

## USE CASE – Robotinspectie van leidingen

### Project 'Smart Tooling'

In de procesindustrie is het zichtbaar dat veel installaties verouderen en dat er steeds strengere regels zijn op het gebied van veiligheid en milieu. Eigenaren van installaties zijn continue op zoek naar mogelijkheden om te voldoen aan regels en een zo betrouwbaar mogelijke installatie tegen zo laag mogelijke kosten.

Binnen het project 'Smart Tooling' werkt Ki&M Pi in samenwerking met partners uit Vlaanderen en Zuid-Nederland toe naar het bieden van een innovatieve oplossing. Door het bundelen van ieders kennis werken de betrokkenen toe naar het ontwerpen van nieuwe typen robotica. De beoogde resultaten van het project zijn enkele prototypes cleaning-, inspectie-, en werkplaatsrobotica. Daarnaast wordt er toegewerkt naar het ontwikkelen van inspectiemogelijkheden door vliegende robots, beter bekend als drones.

Het project 'Smart Tooling' betreft een grensoverschrijdend project en wordt gesubsidieerd door Interreg Vlaanderen-Nederland. Door grensoverschrijdende samenwerking in het project wordt de bedrijfsomgeving innovatiever. Partners delen de eigen kennis en er ontstaat synergie. De kennis wordt in de regio verankerd, waardoor nieuwe toekomstige ontwikkelingen tot stand kunnen komen.

### Doelstelling/primaire functie

Volautomatische inspectie van leidingsystemen op (afname van) wanddikte en corrosie vorming.

Het project staat open voor alle denkbare oplossingsrichtingen, voor de leesbaarheid zal in de rest van deze use case het woord 'robot' gebruikt worden, maar dit kan net zo goed een drone zijn, een zwerm nanobots etc.

### Beschrijving van de use case .....

Een robot zal zelfstandig inwendig (in de leiding) of uitwendig (langs de buitenkant) een leiding kunnen inspecteren, waarbij de volgende kwalitatieve eisen gelden (kwantificering zal later in het project plaatsvinden tussen de projectpartners):

Algemene eisen:

- Draadloze bediening van de robot
- De leidingen zijn van verschillende materialen (ferro / non-ferro, kunststof, beton)
- De robot zal zodanig gecertificeerd moeten worden dat de inspecteur op basis van de door de robot verzamelde gegevens een besluit kan nemen omtrent onderhoud/vervanging
- Leidingen moeten zowel in horizontale als verticale richting geïnspecteerd worden
- Verschillende leiding afmetingen en bochtstralen
- Atex classificatie (per bedrijf verschillend)

Specifieke eisen voor inwendige toepassingen:

- De robot zal door een beperkte opening moeten worden geïntroduceerd / gerecovered
- In de buis kunnen zich afsluiters en kleppen bevinden
- De robot zal in een grote range van omgevingen kunnen opereren. Denk aan druk, temperatuur, stromingssnelheid, vloeistoffen (viscositeit) en gassen (geen vaste stoffen), resistentie tegen chemicaliën
- De robot zal inspectie uitvoeren in de stromingsrichting (tegen de stroming in kan niet wegens fysieke barrières als kleppen)
- De robot mag de vloeistof beperkt vervuilen
- De robot mag nooit klem komen in de leiding

Specifieke eisen voor uitwendige toepassingen:

- Denk aan oplegpunten & ophangsystemen
- Leidingen zijn niet altijd vlak, zeker niet in de bochten

