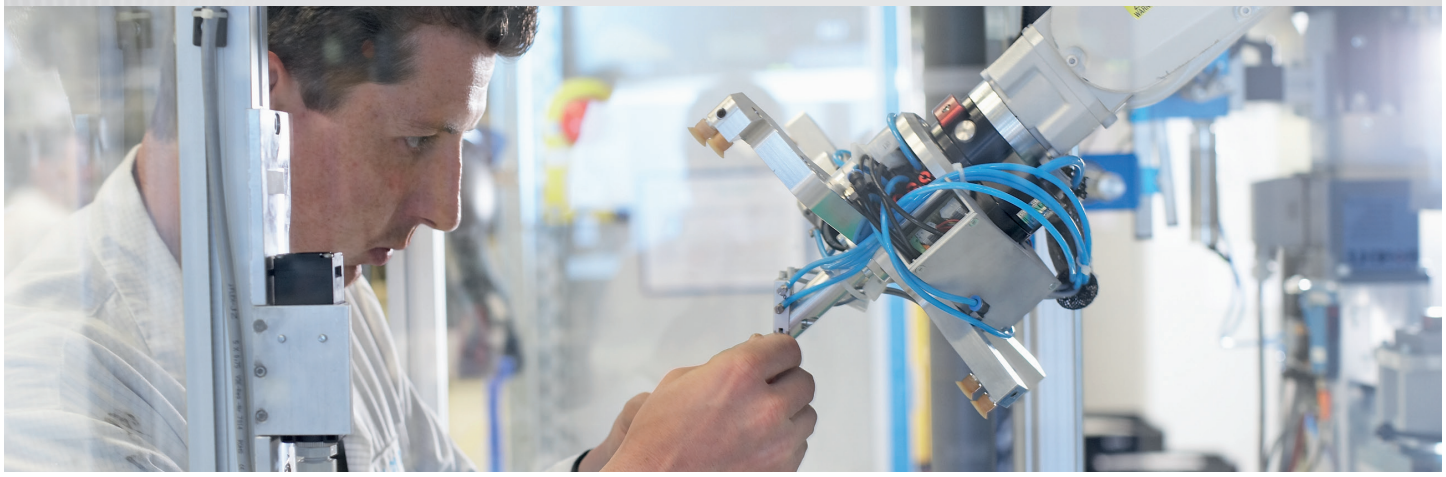
HOE VEILIG IS EEN COLLABORATIVE ROBOT?



De laatste jaren hoor je steeds vaker over een nieuw soort robotapplicatie. Een robot die samenwerkt met een mens, oftewel de collaborative robot. Iedereen ziet meteen enorme mogelijkheden door deze samenwerking. Daarmee is de collaborative robot ook een soort van toverwoord geworden.

>> Door middel van een 'veilige' robot zou je samen aan een werkstuk kunnen werken. De robot kan iets aangeven, bewerkingen uitvoeren, terwijl jij producten begeleidt – eigenlijk alles lijkt mogelijk. Veel robotfabrikanten komen momenteel met zo'n 'veilige' robot op de markt, sommige hebben al zo'n robot geïntroduceerd. Veel van deze robotapplicaties zijn echter in samenwerking met een specifieke eindgebruiker ontwikkeld voor een bepaalde toepassing. Kun je zomaar een willekeurige 'veilige' robot kopen en toepassen in jouw applicatie? We beantwoorden deze vraag aan de hand van een aantal gangbare statements over *collaborative* robots.

> STATEMENT 1

"DE ROBOT IS VEILIG!"

Om maar meteen met de deur in huis te vallen: dit statement is onwaar. Een robot op zichzelf kan alleen veilig zijn indien de maximumkracht en -energie (snelheid) is beperkt tot een niveau dat betrouwbaar als veilig kan worden beschouwd. Er worden op dit moment uitvoerig wetenschappelijke studies uitgevoerd naar pijnlimieten en minimale verwondingsdrempels. Echter, tot op heden is er nog geen enkele publicatie, overeenstemming of standaardisatie over deze waarden.

De maximaal toegestane kracht en energie (massa, snelheid...) hangt daarnaast ook nog eens af van de vorm en afmeting waarmee de robot de specifieke lichaamsdelen raakt. Door biomechanische karakteristieken kan bijvoorbeeld een botsing tussen een robot en een been leiden tot een blauwe plek, terwijl dezelfde botsing met je schedel kan leiden tot serieus letsel of – ernstiger – de dood.

