

# › SDFI CASE E – SPOORTERMINAL AFWIKKELING GEVAARLIJKE STOFFEN

**TNO** innovation  
for life

Eindrapportage | R.W. Poulus MSc

TNO 2018 P11750 (projectnummer 060.24849) (NWO 439.16.613)

December 2018

 **TKI DINALOG**  
Dutch Institute for Advanced Logistics

Alle rechten voorbehouden.

Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande toestemming van TNO.

Indien dit rapport in opdracht werd uitgebracht, wordt voor de rechten en verplichtingen van opdrachtgever en opdrachtnemer verwezen naar de Algemene Voorwaarden voor opdrachten aan TNO, dan wel de betreffende terzake tussen de partijen gesloten overeenkomst. Het ter inzage geven van het TNO-rapport aan direct belanghebbenden is toegestaan. © 2018 TNO



Initiator/financier onderzoek



Terminal Operator



Kennisinstelling



Voorspelbare terminal- en  
achterlandafwikkeling  
spoorgoederenvervoer

Doel was:  
ETA/ETD op terminal, volgorde wagens  
binnen wagenset, lading op wagen, status  
van wagen (kwaliteit)



Fabrikant



Infra beheerder



Havenautoriteit



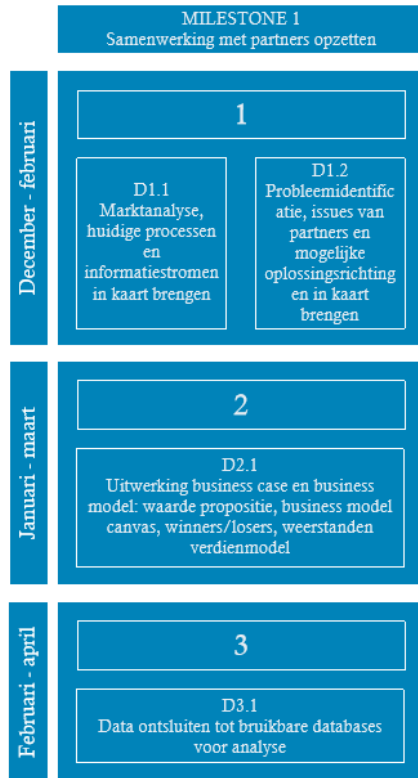
# PROJECT SCOPE BIJ START IN 2017

## › Doelstelling:

- › Verhogen van de voorspelbaarheid en efficiency in de logistieke keten van natte bulk via Nederlandse havens
- › door combineren van tracking en tracing van individuele wagons en tankwagens met planningen van terminalprocessen en achterlandprocessen.

## › Beoogd resultaat:

- › Verbeterde tracking en tracing van wagons en tankwagens
- › Het ontwikkelen van een voorspelalgoritme (ETA systeem), gebruik makend van tracking en tracing technologie in combinatie met actuele planningsinformatie van terminal- en achterlandprocessen.
- › Het demonstreren van de nieuw te ontwikkelen methode aan terminal operators en achterlandvervoerders van natte bulk (spoor en weg)

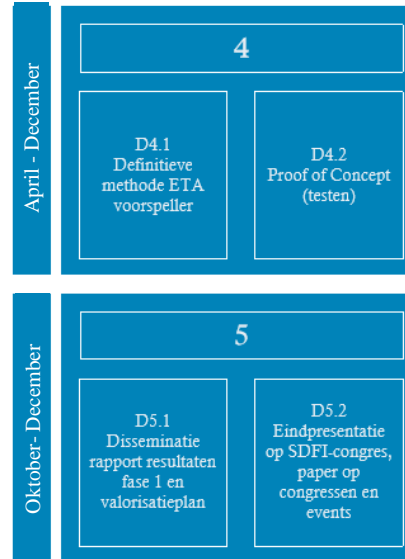


Analyse en huidige gewenst proces

Formuleren verbeterpunten voor proces

Wat is er voor nodig om dit te realiseren, met welke middelen (PGSO)

