

FINAL REPORT WIIP PROJECT STRUCTURAL CONNECTIONS (VERBINDINGEN)

Project title :	TKI-WIIP 'Structural Connections'
Project number	TT_WIIP1_1601_WMC
Version :	13 November 2018
Project coordinator :	Stichting kenniscentrum WMC
Project partners :	TNO, TRES4
R&D line :	Windturbines en windcentrale
Starting date:	2016
End date	2018
Reporting period:	1 January 2017 until 30 October 2018
Reported by:	Rogier Nijssen

Het project is uitgevoerd met subsidie van het Ministerie van Economische Zaken, Nationale regelingen EZ-subsidies, Topsector Energie uitgevoerd door Rijksdienst voor Ondernemend Nederland.

1. Samenvatting

In een windturbine komen diverse typen verbindingen voor met een grote verscheidenheid aan gebruikte materialen en technologie. Kennis en begrip van faalmechanismen (o.i.v. zout, water), installatie, reparatie en onderhoud is nog beperkt, hetgeen impliceert dat er nog veel geoptimaliseerd kan worden aan deze zwaarbelaste verbindingen.

Doel van het project

Het doel van dit WIIP (Wind Innovatie Impuls Project) is vooronderzoek t.b.v. een pré-normatief onderzoeksprogramma met als doel het ontwikkelen van betrouwbare constructie- en materiaalmodellen voor innovatieve verbindingen tussen offshore wind constructie onderdelen.

Korte omschrijving van de activiteiten

In dit WIIP worden de recente ontwikkelingen en modelvorming op het gebied van bladwortelverbindingen en monopile-transition piece verbindingen geïnventariseerd in een literatuuronderzoek. Onder andere de 'embedded insert', 'IKEA', boutverbinding, en staal-composiet lijmverbindingen worden hierin betrokken. Voor een selectie van de bestaande en innovatieve verbindingen wordt vooronderzoek gedaan naar de ontwikkeltrajecten van verbindingen met de nadruk op het identificeren van de ontbrekende kennis en informatie.

Resultaat

Een onderbouwd advies voor een vervolgonderzoeksprogramma dat zich richt op het verder ontwikkelen van (innovatieve) verbindingen. Hierbij worden aanbevelingen gedaan voor nieuwe (onderdelen van) ontwerpstandaarden, o.a. op het gebied van model- en testontwikkeling, installatie, reparatie en onderhoud, op basis van de kennislacunes die uit de literatuurstudie volgen.

FINAL REPORT WIIP PROJECT STRUCTURAL CONNECTIONS (VERBINDINGEN)

2. Resultaten

Het project heeft de onderbouwing geleverd voor een onderzoeksprogramma dat zich richt op het verder ontwikkelen van (innovatieve) verbindingen op, met een literatuuroverzicht waaruit kennislacunes omtrent (innovatieve) verbindingen volgen. Daarnaast zijn aanbevelingen voor model- en testontwikkeling gedaan.

De resultaten komen in grote lijnen overeen met de doelstellingen, maar in de rapporten is niet expliciet uitgewerkt welke de drie meest relevante kennislacunes zijn en hoe deze moeten worden ingevuld.

3. Deliverables

Deliverable	Delivery date
D1 – Report: Joints for offshore wind applications - Report on failure mechanisms of bolted ring flange connections	October 2018
D2 – Report: Connection methods in wind turbine rotor blades.pdf	October 2018

4. Planning en mijlpalen

Zie ook projectplan. De eindrapporten zijn later geleverd wegens tijdgebrek bij de deelnemende partijen.

5. Bijdrage aan kostenreductie

Het onderzoeksprogramma waartoe deze WIIP leidt, zal impact hebben op de kosten van wind op zee. In tabel 1 is aangegeven op welke kostenelementen het optimaliseren van verbindingen betrekking heeft, inclusief een relatieve geschatte kostenreductie ten opzichte van ijkjaar 2010. Deze kostenreducties worden veroorzaakt door:

- **Ontwerp:** door kennis over het gedrag van verbindingen te vergroten kan het ontwerp van de verbindingen en omliggende constructie geoptimaliseerd worden.
- **Turbine installatie en decommissioning:** installatie- en demontagetechnieken horen bij de ontwikkeling van een kostenefficiënte verbindingstechnologie, zowel voor bladwortel, als torenvoet als andere verbindingen;
- **Operation & Maintenance:** Robuuste, inspecteerbare, vervangbare en/of repareerbare verbindingstechnieken hebben grote invloed op de faalkans en beschikbaarheid van de windturbine.

Table 1: Quantitative estimate of cost reduction

Cost Element	X	Estimated % reduction (or increase in production)
1. CAPEX c. Turbine installation	X	2
d. Support structure supply	X	2
I. Decommissioning	X	2

FINAL REPORT WIIP PROJECT STRUCTURAL CONNECTIONS (VERBINDINGEN)

Cost Element		X	Estimated % reduction (or increase in production)
2. OPEX	a. Operations & Maintenance WTGs	X	1
	c. Insurance	X	1
3. AEP	d. Availability WTGs	X	2

6. Spin-off naar andere sectoren

De onderzochte verbindingen tussen zwaarbelaste stalen, composieten, en staal-composiet onderdelen kunnen ook in andere vakgebieden worden toegepast en de verwachting is dan ook dat de resultaten van dit project zeer relevant zijn voor onder andere civiele kunstwerken zoals bruggen en sluizen, waarbij vergelijkbare hoge- en langeduurbelastingen optreden.

7. Publicatie

Een samenvatting van het project, contactpersonen voor verdere info, en link naar rapport is te vinden op www.wmc.eu en luidt:

“In a wind turbine, various connection types are present, using a large variety in materials and technology. Knowledge and understanding of failure mechanisms (in saline and/or humid environments), installation, repair and maintenance are limited, which implies that there is ample room for optimisation of these heavily loaded connections.

WMC carried out a Wind Innovation Impulse Project supported by the TKI Wind op Zee, together with TNO and TRES4. The objective was to lay the foundations for a research programme on the development of reliable structural and material models for innovative offshore wind turbine connections.

Two literature studies were delivered, covering offshore support structure bolted connections [van Es and Pijpers, ‘Failure mechanisms of bolted ring flange connections’, TNO 2018 R11231, October 2018] and connections often encountered in rotor blades [Nijssen, de Ruiter, Lahuerta and Kuipers, ‘connection methods in wind turbine rotor blades’, WMC-2017-109, October 2018].

More info:

r.p.l.nijssen@wmc.eu; sjoerd.vanderputten@tno.nl

Het project is uitgevoerd met subsidie van het Ministerie van Economische Zaken, Nationale regelingen EZ-subsidies, Topsector Energie uitgevoerd door Rijksdienst voor Ondernemend Nederland.”