

Ontwerp en massaproductie van modulaire paneelstructuren voor effectieve trillingsreductie door middel van spuitgieten

Marnick De Vloo

Jochen Bikkembergs

master IW Elektromechanica

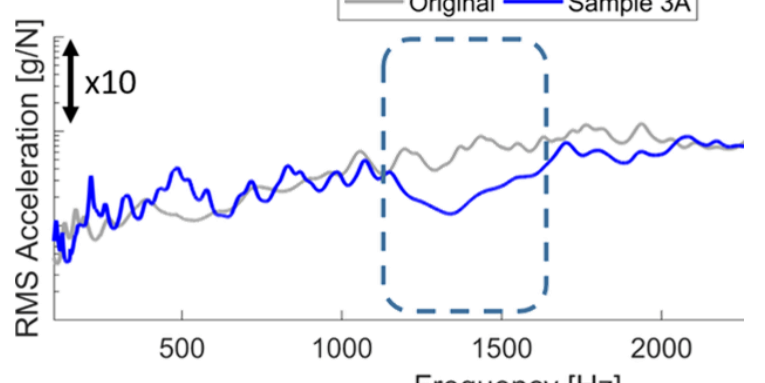
master IW Elektromechanica

Situering

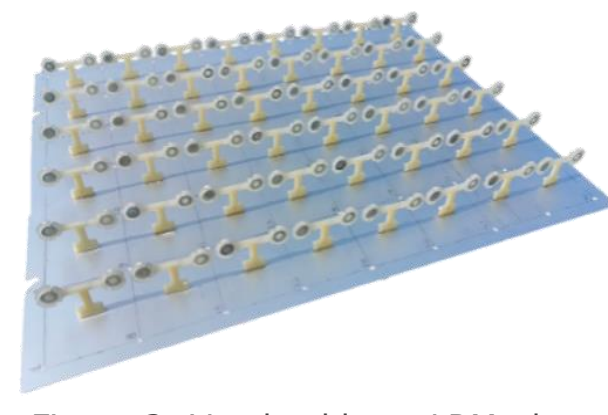
Probleem- en doelstelling

In de afgelopen jaren is de **alarmerende impact van trillingen en geluid** op onze **gezondheid en welzijn** steeds duidelijker geworden. Geluid en trillingen zijn daarom belangrijke aspecten om te beheersen.

Recent onderzoek (fig. 1) heeft aangetoond dat **lokaal resonante metamaterialen (LRM's)** (fig. 2) veelbelovend zijn als **alternatief** voor **traditionele geluids- en trillingsisolatie**, waarbij vaak **veel massa en volume** nodig is.



Figuur 1: Trillingsonderdrukking in LRM-plaat [1]



Figuur 2: Voorbeeld van LRM-plaat met gesputgietende resonatoren [2]

Hoewel **spuitgieten** potentieel toont voor **LRM-massaproductie**, belemmeren **hoge investeringskosten** van **grote spuitgietmachines** (fig. 3) verder onderzoek.

Hoofddoelstelling van dit onderzoek is het **ontwerpen en testen van modulaire paneelstructuren** die:

- voldoen aan **ontwerpregels** voor **kleine** spuitgietmachines,
- dynamisch geschikt** zijn voor **LRM** gebruik.



Figuur 3: Grote, dure spuitgietmachine [3]

