



M+P | Onderdeel van
Müller-BBM groep
Mensen met oplossingen

www.mp.nl

**Biobased bouwen
= licht bouwen
= aandacht voor geluid**

GTL 2024

ir. Theodoor Höngens



afbeelding: openluchtmuseum Arnhem

Inhoud

Onderwerpen:

- geluidswering gevel
- interne geluidsisolatie

- theorie geluidsoverdracht
- praktijk CLT
- beyond CLT -> biobased bouwen met andere materialen





Bouwregelgeving / normen / richtlijnen

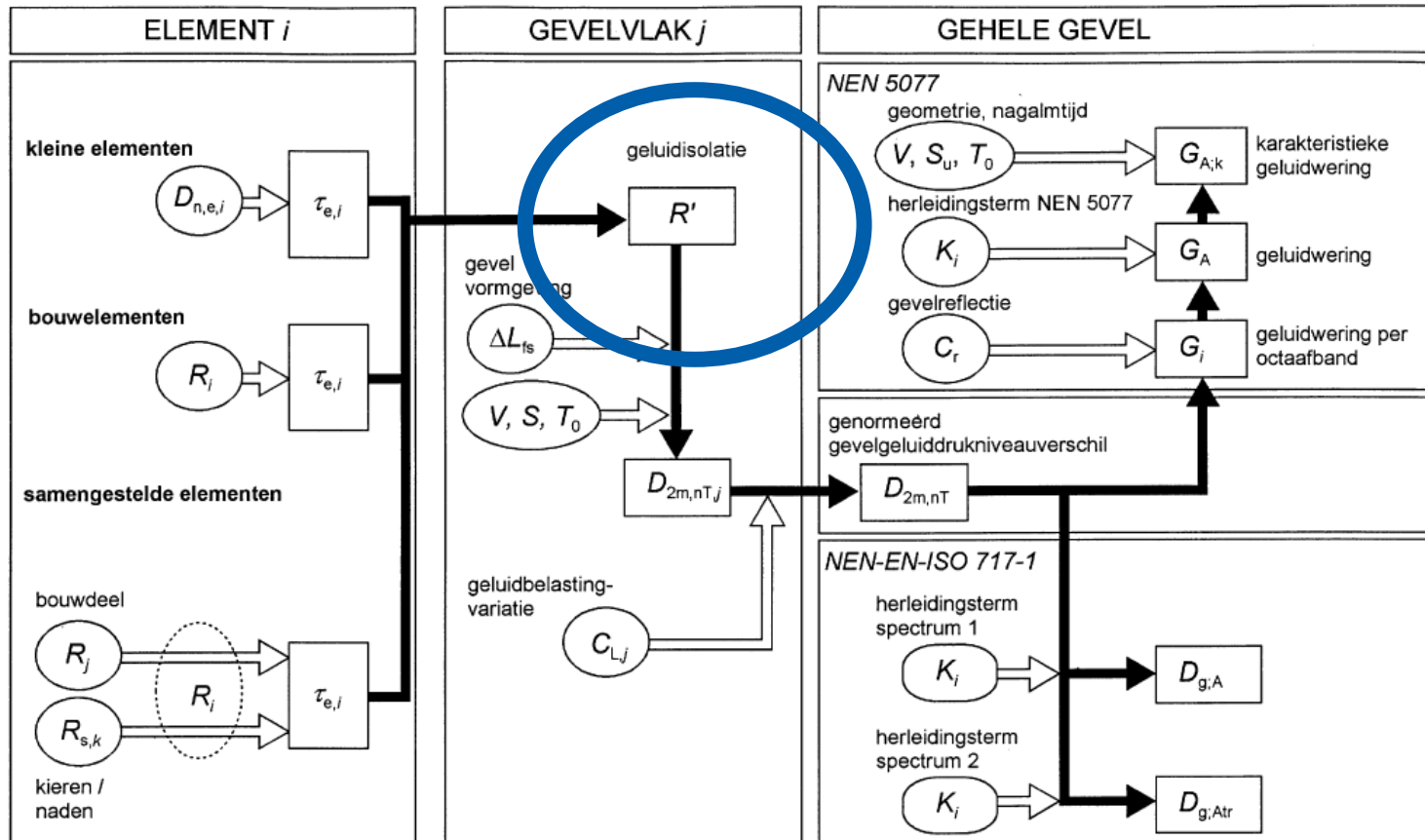
- geluid eisen Besluit bouwwerken leefomgeving
 - karakteristieke geluidswering gevel: ten minste 20 dB
 - interne geluidsisolatie:
 - karakteristieke luchtgeluidsisolatie: ten minste 52 dB
 - contactgeluidsniveau: ten hoogste 54 dB
 - karakteristiek installatiegeluidsniveau: ten hoogste 30 dB

- garantieregelingen met hogere streefwaarden / uitvoeringsvoorschriften: Woningborg, SKW

- NEN-normen, praktijkrichtlijnen (NPR) en referentiedetails (ISSO, voorheen bij SBR)



Geluidswering gevel - principe



Praktijk:

- (ventilatievoorziening)
- gevel / dak
- beglazing en kozijnen
- kierdichting



Lucht- en contactgeluidsisolatie tussen woningen

luchtgeluid

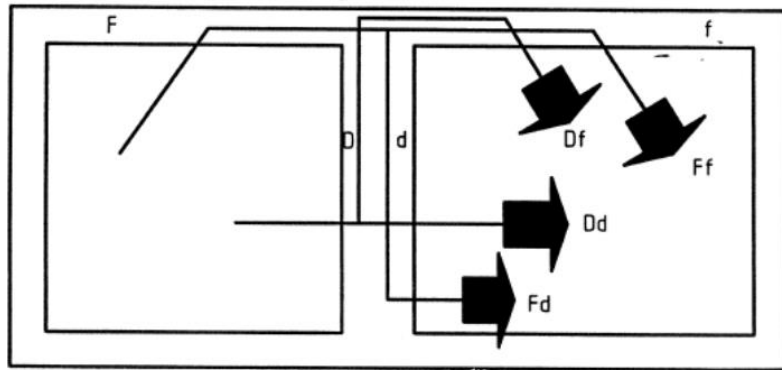


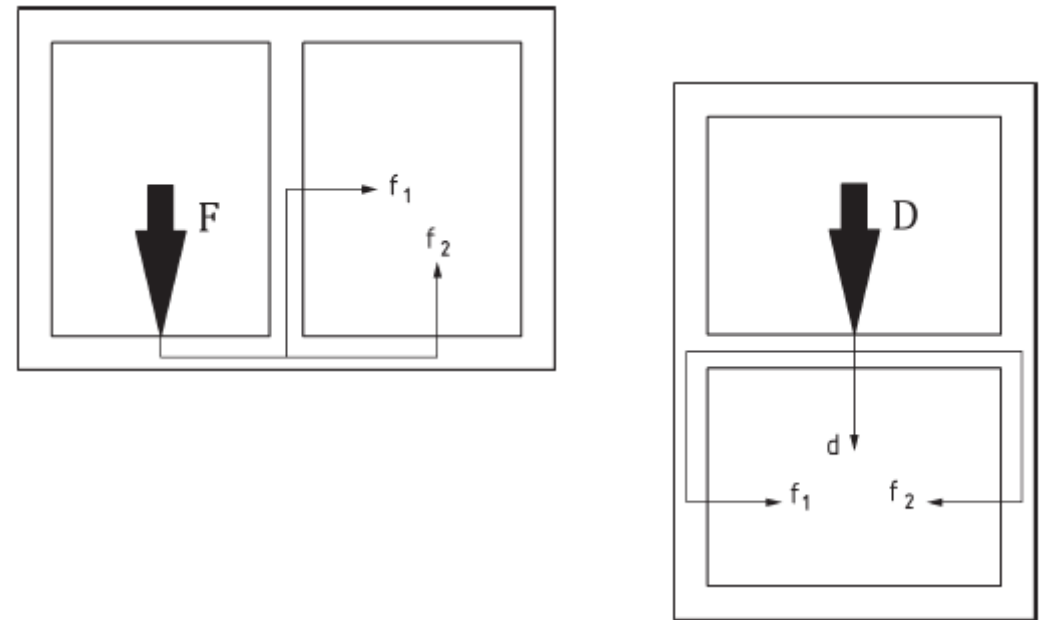
Figure 2 — Definition of sound transmission paths IJ between two rooms

$$R' = -(10 \lg \tau') \text{ dB}$$

where

$$\tau' = \tau_d + \sum_{f=1}^n \tau_f$$

contactgeluid



$$L'_n = \left(10 \lg \left(10^{L_{n,d}/10} + \sum_{j=1}^n 10^{L_{n,ij}/10} \right) \right) \text{ dB}$$



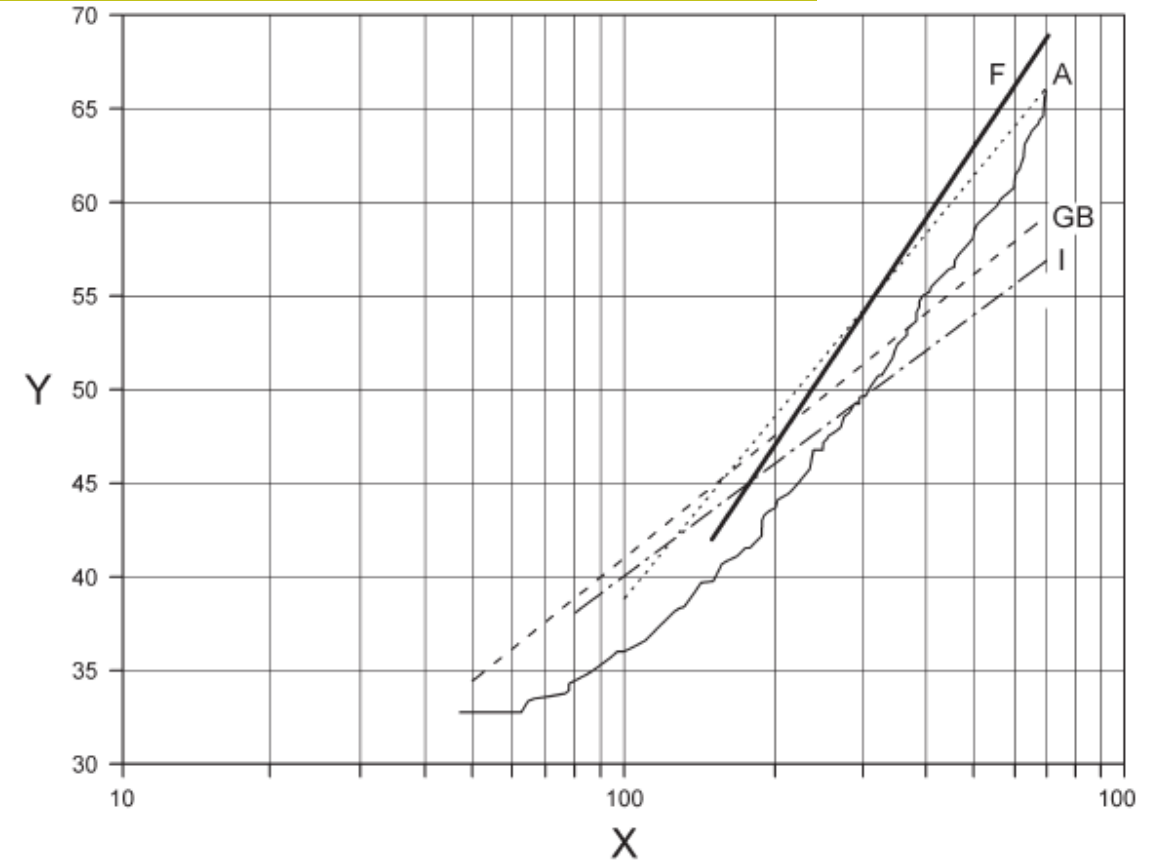
Massieve versus dubbele constructies (spouwconstructies) Luchtgeluid

