

# Masterproef industriële ingenieurswetenschappen

## Topologische optimalisatie van wiellagerhuis en ontwerp van remschijf voor Formula Student wagen

Sébastien Porignon

Master IW elektromechanica

Academiejaar: 2016-2017

Formula Electric Belgium is een team studenten van de KULeuven en Thomas More dat elke jaar een elektrische Formula Student wagen ontwerpt en bouwt om het op internationale competities tegen teams van andere universiteiten op te nemen.

Zoals in elke race-competitie wordt er constant gezocht naar manieren om de massa te verminderen. Dit is zeker het geval wat betreft de onafgeveerde massa. De onafgeveerde massa is de massa van alle componenten die star verbonden zijn met de band. Een lage onafgeveerde massa heeft een dubbel voordeel: het zorgt voor betere acceleratie maar komt ook de dynamiek van het wiel te goede omdat deze beter de oneffenheden in het wegdek kan volgen en zo meer grip biedt.

Het wiellagerhuis en remschijf maken onder andere deel uit van de onafgeveerde massa.

Deze thesis onderzoekt manieren om deze componenten lichter te maken door nieuwe componenten te maken en deze te vergelijken.

NOVA

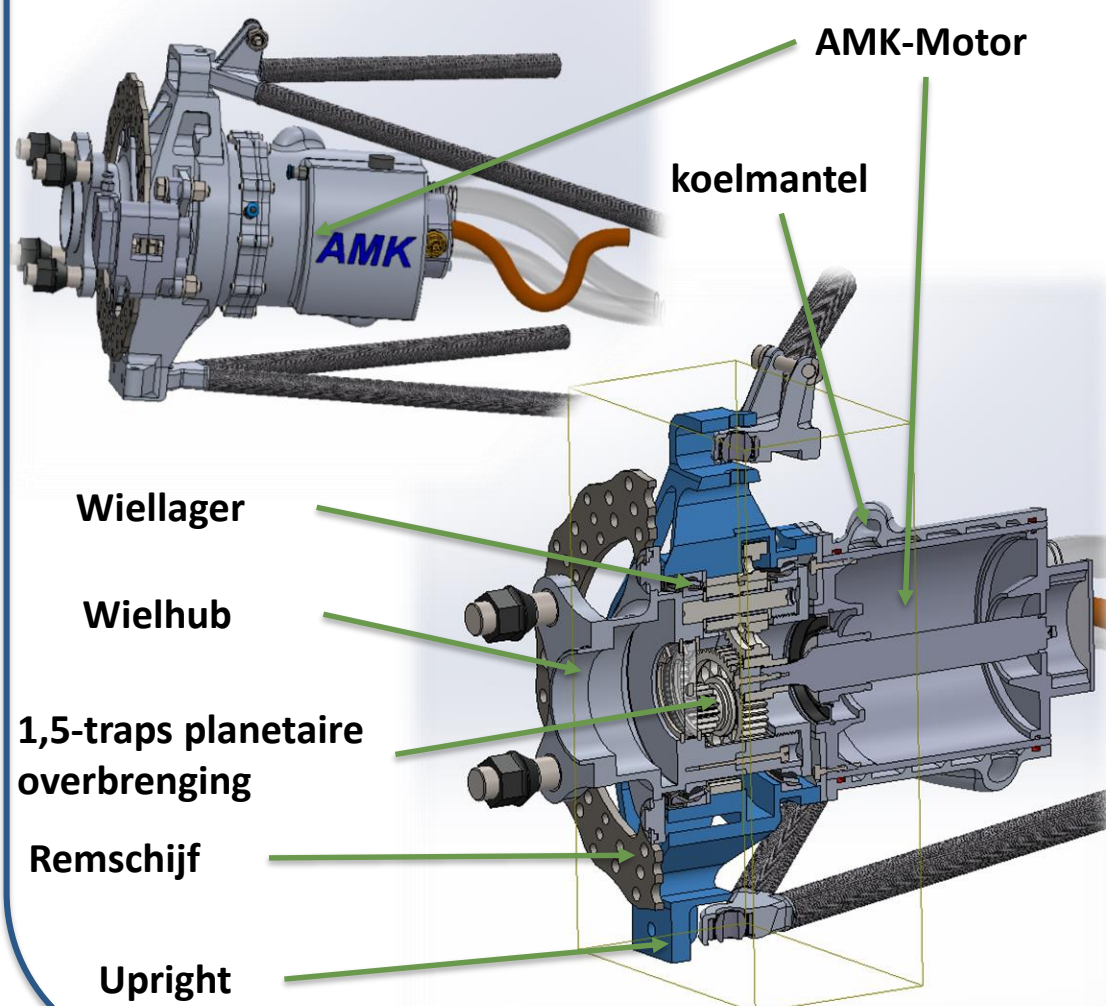


Max koppel: 1270 Nm  
0-100 km/h: 2,6 s

Top: 118 km/h  
Massa: 200 kg

Wiellagerhuis:

- Plaats voor wiellagers
- Bevestiging voor ophangingsstaven
- Bevestiging voor motor en koelmantel
- Plaats voor tandwielkast
- Grote krachten in extreme omstandigheden
- Ook wel *upright* genoemd

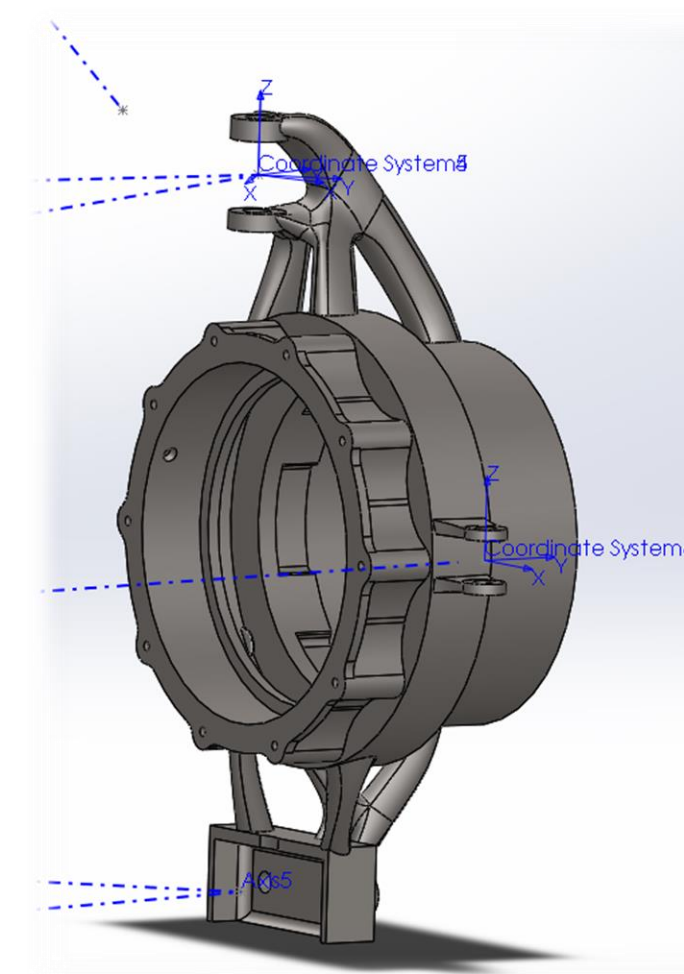
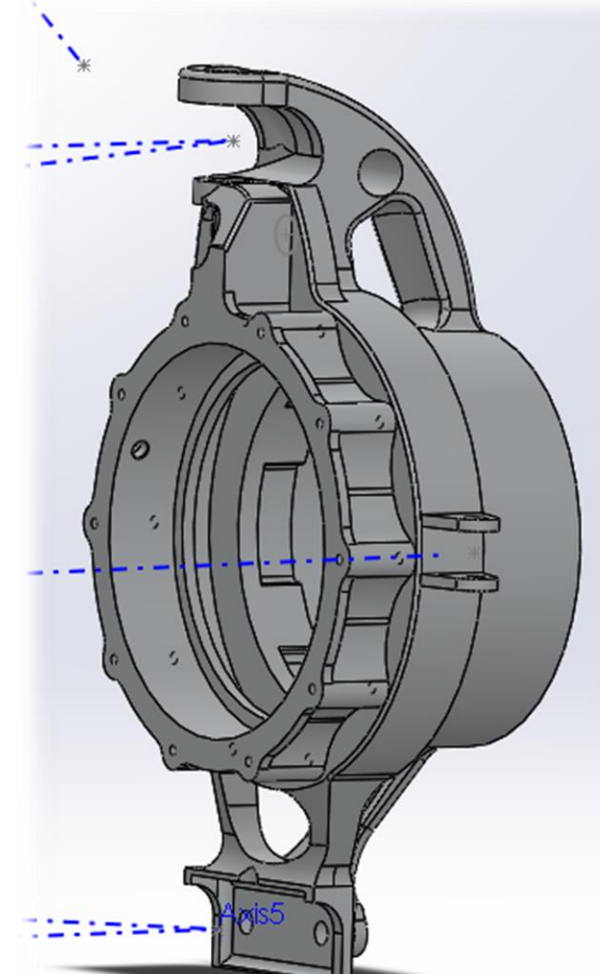
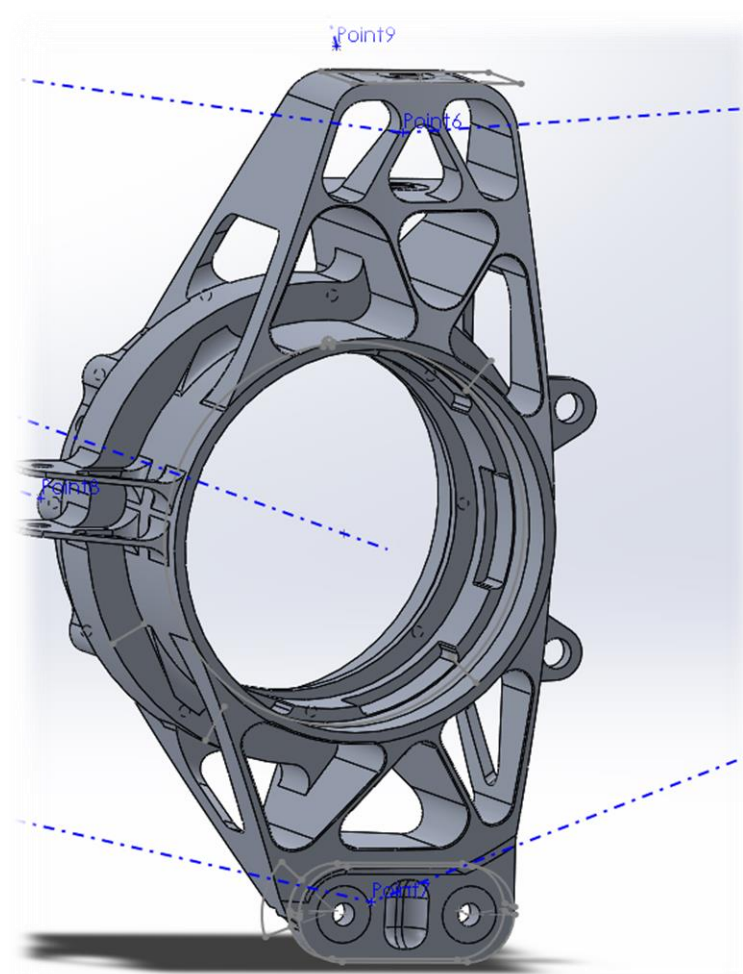