Welke data wordt er gebundeld om de PoC uit te voeren



Beproeven van nieuw gewenste situatie door simulatie/gaming

PoC

Aanbevelingen op Proces, informatie en systemen

Conclusies en vervolg stappen voor de marktpartijen om op te pakken

# › **MARKT & PROCES ANALYSE**

## **(D1.1)**

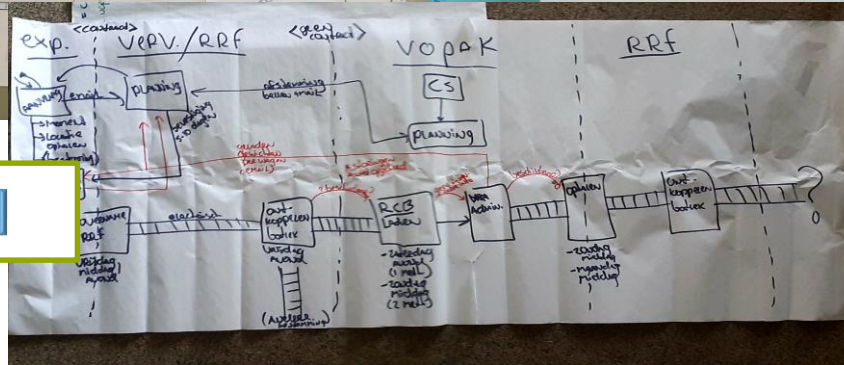
# ANALYSE FASE 1/2

## VOLGENS PLAN 😊 INDIEN AFWIJKING 😞

### Methanol



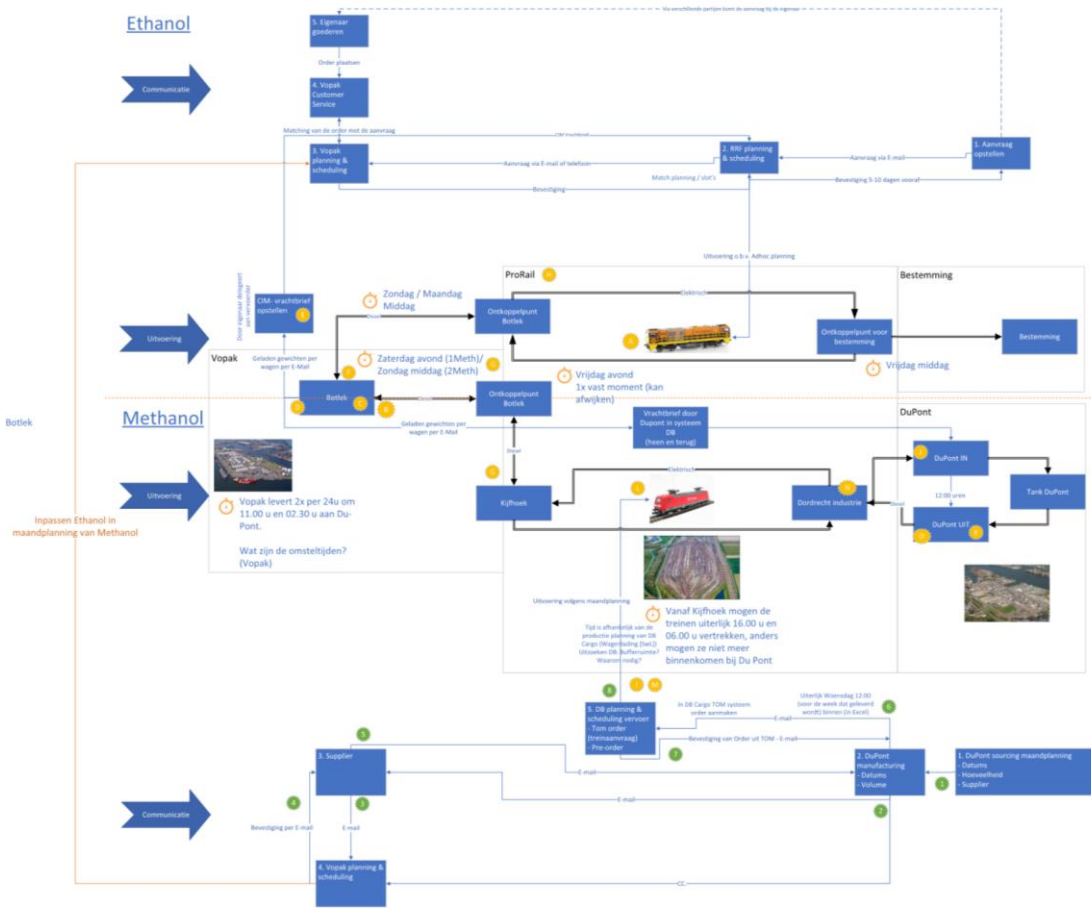
### Ethanol



- Methanol: gepland hoogfrequent spoorproduct (14x per week)
- Ethanol: ad hoc gepland laagfrequent spoorproduct (1x per 3 weken)



- Ethanol**
- › Ad hoc proces – geen vaste volumes en vaste frequentie van treindienst
  - › Door expediteur, Vopak en RRF worden niet dezelfde referentienummers gebruikt in de documenten, terwijl over het hetzelfde treinproduct gaat. **Behoefte:** eenduidigheid aanbrengen.
  - › Kwaliteit van de informatie is momenteel niet goed genoeg:
    - › Expediteur van RRF mailt (excel, mail, verschillende middelen per klant, transport en stroom) de informatie.
    - › Idealiter: zo snel mogelijk alle informatie transparant en helder krijgen. Vervolgens delen met elkaar
    - › Methode ontwikkelen van hoe het van A naar B komt
  - › Informatie-categorieën maken die je hoe dan ook kan delen: welk product, wanneer bij terminal verwacht, referentie. Aanmelden van lading.
  - › Zonder wagennummer kan Vopak geen orders aanmaken. Kan wel een voorlopige planning maken maar niet met order. Als de trein al 8 dagen onderweg is, is de wagen informatie al bekend.
- Methanol**
- › Vaste planning met vaste frequentie
  - › In de uitvoeringsfase willen Vopak, DB Cargo en DuPont zo vroeg mogelijk informatie ontvangen:
    - › DB Cargo: zo vroeg mogelijk als het materiaal al geladen is in de wagons. Als Vopak niet kan beladen door een storing aan een laadarm dan verwacht ik dat Vopak dit laat weten.
    - › DB Cargo: DuPont moet de wagons weer leeg aanleveren. Wie heeft welke rol en wat is het plan, en wat als het plan niet lukt, wie moet er geïnformeerd worden. Als ons treinproces niet lukt kan dat liggen aan iets onderweg of als we überhaupt niet kunnen starten. Wie signaleert wat?
    - › DB Cargo: hoe eerder wij weten weet hoeveel wagons leeg zijn, hoe eerder wij kunnen plannen. Dit geeft ProRail ook weer tijd om capaciteit te regelen.
    - › DuPont: van DB Cargo horen als er een calamiteit is op bijvoorbeeld Kijfhoek. Op de fabriek verwerken we 5 tot 20 ton ethanol per uur. Als ik heel vroeg weet dat materiaal niet komt zet ik hem zachter.
    - › DuPont: informatie over voorgang laadproces bij Vopak
    - › Vopak: bevestiging dat wagons zijn aangekomen bij DuPont en moment dat de wagons bij DuPont weggrijden.



## Bevindingen:

### Methanol

- › Het plannen van de methanoltrain vereist data input van ProRail, DuPont, DB Cargo en Vopak.
- › De methanoltrain rijdt in Nederland tussen Vopak Botlek en DuPont
- › Het volgens planning laten rijden van de methanoltrain vereist dat verplichte documenten op vooraf bepaalde tijdstippen tussen ketenpartners wordt gedeeld
- › In de planning is buffercapaciteit opgenomen voor aankomende treinen die door DB Cargo in de nacht worden geplaatst, maar door Vopak pas in de ochtend worden geladen.