massieve constructie:

- massa van constructie

praktische massawet:

- $R_{500} = 17,5 \cdot \log(m) + 3$ [dB]
(ca 5 dB per massa verdubbeling)



Key

X surface mass m' in kg/m²

Y weighted sound reduction index R_w in dB



Massieve versus dubbele constructies (spouwconstructies) Luchtgeluid

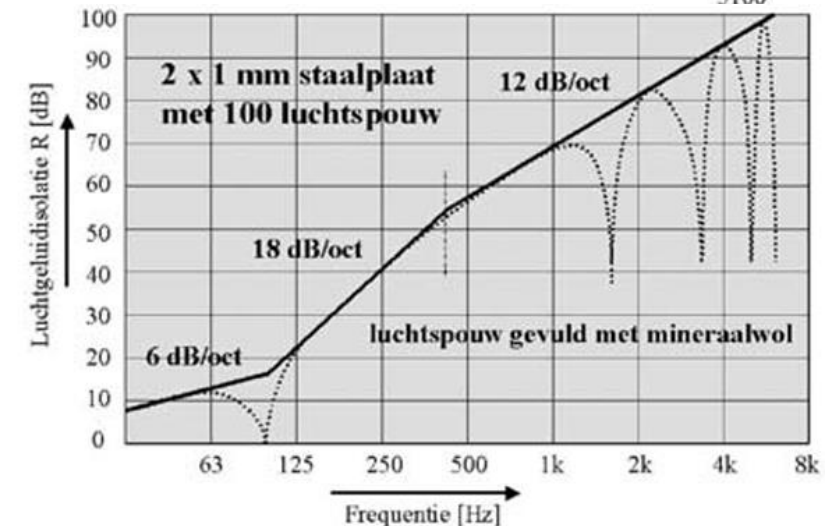
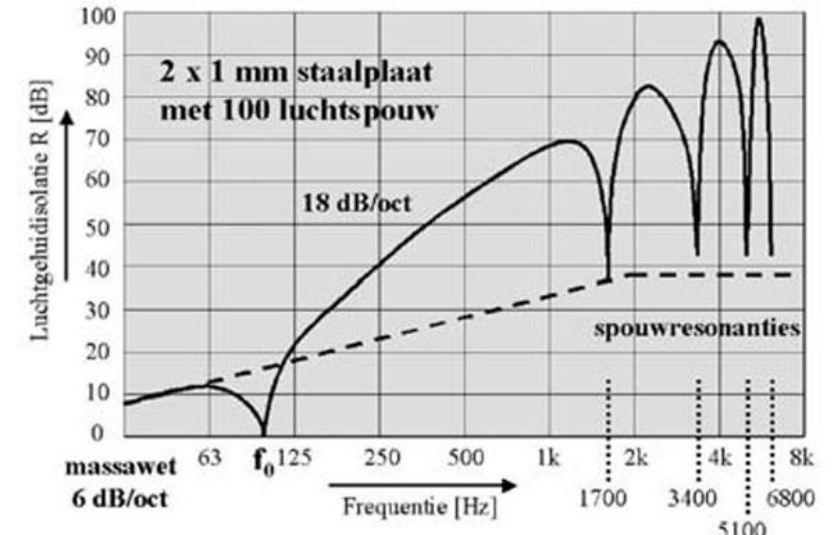
Dubbele constructies:

- massa en massaverhouding van beide schalen
- mate van koppeling
- diepte van spouw
- vulling van spouw

Met name effectief boven de massa-
veerresonantiefrequentie

$$f_{RL} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{(m_1 + m_2) \cdot K}{m_1 m_2 \cdot D}} \quad \text{bij luchtspouw} \quad \cong \quad 60 \sqrt{\frac{m_1 + m_2}{m_1 m_2 \cdot D}} \quad [\text{Hz}]$$

(ca 6-8,5 dB per massaverdubbeling)