Dit statement is daarom misleidend en suggestief. Het doet vermoeden dat er geen extra veiligheidsmaatregelen meer nodig zijn voor bijvoorbeeld gereedschap (tooling) en/of voor de specifieke applicatie van de gebruiker. Volgens de Machine-Richtlijn is dit statement niet eens toegestaan. Een robot is namelijk een niet zelfstandig werkende machine (een zogenaamde 'niet voltooide machine').

> STATEMENT 2

"DE ROBOT IS INTRINSIEK VEILIG"

Dit statement moet nader worden toegelicht. In sommige gevallen wordt de kracht en snelheid van de robot gelimiteerd door veiligheidsgerelateerde besturingsfuncties. Indien het besturingsprogramma het toelaat om in specifieke bedrijfsmodi de robot te starten of in te stellen zonder deze limitering, zal de leverancier additionele risicoverlagende maatregelen moeten toepassen (bijvoorbeeld een hold-to-run device).

Daarnaast werkt deze begrenzing alleen indien de juiste waardes zijn ingesteld en gevalideerd. Indien de robot zo is ontworpen dat de krachten en snelheden nooit bepaalde waardes overschrijden – bijvoorbeeld omdat de aandrijfkracht te laag is en veiligheidskoppelingen zijn toegepast – dan kan het restrisico voldoende laag zijn om te worden geaccepteerd. Ook hier geldt: mét inachtneming van de applicatie en ongeacht de gevaren die kunnen ontstaan door bijvoorbeeld grijpers, gereedschap en/of werkstukken.

Er zijn momenteel ook ontwerpen op de markt die gebruikmaken van kussens (om de impact te beperken), van drukgevoelige sensoren (bumpers) of van contactloze naderingssensoren (capacitief). Deze robots kunnen worden beschouwd als intrinsiek veilig. Echter… alleen voor die gevaren die voortkomen uit botsen of knellen met de robotdelen zelf. Een applicatie om 'gebruikte' injectienaalden mee te verwerken, vraagt om extra maatregelen. Er moet altijd een additionele risicobeoordeling worden uitgevoerd voor de applicatie zelf.

> STATEMENT 3

"DE ROBOT IS GECERTIFICEERD"

Alles kan worden gecertificeerd. Zelfs de kleur van de robot! Een certificering heeft pas waarde als wordt verwezen naar de relevante en van toepassing zijnde normen of richtlijnen. Een certificaat met verwijzing naar de ISO 10218-1 (de norm voor robots), afgegeven door een Notified Body, is op zichzelf echter nooit genoeg voor een robotapplicatie. Deze certificering vormt namelijk slechts één van de vele eisen die nodig zijn om te voldoen aan de ISO 10218-2 (de norm voor robotapplicaties). Een certificering volgens EN10218-1 betekent dan ook nog steeds dat een additionele risicobeoordeling nodig is, evenals aanvullende risicobeperkende maatregelen of veiligheidsvoorzieningen. Een robot met een cirkelzaag in z'n grijper is zonder extra veiligheidsmaatregelen natuurlijk niet veilig!

