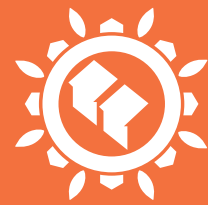


Roboter

Industri

Arbejds miljø i industrien



bfa-i.dk



Mange medarbejdere har i de senere år fået en ny kollega i form af en robot. Robotterne er for alvor på vej ind i danske virksomheder, hvor de fjerner meget ensidigt gentaget arbejde og mange tunge løft. Desværre har robotter også været involveret i flere alvorlige ulykker og mange nær-ved-ulykker. Denne vejledning har til formål at hjælpe virksomheder, der bruger eller skal i gang med at bruge robotter til at reducere risikoen for ulykker på eksisterende og kommende robotter.

Denne vejledning er finansieret af BFA Industri, der er arbejdsmarkedets parter - i industrien - fælles forum for arbejdsmiljø. Indholdet er udtryk for parternes fælles holdning til emnet. Dette er en generel vejledning. Der kan derfor være forhold i virksomheden, som gør at virksomheden bør tage kontakt til en autoriseret arbejdsmiljørådgiver.

Arbejdstilsynet har haft vejledningen til gennemsyn og finder, at indholdet i den er i overensstemmelse med arbejdsmiljølovgivningen. Arbejdstilsynet har alene vurderet vejledningen, som den foreligger, og som tekst, billeder og skemaer m.v. umiddelbart fremstår. Arbejdstilsynet har ikke taget stilling til, om vejledningen dækker samtlige relevante emner og problemstillinger inden for det pågældende område. Herudover tages der forbehold for den teknologiske udvikling.

Denne og andre publikationer, som omhandler et godt og sikkert arbejdsmiljø, findes i elektronisk form på BFA Industris hjemmeside www.bfa-i.dk, og materialerne fra BFA Industri kan også fås ved henvendelse til egne organisationer.

Vejledningen er udarbejdet af Maskinsikkerhed ApS for BFA Industri.



bfa-i.dk

BFA Industri

Layout: Rosendahls A/S

Tryk: Dystan & Rosenberg ApS

Oplag: 1.000 ekspl.

November 2022

ISBN 978-87-93916-78-4





Indhold

4

- Hvad er en robot

5

- Maskindirektivet

6

- Fabrikantens ansvar

7

- Maskiner som delmaskiner

9

- Standarder

10

- Risikovurdering
- Sikringsløsninger

14

- Sikkerhed under indkøring

17

- Fabrikantens opgaver og ansvar

18

- Brugervirksomheden bygger egen robot

20

- Hvordan køber man en robotløsning

22

- Risikovurdering af egne opgaver

23

- Ombygning og ændret brug af en robotløsning

24

- Uddannelse

25

- Ibrugtagningskontrol

27

- Kontrol af eksisterende robotløsninger
- Regelmæssigt eftersyn

28

- Hvad skal efterses på en robotløsning

30

- Henvisninger

Hvad er en robot?

Vi møder efterhånden robotter mange steder i vores omgivelser. Som selvkørende plæneklippere eller støvsugere, legetøj og meget andet. De mest kendte er dog dem, man finder i industrien, hvor robotterne udfører et stykke arbejde i form af svejsning, håndtering, montage og meget mere. Denne vejledning omhandler det, der i daglig tale hedder industrielle robotter. Altså robotter der anvendes i industrien. Selvkørende robotter, robotstøvsugere mv. er ikke behandlet i denne vejledning.

Hvad er industrielle robotter

Industrielle robotter defineres i denne sammenhæng som:

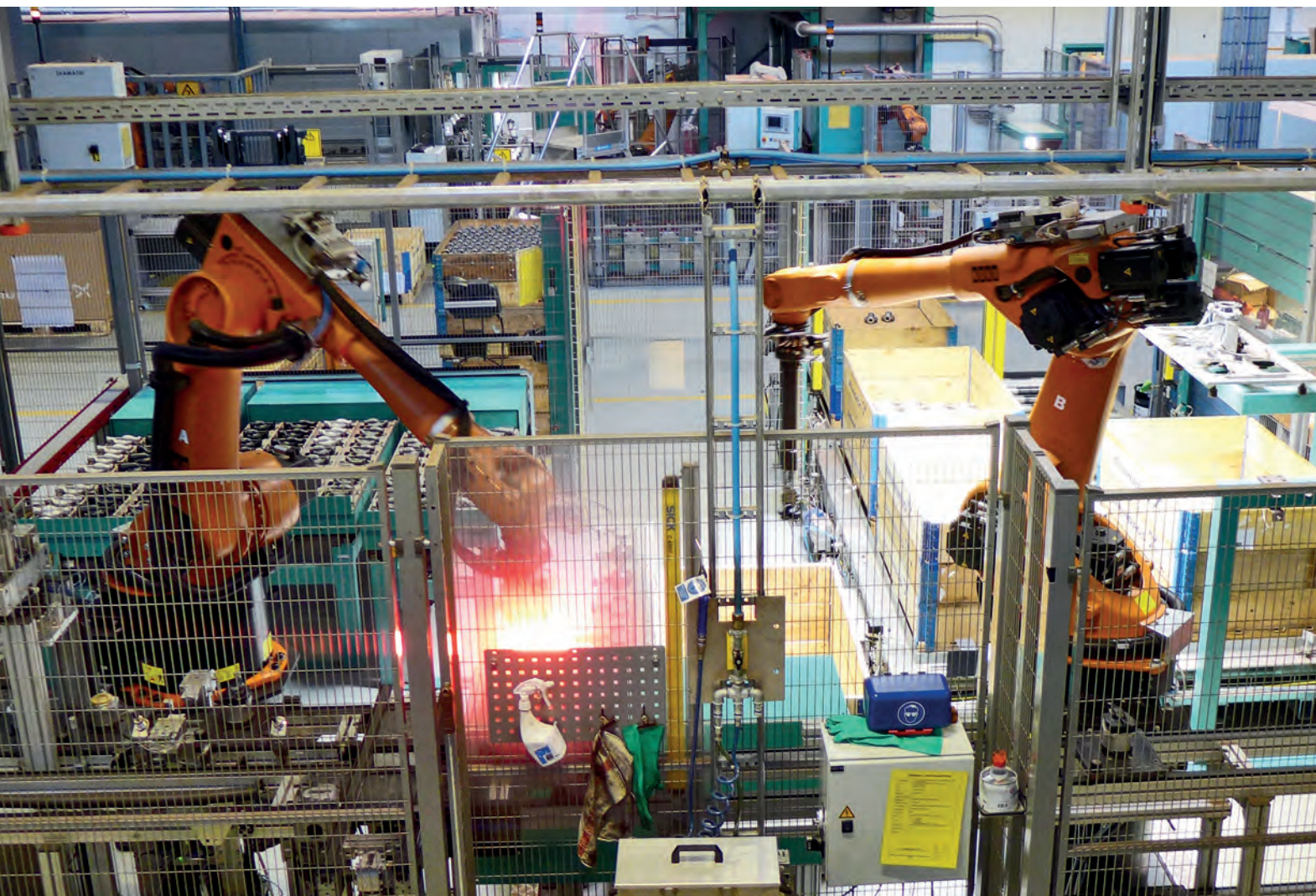
En robot er en automatisk styret, reprogrammerbar, multianvendelig manipulator, som er programmerbar i tre eller flere akser, fast installeret eller mobil for brug i industrielle automationsopgaver.

Denne vejledning handler om denne type robotter.

Robotter leveres normalt som en del af en samlet brugsfærdig løsning, fx:

- En robotcelle, der typisk består af en robot, der udfører et stykke arbejde. Selve cellen har som regel en sikring, der beskytter personer mod kontakt med robotens bevægelser. Sikringen kan være fysisk i form af et hegn. Sikringen kan også være elektrisk i form af en scanner eller et lysgitter mv., der standser robotten, når noget aktiverer sikringen.
- En fritstående robot, der typisk består af en robot, der kan arbejde uden beskyttelse i form af hegn, scannere eller lysgitter.
- Et robotanlæg, der typisk består af en eller flere robotter, der arbejder sammen med andre maskiner.

En robotløsning omfatter i denne vejledning alle 3 former: Robotcelle, fritstående robot og robotanlæg.



Maskindirektivet

En maskine skal være sikker. De generelle indretningskrav for maskiner findes i Maskindirektivet. Reglerne er forholdsvis overordnede og dækker alle maskiner fra plæneklippere til store komplekse robotanlæg.

For at hjælpe fabrikanter og brugere af maskiner med at fortolke Maskindirektivets indretningskrav, laves der standarder. Standarder kan betragtes som vejledninger for generelle sikringsløsninger eller for specifikke maskintyper som fx en robotcelle.

Vejledningen her gengiver indretningskrav fra Maskindirektivet og de følgende standarder:

DS/EN ISO 10218-1/2012 Sikkerhedskrav til industrirobotter – Del 1: Robotter-

DS/EN ISO 10218-2/2012 Sikkerhedskrav til industrirobotter – Del 2: Robotssystemer og integration.

Man taler ofte om Maskindirektivet som gældende lov for sikker indretning af maskiner. I Danmark findes Maskindirektivet som en bekendtgørelse i form af Arbejdstilsynets bekendtgørelse 693/2013 om indretning mv. af maskiner.

Maskindirektivet tager kun stilling til, hvordan maskiner skal indrettes sikkert.

Sikkerhedskrav til brugervirksomhedens anvendelse af robotter kommer fra Arbejdstilsynets bekendtgørelse 1109/1992 om anvendelse af tekniske hjælpemidler.

Man skelner således mellem indretning af maskiner og anvendelse af tekniske hjælpemidler/maskiner.

Regler for indretning og brug af robotter

Arbejde med og ved robotter skal være sikkert og forsvarligt. Med en godt gennemtænkt og udført plan på baggrund af Arbejdstilsynets krav til indretning og anvendelse af robotter kan ulykker med robotter undgås.

Før 1995

De første robotter blev sat i drift herhjemme i begyndelsen af halvfjerdserne, dvs. længe inden Maskindirektivet trådte i kraft i 1995. Nogle af disse ældre robotter er stadig i drift. En maskine eller et robotanlæg, der er sat i drift før 1995, skal være indrettet efter de regler, der var gældende på ibrugtagningstidspunktet.

I Danmark skal robotanlæg fra før 1995 overholde Arbejdstilsynets bekendtgørelse 612/2008 om indretning af tekniske hjælpemidler, kapitel 3 Andre maskiner. Reglerne er uddybet i Arbejdstilsynets vejledning B 1.4 Automatisk styrede maskinanlæg, inklusiv industrirobotanlæg.

Har man robotanlæg fra før 1995, kan ændringer/ombygninger laves efter reglerne fra før 1995. Men man kan også vælge at følge de regler, der gælder i dag for nye robotanlæg.

Efter 1995: CE-mærkning

Det er først efter 1995 og Maskindirektivet, man er begyndt at ensarte reglerne for maskiner i Europa. Formålet med fælles europæiske regler for indretning af maskiner er, at man i alle EU-lande skal kunne købe og sælge maskiner, som opfylder de samme indretningskrav, uden at nationale myndigheder skal kontrollere hver eneste maskine eller stille egne nationale krav.

Yderligere oplysninger om Maskindirektivet kan læses i vejledningen CE-mærkede maskiner.

