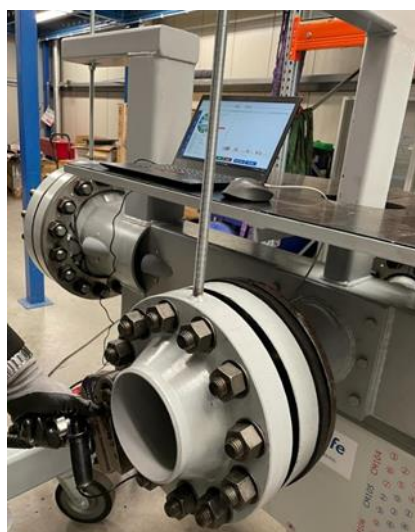
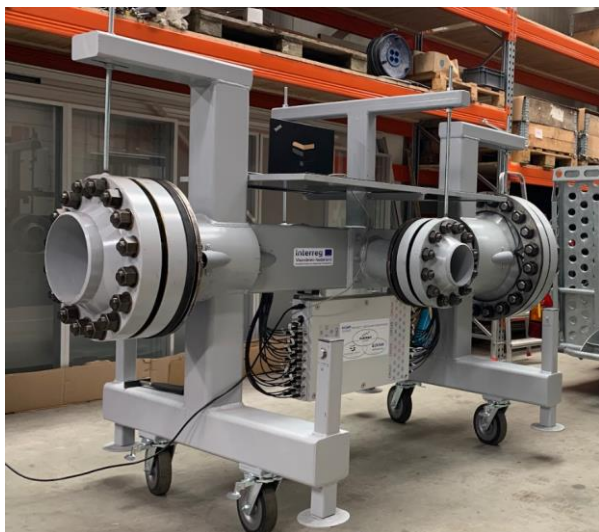


## Optimalisatie flensaanhaalmethodiek belangrijke stap richting emissiereductie

Elke procesinstallatie telt tal van flensverbindingen die ervoor zorgen dat de installatieonderdelen met elkaar verbonden zijn en blijven. Het tekortschieten van dergelijke verbindingen kan leiden tot lekkage en fugatieve emissie, met mogelijk milieu- en/of veiligheidsrisico's, productverlies en reparatiekosten tot gevolg. Om dit risico te minimaliseren, is het zaak de nauwkeurigheid van de diverse flensaanhaalmethodieken te (kunnen) bepalen, de scope van dit project.

### Flensverbinding

Een flens is een metalen of kunststof ring die het mogelijk maakt leidingen en/of componenten als kleppen, pompen en vaten op elkaar aan te sluiten. Een flensverbinding bestaat uit een flenzenpaar, een pakking en een aantal bouten, en komt tot stand door de beide delen met behulp van bouten vast te zetten. De pakking wordt door middel van de boutkrachten tussen het flenzenpaar gecompriemd; het drukprofiel van de pakking is bepalend voor de lekdichtheidsgraad van de verbinding. Voor welke pakking wordt gekozen is onder meer afhankelijk van de operationele condities en het soort product dat door de leiding stroomt. Factoren die van invloed zijn op de lekdichtheid zijn naast de vakkundigheid van de monteur onder meer de gehanteerde montagemethodiek, de kwaliteit van de flensonderdelen, wrijvingseffecten, leidingsspanningen en het aanhaalpatroon van de bouten. Een van de hoofdoorzaken van verhoogde emissies of zichtbare lekkages is dat de pakking onvoldoende is gecompriemd. Omdat de boutkrachten daarvoor mede bepalend zijn, ligt het voor de hand de wijze van aanbrengen nader te onderzoeken.



