

Thema-artikel

Race voor innovatie: 3D-geprinte metalen verdelers verbeteren krachtdoorgeleiding op Land Rover BAR

De raceboot Rita (codenaam R1) van Land Rover BAR voor de America's Cup klasse (ACC) is het eindresultaat van 85.000 uren van ontwerpen, bouwen, testen op het water en rigoreus construeren.

De 15 m lange racecatamaran bevat 130 m hydraulische leiding en meer dan 1200 m elektronische en elektrische bekabeling waarmee 190 sensoren aangesloten zijn. De vleugel heeft een zeiloppervlak van 103 m² en is 23,5 m hoog, wat vergelijkbaar is met de hoofdvliegels van een A320 vliegtuig. Elke romp van de R1 heeft een handmatig bediend zwaard, dat meer dan 90 graden buigt en zo een draagvleugel vormt.

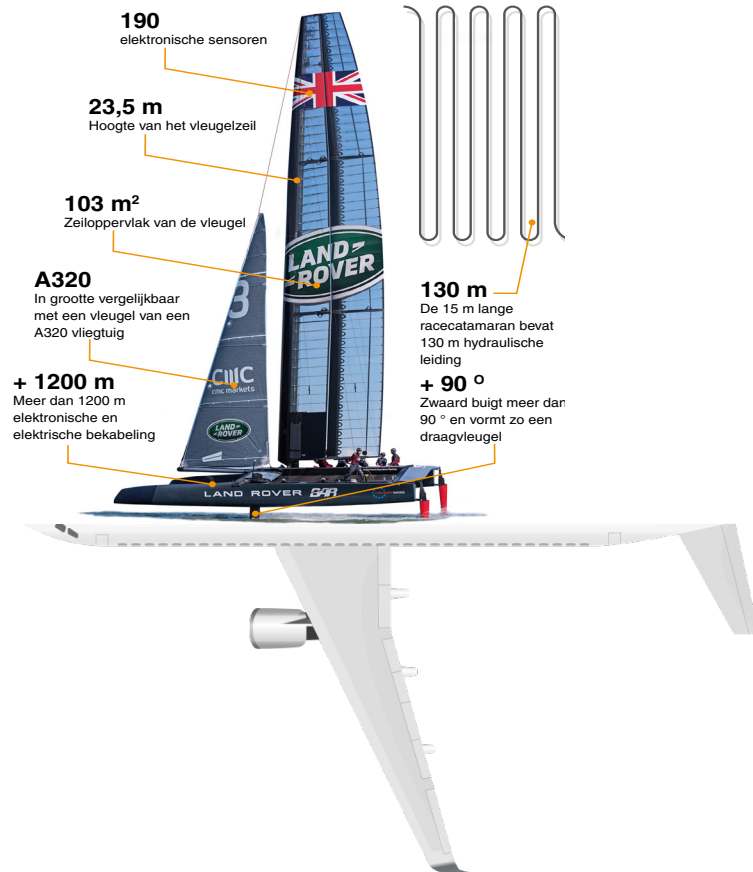
Zodra de boot een snelheid van zo'n 16 knopen (30 km/u) bereikt, creëert de waterkracht op de draagvleugels voldoende heffing om de boot los te tillen van het water, zodat hij letterlijk boven het water vliegt. Deze toestand van 'vliegen' vermindert de weerstand en verbetert de efficiëntie, waardoor de snelheid toeneemt.

Het wereldwijde technologiebedrijf Renishaw is lid van de technische innovatiegroep van Land Rover BAR. Deze groep heeft als doel de beste Britse technische bedrijven samen te brengen om de America's Cup te winnen. Dit is een grote uitdaging die zijn gelijke in de zeilwereld niet kent.

Op de R1 worden alle stuurvlakken bewogen door hydraulische actuatoren. De hydraulische druk wordt opgewekt door het intensieve ronddraaien door de bemanning van speciale 'molens' met handkrukken. Er zijn geen accu's of batterijen (behalve voor voeding van de computers en sensoren); de vier molendraaiers vormen een menselijke motor die alle benodigde hydraulische energie opwekt.