En maskinfabrikant har ret til at sælge maskiner i hele EU/EØS, når hans maskine er CE-mærket, og dermed indrettet og dokumenteret efter gældende regler. Det sikrer et meget højt sikkerhedsniveau, uden at der skal laves sikringsløsninger, som passer til forskellige landes nationale regler.

Hvis en virksomhed bygger et robotanlæg til eget brug, er virksomheden fabrikant af anlægget. Virksomheden skal opfylde de samme krav som en maskinfabrikant: Robotanlægget skal være CE-mærket, før det må tages i brug, dvs. brugervirksomheden skal lave en skriftlig risikovurdering, indrette robotanlægget efter gældende regler og standarder, lave brugsanvisning og en EF-overensstemmelseserklæring.



Ingen myndighed i EU/EØS må stille skrapere krav til indretning og dokumentation, og der er ingen mulighed for dispensation fra reglerne.

Fabrikantens ansvar

En fabrikant af et robotanlæg skal lave en risikovurdering for robotanlægget. Risikovurderingen er grundlag for at designe og bygge robotanlægget. Formålet med risikovurderingen er at finde alle relevante farekilder i hele maskinens levetid. Når fabrikanten har fundet alle farekilder, skal robotanlægget sikres, så farekilderne gøres ufarlige, fx ved at bruge afskærmning, lysgitter, ufarlig lav kraft osv.

Risikovurderingen skal dække alle relevante driftsformer, fx opstilling, indkøring, brug, omstilling, vedligeholdelse, fejlfinding. Kort sagt skal alle aktiviteter på et robotanlæg kunne udføres sikkert. Fabrikanten skal fastlægge, hvilke aktiviteter der skal udføres, fx rengøring, brug og vedligeholdelse. Der skal også laves en plan for, hvordan aktiviteterne skal udføres.

En robotløsning skal desuden ledsages af en dansk brugsanvisning, hvor brugeren kan finde information om aktiviteterne. Brugsanvisningen skal omfatte alle relevante anvendelser og aktiviteter.

Fabrikanten skal også lave en EF-overensstemmelseserklæring, hvor han skriver under på, at robotløsningen overholder Maskindirektivet. De standarder, der er brugt under konstruktionen, kan nævnes, og eventuelle andre relevante direktiver skal nævnes.

Hvis ikke brugervirksomheden sammen med maskinen modtager en dansk brugsanvisning og en underskrevet EF-overensstemmelseserklæring, kan robotløsningen ikke betragtes som CE-mærket.

Ibrugtagning

CE-mærkningen er meget vigtig, for uden den må en ny robotløsning ikke tages i brug, og det gælder uanset, om det er en simpel robot til emnehåndtering eller et stort robotanlæg med flere robotter og maskiner.

Inden robotløsningen overdrages til brug, kan man have brug for at afprøve, om den opfylder alle funktionskrav. Dette skal gøres af fabrikantens eget uddannede personale, dvs. at teknikere fra udviklingsafdelingen gerne må prøve sig frem med andre sikringsløsninger end dem, der vil være på den færdige maskine.

Udviklingsarbejde, herunder test, skal også være sikkert. Driftsoperatører kan normalt ikke betragtes som fabrikantens eget uddannede personale.

Inden robotløsningen overgives til produktion skal den være CE-mærket. I henhold til Maskindirektivet er markedsføringstidspunktet afgørende for, hvornår

en robotløsning skal være CE mærket. I praksis er markedsføringstidspunktet det tidspunkt, hvor den samlede brugsklare robotløsning overdrages til kunde, brugeren eller til produktion.

Sikkerhed i alle faser

Fabrikanten har ansvaret for, at alle krav jfr. Maskindirektivet er opfyldt. Den, der leverer en maskine klar til brug, har ansvaret som fabrikant.

Normalt er det producenten af maskinen, der er fabrikant. For robotceller laves CE-mærkningen for det meste af leverandøren af den brugsklare robotcelle, men det kan også være en brugervirksomhed, en der samler flere maskiner, en importør, forhandler eller lignende. Der er heller ikke krav til kvalifikationer, så enhver kan i princippet være fabrikant. Man skal dog huske, at det kræver viden om sikkerhed og indretningskrav at kunne CE-mærke en robotløsning, så alle regler er overholdt.

Ifølge Maskindirektivet skal fabrikanten designe og bygge sin robotløsning på baggrund af sin risikovurdering. Han skal altså tænke sig om, før han designer og gennemtænker sikkerheden, ikke kun når robotløsningen er i brug, men også under indkøring, fejlafhjælpning, justering, rengøring mv.

Mange alvorlige ulykker med robotløsninger sker netop under indkøring og fejlafhjælpning, fordi sikkerheden ikke er gennemtænkt i disse situationer. Hvis maskinfabrikanten fra start medtager alle opgaver og situationer i sin risikovurdering, kan han udvikle robotløsninger, som er lettere at arbejde med, sikrere at anvende, nemmere at indkøre og enklere at fejlrette. Brugeren kan hjælpe fabrikanten og sig selv ved at diskutere opgaven før købet. Se Indkøb af robotløsninger side 20.



Integrator

DS /EN ISO 10218-2/2012 definerer en rolle som integrator.

Integratoren skal stå for indsamling og vurdering af information om alle relevante krav til kapacitet, præcision, skift af værktøjer og andre driftsmæssige emner, samt varetage alle forhold vedrørende sikkerhed, herunder fastlægge sikkerhedsstrategi, udføre risikovurdering, dokumentation mv. Det er valgfrit, hvor integratoren kommer fra: Fabrikant af robotløsninger, brugervirksomhed, konsulent mv.

I nogle tilfælde kan det være en fordel at dele integratorens opgaver mellem flere personer, så én tager sig af alle driftsmæssige forhold, mens en anden tager sig af fx sikkerhed, risikovurdering, uddannelse, instruktion, dokumentation, ibrugtagningskontrol mv. Det vigtige er, at man når frem til en sikker og brugbar robotløsning. Køber man en færdig robotløsning, vil fabrikanten af robotløsningen som regel også være integrator. Brugervirksomheden bør i dette tilfælde selv udpege en person til at følge projektet tæt, så alle ændringer hos fabrikanten eller hos brugervirksomheden vurderes i forhold til det oprindelige designgrundlag. Ændringer kan være udskiftning af underleverandører, at robotten skal kunne håndtere flere typer produkter end aftalt, at pladsforholdene ændres mv.

Hvis brugervirksomheden vælger at være fabrikant af den samlede robotløsning baseret på underleverancer af delmaskiner og evt. maskiner, har brugervirksomheden det fulde ansvar for den endelige sammenbygning af robotløsningen. Brugervirksomheden påtager sig derved rollen som integrator. Det kræver en ret omfattende viden at udføre dette arbejde, bl.a. godt kendskab til risikovurdering, design, standarder og dokumentation af sikre styresystemer for maskinsikkerhed generelt og robotløsninger i særdeleshed.

Man kan som brugervirksomhed med fordel købe hjælp til de dele af integratorens ansvarsområder, man ikke selv har kompetence i.

Maskiner som delmaskiner

Maskindirektivet giver to muligheder for at sælge og dokumentere maskiner.

En maskine i Maskindirektivets forstand er et produkt, der er færdigt og brugsklart. Den mangler typisk



kun tilslutning af fx elektricitet, trykluft og montage. En robotløsning med robot, transportbånd, bearbejdning osv. er en maskine og skal være CE-mærket, inden den tages i brug.

Robotter er som delmaskiner

En delmaskine er en enhed, der næsten er en maskine, men som ikke er færdig til brug. Den skal bygges sammen med noget andet til en brugsklar maskine.

Robotter sælges normalt som delmaskiner, som skal indgå i en samlet robotløsning, der skal CE-mærkes, før den må tages i brug.

Køber en brugervirksomhed en robot som en delmaskine, må den altså ikke umiddelbart tages i brug. Brugervirksomheden kan enten CE-mærke den færdige robotløsning selv eller få en ekstern til at påtage sig ansvaret for den samlede CE-mærkning.

Delmaskiner adskiller sig fra CE-mærkede maskiner ved, at de kun delvist overholder Maskindirektivets indretningskrav. Når man køber en delmaskine, får

man en montagevejledning, der beskriver, hvordan den skal indbygges eller monteres. Inkorporeringserklæringen kan indeholde en henvisning til nogle punkter i Maskindirektivets Bilag I, fx 1.2.4.3 Nødstop, 1.3.2 Risiko for brud, 1.3.7 Risici i forbindelse med bevægelige dele – dvs. de punkter, delmaskinen ifølge fabrikanten opfylder. Alle de angivne punkter skal overholde Maskindirektivets og relevante standarders krav, og der skal være et teknisk dossier med risikovurdering. Fabrikanten af delmaskinen har de samme opgaver og ansvar for overholdelsen af de angivne punkter, som en maskinfabrikant har for en CE-mærket maskine.

De punkter, der ikke er dækket af inkorporeringserklæringen, skal varetages af fabrikanten af den færdige robotløsning. Derfor anbefales det, at man aftaler, hvilke punkter der skal angives som overholdt på inkorporeringserklæringen, før man afgiver sin ordre. Desuden bør omfang af medleveret dokumentation aftales, fx udlevering af risikovurdering for de angivne punkter og krav til indhold i brugsanvisningen.

I praksis er det sådan, at fabrikanten af den færdige løsning ikke skal risikovurdere for de punkter, som fabrikanten af delmaskinen har oplyst på inkorporeringserklæringen. Dette forudsætter, at indbygning og montering af delmaskinen sker præcis på den måde, som monteringsvejledningen foreskriver. Hvis ikke, skal man risikovurdere sine afvigelser.

EF-Overensstemmelseserklæring

EF-Overensstemmelseserklæringen er fabrikantens erklæring om, at en maskine eller robotløsning overholder Maskindirektivets og relevante standarder. Erklæringen skal være underskrevet, inden anlægget tages i brug.

Hvad skal som minimum fremgå?

- EF-Overensstemmelseserklæring IIA
- Fabrikantens navn og adresse
- Navn og adresse på personen, der er bemyndiget til at samle og udlevere det tekniske dossier (kan være fabrikanten selv eller en anden)
- Maskinens type og betegnelse samt årstal
- En kort generel beskrivelse af maskinen
- Erklæring om overholdelse af Maskindirektivet
- Evt. erklæring om overholdelse af standarder. For en robotløsning bør DS/EN ISO 10218-2/2012 Sikkerhedskrav til industrirobotter - Del 2: Robotsystemer og -integration være nævnt.

Overensstemmelses- eller inkorporeringserklæringen har meget stor betydning:

Overensstemmelseserklæringen angiver, at det er en færdig, brugsklar maskine, jvf. Maskindirektivets Bilag II stk. A.

Inkorporeringserklæringen angiver, at det er en delmaskine, der ikke må tages i brug, før en anden fabrikant har CE-mærket den færdige maskine, som delmaskinen skal indbygges i. Jvf. maskindirektivets Bilag II stk. B.

Inkorporeringserklæring for delmaskine (kaldet delmaskine-erklæring)

Inkorporeringserklæringen er fabrikantens erklæring om, at en delmaskine, fx en robot, IKKE overholder Maskindirektivets, men skal indbygges i en maskine, der skal CE-mærkes inden levering til brug. Erklæringen skal være underskrevet, inden delmaskinen må leveres.

Hvad skal som minimum fremgå?