### Wiellagerhuis

Optimalisatie	Parametrisch
Materiaal	Al 7075 T6 $\rho = 2,8 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ 0,2% = 505 Mpa
Productie methode	5-assige CNC
Massa	691 g

Optimalisatie	Topologisch
Materiaal	Al 7075 T6 $\rho = 2,8 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ 0,2% = 505 Mpa
Productie methode	5-assige CNC
Massa	627 g

Optimalisatie	Topologisch
Materiaal	Ti6Al4V $\rho = 4,4 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ 0,2% = 860 Mpa
Productie methode	3D-printing Laser sintering
Massa	812 g



Parametrische optimalisatie

- Vorm is **vooraf bepaald**
- Rekening houden met **productiemethode**
- Optimalisatie gebeurt door bepaalde **afmetingen te variëren**
- **Lichtste ontwerp** selecteren dat voldoet aan **maximale spanning**

Topologische optimalisatie

- is de meest **vrije methode** van structurele **optimalisatie**.
- Oplossing kan **elke vorm** aannemen die aan de randvoorwaarden voldoet.
- Niet elke vorm is **freesbaar**
- Met **3D-printen** kan wel (bijna) elke vorm gemaakt worden

Topologische optimalisatie van aluminium freesstuk geeft een stuk dat **9,2% lichter** is dan de parametrisch geoptimaliseerde upright. Voor het geprint stuk uit titanium verkregen we geen lichter stuk, dit is te wijten aan het groot volume dat vast ligt.