Land Rover BAR begreep het potentieel van additief produceren voor gewichtsbesparing en hogere efficiëntie van hun hydraulisch systeem. Simpel gezegd stelde het de bootontwerpers in staat een perfecte balans te creëren tussen de prestaties van het hydraulisch systeem en de benodigde energie om het te laten werken. Hierdoor kunnen de molendraaiers energie besparen en toch de boot op een optimaal niveau laten presteren.

Het Renishaw-team voor additieve productie, met daarin ook



Het Land Rover BAR racejacht vergeleken met een Airbus A320

productmarketing-engineer David Ewing, heeft samengewerkt met het Land Rover BAR ontwerpteam om verdelers op maat te produceren met behulp van Renishaw technologie voor additieve productie (3D-prints) in metaal.

David Ewing legt het nader uit:

Wat is uw achtergrond bij Renishaw?

Ik ben productmarketing-engineer, gespecialiseerd in additief produceren, en werk sinds zes jaar bij Renishaw. Ik heb een achtergrond in de luchtvaart en in engineering. Toen ik bij het bedrijf kwam, werkte ik eerst aan positie-encoders en zo'n vier jaar geleden stapte ik over naar de additieve productie in metaal. In mijn vrije tijd heb ik veel met zeiljachten te maken, en ik ben een echte pleitbezorger voor additieve productie. Daarom ben ik er zo trots op om mee te doen in het Land Rover BAR project.

Waar staat Renishaw voor, wat u betreft?

Ik vind dat Renishaw zichzelf perfect samenvat in het motto 'apply innovation'. Het is een dynamische plaats om te werken, want er worden voortdurend innovaties in productie ontwikkeld en toegepast om praktische problemen in de echte wereld op te lossen. Additief produceren is een relatief nieuwe baanbrekende technologie, en Renishaw is de enige fabrikant in het Verenigd Koninkrijk van hoogwaardige machines die werkende metalen onderdelen '3D printen'.

Welke rol speelt additieve productie voor de R1 raceboot?

Het is gebruikt voor rapid prototyping van onderdelen en er worden volledig werkende onderdelen voor de boot mee gefabriceerd. Bijvoorbeeld hydraulische verdelers.

Een hydraulische verdeler stuurt de vloeistofstroom in een hydraulisch systeem en verbindt zo kleppen en actuatoren. De ontwerpengineer kan er de werking van een hydraulisch circuit mee bepalen, en daarbij de componenten in een compacte unit combineren.

Waarom gebruikt u 3D-geprinte verdelers in plaats van traditioneel gemaakte?

Voordat 3D-printen in metaal bestond, werden alle onderdelen van het hydraulisch systeem gemaakt met subtractieve productiemethodes. Van oudsher worden hydraulische verdeelblokken geproduceerd uit een stuk aluminiumlegering of roestvast staal, dat op maat gezaagd en gefreesd wordt. Daarna wordt er geboord onder hoeken van 90 graden om de kanalen voor doorstroming te creëren. Vaak zijn speciale gereedschappen nodig omdat de vereiste boringen complex zijn. Doorgangen moeten afgeplugd worden om de juiste stroming door het systeem te verkrijgen.

Door de aard van dit traditionele productieproces gaan de doorstroomkanalen via abrupte hoekige verbindingen in elkaar over. Hierdoor kan de stroming zich splitsen of stagneren, wat veel efficiëntieverlies veroorzaakt.



3D-metaalgeprinte hydraulische demonstratieverdeler voor Land Rover BAR

Wat zijn de voordelen van 3D-printen voor het ontwerpen en produceren van onderdelen? En hoe heeft het Land Rover BAR team daarvan geprofiteerd?

De abrupte hoekige verbindingen die je hebt in traditionele verdelers vertragen de hydraulische vloeistofstroom, wat kan leiden tot vermogensverlies.



