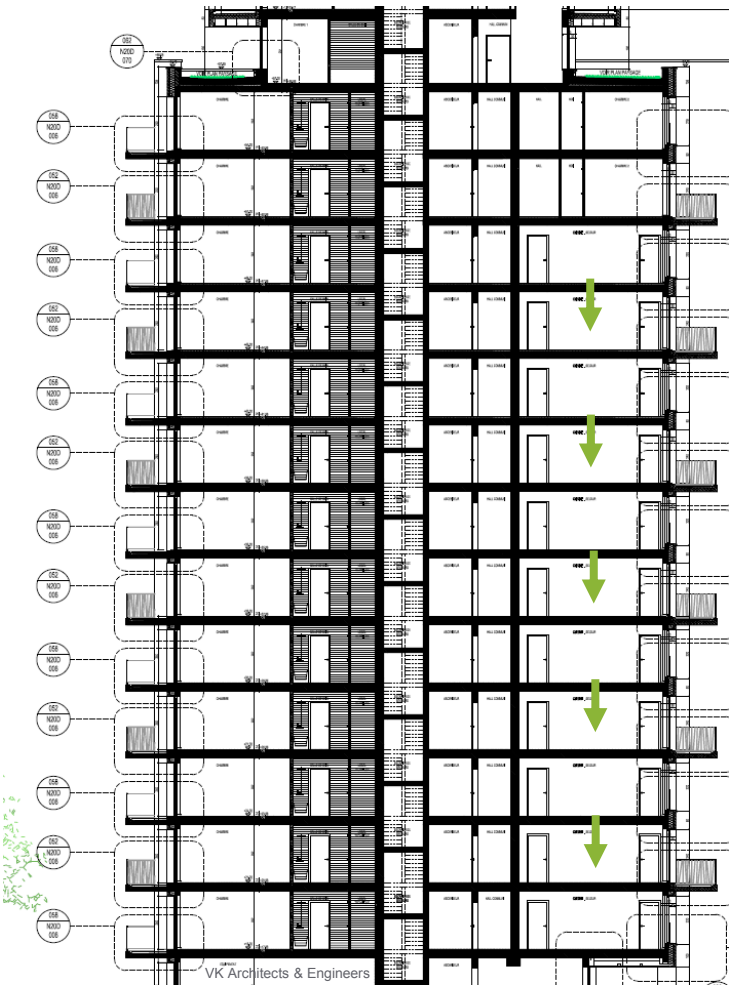
$$L'_{nT,w}(C$$

$$L'_I = L'_n$$

CONTACTGELUIDSISOLATIE

Meting van contactgeluidsisolatie

- Gewogen niveau van het gestandaardiseerde contactgeluid $L'_{nT,w}$ - orde



Appartementsgebouw in B
Subjectieve indruk van co
niveau van het gestandaa

Wanneer $L'_{nT,w}$ > 65 dB:
is isolatie onvoldoende om

Wanneer $L'_{nT,w}$ < 58 dB:
is 60 tot 70 % van de bew
isolatie tegen contactgelui

Wanneer $L'_{nT,w}$ < 50 dB:
is 95% van de bewoners t



CONTACTGELUIDSISOLATIE

Bouwconcepten voor de uitvoering van performante houten vl







Isolatie tussen woningen	België
Doelstellingen	$L'_{nT,w}$ < 50-54-58 dB

Klasse	Beschrijv
1	NAC binn
2	EAC binn
3	MAP tuss
4	EAC tuss
5	HAC tuss

CONTACTGELUIDSISOLATIE

Contactgeluidsisolatie van houten vloeren

Eerste voorwaarde voor de goede werking van het systeem: de stijfheid van de vloer versterken

Boven de vloer, uitvoering van een zwevende vloer. Verschillende mogelijke opties:

- Traditionele (natte) zwevende dekvloer,
- Industriële droge zwevende dekvloer (bijna nooit op basis van ecologische mater





