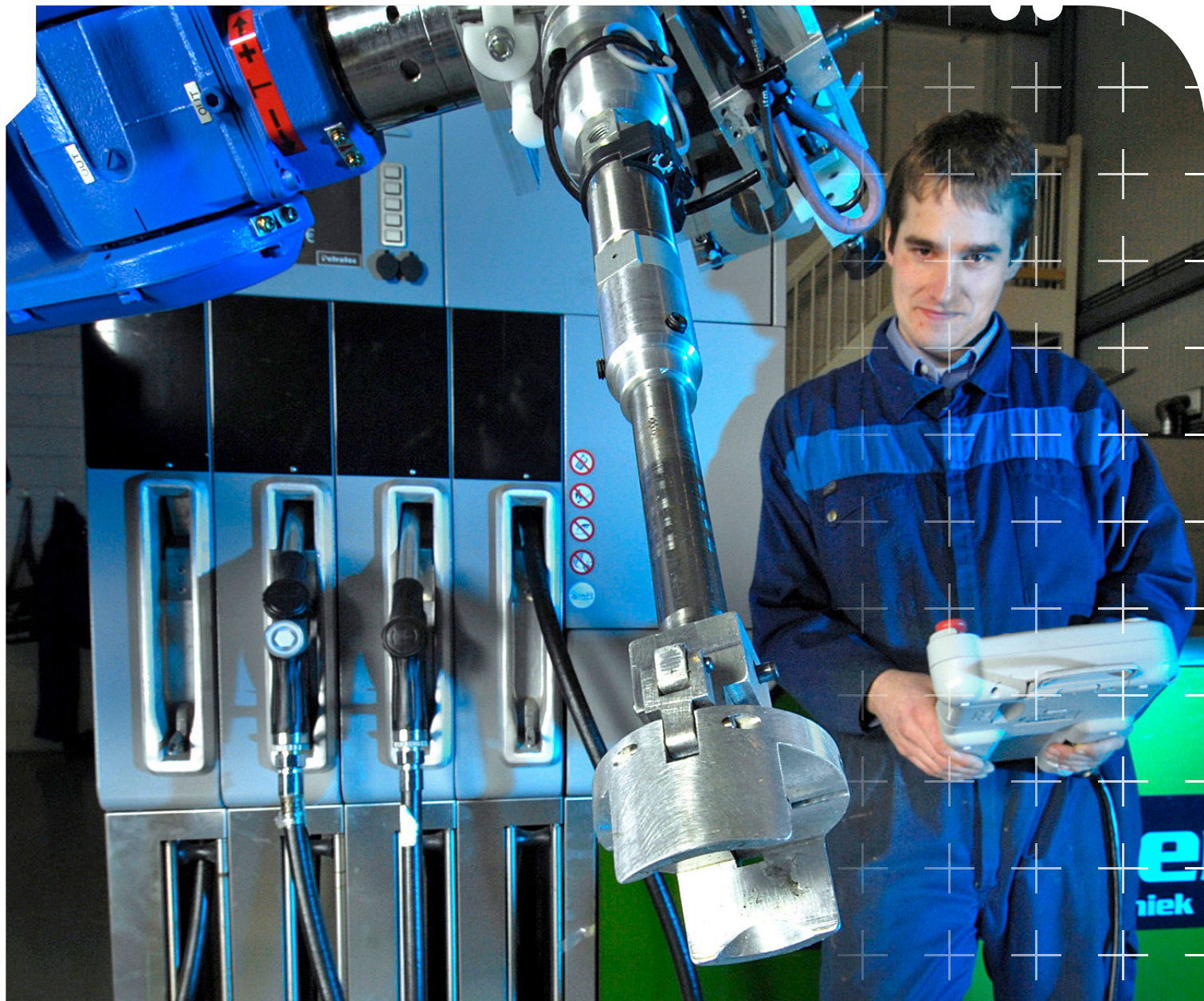
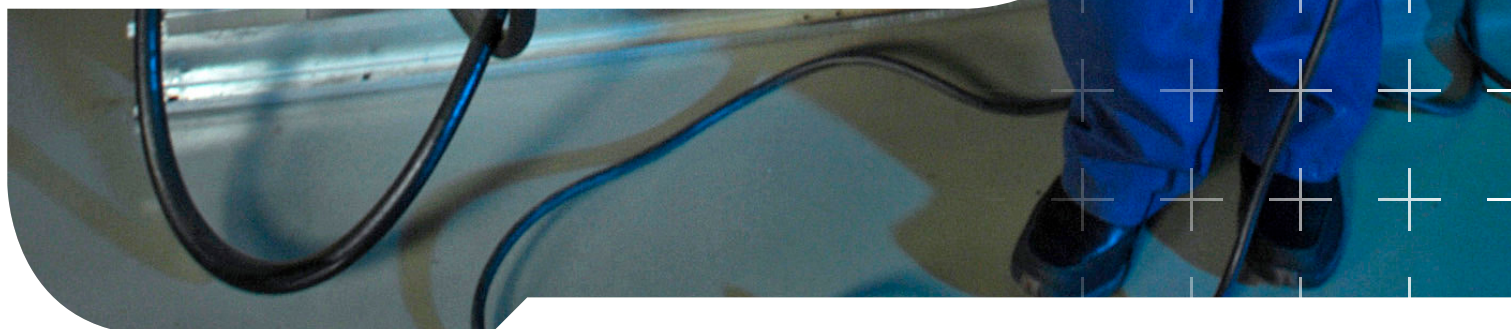




Branche Innovatieagenda

Robotisering in de installatiebranche



© UNETO-VNI & TNO 2017

Alle rechten voorbehouden.

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

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 betreffende terzake tussen de partijen gesloten overeenkomst. Het ter inzage geven van het TNO-rapport aan direct belanghebbenden is toegestaan.

Inhoudsopgave

1	Inleiding	4
1.1	Aanleiding, voorbereiding en doelstelling	4
1.2	Betrokkenen	5
1.3	Definitie van een robot	6
2	Projectaanpak	7
3	Ontwikkelingen en context	9
3.1	Relevante ontwikkelingen	9
3.1.1	i-Botics	9
3.1.2	SER: Rapport Mens en Technologie	9
3.1.3	Industrie 4.0 / Smart Industry	10
3.1.4	Industrialisering in de bouw	10
3.1.5	Ontwikkelingen in de installatiebranche	11
3.1.6	A*STAR Research	11
3.2	Meerwaarde / voordelen van robotica – voortkomend uit de workshops	11
3.3	Beperkingen / nadelen van robotica – voortkomend uit de workshops	12
4	Innovatieagenda – onderliggende informatie	13
4.1	Categorieën van toepassingen	13
4.2	Expert-visie: toepassingen en grenzen	15
4.3	Samenwerking in de keten	16
4.4	Ontwikkelbehoeften op kortere termijn (2017-2018)	17
4.5	Ontwikkelbehoeften op middellange termijn (2019 e.v.)	18
5	Innovatieagenda	19
6	Aanbevelingen	22
6.1	Bewustwording van huidige en toekomstige mogelijkheden en kansen	22
6.2	Ondersteunen van opleiding en ontwikkeling	22
6.3	Inspirerende samenwerkingsrelaties	22
6.4	Toepassingen van robottechnologie in de installatiebranche	23
6.5	Juridische ontwikkeling en kwaliteit	23

Verwijzing



Weblink



Let op!



1 Inleiding

Robotica wordt in bepaalde sectoren op grote schaal ingezet. Dat heeft verschillende redenen, zoals nauwkeurig en reproduceerbaar kunnen werken, op ontoegankelijke of gevaarlijke plaatsen kunnen komen, het werk voor mensen lichter maken en op arbeidskosten besparen.

De ontwikkelingen op het gebied van waarnemen en interpreteren van beelden en informatie gaan snel, evenals de miniaturisering. Dat leidt tot steeds slimmere systemen die waarneming, (kunstmatige) intelligentie en het reageren / handelen combineren, niet alleen in een productie-omgeving, maar ook op andere plaatsen. De verwachting is dat deze ontwikkelingen voorlopig doorzetten, waardoor in de toekomst veel processen op een andere manier zullen verlopen, ook waar robotica tot voor kort nog geen rol speelde. Deze ontwikkelingen worden vaak samengevat onder de term 'Smart Industry'.

De installatiebranche loopt niet voorop in de toepassing van robotica. Echter, nu geavanceerde mogelijkheden steeds meer in beeld komen, kan deze sector daar zijn voordeel mee doen, niet alleen om veiliger, gezonder en efficiënter te kunnen werken, maar ook om nieuwe toepassingen in te brengen.

1.1 Aanleiding, voorbereiding en doelstelling

In april-mei 2016 is een inventarisatie van relevante technologieën en toepassingen die TNO in huis heeft, voorgelegd aan de Commissie Innovatie (www.uneto-vni.nl/kennisgebieden/bedrijfsvoering/innovatie) van UNETO-VNI. Met hen zijn gesprekken gevoerd, leidend tot een voorstel voor afbakening en het onderhavige project. De keus is gevallen op een projectvorm waarin de branche in samenwerking met TNO een 'Branche Innovatieagenda' (BIA) opstelt, bedoeld om bij te dragen aan het initiëren van innovatieve ontwikkelingen in de branche.