### Ethanol

- › Het plannen van de ethanoltrain vereist data input van ProRail, RRF, Vopak en de verlader
- › De ethanoltrain rijdt tussen Nederland en Polen





› **PROBLEEMIDENTIFICATIE,  
ISSUES VAN PARTNERS EN  
MOGELIJKE  
OPLOSSINGSRICHTINGEN IN  
KAART BRENGEN (D1.2)**

**TNO** innovation  
for life

# HUIDIGE PROCES & GEWENSTE VERBETERINGEN

## Triggers door Vopak

- F Tijdstip wagens vertrokken
- E Vrachtbrief bevestigd en wagens klaar
- B Klopt de slotplanning?
- C Tussentijdse Verstoringen
- D Geladen gewicht / Klaar voor vertrek

## Triggers door DB

- G Trein op tijd of niet op tijd vertrokken vanaf Kijfhoek / Botlek
- A Komen de wagens op tijd aan bij Vopak?
- L Wagens beschikbaar / plaats in trein opstelling
- N Aankomst trein op Dordrecht Industrie

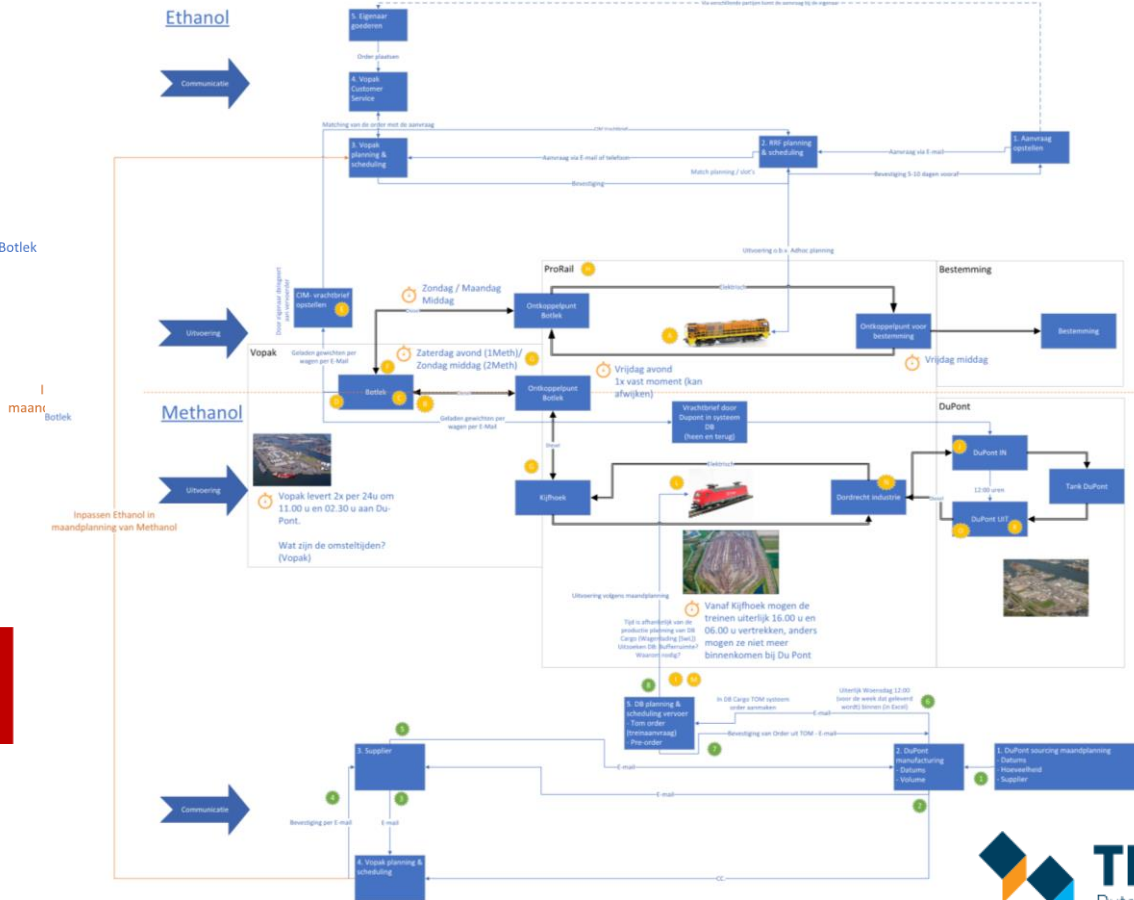
## Triggers door ProRail

- H Storing op de sporen
- I Spoor beschikbaar volgens jaarplanning
- M Spoor niet beschikbaar / welke spoor wel

## Triggers door DuPont

- O Melding wagens opgehaald bij Du-Pont uit
- J ATA op DuPont
- K Wagens klaar om op te halen bij DuPont

! Bij afwijkingen van plan details vermelden waarom. Zoals nieuwe ETA en waarom afwijking van plan !



# PROCES BIJ TRIGGER PUNTEN.

Trigger	Richting	Melding	Melding op
K	Route naar Vopak	Wagens klaar om op te halen melding door Du-Pont.	Melding op digitaal platform van project
O	nieuwe trigger	Melding dat lege wagens door DB Cargo opgehaald zijn	DB Cargo genereert Pulled bericht naar RealData server (WMS bericht)
L	Route naar Du-Pont	Melding naar Du-pont indien afwijkende aankomsttijd t.o.v. gewenste aankomsttijd	Melding op digitaal platform van project
L	Route naar Du-Pont	Vertrek indien vrachtbrief. Du-Pont maakt vrachtbrief in DB Cargo BB Portaal. Dit genereert een ready to pull bericht. Deze gaat naar Realdata server (een WMS bericht) (bekend systeem. Zie SmartRail) en naar DB Cargo klanten portaal.	Melding op digitaal platform van project
L	Route naar Vopak	Nu wordt er gebeld naar Vopak (15 min voor vertrek) of de wagens op de botlek binnen kunnen rijden	Melding op digitaal platform van project
G & H	Route naar Du-Pont	Indien afwijking, veroorzaakt door DB of ProRail, op Botlek ontkoppelpunt	Melding op digitaal platform van project. Nu via Telefoon
B	Route naar Vopac	Belangrijk voor DB Cargo (o.b.v. levering en trigger L)	Melding op digitaal platform van project
C	Route naar Vopac	Indien storing / nog niet klaar om te vullen à afwijkend laadslot	Melding op digitaal platform van project
C	Route naar Vopac	Wens van DB Cargo: Inzicht in beschikbaar laadslot's voor optimalisatie haal / breng van wagens door DB Cargo	
F	Route naar Du-Pont	Geldt ook voor Methanol richting Du-Pont. Is een WMS melding en staat in Realdata systeem.	Melding op digitaal platform van project
N	Route naar Du-Pont	nieuwe trigger vanuit DB-Cargo over aankomst trein op Dordrecht industrie richting Du-Pont. Is een WMS melding en staat in Realdata systeem	Melding op digitaal platform van project
J	Route naar Du-Pont	ATA melding door Du-Pont. DB-Cargo genereert een Delivery melding in Realdata systeem (WMS bericht) en via ProRail DRA App in systeem WLIS van ProRail.	Melding op digitaal platform van project

› **BUSINESS CASE & BUSINESS MODEL:  
(D2.1)**

## ProRail

- meer voorspelbaarheid/betrouwbaarheid, want de verkeersleiding gebruikt nu extra capaciteit. Zeker op de botlek (treinen blijven te lang staat op de botlek). Beschikbare capaciteit aan mensen en aan infra.