- Artisanale droge zwevende dekvloer waarbij ecologische materialen gebruikt kun



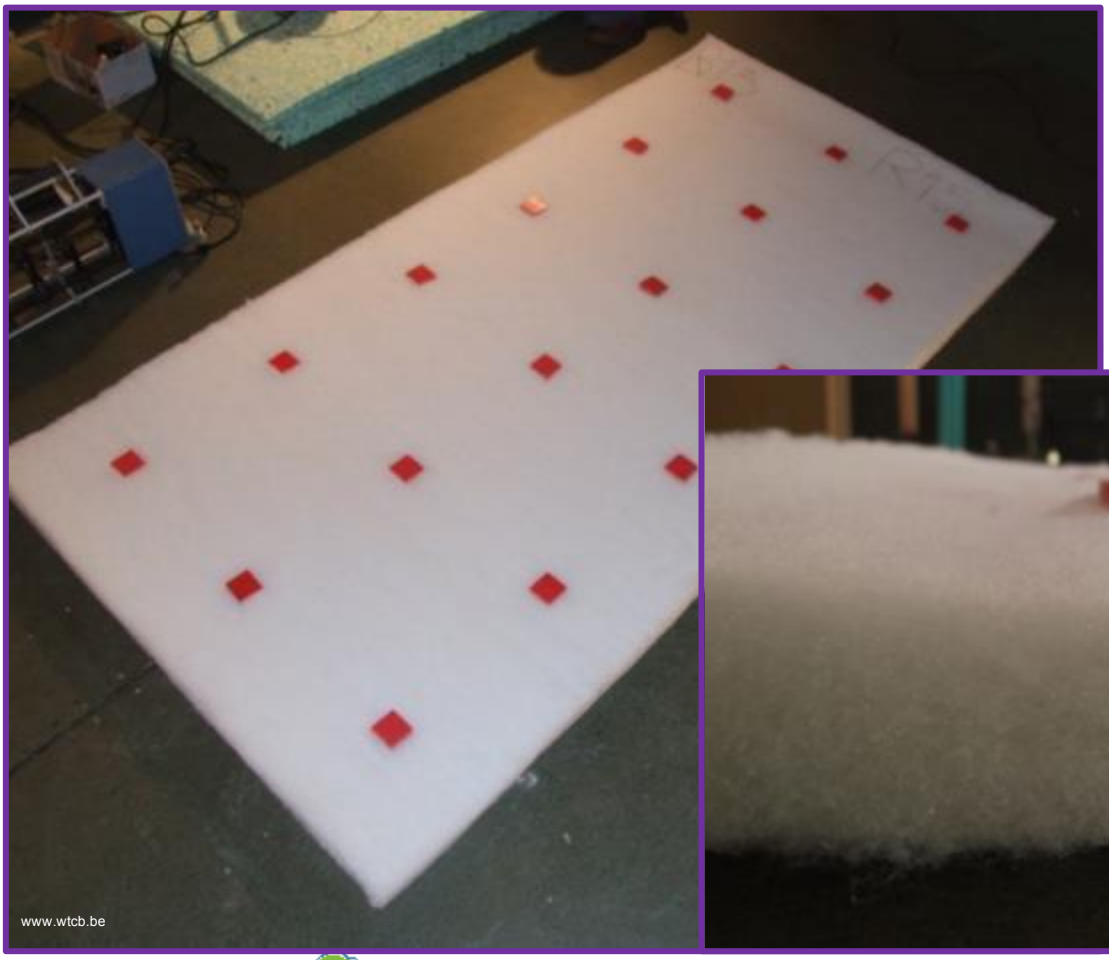


CONTACTGELUIDSISOLATIE

Contactgeluidsisolatie van houten vloeren

- Zwevende systemen op basis van dempende contactblokje onderlagen

+ 10



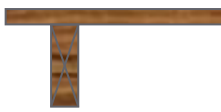
CONTACTGELUIDSISOLATIE

Geluidsisolatie van houten vloeren

		92
		90
		88
		86
		84
		82
		80
		78
		76
		74
		72
		70
		68
		66
1	NAC binnen	64
2	EAC binnen	58
3	MAP tussen	54
4	EAC tussen	50
5	HAC tussen	46
		44
		42
		40
		38

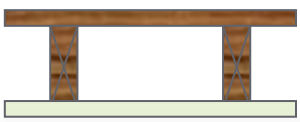
1

$L_{n,w}$: 92 (-4)



2

$L_{n,w}$: 81 (-1) dB







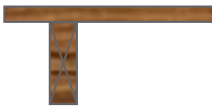
CONTACTGELUIDSISOLATIE

Geluidsisolatie van houten vloeren

		92
		90
		88
		86
		84
		82
		80
		78
		76
		74
		72
		70
		68
		66
1	NAC binnen	64
2	EAC binnen	58
3	MAP tussen	54
4	EAC tussen	50
5	HAC tussen	46
		44
		42
		40
		38

1

$L_{n,w}$: 92 (-4)



2

$L_{n,w}$: 81 (-1) dB



3

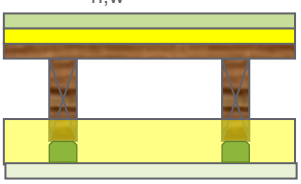
$L_{n,w}$: 73 dB





4

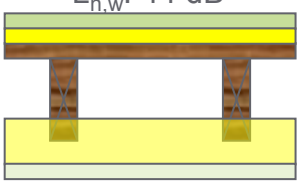
$L_{n,w}$: 54 dB

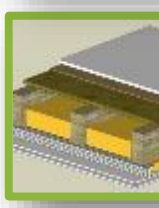




5

$L_{n,w}$: 44 dB





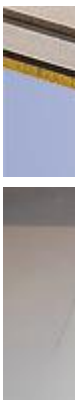
CONTACTGELUIDSISOLATIE

Geluidsisolatie van houten vloeren:

- Vloeren in de vorm van akoestisch systeem met 3 lagen









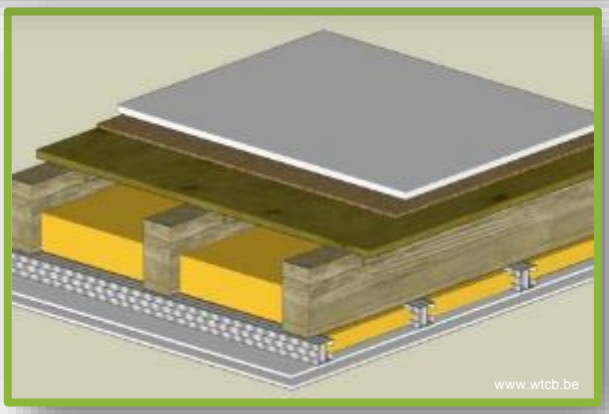
CONTACTGELUIDSISOLATIE

Geluidsisolatie van houten vloeren

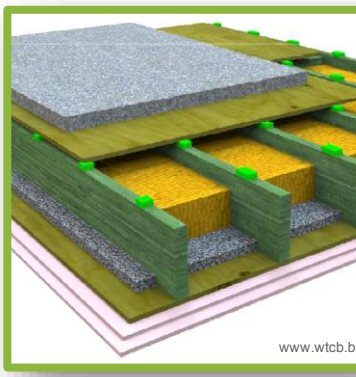
Opties voor scheidingsvloeren tussen woningen:

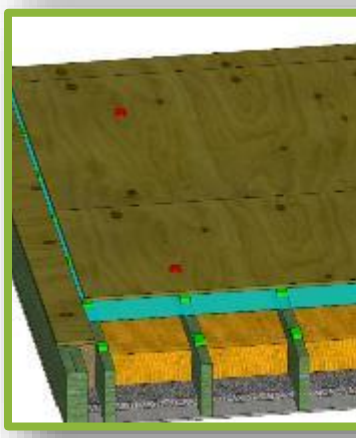
Systeem met drie lagen





Innoverende zware mass

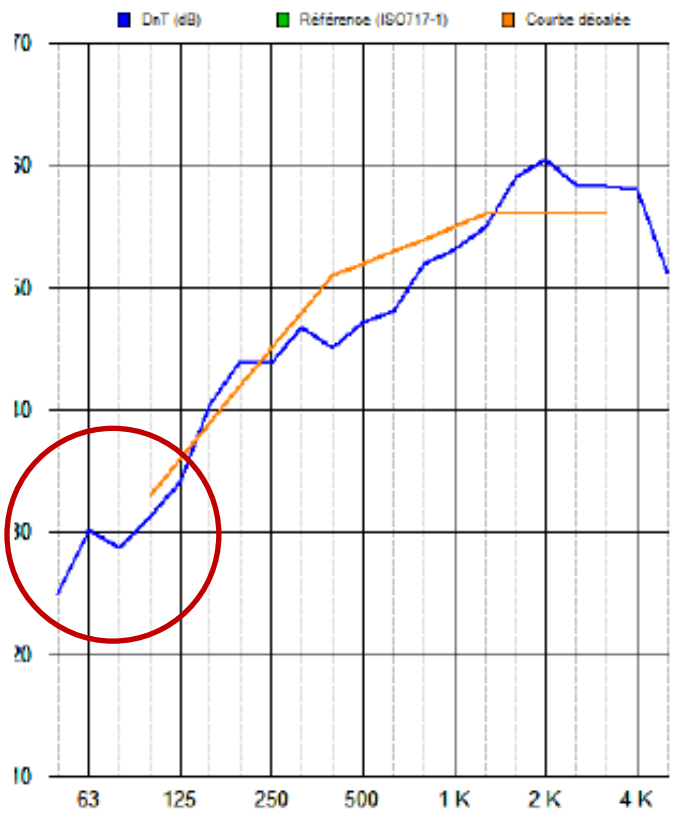


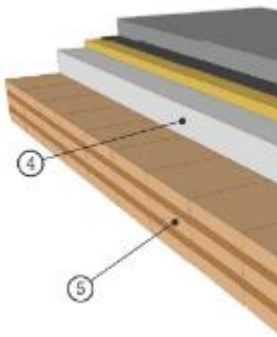


CONTACTGELUIDSISOLATIE

Contactgeluidsisolatie van kruislagenhouten vloeren (CLT):

- Uitvoering van een zwevend systeem aan bovenzijde van vlo





- Meting ter plaatse:

$D_{nT,w}$ = 52 tot 55 dB

$L'_{nT,w}$ = 58 tot 41(*) dB

(*) met linoleum

Verlaagd plafond aanbevolen
of aanpassing van bovenste deel

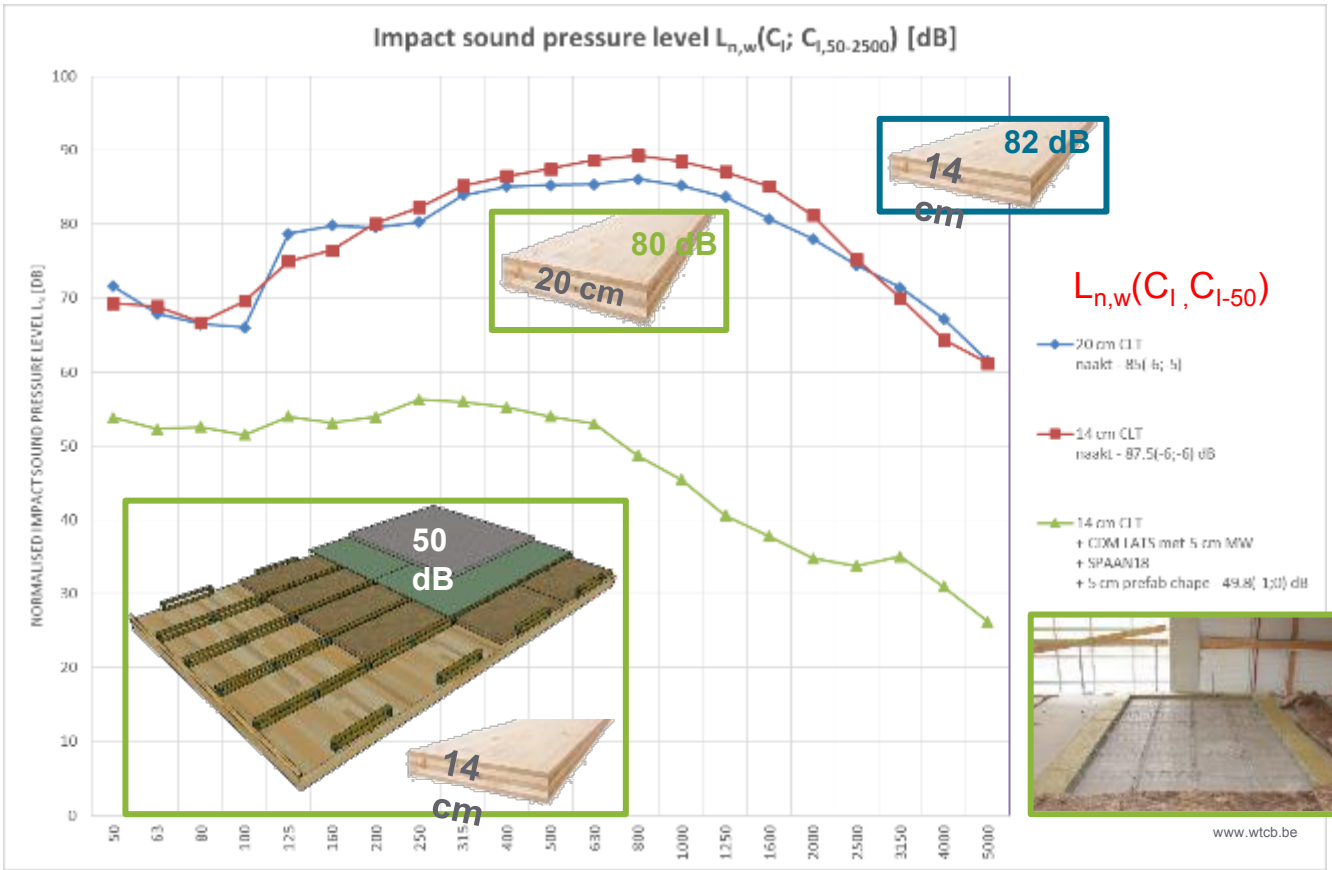
64

CONTACTGELUIDSISOLATIE

Contactgeluidsisolatie van kruislagenhouten vloeren (CLT):

- Uitvoering van een zwevend systeem aan bovenzijde van vlo

(bron: WTCB)