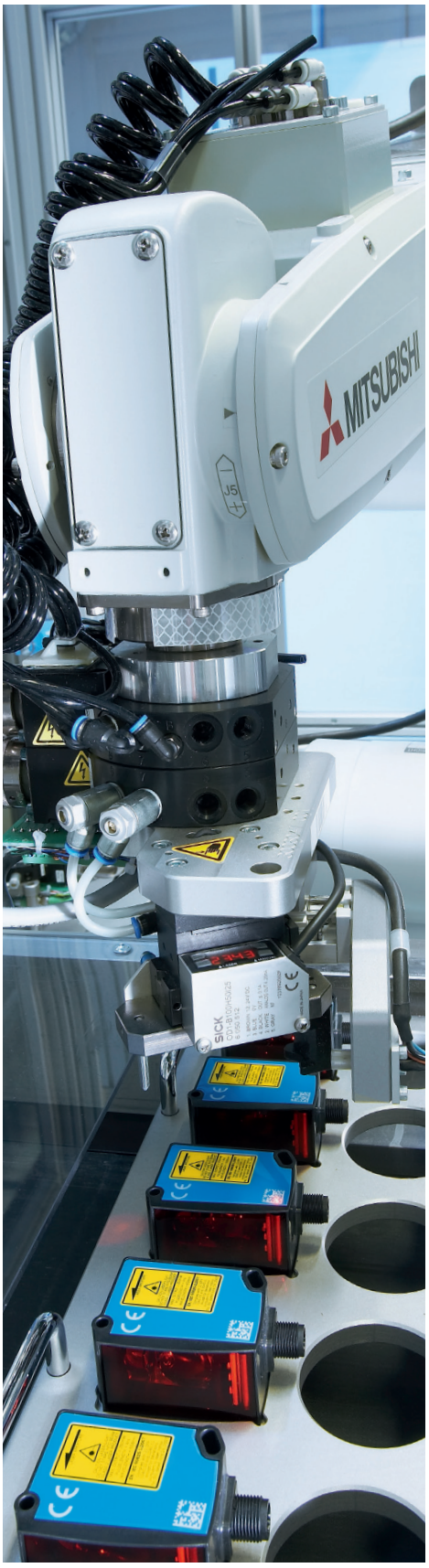
> STATEMENT 4

"VOOR DEZE APPLICATIE ZIJN AFSCHERMINGEN OF BEVEILIGINGSAPPARATUUR NIET NODIG"

In die weinige gevallen dat een energie- en krachtgelimiteerde *collaborative* robot geen afscherming en/of beveiligingsapparatuur nodig heeft, moet er wel worden voldaan aan de volgende essentiële veiligheidseisen:

- De maximumkracht en -energie moeten worden gelimiteerd tot een niveau waarop geen verwondingen redelijkerwijs mogelijk zijn. Dit moet worden gevalideerd op die lichaamsdelen die zowel tijdens normaal gebruik als tijdens te voorzien 'misbruik' worden blootgesteld aan de applicatie (zie ISO 12100). Wat als iemand iets laat vallen, vervolgens bukt en de grijper het oog raakt?
- De robot zelf, het gereedschap, het werkstuk en eventueel andere delen van de applicatie mogen nooit risico's veroorzaken. Denk bijvoorbeeld aan klemmen, snijden, steken, een heet oppervlak, aanraakbare elektrische onderdelen etc.
- Aangezien *collaborative* gebruik leidt tot herhaald contact met lichaamsdelen, mag het cumulatieve effect van dit contact niet leiden tot verwondingen en/of gezondheidsschade.

Indien de risicobeoordeling van de applicatie met de *collaborative* robot nauwgezet is uitgevoerd, blijkt voor de meeste applicaties dat toch extra veiligheidsvoorzieningen nodig zijn.



SICK
Sensor Intelligence.

De normen nader verklaard

Wat is een *collaborative* robot?

>> De EN ISO 10218-1 (de norm voor de robot) beschrijft strikt genomen niet wat een *collaborative* robot is, maar beschrijft wel de aansturing alsmede het *collaborative* werkgebied. De EN ISO 10218-2 (de norm voor de robotapplicatie) definieert wel een *collaborative* robot. De EN ISO 10218-2 verwijst hierbij naar de eisen uit de EN ISO 10218-1, maar geeft daarnaast nog additionele 'minimale' eisen. De verantwoordelijke Normwerkgroep ISO TC 184 is bezig met het opstellen van een Technical Specification (ISO TS 15066) als hulpmiddel bij het engineeren en afnemen van een collaborative robotsysteem. Tot op heden is er echter nog geen overeenstemming of publicatie.

De definitie van *collaborative* robot gaat alleen uit van samenwerken tijdens de productie. Alle andere modi, zoals schoonmaken, instellen, programmeren etc., worden duidelijk uitgesloten. Hiervoor gelden dus de normale beveiligings- en afschermingseisen uit de ISO 10218-2.

AANSTURING VAN *COLLABORATIVE* ROBOTS

Volgens de EN ISO10218-1 en de EN ISO 10218-2 zijn er vier manieren om een *collaborative* robot aan te sturen:

1. Met een Safety-rated Monitored Stop
De robot stopt en blijft stilstaan zolang een mens in het *collaborative* werkgebied komt/is. De robot mag automatisch opstarten, zodra de persoon het werkgebied heeft verlaten. De stop moet voldoen aan stopcategorie 0, 1 of 2 volgens EN 60204-1. Eenmaal gestopt moet de stilstand bewaakt worden door het veiligheidsbesturingssysteem. Fouten in de stilstanddetectie leiden tot een categorie 0-stop. Het standaard vereiste performance level van de bewaakte stopfunctie is minimaal PLd.