## Smart Port

- Enerzijds capaciteit kan verhogen voor laden /lossen en anderszijds inzet van assets reduceren.

## Havenbedrijf Rotterdam

- Hoog over: meer volume per spoor, mooie kans Harold

## Vopak

- Voorspelbaarheid, enerzijds efficiëntie op de terminal, verhoging van capaciteit anderzijds verlaging van impact van verstoringen. Niet alleen klanten meer bedienen maar ook beter. Efficiëntie in het coördinatieproces (niet operatie).

## RRF

- Wanneer tevreden: betere voorspelbaarheid van treinprocessen, minder effort hetzelfde kunnen doen. Soepeler en makkelijker gaan, minder foutmarge. Proces dat bijna vanzelf gaat.

## TNO

- Aantonen dat verbetering in de keten haalbaar is en op welke manier, met als doel om de Nederlands markt efficiënter te maken. Liefst later opschalen.

## DB Cargo

- minder communicatie = minder tijd. Op dit moment risico's af te dekken met meer capaciteit dan nodig is. Als het betrouwbaarder kan, kan de capaciteit omlaag. De trein laten rijden.

## Du-Pont

- Keer ziek 2 weken, loopt het dan door? Leverbetrouwbaarheid. Misschien hebben we voldoende met 5 dagen (i.p.v. 6 dagen) in de week en niet alle wagons omdat het betrouwbaar is.

Meer voorspelbaar en betrouwbaar Rail product

minder risico's afdekken = minder onnodige capaciteit gereserveerd

Besturing ipv bijsturing

Inzet assets reduceren

Meer capaciteit / volume op het spoor

Verlagen impact van verstoringen

Traject  
geslaagd  
als ....

Efficiënter coordinatieproces

minder communicatie = minder verloren tijd

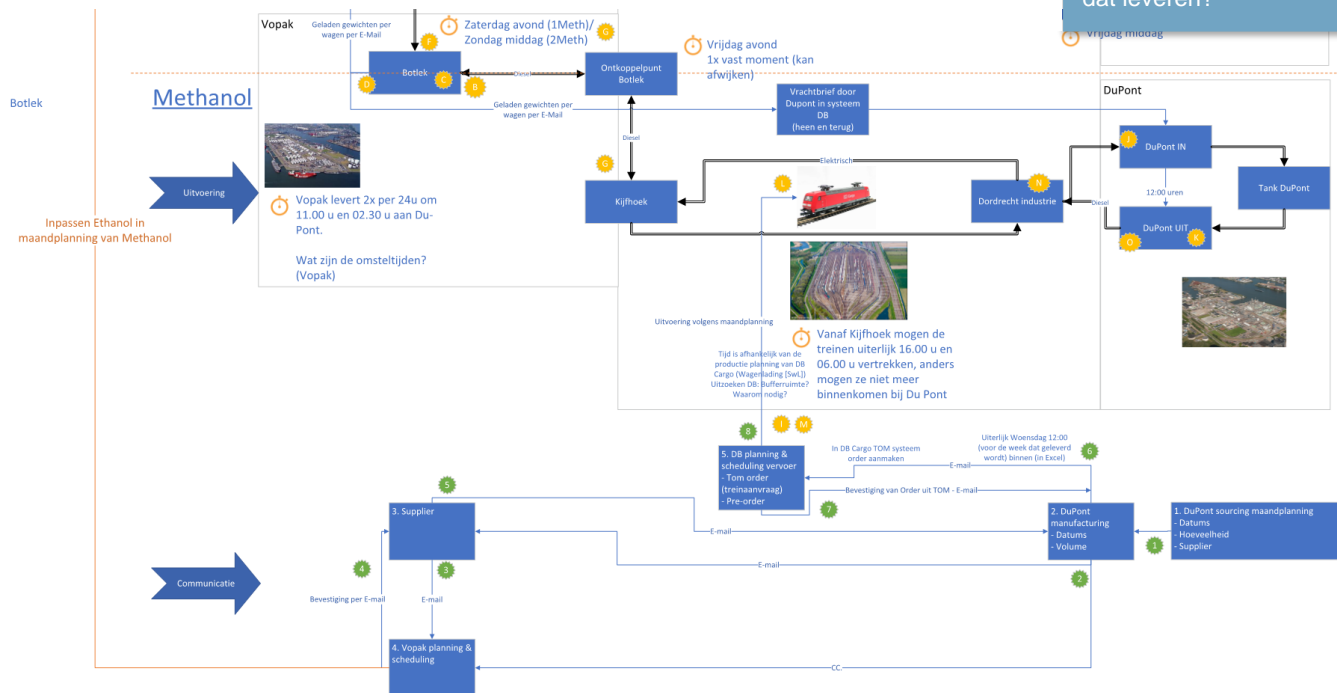
Niet alleen meer klanten maar ook beter bedienen

Meer met minder, soepeler & makkelijker proces, minder fouten

Hogere leverbetrouwbaarheid = 5 dagen leveren ipv 6 dagen op plant

## WENS: CREËER TRANSPARANTIE IN METHANOL KETEN

Welke informatiebehoefte heeft elke partner wanneer nodig en wie kan dat leveren?



