**Eerste metalen 3D geprint fietsframe, gemaakt door Renishaw voor Empire Cycles

Renishaw, de enige producent in het Verenigd Koninkrijk van machines voor additieve productie van metalen onderdelen, heeft in samenwerking met een vooraanstaand Brits bedrijf dat fietsen ontwikkelt en produceert het eerste 3D geprinte metalen fietsframe ter wereld gecreëerd. Empire Cycles profiteerde bij het ontwerpen van de mountainbike van de voordelen die Renishaws additieve productietechnologie biedt, door een titanium frame te maken dat dankzij topologische optimalisatie zowel sterk als licht is: het nieuwe frame is zo'n 33% lichter dan zijn voorganger.

Het frame is in onderdelen op additieve wijze geproduceerd van een titaniumlegering en daarna samengelijmd. Dit heeft een aantal voordelen:

Ontwerpvrijheid

* Snelle iteraties; flexibiliteit om het ontwerp te verbeteren tot het moment van productie
* Mogelijkheid om vormen te maken via topologische optimalisatie (zie verderop)
* Ultieme aanpassing en maatwerk: één exemplaar net zo gemakkelijk te produceren als hele series

 Bouw

* Complexe vormen met inwendige versterkingen
* Holle structuren
* Ingebouwde kenmerken, zoals de naam van de berijder

Prestatie, titaniumlegering

* Zadelpen 44% lichter dan versie van aluminiumlegering
* Buitengewoon sterk: getest volgens EN 14766
* Bestand tegen corrosie; lange levensduur

**Empire Cycles**

Empire Cycles is een uniek Brits bedrijf in het noordwesten van Engeland dat fietsen ontwerpt en produceert. Met passie en prachtige Britse techniek creëert het bedrijf topproducten met innovatieve constructies voor de mountainbikers en fietscrossers van deze wereld.

In hun samenwerking hebben Renishaw en Empire Cycles het fietsontwerp geoptimaliseerd voor additieve productie, en veel naar onderen gerichte oppervlakken geëlimineerd die anders allerlei ondersteunende structuren nodig hadden gehad.

**Hoe sterk is het?**

Titaniumlegeringen krijgen bij gebruik in additieve productieprocessen een hoge treksterkte (UTS) van meer dan 900 MPa en kunnen een vrijwel perfecte dichtheid van 99,7% bereiken. Dat is beter dan bij gieten en heeft weinig invloed op de sterkte, aangezien eventuele porositeiten klein en bolvormig zijn.

Het project heeft als doel om een volledig functionerende fiets te fabriceren, dus de zadelpen werd getest volgens norm EN 14766 voor mountainbikes. De pen weerstond 50.000 cycli van 1200 N en kon probleemloos het 6-voudige van de norm doorstaan.

Het testen van het gehele fietsframe gaat nog verder, in het laboratorium van Bureau Vertitas UK en in berglandschap. Daar worden in samenwerking met de universiteit van Swansea draagbare sensoren ingezet.

**Wat is topologische optimalisatie?**

Het Griekse woord 'topo' betekent 'plaats'. De daarnaar vernoemde topologische optimalisatiesoftware bepaalt de 'logische plaats' van materiaal, normaal gesproken via iteratieve stappen en eindige-elementenanalyse. Van gebieden met lage spanningen wordt materiaal verwijderd, totdat het ontwerp geoptimaliseerd is voor de optredende krachten. Het resulterende model is zowel licht (dankzij het geringe volume) als sterk. De historische uitdaging om deze vormen te fabriceren is nu op te lossen met additieve productie, die fysische 3D modellen kan realiseren.

**Hoe licht is het?**

Titaniumlegeringen hebben een hogere dichtheid dan aluminiumlegeringen, namelijk respectievelijk ongeveer 4 g/cm3 en 3 g/cm3. Een onderdeel gemaakt van een titaniumlegering kan dus alleen lichter zijn dan hetzelfde onderdeel in een aluminiumlegering, als uit het ontwerp alle materiaal weggelaten wordt dat niet bijdraagt aan de sterkte van het onderdeel.

De oorspronkelijke aluminium zadelpen was 360 g en de holle titanium versie weegt 200 g, een gewichtsbesparing van 44%.

En dat is nog maar de eerste iteratie; met meer analyse en tests kan het gewicht nog verder omlaag.

Het oorspronkelijke fietsframe weegt 2100 g. Door herziening van het ontwerp voor additief produceren is het gewicht gezakt tot 1400 g, een besparing van 33%.

Er bestaan nog lichtere fietsen van koolstofvezel, maar daar heeft Chris Williams, directeur van Empire Cycles, al onderzoek naar gedaan: "De degelijkheid van koolstofvezel haalt het niet bij die van metaal. Zulke fietsen zijn prima voor op de weg, maar als je ermee een berg af racet dan loop je de kans dat het frame beschadigd raakt. Ik overdimensioneer mijn fietsen om zeker te zijn dat er geen garantieclaims komen."

**Hoe werd het project geleid?**

Chris had al een 3D geprinte replica op normaal formaat geproduceerd van zijn bestaande fiets voordat hij Renishaw benaderde, dus hij wist al goed waar hij naartoe wilde.

Aanvankelijk zou Renishaw alleen de zadelpen optimaliseren en produceren, maar toen dat succesvol was verlopen leek ook het hele frame een haalbaar doel. Chris paste zijn ontwerp aan, samen met toepassingstechnici van Renishaw die adviseerden over de maakbaarheid, en het frame werd verdeeld in secties om de 300 mm werkhoogte van de AM250 volledig te benutten.

Het grootste voordeel voor Empire Cycles is dat deze bouwmethode betere eigenschappen oplevert. Het ontwerp heeft alle voordelen van een geperst stalen monocoque-constructie zoals gebruikt bij motorfietsen en auto's, zonder de investering in gereedschappen die voor een kleine fabrikant een belemmering zou zijn.

Het potentieel aan eigenschappen is nog niet helemaal benut, maar we hopen het project verder voort te zetten. Omdat er geen gereedschappen nodig zijn, kunnen ontwerpwijzigingen altijd gemakkelijk doorgevoerd worden. En aangezien de kosten per product gebaseerd zijn op volume en niet op complexiteit, zijn zeer lichte producten mogelijk tegen minimale kosten.

Onderzoek naar lijmmethodes leidde tot de keuze van Mouldlife als lijmleverancier, met technisch specialisten van 3M voor het testen. We gaan dit gezamenlijk verder ontwikkelen en daarbij mogelijkheden bekijken om de lijmmethode nog te verbeteren, bijvoorbeeld door een speciale oppervlaktebewerking.

De wielen, aandrijving en overige onderdelen om de fiets te completeren werden geleverd door Hope Technology Ltd.

Dit project heeft nog eens aangetoond dat nauwe samenwerking met klanten kan leiden tot fantastische resultaten. Maakt u ook een product dat u graag additief zou produceren, neemt u dan contact op met uw plaatselijke Renishaw-leverancier voor meer informatie.

[www.renishaw.nl/empire](http://www.renishaw.nl/empire)