Relevante robotica-toepassingen

De innovatiebehoefte in de installatiebranche wordt vooral gestuurd door toekomstige kansen in de markt.

De volgende robotica-toepassingen zijn in het voortraject voor dit project als relevant geïdentificeerd:

- + Zwaar werk komt voor in de bouw en ook bij installateurs. Repeterende taken worden al overgenomen door robots (zoals stenen stapelen). De ontwikkelingen rondom het *exoskelet* zijn daarom interessant. Niet alleen minder fysieke belasting, maar ook de mogelijkheid dat werknemers langer doorwerken zijn relevante voordelen.
- + Het aantal vakmensen neemt nog steeds af. Steeds meer activiteiten zijn te robotiseren, denk onder andere aan lassen van 'standaard' materialen en inspectie van gevels of gebouwen. Dit kunnen we ook naar de installatiebranche vertalen.
- + In industriële omgevingen zijn veel kansen voor robots: steeds vaker wordt om 'clean technology' gevraagd om verontreinigingen tegen te gaan (procesinstallaties, clean rooms) en om nauwkeurig en reproduceerbaar te kunnen werken.
- + Robotica gaat doorgaans om repeterend en eenvoudig werk, maar dat verandert: in de industrie zullen steeds meer one-offs en ingewikkelder combinaties van (installatie)systemen worden gebouwd waarbij robots gebruikt kunnen worden.
- + Digitale ontwikkelingen / digitalisering: de toepassing van draadloze sensoren gaat een vlucht nemen. We kunnen straks van alles in en rond het gebouw monitoren, de data combineren en analyseren en een installatie aansturen. We kunnen ook het systeem aanbevelingen laten doen aan de gebruiker over onderhoud of vervanging: "het slimme gebouw". Er schuift steeds meer van 'harde techniek' naar IT-toepassingen, zeker in industriële gebouwen. Deze ontwikkelingen gaan snel en bieden tegelijk kansen voor de branche!
- + Hieraan gerelateerd: digitale robots (netwerkrobots) voor het leggen van netwerken in de digitale wereld om bijvoorbeeld data vanuit verschillende installaties te verkrijgen en te analyseren.
Let op: in dit soort toepassingen moet afbakening van functionaliteiten plaatsvinden.
- + De omgeving is cruciaal: vormgeving van mens-machine-interactie en sociale effecten zoals op laagbetaald werk en duurzame inzetbaarheid van werknemers.

Geselecteerde innovatielijnen

Hieruit hebben TNO en de Commissie Innovatie van UNETO-VNI de volgende innovatielijnen gestedilleerd:

- + Sensoren combineren met slimme (combi's van) installaties.
- + Installaties/robotica in industriële omgevingen, niet in woonhuizen.

- + Ingewikkelder werk is te automatiseren: robots worden steeds slimmer.
- + Vervanging van zwaar werk en relatie met duurzame inzetbaarheid.

De ontwikkelingen in de robotica betreffen niet zozeer de inzet van nieuwe technologie, maar vooral de miniaturisering, verfijning en integratie van technologieën. Mede daarom ligt in dit project de nadruk op de toepassingen, niet op de achterliggende technologieën.

De toepassingen zijn gericht op het nuttig gebruik van robots, het ondersteunen van menselijke activiteiten en het vergroten van mogelijkheden voor werknemers in de installatiebranche (de robot als 'maatje'). Deze toepassingen zijn dus bedoeld om voordeel te bieden aan zowel werknemers als installatiebedrijven.

Doelstellingen van het project

Het doel van het project was een goed beeld te krijgen van wat er op de branche afkomt op korte en middellange termijn en hoe men zich daarop kan voorbereiden. Deze vier innovatielijnen hebben daarvoor de basis gevormd en zijn verder uitgewerkt tot een Innovatieagenda voor de installatiebranche. Dat is gebeurd via vier workshops tijdens het project. Niet alle eerder genoemde toepassingen komen daarin terug. Deze verdere afbakening in 'innovatielijnen' was noodzakelijk om voldoende focus aan te brengen in het zeer brede gebied van de robotisering.

1.2 Betrokkenen

Dit project is ingevuld vanuit de Commissie Innovatie van UNETO-VNI en TNO. Namens beide partijen zijn bij de invulling van het project de volgende personen betrokken geweest:

Organisatie	Persoon	Wat / voor
UNETO-VNI	T. Heemskerk	Comm. Innov. UNETO-VNI
Kuijpers Installaties	B. Kuypers	Comm. Innov. UNETO-VNI / Kuijpers
Innovatie Express; OTIB	T.J. Ockhuijsen	Comm. Innov. UNETO-VNI / Innov.Expr. / OTIB
Dekker Elektro	F. Notenboom	Comm. Innov. UNETO-VNI / Dekker Elektro
TNO	R.A. Bezemer	Projectleider, rapporteur, kick-off, sessies Innovatieagenda
TNO	C.J.C. Smit-Rietveld	Begeleider alle sessies, rapporteur

Als inhoudelijk experts zijn aanwezig geweest vanuit TNO:

Organisatie	Persoon	Wat / voor
TNO	A. de Jong	Kick-off, 1 ^e sessie Innovatieagenda
TNO	B.J.F. Driessen	Sessie 11 oktober 2016
TNO	J.W. van Rhijn	Sessie 20 oktober 2016
TNO	R. Snel	Sessie 20 oktober 2016
TNO	M.A. Neerincx	Sessie 27 oktober 2016
TNO	F. Krause	Sessie 21 november 2016

Daarnaast zijn bij de vier inhoudelijke workshops 22 personen in wisselende samenstelling aanwezig geweest, namens bedrijven die lid zijn van UNETO-VNI, Commissie OSA, OTIB, TVVL, en UNETO-VNI zelf.

1.3 Definitie van een robot

‘Robotica’ omvat veel verschillende technologieën en toepassingen. Het kan gaan om (nagenoeg) autonoom opererende apparaten, zoals toegepast in de ruimtevaart of als sociale robot in de zorg. Of het gaat om slimme sensor- en datanetwerken zoals netwerkbots (of computervirussen) en intelligente klimaatbeheersing in gebouwen. En daartussenin zijn er veel toepassingen die meer of minder autonoom zijn, meer of minder mobiel zijn en meer of minder intelligent zijn. Er worden verschillende definities gehanteerd voor wat een robot is. Daarin is meestal sprake van programmeerbaarheid (intelligentie), interactie met de omgeving en zelfstandig bewegen. Een allesomvattende definitie is niet te geven. Daarnaast gaan de ontwikkelingen snel, en zullen normen en richtlijnen en de vorm van de definitie door de jaren veranderen.

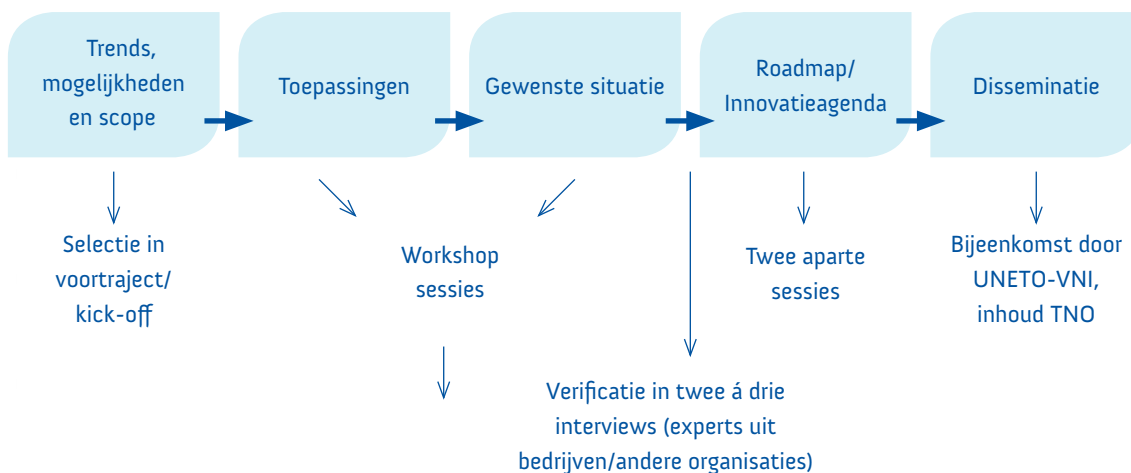
In dit project zijn we uitgegaan van de volgende definitie:

**Een robot is programmeerbaar,
in zekere mate slim,
en heeft bewegende delen**

Een robot hoeft niet op een mens te lijken, maar de omgeving is wel op mensen afgestemd. Daarom ligt het vaak voor de hand om een opbouw te hanteren die een menselijke maat heeft.

2 Projectaanpak

Het project is uitgevoerd in vier werkpakketten, waarin de kern gevormd is door vier workshops. Schematisch was het verloop als volgt:



Werkpakket 1: Onderzoek naar toepassingen van robottechnologieën en kick-off bijeenkomst

Er is een bureaustudie uitgevoerd naar recent geïntroduceerde toepassingen van robottechnologieën, met nadruk op de gekozen innovatielijnen (zie inleiding). De studie is beperkt tot toepassingen die voor de installatiebranche relevant zouden kunnen zijn. Het resultaat is ingebracht in de vier workshops.

