

# Conformal Cooling door middel van Selective Laser Melting

Tot vijftig procent of meer van de cyclustijd in een spuitgietproces wordt in beslag genomen door het koelen van het gespoten product. Te beperkte of ongelijkmatige koeling kan bovendien leiden tot product-defecten zoals kromtrekking van dunne, grote wanden of inval op ribben. Een goed ontwerp van de koelkanalen is dus cruciaal. In het ideale geval is er een 'conforme koeling', wat wil zeggen dat de koelkanalen de vorm van het product volgen. Maar de mogelijkheden voor het plaatsen van de koelkanalen zijn beperkt bij het gebruik van conventionele bewerkingstechnieken zoals boren en frezen. Nieuwe technieken laten een grotere designvrijheid toe zodat een conforme koeling mogelijk wordt.

## TETRA-project 'Conformal cooling door middel van selective laser melting'

De onderzoeksgroepen Cel Kunststoffen en ProPoLiS van de Katholieke Universiteit van Leuven in België startten in 2015 een door de Vlaamse overheid (VLAIO) gesubsidieerd-technologietransfer project (TETRA). Tijdens dit project werden de mogelijkheden en beperkingen van 'conformal cooling door middel van selective laser melting' in kaart gebracht.

Naast de theoretische studie werden ook twee inserts geproduceerd met de techniek van selective laser melting (SLM). De inserts zijn zowel gesimuleerd als praktisch getest om zo de voor- en nadelen kritisch te kunnen beoordelen.

### Selective Laser Melting

SLM steunt op het laagsgewijs opbouwen van een product, waarbij het poeder volledig wordt gesmolten tot een homogene structuur. Dit is dan ook het grote ver-

schil met selective laser sintering (SLS) waarbij het product veel poreuzer zal zijn doordat het poeder slechts aan elkaar wordt gesinterd. Dankzij deze laagsgewijze opbouw hoeft er geen rekening te worden gehouden met beperkingen van conventionele gereedschapsbanen. Hierdoor is het mogelijk de kanalen driedimensionaal rondom het product te ontwerpen.

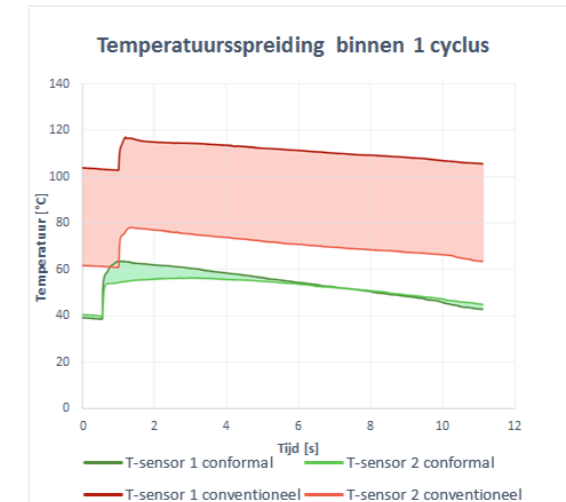
Ondanks de verbetering van de homogeniteit van het SLM-proces in vergelijking met het SLS-proces, is er toch een quasi onvermijdelijke porositeit aanwezig in het product en wel typisch 0,5 procent. Tijdens het project werden slijtagetesten uitgevoerd met een met veertig procent met glasvezel gevulde kunststof. Hieruit bleek dat deze SLM-geïntroduceerde poriën met microscopie zichtbaar worden na een duizendtal shots. Maar de poriën zijn zo klein dat ze niet waarneembaar zijn op het spuitgietproduct en voor geen enkel probleem zorgen tijdens het spuitgieten.

### Reductie van cyclustijd

Een van de belangrijkste geverifieerde voordelen van een conforme koeling is de mogelijkheid tot cyclustijdreductie. Dankzij de ligging van de koeling tegen het product, is de warmteoverdracht van product naar kanalen groter en wordt een meer uniforme matrijswandtemperatuur gerealiseerd. Hierdoor zal de gesmolten kunststof, die op temperaturen boven 200°C wordt ingespoten, in kortere tijd en meer gelijkmatig worden afgekoeld tot de nodige uitwerptemperatuur. Zo is de koeltijd van het opbergbakje in de afbeelding gereduceerd van 9,5 seconden naar 4,0 seconden wat leidt tot een koeltijdreductie van zestig procent en een cyclustijdreductie van dertig procent.