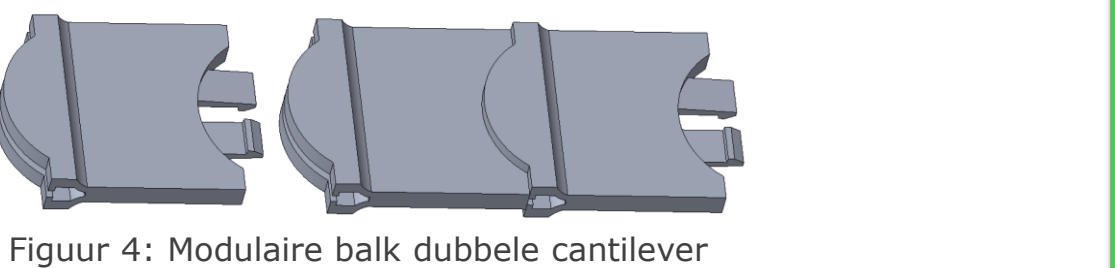
Ontwerpfase

Trillingskarakterisatie

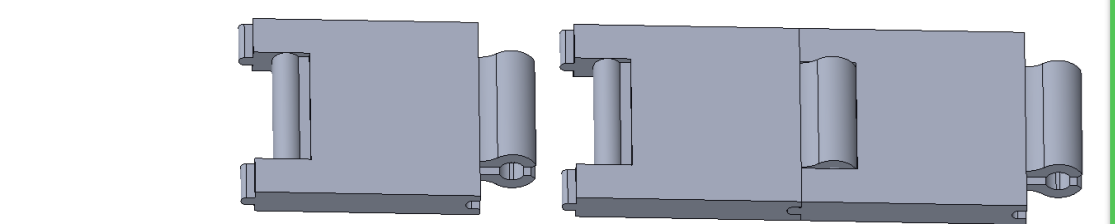
Spuitgieten

Op basis van een **literatuuronderzoek** worden bestaande verbindingenmechanismen beoordeeld op beoogde **robuustheid, complexiteit en spuitgietbaarheid**.

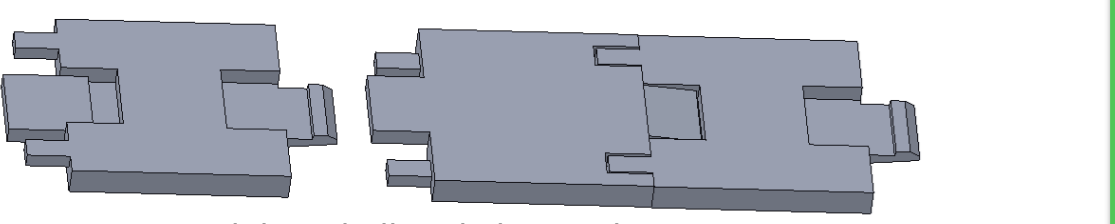
De verbindingen met meeste potentieel worden **iteratief geoptimaliseerd met 3D-printen** en nadien verwerkt in **modulaire panelen** (fig. 4, 5 en 6).



Figuur 4: Modulaire balk dubbele cantilever



Figuur 5: Modulaire balk cilindrische fit



Figuur 6: Modulaire balk enkele cantilever

Deze modulaire panelen worden nadien verbonden tot **balkstructuren** (fig. 7 en 8) om hun **dynamische gedrag** te meten aan de hand van **experimentele dynamische karakterisatie**.



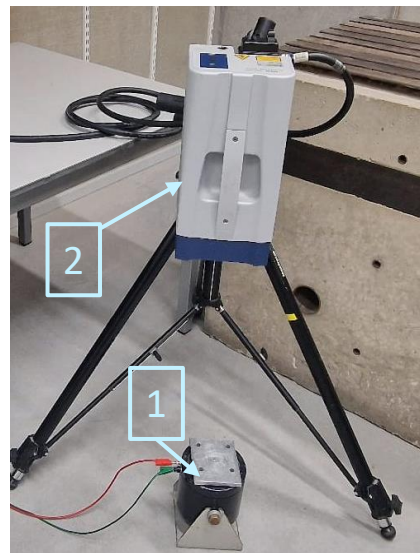
Figuur 7: Modulaire balk van dubbele cantilever ge-3D-print met ABS



