

*Memorandum*

**To**  
TKI Program Office

**From**  
V. van Pul

**Subject**  
Publieke eindrapportage TKI2018-01-GE

Leeghwaterstraat 44  
2628 CA Delft  
P.O. Box 6012  
2600 JA Delft  
The Netherlands

www.tno.nl

T +31 88 866 22 00  
F +31 88 866 06 30

**Date**  
14 January 2021

**Our reference**

## 1 **Introductie**

In dit rapport wordt een kort overzicht gegeven van de opzet, doelstellingen en resultaten van het TKI Geo Energie project TKI2018-01-GE. Dit was een door TNO uitgevoerd project (project nummer bij TNO betrof 060.24593) in samenwerking met EBN B.V., Total E&P Nederland B.V., Wintershall Noordzee B.V., Oranje-Nassau Energie B.V. en Nederlandse Aardolie Maatschappij B.V.

*Het project is uitgevoerd met subsidie van het Ministerie van Economische Zaken, subsidieregeling Sterktes in Innovatie, hoofdstuk 1A toeslag voor topconsortia voor kennis en innovatie (TKI-toeslag).*

## 2 **Gegevens Project**

### *Project gegevens*

Subsidiereferentie: TKI2018-01-GE

Project titel: Automated detection of production anomalies – Application of data analytics and (semi-)supervised learning techniques to gas production data (Data Analytics)

Penvoerder en medeaanvragers: TNO (penvoeder), partners: EBN B.V., Total E&P Nederland B.V., Wintershall Nederland B.V. en Oranje-Nassau Energie B.V. en Nederlandse Aardolie Maatschappij B.V.

Project periode: 1 mei 2018 – 1 Februari 2021.

## 3 **Inhoudelijk eindrapport**

Er is een eindrapportage gedeeld met de partners (J. Poort, P. Shoeibi Omrani, V. van Pul-Verboom, *TKI Anomaly Detection*, TNO 2021 R10055, January 2021).

Hierna volgt een samenvatting van deze eindrapportage:

### *Inleiding*

Er is steeds meer real time data beschikbaar bij productie en transport van energie terwijl aan de andere kant productiesystemen steeds complexer worden. Snelle, efficiënte en betrouwbare analyse van deze gegevens is van belang om vroegtijdig productieproblemen of afwijkingen te kunnen identificeren.

In de huidige situatie worden real-time data vooral geanalyseerd door operators, daarbij ondersteund door regel-gebaseerde algoritmes om afwijkingen te signaleren.

In dit project is bestudeerd of dit proces verbeterd kan worden door het gebruik van AI technieken, in het bijzonder (semi-)supervised learning technieken voor patroonherkenning.

Binnen het project is een workflow voor een generiek eventdetectiesysteem ontwikkeld. De workflow is bedoeld om aan te tonen dat afwijkend gedrag en calamiteiten efficiënter (minder tijd en middelen), sneller en beter (kennis en ervaring worden vastgelegd in het systeem) kunnen worden gedetecteerd, terwijl de operator betrokken blijft tijdens belangrijke momenten die deskundige kennis en ervaring vereisen, zoals het leveren van input en het beoordelen van resultaten. Op deze manier biedt de workflow een snel alternatief voor handmatige datamonitoring en interpretatie, en stelt de menselijke operator in staat zich te concentreren op andere taken die zijn expertise vereisen.

De workflow is gedemonstreerd op een drietal case studies. Voor de case studies is gebruik gemaakt van de ruime hoeveelheid data en ervaring in de upstream gas sector, maar zijn tevens hoogst relevant voor andere energie systemen (e.g. geothermie, wind energie, CO<sub>2</sub> transport en opslag, etc.).

#### *Doelstelling*

Doel van dit project was het ontwikkelen en demonstreren van nieuwe methoden voor het detecteren van en leren van afwijkend productiegedrag. Secundair doel was het verkennen van nieuwe mogelijkheden voor toepassing van data-gedreven technologieën in de geo-energiesector.

#### *Werkwijze*

Een grondig literatuuronderzoek is uitgevoerd naar verschillende technologieën voor de detectie van gebeurtenissen. De bevindingen zijn samengevat in een rapport (J. Poort, P. Shoeibi Omrani, *TKI Anomaly Detection: Literature Study*. TNO 2019 R11228, August 2019). Vervolgens is een workflow opgesteld en toegepast op een drietal case studies om de prestaties en nauwkeurigheid van de ontwikkelde methoden en workflow te testen. Drie gevallen waren slugging, zout neerslag en vloeistofaccumulatie. Elk van de casestudy's had een andere uitdaging, bijvoorbeeld de beschikbaarheid van de labels (die gebeurtenissen aangeven), vertrouwen in labels en het type gegevens (veldgegevens of gesimuleerde gegevens). Om de workflow te demonstreren is een web-app ontwikkeld.

Hiernaast zijn er in kennissessies diverse innovatieve AI technieken of toepassingen besproken en geëvalueerd met de projectpartners en zijn de resultaten van het project gedissemineerd in conferenties en een webinar.

#### *Resultaten en conclusie van het project*

Binnen het project is een algemene workflow ontwikkeld en gedemonstreerd voor het detecteren van productie afwijkingen in (geo-) energieproductie-assets, bijvoorbeeld gas- en geothermie productie of transport in gas en warmtenetten. De workflow is in staat om afwijkend productiegedrag nauwkeurig te detecteren en te interpreteren, zelfs op basis van een zeer beperkt aantal patronen van het gedrag

**Date**

14 January 2021

**Our reference****Page**

2/4

van de gebeurtenis, met behulp van een combinatie van data-analyse en machine learning-modellen.

