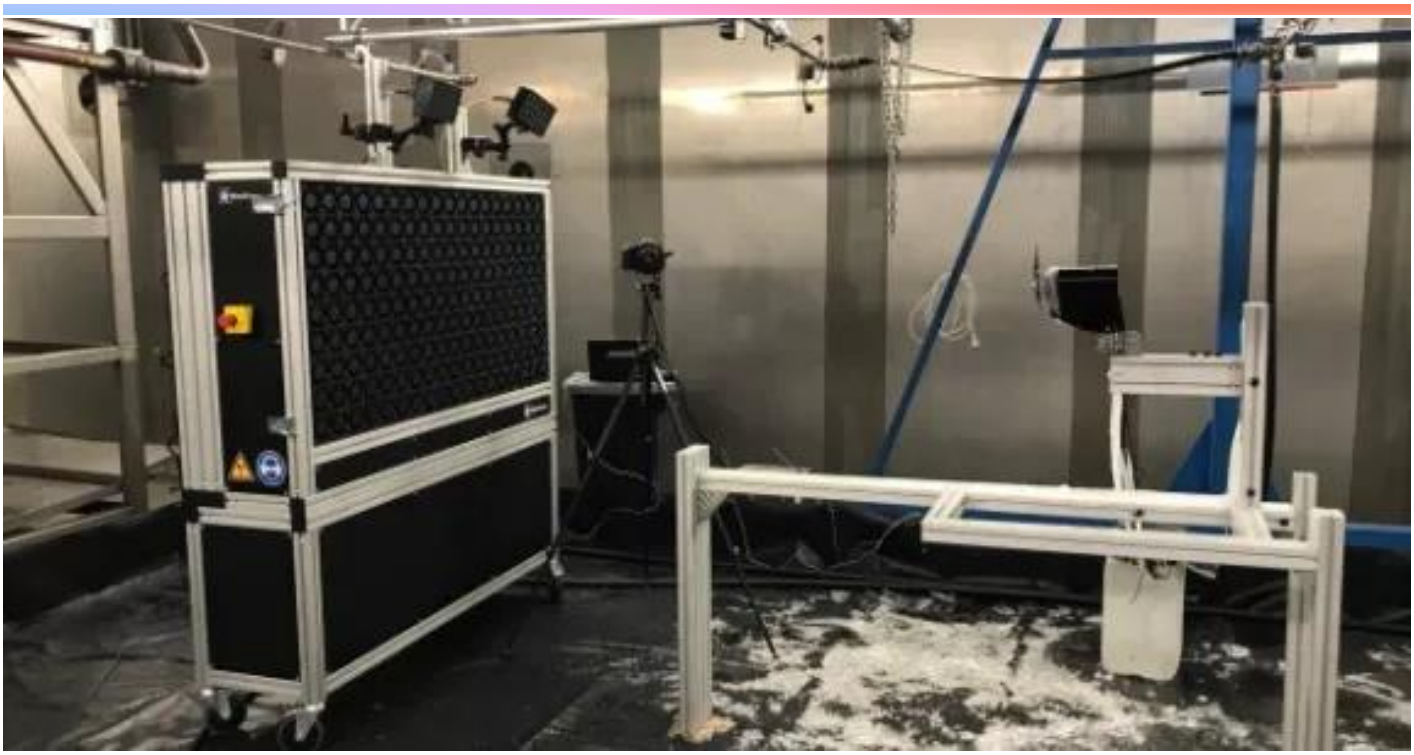


Unieke testopstelling voor prestatieanalyse van drones in wind- en ijsomstandigheden

01 maart 2022, 01:00

Inzicht verwerven in het gedrag en de prestaties van drones in barre weersomstandigheden en moeilijke vliegomgevingen is essentieel om zinvolle testprotocollen te ontwikkelen voor de validering en certificering van deze vliegende systemen. In het kader van een verkennend onderzoek wordt de ontwikkeling bestudeerd van een methode om de prestaties te kenmerken van propellers in laboratoriumomstandigheden met ijsvorming, die als de meest kritische worden beschouwd. Dit onderzoek werd mogelijk gemaakt door het gebruik van een klimaatkamer met een reeks waterstraalpijpen die ijsomstandigheden kunnen genereren, in combinatie met een windshaper.

Rotorvliegtuigen, beter gekend als drones of UAV's, blijven belangstelling wekken omdat hun mogelijkheden en prestaties jaar na jaar toenemen. Een van de beperkingen van het gebruik ervan voor commerciële toepassingen is het gebrek aan een duidelijke regelgeving. Meer bepaald, het gebrek aan een oplossing voor de validering van dergelijke vliegtuigen in welbepaalde wind-/weerconfiguraties. Bijgevolg hebben de fabrikanten geen andere keuze dan hun vliegende voertuigen buiten te testen, wat het valideringsproces inefficiënt of zelfs onmogelijk maakt. De testmethodologie heeft vele nadelen: geringe nauwkeurigheid, gebrek aan reproduceerbaarheid, afhankelijkheid van de weersvoorspellingen van dag tot dag, ongekende en niet-controleerbare testomstandigheden, korte testtijden en een grote afstand tussen de drone en de tester. Voor wie

drones in een specifieke omgeving wil testen, is het bovendien een hele uitdaging om de juiste weers- en klimaatomstandigheden, zoals ijsvorming, te vinden. Het blijft dus moeilijk om de luchtwaardigheid van drones te beoordelen en te evalueren, terwijl dit een noodzakelijke procedure aan het worden is om nieuwe commerciële toepassingen mogelijk te maken.