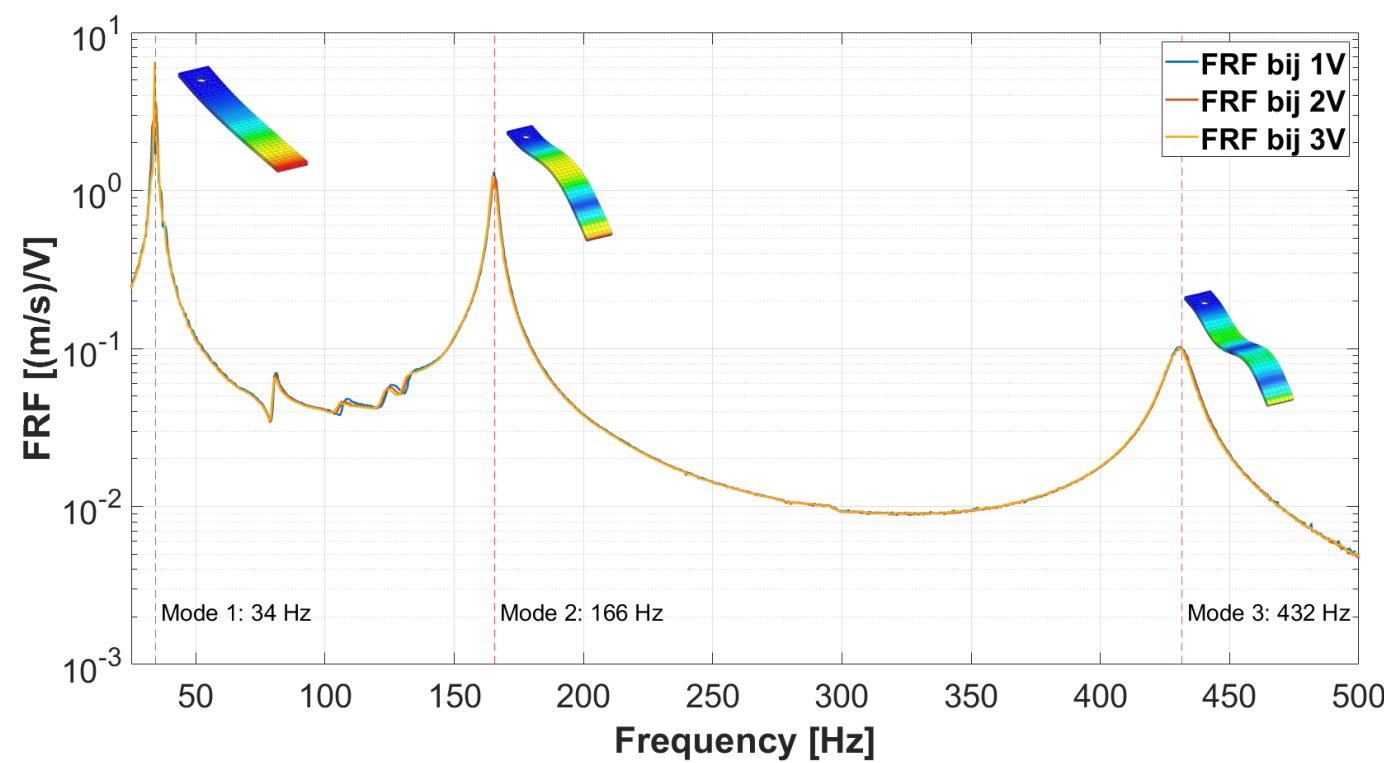
Figuur 8: Modulaire balk van enkele cantilever ge-3D-print met ABS

Om het **dynamische gedrag** te onderzoeken worden de balken op een shaker (1) en laser vibrometer (2) set-up gemonteerd (fig. 9).