In de kick-off bijeenkomst op 29 september 2016 is inhoudelijke kennis besproken en kennis op het gebied van roadmapontwikkeling. In de bijeenkomst zijn gezamenlijk relevante domeinen/markten en ontwikkelingen/toepassingen geïdentificeerd. Daarmee zijn de eerder gedefinieerde innovatielijnen verder aangescherpt tot vier toepassingsgebieden, waar de vier workshops nader op zijn ingegaan:

- A. Het slimme gebouw (11 oktober 2016).
- B. Industrialisering (20 oktober 2016).
- C. Monitoring en inspectie (27 oktober 2016).
- D. Fysieke belasting, duurzame inzetbaarheid (21 november 2016).

Werkpakket 2: Uitwerking toepassingen

In oktober-november 2016 hebben vier workshops plaatsgevonden met vertegenwoordigers van UNETO-VNI, betrokken mkb-bedrijven en één of twee TNO-experts. Per workshop is een toepassingsgebied verder uitgewerkt. De nadruk lag op het benoemen van toekomstige toepassingen binnen vijf jaar of na meer dan vijf jaar, de waarde van de toepassing voor people/planet/profit, en concretisering van sommige toepassingen via het Business Model Canvassen. De verkregen informatie is besproken met drie experts buiten het project en heeft als input gediend voor de Innovatieagenda.

Werkpakket 3: Innovatieagenda, twee bijeenkomsten

In november-december 2016 is de Innovatieagenda, na een eerste opzet van TNO, verder uitgewerkt in twee bijeenkomsten met leden van de Commissie Innovatie van UNETO-VNI.

Werkpakket 4: Rapportage en brede bijeenkomst

De rapportage bestaat uit dit rapport en de ingevulde schema's en Business Model Canvassen in de workshops. De kern wordt gevormd door de Innovatieagenda, zie hoofdstuk 5 van dit rapport.

De disseminatie van de bevindingen vindt plaats na het verschijnen van dit rapport. De uitkomsten worden gepubliceerd in branchespecifieke media, onder andere op sites, in tijdschriften en nieuwsbulletins.

Vervolgens wordt een bijeenkomst georganiseerd door UNETO-VNI, waarin de Innovatieagenda wordt gedeeld met de branche, aangesloten leden en mogelijk andere geïnteresseerden. In deze bijeenkomst worden naar aanleiding van de agenda zo mogelijk nadere prioriteiten gesteld en eventueel acties uitgezet om vervolgactiviteiten verder uit te werken indien die kansrijk geacht worden.

Van deze bijeenkomst wordt een verslag gemaakt. Het verslag is geen onderdeel van dit rapport.

3 Ontwikkelingen en context

De ontwikkelingen op het gebied van waarnemen en interpreteren van beelden en informatie gaan snel, evenals de miniaturisering. Dat leidt tot steeds slimmere systemen die waarneming, (kunstmatige) intelligentie en het reageren / handelen combineren, niet alleen in een productie-omgeving, maar ook op andere plaatsen. De verwachting is dat deze ontwikkelingen voorlopig doorzetten, waardoor in de toekomst veel processen op andere manier zullen verlopen (Smart Industry / Industrie 4.0), ook waar robotica tot voor kort nog geen rol speelde.

3.1 Relevante ontwikkelingen

Dit hoofdstuk schetst op basis van beschikbare informatie een aantal ontwikkelingen die voor de installatiebranche relevant zijn.

3.1.1 i-Botics



TNO en TU Twente hebben in 2016 het Joint innovation centre for interaction robotics (i-Botics) opgericht, zie www.i-botics.com. De nadruk ligt op open innovatie: gezamenlijk ontwikkelen van kennis en technologie voor robotica, leidend tot oplossingen die meerwaarde hebben in het domein waar die toegepast worden.

Bij i-Botics zijn inmiddels veel bedrijven uit de gehele waardeketen aangesloten die onder de i-Botics-vlag bijdragen aan het onderzoeksprogramma. Zij kunnen ook met enkele partner-deelnemers eigen 'dedicated projects' uitvoeren. Binnen het Joint innovation centre ligt er momenteel veel nadruk op de olie- & gassector, maar is aan het verbreden en staat nadrukkelijk open voor nieuwe deelnemers, zeker ook uit de installatiebranche.

3.1.2 SER: Rapport Mens en Technologie

De SER heeft in oktober 2016 het rapport Mens en technologie; Samen aan het werk uitgebracht, zie <http://www.ser.nl/nl/publicaties/adviezen/2010-2019/2016/mens-technologie.aspx>.

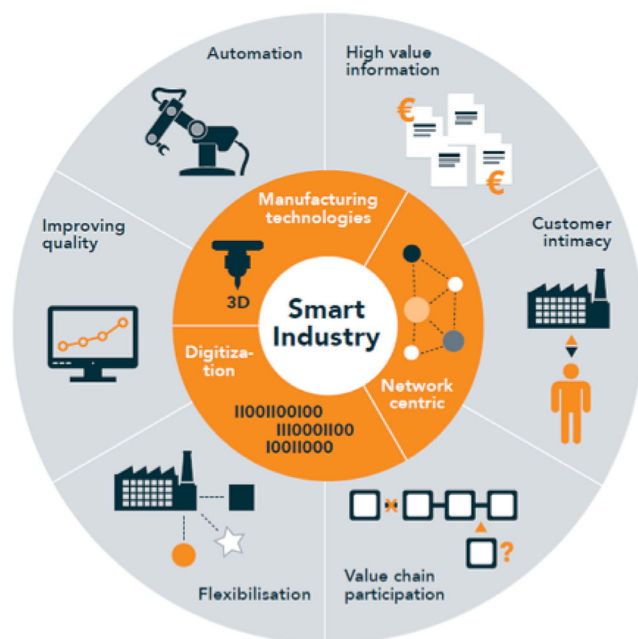
ICT heeft grote potentie en speelt een sleutelrol als drager van een vierde industriële revolutie die gaande is. Nederland heeft daarin een goede uitgangspositie. Er ontstaan nieuwe bedrijfs- en verdienmodellen en daarmee nieuwe productie- en werkprocessen. Dat vraagt een andere manier van werken en ook andere competenties van personeel. Daarom is aandacht voor scholing en ontwikkeling belangrijk.

ICT is zelf een algemeen toepasbare technologie en brengt ook weer andere algemene toepasbare technologieën voort, zoals:

1. het *internet der dingen* (ook wel *Internet of Things (IoT)*) waardoor apparaten rechtstreeks met elkaar communiceren;
2. *digitale platforms* die vraag en aanbod samenbrengen;
3. *robots en voertuigen* die door de combinatie van ICT en sensoren (half)autonoom taken kunnen uitvoeren;
4. *big-Datatechnieken*: de exponentiële groei van rekenvermogen, geheugencapaciteit en datatransmissie legt de basis voor het genereren, verzamelen en verwerken van exponentieel toenemende hoeveelheden digitale informatie.

3.1.3 Industrie 4.0 / Smart Industry

In 2014 is de Actieagenda Smart Industry; Dutch industry fit for the future uitgebracht, zie <https://www.fme.nl/sites/default/files/documenten/Smart-Industry-actieagenda-LR.pdf>.



Daar waar gesproken wordt van een vierde industriële revolutie, ligt het voor de hand om goed te kijken naar de gevolgen en de kansen van verdergaande digitalisering voor de (maak)industrie. Dat gebeurt in samenwerking tussen overheid en bedrijfsleven: in Duitsland onder de vlag van 'Industrie 4.0'; in Nederland heet het initiatief 'Smart Industry'. Daarbij wordt het begrip 'industrie' breed opgevat. Het draait om een combinatie van de inzet van productietechnologie, digitalisering en een netwerkaanpak (zie figuur). Het gaat om slimme producten, processen en diensten.

In de industrie zijn er ook ontwikkelingen op het gebied van cobotisering: collaboratieve systemen van robots en mensen die veilig kunnen samenwerken. De grote robotbouwers hebben vaak ook cobots in hun portfolio.

3.1.4 Industrialisering in de bouw

In december 2015 bracht ABN-AMRO het rapport Industrialisering in de bouw; van nut naar noodzaak uit, zie <https://insights.abnamro.nl/2015/12/industrialisering-in-de-bouw-van-nut-naar-noodzaak/>. Daarin worden ontwikkelingen gesignaleerd die ook voor de installatiebranche relevant zijn, zowel op product- als procesniveau.

Kijken we naar de trends die van invloed zijn op *prefab*, dan doen bedrijven er goed aan om – naast een optimaal productieproces – ook de logistieke dienstverlening te optimaliseren. Een belangrijke voorwaarde voor *prefab* is optimale ketensamenwerking en toepassing van nieuwe technologie en software. Hierdoor zijn BIM, Lean en Just in Time logistiek mogelijk en onmisbaar. Door ketensamenwerking wordt het voor de betrokken partijen, waaronder installateurs, makkelijker om vroeg in het bouwproces aan te haken. Zo kunnen zij eerder meedenken over de mogelijkheden die *prefab* biedt.