Massieve versus dubbele constructies

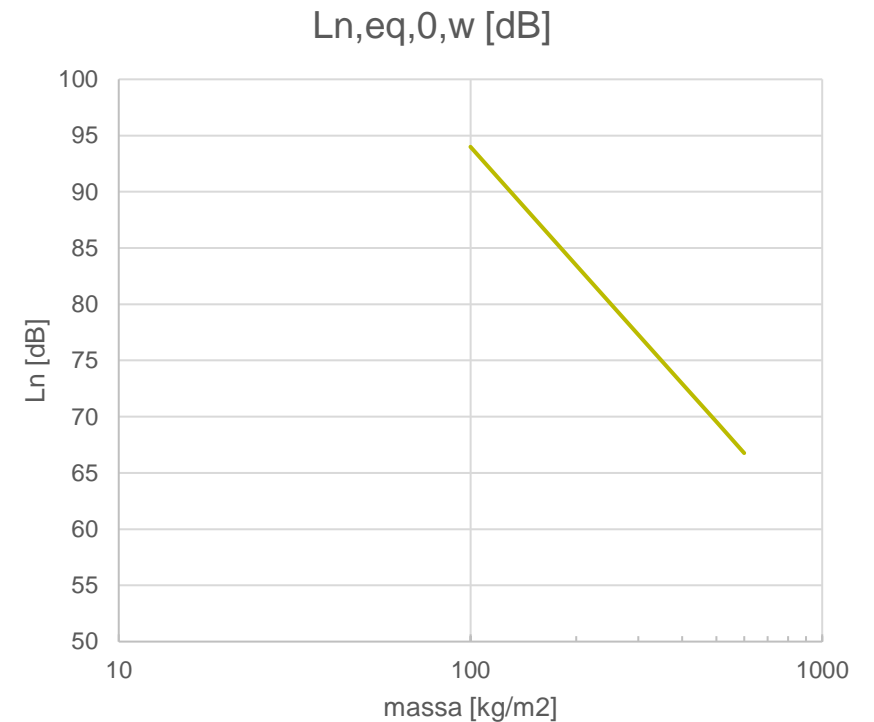
Contactgeluid

Massieve vloerconstructies:

- afhankelijke van massa

$$L_{n,eq,0,w} = 164 - \left(35 \lg \frac{m'}{(1 \text{ kg} / \text{m}^2)} \right) \text{dB}$$

(praktisch gezien: ca 10 dB per massa verdubbeling)





Massieve versus dubbele constructies

Contactgeluid

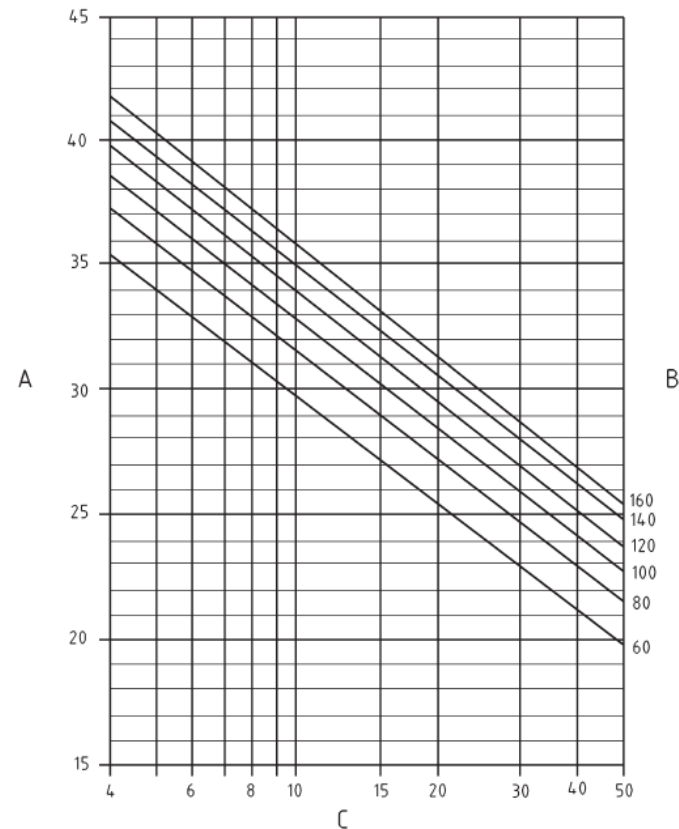
Invloed **verende** (zwevende) dekvloer op **massieve** vloer.

Prestatie afhankelijke van:

- massa dekvloer
- dynamische stijfheid en dikte verende laag
- uitvoering

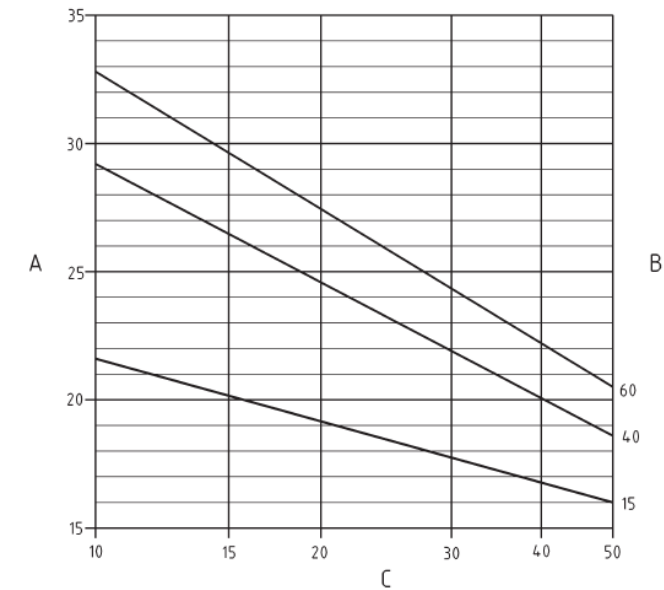
en

- basisvloerconstructie



Key

- A weighted reduction of impact sound pressure level by a floor covering ΔL_w in dB
- B mass per unit area of the floating floor in kgm^{-2}
- C dynamic stiffness per unit area s' of the resilient layer in MNm^{-3}