Bron: Dijkgraaf Support

### Complexe verbinding

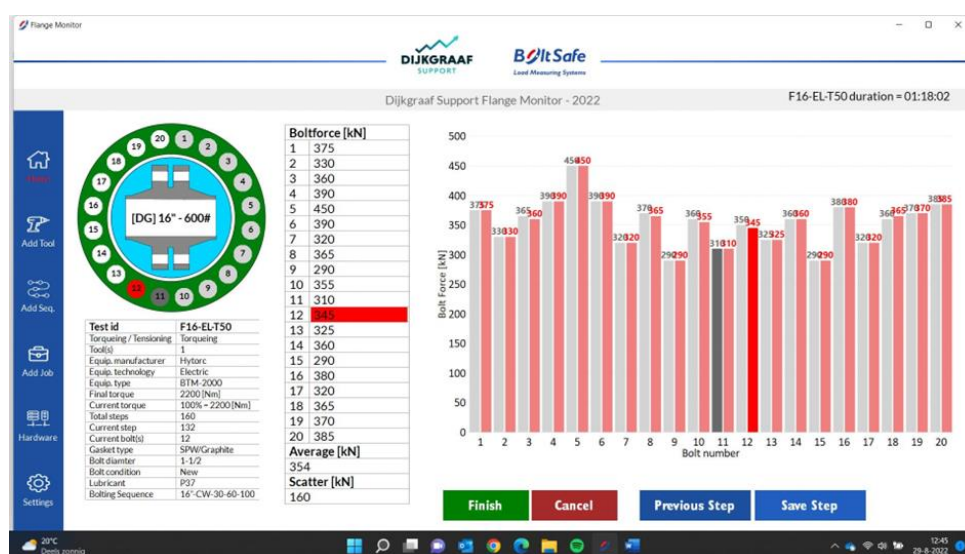
De technisch gezien complexe flensverbinding telt drie hoofdonderdelen – een flenzenpaar, een aantal bouten en een pakking – elk met een eigen veer karakteristiek waardoor ze tijdens het aanspannen van de bouten vervormd raken; de theoretisch berekende lekdichtheid van de verbinding wordt begrensd door de onderlinge samenhang van de samenstellende delen. Helaas zijn de theoretische aannames niet altijd overeenkomstig de werkelijkheid en voldoende onderbouwd met (onafhankelijke) testgegevens.

“Flensmanagement is vaak nog een ‘ondergeschoven kindje’, en de meningen en overtuigingen over de nauwkeurigheid en efficiency van de diverse methodieken lopen nogal uiteen”, aldus Peter Dijkgraaf, consultant en trainer bij Dijkgraaf Support. De deelname aan het Interreg-project motiveert hij als volgt: “Er is sprake van een kennishiaat, en dit project biedt de mogelijkheid de technische kennis op een specifiek onderdeel van het flensmanagement te verhogen, wat weer mooi aansluit bij mijn persoonlijke drijfveer: het zoeken naar mogelijkheden voor *continuous improvement*.”

## Creëren van boutkracht

Er zijn diverse methodieken ontwikkeld om bouten tijdens de montage aan te spannen. De meest gebruikelijke zijn het aandraaien van de moer en het oprekken van de bout. Bij het aandraaien van de moer met een momentsleutel (torquing) is er sprake van het uitoefenen van rotatiekracht op de boutkop tot een vastgesteld maximum. Bij het oprekken van de bout (tensioning) wordt spanning in de bout gebracht door middel van speciaal hydraulisch gereedschap.

De nauwkeurigheid waarmee de boutkracht wordt aangebracht wordt niet alleen bepaald door de gekozen aanhaalmethode, maar bijvoorbeeld ook door het daarbij gehanteerde gereedschap en de dynamische belasting, zie kader. Dergelijke factoren maken dat er tussen de theoretische boutkracht (bij het aandraaien) en de daadwerkelijke boutkracht (bij een installatie in bedrijf) vrijwel altijd aanzienlijk verschillen bestaan, de zogeheten *bolt load scatter*. Relaxatie – afname van de voordruk resulterend in verlies van boutspanning – speelt daarbij een essentiële rol. De metingen bevestigen dit: een boutkrachtvariatie kan oplopen tot een range van (-20%) en (+20%) ten opzichte van de gemiddelde boutkracht (zie de afbeelding).



Bron: Dijkgraaf Support

## Testmethodiek

De projectdoelstelling is het onderling vergelijken van de effectiviteit van de diverse flensmontagegereedschappen en flensaanhaalpatronen. Dit gebeurt door bij een gesteld aanhaalmoment de resulterende boutkrachten te bepalen; de daarbij geteste montagegereedschappen zijn:

- de handmomentsleutel
- de accugedreven momenttol
- hydraulisch torque gereedschap (single-tooling en multi-tooling)
- hydraulisch tensioning gereedschap.