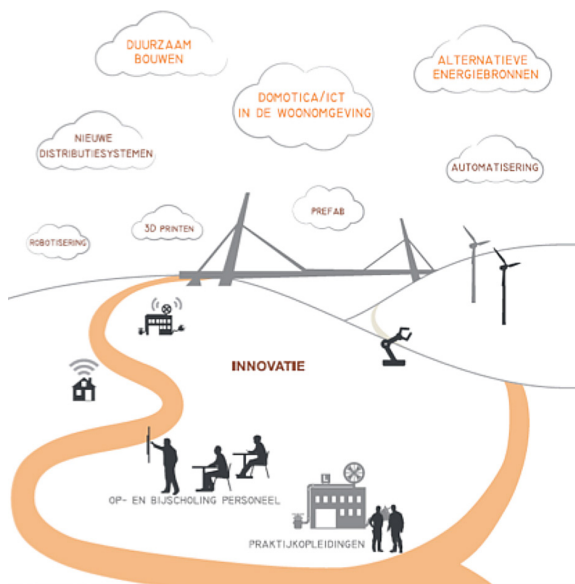
BIM (www.uneto-vni.nl/kennisgebieden/bedrijfsvoering/automatisering) draagt bij aan deze nieuwe, integrale manier van werken. Hierdoor wordt de weg vrijgemaakt naar een nog beter geoptimaliseerd proces. Alle schakels die geen waarde toevoegen, kunnen zo uit de keten worden gehaald om tot een lean bouwproces te komen. Dit gaat samen met betere logistieke processen, die bijdragen aan een kortere bouwtijd. Een goede samenwerking met maximaal gebruik van technologieën als BIM speelt hierin een centrale rol: van het uitgeven van de opdracht tot oplevering en beheer van het gebouw. Ieder bedrijf in de keten kan dankzij dit model van het volledige bouwproces op de hoogte zijn van het project, de specificaties en het ontwerp, en van zijn eigen plaats in het geheel.

BIM zou niet alleen voor het ontwerp moeten worden ingezet, maar bijvoorbeeld ook voor de planning, logistiek en kosten. Door procesinnovaties als QRM (Quick Response Manufacturing) wordt de doorlooptijd van het bouw-

proces ook flink ingekort. QRM is ontworpen om standaardisatie en het leveren van maatwerk te combineren en draait om het inbouwen van flexibiliteit. Ook voor QRM is een voorwaarde het betrekken van de keten van partijen in een samenwerkingsverband.

3.1.5 Ontwikkelingen in de installatiebranche

Het Instituut voor Toegepaste Sociale wetenschappen (ITS) van de Radboud Universiteit Nijmegen heeft samen met OTIB het rapport Trends en ontwikkelingen in de technische installatiebranche 2016; Bedrijvigheid, arbeidsmarkt en beroepsopleiding in de periode tot 2020 (ISBN 978-90-5554-491-2) uitgegeven, zie <https://www.installatie.nl/wp-content/uploads/2016/05/Trends-en-ontwikkelingen-in-de-technische-installatiebranche-2016-OTIB.pdf>.



Het rapport diept uit wat de grote waarde is van vakmanschap en het (blijven) leren in een omgeving waar veel technologieën en toepassingen aan verandering onderhevig zijn. Die veranderingen hebben hun effect op zowel lager als hoger opgeleiden door de (verschuiving van de) inhoud van hun werkzaamheden. Het is belangrijk bij te blijven met nieuwe innovaties en voortgaande technologische ontwikkelingen, maar ook om in te spelen op innovatieprocessen die voortkomen uit nieuwe technologieën, efficiëntere productie of vernieuwende service. Om dat te kunnen, is aandacht nodig voor de plaats van de installatiebedrijven in de keten. Daarin zijn er twee uiterste wegen: kwaliteitsproductie (met bijbehorende technologische en sociale innovatie) en capaciteitsproductie (met een rol meestal achteraan in de keten en afhankelijkheid van anderen). Bij de weg van de kwaliteitsproductie hoort samenwerking tussen bedrijven in de keten ontwikkeling – ontwerp – productie – toepassing. Dat kan nieuwe banen scheppen, meestal op een hoger scholingsniveau.

3.1.6 A*STAR Research

De Agency for Science, Technology and Research (A*STAR) is de Singaporese overheidsinstelling die natuurwetenschappelijk onderzoek van hoog niveau stimuleert. Zij hebben in de juli-september 2016 editie van hun digitale kwartaaluitgave A*STAR Research aandacht voor Human friendly robots, zie http://www.research.a-star.edu.sg/pdf/ASTAR_RESEARCH_1016.pdf.



3.2 Meerwaarde / voordelen van robotica – voortkomend uit de workshops

Uit de discussies in de workshops is een aantal belangrijke voordelen gebleken van het toepassen van robotica:

- + Extra kracht om de werknemer bij te staan.
- + Vermindering van repetitief werk voor de werknemer.
- + Een betere fysieke houding van de werknemer.
- + Vermindering van 'corvee' voor de werknemer / meer tijd voor het werk waarvoor hij is opgeleid.
- + 24/7 kunnen produceren.
- + Reproduceerbaarheid.
- + Verbetering van de veiligheid van de werknemer.
- + Verbetering duurzaam werken (langer kunnen doorwerken).

- + Verbetering van de kwaliteit van werkzaamheden door nieuwe techniek.
- + Mogelijkheden voor lager geschoolde mensen om activiteiten uit te voeren waarvoor tot nu toe een hogere opleiding nodig is, met behulp van cognitieve ondersteuning.
- + Er een markt zal komen voor training en begeleiding bij nieuwe technologieën / toepassingen.
- + Kans voor stimuleren ontwikkeling en verjonging van het vakgebied – aantrekkelijkheid van de branche.

Uitgaande van deze voordelen betekent dit concreet voor de werkzaamheden:

- + Hogere efficiëntie, veiligheid en kwaliteit in de werkzaamheden, minder fysieke belasting (en dus duurzamere inzetbaarheid) van de werknemer, aantrekkelijker werk en soms andere werkzaamheden. De voordelen voor het installatiebedrijf gaan samen met nuttige ondersteuning voor werknemers (de robot als 'maatje').

3.3 Beperkingen / nadelen van robotica – voortkomend uit de workshops

"Veel werk wordt straks verricht door robots of machines", zei minister Lodewijk Asscher (Sociale Zaken en Werkgelegenheid) op 29 september 2014 op een SZW congres over de robotisering van arbeid:

- + Er gaat veel veranderen en mensen moeten hierin mee. Er is soms een lage acceptatie op de werkvloer door onbekendheid van zowel de robots als de bijbehorende eigen werkzaamheden. Er bestaat een angst dat er door de komst van robots niet genoeg werk meer is voor de mens en dat de robot het werk minder goed aflevert.
- + Mogelijk hoge kosten bij aanschaf, programmeren, configureren en onderhoud van de robot. Dit verschilt overigens sterk per robot, c.q. toepassing.
- + Samenwerkingsrelaties en benodigde expertises veranderen. Zo is er wellicht straks een analist in huis die de onderhoudsdata analyseert.
- + Het gedrag van mensen is lastig aan te passen, er zal weerstand zijn tegen verandering.
- + Investeren in werknemers (bij- en omscholing) is noodzakelijk om hen bewust te maken van de ontwikkelingen en om hun expertise en ervaring te bevorderen, zodat zij voorbereid zijn op nieuwe situaties.

¹Zie <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/toespraken/2014/09/29/robotisering-kansen-voor-morgen-toespraak-van-minister-asscher-tijdens-het-szw-congres-op-29-9-2014>.

4 Innovatieagenda – onderliggende informatie

4.1 Categorieën van toepassingen

Bij de workshops waren vertegenwoordigers en leden van UNETO-VNI aanwezig. We hebben ons gericht op de volgende onderwerpen:

- + Het slimme gebouw.
- + Industrialisering.
- + Monitoring en inspectie.
- + Fysieke belasting, duurzame inzetbaarheid.

Dit hoofdstuk vat samen welke toepassingen van robotisering zij hebben genoemd en kansrijk hebben geacht voor verdere ontwikkeling, mede op basis van de discussie met de aanwezige experts. Aan deze toepassingen kan in de toekomst behoefte zijn, zowel vanuit het oogpunt van de installateur als van de klant/eindgebruiker of maatschappij. Daarbij is per toepassing aangegeven wat de waarde van deze toepassing is, onderverdeeld in 'people', 'planet' en 'profit'. Om een goed beeld te krijgen van wat er nodig is om de ontwikkelingen verder te krijgen, is voor een aantal toepassingen een Business Model Canvas uitgewerkt. Hierbij is specifiek gekeken naar Techniek, Veiligheid, Juridisch en Kennis / onderwijs. De resultaten hiervan zijn in dit rapport verwerkt.

Als we door de oogbaren kijken, kunnen we opmerken dat de genoemde toepassingen over zes grotere categorieën te verdelen zijn:

1. Ondersteunen / faciliteren ('transportkarretje').
2. 3^e hand bij werkzaamheden ('tilhulp', 'installatiebot').
3. Kwaliteit, onderhoud, inspectie ('drones', 'beveiliging').
4. Milieu, veiligheid, detectie ('veilig werken').
5. Informatie, communicatie, cognitief ('slimme coach').
6. Overig (bijv. robot als 'systemintegrator').

Opgemerkt wordt dat het installatiebedrijf twee rollen kan spelen, namelijk als gebruiker van robots en als technisch dienstverlener voor service en onderhoud van robots.

