



Lasertexturering vs. hydrofobe coatings in windturbines | Reeks LCA-studie - deel 2

26 augustus 2025, 11:04

Felipe Baroni

In onze recente vergelijkende studie van de levenscyclusanalyse (LCA) werd de milieu-impact van textureren met een femtosecond-laser vergeleken met die van een conventionele hydrofobe coating voor windturbinebladen.

IJsbestrijding voor windturbines

Windturbines zijn van cruciaal belang voor de overgang naar hernieuwbare energie, maar hun werking brengt verscheidene uitdagingen met zich mee. Een belangrijk probleem is ijsvorming op de turbinebladen, waardoor de aerodynamische efficiëntie afneemt en de mechanische belasting toeneemt, mogelijk met dure stilstandtijd tot gevolg. Traditioneel wordt dit probleem aangepakt met een combinatie van hydrofobe coatings en andere mechanismen, ontworpen om water af te stoten, ijsvorming tegen te gaan en het ijs te smelten nadat het is gevormd. Die coatings zijn vaak op siliconenbasis en hebben een primer nodig voor een doeltreffende hechting. De toepassing ervan omvat verschillende stappen, waaronder oppervlaktereiniging, coating met spuitpistolen, uitharding en onderhoud na de aanbrenging.

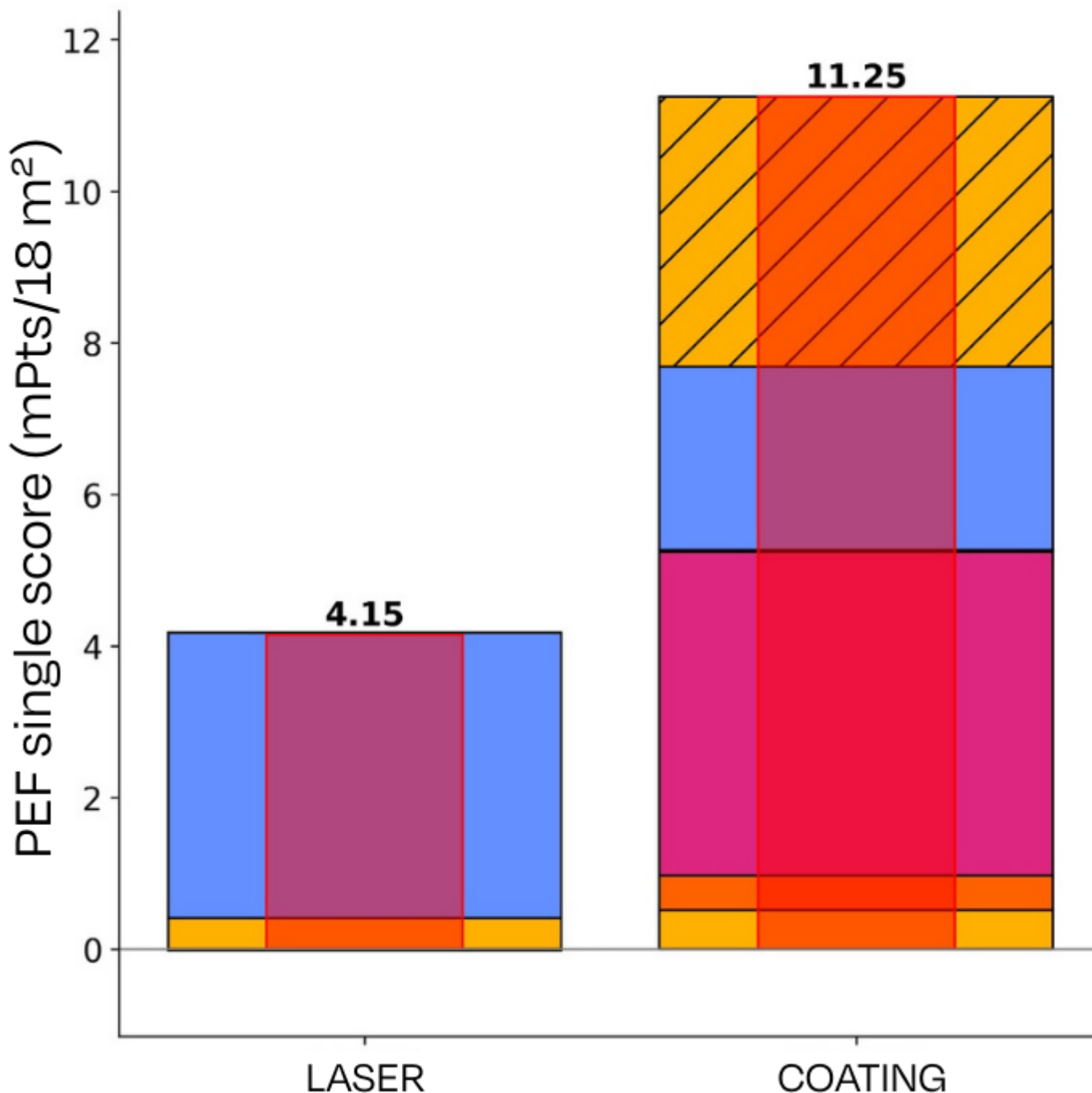
Twee oppervlaktebehandelingen vergelijken