- Inkorporeringserklæring IIB
- Fabrikantens navn og adresse
- Navn og adresse på personen der er bemyndiget til at samle og udlevere det tekniske dossier (kan være fabrikanten selv eller en anden)
- Delmaskinens type og betegnelse samt årstal
- Erklæring om overholdelse af de angivne punkter fra Maskindirektivets Bilag I
- En oplysende tekst fx: Delmaskinen må ikke tages i brug, før den er indbygget i en maskine, der er erklæret i overensstemmelse med Maskindirektivet og relevante standarder
- Evt. erklæring om overholdelse af standarder. For et robotanlæg bør DS/EN ISO 10218-2/2012 Sikkerhedskrav til industrirobotter - Del 2: Robotsystemer og -integration være nævnt.

Standarder

Maskindirektivets krav gælder for sikker indretning og dokumentation af alle nye maskiner. For at hjælpe fabrikanter med krav og løsninger og for at opnå et ensartet sikkerhedsniveau, udarbejdes der standarder. Der findes tre typer standarder:

- A: Generelle og overordnede standarder
- B: Generelle sikkerhedsstandarder der kan anvendes på mange maskiner, fx rækkeafstande, lysgitter, skærme, nødstop
- C: Specifikke standarder for en maskintype, fx DS/EN ISO 10218-2/2012 Sikkerhedskrav til industrirobotter - Del 2: Robotssystemer og -integration

En løsning i en C-standard har forrang for løsninger fra A- og B-standarder, da C-standarder dækker en specifik maskintype. En C-standard kan foreskrive, at man under visse betingelser kan fravige krav om nødstop, acceptere kortere sikkerhedsafstande mv.

En standard kan betragtes som en beskrivelse af, hvordan fx et robotanlæg skal sikres.

Standarderne giver det, der kaldes formodningsret, dvs. at hvis standardens krav er opfyldt, har fabrikanten ret til at formode, at Maskindirektivets krav er opfyldt for de farekilder standarden angiver løsninger for. Hvis maskinen har farekilder, der ikke er dækket af standarden skal man selv finde løsninger, evt. ved brug af andre standarder.

Det er frivilligt, om man vil følge Maskindirektivets standarder, men standardens løsninger sætter niveauet. Vælger man som fabrikant andre løsninger, skal maskinens risikovurdering dokumentere, at de valgte løsninger mindst giver samme sikkerhed som standardens.

Derfor skal man som fabrikant kende de relevante standarder. Det gælder også, når man som brugervirksomhed bygger maskiner til eget brug.

DS/EN ISO 10218-1/2012 Sikkerhedskrav til industrirobotter - Del 1: Robotter

Standarden angiver krav og løsninger for selve robotten. Den er en støtte for fabrikanten af selve robotten, men har mindre interesse for fabrikanten af den samlede robotløsning og for brugeren.

DS /EN ISO 10218-2/2012 Sikkerhedskrav til industrirobotter - Del 2: Robotssystemer og -integration

Standarden fastlægger sikkerhedsniveauet for robotløsninger. En robotløsning behøver ikke at være en indhegnet robotløsning. Det kan også være en robot, der arbejder uden afskærmning eller hegn. Foruden en række sikkerhedskrav kræver standarden, at der i ethvert robotprojekt skal være en integrator (se side 7). Standarden angiver det sikkerhedsniveau og de løsninger, der skal overholdes i den samlede robotløsning.

Brugervirksomheden kan bruge standarden ved specifikation før ordreafgivelse og til ibrugtagningstrollen, se side 25.

Ud over sikkerhed giver DS/EN ISO 10218-2/2012 en metode til den samlede kvalitetsstyring af hele robotprojektet, herunder kapacitet, leveringstid, produktkvalitet mv.

Standarder henviser ofte til et antal andre standarder: Når DS/EN ISO 10218-2/2012 stiller krav om nødstop, henvises til DS/EN ISO 13850/2015 Nødstop, hvor man kan læse om kravene til design af nødstopssystemet.





Risikovurderingen

En risikovurdering er en systematisk vurdering af farekilder, farer og risici ved en robotløsning eller anden maskine. For at fabrikanten kan påstå, at robotløsningen overholder alle gældende krav, skal han gennemføre en risikovurdering. Risikovurderingen kan metodemæssigt udføres på mange måder. Risikovurdering af robotløsninger bør tage udgangspunkt i standarden DS/EN ISO 12100/2011, som er en standard for risikovurdering jfr. Maskindirektivet. Risikovurderingen har flere elementer. De vigtigste er:

Afgrænsning af maskinens funktioner og virkemåde:
Fabrikanten skal afdække, hvad robotløsningen skal bruges til, og under hvilke forudsætninger brugeren skal anvende den.

Farekildeidentifikation:

Når robotløsningens brug er lagt fast og beskrevet, kan man gennemføre en farekildeidentifikation. Farekilderne udpeges, inden der tænkes på sikringsløsninger og omhandler alle farekilder, som kan komme fra robotløsningen. Fx vil der være nogle farekilder, når robotten udfører sit normale arbejde, mens der vil være andre under rengøring, service, vedligeholdelse mv.

Risikovurdering:

Herefter kan man lave en vurdering af hver enkelt farekilde og de sikringsløsninger, som reducerer risikoen for hver farekilde. I standarden DS/EN ISO 10218-2/2012 kan man finde sikringsløsninger for de farekilder, der normalt er på robotløsninger. Hvis der er farekilder på en robotløsning, som ikke står i standardens liste, må man selv finde løsninger.



Dørlås set inde fra en robotcelle. Man må aldrig kunne blive lukket inde i en maskine. Denne dørlås kan ikke låses eller blokeres

Teknisk dossier:

Risikovurderingen indgår i maskinens tekniske dossier, også kaldet sagsmappen. Heri samles al den sikkerhedsmæssige dokumentation. Dokumentationen skal kunne overbevise en myndighed om, at robotløsningen er designet sikkert i henhold til kravene i Maskindirektivet og standarder. Som minimum skal det tekniske dossier indeholde en skriftlig risikovurdering, kopi af brugsanvisningen, kopi af EF-overensstemmelseserklæringen, erklæringer for sikkerhedskomponenter fx lysgitter, inkorporeringserklæring for selve robotten og kontrolmålinger af støj, stoptid mv.

Som kunde eller køber af et robotanlæg har man ikke krav på at se eller få udleveret fabrikantens risikovurdering af anlægget. Det anbefales, at man ved forhandling før ordreaftgivelse beder om at få udleveret risikovurderingen. Risikovurderingen kan bruges ved ibrugtagningsskontrollen og igen, hvis man ændrer på robotløsningens anvendelse på et senere tidspunkt. Risikovurderingen af selve robotten har brugeren sjældent brug for.

Sikringsløsninger

Sikring af robotter er lidt anderledes end sikring af andre produktionsmaskiner.

De mest brugte sikringsløsninger for robotter kan opdeles i følgende:

1. Mekaniske løsninger, fx hegn eller afskærmninger
2. Personregistrerende løsninger, fx lysgitter, lysbomme, trædemåtter
3. Programmerbare løsninger
4. Løsninger hvor nedsat kraft og lav hastighed er en del af sikkerheden, fx på robotter uden hegn
5. Kombinationer, fx en del af cellen er hegnet ind, mens adgang sker via en åbning med lysgitter

Mekaniske løsninger: Hegn

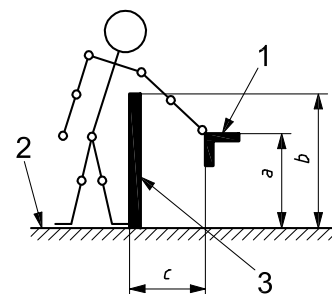
Et hegn omkring en robotløsning betragtes som en barriere, der holder personer ude af robotens arbejdsområde. Adgang til robotløsningen kan ske gennem en dør. Når døren åbnes, skal robotten og andre farlige bevægelser i cellen stoppe. Hegnet skal være udført, så man ikke kan omgå det ved fx at kravle under eller nå farlige dele ved at række over eller gennem hegnet.

Man kan ikke anvise en bestemt højde for hegn. Hegnets højde afhænger dels af afstanden til de farlige dele og dels af, hvor højt de farlige dele er placeret i forhold til hegnet. Hegnets højde kan bestemmes ud fra nedenstående tabel fra standarden DS/EN ISO 13857/2008 Rækkeafstande.

Tabel for minimumshøjde for et hegn. Minimumshøjden sikrer, at en person ikke kan række ind i et farligt område, mens personen står på gulvet.

Fareområdets højde ^a	Beskyttelsesafskærmningens højde ^{a, b}									
	b									
	1 000	1 200	1 400	1 600	1 800	2 000	2 200	2 400	2 500	2 700
	Vandret sikkerhedsafstand til fareområde, c									
2 700	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2 600	900	800	700	600	600	500	400	300	100	0
2 400	1 100	1 000	900	800	700	600	400	300	100	0
2 200	1 300	1 200	1 000	900	800	600	400	300	0	0
2 000	1 400	1 300	1 100	900	800	600	400	0	0	0
1 800	1 500	1 400	1 100	900	800	600	0	0	0	0
1 600	1 500	1 400	1 100	900	800	500	0	0	0	0
1 400	1 500	1 400	1 100	900	800	0	0	0	0	0
1 200	1 500	1 400	1 100	900	700	0	0	0	0	0
1 000	1 500	1 400	1 000	800	0	0	0	0	0	0
800	1 500	1 300	900	600	0	0	0	0	0	0
600	1 400	1 300	800	0	0	0	0	0	0	0
400	1 400	1 200	400	0	0	0	0	0	0	0
200	1 200	900	0	0	0	0	0	0	0	0
0	1 100	500	0	0	0	0	0	0	0	0

^a Beskyttelsesafskærmninger, der er lavere end 1 000 mm, er ikke medtaget, da de ikke i tilstrækkelig grad begrænser kroppens bevægelser.
^b Beskyttelsesafskærmninger, der er lavere end 1 400 mm, bør ikke anvendes, uden at der er truffet yderligere sikkerhedsforanstaltninger.
^c Se 4.2.1 for fareområder over 2 700 mm.



Eksempel:

Farezonen a er 1200 mm over ståfladen, og den vandrette afstand til farezonen c er 700 mm. Hegnet b skal i dette tilfælde være mindst 1800 mm højt.

Hegn omkring en robotløsning bruges i nogle tilfælde også til at sikre, at robotten ikke kommer uden for sin afskærmning. Særligt hvor det ikke er muligt at afgrænse robotens bevægelser via mekaniske aksebegrensninger eller software. Fabrikanten af robotløsningen beregner, hvor store kræfter robotten eller tabte emner kan udsætte hegnet for og monterer et hegn, der er stærkt nok. Denne type løsning er mest anvendelig på mindre robotter, eller hvor en betonvæg fungerer som hegn på et par af siderne.

Flere typer af hegn er testet for at vise, hvilke kræfter de kan modstå. Hvis hegnet anvendes til at holde robotten inde, skal fabrikanten også tage hensyn til, at personer, der kigger ind, kan blive skadet, når robotten rammer hegnet, eller at ting, der hænger på eller står op ad hegnet, kan blive slynget ud. Det er normalt et krav, at der ikke må være arbejdspladser eller overvågningspladser op ad robotløsningen, fordi hegnet kan bøje, når det rammes. Fabrikanten af robotløsningen skal oplyse om dette i brugsanvisningen. På de steder, hvor robotten kan nå hegnet, skal man også sikre, at fingre ikke kan blive ramt. Det kan gøres ved fx at montere en fast plade på hegnet.