Na de serie workshops is toegewerkt naar de Innovatieagenda. Daarbij zijn van bovengenoemde zes categorieën de 2^e, 3^e en 4^e naar voren gekomen als de belangrijkste. Redenen daarvoor zijn:

- + Mensen moeten duurzaam inzetbaar blijven (cat. 2).
- + Het tekort aan vaklui groeit (cat. 2).
- + Prestatieborging (cat. 3) wordt heel belangrijk.
- + Veiligheid (cat. 4) blijft een randvoorwaarde.



De tabellen op de volgende pagina geven een beeld van de toepassingen waaraan we kunnen denken bij deze categorieën.

Er was consensus dat de eerste stappen naar robottoepassingen zich voor een belangrijk deel dienen te richten op bewustwording in de branche en aansluiting bij initiatieven voor samenwerking met andere typen bedrijven. Van daaruit kunnen installatiebedrijven bijdragen aan specifieke ontwikkelingen.

Deze insteek heeft geleid tot concentratie op de 2^e, 3^e en 4^e categorie, waarbij de te zetten stappen ook van toepassing zijn op de 1^e, 5^e en 6^e categorie.

Ondersteunen/faciliteren	3 ^e hand bij werkzaamheden	Kwaliteit en onderhoud, inspectie
+ Gasten ontvangen, begeleiden, gids door gebouw + Vergaderen + Prullenbakautomaat + Schoonmaakrobot + Assistent in huis / klusjes + Maaltijden rondbrengen + Robotmaatje voor halen materialen, wegbrengen afval	+ Tilhulp, tilvrachtwagen, drone op bouwplaats, hijskraanhulp + Plukken en oogsten + 2-personal-bot-assistent + Eerste hulp op locatie tijdens installeerwerk + Installatiebot + Handelen in gevaarlijke omgeving + Logistiek - autonoom rijdende voertuigen, transportrobots + Manipulatie losse componenten + Slimme liften + Zorg: extra hand bij verzorging + Exobody met explosie / safetyfunctie + Robothulp voor werkzaamheden die met twee man moeten + Bedradingsrobot/kabeltrekbot + Paneelbouwrobot ter ondersteuning bedradingsmonteur + Draagarm voor boor (licht te besturen) + Hoogwerker met ligfunctie + Kruipruimte exoskelet met installatie functie + Steadycam voor lassen	+ Kwaliteitsverbetering + Kwaliteitscontrole + Verificatie-/ meetrobot + Automatische inspectie, JIT (constante kwaliteit), specifieke plaats waar onderhoud nodig is + Inspectie op afstand + Sensoren om gevaarlijke situaties te voorkomen + Pijplijninspectierobot (inspector, ook tijdens draaien) + Bewakingshulprobot + Gebouwbeveiliging + Drone-inspectie → voorspellen wanneer component zal falen + Lokaal brand blussen - eerste hulp + Testrobot: snel, foutloos, efficiënt, voorkomt saai werk + 24/7 inspectie, op termijn met onderhoud + Legionella in water + Drones bij storingsanalyse + Inzet drones voor moeilijk bereikbare plekken

Milieu, veiligheid en 'detectie	Informatie, communicatie, coördinatie	Continuïteit in de branche
+ 'Adaptive wall'- energieregulering + Aanwezigendetectie-, inschakelen verwarming, ventilatie, etc. (slim gebouw) + Smartlighting + Slooprobots om materiaal beter te scheiden / recycelen + Intelligente afvalscheider / compactor	+ Gebouwvisualiseren + Augmented reality (bijvoorbeeld freeslijnenprojecteren naar afweging beste plek) + Laserguide met BIM-link + Internet of Things (IoT) + Digitale werkomgeving, betere voorbereiding + Masterrobot stuurt 'dommere' robots aan + Hulp bij onderhoud en laaggeschoold personeel + As-built-bot: automatiseringstool, gebouw paspoort voor nieuwbouw (koppelt theorie aan praktijk) en voor renovatie + Workflowbegeleiding + Slimmecoach (vertalen tekening naar wat moet gebeuren, geeft instructies) + Ruimtescan → 3d tekening → installatiewerk + Oplossingen met RFID in gereedschap	+ Anders geschoold personeel + Robot voor 'te simpele karweitjes' (zo'n 40% van werkzaamheden) + Aantrekkelijker aansturen + Robot als sleutelspeler / system integrator + Robot in de zorgsector + Meer high-tech + Behoeft aan onderhoud en instellen van systemen biedt veel kans voor de branche

4.2 Expert-visie: toepassingen en grenzen

Na de workshops zijn drie experts op het gebied van robotica geraadpleegd: Jan van Erp (TNO), Jeffrey Klapwijk (TU Delft), Igor van Gemert (Sim-ci). Zij hebben hun licht over de behandelde onderwerpen laten schijnen.

Aan welk soort toepassingen kunnen we denken?

We kunnen denken aan twee typen robotica:

- + Servicegerichte robotica: servicetaken worden overgenomen, zoals schoonmaken en assisteren in de zorg. Deze apparaten zijn bijna altijd geprogrammeerd en mobiel en worden steeds slimmer, bijvoorbeeld bij navigatie en locatieherkenning binnen een gebouw.
- + Industriële robotica: apparaten met een specifieke taak, vaak op een vaste locatie. Hier komt vaak kunstmatige intelligentie om de hoek kijken, het gaat meestal om slimme robots.

Voorbeelden voor de branche

- + Een inspectierobot beweegt zich door gebouwen en hun omgeving en brengt in kaart, bijvoorbeeld als input voor een BIM-model of onderhoudsbehoefte.
- + Vergroten van duurzame inzetbaarheid van mensen. Bijvoorbeeld exoskeletten / tilhulpen, zowel passief (ondersteunen van het lichaam) als actief (tillen, 3^e arm, krachtkoppeling, etc.). Op afstand aan te sturen of semi-autonoom. Doorgaans in te zetten om iets vast te houden of ‘domme dingen’ te doen, zodat je je handen vrij hebt. Overigens, als een robot ‘domme dingen’ doet, vergemakkelijkt dat samenwerken en interactie, omdat de voorspelbaarheid groter is.
- + Ondersteunen bij taken die moeilijk zijn, waardoor iemand die lager opgeleid is juist moeilijkere taken kan uitvoeren en naar een hoger niveau getild kan worden. Bijvoorbeeld bij tekeningen lezen, vertalen naar waar een contact moet worden gemaakt, veiligheidsvoorschriften voorlezen, etc. Augmented reality zou hier mooi op kunnen aansluiten!
- + Robot als virtueel agent, bijvoorbeeld op een tablet, die uitleg kan geven of vragen kan beantwoorden.

Wat zijn grenzen?

- + Autonome robots zijn nog erg ver weg. De toepassing van autonome robots zal in de toekomst meer worden, maar volledige autonomie is voorlopig een utopie.
- + De mens zit behoorlijk aan het stuur: de robot voert een taak uit na een duidelijke opdracht, bijvoorbeeld: “Hier is de muur, frees hier een sleuf op de beste plek”.
- + Vermijd de valkuil om te verzanden in de ontwikkeling van een robot die het produceren niet waard is, gezien vanuit de businesscase! Heel veel programmeren voor een taak die slechts een paar keer wordt uitgevoerd is niet lonend.

Wat gaat waarschijnlijk niet gebeuren?

De visies van de experts liggen uit elkaar. Waar voor de één de menselijke creativiteit en autonomie nooit volledig geëvenaard zullen worden door robots, zien anderen de intelligentie zó snel toenemen, dat creativiteit binnenkort een peulenschil voor een robot zal zijn. Hoe snel dit zich ontwikkelt, hangt onder andere af van hoe snel men verschillende robots adopteert en accepteert. Robots zullen meer en meer ondersteunend in de werkzaamheden zijn, en zullen meer en meer autonoom gaan acteren.

Uiteraard moet ook rekening gehouden worden met het werkveld en wat bijvoorbeeld op een bouwplaats of industrieel complex aan autonome robots rond kan lopen. Iedere situatie is anders. Daar is er veel creativiteit en vakwerk nodig, wat moeilijk programmeerbaar is. De werknemer ziet bij een storing vaak snel wat er mis is, en is (nu nog) veel creatiever en sneller dan een robot.

Wat kan nu al (bijna)?

- + Robots als tilhulpen, inclusief exoskeletten.
- + Logistieke robots die binnen grenzen redelijk autonoom functioneren. Denk bijvoorbeeld aan hijs- en verplaatsinstallaties in de containerhavens, karretjes in kassen, of order picking in een magazijn.
- + Kabel trekken, stenen stapelen, repeterende simpele werkzaamheden.

²Augmented reality (AR) is een realtime beeld van de driedimensionale fysieke werkelijkheid waaraan informatie-elementen worden toegevoegd, zodat de gebruiker een beter begrip van bepaalde onderdelen van de werkelijkheid krijgt.

- + Lasrobots.
- + Cognitieve taken met eenvoudige middelen, gericht op concrete bestaande informatie: de werknemer cognitief naar een hoger niveau tillen, virtuele assistent via beamerprojectie of augmented reality.

Wat kan er over vijf jaar?

