



Ook bij robots geldt: safety first

Robots nemen saai, zwaar en gevaarlijk werk over van de mens. Maar zelf kunnen ze ook een gevaar vormen voor mens en dier, het milieu en de werkomgeving. Overheden stellen daarom eisen aan fabrikanten, systeemintegratoren en gebruikers om veilig werken met en rond robots te garanderen. Nick de With van Fusacon BV in Hagestein, een expert op het gebied van CE-markering, machineveiligheid en functionele veiligheid, nam de veiligheidseisen aan robots onder de loep.

Robots, in welke vorm en voor welke markt dan ook, zijn machines en moeten daarom voldoen aan wettelijke eisen. Ze moeten in ieder geval voldoen aan de Machine-richtlijn. Aangezien het meestal elektrisch aangedreven en elektronisch bestuurd machines zijn, gelden ook de Laagspanningsrichtlijn en EMC-richtlijn. In voorkomende gevallen is het mogelijk dat ze ook moeten voldoen aan de ATEX-richtlijn (voor explosiegevaarlijke omgevingen) en/of de Richtlijn drukvaten (als ze met lucht- of vloeistofdruk werken). Dit zijn geen vrijblijvende adviezen, ze zijn verankerd in de nationale wetgeving van alle EU-lidstaten en de EFTA-landen.

De Europese EN-normen geven op hun beurt de stand der techniek weer, waarmee een fabrikant zijn product aan de EU-richtlijnen kan laten voldoen. De With: "Voor het bepalen van het vereiste veiligheidsniveau en het ontwerp van besturingstechnische veiligheidsfuncties van machines zijn de NEN-EN-IEC 61508, NEN-EN-ISO 13849 en NEN-EN-IEC 62061 veelgebruikte normen. Eerstgenoemde norm wordt vooral gebruikt door fabrikanten van veiligheidscomponenten en veiligheids-PLC-syste-



Nick de With. (Foto: Fusacon)

men. Er wordt gewerkt aan een nieuwe Machinerichtlijn en daarin zullen onder meer vliegende robots (drones) en mobiele robots worden opgenomen. Afhankelijk van het marktsegment kunnen daar nog specifieke EU-richtlijnen en EN-normen bijkomen.

SPECIFIEKE NORMEN

De wettelijke eisen van de Machinerichtlijn staan genoemd in diens Bijlage I en die kent weer een aantal hoofdstukken. Alle machines hebben te maken met Bijlage I hoofdstuk 1, die de generieke eisen stelt. Andere



Bij AGV's en AMR's moet niet alleen worden gelet op obstakeldetectie, maar ook op stabiliteit van de last. (Foto: SEW-Eurodrive)

hoofdstukken stellen eisen aan specifieke machines. Zo geldt hoofdstuk 3 voor mobiele machines en hoofdstuk 4 voor machines die hijswerkzaamheden verrichten.

De robotica is begonnen in de industrie, en daarvoor zijn in de loop der tijd diverse specifieke normen opgesteld. Voor industriële robots zijn met name twee deelnormen van belang. NEN-EN-ISO 10218-1 is belangrijk voor fabrikanten van robots, NEN-EN-ISO 10218-2 geldt voor de integrator van robotsystemen. Deel 1 geeft onder meer een definitie van een industriële robot.

Elke industriële robot voor vaste opstelling kan ook op een geleidingssysteem of een voertuig worden geplaatst. Met name bij lasstraten en in de automobiellindustrie komt dat voor. Daarnaast zijn er nog robots die direct samenwerken met mensen, de zogeheten collaborative robots of cobots. Daarvoor geldt een andere norm, ISO/TC 15066. Dergelijke robots zijn begrensd in massa, snelheid en kracht. Ze staan snel stil als ze met een object (bijvoorbeeld een mens) in aanraking komen.