Tijdens dit onderzoeksproject is gefocust op de nauwkeurigheid van de diverse type gereedschappen en aanhaalmethode die bij torquing en tensioning in gebruik zijn.

Speciaal daarvoor is een testopstelling gebouwd waarmee flenzen met verschillende diameters spanningsvrij kunnen worden gemonteerd en *full scale* kunnen worden getest, zodat kan worden bepaald in hoeverre de verbinding aan de structurele prestatie-eisen voldoet.

Het detailontwerp van de testopstelling was volgens Dijkgraaf een hele toer, met name het integreren van druksensoren tussen de moer en het flensvlak. “Die sensoren maken het mogelijk tijdens montage elke individuele boutkracht te monitoren. Op basis van de meetresultaten kan vervolgens worden bepaald welk gereedschap en aanhaalpatroon voor de geteste flenzen het meest effectief is.”

## Meerwaarde

Hoewel de feitelijke analyse nog moet plaatsvinden, is Dijkgraaf al overtuigd van de meerwaarde van het project: “Om het gedrag van een flensverbinding tijdens de montage te visualiseren, is door onze partner BoltSafe specifiek voor dit project een softwareprogramma ontwikkeld. Daarin zijn de boutkrachtvariaties bij het aanhalen van elke bout opgeslagen en zichtbaar te maken op het scherm. De testen zelf zijn uitgevoerd door onze partner Progresso, waarbij een grote hoeveelheid data is gegenereerd. In tegenstelling tot wat vaak wordt gedacht, blijkt er na de montage veelal sprake te zijn van een significante spreiding van de boutkrachten. Ook blijkt dat elke aanhaalmethode zijn eigen nauwkeurigheid kent die afhankelijk is van het aanhaalmoment.” Dijkgraaf illustreert dit met een voorbeeld. “Met een handmomentsleutel kun je nauwkeurig werken tot een moment van circa 400 Nm. Worden de aanhaalmomenten groter, dan verdient het werken met hydraulisch torque-gereedschap de voorkeur vanwege de grotere nauwkeurigheid. Het gebruik van multi tooling bij hydraulisch torquing geeft bovendien een significante tijdwinst zonder afbreuk te doen aan de nauwkeurigheid.”

‘Alleen door een integrale aanpak kan het doel *zero leakage and emission in control* worden bereikt’, luidt een statement op de website van Dijkgraaf Support. Op de gewetensvraag in hoeverre is ‘zero leakage’ op den duur haalbaar is, antwoordt Dijkgraaf: “Praktisch gezien is ‘zero emission’ niet haalbaar; wel dient te allen tijde te worden voldaan aan de toegestane fugatieve lekkagegraad (zie kader). Bij ‘zero leakage’ – product dat visueel lekt (loss of containment) – ligt dat anders. Dit type lekkages moeten en kunnen we onder controle krijgen met nul lekkages als resultaat, en dankzij dit project zijn we nu op de goede weg.”

### Geïntegreerde drie veren systeem

Een flensverbinding is uit technisch oogpunt een complexe verbinding. Deze verbinding bestaat uit de drie hoofdonderdelen te weten; flenzenpaar, bouten en pakking. Elk van deze onderdelen heeft zijn eigen veer karakteristiek waardoor ze tijdens het aanspannen van de bouten worden vervormd. De theoretisch berekende lektheid van een flensverbinding wordt begrensd door de samenhang tussen deze drie hoofdonderdelen. Helaas zijn de theoretische aannamen niet altijd overeenkomstig de werkelijkheid en onvoldoende onderbouwd met (onafhankelijke) testgegevens.

### Toegestane fugatieve lekkagegraad

In de industrie mag volgens de richtlijn van de DCMR Milieudienst Rijnmond een flens afhankelijk van het gas of de damp maximaal 0,5 ppm (parts per million) lekkage bevatten; – bij een kankerverwekkende stof als benzeen kan deze waarde lager liggen. Een asset owner is verplicht een keer per jaar alle flenzen te meten en bij een gebleken defect te kunnen aantonen dat dit hersteld is.