Het onderzoek richtte zich op de behandeling van een oppervlakte van 18 m². De laserbehandeling omvatte fasen zoals oppervlaktereiniging vooraf, lasertexturering met een polygoonscanner, luchtfiltratie om roetdeeltjes op te vangen en afvalbeheer aan het einde van de levenscyclus. Het coatingproces omvatte van zijn kant de productie en het transport van primers en coatings, het spuitwerk, het gebruik van oplosmiddelen, VOS-emissies tijdens het uitharden en de verwijdering van gebruikte filters en chemicaliëncontainers.

Belangrijkste milieubevindingen

Tot de belangrijkste milieuproblemen die in de LCA werden geïdentificeerd, behoorden onder meer het potentieel voor klimaatverandering, het gebruik van niet-hernieuwbare energiebronnen en de uitputting van hulpbronnen. Bij het laserproces was het grootste deel van de impact afkomstig van het elektriciteitsverbruik en de productie van de laserapparatuur. De efficiëntie van de polygoonscanner werd geschat op 2,6 m²/u en de volledige behandeling van 18 m² vereiste ongeveer 100 kWh aan elektriciteit. Doordat er geen chemische producten nodig waren, werd deze energiebehoefte echter ruimschoots gecompenseerd door de afwezigheid van VOS en de minimale afvalproductie. In feite werd de milieu-impact van de laser voor 90,7% geassocieerd met de toepassingsfase, voornamelijk het elektriciteitsverbruik en de productie van de laserapparatuur, terwijl het afval aan het einde van de levensduur te verwaarlozen was.

Het conventionele coatingproces had daarentegen een grotere totale milieu-impact, grotendeels veroorzaakt door de productie en het aanbrengen van de coating zelf. De VOS-emissies alleen al droegen aanzienlijk bij tot de klimaatverandering en de aantasting van de luchtkwaliteit. Bovendien waren er voor de coatings meerdere materialen nodig, waaronder oplosmiddelen en filters, die stuk voor stuk bijdroegen tot het cumulatieve energieverbruik en de totale afvalproductie. Volgens de LCA was de 'single score'-impact van het coatingproces ruim twee keer zo groot als die van het laserproces (11,25 mPts vs. 4,15 mPts), waardoor lasertexturering duidelijk in het voordeel is in termen van totale milieubelasting.