- + Robots zijn dan slimmer, interactief te programmeren, zodat gevarieerde processen zijn te automatiseren. De robot reageert meer 'intuïtief': hij begrijpt wanneer hij wordt aangeraakt, kan zelf dingen aanraken of vastpakken, handelt in reactie op anderen (robots of mensen), kan de context interpreteren en wordt daarmee veiliger.
- + Inspectierobot die zich door nauwere leidingen kan voortbewegen.
- + Goede functionele derde arm.
- + Steeds meer herkennen en navigeren op computerbeelden, contextherkenning.
- + Versmelting van robotisering met 3D printen en Internet of Things, automatische communicatie met het kantoor, maar ook met informatie in de cloud.

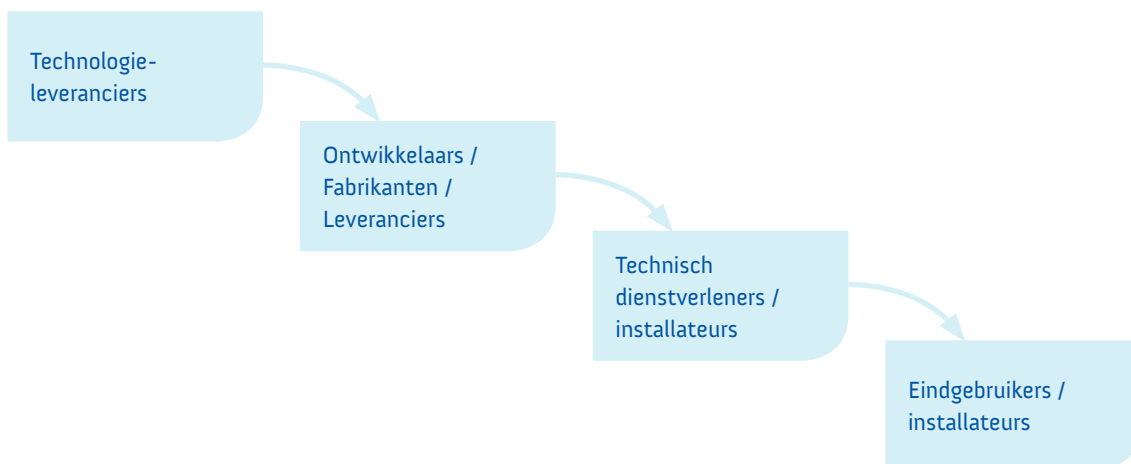
Belangrijke tips

- + Er is veel te winnen! Het beste werkt 'cherry picking' in de techniek die nu rijp wordt, natuurlijk met de blik ook op de verdere toekomst. Dus richt je niet alleen op ideeën waar we nog niets mee kunnen (hoe verleidelijk ook), maar denk in stappen: welke activiteiten kunnen we nu door een robot laten overnemen?
- + Het is belangrijk dat mensen de inzet van robots accepteren. Daarvoor is aandacht nodig voor het waarom van de inzet van robots: hoe kan de robot mij helpen? Hierbij is de rol van de robot cruciaal: neemt hij werk over, of werk af? Achterliggende gedachte moet zijn: 'de robot is er voor mij', niet andersom. Zware of onveilige taken staan we graag af, maar taken die de mens misschien overbodig maken, beslist niet. Zeker als de robot de taak niet minimaal net zo goed kan uitvoeren als een mens, zal vervanging niet gemakkelijk geaccepteerd worden. Sowieso zal het betrekken van de werknemers bij de implementatie de kans op acceptatie van robots vergroten.

4.3 Samenwerking in de keten

Hoewel de meeste robots er zullen zijn voor specifieke werkzaamheden in de keten, zal dit het beste werken wanneer verschillende stappen in de keten hiervoor op elkaar worden afgestemd. Denk aan bepaalde herkenningpunten voor de robot die consequent worden doorgevoerd, vergemakkelijking van het inzetten van een robot, gecreëerd in de schakels vóór de partij die de robot kan inzetten, en rekening houden met de opvolgende schakels. Ketensamenwerking loont hierin.

In een waardeketen zien we de volgende rollen:



Technologieleveranciers

Technologie-ontwikkeling zal voornamelijk plaatsvinden bij kennisinstellingen en technologieleveranciers. Deze partijen ontwikkelen de kennis en technologie voor een goed werkende robot.

Toeleveranciers

De fabricage ligt voornamelijk bij de OEM's (Original Equipment Manufacturers). In deze rol wordt de robot ook daadwerkelijk geproduceerd.

Technisch dienstverleners

De technisch dienstverlener zal er vervolgens voor zorgen dat de robot wordt geïnstalleerd en wordt afgesteld bij de klant. Daarnaast is het mogelijk wenselijk dat de robot wordt gekoppeld aan andere systemen en de robot zal worden onderhouden. Deze rol kan goed door de installateur worden ingevuld, op dit vlak zullen veel kansen komen te liggen!

NB: Ook in deze rol kunnen robots worden ingezet, bijvoorbeeld 'link for diagnosis' robot: robots die fouten of benodigd onderhoud kunnen opmerken en zo kunnen signaleren en alarmeren.

Eindgebruikers

Onder de eindgebruiker verstaan we degene die gebruik zal maken van de robot. Eindgebruikers kunnen de robot op verschillende gebieden inzetten, zie de categorieën in paragraaf 4.1. De installateur kan zelf de eindgebruiker zijn.

Robots worden vooral een succes als verschillende schakels meedoen. Voor verdere informatie en contacten, zie ook i-Botics, www.i-botics.com.

4.4 Ontwikkelbehoeften op kortere termijn (2017-2018)

Uit de sessies komt naar voren dat verschillende soorten 'eerste stappen' gezet moeten worden.

Samenwerking en bewustwording

- + Nauwe samenwerking in ketens of netwerken is nodig. In vereenvoudigde weergave: technologieleverancier – ontwikkelaar / fabrikant / leverancier – technisch dienstverlener – gebruiker. Daarbij komen nog partijen die normen, richtlijnen en standaarden (laten) ontwikkelen en keuring / certificatie uitvoeren. Mogelijk is er in de toekomst sprake van integratie van verschillende rollen in de keten. Nu al kunnen de werknemer en de branche als geheel nadenken over de rol die men bij ketensamenwerking en -integratie wil spelen.
- + Om te beginnen is bewustwording nodig van het feit dat deze veranderingen eraan komen en welke ketens of netwerken van partijen daarin een rol spelen. Organiseer een congres of een 'inspirational event' gericht op de branche, maar denk ook nu al breder, bijvoorbeeld aan een 'matching event' met partijen buiten de branche. Het gaat om verbinding!
- + Er zijn verschillende initiatieven die bedrijven die een (waarde)keten kunnen vormen, bij elkaar brengen rond ontwikkeling van toepassing van robotica. Dat geeft ook de mogelijkheid van bijeenkomsten en seminars, om zo bestaande robottoepassingen te leren kennen en te vertalen naar de eigen behoeften.
- + De samenwerking van installateurs met andere partijen rond robotica geeft de branche kansen om zich breed te profileren op dit gebied.

Toepassingen

- + Voor de installateur zijn er twee hoofd-werkterreinen: op locatie / mobiel ('de bouwplaats', 'offshore', ...) en off-site / prefab ('fabriek', 'de werkplaats'). Deze omgevingen vragen om verschillende soorten oplossingen. In beide gevallen kan de installateur optreden als eindgebruiker van de robot of als technisch dienstverlener (service en onderhoud). Individuele bedrijven kunnen daar keuzes in maken, om zich gericht te ontwikkelen.
- + Als eenmaal voor een bepaalde toepassing is gekozen, vraagt dat om de uitwerking van een businessmodel. Er kan geleerd worden van andere partijen zoals kennisinstellingen die deze processen bij andere branches al eerder doorlopen hebben. Uitwerking van een businessmodel en een specifieke businesscase geeft dan inzicht in (on)mogelijkheden.
- + Als een bedrijf goed zicht heeft op een gewenste toepassing in de vorm van een robot, kan in samenwerking met andere partijen zo'n robot gedefinieerd en gespecificeerd worden. Het 'groeien in robotica' wordt flink gestimuleerd door praktijkervaring: met de juiste partijen een concrete toepassing ontwikkelen, of indien mogelijk een bestaande toepassing te modificeren naar eigen wensen.
- + Er zijn concrete gewenste toepassingen in de installatiebranche waaraan gewerkt kan worden, waarbij de installateur als eindgebruiker optreedt, bijvoorbeeld:

- Boorrobot, die het zware werk boven schouder niveau kan overnemen, hetzij in een mobiele uitvoering, hetzij als exoskelet. In vaste toepassingen zijn boorrobots al bekend.
- Signaleringsrobot, die in kleine of potentieel onveilige ruimten kan controleren op onder andere luchtkwaliteit en gassen, en ook aangestuurd kan worden om eenvoudige handelingen te verrichten. Bij defensie en in het geval van explosierisico's of instabiele gebouwen zijn gelijksoortige robots al in gebruik.
- Kanaalinspectierobot, om allerlei soorten leidingen te inspecteren of samenstelling/verontreiniging te detecteren van gassen/vloeistoffen die daardoor vervoerd worden. In de olie- & gassector zijn dergelijke robots al bekend, al zijn die van grotere omvang.

Techniek

- + Verkrijg inzicht in welke bedrijven nu al robots leveren die relevant zijn voor bepaalde gewenste toepassingen in de branche.