Key

- A weighted reduction of impact sound pressure level by a floor covering ΔL_w in dB
- B mass per unit area of the floating floor in kgm^{-2}
- C dynamic stiffness per unit area s' of the resilient layer in MNm^{-3}



Massieve versus dubbele constructies

Contactgeluid

Dubbele vloerconstructies:

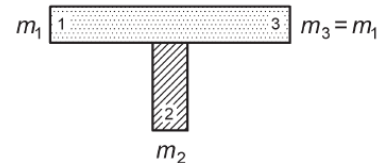
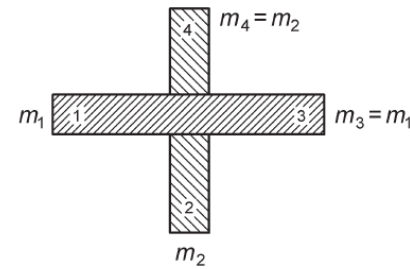
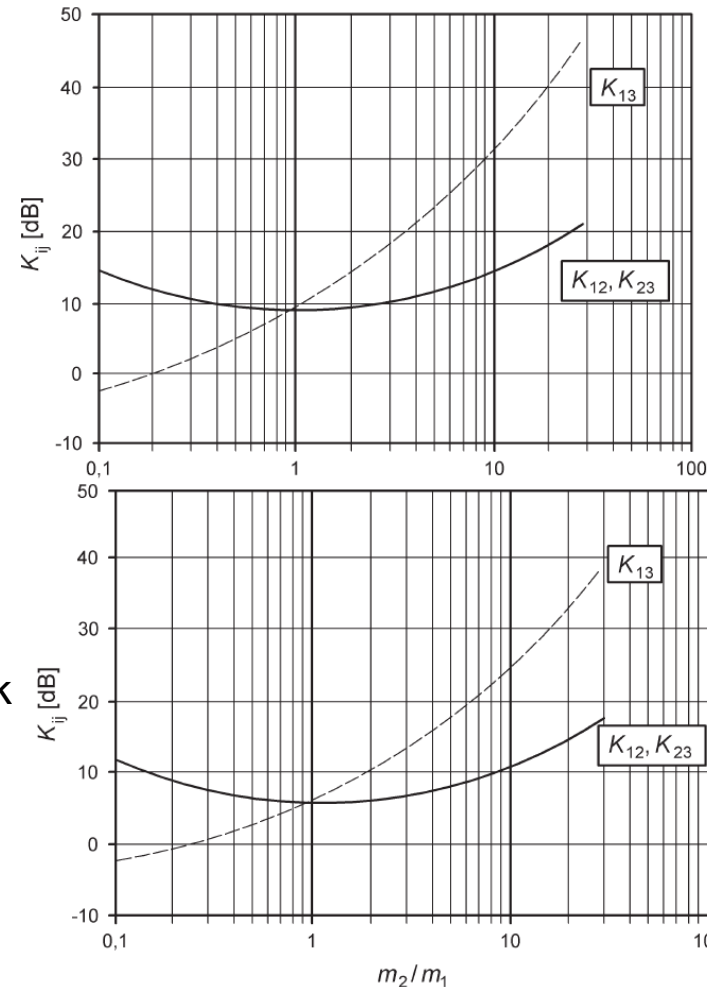
- massa vloerhout
- balkhoogte/stijfheid
- spouwhoogte
- spouwvulling
- als dan niet vrij hangend plafond en materialisatie



Flanking via koppelingen (luchtgeluid)

$$R_{ij} = \frac{R_i}{2} + \frac{R_j}{2} + K_{ij} + 10 \log \frac{S_d}{l_0 l_{ij}}$$

- R_{ij} = geluidsisolatie overdrachtsweg
- R_i = directe geluidsisolatie aangestoten vlak
- R_j = direct geluidsisolatie afstralend vlak
- K_{ij} = **knooppuntdemping**
- S_d = oppervlak directe scheidingsvlak
- l_0 = referentielengte
- l_{ij} = koppellengte tussen aangestoten en afstralend vlak