2. Handgestuurd
De robot zal met gelimiteerde snelheid (<250 mm/s) via een handgeleiding door een operator worden voortbewogen. De handgeleiding is voorzien van een noodstopknop en hold-to-run functie, en moet dicht bij de 'grijper' zijn geplaatst. De gereduceerde snelheid moet worden bewaakt door het veiligheidsbesturingssysteem en de waarde van de maximale snelheid moet worden bepaald in de risicobeoordeling van de applicatie. Fouten in de snelheidsbewaking leiden tot een veiligheidsstop. Het standaard vereiste performance level van de snelheidsbewakingsfunctie is minimaal PLd.

3. Snelheid- en positiebewaking
De robot blijft op een vooraf bepaalde snelheid en afstand van de operator. De functies worden bewaakt door een veilige detectie van de positie van de operator en de robot, alsmede door de snelheid. Fouten in de bewaking moeten leiden tot een veilige stop. Het standaard vereiste performance level van de bewaakte snelheid en positiefunctie is minimaal PLd. De relatieve snelheid van de operator en de robot moeten in acht worden genomen bij het bepalen van de minimale veiligheidsafstanden volgens EN ISO 13855.

4. Energie- en krachtbewaking door intrinsiek veilig ontwerp of intrinsiek veilige aansturing
Dit kan worden bewerkstelligd óf in het mechanisch ontwerp (aandrijvingskracht te laag) óf door het gebruik van veiligheidskoppelingen óf door het gebruik van energie- en krachtreducerende functies in het veiligheidsbesturingssysteem van de robot. Indien besturingsfuncties worden gebruikt, zal overschrijding van de vooraf ingestelde waarden leiden tot een veiligheidsstop. Het standaard vereiste performance level van de bewaakte energie- en krachtfunctie is minimaal PLd.

De EN ISO 10218-1 beschrijft duidelijk: de robot is alleen maar één component in de *collaborative* robotapplicatie en is op zichzelf niet geschikt voor veilig *collaborative* gebruik. EN ISO 10218-2 zal worden gebruikt bij het ontwikkelen/ontwerpen van *collaborative* applicaties. Extra informatie zal worden verstrekt in de ISO TC 15066 (in voorbereiding).

WAT ZIJN DE EISEN AAN *COLLABORATIVE* ROBOTS?

Een *collaborative* robotapplicatie moet worden ontworpen met inachtneming van zowel de vooraf bepaalde taak alsmede worden uitgevoerd door een robot die is ontworpen volgens de speciale eisen voor aansturing van *collaborative* robots volgens EN ISO 10218-1.

Voor een *collaborative* robotapplicatie is de robot zelf zeker niet de belangrijkste eis. De systeemintegrator moet voor de gehele applicatie een risicobeoordeling uitvoeren met inachtneming van de volgende zaken:

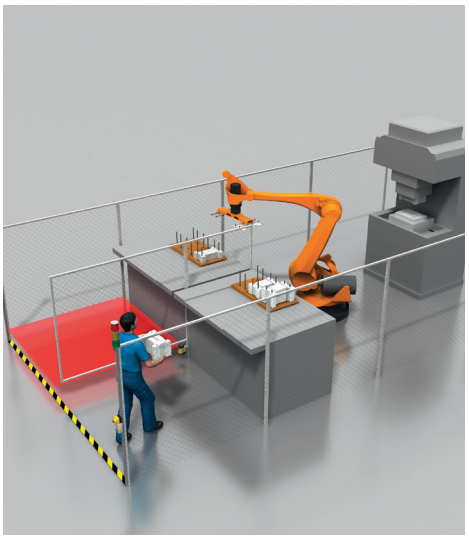
- robotkarakteristieken (snelheid, kracht, koppel etc.)
- tooling- en werkstukrisico's (scherpe randen, uitsteeksels, bewegende delen, massa etc.)
- lay-out van de applicatie
- locatie van de operator ten opzichte van de robot (bijvoorbeeld geen werkzaamheden onder de arm)
- locatie van de operator ten opzichte van te voorzien bewegende delen, beugels, klemmen en eventuele vaste voorwerpen in de omgeving (andere machines, muren, verankeringen etc.)
- werkstukhandling en gerelateerde gevaren (klemontwerp en plaatsing klemmen)
- ontwerp en locatie van eventuele handgeleidingsapparatuur
- risico's door de specifieke applicatie (hoge temperaturen, lasvonken etc.)
- beperkingen van de operator door eventueel gebruik van persoonsbeschermende middelen
- omgevingsomstandigheden (straling etc.)