- Hierbij werden de modulaire balken onderzocht op:
- Lineariteit,**
 - Invloed van **her- en demontage,**
 - Invloed van de **paneelvolgorde.**

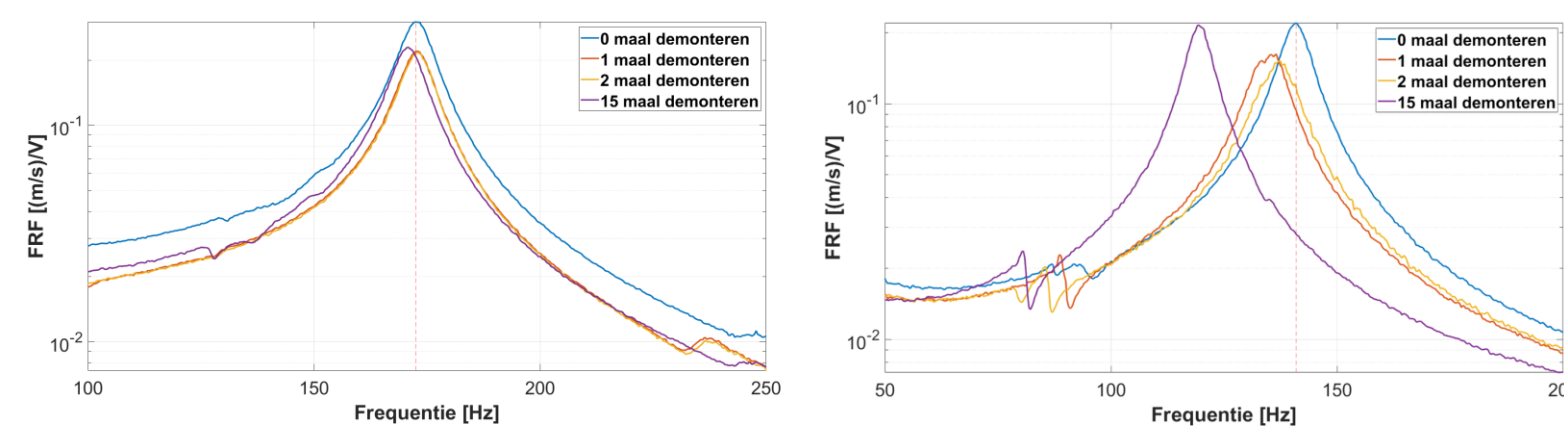


Figuur 9: Proefopstelling trillingskarakterisatie



Figuur 10: FRF van de cilindrische fit over het gehele gemeten frequentiebereik

Hoewel de **drie concepten** zich **lineair gedragen** (fig. 10), vertonen ze **sterke verschillen na her-/demonteren** (fig. 11).



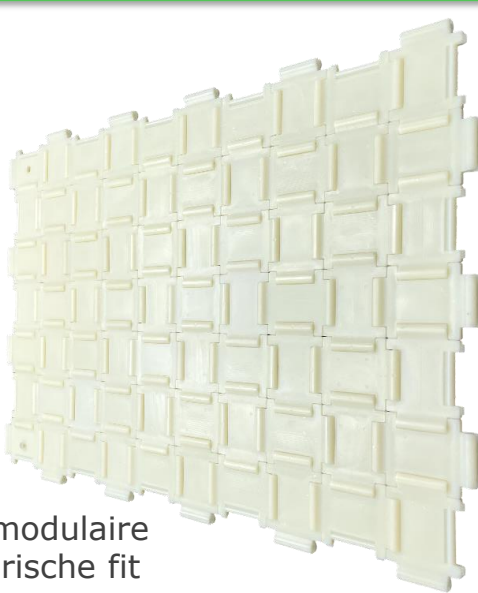
Figuur 11: Invloed van losklikken cilindrische fit (links) en dubbele cantilever (rechts)

Uit de proeven volgt dat de **cilindrische fit** en de **enkele cantilever** **potentieel tonen voor gebruik als LRM**. Vervolgens worden voor beide concepten **matrijsinserts ontworpen** aan de hand van **spuitgietsimulaties**.