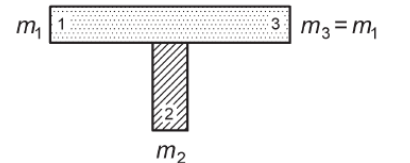
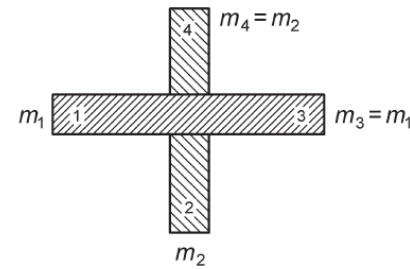
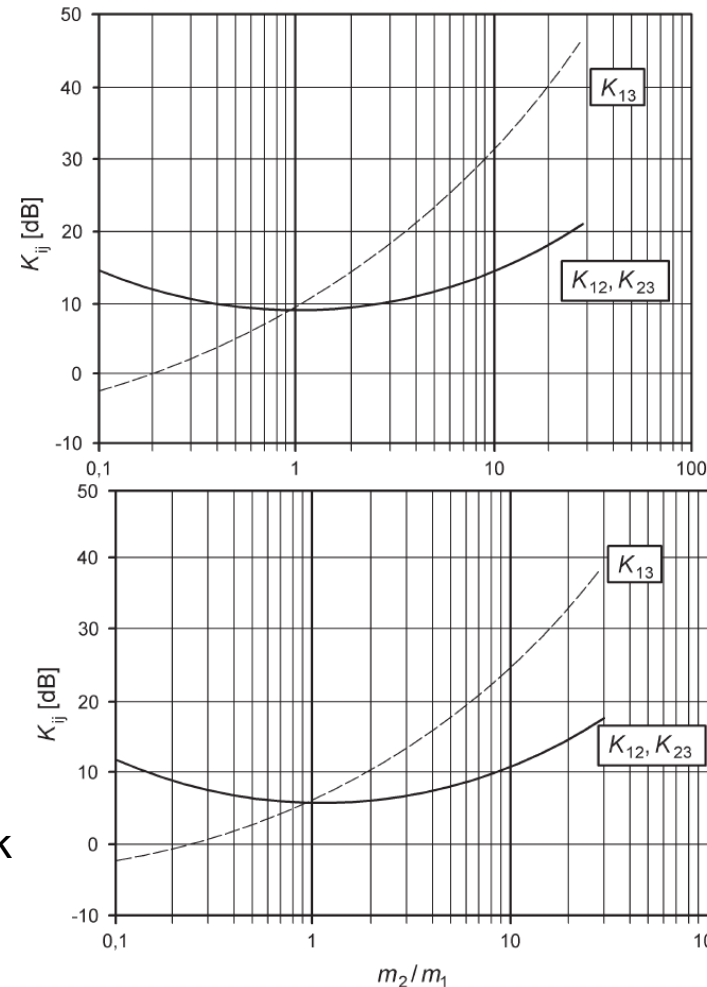




Flankering via koppelingen (contactgeluid)

$$L_{n,ij,w} = L_{n,eq,0,w} - \Delta L_w + \frac{R_{i,w} - R_{j,w}}{2} - \Delta R_{j,w} - K_{ij} - \left(10 \lg \frac{S_i}{l_0 l_{ij}} \right) \text{dB}$$

- ΔL = invloed vloerbedekking (of zwevende dekvloer)
- $L_{n,eq,0}$ = genormaliseerd contactgeluidsniveau
- R_{ij} = geluidsisolatie overdrachtsweg
- R_i = directe geluidsisolatie aangestoten vlak
- R_j = directe geluidsisolatie afstralend vlak
- ΔR_j = invloed maatregel bij afstralend vlak
- K_{ij} = **knooppuntdemping**
- S_i = oppervlak directe scheidingsvlak
- l_0 = referentielengte
- l_{ij} = koppellengte tussen aangestoten en afstralend vlak





‘Traditionele’ massieve bouw

Bouwwijze is beproefd, er zijn al decennia praktijkrichtlijnen voor massieve bouw:

- NPR 5070 met voorbeelden voor steenachtige constructies
- NPR 5086 met voorbeelden voor lichte woningscheidende wanden
- NPR 5073 met richtlijnen voor liftinstallaties
- NPR 5075 met richtlijnen voor sanitaire toestellen in installaties voor aan- en afvoer van water
- referentiedetails (ISSO, voorheen bij SBR)
- etc.

Praktijk in gestapelde bouw is:

- vloeren ca 500 kg/m² met zwevende dekvloer, of massief 800 kg/m²
- woningscheidingen ten minste 525 kg/m²
- daken ten minste 300 kg/m²
- massieve binnenwanden

Kortom: **ZWAAR**



Het 'nieuwe' bouwen in CLT

Materialisatie:

- 100 ... 160 mm gangbare dikte -> 50 ... 80 kg/m²

ofwel 'licht'

Factor 10 lichter dan 'traditioneel', ofwel

- **17,5 dB tekort** aan luchtgeluidsisolatie
- **35 dB tekort** aan contactgeluidsisolatie

Voor geluidwering gevel/dak zonder meer toepasbaar.