## USE CASE – Robotinspectie van leidingen

Actuele status van de use case
-
Gebruikers/operators
<p>De volgende gebruikers zijn geïdentificeerd voor de robot:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Medewerkers inspectie dienst van asset owners;</li> <li>• Inspectiebedrijven / deels met eigen ontwikkeling;</li> <li>• Leveranciers inspectie equipment;</li> <li>• Notified body / AKI .</li> </ul> <p><u>In en rondom het vat</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Plannen en coördineren in samenspraak met inspectiebedrijven</li> <li>• Binnen de asset owners stuurt de organisatie inspectie aan</li> <li>• Verantwoordelijke inspectiebedrijf + uitvoerders (het inspectie zelf verrichten)</li> <li>• Door inspectiebedrijf; detecteren</li> </ul> <p><u>Wijziging</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Minder mensen (uitvoerders)</li> <li>• Kwaliteit inspectie (uitvoerders)</li> <li>• Ander type voorbereiding</li> </ul>
Beoogde voordelen
<p>De volgende voordelen zijn geïdentificeerd:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Snellere inspectie</li> <li>• Consistente kwaliteit van de inspectie</li> <li>• Verschillende inspecties van dezelfde leiding kunnen met elkaar vergeleken worden</li> <li>• Minder of geen steigerbouw nodig om leidingen te inspecteren</li> </ul>
Noodzakelijke condities/randvoorwaarden
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Corrosie treedt met name op rondom oplegpunten – hier is goede inspectie noodzakelijk en voor uitwendige toepassingen extra uitdagend</li> </ul>
Te realiseren toestand/te leveren resultaten
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Een geïnspecteerde leiding die in bedrijf kan blijven</li> <li>• Representatieve meting waardoor inspecteur kan bepalen of deze voor periode in bedrijf kan blijven</li> <li>• Nauwkeurige meetgegevens die met historische / toekomstige vergeleken kunnen worden</li> </ul>
Ideale scenario
<p>De ideale oplossing is een robot die:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• zonder operatie te onderbreken, betrouwbare meting uitvoert in leidingen, waarbij de meetresultaten bewaard kunnen worden voor latere vergelijking.</li> <li>• draadloos en autonoom inspecties kan uitvoeren</li> <li>• zijn werk kan doen in chemicaliën</li> <li>• in stroming en onder druk zijn werk goed kan blijven uitvoeren</li> <li>• betrouwbare metingen kan uitvoeren ondanks aanwezigheid van obstakels (afsluiters, bochten)</li> </ul> <p>Beperkte aanpassingen aan elk drukvat zijn toegestaan, om een toegang van de robot via een sluis mogelijke te maken.</p>

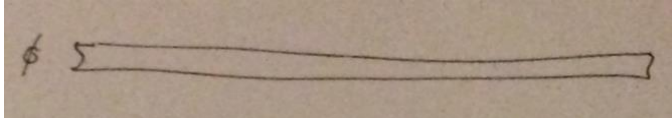
## USE CASE – Robotinspectie van leidingen

### Ontwikkel richting

Het Ideale scenario is misschien te ambitieus gezien de huidige stand van de techniek en de duur van het Smart Tooling project. Daarom is een 'Ontwikkel richting' gedefinieerd: incrementele stappen van toenemende complexiteit, in de richting van het 'Ideale scenario'. Bij technische keuzes om de incrementele stappen te realiseren moet altijd het 'Ideale scenario' in gedachten gehouden worden en technieken moeten gekozen worden die in het 'Ideale scenario' kans van slagen hebben.

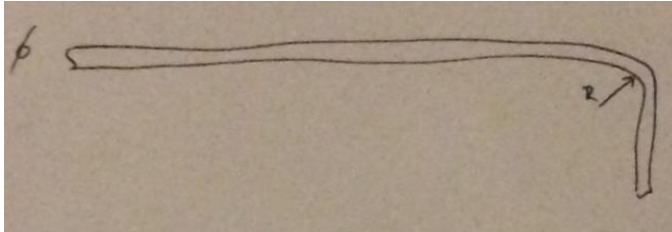
Stap 0: Inspectie van rechte leidingen, niet onder druk. Hier zijn verschillende technische oplossingen voor in de markt die ter referentie onderzocht kunnen worden. 'Smart Tooling' richt zich op stap 1 en verder.

Stap 1: Inspectie van rechte leidingen, gevuld maar niet onder druk

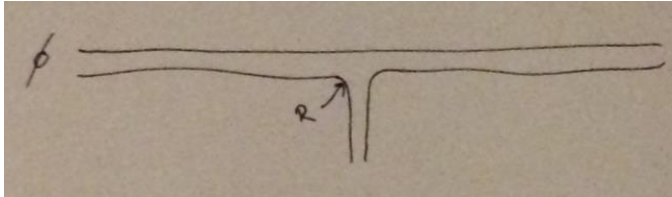


Stap 2: Inspectie van rechte leidingen, gevuld en onder druk

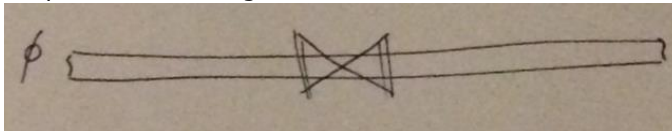
Stap 3: Inspectie van leidingen met bochten