4.5 Ontwikkelbehoeften op middellange termijn (2019 e.v.)

De middellange termijn activiteiten en aandachtspunten richten zich op de volgende vragen:

Businesscase en keten

- + Proces in de keten: welke samenwerking en afstemming is er nodig? Kunnen ontwikkelprogramma's samen met partnerbranches en -bedrijven gedefinieerd en opgestart worden?
- + Onderhoudbaar houden van software en andere technische middelen: welke software en andere technische middelen zijn nodig en hoe is het geheel te onderhouden, rekening houdend met de fysieke omgeving? Wat is er te standaardiseren? Sluit de robot aan op informatiesystemen als BIM?
- + Welke techniek komt eraan op het gebied van robotisering en hoe stemmen we onze ontwikkelplannen daarop af? De ontwikkeling van bijvoorbeeld augmented reality toepassingen gaat snel. Dat kan op termijn gecombineerd worden met robottechnologie.

Opleiding en kennis

- + Mensen en opleiding: welke opleidingsniveaus zijn nodig voor het werken met verschillende robots? Hoe kunnen mensen worden geschoold zodat zij hiermee in de toekomst goed en effectief kunnen werken?
- + Acceptatie is belangrijk. Hoe kunnen mensen worden meegenomen in het proces?

Kwaliteit en juridisch

- + Juridisch:
 - Wie is verantwoordelijk voor fouten van de robot?
 - Wie is verantwoordelijk voor foute aansturing van de robot?
 - Wie is verantwoordelijk voor problemen die ontstaan door niet op elkaar aansluitende interactie?
 - Hoe om te gaan met aansprakelijkheid bij robots die steeds minder afhankelijk worden van mensen? Een illustratie van deze ontwikkeling is het feit dat het Juridisch Comité van het Europees Parlement in januari 2017 ervoor heeft gepleit robots een rechtspersoonlijke status te geven.
 - Wat zijn de afspraken over garantie?
 - Wat gebeurt er wanneer werknemers overbodig worden? (Dit is niet de eerste focus bij inzet, maar wellicht een gevolg.)
- + Kwaliteit:
 - Hoe borg je kwaliteit en randvoorwaarden bij het inzetten van de robot?
 - Kan de robot onder alle omstandigheden werken? (Kun je hier ook op vertrouwen als het regent, vriest, er veel opstuivend zand is, de robot (vaak) valt, er trillingen zijn, er veel geluid is, er veel stof hangt ... etc.)
 - Kan de robot met verschillende materialen werken?

Uiteraard zijn bovenstaande kwaliteitsonderwerpen en -testen ook aan de leverancier, maar het is goed om hier als gebruiker bewust mee om te gaan.

5 Innovatieagenda



Dit hoofdstuk vloeit voort uit het voorgaande op basis van de categorieën in paragraaf 4.1 en de discussies over toepassingen en stappen die gezet moeten worden.

Op basis van de verkregen informatie en de discussies in de werkgroepen is een Innovatieagenda opgesteld waarin is weergegeven welke aanbevolen acties er op kortere termijn (2017-2018) en op langere termijn (2019 en verder) ondernomen kunnen worden. Deze onderverdeling in de tijd is indicatief, maar kent geen strakke scheiding.

Aanbevelingen die primair vanuit de branchevereniging en gelieerde kennisorganisaties kunnen worden geïnitieerd, zijn in blauw weergegeven; aanbevelingen die primair kunnen worden geïnitieerd vanuit individuele bedrijven zijn in roze weergegeven. Wel is het uitgangspunt dat op alle punten door branche en bedrijven wordt samengewerkt.

Deze Branche Innovatieagenda schetst een ontwikkelrichting voor het gebruik en het leveren van diensten rondom robotica door bedrijven in de installatiebranche en kan richting geven aan UNETO-VNI in samenwerking met partners uit andere branches en kennisorganisaties.

Innovatieagenda met focus: Keten, toepassingen en businesscase

Stappen / Activiteiten op brancheniveau

2017	2018	2019 - 2025
Zicht krijgen op wat er al is + Verkrijg (en houd) inzicht in welke bedrijven nu robots of robottechnologie leveren, relevant voor toepassingen in de branche. Maak dit binnen de branche bekend. Onderscheid vaste en mobiele robots en onderscheid de installateur als gebruiker en als technisch dienstverlener. + Spoor andere bedrijven uit de keten aan om voor zichtbaarheid te zorgen. Zo zouden producenten een demo kunnen geven van hun producten.	Logistiek + Onderzoek m.b.t. technische middelen: - welke software en andere technische middelen nodig zijn en wat gestandaardiseerd kan worden; - of de robot aansluit op informatiesystemen zoals BIM; - welke techniek eraan komt op gebied van robotisering, en hoe de ontwikkelplannen daarop afgestemd kunnen worden. Aansluiting + Bekijk hoe e.e.a. aansluit bij bestaande software (o.a. BIM) en andere technische middelen.	
Businesscase + Verkrijg inzicht in de kosten en baten van het inzetten van robots via de uitwerking van enkele concrete toepassingen. Hierbij is een brede analyse wenselijk, rekening houdend met kosten van scholing en inwerken, waarbij baten op lange termijn worden beschouwd en ook aantrekkelijkheid van het werk een rol speelt.		Businesscase update + Blijf de businesscase vernieuwen aan de hand van nieuwe ontwikkelingen en inzichten
	Bewustwording van kansen en mogelijkheden (partners) + Stimuleer bewustwording bij potentiële partnerbranches/ -bedrijven (zoals bouw en industrie), zodat kansen voor robotica in de installatiebranche zichtbaarder worden. Zoek inspirerende samenwerking + Organiseer congressen of 'inspirational events', gericht op de branche, in samenwerking met andere branches in bouw & installatie, maar evt. (zeker in latere jaren) ook met high-tech bedrijven. + Organiseer 'matching events' met andere partijen om de verbinding te bevorderen.	
	Betrek ketenpartners Sluit aan bij initiatieven met ongelijksoortige bedrijven die een (waarde)keten kunnen vormen, om partner te worden in ontwikkeling en toepassing van robotica. Definieer gezamenlijke programmalijnen waaruit activiteiten voortkomen. Creëer dus een 'ecosysteem', een 'community', misschien een 'fieldlab', waardoor ontwikkeling en invoering van robotica gestimuleerd wordt. Word zo een 'ambassadeur' voor de installatiebranche en partner in de ontwikkelingen.	

Stappen / Activiteiten op bedrijfsniveau

2017	2018	2019 - 2025
Informatie en kansen zoeken + Word bekend met kansen en mogelijkheden van robotica die voor de installateur concreter worden en laat praktische voorbeelden (demo's) zien van wat er is of binnenkort komt. Bezoek bijeenkomsten, congressen, lees vakbladen, zoek naar publicaties over het onderwerp, enz. + Initieer dergelijke bijeenkomsten ook voor het eigen bedrijf en/of in samenwerking met andere bedrijven, (vak)organisaties en branches.		Zoek inspirerende samenwerking + I.s.m. andere partijen uit de keten, m.n. buiten de branche: definieer veelbelovende programmalijnen om ontwikkeling te structureren. Specificeer gewenste robotica-toepassingen en zoek naar mogelijkheden om bestaande toepassingen (in welke branche dan ook) te modifieren t.b.v. de installatiebedrijven.
Deel ervaringen + Deel de ervaringen uit eerder gedane projecten op dit vlak met andere potentiële klanten. Zien is geloven.	Passende toepassingen + Maak keuzes welke toepassingen voor het bedrijf kansen bieden en richt daarop. + Hoofdgebieden: A) Installateur als technisch dienstverlener (onderhoud van robotica bij anderen): - Expertise opbouwen: data-analyse, ICT, mechatronica, etc. B) Installateur als gebruiker: - Mobiele robot, op locatie - Vaste(re) robot in de werkplaats	
	Business modellering en businesscases + Werk één of meerdere businessmodellen uit en een businesscase voor een specifieke toepassing.	Businesscase updaten + Blijf de businesscase updaten aan de hand van nieuwe ontwikkelingen en inzichten.

Innovatieagenda met focus: Opleiding / kennis

Stappen / Activiteiten op brancheniveau juridisch

2017	2018	2019 - 2025
Zicht krijgen op werkniveau + Verkrijg (en houd) inzicht in hoe er straks met robots gewerkt kan worden, en welke vaardigheden hiervoor vereist zijn. Verkrijg ook inzicht in eventuele hulpmiddelen bij deze vaardigheden, zodat de lat minder hoog ligt.	Opleiding + Stimuleer dat (voor)opleidingen aandacht gaan besteden aan gebruik en onderhoud van robotica. + Ontwikkel een 'learning community', waarin kennis en goede praktijken over het onderwerp wordt uitgewisseld. + Ontwikkel een opleidingsprogramma voor de benodigde vaardigheden en kennis.	
Bewustwording van kansen en mogelijkheden + Stimuleer bewustwording binnen de branche: + Zet robotica op de agenda van bijeenkomsten, seminars, etc. en laat praktisch zien (demo's) welke voor de branche interessante toepassingen er al zijn. + Schenk aandacht aan het doel en de voordelen: hoe kan de robot mij helpen (i.p.v. werk afnemen)?		Acceptatie + Creëer acceptatie voor het werken met robots en het nieuwe werkproces, en een werkcultuur waarin deze nieuwe manier van werken mogelijk is.