Bouwen in CLT, maatregelen

Woningscheidende vloer:

- vloerverzwarend met kalksplit of beton
- zwevende dekvloer (verende laag en vezelplaten of anhydriet)

Woningscheidende wanden:

- met voorzetwand of dubbel uitgevoerd

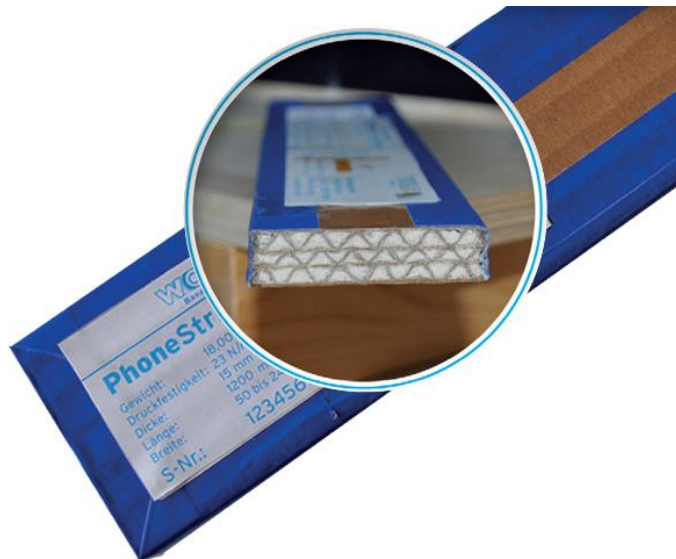
Binnenwanden:

- akoestisch ontkoppelen van vloeren en wand
- voor stabiliteit akoestische ontkoppelingen

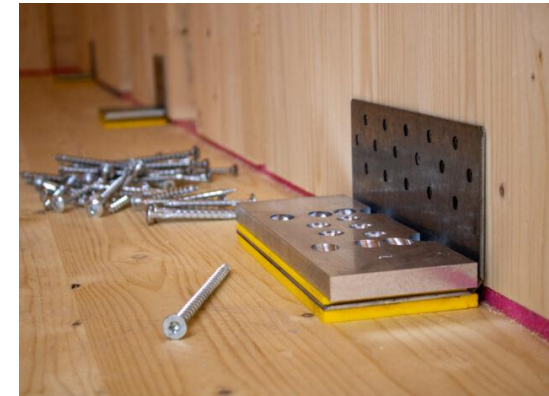
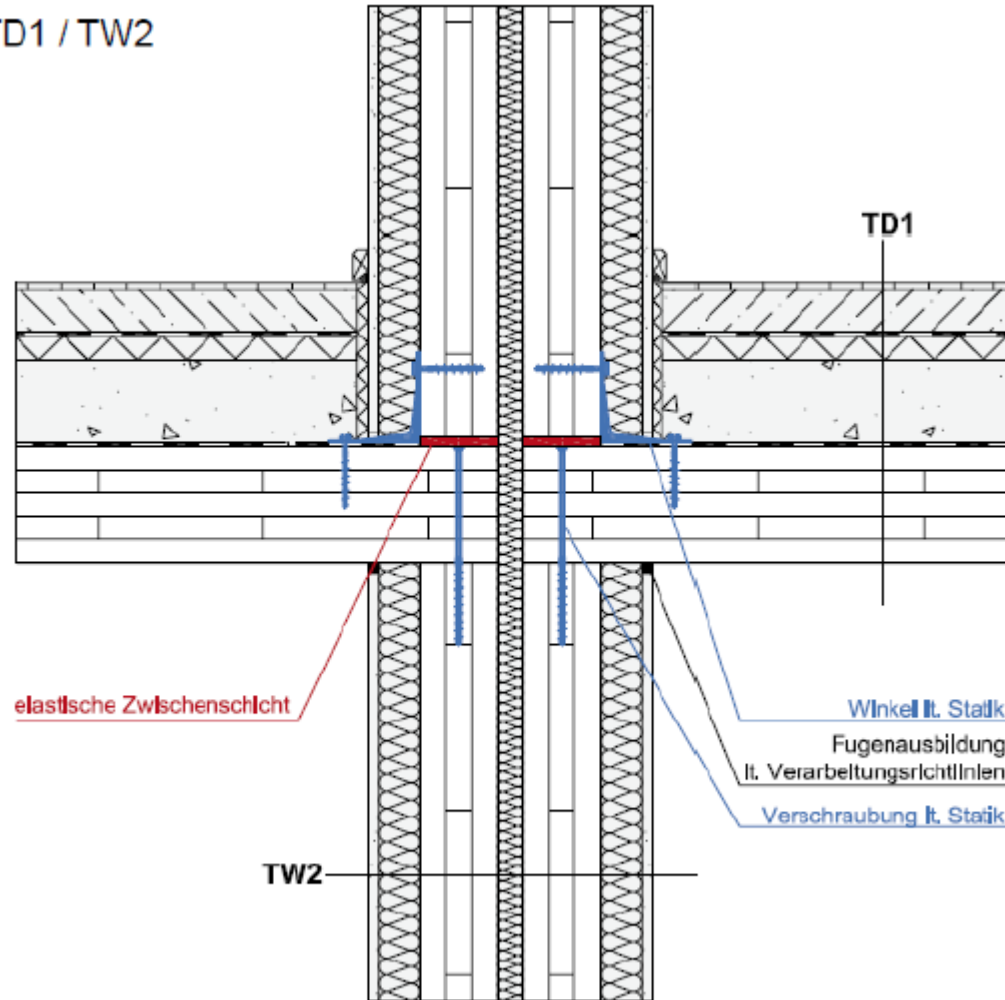
Speciale aandacht voor liften/trappenhuizen