65

CONTACTGELUIDSISOLATIE

Controle van geluidsisolatie tussen ruimten

- Bouwplaatsbezoeken - controle van de uitvoering van akoestis systemen

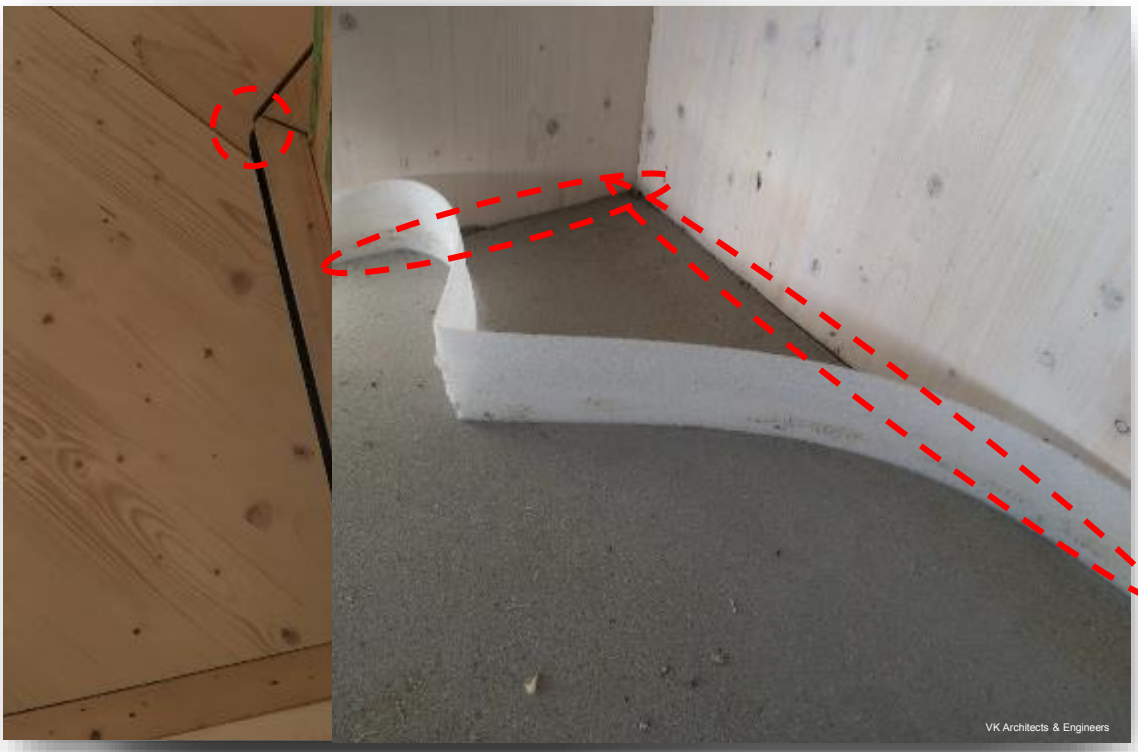


66

CONTACTGELUIDSISOLATIE

Controle van geluidsisolatie tussen ruimten

- Bouwplaatsbezoeken - controle van de uitvoering van akoestis systemen





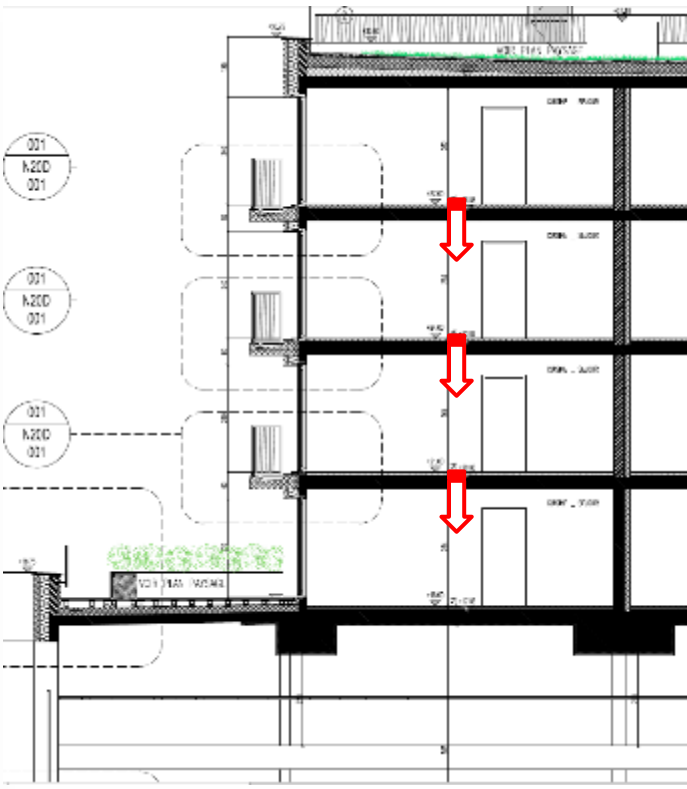
67

CONTACTGELUIDSISOLATIE

Controle van geluidsisolatie tussen ruimten

- Akoestische oplevering op het einde van de werken
- Representatieve metingen van $L'_{nT,w}$ en $D_{nT,w}$