### Vormvastheid

Dankzij de uniformiteit van de koeling, die typisch voor conforme koeling wordt geformuleerd als een maximaal temperatuurverschil van 10°C over het matrijsoppervlak, wordt ook de vorm van de matrijs beter overgenomen dankzij de lagere interne spanningen. Hierdoor zijn vormgevoelige producten zoals dunne platen of dunwandige bakjes eenvoudiger te produceren. Ondanks de verstevigingsribben ondervindt ook het opbergbakje kromtrekking van de wanden. Bij conventionele koeling buigen de wanden naar binnen over een afstand van gemiddeld 3,3 millimeter terwijl dit bij conforme koeling gemiddeld maar 1,7 millimeter bedraagt bij een gelijke koeltijd. Ook hier draagt conforme koeling met behulp van SLM duidelijk voordelen met zich mee.



Temperatuurspreiding gemeten op de voor- en achterkant van het product voor conformal (groen) en conventionele (rood) koeling

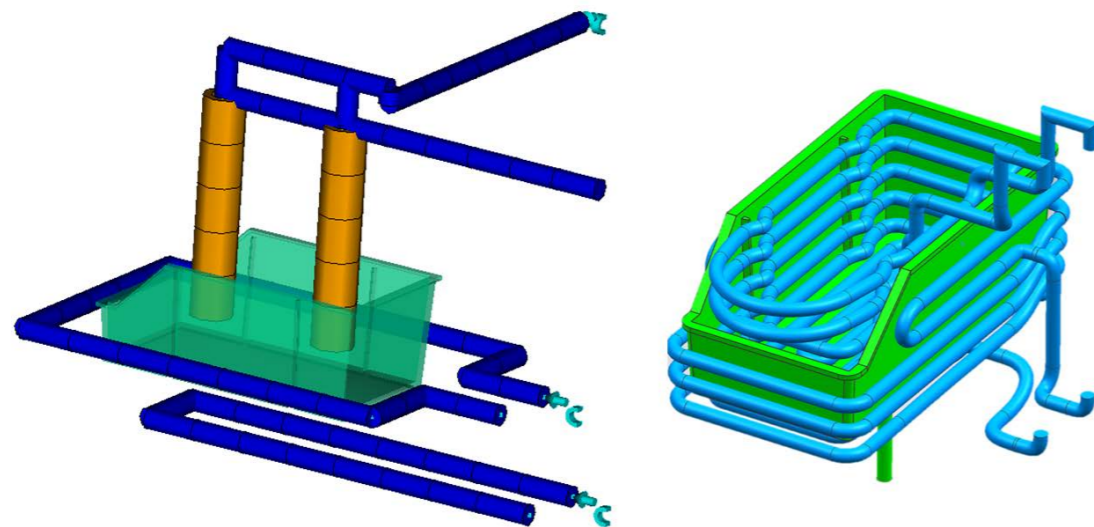
Conformal cooling zorgt er dus voor dat het product sneller, efficiënter en uniformer kan worden gekoeld. Ondanks de hoge prijs van het 3D printen zal er jaarlijks toch meer winst kunnen worden geboekt dankzij de grote cyclustijdreducties en hogere productkwaliteit.

## Contactgegevens

Cel Kunststoffen  
Technologiecampus Diepenbeek  
Wetenschapspark 27  
BE-3590 Diepenbeek

Prof. Dr. Ir. Albert Van Bael  
albert.vanbael@kuleuven.be  
Prof. Dr. Ir. Jozefien De Keyzer  
jozefien.dekeyzer@kuleuven.be  
Ing. Tim Evens  
tim.evens@kuleuven.be

ProPoLiS, Technologiecampus Oostende  
Zeedyjk 101  
BE-8400 Oostende  
Prof. Dr. Ir. Frederik Desplentere  
frederik.desplentere@kuleuven.be  
Ing. Wim Six  
wim.six@kuleuven.be



Opbergbakje met conventionele koeling (links) en conforme koeling (rechts)