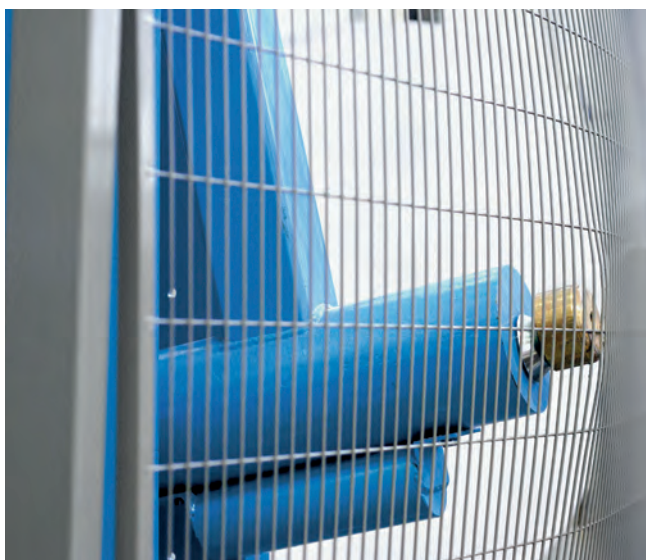
Hvis man ikke kan eller ønsker at bruge robotens aksebegrensninger eller software (se nedenfor) til at sikre, at robotten holder sig inde bag hegnet, kan man placere hegnet tilstrækkeligt langt væk. Det vil normalt sige, at robotten ikke under nogen omstændigheder kan nå hegnet. Det kræver, at man har god plads, og denne løsning anvendes sjældent.

Mekaniske og elektroniske aksebegrensninger

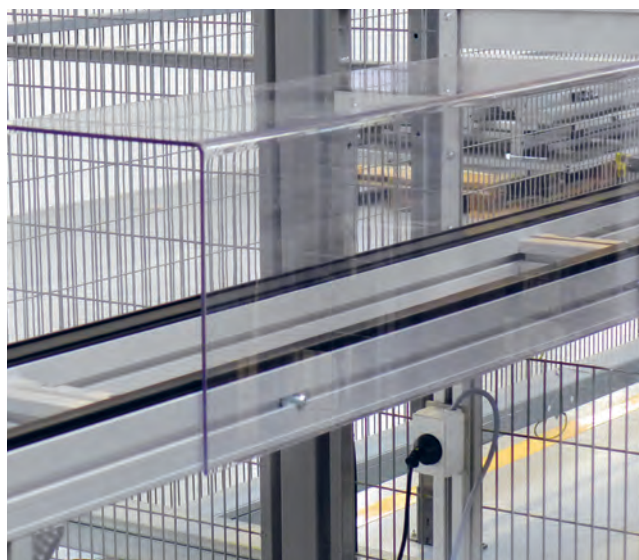
De fleste robotter kan dreje næsten hele vejen rundt om egen akse. Ofte har man dog kun brug for en rotation på 90 eller 180 grader. Hvis man monterer mekaniske endestop, der begrænser rotationen, kan hegnet placeres tættere på, så der frigøres plads til andet arbejde.

Mekanisk endestop bruges ofte på robotens første-akse (den der drejer om selve basen) og på anden-aksen (på den første frie arm). Derved begrænses robotens bevægelser væsentligt, og har man ikke brug for mere, er det en nem, billig og meget sikker løsning.

Endestop kan også laves med elektroniske kontakter, hvilket dog kræver, at de er en del af robotløsningens sikkerhedskreds.



Hegnfabrikantens test af hegnets styrke i forhold til udslyngning af emner.



Transportbånd til levering af produkter til robotten. Ved at sætte en tunnel på transportbåndet sikres det, at man ikke kan række ind i robotens farlige bevægelige dele. Tunnellen er designet i henhold til DS/EN ISO 13857/2008 Rækkeafstande.

Programmerbare løsninger

De fleste robotter kan i dag leveres med en programmeret, sikker bevægelse, som sikrer, at robotten aldrig kommer uden for det planlagte maksimale bevægeområde. Det kaldes et virtuelt hegn. Løsningen kan også bruges til at holde robotten fri af andre maskiner og kan gøre indkøring mv. lettere. Bevægerummet defineres i softwaren. Kommer robotten uden for dette rum, stopper den automatisk. Løsningen skal normalt købes sammen med robotten, men kan i enkelte tilfælde eftermonteres.

Programmering udføres normalt af fabrikanten og kun med forsigtighed af andre specialister.

BEMÆRK: Hvis der kan slynges emner eller værktøjer uden for bevægelsesområdet, skal dette risikovurderes og sikres særskilt. Det samme gælder for robotter, som håndterer varme emner, fx flydende metal.

Personregistrerende løsninger

Personregistrerende sikringsløsninger er løsninger, der detekterer personer. Det kan være lysgitter, lysbomme, scannere, trædemåtter mv.

Træder en person på en måtte eller bryder et lysgitter, registreres det, at personen er på vej ind i det farlige område, hvorefter robotten automatisk stopper.

Det er vigtigt at placere løsningerne i tilstrækkelig afstand til de farlige områder eller dele. Man skal, i almindelig, hurtig gang kunne passere sikringsløsningen uden at kunne nå de farlige dele, før alle farlige bevægelser er stoppet. Placeringen bestemmes ved at måle robotens stoptid og beregne afstanden til sikringsløsningen jvf. løsningens brugsanvisning,



PLC med et enkelt sikkerhedsmodul. Sikkerhedsrelæer og sikkerheds-PLC'er har normalt en anden farve, gerne rød eller gul. Men kontroller alligevel dokumentationen for at være helt sikker.

eller jvf. standarden DS/EN ISO 13855/2010 Placering af beskyttelsesanordninger under hensyntagen til legemsdeles bevægelsehastigheder.

Lysbomme og lysgitter

En lysbomme eller -gitter registrerer, når en person passerer igennem, hvorefter robotanlægget automatisk stopper de farlige funktioner. Lysbomme og -gitter skal placeres i sikker afstand fra det farlige område.

Trædemåtter

En trædemåtte er en måtte med en række elektriske kontakter. Når man træder på måtten, tilsluttes kontakterne og signalerer, at robotten skal stoppe. Trædemåtter skal placeres og have en størrelse, så man ikke kan træde over dem.



Rullebane sikret mod, at personer kan gå ind i robotcellen vha. lysbom og kryds: Når en palle skal passere, mutes (slukkes) lysbummen, og den tændes automatisk igen umiddelbart efter, pallen er passeret.

Sikkerhedsscannere

En sikkerhedsscanner scanner et område rundt om robotten og registrerer, når en person træder ind i feltet. I de mest udbredte løsninger stopper robotten, hvorefter personen kan udføre sin opgave, træde ud af feltet og genstarte robotten.

Lidt mere avancerede løsninger kan danne to felter omkring robotten. Når en person træder ind i det første felt, reducerer robotten hastigheden og genoptager den automatisk, når personen træder ud af feltet igen. Først hvis personen træder ind i det andet felt, stopper robotten helt og skal genstartes, når personen træder ud af feltet igen.

Robotter uden hegn

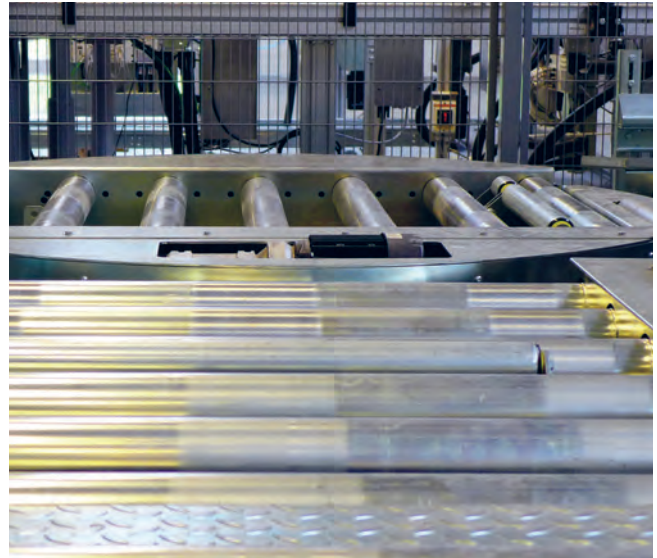
Der findes flere og flere robotter, der kan anvendes uden indhegning. Nogle robotter er i deres grundudførelse designet med så lav kraft og hastighed, at de ikke kan skade en person. Derfor betragtes selve robotten som sikker. Fabrikanten af selve robotten garanterer kun robotten i den form, den er leveret i. Det vil sige, at griber, emner, proces mv. skal risikovurderes af fabrikanten af den samlede robotløsning.

Det kan ske på to måder:

- Detektor, der stopper robotten i god tid, før personer kommer tæt nok på
- Ufarlig lav kraft og hastighed

Berøringsfølsomme robotter

En løsning, der ikke er så udbredt, er særlige berøringsfølsomme robotter. I skrivende stund er der et par løsninger på markedet. Begge løsninger har en blød, berøringsfølsom skal omkring robotten, som registrerer, hvis robotten støder ind i en operatør eller



Rullebane sikret mod, at personer kan gå ind i robotcellen vha. vandret lysgitter: Når en palle skal passere, mutes (slukkes) de ønskede dele af lysgitteret, og de tændes automatisk igen umiddelbart efter, pallen er passeret.

andet, hvorefter robotten automatisk stopper. Kommer operatøren tæt på robotten, nedsættes operationshastigheden automatisk.

Ufarlig lav kraft

Man kan begrænse robotens kræfter og hastighed, så personer kan arbejde i nærheden af eller sammen med robotten. Løsningen kræver en robot, der er særlig egnet til denne anvendelse. Det er leverandøren af robotten, der skal angive, om robotten kan arbejde uden yderligere afskærmning. Dette afhænger af det arbejde, robotten skal udføre. Hvis man anvender robotten til at håndtere varme eller skarpe genstande, vil man hurtigt opdage, at afskærmning er nødvendig, fx en lokal afskærmning om den varme del. Omvendt kan man sagtens håndtere eksempelvis afrundede eller bløde emner.

Der hvor risikovurderingen viser, at robotten skal sikres bedre, kan der anvendes et simpelt hegn, en scanner, trædemåtter mv.

Samarbejdende robotter

Kollaborative robotter er robotter, som kan anvendes uden hegn, og hvor operatør og robot derfor kan udføre et samarbejde. Det giver en række fordele, fordi robotter kan udføre deres operationer med meget stor nøjagtighed og som regel med ret store kræfter, mens mennesker er gode til at overvåge, om en proces forløber korrekt og om nødvendigt gribe ind og rette til. Kollaborative robotter er i hastig vækst. Foreløbig er det særligt løsninger til lette opgaver, der er mest udbredte, da kollaborative robotter til tunge opgaver er forholdsvis dyre.

Robotter uden indhegning skal også være sikre

Der er i de senere år kommet små billige robotter på markedet, som det ikke er nødvendigt at hegne ind. Selve robotten er sikret ved virtuel sikkerhed kombineret med en begrænsning i moment, kraft, impuls, effekt mv. Disse egenskaber skal vælges af fabrikanten af robotløsningen, jvf. selve robotens brugsanvisning.