INHOUDSOPGAVE

INLEIDING

GELUID VAN TECHNISCHE UITRUSTINGEN

LUCHTGELUIDSISOLATIE

CONTACTGELUIDSISOLATIE

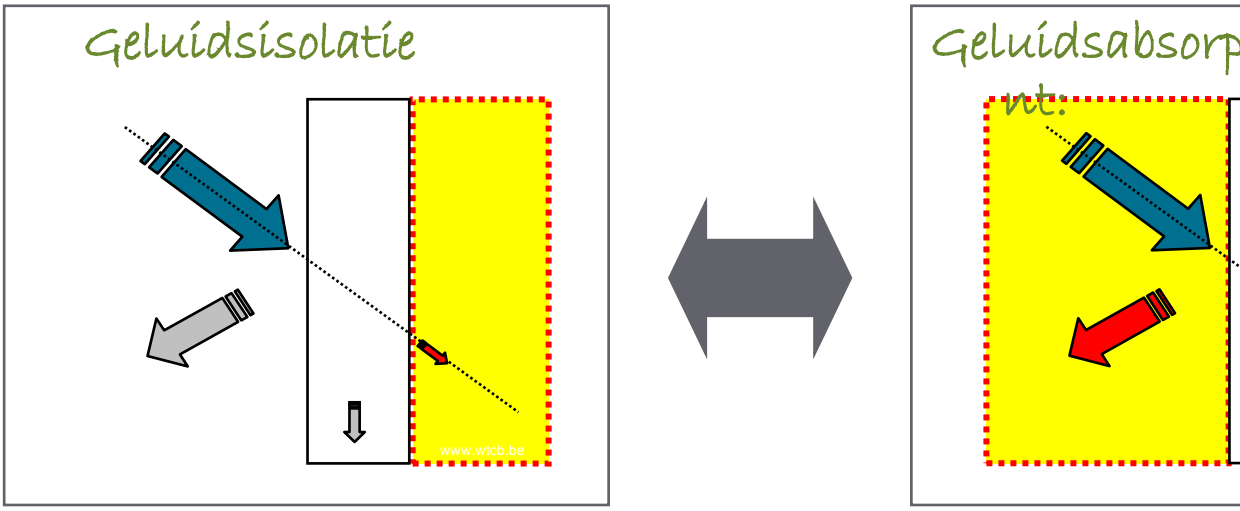
AKOESTISCHE CORRECTIE VAN RUIMTEN

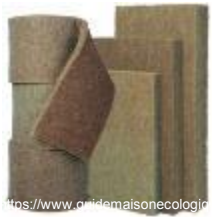
CONCLUSIES



AKOESTISCHE CORRECTIE IN RUIMTEN

Bron van verwarring: Geluidsisolatie en akoestische correctie





Hennep: goede geluidsabsorptie, zo goed als geen gelui

- Geluidsisolatie: 5 dB
- Geluidsabsorptiecoëfficiënt: 0,65



Houten plaat: beperkte geluidsabsorptie, interessante ge

- Geluidsisolatie: 29 dB
- Geluidsabsorptiecoëfficiënt: 0,2

AKOESTISCHE CORRECTIE IN RUIMTEN

Het gebruik van hout voor de akoestische correctie van ruimten

- Materiaal: poreuze absorptiematerialen uit houtwol in combinatie met ee cellen







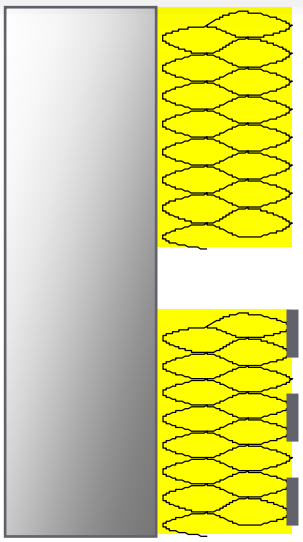
Type de construction				
	Rapport	125	250	500
béton, 25 mm de laine de bois Fine	A 192	0,07	0,12	0,2
béton, lame d'air de 20 mm, 25 mm de laine de bois Fine	MA 178-1	0,01	0,16	0,2
béton, lame d'air de 400 mm, 25 mm de laine de bois Fine	MA 178-1	0,13	0,38	0,3
béton, 50 mm de laine minérale / 25 mm de laine de bois Fine	A 192	0,42	0,79	1,1
béton, 50 mm de laine de bois Fine	A 192	0,13	0,25	0,7
béton, 100 mm de laine de bois Fine avec laine de roche	A 659-2	0,55	0,65	0,8
béton, 50 mm de laine de bois Fine avec laine de roche	A 1215-1	0,31	0,67	0,8
béton, lame d'air de 20 mm, 50 mm de laine de bois Fine avec laine de roche	A 1251-1	0,37	0,64	0,8
béton, 125 mm de laine de bois Fine avec EPS	A 1350-3	0,10	0,30	0,2
béton, 70 mm de laine de bois Fine avec Resol	AA 345	0,06	0,15	0,3
Heraklith combi laine de roche 85 mm	P.V.5408	0,62	0,89	0,9
Heraklith combi laine de roche155 mm	P.V.5409	0,76	0,71	0,8
Heraklith combi plus 95 mm	P.V.5410	0,26	0,61	0,9
Heraklith combi plus 145 mm	P.V.5411	0,30	0,67	0,9

AKOESTISCHE CORRECTIE IN RUIMTEN

Het gebruik van hout voor de akoestische correctie van ruimte

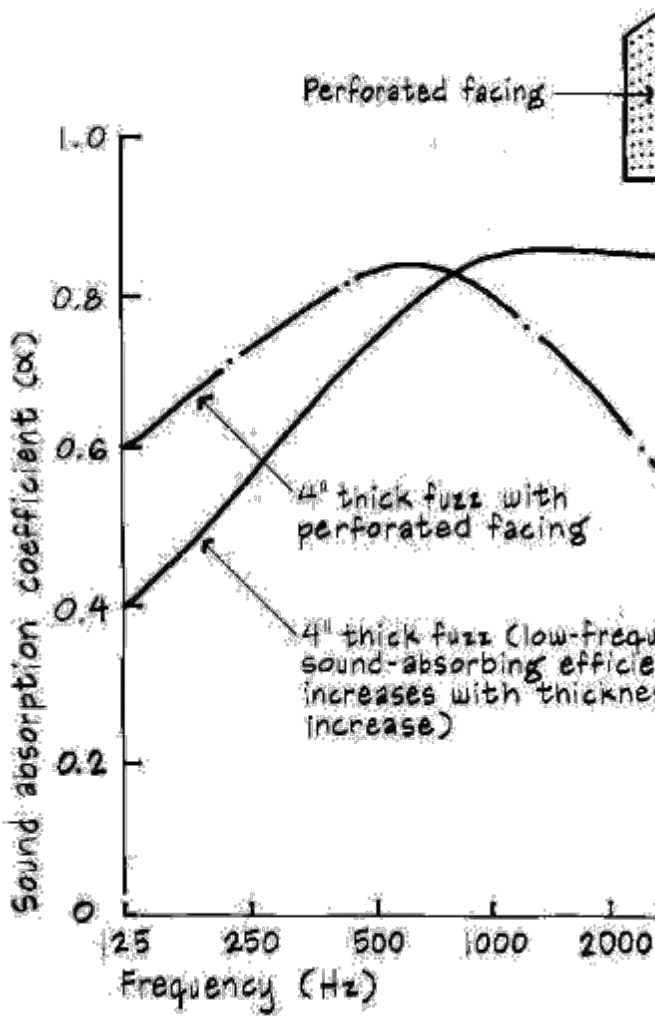
- Materialen: resonatoren (eventueel gecombineerd)