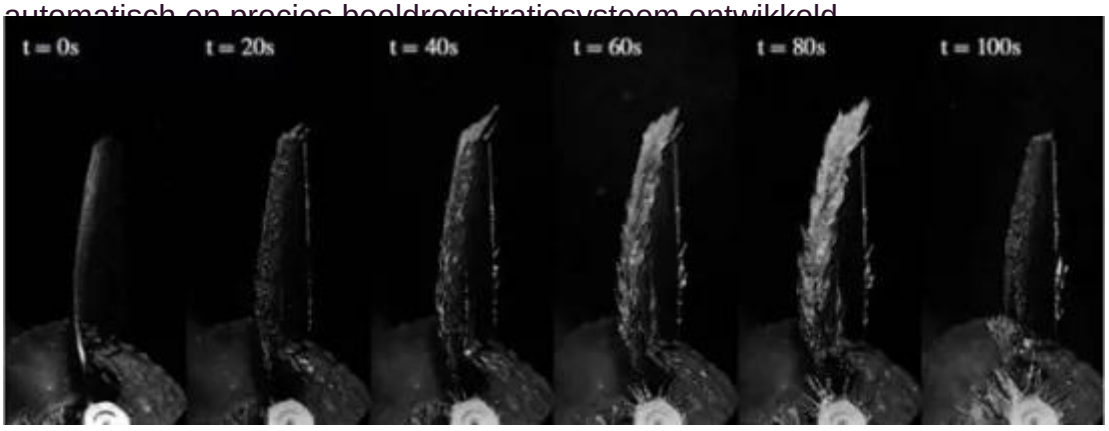
Een van de problemen bij de beoordeling van de prestaties van drones is inzicht te verwerven in hun gedrag bij ongunstige windomstandigheden. WindShape heeft de zogenaamde windshaper ontwikkeld, een nieuw soort van windgenerator bestaande uit grote reeks kleine ventilatoren (wind-pixels) waarmee een oneindig aantal in de tijd en in de ruimte variërende windprofielen kan worden gegenereerd om het gedrag van vrij vliegende drones in gereconstrueerde wind- en weersomstandigheden te onderzoeken. Een ander probleem is de mogelijkheid om drones te testen en te valideren in koude omstandigheden, meer bepaald wanneer ijsvorming kan optreden. IJsvorming kan snel fataal worden en drones zullen pas gecertificeerd kunnen worden om in dergelijke omstandigheden te vliegen als er een beproefde testmethode bestaat.

De voorbije jaren hebben verschillende groepen wereldwijd het probleem van ijsvorming in UAV-propellers in klimatologische windtunnels aangepakt. Sirris exploiteert een van de grootste klimaatkamers van Europa, met een unieke reeks waterinjectoren die ijsvorming in de kamer moeten genereren. De combinatie van de twee voorzieningen, met de installatie van een windshaper in de klimaatkamer, maakt het mogelijk drones in vrije vlucht te testen in elke gewenste situatie.

Testen in realistische omstandigheden

In dit onderzoek stellen de auteurs een methode voor om uitsluitend de prestaties van drone-aandrijfsystemen te analyseren. In totaal werden 21 tests uitgevoerd. De parameters die tijdens deze tests werden gevarieerd, waren het schroeftoerental (3500 rpm en 5000 rpm), de windsnelheid (3,2 m/s, 6 m/s en 9 m/s) en de druk van het sproeiwater (2 bar en 8 bar met druppeldiameters van respectievelijk ong. 300 µm en 800 µm). De tests werden uitgevoerd met een propeller in ruwe kunststof en met een gelijkaardige propeller voorzien van een ijswerende coating.

De experimenten werden uitgevoerd in de grote klimatologische testvoorziening van Sirris, waar onlangs een testopstelling voor ijsvorming werd gebouwd, bestaande uit een ijssprayinstallatie met 25 spuitmonden. Om de schijnbare wind op de propeller te genereren, werd een windshaper gebruikt. De te testen aandrijfunits werden gemonteerd op een testbank bestaande uit een twee-assige krachtbalans waarmee een aandrijfstuwkracht tot 50 N en een motorkoppel tot 1,5 Nm kunnen worden gemeten. Om de vorming van ijs op de propeller in beeld te brengen, werd een automatisch en precies beeldregistratiesysteem ontwikkeld.