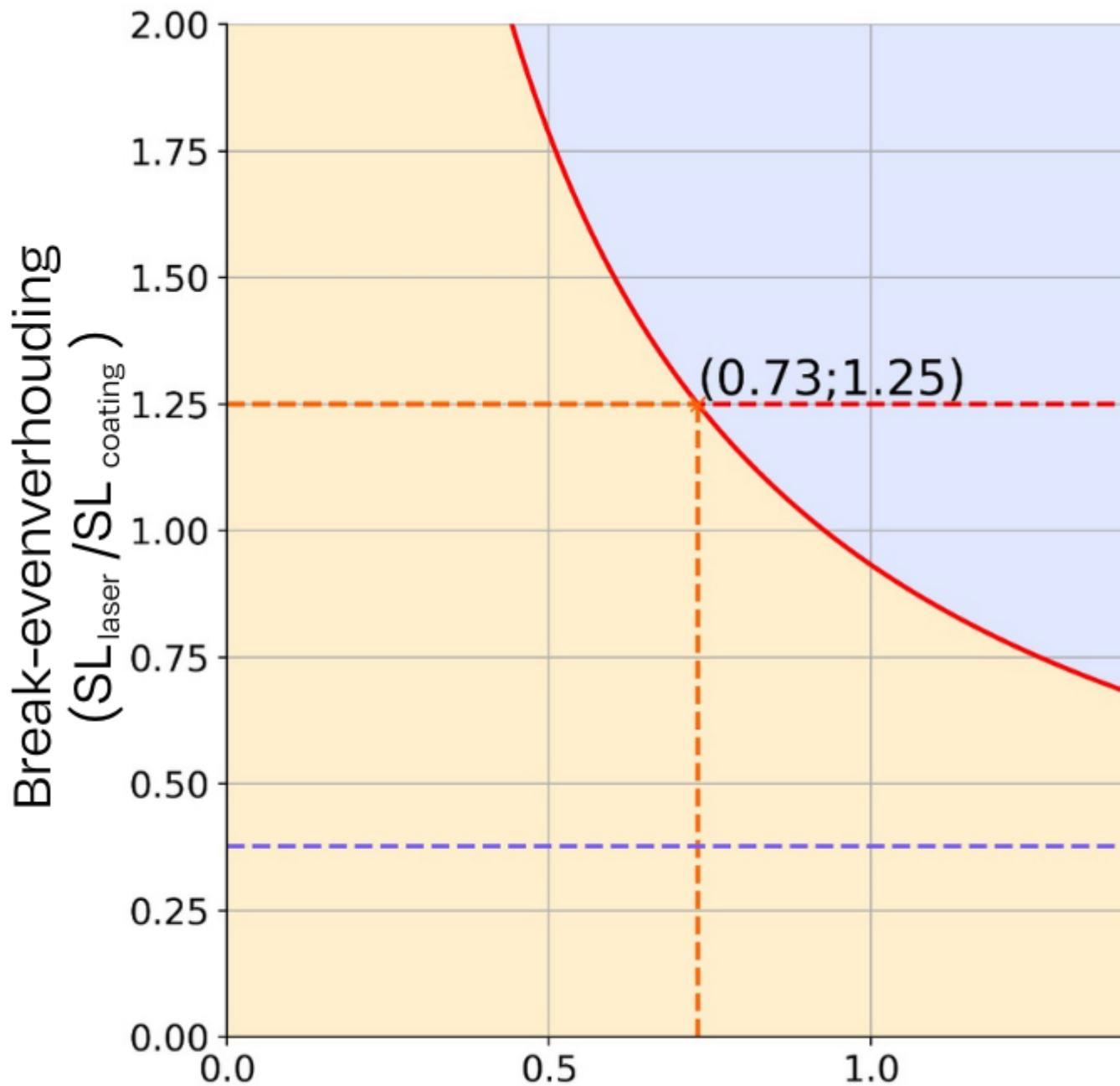


Figuur 1. Vergelijking van de absolute en relatieve 'single score' van de Product Environmental Footprint (PEF) in mPts per 18 m² voor een femtosecond-laser en een epoxycoating.

De rol van levensduur en efficiëntie

Een andere belangrijke bevinding van het onderzoek was het belang van de levensduur ('service life' of SL) en de efficiëntie bij het bepalen van het break-evenpunt tussen de twee technologieën. Er werd aangenomen dat de laserbehandeling 1,25 keer langer zou meegaan dan de coating. Zelfs als deze verhouding werd gereduceerd, presteerde het laserproces nog steeds beter dan de coating in de meeste milieucategorieën, op voorwaarde dat het laserrendement boven een drempelwaarde bleef. Met een efficiëntie van 2,63 m²/u bereikte de laser bijvoorbeeld een gelijkwaardige milieubelasting als de coating bij een SL-verhouding van slechts 0,38. Met andere

woorden: zelfs als het lasergestructureerde oppervlak minder dan half zo lang meegaat als verwacht, heeft het nog steeds een lagere milieu-impact dan de coating.



Figuur 2. Break-even van de 'single score' Product Environmental Footprint (PEF), die het effect van de gebruiksduur van beide oppervlaktebehandelingen op de milieu-impact aantoont.

Besluit

Oppervlaktestructurering met een femtosecond-laser vertegenwoordigt een paradigmaverschuiving in duurzame oppervlaktetechniek. De LCA bewijst dat lasertexturering niet alleen aan de milieuverwachtingen voldoet, maar deze zelfs overtreft, waardoor het een overtuigende keuze is voor sectoren die zowel hun prestaties als duurzaamheid willen verbeteren.

Ontdek het FEMTOFUNC-project

Deze casestudie maakt deel uit van het bredere FEMTOFUNC-onderzoek naar biomimetische oppervlaktefunctionaliteit.

[Ontdek het FEMTOFUNC-project](#)

Reeks LCA-studie over de toepassing van femtosecond-lasers

In een reeks van 4 delen beschrijven we kort onze bevindingen en laten we zien in welke mate een femtosecond-laser beter presteert dan coatings wat de ecologische voetafdruk betreft:

[Deel 1: textureren met een femtosecond-laser als duurzame oppervlakteoplossing](#)

[Deel 3: laserafwerking versus antibacteriële coatings op deurgrepen](#)

[Deel 4: lasertexturering vs. harde chroomcoating in lagers](#)

Auteurs



Felipe Baroni