Resultaten

De **bevindingen en realisaties** uit deze thesis leggen een **fundering om modulaire LRM-structuren te spuitgieten** met dynamisch geschikte verbindingen. Meer specifieke resultaten:

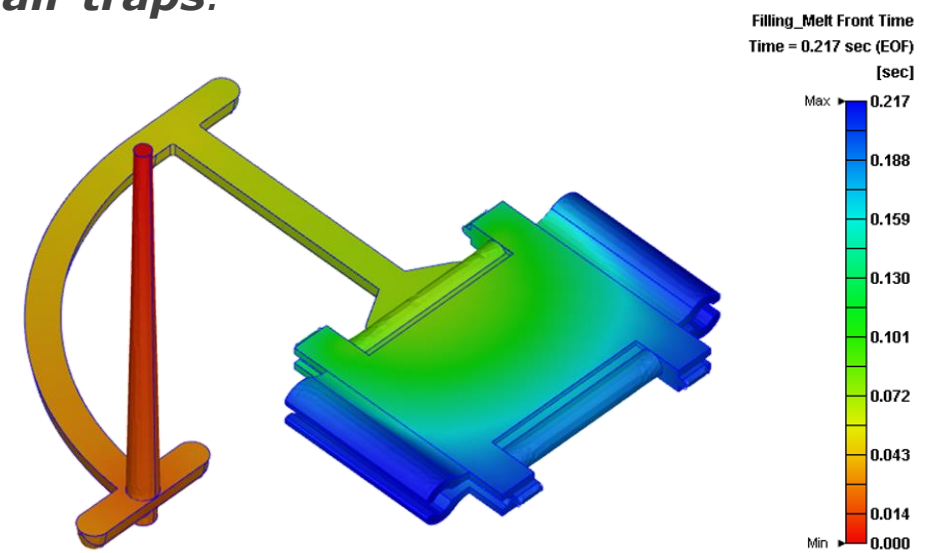
- Twee modulaire verbindingen** ontworpen die **potentieel** tonen voor gebruik als **LRM**.
- Matrijsinserts** gerealiseerd met behulp van **spuitgietsimulaties**.
- Modulaire plaat** (fig. 15) gerealiseerd met **spuitgieten**.



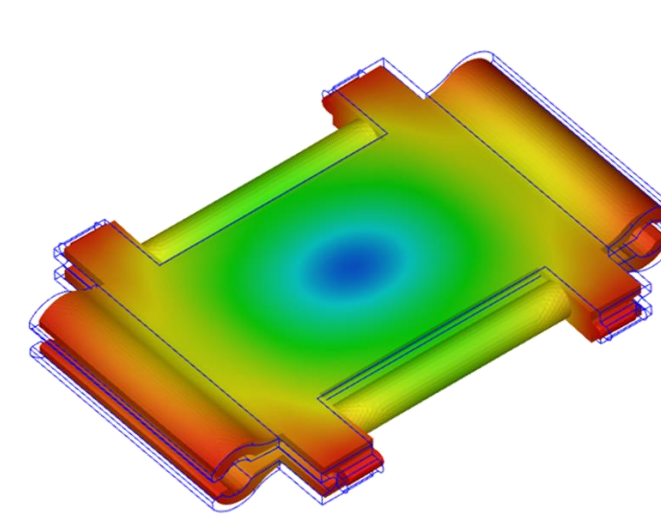
Figuur 15: Gerealiseerde modulaire plaat van cilindrische fit

Aan de hand van **spuitgietsimulaties** worden de volgende aspecten gecontroleerd:

- Bepaling van de **aansluitpositie,**
- Controle van de **vulling** (fig. 12),
- Controle van de **krimp** (fig. 13),
- Bepaling van de **nadruktijd** (afvriezen gate),
- Bepaling positie **air traps**.