Voor robots in andere applicaties gelden andere normen. Zo is voor automatisch geleide transportvoertuigen (AGV's) de norm NEN-EN-ISO 3691-4 van toepassing. Behalve AGV's zijn er steeds meer systemen die niet een lijn of kabel in de grond volgen, maar min of meer vrij in een ruimte bewegen, de zogenaamde autonome mobiele robots (AMR's). Ze vinden hun weg via radiografische

systemen of met behulp van radar, LiDAR en/of vision-systemen. Onbemande vrachtwagens vallen hier overigens niet onder, aldus De With.

Wil je weten of veiligheidssoftware functioneert, dan is er maar één methode: testen, testen, testen

Voor land- en bosbouwwerktuigen, maar ook straatveegmachines, is er een aparte norm voor het berekenen van het veiligheidsniveau, namelijk NEN-EN-ISO 25119. Hier is veiligheid zeer belangrijk gezien de omvang, robuustheid en massa van dergelijke voertuigen. Voor persoonlijke servicerobots geldt NEN-EN-ISO 13482, voor robotmaaiers geldt NEN-EN-IEC 60335. Op onbemande trekkers is NEN-EN-ISO 18497 van toepassing. De meeste normen zijn voor een belangrijk deel gebaseerd op de SIL-methode (Safety Integrity Level) die in NEN-EN-IEC 61508 is vastgelegd.

Niet alleen degene die een specifieke robot wil bouwen of integreren heeft met tal van regels te maken. Werkgevers (gebruikers) moeten volgens de Arbeidsomstandighedenwet (Arbowet) zorgen voor een veilige

werkomgeving. Verder valt niet uit te sluiten dat verzekeringsmaatschappijen aanvullende voorwaarden stellen.

In het kader vindt u een opsomming van de belangrijkste normen die van toepassing zijn om veilige robots te ontwerpen, in gebruik te nemen en te gebruiken.

RISICOBEPALING

Een mobiele robot kan niet alleen ergens tegenaan rijden, ook kan zijn lading omvallen door te scherpe bochten, een botsing of verkeerde belading. Alle mogelijke onheil moet vooraf worden meegenomen in de zogeheten RiBo, ofwel risicobeoordeling. Veel gebruikers worstelen met de vraag hoe ze dat goed in beeld kunnen krijgen en berekenen. Dit geldt met name omdat veel veiligheidssystemen elektronisch werken en de veiligheid van mensen, goederen en het milieu voor een belangrijk deel afhankelijk is van software. De With: "Als een onbemand voertuig op je af komt rijden, moet je maar hopen dat de hardware en software een onaangenaam treffen voorkomen. Je moet er als gebruiker van op aan kunnen dat veiligheidssoftware werkt, altijd en overal. Er zijn helaas nog steeds programmeurs en IT-bedrijven die werken via 'trial and error' in plaats van dat ze methodisch te werk gaan."

Wil je weten of veiligheidssoftware functioneert, dan is er maar één methode: testen, testen, testen. Creëer bewust (maar beheerst) onveilige situaties en kijk wat er gebeurt. Vertrouw de software pas als die bij elke mogelijke situatie ingrijpt. Ook om deze reden is een goede RiBo belangrijk. Bij mobiele applicaties moet rekening worden gehouden met de gebruikscondities. Niets zo nat als Nederland, en niets zo stoffig als een net omgeploegde kurkdroge akker.

Ook voor een RiBo bieden normen vaak uitkomst. NEN-EN-ISO 3691-4 bijvoorbeeld stelt voor mobiele voertuigen eisen aan beveiliging tegen niet-geautoriseerd gebruik, aan remwegen, aan spanningsuitval, aan snelheden en aan verlies van besturing. Ook moet het mogelijk zijn een machine lokaal of op afstand door een mens te laten besturen. Voor stabiliteitseisen wordt verwezen naar de eisen die gelden voor bemande trucks.

