

Innovatieve 2D-coatingtechnieken als tool voor de ruwheidsreductie van 3D-geprinte substraten

Bollen Hans

Klingels Bart

Master IW elektromechanica

Master IW elektromechanica

IMO-IMOMEK (Hasselt) onderzoekt samen met **Flanders Make** de mogelijkheden van **additief vervaardigen (AM) voor seriereproductie**. Voorlopig zijn 3D-geprinte objecten vooral geschikt voor prototypes. Een belangrijke factor in de overgang naar geautomatiseerde seriereproductie is het **verlagen van de oppervlakteruwheid**, wat nu een **arbeidsintensief** proces is, waarbij **materiaal afgenomen** wordt.

Het **ultrasoon spraycoatproces** (Figuur 6), een nieuwe in-line techniek, in zijn huidige vorm is **niet rechtstreeks bruikbaar voor het coaten van 3D-geprinte objecten**. Het proces moet **geoptimaliseerd** worden om de ruwheid van deze producten te verbeteren.

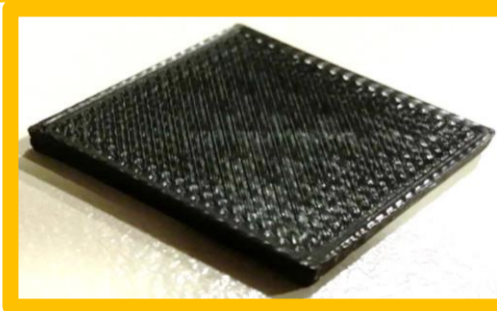
Het **verlagen** van de gemiddelde oppervlakteruwheid **tot 100nm** op een 3D-geprinte structuur met complexe geometrie is het uiteindelijke doel. Het proces moet zo **optimaal** mogelijk werken met kennis over de **invloed** van verschillende **procesparameters**.

[1] S. Bose, S. S. Keller, T. S. Alstrøm, "Process optimization of ultrasonic spray coating of polymer films.," *Langmuir*, no. 23, 2013.

[2] L. A. Felton, "Mechanisms of polymeric film formation," *Int. J. Pharm.*, vol. 457, no. 2, pp. 423-427, 2013.

1. Define

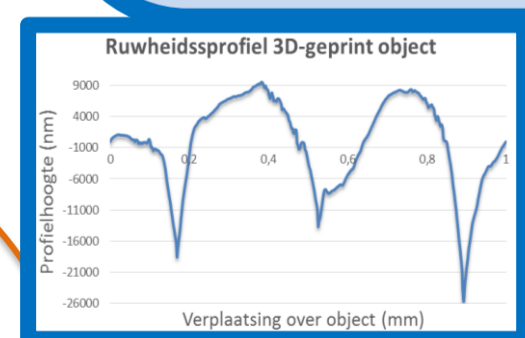
- 0,5m% en 2m% **PMMA-acetonoplossing** als inkt om de nodige ruwheidsvermindering te bekomen [2].
- **PLA substraten** (Figuur 1) afkomstig van een fused deposition modeling proces (AM-techniek) voor het verlagen van de ruwheid.
- Gebruik **'Impact Edge nozzle'** van 'Sonotek' met een frequentie van 120kHz.
- Belangrijke parameters (**volumedebiet, aantal lagen, temperatuur, bewegingsnelheid mondstuk en afstand tot substraat**) testen op glas [1].



Figuur 1: PLA 3D-geprint sample

2. Measure

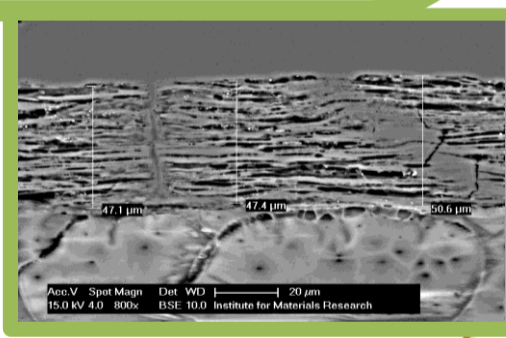
- De verschillende procesparameters meetbaar maken door **verschillende testen** uit te voeren waarbij telkens 1 (of 2) parameter(s) variabel is (zijn).
- Vervolgens de **afgezette laag karakteriseren** door microscopie (lichtmicroscop, SEM, AFM), ruwheidsmetingen en laagdiktemetingen uitgevoerd met een profilometer (Figuur 2).
- **Contacthoeken** voor bepaling oppervlaktevrij-energie met een optische contacthoekmeter.



Figuur 2: Ruwheidsprofiel PLA sample

5. Control

- **Volledig dekkende en aansluitende lagen** zijn verkregen op een 3D-geprint substraat.
- Controle van de ruwheid toont **ruwheidsreductie tot 6400nm**, een **verbetering van 42%** ten opzichte van de oorspronkelijke 11000nm.
- De aangebrachte lagen zijn **gemiddeld 50µm dik** (Figuur 5).



Figuur 5: Microscopie (SEM) deklaag PLA sample

Er is duidelijk nog ruimte voor verbetering, **bijkomend onderzoek**:

- Andere inksamenstelling ?
- Andere type mondstuk ?