De R1 op snelheid in Bermuda (c) Harry KH / Land Rover BAR

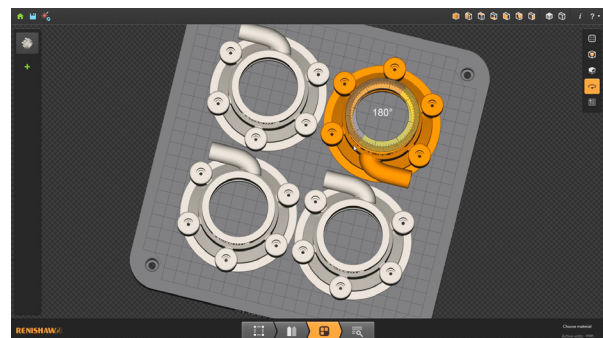
Door additieve productietechnologie te gebruiken kun je soepele ronde hoeken ontwerpen en produceren, die voor de vloeistofstroom gemakkelijk zijn en de efficiëntie verbeteren.

Ook een voordeel is de aanzienlijke gewichtsbesparing ten opzichte van een traditioneel verdeelblok. Een traditioneel verdeelblok wordt gemaakt met subtractieve processen. Er wordt materiaal verwijderd, maar er kan overtollig materiaal blijven zitten dat zorgt voor ongevraagd extra gewicht en onnodig zware wanddiktes.

Zoals de naam al zegt is additieve productie een additief proces dat onderdelen laag voor laag opbouwt. Door alleen materiaal aan te brengen waar dat nodig is, wordt het onderdeel veel lichter. We kunnen de wanddikte van de verdeler zodanig instellen dat hij afdoende is voor de functie in plaats van overgedimensioneerd vanwege de beperkingen van een subtractief proces. De verdelers in gebruik op de boot zijn allemaal op maat gemaakt van titanium, zodat ze zowel licht van gewicht als sterk zijn.

Nog een voordeel van 3D-printen is dat we snel meerdere iteraties kunnen maken, wat belangrijk is in de race voor innovatie.

Je zou de manier waarop we met de Land Rover BAR gewerkt hebben kunnen vergelijken met onderdelen maken voor heel snelle raceauto's, met ontwerpveranderingen tot op het laatste moment.



3D-metaalgeprinte demonstratieverdelers voor Land Rover BAR in de QuantAM software

Kunt u beschrijven hoe het ontwerpproces voor 3D-metaalprinten verloopt en met welke technologie de onderdelen worden geproduceerd?

Het ontwerpteam van de Land Rover BAR zag het potentieel van 3D-printen voor gewichtsbesparing en hogere efficiëntie op de R1 boot, dus besloten ze het hydraulisch systeem grondig te herzien. Renishaw droeg bij door aan te geven welke verdelercomponenten het meest zouden profiteren van productie via 3D-metaalprinten, door samen te werken en te adviseren bij de iteraties, en vervolgens door de vereiste onderdelen te produceren.

De onderdelen die we hebben gemaakt voor de R1 zijn zeer betrouwbaar, maar we kunnen een hydraulische demonstratieverdeler nemen als voorbeeld van de afwegingen en het proces bij het ontwerpen.



3D-metaalgeprinte demonstratieverdelers voor Land Rover BAR op de bouwplaat

Een hydraulische verdeler leidt vloeistof van het ene deel van de boot naar een ander deel van de boot, en het is zeer belangrijk dat de component efficiënt is in het leveren van de vloeistof aan de juiste plaats. Interessant wanneer je binnen in de verdeler kijkt, is dat je meerdere doorgangen voor de vloeistof ziet. Omdat we 3D-printen kunnen we deze iedere vorm geven die we willen, zonder beperkingen door productietechnieken of gereedschappen. We kunnen ze construeren op een manier die het meest efficiënt is voor de functie van de component. Door het additief produceren kunnen we het doorstroomkanaal een mooie geleidelijke bocht geven, waardoor de stromingsefficiëntie toeneemt.

Het Land Rover BAR team heeft het verdelerontwerp gecreëerd in CAD-software. Renishaw maakt zijn eigen werkvoorbereidingssoftware met de naam QuantAM. Het CAD-bestand van Land Rover BAR nemen we over, waarna we het ontwerp richten, verdraaien, ondersteunen en opdelen in laagjes. Daarna sturen we het machinebestand naar het 3D-printsysteem, dat het onderdeel opbouwt met behulp van een krachtige laser. Daarbij kunnen we nog itereren en het ontwerp verbeteren.

Kunt u de voornaamste stappen in het 3D-metaalprinten van een verdeler beschrijven?