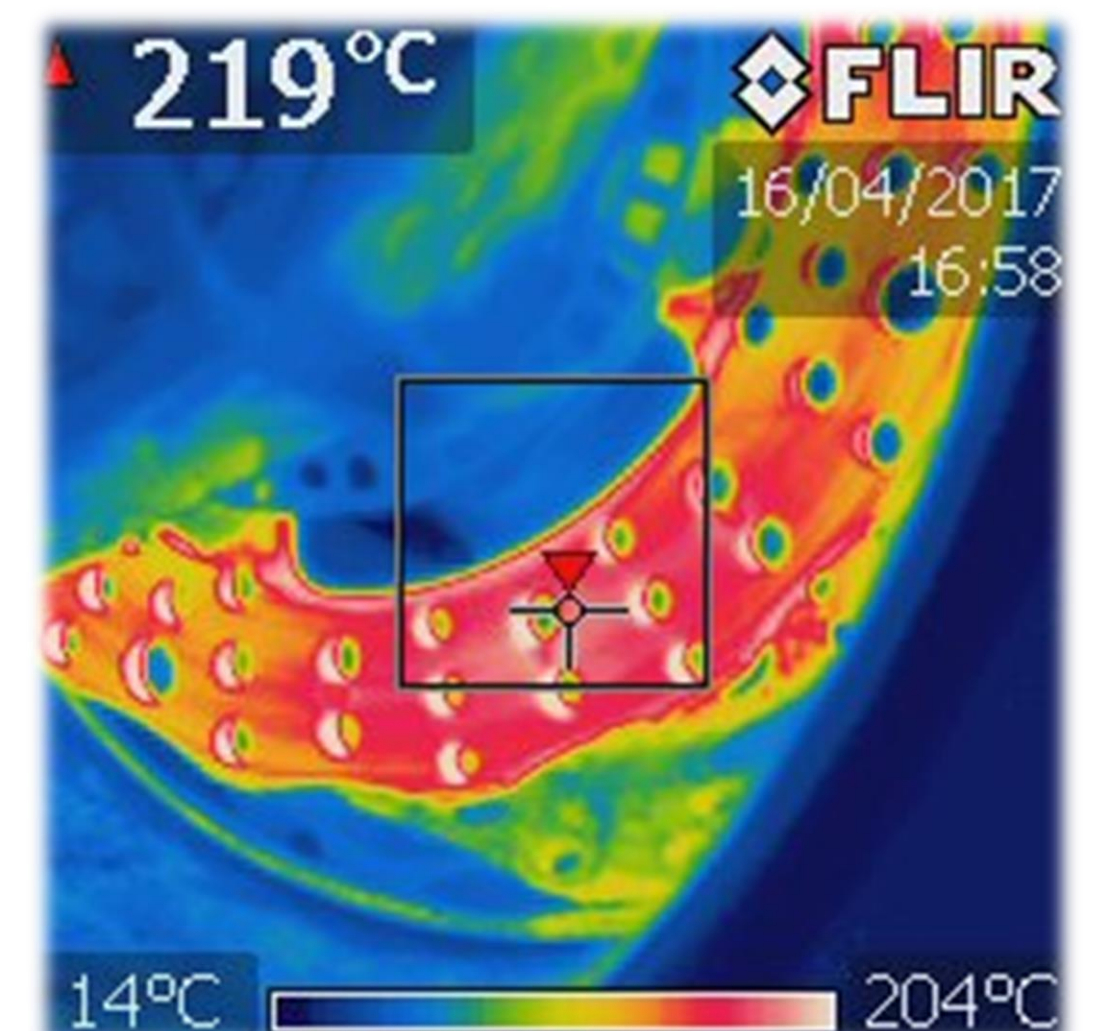
### Remschijf



- Remmen vooral **regeneratief**
- Max regeneratie vermogen beperkt door batterij
- Auto moet kunnen stoppen zonder elektrisch systeem
- Remtesten uitgevoerd
- Temperatuuroptimaal en afname tijdens remmen meten
- Warmteconvectiecoëfficiënt bepalen

Nieuw materiaal geselecteerd:	Titanium 6Al 4V (Grade 5)
Hoge specifieke warmtecapaciteit	560 Kj/kg .K
Hoge temperatuur bestendigheid	450 °C
Bestand tegen slijtage	Mits warmtebehandeling (625°C - 36h)

Nieuwe titanium remschijf is **30% lichter** dan stalen remschijf.



Promotoren / Copromotoren: dr. Ir. Kris Henrioulle

Ing. Wouter Lutin

Ing. Jens Jespers