Derfor vil evt. sikkerhedsproblemer komme fra værktøjet, og i enkelte tilfælde fra produktet.

Fabrikanten af robotløsningen skal udarbejde en risikovurdering, hvor potentielle berøringsscener vurderes i forhold til den udsatte kropsdel, mekaniske kontaktegenskaber og sandsynlighed for at en person rammes.

Værktøj til robotter

En robot har brug for værktøj til at udføre sine opgaver. Værktøjet kan være en simpel sugekop til at flytte emner, mere komplicerede gribeværktøjer, en lasersvejer mv. Både værktøjet og opgaven har stor betydning for sikringskravene.

Har et gribeværktøj klemmeffare, skal der være sikkerhed for, at ingen på nogen måde kan nå værktøjet ved at række over eller gennem afskærmningen. Kan man gå ind i cellen, mens robotten er stoppet og holder emnet, skal man sikre sig, at emnet ikke kan tabes, heller ikke ved nødstop eller strømafbrydelse.



Ufarlig lav kraft: Universal Robots

Selve bearbejdningen kræver også opmærksomhed

Robotanlægget skal sikres mod eksplosioner. Anlægget skal fx følge ATEX-reglerne, hvis det anvendes til at male med malinger, der indeholder brandfarlige stoffer som fx opløsningsmidler, der sammen med luft kan være eksplosionsfarlige. Det er selvfølgelig ikke alle malinger, der indeholder brandbare stoffer. Men selv hvis de ikke gør det, er der krav om en effektiv udsugning, der fjerner de farlige stoffer. Svigt i ventilationen eller aktivering af nødstop skal desuden medføre, at malingspåførelsen stopper, de elektriske tændkilder slukkes, og at luftudskiftningen hæves i en periode, der er fastlagt i risikovurderingen.

Anvendes robotten til at håndtere en laserskærer, er det vigtigt, at laseren ikke kan rettes mod et andet emne. Det kan fx sikres ved at anvende en pålidelig software, der overvåger position og hastighed. Hvis robotten er på vej ud af det tilladte område, skal den stoppe. Vær opmærksom på, at denne type software ofte skal tilkøbes. Bruger man robotten til svejsning, skal der afskærmes for svejselys, svejserøg skal fjernes, og der skal være sikkerhed for, at medarbejdere ikke kan brænde sig på varme overflader.

Sikkerhed under indkøring, justering og fejlfhjælpning

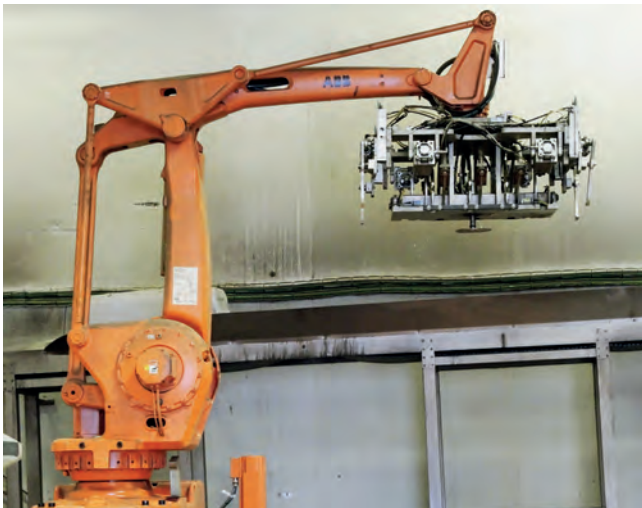
For at indkøre og afhjælpe fejl på robotter kan det være nødvendigt, at en medarbejder opholder sig tæt på robotten, mens den arbejder.

For robotter uden hegn er det sjældent et problem, da sikkerheden ikke er afstandsbaseret. Er robotten derimod sikret med hegn, sikkerhedsscanner eller lignende, kan man anvende en pedant, dvs. et håndpanel med de nødvendige styrings- og sikkerhedsfunktioner, herunder nødstop. Operatøren kan med pedanten styre robotten, andre maskiner og evt. også robotens værktøjer. Under dette arbejde vil robotens hastighed normalt være nedsat til en sikker, lav hastighed.

Normalt aktiverer operatøren håndpanelet og holder en kontakt i midterstilling.



Værktøj til håndtering af emner



Værktøj til håndtering af fyldte sække



Forsyningsadskillere for trykluft og el placeret samlet. Hvis begge er åbnet og aflåst, vil det normalt være helt sikkert at arbejde inde ved robotten. Kun hvis opgaven ikke kan udføres uden trykluft eller elforsyning, kan det i nogle tilfælde tillades at arbejde inde i robotcellen, mens robotten arbejder.



Pedant til brug ved arbejde inde i robotcellen

I følge DS/EN ISO 10218-2/2012 Robotceller anses det normalt for en sikker hastighed, hvis robotens værktøj kun flytter sig 250 mm pr. sekund. Den konkrete hastighed skal dog vælges ud fra en samlet risikovurdering af de opgaver, der skal udføres, robotens værktøj, risiko for klemning mv.

Pedant med midterstilling eller 3-positions-kontakt

Kontakten skal holdes i midterstilling, ellers stopper robotten. Hvis man er ved at blive ramt, kan man ikke forudse, om man vil klemme sammen eller smide håndpanelet. Midterstillingen giver sikkerhed i begge situationer.

Hvis flere personer skal arbejde samtidig inde i en robotcelle, hvor robotten kører med nedsat hastighed, skal de hver have en pedant eller 3-positions-kontakt.

Inden en robot køres ind, skal man vurdere, om værktøjet må være aktivt. En simpel holder, et vacuum-løfteåg eller lignende kan normalt accepteres, hvorimod en rundsav eller en lasersvejer skal være stoppet.

Igen - beslutningen afhænger af risikovurderingen for den samlede opgave, der skal udføres.

Alle forhold vedr. arbejde med pedant og 3-positions-kontakt skal være godt beskrevet i brugsanvisningen, og gennemgås grundigt ved uddannelsen og ibrugtagningskontrollen.



Fjernadgang til robotter

Normalt styrer robotter sig selv, overvåget af operatøren som har fuldt opsyn med det farlige område og kan starte, stoppe, aktivere nødstop mv.

Flere og flere robotter kan fjernbetjenes fra et andet lokale eller et kontrolrum, eller kan styres fra en hjemmearbejdsplads eller fra fabrikanten af robotløsningen.

Nogle justeringer kan foretages uden sikkerhedsmæssige problemer, som fx læsning af oplysninger. Genstart, ændring af arbejdsområde, programopdatering mv. kan have sikkerhedsmæssig relevans.

Fjernadgang til robot via modem

Standarden DS/EN ISO 10218-2/2012 anviser flere muligheder for sikker fjernstyring, også med operatører inde ved robotten.

Man skal altså ikke udelukke muligheden for at få hjælp til at fejlsøge, justere, programmere mv.

Sikkerheden skal bare være risikovurderet, aftalt og godt planlagt på forhånd, gerne ved købet af robotløsningen.

Fjernadgang kan give mange fordele, også sikkerhedsmæssigt. Fejl og mangler kan hurtigt afhjælpes, og eventuelle sikkerhedsproblemer kan undersøges af specialisten, selv om han sidder langt væk. Der skal bare være en god og gennemtænkt plan. Den, der styrer fjernadgangen, skal kunne stole på, at aftaler følges, og at fx hegnet er på plads.

Hvornår vågner de i USA?

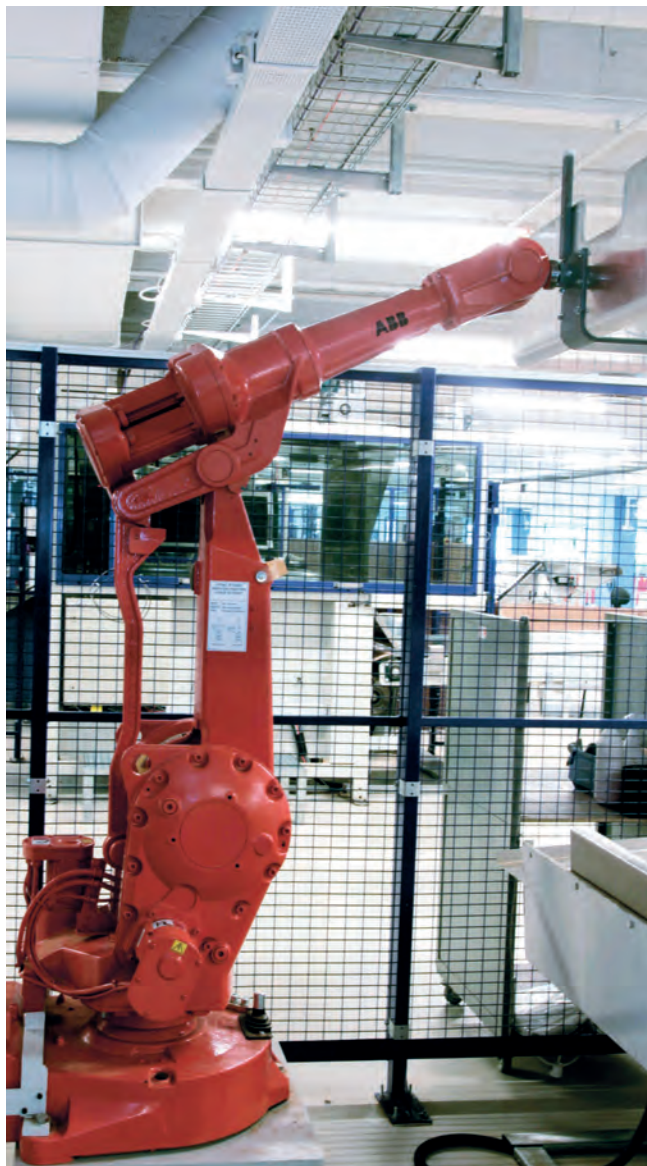
18 robotter blev programopdateret fra Danmark. De første seks robotter nåede at vælte hegnet. De øvrige 12 fabrikker blev ringet op med besked om ikke at starte, før der var leveret et revideret program.

Dette er ikke en enkeltstående situation.

DS/EN ISO 10218-2/2012 giver god vejledning i, hvordan fjernadgang kan og skal håndteres, herunder oplysninger til risikovurdering, brugsanvisning mv.

Alle forhold vedr. fjernadgang skal være godt beskrevet i brugsanvisningen, herunder også hvilke forudsætninger der skal være opfyldt for at fjernadgang er forsvarlig. Fx skal den, der udfører opgaven, kunne læse, hvad der kan/skal/må udføres, når man ikke kan se robotten.

Fabrikantens opgaver og ansvar



Selve robotten leveres normalt som en delmaskine. Fabrikanten af den samlede CE-mærkede robotløsning køber delmaskinen og laver den samlede løsnings risikovurdering, sikring, brugsanvisning mv. Også når brugervirksomheden er fabrikant.

Man kan købe en robotløsning på to måder: Robotten købes som delmaskine, som indgår i en samlet robotløsning, brugervirksomheden selv bygger. Eller robotløsningen købes færdig og CE-mærket. De to måder medfører forskellige opgaver og ansvarsfordeling til henholdsvis fabrikanten og brugervirksomheden.

Robotten er en delmaskine

Selve robotten leveres normalt af robotfabrikanten som en delmaskine. Det kan være en robot, der skal bygges ind i en maskine, eller en robot der mangler at blive hejnet ind og tilsluttet et styresystem mv. En delmaskine er ikke sikret ligesom en brugsklar maskine.