Figuur 12: Vulsimulatie cilindrische fit met aansluittak

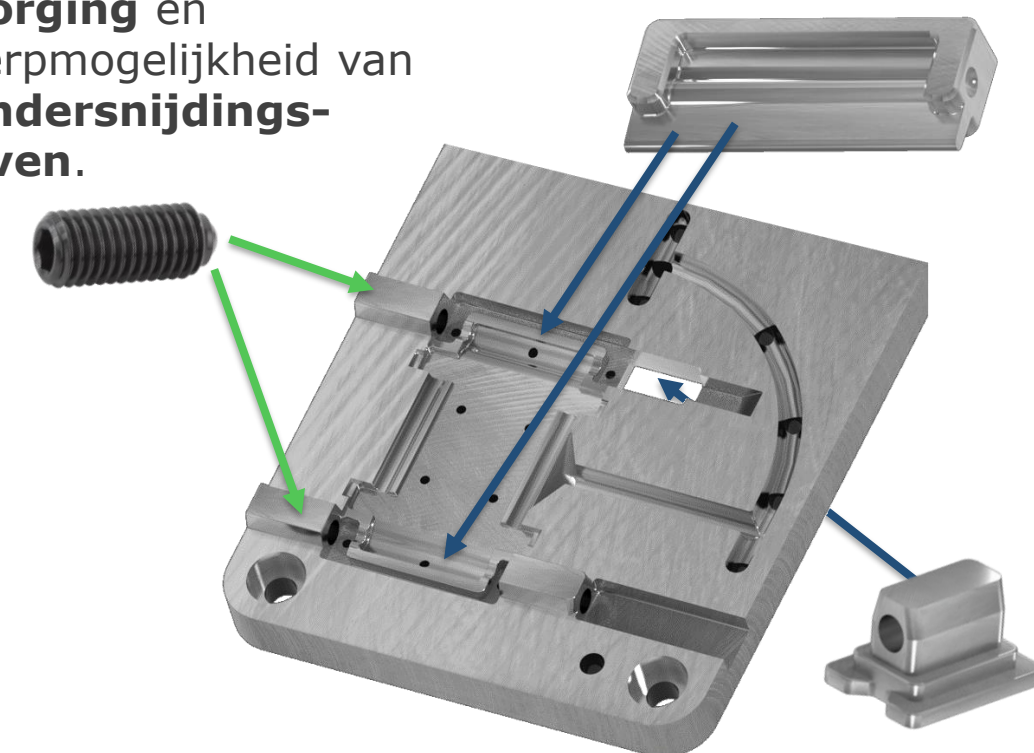


Figuur 13: Krimp van de cilindrische fit na het afkoelen tot kamertemperatuur

Vervolgens wordt de **matrijsinsert** voor de **cilindrische fit gerealiseerd** (fig. 14) waarmee de modulaire plaatjes worden **gespuitgiet**.

Ondersnijdingssleuven voor het spuitgieten van de **ondersnijding**.

Bolveren zorgen voor de **borging** en uitwerpmogelijkheid van de **ondersnijdingssleuven**.



Inlegkader voor de bevestiging van een **bolveer** door **bepalingen** van het productie proces.

Figuur 14: De ontworpen en gerealiseerde matrijsinsert met verschillende componenten

Promotoren / Copromotoren / Begeleiders

Prof. dr. ir. Elke Deckers
Ir. Stefan Janssen
Ing. Kristof Steijvers

[1] K.-J. Chang, N. Filho, L. Van Belle, C. Claeys, and W. Desmet, "A study on the application of locally resonant acoustic metamaterial for reducing a vehicle's engine noise," Juni 2019.

[2] S. Govaerts, "Ontwerp en productie van flexibele multi-materiaal metamaterialen met behulp van spuitgieten," Masterproef, PPE, KU Leuven, Diepenbeek, België, 2019.

[3] D. Vlasik, "The largest plastic injection molding machine in the world arrives in India - ENGEL Duo 5500 tons," Neofyton, 13 10 2021. [Online]. Available: <https://neofyton.com/2021/10/13/the-largest-plastic-injection-molding-machine-in-the-world-arrives-in-india-engel-duo-5500-tons/>. [Geopend 15 Mei 2024].