(a)

(b)



AKOESTISCHE CORRECTIE IN RUIMTEN

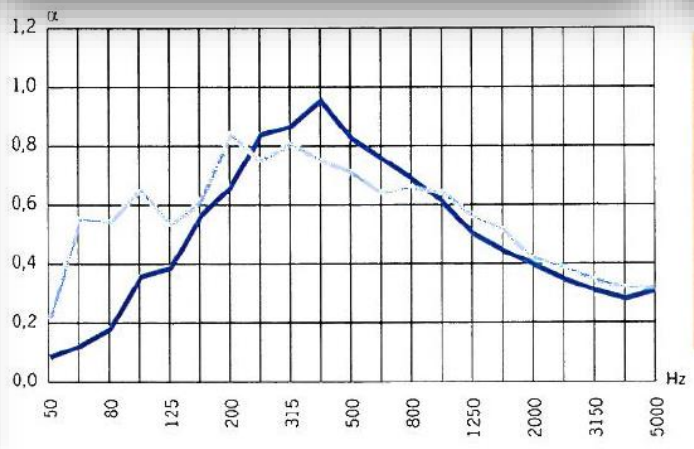
Het gebruik van hout voor de akoestische correctie van ruimte

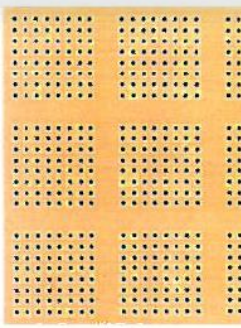
- Materialen: resonatoren (eventueel gecombineerd)