Fabrikanten af delmaskinen skal medlevere en inkorporeringserklæring med oplysninger om, hvad fabrikanten tager ansvar for, fx om robotten leveres med eller uden eget sikkerhedsstyresystem. Dette gør det lettere for køberen - dvs. den virksomhed der laver den samlede robotløsning - at risikovurdere, designe, bygge og CE-mærke den brugsklare robotløsning.

Fabrikanten af delmaskinen har ansvar for de krav, han har oplyst i inkorporeringserklæringen - også efter at delmaskinen er indbygget og bliver anvendt som forudsat i den brugsklare, færdige CE-mærkede maskine. Delmaskinefabrikanten skal lave et teknisk dossier med risikovurdering og skal overholde relevante krav i direktivet og standarder. Delmaskinen skal have en brugsanvisning med vejledning for montering, anvendelse, vedligeholdelse mv.

De fleste robotter sælges via et fast korps af forhandlere, der er fabrikanter af de færdige robotløsninger. Der kan foreligge skriftlige aftaler mellem robotfabrikanten og fabrikanten af robotløsningerne. Er det tilfældet, er der mindre brug for Inkorporeringserklæringen som grundlag for aftale mellem parterne. I aftalen kan robotfabrikanten også stille krav om uddannelse, kvalitetsstyring, dokumentation mv.

Delmaskiner er en rigtig god løsning for en maskinefabrikant, der kan købe en robot til sin færdige maskine, og hvor fabrikanten af robotten kan påtage sig ansvaret for alle forhold for selve den leverede robot.

For at udnytte fordelene skal både køber og sælger af delmaskinen vide, hvad de har med at gøre. Den fornuftige maskinefabrikant laver en liste over, hvilke dele af Maskindirektivets Bilag I, der skal oplyses på inkorporeringserklæringen, og stiller krav om relevant dokumentation og de relevante tekster til brugsanvisningen.

Hvis man som brugervirksomhed ikke har erfaring med CE-mærkning, risikovurdering, standarder og skrivning af brugsanvisninger, bør man enten finde en kompetent robotintegrator, der kan hjælpe med opgaven, eller finde en fabrikant der kan levere den samlede robotløsning CE-mærket.

Brugervirkigheden samler sin egen robotløsning

Vælger man som produktionsvirksomhed selv at købe en robot og designe og bygge robotløsningen, påtager man sig ansvaret som fabrikant af den samlede robotløsning.

Her er det vigtigt at kende forskellen på at købe en maskine og købe en robot som en delmaskine.

Som køber af en delmaskine bør man sikre sig, at købekontrakten og inkorporeringserklæringen beskriver, hvilke dele fabrikanten af delmaskinen har taget ansvar for. Det er også en god idé at stille krav til indholdet af den medleverede brugsanvisning.

Køb af en maskine eller en delmaskine: Få krav med i kontrakt/ordrebekræftelse

Alt for mange brugervirksomheder har fået leveret en delmaskine og forventet at få en CE-mærket maskine. I denne situation har brugervirksomheden pludselig rollen som maskinfabrikant og skal lave risikovurdering, teknisk dossier og brugsanvisning. Normalt har man ikke adgang til de oplysninger, der skal bruges hertil. Derfor bør man stille krav om, at kontrakten har flg. ordlyd (tilpasset den konkrete leverance og situation):

Leverancen af robotløsningen er én CE-mærket brugsklar maskine jvf. Maskindirektivet 2006/42 og omfattes af én EF-overensstemmelseserklæring IIA, med Maskinfabrikant Jensen som ansvarlig fabrikant.

Køber man en robot for selv at installere den i sin produktion, bliver man fabrikant og ansvarlig for, at den samlede robotløsning er CE-mærket, inden man må tage den i brug. Robotten er i sig selv normalt en delmaskine og må ikke tages i brug, før den er CE-mærket. I korte træk skal man:

1. Udføre en risikovurdering for alle de driftssituationer, der kan blive tale om i robotløsningens levetid. Fx drift, rengøring, indstilling osv.
2. Finde og bruge de relevante standarder, fx DS/EN ISO 10218-2/2012
3. Indrette robotløsningen efter resultaterne af risikovurderingen og krav fra standarder
4. Udarbejde en brugsanvisning. Både Maskindirektivet og standarder stiller krav til indhold. Desuden kan der være krav fra risikovurderingen
5. Samle det tekniske dossier. Dossieret skal indeholde risikovurdering, brugsanvisning, tegninger, beregninger m.m.
6. Udarbejde og underskrive robotløsningens EF-overensstemmelseserklæring
7. Sætte maskinskilt på robotløsningen

Hvis man vælger at bygge en robotløsning selv, skal man gøre de samme ting som fabrikanten. Det kræver en del viden om sikkerhed at kunne CE-mærke et robotanlæg. Derfor bør man overveje, om opgaven skal lægges ud til et firma, der har den fornødne viden. For at kunne CE-mærke et robotanlæg skal man kende både Maskindirektivet, robotstandarder, standarder for sikre styresystemer mv. Hvis man blot en gang imellem skal CE-mærke, er det en stor opgave at finde og anvende den viden, man som minimum skal have.

En robotløsning opbygges typisk af flere dele, CE-mærkede maskiner og delmaskiner. En robotløsning kan fx bestå af følgende dele:

Robot	Delmaskine
Transportbånd	CE-mærket
Lysgitter	CE-mærket
Griber	Delmaskine

Som det ses, er der i forhold til Maskindirektivet to forskellige produkter og dermed to forskellige arbejdsformer, der skal anvendes, når man sammenbygger en robotløsning på denne måde.

Tjekliste ved indbygning af en delmaskine:

1. Læs inkorporeringserklæringen
2. Læs monteringsvejledningen
3. Indbyg delmaskinen efter monteringsvejledningen
4. Find de punkter, fabrikanten af delmaskinen oplyser. Udelad dem i risikovurderingen
5. Lav en farekildeidentifikation, risikovurdering og indfør sikringsløsninger for alt andet
6. Dokumenter den samlede løsning i det tekniske dossier

Indbygning af en CE-mærket maskine som fx et transportbånd giver fabrikanten af den færdige robotløsning en lidt anden opgave. Hvis fabrikanten af transportbåndet har overholdt alle regler for transportbånd (Fx standarden DS/EN 620/+A1 2011), kan man lave følgende betragtning:

Transportbåndet kan forventes at være sikkert at bruge, hvis anvendelsen bliver som forudsat af fabrikanten. Fabrikanten af den færdige robotløsning skal ikke lave en ny risikovurdering for indretningen af transportbåndet, men skal sørge for at risikovurdere både sammenbygningen med resten af robotløsningen og selve anvendelsen af transportbåndet. Vil man fx bruge transportbåndet til oplægning og udtagning af emner, skal man indrette arbejdspladserne ergonomisk korrekt. Er der risiko for, at emnerne falder ud for enden af transportbåndet, skal man via sin risikovurdering finde frem til en sikringsløsning, der forhindrer dette. Først og fremmest for at personer ikke bliver ramt af emnerne, men også for at sikre at operatøren kan forlade arbejdspladsen.

Tjekliste for ind- eller sammenbygning af maskiner:

1. Læs EF-overensstemmelseserklæringen for det CE-mærkede transportbånd
2. Fastlæg anvendelsen, sørg for at anvendelsen ikke afviger fra fabrikantens brugsanvisning
3. Lav farekildeidentifikation, risikovurder, indfør sikringsløsninger for den samlede løsning
4. Dokumenter den samlede løsning i det tekniske dossier

Igen er det afgørende, at man ikke fraviger fabrikantens brugsanvisning. Hvis man vælger at fravige, skal risikovurderingen foretages på ny.

Indbygning af sikkerhedskomponenter fx lysgitter

Når man bygger en robotløsning, skal man normalt anvende sikkerhedskomponenter. Det kan fx være en kontakt, der afbryder alle bevægelser, når en dør åbnes, eller et lysgitter der afbryder alle bevægelser, når det brydes af en person eller genstand. Man tillægger

sikkerhedskomponenter en højere pålidelighed end almindelige komponenter. For eksempel må en PLC kun anvendes til sikkerhedsfunktioner, hvis det er en sikkerheds-PLC. Altså en PLC med høj pålidelighed.

En sikkerhedsfunktion er en maskinfunktion, som – hvis den svigter – omgående vil føre til en forhøjet risiko.

Brugervirkomheden køber en færdig robotløsning

Vælger man at købe en færdig robotløsning hos en leverandør, er opgaven mere enkel. Fabrikanten vil normalt installere robotløsningen på stedet. Det eneste, man som brugervirkomhed skal gøre, er at stille tilstrækkelige energiforsyninger til rådighed. Robotløsningens forbrug af trykluft, elektricitet osv. skal specificeres af fabrikanten, herunder også hvem der er ansvarlig for, at tilslutninger kan aflåses.

Husk, at fabrikanten af robotløsningen kun CE-mærker denne. Indgår robotløsningen i en produktionslinje, skal grænsefladerne mellem robotløsningen og andre maskiner også risikovurderes. Der kan være behov for at udveksle informationer mellem andre maskiner og robotløsningen, fx start, driftsstop, nødstop mv. Dette skal sikre, at robotløsningen ikke kan blive farlig i forbindelse med andre maskiner.

Det er ofte mest hensigtsmæssigt, at brugervirkomheden har ansvar for indbygningen af robotløsningen i det øvrige udstyr og dermed skal lave risikovurderingen, sikre den samlede løsning og lave den samlede brugsanvisning.

I mange situationer har en brugervirkomhed lånt en robotløsning for at afprøve den i sin produktion uden at robotløsningen er CE-mærket. Under demonstrationen betjenes robotten af leverandøren. Hvis der testes over længere tid, eller brugervirkomheden overtager betjeningen, er robotten taget i brug – ulovligt! Brugervirkomhedens medarbejdere må ikke udføre nogen form for arbejdsopgaver på en maskine, der ikke er CE-mærket.

Hvordan man køber en robotløsning

Inden man investerer i en robotløsning, er det en god ide at lave en grundig vurdering af behov og ønsker. Standarden DS/EN ISO 10218-2/2012 Robotløsninger kan bruges som inspiration og sikrer, at man kommer igennem overvejelser om krav til kapacitet, kvalitet af den udførte opgave, omstilling til nye anvendelser og ikke mindst personsikkerhed. På den baggrund kan man lave en kravspecifikation til de mulige leverandører.

Hvis den ønskede løsning ligner noget, der er prøvet andre steder før, kan man ofte få hjælp til dette fra en fabrikant af robotløsninger, evt. mod betaling.

Mange leverandører tilbyder også at vurdere ens virksomhed og derudfra lave et forslag til egnede løsninger. Det er en god ide under alle omstændigheder at lave sin egen kravspecifikation, gerne med hjælp fra DS/EN ISO 10218-2/2012.

Selvom det i sidste ende altid er fabrikantens ansvar, at den samlede robotløsning er indrettet jvf. krav fra Maskindirektivet og standarder, så kan der være arbejdsmiljøforhold, som ligger udenfor fabrikantens ansvarsområder, eller fabrikanten kan have valgt løsninger, som giver andre ulemper. Det kan være støj, ventilation, ergonomi, pladsforhold, personlige værnemidler, uddannelse mv.

