

Summary (Dutch)

Het reinigen van ramen van wolkenkrabbers gebeurt tegenwoordig met grote uitschuifbare installaties. Deze installaties bevinden zich op het dak van gebouwen en zijn uitschuifbaar. Hierdoor kan de gondel het gehele buitenoppervlak van het gebouw bestrijken. Door het toepassen van composieten bij de fabricage van deze installaties is het mogelijk veel gewicht te besparen. De gewichtsbesparing is niet alleen gunstig voor de constructie van het dak, maar ook voor de installatie zelf.

Deze ontwerpdracht gaat hoofdzakelijk in of het mogelijk is een dergelijke uitschuifbare arm uit composiet te vervaardigen. Niet alleen technisch gezien, maar ook rekening houdend met de kosten en het gebruik. Een geschikt composiet materiaal en fabricage methode zijn uitgezocht en de basisberekeningen zijn gemaakt. Het uiteindelijke ontwerp is in het simulatieprogramma Ansys gemodelleerd om te kijken of het ontwerp betrouwbaar en veilig is. Het totale ontwerp van een dergelijke installatie is erg complex en omvat vele aspecten. In dit rapport wordt de focus gelegd op de drie in elkaar schuivende delen. Er wordt gekeken of en hoe deze delen uit composiet gemaakt kunnen worden. Andere ontwerp onderdelen worden niet of heel beknopt behandeld in dit rapport!

Het meest geschikte materiaal is carbonfiber. Naast carbonfiber is ook glasfiber bekeken. De veel lagere stijfheid van glasfiber is de doorslaggevende reden om te kiezen voor carbonfiber. HM Carbon (carbon met extra hoge elasticiteitsmodulus) heeft de beste eigenschappen voor dit ontwerp. Om te zorgen dat alle krachten opgenomen kunnen worden door de arm is een composiet nodig dat bestaat uit twee lagen. De eerste laag heeft vezels in de lengterichting van de arm. Dit om de trekkrachten op te kunnen vangen die door buiging optreden. De tweede laag heeft vezels die -45° en 45° georiënteerd zijn ten opzichte van de lengterichting van de arm. Dit om de krachten loodrecht op de lengterichting en in andere richtingen op te vangen. De fabricage van lange en grote buiselementen kan met pultrusie of een windingproces verkregen worden.

De totale lengte van de arm bedraagt 23000 mm. De lengte van deel 1, 2 en 3 is 9000 mm en de overlap tussen twee delen is 2000 mm. De breedte van het buitenste deel bedraagt 200 mm en de hoogte 310 mm.

Het ontwerp is gemodelleerd in Ansys. Ook zijn hiervoor de faalmechanismen bepaald. Enkele ongewenste effecten zijn shear slip en buckling. De kritieke punten van het ontwerp zijn de twee contact punten waar het binnendeel het buitenste deel raakt. Het eerste contactpunt ligt op de bodem en aan het eind van het eerste deel. Het tweede contactpunt ligt aan de bovenkant van het eerste deel op $L=4$ m. De grootste trek- en drukkrachten treden tevens op in de boven- en onderkant van het armdeel. De zijwanden worden ook belast op afschuiving. In Ansys is een element oplossing gemaakt om te kijken of de krachten, afschuiving en rekken in de arm de maximaal toelaatbare waarden niet overschrijden. De resultaten zijn gegeven en het blijkt dat geen van de maximaal toelaatbare waarden overschreden worden.

Technisch gezien zijn de drie in elkaar schuivende delen te maken van carbon fiber. Hoewel de kosten van het materiaal, het productieproces en het ontwerpen hoog zijn, zijn de voordelen van het gebruiken van carbon toch zeer rendabel. De constructie van zowel het dak als de installatie zelf worden door veel kleinere krachten belast (tot 50% minder). Composieten zijn duurder dan staal, maar hun mechanische eigenschappen zijn beter. De gewichtsbesparing is bijna 85 %. Bijkomende voordelen van composieten zijn hun corrosie bestendigheid en lagere onderhoudskosten.

Tot slot raadt de auteur van dit rapport een vervolg onderzoek aan waarbij gekeken wordt naar de optimalisatie van de afmetingen van de constructie.