Stap 4: Inspectie van leidingen met splitsingen



Stap 5: Inspectie van leidingen met afsluiters



Detail overzicht van de additionele eisen bovenop de 'algemene eisen' voor de verschillende stappen:

Eis:	Stap 1: gevulde leiding	Stap 2: druk	Stap 3: bochten	Stap 4: splitsingen	Stap 5: Afsluiters
Diameter (mm)	100-200		50 - 1200		
Autonomie van de robot	Autonome inspectie, mag bedraad	Autonome inspectie, moet draadloos			
Druk in het vat	Atmosferisch (of water kolom)	Hogere druk			
Aanpassingen aan de leiding toegestaan	Nee, toegang via bestaande pigging stations		Ja		
Medium in het vat en fase	Water Water		Vloeibare of gasvormige Chemicaliën		
Navigatie noodzakelijk	Nee			Ja	
Bochtstraal	Geen		Minimaal .. x d (nog definiëren)		
Typen afsluiters	Geen				Ball valve Gate Valve

## USE CASE – Robotinspectie van leidingen

		Vlinderklep
<p>Sommige eisen zullen later worden gekwantificeerd, in samenspraak met de projectpartners om het beste resultaat te halen (technische haalbaarheid vs opportunity):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Welke maximale druk</li> <li>• Welke chemicaliën</li> <li>• Viscositeit van de vloeistoffen</li> <li>• Stromingssnelheid van de vloeistoffen</li> </ul>		
<b>Uitzonderingen</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hoge stromingssnelheid / viscositeit</li> <li>• Beperkte communicatie mogelijk in stalen leidingen</li> <li>• Hoe kun je bij lage dichtheid (vb gas) een inwendige toepassing autonoom laten zijn? Vb in verticaal transport.</li> <li>• Afsluiters / kleppen hoeven niet te worden geïnspecteerd</li> <li>• Transport is vaak een continu proces dat niet verstoord mag worden</li> <li>• Vervuילend medium</li> <li>• Recovery uit de leiding</li> <li>• Fysieke beperking waar het donker is</li> <li>• Hoe bepaalt de robot in de leiding zijn positie?</li> <li>• Herbruikbare of niet herbruikbaar?</li> <li>• Hoe communiceert de robot met de buitenwereld vanuit de leiding?</li> </ul>		
<b>Gewenste robot autonomie</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ideaalplaatje is het zo autonoom mogelijk functioneren van punt 1 naar 2 in continue meting</li> </ul>		
<b>Kwantificering van capaciteit/meetresultaten</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wanneer een probleem (wanddikte of corrosie) is geïdentificeerd, moet de locatie hiervan nauwkeurig bekend zijn (+/- 50cm)</li> <li>• Meetgegevens kunnen worden opgeslagen en vergeleken worden met andere metingen zodat de status(verandering) van een leiding door de tijd onderzocht kan worden, en zodat een inspecteur snel kan focussen op een plek die bij de vorige meting maar net aan inspectie voldeed.</li> </ul>		
<b>Veiligheids issues</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Robot in ruimte; zone 0 werken conform Atex (definitie zone staat vastgesteld)</li> <li>• Temperatuur buitenkant van robot;</li> <li>• Machine richtlijn (CE);</li> <li>• Statische elektriciteit;</li> <li>• De robot mag geen extra veiligheidssituaties creëren             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Moet compatibel zijn met chemicaliën</li> <li>○ Atex richtlijnen nader bekijken?</li> <li>○ Chemicaliën aan robot na inspectie</li> <li>○ Besturingssysteem interactie met proces control/ bedrijfssysteem</li> </ul> </li> </ul> <p>Een robot mag nooit klem komen te zitten (in bijv. een bocht)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zelfreddingsmechanisme / andere robot die 'helpt'</li> <li>• Segmenten laten loskoppelen</li> <li>• Inklapbare robot / Schildpad robot</li> </ul>		

## USE CASE – Robotinspectie van leidingen

<b>Risico's/uitdagingen</b>
<b>Bekende/beschikbare technologie</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Snake bot</li><li>• Eerdere (medische) toepassingen nader bekijken.</li><li>• Qua innovatie veel te leren vanuit medische wereld</li></ul>