### Triggers door Vopak

- F Tijdstip wagens vertrokken
- E Vrachtbrief bevestigd en wagens klaar
- B Klopt de slotplanning?
- C Tussentijdse Verstoringen
- D Geladen gewicht / Klaar voor vertrek

### Triggers door DB

- G Trein op tijd of niet op tijd vertrokken vanaf Kijfhoek / Botlek
- A Komen de wagens op tijd aan bij Vopak?
- E Wagens beschikbaar / plaats in trein opstelling
- N Aankomst trein op Dordrecht Industrie

### Triggers door ProRail

- H Storing op de sporen
- I Spoor beschikbaar volgens jaarplanning
- M Spoor niet beschikbaar / welke spoor wel

### Triggers door DuPont

- O Melding wagens opgehaald bij Du-Pont uit
- J ATA op DuPont
- K Wagens klaar om op te halen bij DuPont

Input voor PoC

## DOELSTELLING POC

- › De PoC heeft ten doel om de zichtbaarheid van de spoordienst te verbeteren die tussen DuPont en Vopak wordt uitgevoerd.
- › Verbeterde en gedeelde zichtbaarheid moet opleveren dat:
  - › 1) er stuurinformatie wordt gegeneerd die Vopak en Dupont in staat stelt om tijdig in te grijpen bij afwijkingen
  - › 2) er inzicht gaat ontstaan over welke bottlenecks een betrouwbaar uitvoeringsproces belemmeren



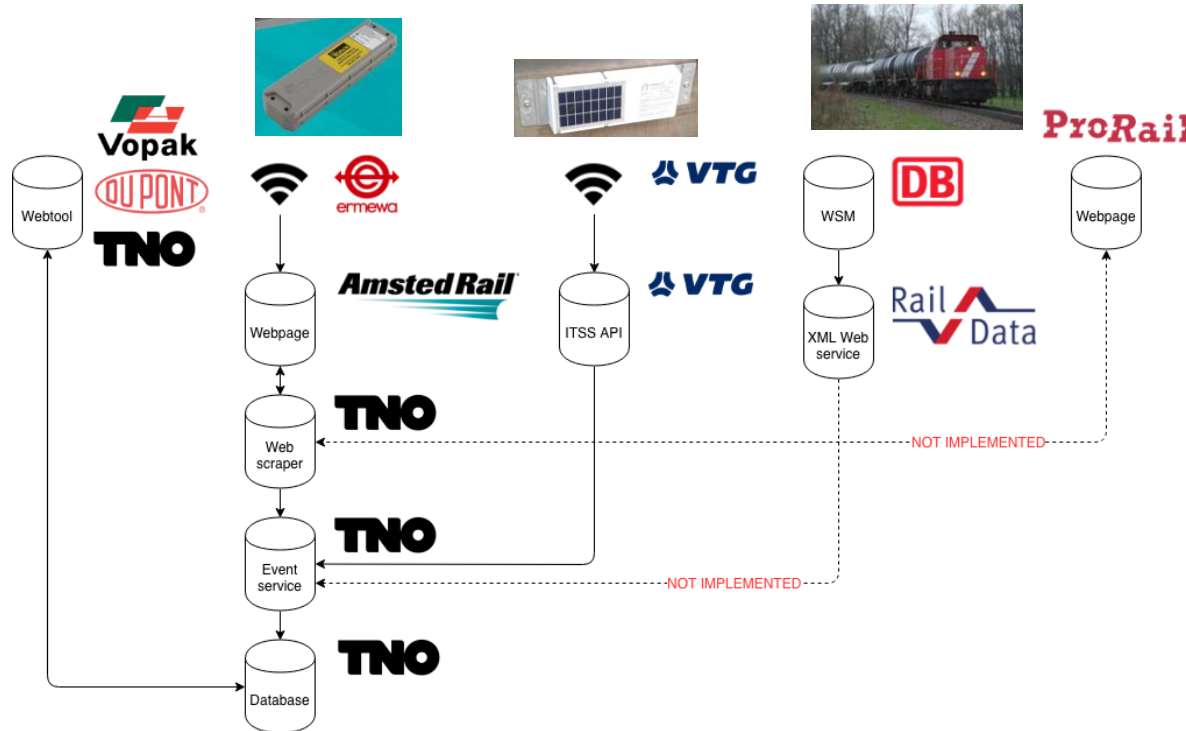
› **DATA ONTSLUITEN TOT  
BRUIKBARE DATABASES VOOR  
ANALYSE (D3.1)**

# DATA-ACQUISITIE

Data-acquisitie is een tijdrovende bezigheid, een inkijk:

- 4 VTG trackers:
  - Data integratie is relatief eenvoudig vanwege adoptie van de ITSS industrie standaard
  - 3 trackers verlaat gepaired door mislukken van het fysieke proces
- 8 Ermewa trackers:
  - Data integratie moeilijk, Ermewa adopteert ITSS maar API kwam pas laat in de pilot beschikbaar
  - Oplossing door middel van publicatie op HTML-pagina met webscraper
  - Niet nuttig voor real-time tracking omdat trackers slechts 1x in de 24 uur inchecken om batterij te besparen
  - Configuratie om vaker in te checken laat op zich wachten
- RailData:
  - DB verwijst naar RailData, een samenwerkingsverband van spoorvervoerders
  - Data wordt verzameld in XML en uitgegeven via een API in het afgesproken WSM-formaat
  - Data bevat plannings- en positie informatie, aangeboden als service door RailData
  - DB stuurt echter alleen informatie van internationale treinen naar RailData en daardoor niet relevant voor onze pilot
  - Integratie rechtstreeks met DB blijkt niet mogelijk door andere IT-prioritering van DB
- ProRail:
  - ProRail publiceert verstoringen op de ProRail website
  - In theorie kan deze informatie met een webscraper geïmporteerd worden in een externe tool
  - Er besloten om hiervan af te zien omdat webscrapers veel onderhoud nodig hebben (geen duurzame oplossing)
- Systemen Vopak/Dupont:
  - Vopak en Dupont hebben geen publieke API's beschikbaar
  - Voor experimenten op pilot niveau wordt er geen budget vrijgesteld voor API koppelingen
  - Handmatig informatie doorgeven doormiddel van een GUI is echter een goed alternatief