Arbejdstilsynets bekendtgørelse 1181/2010 om samarbejde om sikkerhed og sundhed

§ 5. Stk. 2. Arbejdsgiveren skal sørge for, at de ansatte høres ved planlægning og indførelse af ny teknologi, herunder om konsekvenser for sikkerhed og sundhed ved valg af udstyr, personlige værnemidler og tekniske hjælpemidler mv.

Mange indkøbsprojekter har vist, at hvis man tager denne høring alvorligt og inddrager brugere, servicepersonale og arbejdsmiljøorganisationen, før der afgives ordre, kan man få en løsning til tiden, til budgettet og som kan løse alle de opgaver den skal. Kravene fra risikovurderingen/APV'en skal derefter omsættes i en aftale/kontrakt, hvor de opstillede ønsker og krav er formuleret, så der ikke er tvivl.

Skal man købe velkendte løsninger, kan man stille et lille hold, fx fra teknisk afdeling og den relevante arbejdsmiljørepræsentant.

Til andre opgaver kan man stille et hold af fx:

- Teknisk ledelse
- Arbejdsmiljørepræsentanten for området
- Kommende brugere: Operatører, truckførere mv.
- Kommende servicepersonale
- Eksterne specialister, fx en robotintegrator

Holdet hjælper med at lave et udbud: Hvad vil vi gerne have?

Når leverandøren eller leverandørerne kommer med et indledende forslag, laver holdet en risikovurdering/en APV på basis af spørgsmålet:

Hvis vi køber det her, får vi så et arbejdsmiljø, vi er glade for?

Herefter tilpasses kravene, evt efter forhandling med leverandørerne.

Når man har vurderet, at leverandørens løsning er egnet (kvalitet, kapacitet, økonomi mv.), bør man lave sin egen kontrol af, om sikkerheden og arbejdsmiljøet generelt er acceptabelt.

For komplekse løsninger anbefales det at lave en risikovurdering efter Maskindirektivet. For simple løsninger kan man lave en APV på det kommende arbejdsmiljø. De fleste virksomheder har erfaring med at lave en APV. Nu skal man så prøve at lave den på forhånd.

Har man svært ved at vurdere løsningen ud fra tegninger, kan man besøge andre med lignende løsninger, eller man kan søge hjælp. Når man ved, hvad man gerne vil have, kan man gå i dialog med en eller flere leverandører.

Risikovurdering før indkøb

CP Kelco i Lille Skensved producerer bl.a. pektin af citrusskaller.

Virksomheden havde fået lavet et forslag til en robotløsning, der skulle plukke sække fra paller.

En risikovurdering af det foreslåede projekt viste, at anlægget gik i stå ved hver aflevering af en palle. Det betød, at truckføreren skulle stå ud og genstarte anlægget. Inden genstart skulle han desuden kontrollere, om der var gået personer ind på området. Og endelig kunne han ikke overskue robotløsningen fra startstedet.

Resultatet af risikovurderingen blev forelagt projektgruppen, som bestod af arbejdsmiljørepræsentanten for området, arbejdsmiljølederen, projektlederen, operatører og ekstern sikkerhedsrådgiver.

Projektet blev ændret, så truckføreren kunne passe sine opgaver med truckkørsel og el-tavlen placeret med fuldt opsyn med det farlige område. For en merpris på ca. 2 pct. af budgettet fik man både en sikrere robotløsning, og man frigav truckføreren tid til andre opgaver.

Først herefter blev projektet sendt i udbud til tre leverandører, og man endte med en løsning man var glad for.

Indledende dialog med leverandører

Når man har lavet sit forarbejde, kan man vurdere, hvad der er krav, og hvad der er ønsker. Ofte kan man starte med en åben dialog, hvor leverandører kan give prisoverslag på forskellige løsninger. Det giver mulighed for at prioritere, inden man laver den endelige kravspecifikation.

CE-mærkning af robotløsning

Når man skal købe en robotløsning, bør man starte med at afklare, om løsningen kan købes som en færdig CE-mærket maskine fra én leverandør, om man skal have flere leverandører, eller om man som brugervirksomhed selv vil have ansvar for nogle af delene.

Fabrikantens risikovurdering

Maskindirektivet stiller krav om, at fabrikanten laver en risikovurdering og på det grundlag designer og bygger maskinen. Det er altså et krav, at fabrikanten har tænkt sig om på forhånd. Inden en maskine må CE-mærkes, skal risikovurderingen være afsluttet og foreligge på papir eller elektronisk.

Risikovurderingen er fabrikantens ejendom og kan indeholde løsninger, som fabrikanten gerne vil holde for sig selv. Maskindirektivet stiller kun krav om udlevering af relevante dele af risikovurderingen til myndigheder.

I de tilfælde, hvor risikovurderingen først laves efter, at maskinen er bygget, kan det være svært at indarbejde løsninger på de problemer, der først findes under udarbejdelsen af risikovurderingen.

Hvis brugervirksomheden har adgang til fabrikantens risikovurdering fire til seks uger efter ordreafgivelsen, er der mulighed for at kigge fabrikanten i kortene og se, hvordan han har løst de potentielle sikkerhedsproblemer ved robotter. Derefter kan man vurdere, om fabrikantens løsninger er de mest hensigtsmæssige i forhold til den planlagte anvendelse: Om man vil bede om tilbud på en ekstra dør i hegnet, om nødstoppet skal sektioneres på en anden måde, om hjælpematerialer kan leveres uden at stoppe arbejdet mv. Desuden sikrer man sig, at risikovurderingen faktisk laves, mens projektet har nytte af den.

Det skal aftales i kontrakten, hvis man ønsker at få fabrikantens risikovurdering udleveret, men det er en fordel at nævne det allerede under forhandlingerne. Man kan også aftale, hvornår den skal foreligge, ligesom man kan bede om at se, hvordan fabrikanten plejer at lave sin risikovurdering. Det er desuden

vigtigt at bede om en opdateret risikovurdering på det afleverede anlæg, så de eventuelle ændringer, der er lavet undervejs, også er risikovurderet i den samlede løsning.

Husk, at det er i denne forhandlingsfase, man skal aftale, hvem der har rollen som integrator for leverancen, så dette kommer med i aftalegrundlaget.

I nogle tilfælde kan man ikke få risikovurderingen udleveret, men kan få lov at læse den hos fabrikanten. Hvis fabrikanten ikke ønsker at udlevere risikovurderingen, kan man vælge at købe et andet sted.

Køb af en god brugsanvisning

Under forhandlingerne kan man også bede om at se et eksempel på, hvordan fabrikanten plejer at lave en god brugsanvisning. Her kan man ofte se, om det er noget fabrikanten prioriterer, og man kan diskutere ønsker om forbedringer. Det kan være, at man vil betale en passende merpris for at få konkrete instruktioner for opgaver som indkøring, fejlafhjælpning, værktøjsskift, tjekskema for brugerens eftersyn mv.

Leveringstid for brugsanvisningen, eller i det mindste dele heraf, kan sagtens være fire uger før afleveringen af robotten. Det giver mulighed for at finde egnede værnemidler, foretage den nødvendige uddannelse og lignende.

Standarden DS/EN ISO 10218-2/2012 har et godt afsnit om krav til indholdet i brugsanvisningen. Fortæl leverandøren, at I vil gennemgå hans brugsanvisning i forhold til kravene i relevante standarder, fx :
DS/EN ISO 10218-2/2012 Robotløsninger
DS/EN 60204-1/2006 + A1 2009 El på maskiner
DS/EN ISO 13849-1/2008 Sikre styresystemer

Kontrol af udstyr før levering:

- FAT: Factory Acceptance Test, dvs. kontrol af leverance hos fabrikanten før afsendelse. Her kan man afprøve funktioner, gennemgå detaljer mv. Da det foregår hos fabrikanten, er det rimelig enkelt at lave mindre ændringer. Aftal, at kontrol af arbejdsmiljø holdes for sig, så det ikke sammenblandes med vurdering af kapacitet, kvalitet mv.
- SAT: Site Acceptance Test, dvs. kontrol hos brugeren før endelig aflevering.
- Ibrugtagningskontrol: Arbejdsgiverens kontrol vedr. arbejdsmiljø og sikkerhed før udstyret lovligt må tages i brug.

Robotintegratoren bør medvirke ved, og evt. lede, både FAT, SAT og ibrugtagningskontrollen. FAT og SAT er frivillige, men der er krav om ibrugtagningskontrollen jvf. Arbejdstilsynet bekendtgørelse 1109/1992 §14. Det er en god ide at få testet sin robotløsning før levering. Derfor anbefales det, at man får skrevet FAT og SAT ind i kontrakten.

Afleveringsplan

Som en del af et godt indkøb bør man bede om en detaljeret leverings- og montageplan, så man kan indarbejde egne opgaver. Her kan man også aftale tidspunktet for FAT og SAT, hvornår fabrikanten skal have testmaterialer, i hvilke mængder mv.

Desuden kan man aftale, at man skal have kopi af målerapporten for det elektriske system, som fabrikanten skal lave ved afleveringen. Man kan også bede om evt. anden afleveringsdokumentation som fx måling af stoptid mv.

DS/EN ISO 10218-2/2012 beskriver minimumskrav til afleveringsplanen. Den kan man bede fabrikanten om at aflevere fx fire uger før anlæggets levering.

Risikovurdering af egne opgaver

Mens fabrikanten bygger robotanlægget, kan man nå at få styr på egne opgaver. Det kan fx være grænsefladerne mellem den nye robotløsning og bestående maskiner. De skal risikovurderes, og eventuelle mangler beskrevet i risikovurderingen skal afhjælpes. Det kan være, der skal opsættes truckværn, afskærmes egne maskiner, designes og købes el-tavle til flere nødstop mv.

Ombygning og ændret brug af en robotløsning

En robot er en fleksibel størrelse. Ved at bruge et nyt værktøj og lidt programmering kan robotløsningen anvendes til andre formål end det oprindelige. Dette kaldes under ét for ændringer af en maskine.

Når en robotløsning skal bruges til et andet formål, skal man lave en risikovurdering af ændringen. Vurderingen skal vise, om den nye anvendelse er sikker. Risikovurdering skal også gennemføres, når man fx bygger en printer eller et transportbånd sammen med robotløsningen.

I visse tilfælde kræver en ændring, at robotløsningen skal CE-mærkes på ny. Det gælder fx en brugt robot, der anvendes i en ny celle. Ved mindre ombygninger skal robotløsningen normalt ikke CE-mærkes igen.

Følgende tommelfingerregel kan bruges til at vurdere, om en ændring giver anledning til ny CE-mærkning:

Ved ændret funktion, kapacitet, styring og evt. ombygning til fjernadgang er der ofte tale om en væsentlig ombygning. En væsentlig ombygning kræver normalt en ny CE-mærkning.

Fabrikanten skal i sin brugsanvisning beskrive, hvad robotløsningen må bruges til. Hvis man bruger robotløsningen til andet end fabrikantens foreskrevne brug, gælder fabrikantens risikovurdering og CE-mærkning ikke. I det tilfælde skal man ofte CE-mærke på ny, afhængigt af hvor omfattende ændringen er. Er det en mindre ændring, skal der laves en risikovurdering af ændringen, og brugsanvisningen skal opdateres.

Når robotløsningen ændres, skal man opdatere brugsanvisningen, så den også medtager den nye anvendelse. En brugsanvisning skal afspejle virkeligheden og give brugeren den nødvendige information om arbejdet med robotløsningen. Der kan være behov for at lave nogle tillæg, eller - ved store ændringer - udarbejde nye afsnit til brugsanvisningen.