Bouwen in CLT, maatregelen



TD1 / TW2





Toekomst van materialen: biobased

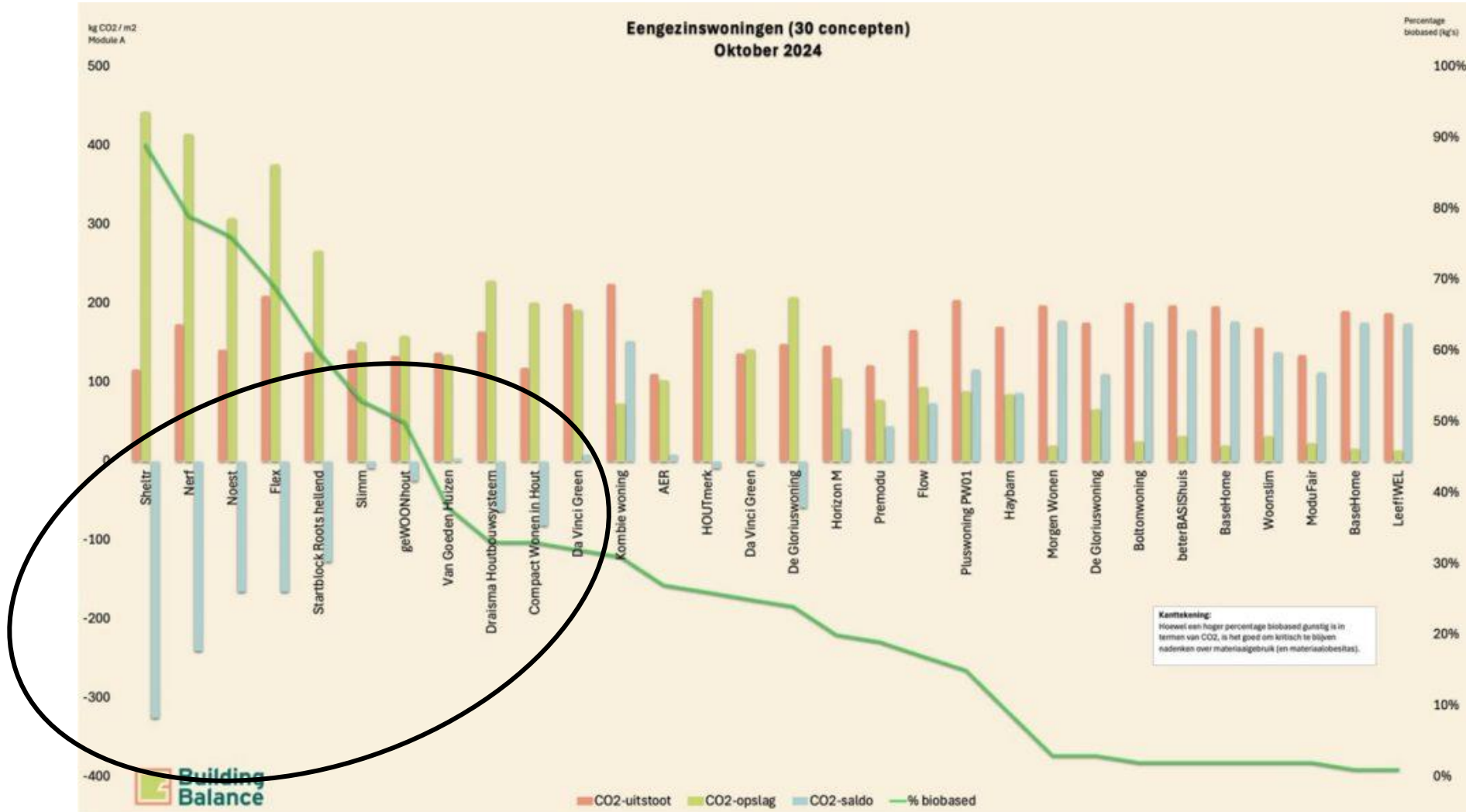
Biobased bouwmaterialen zijn bouwmaterialen gemaakt van dierlijk materiaal of van schimmels, planten, bacteriën die ecologisch verantwoord geteeld, geoogst, gebruikt en hergebruikt worden

Deze biobased materialen zijn (in de levenscyclus van het materiaal):

- afkomstig van een **regeneratieve teelt** die de ecologisch gezonde condities van de oogstlocatie waarborgt, nu en later;
- gemaakt van **grondstoffen uit de levende natuur** die na een oogst terug groeien binnen 100 jaar;
- geen abiotsche grondstoffen uit geologische formaties, zoals zand en klei;
- later **herbruikbaar** als grondstof in een nieuw bouw materiaal of in de natuur.



CO2-opslag in eengezinswoningen





Voorbeelden

Voor de hand liggen lokaal geproduceerde vezels, zoals:

- olifantengras
- maisstengels
- stengels van graansoorten

en ook schimmels

Wat kun je daarvan maken?

- gelaagd kruishout met geperste vezelplaten ertussen
- thermische isolatie/geluidsabsorptie
- geperste vezelplaten
- prefab gevels

Voorbeelden



1:Faay, wand met vlaswolkern en houtvezelplaat | 2:FC-I, productie myceliumplaat | 3:strotec, strovezelgevel | 4:Nevima, IVI Topisolatie met kokosvezel/hout regelwerk voor contactgeluidsisolatie | 5: vlasvezelplaten



Slot

De (woning)bouw wordt Biobased ->

- 'licht' bouwen wordt gemeengoed
- ontwikkeling nieuwe materialen, aandacht voor akoestische prestaties
- veel aandacht voor 'knooppunten' en uitvoering op de bouwplaats
- ontwikkeling van nieuwe richtlijnen noodzakelijk

Meer weten? Kijk op www.mp.nl