# DATA ONTSLUITEN

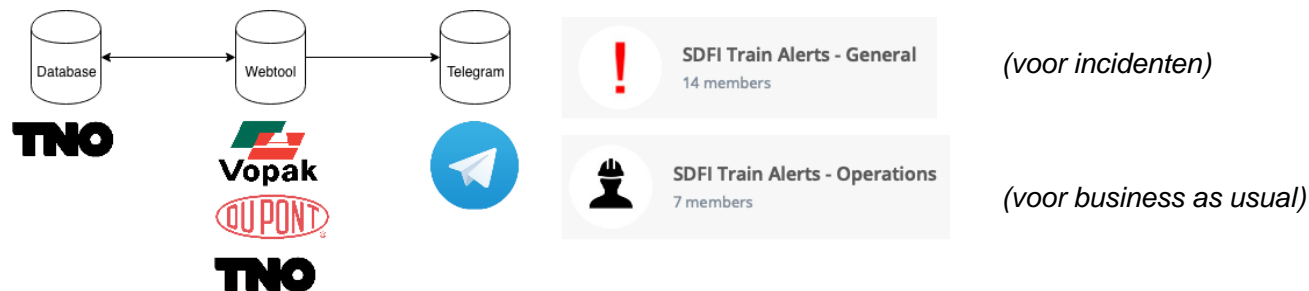


Partij	Rol	PoC
Vopak	Ontsluit wagon status data via webtool	✓
Dupont	Ontsluit wagon status data via webtool	✓
Ermewa	Verstuurd positiedata dmv GPS trackers	✓
Amsted	Publiceert Ermewa data op webpagina	✓
VTG	Verstuurd positiedata dmv GPS trackers Verstuurd data naar de TNO event service	✓
DB	Verstuurd standaard planning treinen Verstuurd WSM (=) berichten naar RailData <i>(alleen internationale treinen)</i>	✓ x
RailData	Verstuurd WSM berichten in XML <i>(niet geïmplementeerd)</i>	x
ProRail	Publiceert verstoringen op webpagina	x
TNO	Webtool Webscraper voor Ermewa data Event service voor ITSS API en RailData Centrale database voor events Webscraper voor ProRail data <i>(niet geïmplementeerd)</i>	✓ ✓ x ✓ x

› **VERBETERDE TRANSPARANTIE  
DOOR PROOF OF CONCEPT (D4.1)**

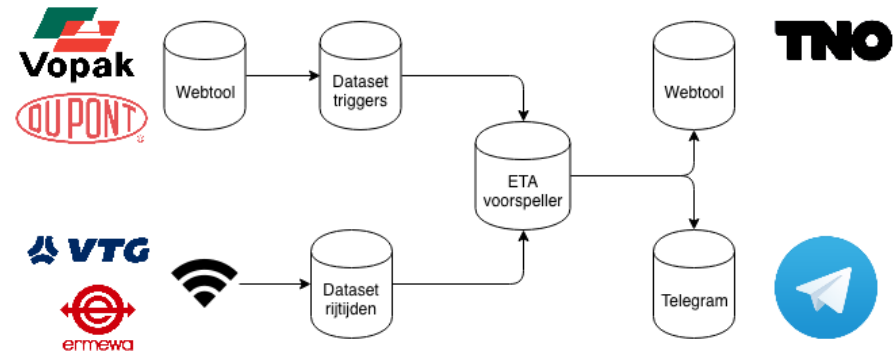
## ONTWIKKELING WEBTOOL

- › Uit gesprekken met de operatie blijkt dat wagons ofwel hun slot halen of dusdanig vertraagd zijn dat afhandeling op dezelfde dag zelden voorkomt
- › Dat betekent dat het van belang om zo snel mogelijk op de hoogte te zijn in geval van voorstoringen
- › De Telegram integratie in de webtool maakt het mogelijk om betrokken partijen te informeren in geval wagons een sterk afwijkende ETA hebben



## METHODE DETAIL WEBTOOL

- › Met behulp van de GPS trackers van Ermewa en VTG wordt er een historische dataset opgebouwd van geofence entries and exits op Kijfhoek, Dupont en Vopak
- › Met behulp van de webtool wordt er een historische dataset opgebouwd van trigger points en verstoringen
- › Door het matchen van deze datasets kan er een gemiddelde rijtijd tussen geofences berekend worden in geval van business as usual of in geval van verstoring
- › Deze gemiddeldes kunnen in de tool geïmplementeerd worden als “moving averages” en automatisch alerts triggeren als de ETA voor een volgend geofence de planning overschrijdt met X minuten



# › **PROOF OF CONCEPT (D4.2.)**



# INRICHTING POC

## › Doelen:

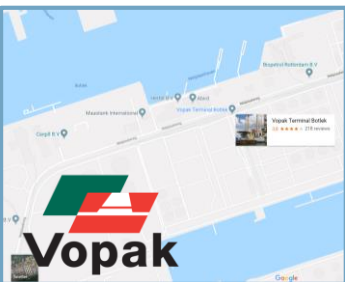
- › Ontwikkelen van een Webtool waarin mb.v. GPS trackers de actuale status van de spoordienst kan worden worden gevold door Vopak en Dupont
- › Ontwikkelen van een communicatiemiddel dat Vopak en DuPont in combinatie met de Webtool in staat stelt effectiever te communiceren

## › Hoe:

- › Korte iteratiecyclus -> 2x per week telefonisch overleg tussen TNO, DuPont en Vopak. Dit overleg heeft ten doel om:
  - › 1) Ervaringen te delen en resultaten te bespreken van het gebruik van de Webtool -> welke informatie levert het op?
  - › 2) Doelen af te spreken voor de komende dagen (waar gaan we op letten, wat gaan we meten?)
  - › 3) Aanpassingen Webtool te overleggen
- › Maandelijks evaluatiemoment met alle partijen bij elkaar om belangrijkste bevindingen en conclusies te delen



## METHANOL TRANSPORT



### SDFI Real Time Traintracking

Wagonset

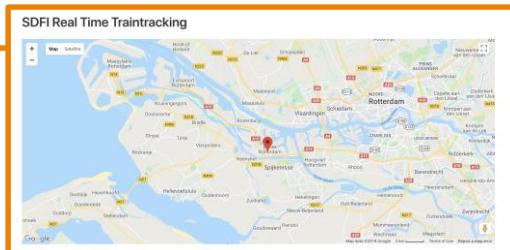
338779...

(1)

## Webtool

Triggers Wagon 338779323116

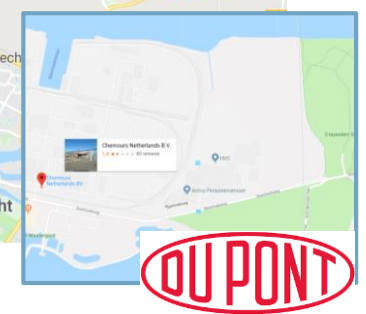
Time	Wagon	Reporter	Company	Trigger	Description
19-10-2018 12:11	338779323116	Tracker	TNO	P - Positie update	Welplaatweg, Rotterdam (NL)
26-10-2018 15:43	338779323116	Bot	TNO	AC - Wagon gekoppeld	