Figuur 1: IJsvorming in de tijd op een niet-gecoate propeller (bij een windsnelheid van 6 m/s en een toerental van 3500 rpm)

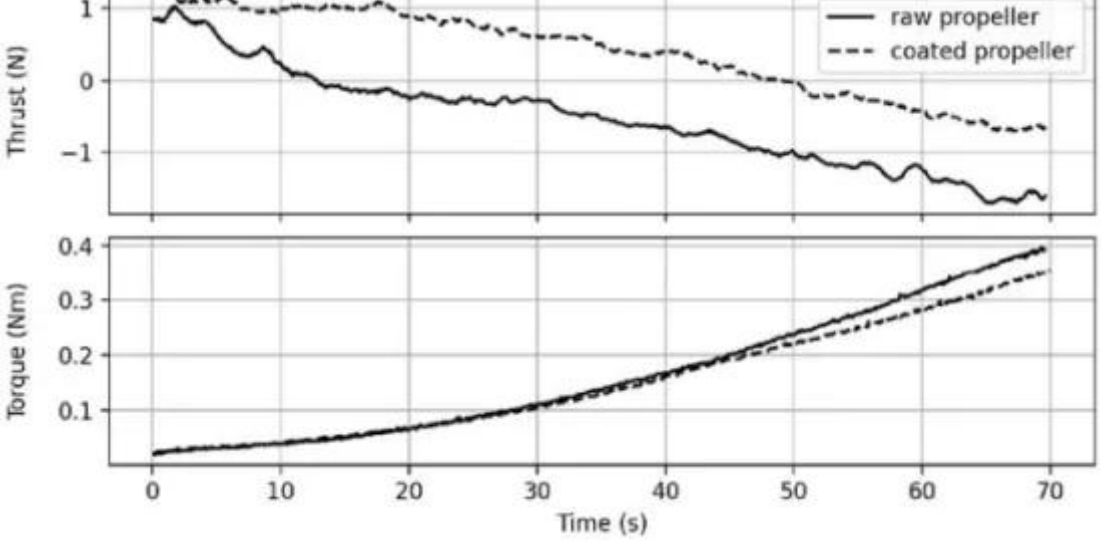
Conclusies

Er is een methode ontwikkeld en getest voor het kenmerken van aandrijfunits in een combinatie van wind- en ijsvormingsomstandigheden. Ondanks het beperkt aantal tests kunnen de volgende conclusies en waarnemingen worden bekendgemaakt:

- De huidige opstelling maakt verschillende situaties mogelijk voor de ontwikkeling van ijsstructuren op de propellerbladen.
- Het ontwerp van het visualisatiesysteem maakt het mogelijk de evolutie van ijsafzetting op de propellerbladen op camera vast te leggen.
- De testbank van de propeller maakt het mogelijk de prestaties van de aandrijfunit nauwkeurig te meten, zoals stuwkracht, koppel, ijsgewicht, en mechanisch rendement van de propeller.
- Het gebruik van de windshaper in de klimaatkamer is een goede optie voor het combineren van wind- en koudeomstandigheden.
- Deze opstelling maakte het mogelijk in zeer korte tijd gecoate en niet-gecoate propellers te testen in verschillende ijsomstandigheden, dankzij de minder complexe handelingen dan in windtunnels voor ijsvorming, zoals gemakkelijke toegang tot de testobjecten, grote werkruimte, enz.
- Er werd een duidelijk voordeel van een ijswerende coating op propellers waargenomen (figuur 2): de gecoate propeller produceerde een bijna vier maal langere stuwkracht in



Figuur 2: Visualisatie van ijsvorming op niet-gecoate en gecoate propellers



Figuur 3: Vergelijking van propellerstuwkracht en koppel voor de gecoate en de niet-gecoate (ruwe) propeller. De stuwkracht van de niet-gecoate propeller daalt tot nul bij t = 12s, terwijl de stuwkracht van de gecoate propeller nog boven nul is bij t = 50s.

Dit verkennende onderzoek toont al aan dat de combinatie van een windshaper met een opstelling van een ijssprayinstallatie in een klimatologische voorziening een haalbare methode kan zijn om de prestaties van aandrijfunits voor drones in ijsomstandigheden te kwantificeren.

Deze blog is een samenvatting van het artikel dat in augustus 2021 in het AIAA Aviation Forum is gepubliceerd. Het volledige artikel kan hier worden gedownload.

IJsvorming ligt aan de basis van talrijke problemen en risico's bij onze dagelijkse werkzaamheden of voor de werking van machines. Enkele experts bij Sirris zijn hun kennis over atmosferische ijsvorming aan het bijschaven en zoeken naar methoden om ijsvorming te beperken. Deze activiteiten maken deel uit van de COOCK-projecten Fighting Icing en NewSkin. De kennis die we hebben verworven is gebundeld in drie witboeken die u nu gratis kunt downloaden.

Auteurs