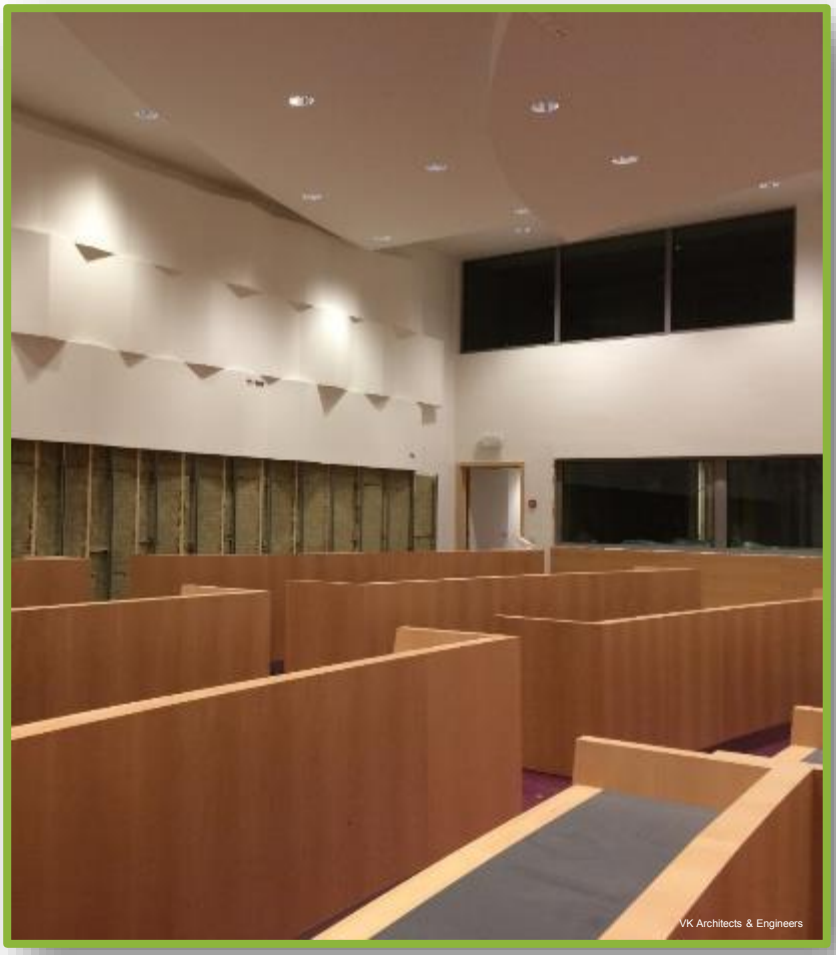


A = 20 mm, *B =
Ø = 8 mm, Mc

AKOESTISCHE CORRECTIE IN RUIMTEN

Het gebruik van hout voor de akoestische correctie van ruimte

- Materialen: diafragma's of akoestische panelen

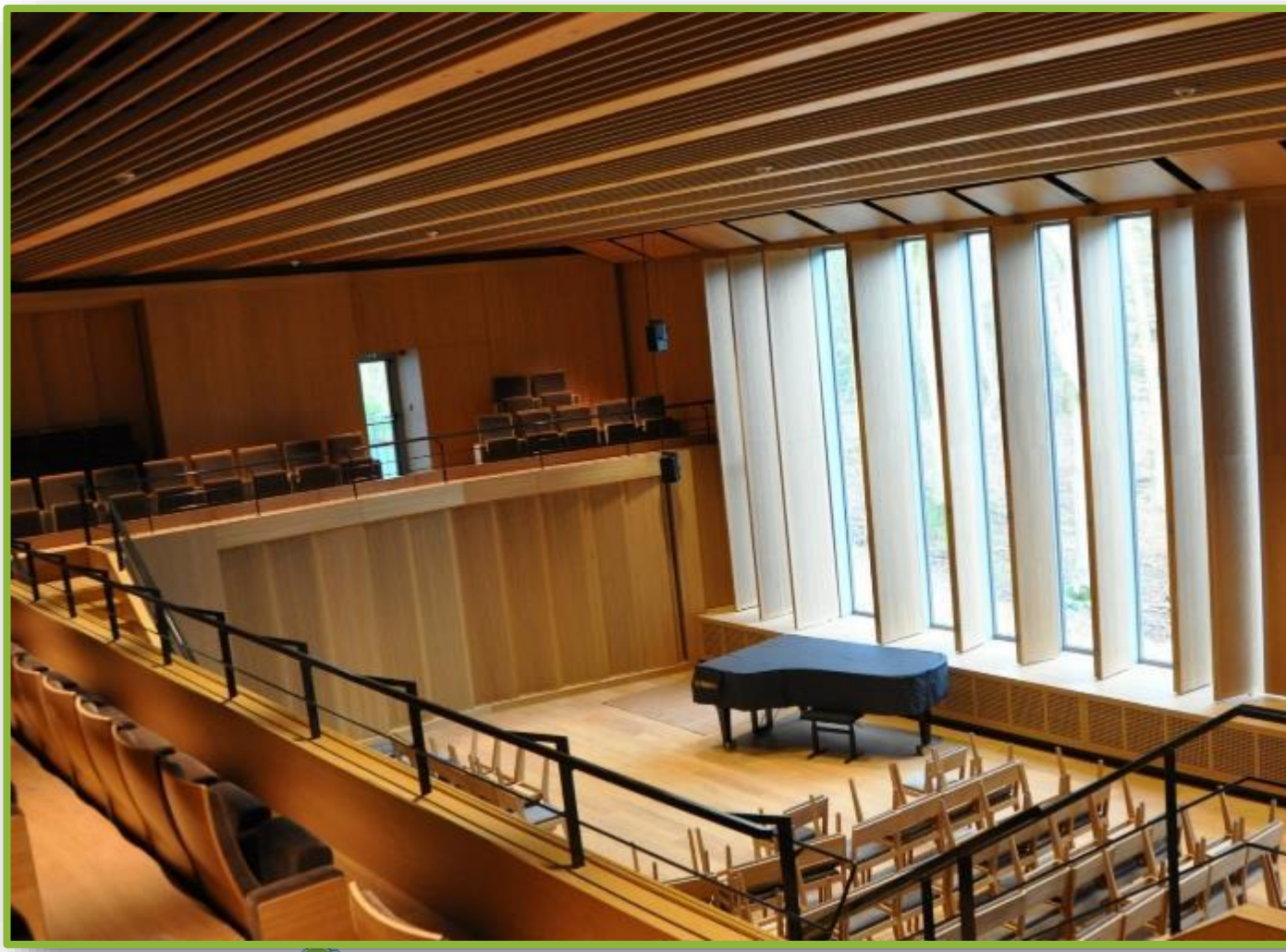






AKOESTISCHE CORRECTIE IN RUIMTEN

Zaalakoestiek: zalen met variabele nagalmtijd



INHOUDSOPGAVE

INLEIDING

GELUID VAN TECHNISCHE UITRUSTINGEN

LUCHTGELUIDSISOLATIE

CONTACTGELUIDSISOLATIE

AKOESTISCHE CORRECTIE VAN RUIMTEN

CONCLUSIES



Conclusie:



TOOLS

Gids Duurzame Gebouwen

www.gidsduurzamegebouwen.brussels

- Thema **Akoestiek**

  Dossier | Het akoestisch comfort verzekeren

  Voorziening | Akoestiek van een lichte voorzetwand

  Voorziening | Akoestiek van een lichte/droge zwevende dekv

  Voorziening | Contactgeluidisolerende materialen en systeme

  Voorziening | Akoestiek van een dragende lichte vloerplaat

  En tal van andere referenties …

Websites

- CSTC-WTCB
  - www.wtcb.be

  Tal van publicaties over het akoestisch comfort van houtcons

Websites

- Europees project FormaWood
  - www.formawood.eu

  Volledige technische fiche



Contactpersoon:

Van Damme Manuel, Acoustical Expert

VK Architects & Engineers, UCL, IFSB & HEH

Tel. +32(0)478/989842

mvd@buildsilence.be – www.buildsilence.be

Build Silence

Acoustical Experts & Engineers