- ### Triggers door Vopak
- Tijdstip wagens vertrokken
  - Vrachtbrief bevestigd en wagens klaar
  - Klopt de slotplanning?
  - Tussentijdse Verstoringen
  - Geladen gewicht / Klaar voor vertrek
- ### Triggers door DB
- Trein op tijd of niet op tijd vertrokken vanaf Kijfhoek / Botlek
  - Komen de wagens op tijd aan bij Vopak?
  - Wagens beschikbaar / plaats in trein opstelling
  - Aankomst trein op Dordrecht Industrie
- ### Triggers door ProRail
- Storing op de sporen
  - Spoor beschikbaar volgens jaarplanning
  - Spoor niet beschikbaar / welke spoor wel
- ### Triggers door DuPont
- Melding wagens opgehaald bij DuPont uit
  - ATA op DuPont
  - Wagens klaar om op te halen bij DuPont

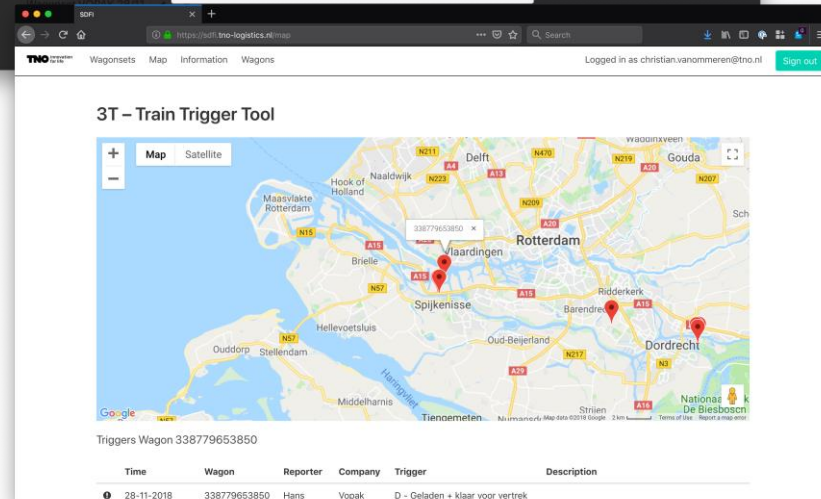
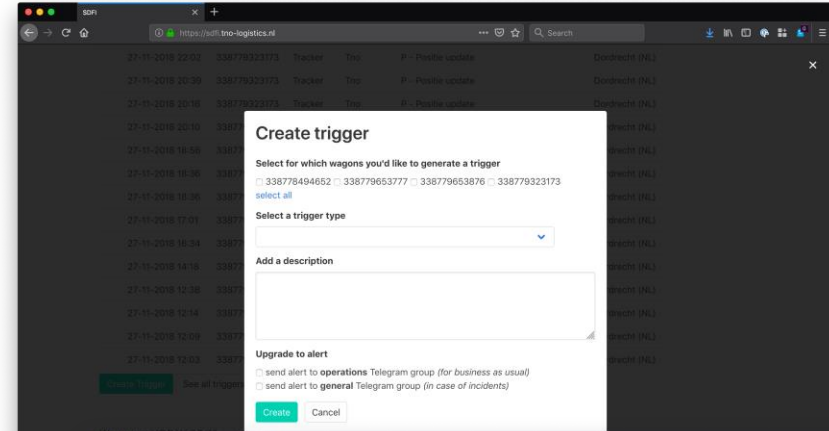
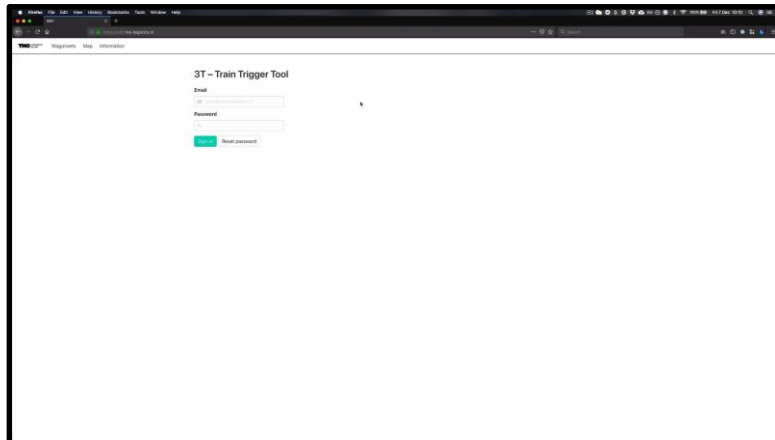
### Wat is er zichtbaar geworden?

- Afwijkingen op planning & trigger in proces
- Waarom is er een afwijking
- Waar zijn de wagens op de route
- O.b.v. Geofence PTA, PTD, ATA, ATD, ETA en ETD



# TRIGGER PROCES

- › Triggers kunnen op 2 manieren gecreëerd worden:
  - › 1. Handmatig via de PoC
  - › 2. Automatisch dmv GPS tracker integraties
- › Voor een korte demo van de PoC zie opname hieronder (2 min):

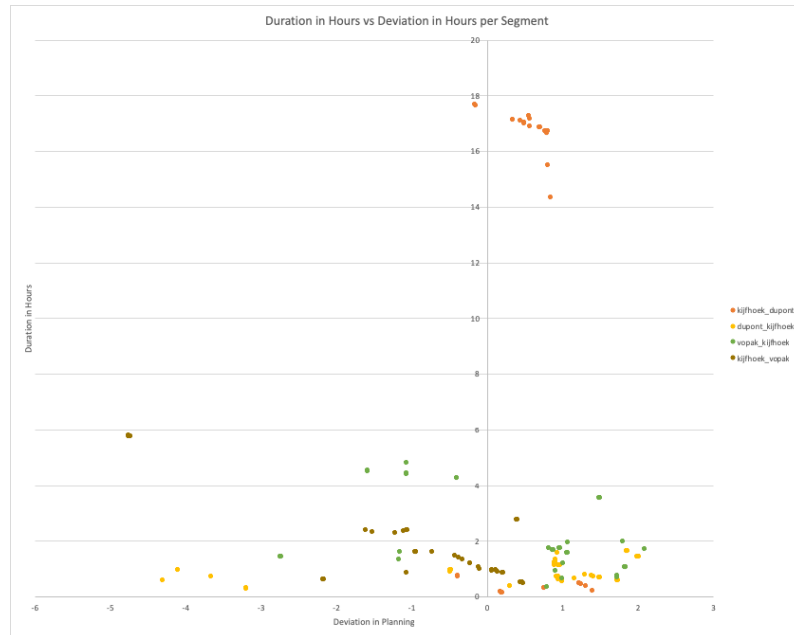


# RESULTATEN 1/2

- › In combinatie met de Telegram app is de Webtool een effectief communicatiemiddel gebleken tussen Vopak en DuPont. Er was minder communicatie nodig tussen beide partijen en de klantbehoefte is duidelijker geworden voor Vopak richting DuPont.
- › Het zichtbaar maken van de treinpositie heeft als voornaamste voordeel dat Vopak en DuPont op basis van eigen ervaring een inschatting kunnen van aankomsttijden.
  - › Het methanol traject is te kort (~45km) om een ETA predictor te ontwikkelen.
- › De gebruikte GPS trackers waren niet nauwkeurig genoeg om aan te geven op welk spoor (op de terminal) de trein zich begeeft.