BETROUWBAARHEID

Er dreigt bij mobiele voertuigen gevaar van buitenaf (het risico van botsingen), maar ook van binnenuit. Bij gebruik

Er zijn speciale normen voor de veiligheid van autonome landbouwvoertuigen



(Foto: Wikipedia Commons – DLG e.V.)

in de open lucht staan voertuigen bloot aan weersomstandigheden en ongelijk terrein. Het is niet denkbeeldig dat sensoren of elektronische besturingen uitvallen. Ze kunnen ook hun positie signaal (kabel, laser, GPS) kwijtraaken en op hol slaan.

De With: "NEN-EN-ISO 13849 kent een categorie 2, die zegt dat op het eenkanalige systeem een automatische bewaking met een extern systeem moet plaatsvinden. Dat houdt onder meer in dat een veiligheidsfunctie op een voertuig automatisch moet worden bewaakt. Het is verstandig om het veiligheidscircuit redundant uit te voeren, zodat het voertuig in de hogere categorie 3 of 4 terechtkomt. Wie het echt goed wil doen, brengt in de veiligheidsfunctie diversiteit in. Dat wil zeggen dat bijvoorbeeld een radar en een camera onafhankelijk van elkaar, gevoed vanuit verschillende bronnen, de route van het voertuig in de rijrichting overzien. 'Common cause failure' wordt daarmee voorkomen. Helaas werkt dat wel kostprijsverhogend, niet alleen qua componenten maar ook qua engineering- en programmeertijd."

Maar behalve veiligheidsissues kunnen ook wettelijke eisen het inzetten van robots beperken of verhinderen. Mobiele voertuigen rijden vrij langzaam in fabrieken en magazijnen. Maar trekkers, landbouwwerktuigen en wegenbouwmachines zouden behalve in het veld ook op de openbare weg kunnen komen. Een onbemande trekker of wiellader mag daar in Nederland en veel andere landen niet rijden. Automatisch rijdende vrachtwagens (die een stuk sneller rijden) mogen vooralsnog alleen met een speciale vergunning en onder begeleiding van mensen op de openbare weg.

ONDERWIJS

Wat gebeurt er in het onderwijs (en daarna) aan scholing op het gebied van veiligheid? De With: "Op hbo-niveau wordt er wel aandacht aan besteed, maar niet voldoende. Ik geef al een paar jaar gastlessen aan een hogeschool in Noord-Brabant. Daar staat een automatiseringsopstelling met kleine robots. Maar de veiligheidscircuits van diverse onderdelen daarvan waren nog niet doorgeschakeld, zodat bij een probleem niet de hele opstelling naar een veilige modus gaat. Gelukkig begint men daar in te zien dat veiligheid een essentieel onderdeel is van een automatiseringssysteem. Maar op andere niveaus en instituten komt veiligheid niet in het lesprogramma voor." De With wil het onderwijs overigens niet afvallen, want

docenten hebben vaak niet de tijd en middelen om er goed les in te geven. Zijn bureau geeft regelmatig cursussen aan bedrijven, en dan blijkt de materie voor 80-90% van jonge cursisten helemaal nieuw te zijn. Ze weten wel dat er normen zijn, maar of die verplicht zijn en hoe ze daarmee moeten omgaan: geen flauw idee. Dat gebrek aan kennis is vooral zorgelijk bij degenen die met machines moeten werken zoals bijvoorbeeld operators, machinebedienden, loonwerkers en wegenbouwers. Fabrikanten en systeemintegratoren geven vaak wel instructies (al dan niet tegen extra betaling), maar die zijn doorgaans niet uitputtend. Er mag best meer aandacht aan veiligheid worden besteed – het kan om mensenlevens gaan.

NORMEN

Op de website van het Nederlands Normalisatie-Instituut, www.nen.nl, vindt u informatie over alle relevante nationale en internationale normen, die u daar ook online kunt bestellen. U vindt er ook normen voor vocabulaire, definiëring, evaluatie en testmethoden voor robots en aanverwante apparatuur.



[Direct naar normen](#)

*U wilt geen klap krijgen van de bak van een autonome rupsgraafmachine!
(Foto: PxHere)*