Als het verdelerontwerp akkoord is, wordt het uitgewerkt en afgerond in de 3D CAD-software. Land Rover BAR stuurt het CAD-bestand elektronisch naar Renishaw, en

wij zetten het om in een .stl-bestand. Dit bestandsformaat kan geëxporteerd worden naar werkvoorbereidingssoftware voor additief produceren in metaal. Renishaws eigen werkvoorbereidingssoftware QuantAM is specifiek bestemd voor de hoogwaardige 3D-metaalprintsystemen van Renishaw. Het Renishaw-team voor additieve productie neemt met deze software de virtuele verdeler van Land Rover BAR over, configureert en oriënteert hem op de bouwplaat en voegt de benodigde ondersteuning toe. Ondersteuning is nodig om openingen te overbruggen, overhangende delen te steunen, en het onderdeel stabiel en op zijn plaats te houden terwijl het laag voor laag wordt opgebouwd. Met zijn kennis en ervaring zorgt het Renishaw-team voor een minimaal aantal ondersteuning, om verspilling te voorkomen en de vereiste tijd voor het verwijderen te beperken.

Is het opbouwen eenmaal voorbereid in QuantAM, dan is het bestand gereed voor verzending naar het Renishaw 3D-metaalprintstelsel. Renishaw 3D-metaalprintsystemen werken met technologie om poeder te smelten met laser, waarbij fijn metaalpoeder samensmelt en zo laagjes voor laagjes een product gaat vormen. Eerst wordt er metaalpoeder in het Renishaw 3D-metaalprintstelsel gedaan en een metalen bouwplaat in de opbouwkamer van het systeem geplaatst en vastgezet. Het QuantAM-bestand gaat naar het systeem en alle lucht wordt uit de opbouwkamer verwijderd om een vacuüm te verkrijgen. Daarna wordt inert argongas in het systeem gebracht, om een veilige en stabiele omgeving te creëren waarin de poedertoevoer kan beginnen. Een fijn laagje metaalpoeder wordt neergelaten op de bouwplaat, en een zachte veger beweegt over de plaat om de laag gelijkmatig te maken. Een krachtige laser wordt zodanig gestuurd en gefocust dat het poeder smelt volgens de 2-dimensionale laaggegevens die uit het opbouwbestand komen. De bouwplaat beweegt omlaag en het volgende laagje poeder wordt neergelaten, waarna het proces van laagjes maken zich herhaalt totdat het hele product opgebouwd is.



3D-metaalgeprinte demonstratieverdelers voor Land Rover BAR worden uit een Renishaw RenAM 500M systeem voor additieve productie in metaal genomen

Is het bouwwerk compleet, dan wordt achtergebleven poeder er afgeveegd terwijl het systeem nog gesloten is. De bouwplaat met het product kan dan uit het systeem verwijderd worden voor verdere afwerking met technieken voor nabehandeling.

De meeste metalen producten worden van de bouwplaat verwijderd door middel van elektrische draaderosie. Mogelijk hebben ze daarna nog een oppervlakte- of warmtebehandeling nodig. Met een mechanische bewerking kan waar nodig schroefdraad of een nauwe tolerantie aangebracht worden.

Wat was de grootste uitdaging en waar bent u het meest trots op?

De R1 is een ongelooflijk geavanceerde racecatamaran die de grenzen oprekt van wat technologie kan bieden, en het was echt een 'race voor innovatie' om de optimale onderdelen op tijd voor de America's Cup af te krijgen. De uitdaging was enorm, en we hebben gewerkt op een soortgelijke manier als je je kunt voorstellen van het werken aan een heel snelle raceauto: veel ontwerpveranderingen, veeleisende tijdschema's en snel onderdelen produceren in de aanloop naar een vaste racedag. Ik ben trots op hoe we deze uitdagingen zijn aangegaan door te werken als een team en op de doorbraken die we bereikten om de prestaties van de boot te verbeteren. Dit zal zeker bijdragen aan de training en opleiding van toekomstige generaties technici die komen te werken in het Land Rover BAR team.

Meer informatie vindt u op

www.renishaw.nl/racevoorinnovatie