## RESULTATEN 2/2

- De historische data die we m.b.v. de GPS trackers hebben verzameld is gebruikt om een analyse van de treindienst te maken:



- Op basis van historische data blijkt er geen duidelijke relatie tussen de duur van een segment en het verschil in uren met de planning.
- In andere woorden, of een trein nu te vroeg of te laat aan een segment begint lijkt geen effect te hebben op de duur van de rit.
- Voorspelbaarheid op basis van vertrektijden en gemiddelde rijtijd is dus goed
- Geen gebrek aan capaciteit op het spoor
- Wat veroorzaakt afwijkingen planning?
- Met uitzondering van kijhoek > dupont dat verassend vaak te maken heeft met lange ritten

› **DISSEMINATIERAPPORT  
RESULTATEN FASE 1 EN  
VALORISATIEPLAN (D5.1)**

# BELANGRIJKSTE BEVINDINGEN EN CONCLUSIES

## Bevindingen

- Gezamenlijk inzicht sterk vergoot tussen DuPont en Vopak
- Inzicht in data bewegingen
- De vervoerder heeft grote invloed op het de betrouwbaarheid van het spoorproduct en is daarom gemist in het project
- Afstand traject te kort (~45km) voor het ontwikkelen van een ETA predictor
- PoC Tool maakt klant behoefte duidelijker
- PoC Tool bevindingen werken inspirerend voor andere processen
- Afwijkingen van planning hebben geen (of weinig) effect op rijtijden

## Conclusies

- Minder communicatie nodig tussen de partijen
- Communicatie is meer 'targeted'
- Notifications voorkomen verassingen
- Meer inzicht in trends en patronen door analyse data
- Waarde van huidige GPS positie is laag, meer denken in proces en pro-activiteit
- Hoge voorspelbaarheid *trajectduur*

***Meer voorspelbaar en betrouwbaar Rail product***

minder risico's afdekken = minder onnodige capaciteit gereserveerd

Besturing ipv bijsturing

Inzet assets reduceren

Meer capaciteit / volume op het spoor

Verlagen impact van verstoringen

Traject  
geslaagd  
als ....

***Efficiënter coordinatieproces***

***minder communicatie = minder verloren tijd***

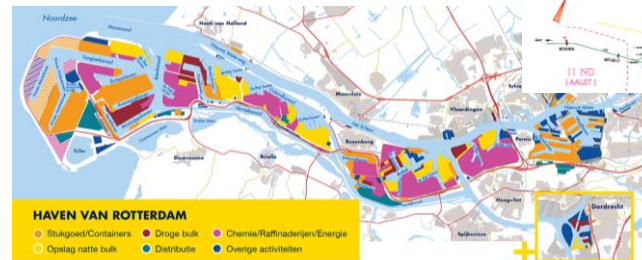
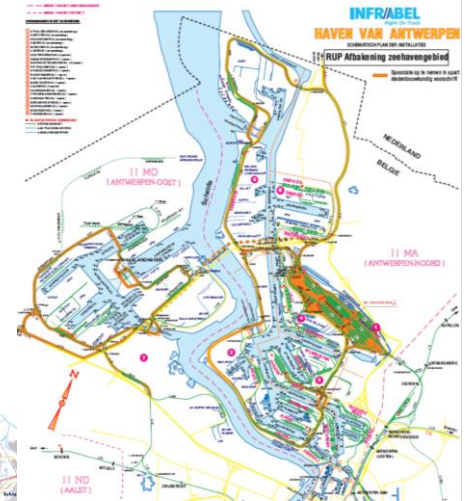
***Niet alleen meer klanten maar ook beter bedienen***

***Meer met minder, soepeler & makkelijker proces, minder fouten***

Hogere leverbetrouwbaarheid = 5 dagen leveren ipv 6 dagen op plant

# VERVOLG STAPPEN

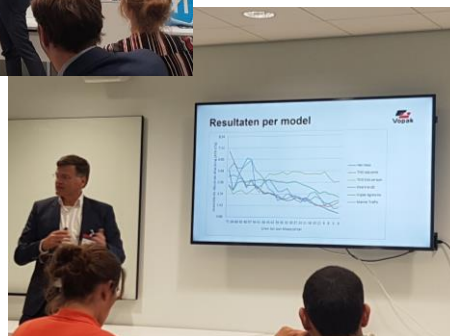
- › Onderzoeken of tool verder uit te bouwen is in te starten pilot
- › Gegeneerde data gebruiken voor analyse en reflectie
- › Uitbreiden naar andere partijen in keten, andere havens en langere trajecten in een nog te starten pilot
- › Op den duur naar implementatie en exploratie in de gehele haven – spoor keten
  - › Integratie resultaat in bestaande systemen partners (zoals my-vopak)





**DOELGROEPPRESENTATIE EN PAPER OP CONGRESSEN  
EN EVENTS; HIERBIJ WORDT GEMIKT OP DE  
DOELGROEP COMMUNITY VAN NATTE  
BULKGEBRUIKERS EN COMMODITY TRADERS  
EINDRAPPORTAGE EN EINDEVENT SDF-CONGRES  
(D.5.2)**

# EIND CONGRES – 10 DECEMBER – TLN ZOETERMEER



## NIEUWSBERICHTEN / MEDIA

- › Smart Data Factory Innovations op de TNO site → Link: <https://www.tno.nl/nl/zoeken/?q=smart+data>
- › Smart Data Factory Innovations op de Dinalog site → Link: <https://www.dinalog.nl/project/smart-data-factory-innovations/>

› **BEDANKT VOOR UW AANDACHT**

Voor meer inspiratie:  
**TIME.TNO.NL**

**TNO** innovation  
for life