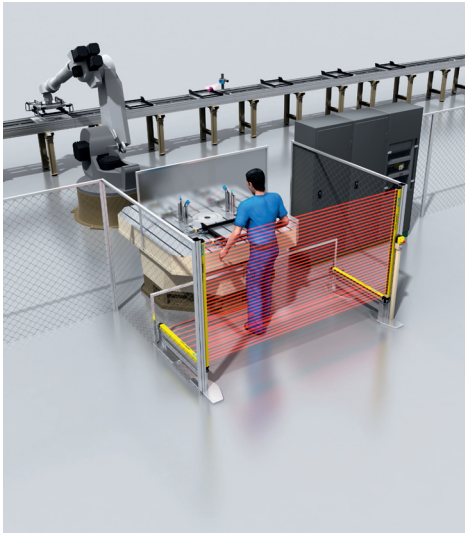
Indien beveiligingsapparatuur wordt gebruikt voor het detecteren van personen, moet deze apparatuur voldoen aan de eisen van de ISO 13856 voor drukgevoelige detectieapparatuur (PSPE) of aan de IEC 61496 voor aanrakingsvrije detectieapparatuur (ESPE). Afschermings- en beveiligingsapparatuur moet ervoor zorgen dat gebruikers/personen niet in het non-*collaborative* gebied kunnen komen. Als dat wel gebeurt, moet dit worden gedetecteerd met een veiligheidsstop tot gevolg. Afschermingen moeten hierbij voldoen aan de EN 13857.

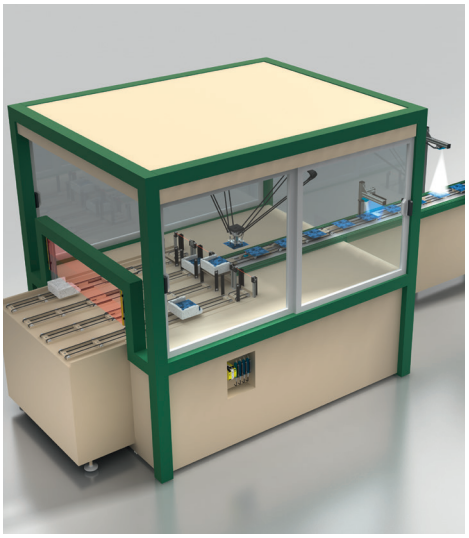
Het gebied bedoeld voor *collaborative* gebruik moet duidelijk gedefinieerd en gemarkeerd zijn. Het wordt bewaakt door een combinatie van de roboteigenschappen en de beveiligingsapparatuur. Deze beveiliging beschermt alle personen die te maken hebben met het *collaborative* gebruik. Aanvullende gebieds- en inloopbeveiliging kan nodig zijn indien de risicobeoordeling aangeeft dat andere personen toegang kunnen hebben tot het *collaborative* gebied en kunnen worden blootgesteld aan de gevaren van de robotapplicatie.

Het *collaborative* gebied moet zodanig zijn ontworpen dat de operator gemakkelijk alle taken kan uitvoeren, zonder enig risico op klemmen, snijden, steken etc. De positie van apparatuur en/of machines moet zodanig zijn dat er geen nieuwe gevaren kunnen ontstaan. Veilige asbewaking/-limitering, indien mogelijk, moet worden toegepast om zo het aantal vrijheidsgraden te beperken.

EN 349 moet worden nageleefd als het gaat om de minimumafstanden die beknelling tussen lichaamsdelen en de robot moeten voorkomen. Uiterste grenzen (robot, tooling en werkstuk) en gebouwconstructies, machines etc. moeten daarbij in acht worden genomen, indien hier gevaren kunnen ontstaan. Indien deze afstanden niet kunnen worden nageleefd zijn extra beveiligingsmethoden noodzakelijk.







SICK B.V. · Leijenseweg 111 · Postbus 186 · 3720 AD Bilthoven · Tel. 030 - 204 40 00 · Fax 030 - 229 39 94 · E-mail info@sick.nl · www.sick.nl