De ontwikkelde workflow kan worden ingezet voor zowel historische als real-time gegevens en maakt nauwkeurige, rekenkundig efficiënte en robuuste detectie van productiegebeurtenissen mogelijk, met een generieke toepassing voor verschillende soorten gebeurtenissen of storingen.

De ontwikkelde, robuuste methodologie is in staat die nieuwe gebeurtenissen in enkele minuten te detecteren (vergeleken met uren handmatige detectie) en is zelfs nog effectief gebleken als de signaal/ruisverhouding kunstmatig verder werd verkleind.

In de bestudeerde cases is gebleken dat snellere, efficiëntere en effectievere detectie kwalificatie van afwijkingen in productiegedrag mogelijk is met AI technieken. Tevens zijn de resultaten beter reproduceerbaar en minder afhankelijk zijn van (afwijkingen in) menselijke interpretatie.

De bestudeerde cases zijn afkomstig uit de gas industrie, maar de kennis en workflows zijn relevant voor andere (ondergrondse) energiesystemen die bijvoorbeeld qua kwaliteit en dynamiek vergelijkbare uitdagingen kennen, zoals geothermie of ondergrondse gasopslag of het opwekken, transporteren en opslaan van waterstof.

Daarnaast is er webgebaseerde interactieve applicatie ontwikkeld voor de ontwikkelde iPRMD workflow voor gebeurtenisdetectie. De toepassing werd gedemonstreerd tijdens zowel interne projectoverleggen als externe bijeenkomsten (webinars) en bleek dit een goede en praktische aanvulling te zijn op conventionele disseminatietechnieken.

Ten slotte zijn er meerdere sessies gehouden waarin state-of-the-art kennis mb.t. kunstmatige intelligentie- werd gedeeld. De meest relevante technieken voor toepassing in de geo-energie sector werden geïdentificeerd, evenals de belangrijkste aspecten voor succesvolle implementatie.

#### *Spin off binnen en buiten de sector*

Met verschillende operators (bijvoorbeeld Total E&P Nederland B.V., Wintershall Noordzee B.V. en Oranje-Nassau Energie B.V.) lopen er trajecten om de ontwikkelde kennis toe te passen. Daarnaast is er interesse voor toepassingen in predictive maintenance.

*Beschrijving van de bijdrage van het project aan de doelstellingen van de regeling*  
Momenteel is het gebruik van data-gedreven analysetechnieken in de energie sector relatief beperkt, terwijl het veranderende energielandschap, de lage marges en toenemende dynamiek juist vraagt om betere en snellere beslissingen. In dit project is een workflow ontwikkeld en gedemonstreerd voor snellere, efficiëntere en effectievere interpretatie van (afwijkende) productiegegevens.

**Date**  
14 January 2021

**Our reference**

**Page**  
3/4

#### 4 Uitvoering van het project

Date

14 January 2021

Our reference

Page

4/4

##### *Project uitvoering problemen en de wijzigingen ten opzichte van het projectplan*

Door het uitbreken van de COVID-19 pandemie was het niet mogelijk om een (mini-)symposium te organiseren. In plaats van een symposium is er een webinar gehouden om de resultaten te delen met partijen die niet deelgenomen aan het project. Verder zijn er geen grote wijzigingen ten opzichte van het plan.

##### *Toelichting op de verschillen tussen de begroting en de werkelijk gemaakte kosten*

In totaal zijn er 3 cases uitgewerkt. Voor de eerste case is gebruik gemaakt van zelf gegenereerde data. In totaal heeft het selecteren en bewerken van de data extra tijd gekost. De kosten voor inhoudelijk management was daarentegen lager dan begroot.

##### *Toelichting wijze van kennisverspreiding en overzicht publicaties*

De resultaten van het project zijn gepubliceerd:

1. Het werk is gepresenteerd in een extra online sessie van het EAGE, EAGE Digital 2020 Highlights Series: “Data-driven detection of well events in mature gas fields” by Jonah Pieter Poort, Pejman Shoeibi Omrani, Adrian Luciano Vecchia, June 22<sup>nd</sup>, 2020.
2. Bovenstaande presentatie is in een aangepaste versie ook gepresenteerd op de volledige (virtuele) conferentie van de EAGE Digital 2020 onder dezelfde naam.
3. “An Automated Diagnostic Analytics Workflow For The Detection Of Production Events - Application To Mature Gas Fields”, J. Poort, P. Shoeibi Omrani, TNO; A. Vecchia, Wintershall Noordzee B.V.; G.T. Visser, Oranje-Nassau Energie Dyas; M. Janzen, TOTAL E&P NEDERLAND; J. Koenes, Shell, SPE-202765-MS, 9 November 2020.
4. Webinar: “AI in Geo-energy Operations - Challenges and opportunities of artificial intelligence technologies deployment in our sector” by TNO and the TKI partners, 3 November 2020.

##### *Toelichting PR project en verdere PR-mogelijkheden*

Naast het verspreiden van de resultaten zoals in de vorige paragraaf vermeld zijn er verder geen andere PR activiteiten voorzien. Waar mogelijk kunnen de resultaten gepresenteerd worden, dit zal per conferentie etc. bekeken worden.

Voor verdere informatie kunt u contact opnemen met Viola van Pul, e-mail: [viola.vanpul@tno.nl](mailto:viola.vanpul@tno.nl).