4. Improve

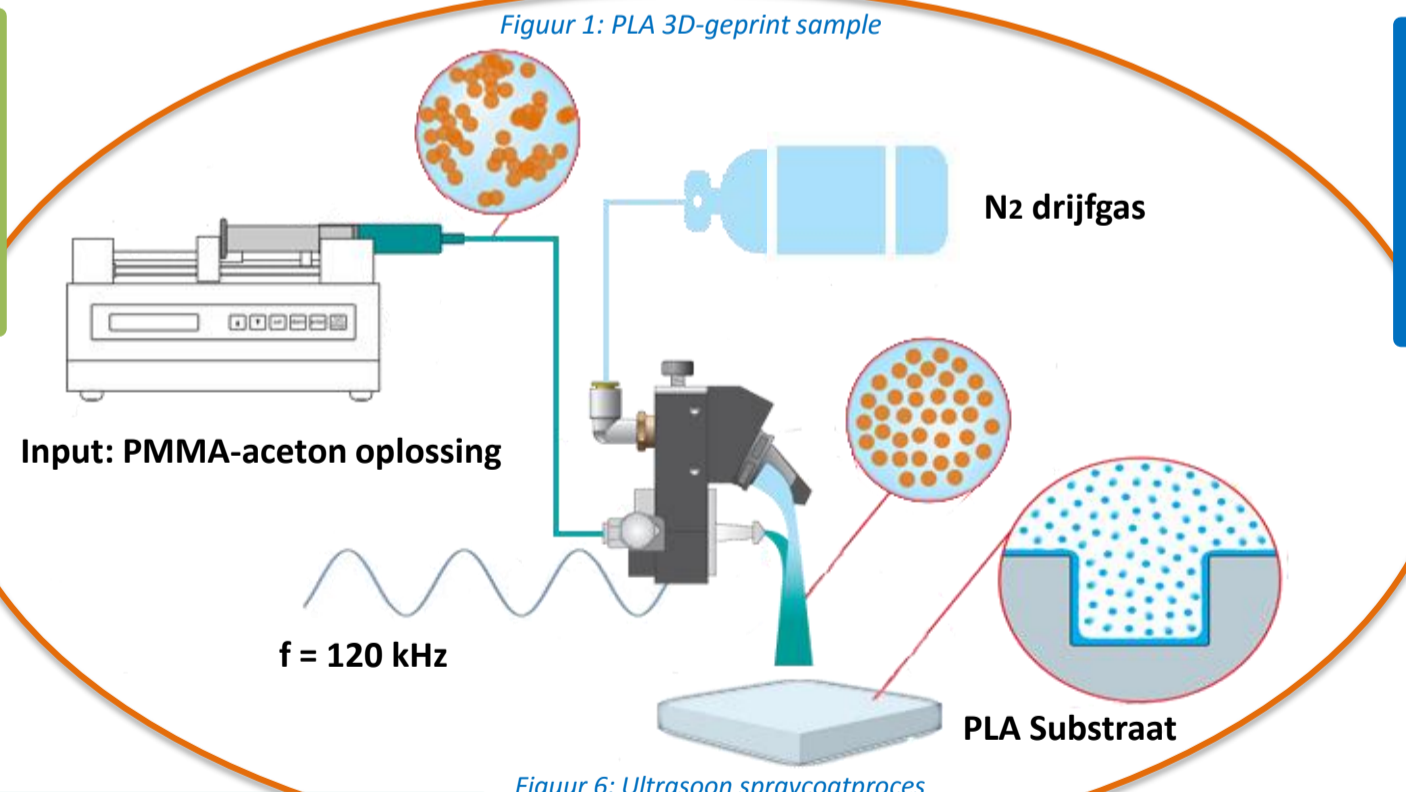
Bijstellen van de procesparameters en **voortdurend verbeteren** in kleine stappen leidt tot coatingoptimalisatie:

- **Optimale ruwheid**: 0,5 m%, 55 mm hoog met 0,5ml/min en 0,1mm/s op 15°C.
- **Optimale laagdikte**: 2m%, 70mm hoog met 2ml/min en 0,1mm/s op 15°C

Meest optimaal proces voor 3D-geprinte objecten is in twee stappen. Initieel printlijnen **opvullen** met 'optimale laagdikte' coating. Vervolgens overgebleven **ruwheid verminderen** met 'optimale ruwheid' coating (Figuur 4).



Figuur 4: PLA sample met coating

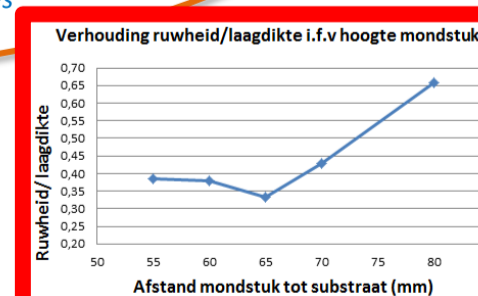


Figuur 6: Ultrasoon spraycoatproces

3. Analyse

Uit de metingen kan de **invloed** van een individuele **procesparameter** op de gemiddelde oppervlakteruwheid worden vastgelegd:

- **Volumedebiet** verhogen = lineair stijgen van gemiddelde oppervlakteruwheid en laagdikte.
- **Bewegingsnelheid** is een belangrijke factor in combinatie met andere parameters.
- **Afstand tot substraat** (Figuur 3): droog gebied, intermediair gebied, beperkt bij oplossingen met lage kookpunten en nat gebied, maar cruciale factor.
- **Temperatuur** verhogen heeft slechte invloed op coatingkwaliteit, tenzij als warmtebehandeling.



Figuur 3: Verhouding ruwheid/laagdikte in functie van de afstand tot het substraat

Promotoren / Copromotoren: Prof. Dr. Ir. Deferme Wim
Dr. Ir. Drijkoningen Jeroen
Drs. ing. Stryckers Jeroen