Stappen / Activiteiten op bedrijfsniveau

2017	2018	2019 - 2025
Werving en opleiding + Bereid voor op nieuwe expertises en competenties die nodig zijn voor het gebruik en service van robotica en andere nieuwe technologische toepassingen: wervingsbeleid, opleidingsbeleid, om- en bijscholing, etc. + Bepaal op basis van strategische keuzes op het gebied van robotica welke kennis en expertise er in het bedrijf nodig is. Aanpassen van het personeelsbeleid waar nodig.		Acceptatie + Creëer acceptatie voor het werken met robots en het nieuwe werkproces, en een werkcultuur waarin deze nieuwe manier van werken mogelijk is.
Delen + Deel goede praktijken met elkaar, om zo van elkaar te leren: technische ontwikkeling en implementatie, test en evaluatie van aantal robots in het primaire proces.		

Innovatieagenda met focus: Kwaliteit en juridisch

Stappen / Activiteiten op brancheniveau juridisch

2017	2018	2019 - 2025
Bewustwording + Bepaal op welk niveau de branche betrokken moet zijn bij de ontwikkelingen. + Betrek ketenpartners bij deze voorbereidingen. + Wordt bewust van de haken en ogen op juridisch vlak en kwaliteit.	Normen, richtlijnen en certificatie + Stuur mee in norm- en richtlijnontwikkeling door deelname aan relevante normcommissies, door het stimuleren van installatiebedrijven om daaraan bij te dragen. + Zoek uit, samen met technologie-/robotleveranciers, wat er nodig is om gecertificeerde robots te verkrijgen. Kwaliteit + Bepaal welke kwaliteit van een robot verwacht mag worden. + Onderzoek en stem af waar verantwoordelijkheden liggen. Wat gebeurt er wanneer een robot kwaliteitseisen niet haalt? + Onderzoek hoe de kwaliteit gewaarborgd kan worden, ook in veranderende situaties (denk aan wat er gebeurt als het regent, vriest, er veel opstuvend zand is, de robot (vaak) valt, er trillingen zijn, er veel geluid is, er veel stof hangt, etc.) Aansprakelijkheid + Maak afspraken over aansprakelijkheid in de keten. Onderzoek daartoe welke contractvormen passend kunnen zijn voor de installateur als gebruiker van robots of als dienstverlener voor service en onderhoud van robots.	
Bewustwording van risico's + Bekijk waar de risico's liggen bij het inzetten van robots bij de werkzaamheden. Sluit vooral aan bij reeds bestaande initiatieven.		Onderzoek risico's, relateer aan juridische aspecten + Onderzoek i.s.m. andere partijen uit de keten wat risico's zijn van het inzetten van robots. Neem dit mee bij onderzoek naar juridische aspecten, zoals contractering en aansprakelijkheid. + Volg en communiceer ontwikkelingen op juridisch vlak.

Stappen / Activiteiten op bedrijfsniveau

2017	2018	2019 - 2025
Bewustwording + Wees ervan bewust dat er normen, richtlijnen en certificering op dit vlak zijn en zich verder zullen ontwikkelen.		Maak afspraken over aansprakelijkheid + I.s.m. andere partijen uit de keten.

6 Aanbevelingen

De Innovatieagenda uit hoofdstuk 5 bevat feitelijk de aanbevolen te nemen acties. Deze paragraaf licht diezelfde aanbevelingen nader toe.

6.1 Bewustwording van huidige en toekomstige mogelijkheden en kansen

In een aantal andere branches wordt robotica al breed toegepast, zoals in de auto- en vliegtuigindustrie ('vaste' robots) en in de ruimtevaart en defensie (mobiele robots). In de bouw nemen de mogelijkheden voor robotica toe en ook in de installatiebranche is de verwachting dat robotica een plaats zal gaan innemen.

Om de kansen te kunnen onderscheiden die robottechnologie biedt, is bewustwording van (on)mogelijkheden onmisbaar, zowel breed op brancheniveau als bij individuele bedrijven die de ambitie hebben om toekomstige mogelijkheden met robotica uit te buiten. Beter zicht op mogelijkheden helpt ook om angst weg te nemen voor het wegvallen van (vak)werk.

De Innovatieagenda noemt daarom:

- + 'Buiten de poort kijken': zoek de bedrijven die relevante technologie in huis hebben en leveren en overweeg mogelijkheden voor vertaling naar toepassing in de installatiebranche. Daarbij kan gedacht worden aan de installateur als gebruiker en als technisch dienstverlener.
- + 'Binnen de poort halen' van wat 'buiten de poort' te vinden is: organiseer bijeenkomsten, seminars, etc. waar robotietoepassingen een prominente rol spelen. Laat praktisch zien (demo's of fieldlabs) wat beschikbaar is en wat eraan komt.
- + 'Buiten de poort laten zien': toon aan dat de installatiebranche vanuit business-oogpunt interessant kan zijn voor leveranciers, maar ook voor robotica-gebruikers die service en onderhoud nodig hebben.

Ook het aangaan van 'stimulerende samenwerking' is een stimulans voor bedrijven in de branche om kansen en mogelijkheden beter te gaan zien, zie paragraaf 6.3.

6.2 Ondersteunen van opleiding en ontwikkeling

Geen nieuwe technologie zonder expertise. Omdat in het bijzonder opleiding een lange-termijnvisie vraagt, noemt de Innovatieagenda het stimuleren van passende opleidingsmogelijkheden, zowel vooropleidingen als bijscholing, op diverse expertisegebieden, en voor zowel gebruik als onderhoud van robotica. Dat vraagt beleid op brancheniveau met aandacht voor voorlichting aan onderwijsinstellingen en voor toegespitste werving, selectie en opleidingen door installatiebedrijven.

6.3 Inspirerende samenwerkingsrelaties

Robotietoepassingen op maat kunnen slechts in samenwerking met veel partijen opgezet en geïntroduceerd worden. Dat vraagt erom deel te worden van een keten van bedrijven die ieder een specifieke rol spelen, maar ook van elkaar afhankelijk zijn.

Samenwerking kan beginnen met zichtbaarheid. Daarom noemt de Innovatieagenda het organiseren van 'inspirational events', uiteraard gericht op de branche, maar wel met ruimte voor de inbreng van andere branches in bouw & installatie en van high-tech bedrijven. Dergelijke initiatieven kunnen al snel uitgroeien tot 'matching events' met andere partijen.

Buiten de installatiebranche bestaan diverse events en initiatieven op het gebied van robotica, niet branchegericht, maar gericht op matching en (waarde)ketens. Het 'aan boord halen' van robotica in de installatiebranche wordt gestimuleerd door bij zulke events en initiatieven aan te sluiten, door partner te worden in geschikte samenwerkingsverbanden en door concrete programmalijnen op te zetten met partners uit de keten. Zo kan een 'ecosysteem' gecreëerd worden voor ontwikkeling en invoering van robotica. Het geeft tevens mogelijkheden om zo een 'ambassadeursfunctie' voor de installatiebranche in te vullen.

6.4 Toepassingen van robottechnologie in de installatiebranche

Voor installatiebedrijven zijn er twee hoofdlijnen te onderscheiden waarop ingezet kan worden op het gebied van robottechnologie:

- + Installateur als technisch dienstverlener: installatie en onderhoud van robotica bij andere partijen, zeker als het om 'vaste' robots gaat zoals systemen in gebouwen of productieomgevingen.
- + Installateur als gebruiker, waarbij gedacht kan worden aan mobiele robots op locatie of vaste(re) robots in de werkplaats, bijvoorbeeld t.b.v. prefab-toepassingen.

In beide gevallen is het essentieel om passende expertise binnen de branche en binnen installatiebedrijven op te bouwen: data-analyse, ICT, mechatronica, kennis over integratie van technologiegebieden, etc.



Vanuit de sessies werden boorrobot, signaleringsrobot en kanaalinspectierobot als meest veelbelovende toepassingen gezien voor de kortere termijn (zie het eind van paragraaf 4.4). Deze en veel andere toepassingen zijn voor andere sectoren niet nieuw; daarom is het aan te bevelen te zoeken naar mogelijkheden om bestaande toepassingen te modificeren en zo bruikbaar te maken voor installatiebedrijven. Dit is voor de kortere en middellange termijn relevant. Daar hoort het ontwikkelen van passende businessmodellen en specifieke businesscases bij.

6.5 Juridische ontwikkeling en kwaliteit

Robots zullen aan bepaalde eisen moeten voldoen. Daarvoor zullen normen en richtlijnen ontwikkeld worden. Voor robotica in domeinen waar de installatiebranche bij betrokken is, verdient het aanbeveling op de hoogte te blijven en waar nodig bij te dragen en bij te sturen door deelname aan relevante commissies.

Toedeling van aansprakelijkheid bij gebeurtenissen waar robots bij betrokken zijn, wordt complexer naarmate robots intelligenter en autonomer worden. Er gaan bijvoorbeeld stemmen op om zelfstandig functionerende robots een eigen rechtspersoonlijkheid te geven. Het verdient aanbeveling de ontwikkelingen op het gebied van aansprakelijkheid nauwlettend te volgen en te onderzoeken wat dat voor contractering kan betekenen. Onderliggend zijn hierin de risico's bij de toepassing van robotica sturend.

Colofon

Design/productiecoördinatie

Afdeling Media, Service en Productie van UNETO-VNI

www.uneto-vni.nl