Betjening af en robot kan være kompliceret og kan kræve en del uddannelse. Selv om det kun er specialister, der skal programmere robotten, er der normalt behov for, at alle operatører i området uddannes i sikkerhedsforholdene.

Man kan ikke få en dispensation fra kravene i Maskindirektivet

Men hvis man kan forklare, hvordan man vil løse opgaven på fuldt forsvarlig måde, må man gerne bruge maskinen på en anden måde, end fabrikanten har beskrevet.

Denne forklaring skal indgå i risikovurderingen af den ændrede anvendelse, og først når den foreligger sammen med en opdateret brugsanvisning, må man starte med at bruge maskinen. Man er så fabrikant af ændringen. Alt, hvad der ikke er ændret, er stadig den oprindelige fabrikants ansvar.

Inden ændringen tages i brug, skal der udføres en ibrugtagningskontrol, se side 25.

Alt dette kan udføres af brugervirksomheden selv, uden at myndigheden skal blandes ind i opgaven.

Uddannelse

Når en brugervirksomhed får en ny robotløsning, vil der næsten altid være behov for uddannelse. Uddannelsens omfang og indhold afhænger af, hvilke opgaver medarbejderne skal løse med det nye udstyr.

I mange tilfælde fokuserer uddannelsen primært på, at medarbejderne kan justere, omstille og ændre programmeringen af robotløsningen samt sikre maksimal opetid.

Men en god uddannelsesplan bør også omfatte:

Teknikere i drift og vedligehold:

- Grundigt kendskab til sikkerhedsprincipper og sikkerhedsfunktioner
- Hvad kan man, og hvad må man
- Det regelmæssige eftersyn vedr. sikkerhed, herunder afprøvning og acceptkriterier

Operatører:

- Egne opgaver
- Kendskab til sikkerhedsprincipper og sikkerhedsfunktioner

Andre i området:

- Kendskab til sikkerhedsprincipper og sikkerhedsfunktioner

Uddannelsen af teknikere og operatører kan foregå hos fabrikanten af den samlede robotløsning, hos fabrikanterne af selve robotten, på AMU-kurser mv.

Medarbejdere, som færdes i området, hvor den nye robotløsning står, skal også have kendskab til, hvordan robotten fungerer, i hvilke situationer nødstop skal aktiveres, hvordan ulykker kan forhindres mv.

Det er vigtigt, at alle nye medarbejdere orienteres. For at sikre dette, er det god praksis at skrive uddannelsesplanen for nye medarbejdere ned. Det behøver ikke at være mere end 10 linjer, der fx klæbes op på den enkelte maskine, som gennemgås med den nye medarbejder.

En større virksomhed havde købt nyt procesudstyr, som viste sig at kunne ramme medarbejderne under arbejdet.

Det gav en stor utryghed, og derfor blev der iværksat flere forskellige tiltag til at forhindre personer i at komme i kontakt med maskinerne. Et tiltag var fx, at advarselslyden skulle være aktiv, så snart maskinen arbejdede. Desværre generede larmen så meget, at flere medarbejdere begyndte at bruge høreværn.

De indkøbsansvarlige vidste, at maskinerne var ufarlige, men havde glemt at informere de medarbejdere, der skulle arbejde ved maskinerne.

En virksomhed havde instrueret alle sine medarbejdere i kun at gå ind til robotten, når forsyningsadskilleren var åbnet og aflåst. Det fungerede fint i flere år.

En ny medarbejder var ikke instrueret herom. I sin iver for at redde et produkt gik han gennem lysgitteret, da han vidste, at det ville standse robotten.

Kollegaen forventede at forsyningsadskilleren ville være låst i åben stilling, hvis der var nogen inde ved robotten, så kollegaen genstartede uden at kontrollere dette.

Den nye medarbejder blev ramt alvorligt af robotten.



Obligatorisk ibrugtagningskontrol.

Ibrugtagningskontrol

Inden en ny robotløsning må tages i brug, skal virksomheden gennemføre en ibrugtagningskontrol. Dette gælder også for eksisterende robotløsninger, som er blevet ændret eller genopstillet. Ibrugtagningskontrollen er populært sagt en garanti for, at virksomheden tjekker, at robotløsningen lever op til de sikkerhedsmæssige krav vedrørende indretning og anvendelse.

Ibrugtagningskontrollen omfatter ikke kun robotløsningens sikre indretning, men også at de forhold, som brugsanvisningen forudsætter, overholdes. Det gælder fx pladskrav, personlige værnemidler, ventilation, særlig uddannelse og de produkter, maskinen skal bearbejde.

En robotløsning er ofte forbundet til andre maskiner. Disse forbindelser kaldes grænseflader og kan fx være et transportanlæg, der transporterer emner væk fra robotløsningen. Grænsefladerne skal risikovurderes, og de skal også indgå i ibrugtagningskontrollen.

En ibrugtagningskontrol for en robotløsning kan omfatte flg.:

- Fabrikantens afleveringsplan jfr DS/EN ISO 10218-2/2012
- Sikkerhed for at robotløsningen er indrettet i overensstemmelse med Maskindirektivet
- DS/EN ISO 10218-2/2012 og andre relevante standarder
- Kontrol af pladsforhold omkring robotløsningen
- Kontrol af tilslutninger, fx ventilation, vakuum, mv.
- Kontrol i forhold til brugsanvisningen og eventuel egen tilpasning
- Kontrol af personlige værnemidler
- Sikkerhed for gennemført uddannelse af teknikere, operatører og andre med opgaver i nærheden

Robotløsninger kan være komplicerede, og derfor er der ofte brug for flere personer til ibrugtagningskontrollen. De fleste kan kontrollere, om et hegn er højt nok, eller om nødstopet stopper de farlige bevægelser. Det kræver lidt mere viden at kontrollere, om sikkerhedsfunktionerne (nødstop, lågekontakter, lysgitre mv.) er udført korrekt, om de rigtige komponenter er anvendt mv.

Andre kontroller kan være, om vakuumsystemet giver den foreskrevne holdetid, at ventilationen starter før svejsning og fortsætter i nogle minutter efter svejsningens ophør.

Se flere eksempler i tjekskemaet. Skemaet kan downloades på www.bfa-i.dk

Planlægning af ibrugtagningskontrollen

Omfanget af ibrugtagningskontrollen afhænger af opgaven. Det er virksomhedens ansvar, at ibrugtagningskontrollen foretages, og det er god praksis at lade arbejdsmiljørepræsentanten deltage i kontrollen.

Kontrol af simple ombygninger kan laves af den, der har gennemført ændringen, og evt. arbejdsmiljørepræsentanten. Større opgaver kan deles op, så både virksomhedens egne sagkyndige og eksterne specialister kan deltage.

Robotløsningens elektriske system skal indrettes i henhold til relevante standarder for at sikre mod brand, stød mv. Det kræver en vis erfaring og viden at kunne konstatere, om det elektriske system er korrekt indrettet. Derfor bør virksomhedens elektriker deltage, så han fremover selv kan løse opgaven ved eftersyn.

Måling af støj, ventilationens kapacitet mv. kan laves på et andet tidspunkt og vil da indgå i den samlede ibrugtagningskontrol.

Praktisk gennemførelse af ibrugtagningskontrollen

Brugervirksomhedens ansvarlige projektleder - det kan fx være virksomhedens egen integrator, som kan være intern eller ekstern - gennemgår fabrikantens risikovurdering, brugsanvisningen, risikovurderingen for virksomhedens egne opgaver og egne arbejdsinstruktioner. Han bestiller en ekstern specialist til at lave støjmålingen og sammensætter herefter sit hold, så alle nødvendige kompetencer er til stede. Projektlederen vurderer, at virksomheden selv har kompetence inden for almindelig maskinsikkerhed, ergonomi og kemi, men har brug for eksterne specialister inden for støj og maskinens sikkerhedsstyresystem.

Følgende bør deltage i ibrugtagningskontrollen af en robotløsning:

- Projektleder
- Integrator
- En repræsentant fra fabrikanten
- En arbejdsmiljørepræsentant
- En tekniker og en elektriker
- En ekstern specialist i sikre styresystemer

Når holdet er sat, skal det besluttes, om det er projektlederen af integrationen eller arbejdsmiljørepræsentanten, der styrer ibrugtagningskontrollen. Det vigtige her er, at man er enige. Det er lederen af ibrugtagningskontrollens ansvar, at der holdes en klar systematik, så opgaverne løses en ad gangen. De enkelte deltagere har ansvar for, at kontrollen gennemføres på deres egne ansvarsområder.

Kontrolforløbet styres med et skema, som udfyldes undervejs. Hvis eftersynet er positivt, gives der ok til at tage robotløsningen i brug, og skemaet arkiveres. Hvis der er områder, som ikke godkendes, skal det vurderes, om robotløsningen må tages i brug, eventuelt med andre forholdsregler indtil problemet er afhjulpet. Maskindirektivet arbejder ikke med begreber som kortvarigt, afprøvning, midlertidig mv., men man kan lave en ny risikovurdering, der viser, at andre løsninger kan anvendes i en kort periode, dvs. så længe det er nødvendigt og med skærpet instruktion og overvågning.

En kort periode kan ikke være mere end tre måneder, og der skal gode argumenter til, hvis man skal forsvare så lang en periode med skærpet instruktion og overvågning.

Kontrol af eksisterende robotløsninger

Hvis der ikke er lavet en ibrugtagningskontrol af virksomhedens eksisterende robotløsninger, skal man sørge for at få det gennemført. Det gælder også, hvis der er tvivl, om løsningerne er sikre nok.

Kontrol af eksisterende robotløsninger har afsløret, at:

- Robotløsningen aldrig var blevet CE-mærket
- Robotløsningen var bygget om en eller flere gange uden ny risikovurdering
- Robotløsningen var flyttet, men nødstopknapperne var ikke
- Robotløsningen bruges på en anden måde, men risikovurdering og brugsanvisning var ikke opdateret
- Trappen til den nye robotløsning gav fri adgang til det farlige område
- Lysgitteret var koblet til PLC'en, men ikke til en sikkerheds-PLC
- Udligningsforbindelserne (jordingen) var ikke genmonteret efter ombygning
- Hegnet var væltet af trucken og ikke genmonteret
- Brugsanvisningen kunne ikke findes
- Der manglede regelmæssigt eftersyn vedr. sikkerhed, jvf. Arbejdstilsynets bekendtgørelse 1109/1992 § 14
- Uddannelsen var forældet
- Nye medarbejdere var ikke informeret om robotløsningen

Flere robotløsninger havde mange af fejlene.

Når man køber nye robotløsninger, skal man afsætte den nødvendige tid og ressourcer til at lave ibrugtagningskontrollen.

De samme ressourcer bør være til stede til kontrol af eksisterende robotløsninger.

Betragt eksisterende robotløsninger som nye, og gennemfør en ibrugtagningskontrol efter samme principper.

Regelmæssigt eftersyn

Maskiner, der ved brug kan blive farlige, skal efterses regelmæssigt, og der skal være dokumentation for eftersynets resultat. Kravet er det samme som findes for stiger, porte, pallereoler mv.

Robotløsninger anses generelt for at kunne blive farlige ved brug. De skal derfor have et regelmæssigt eftersyn, med mindre brugervirksomheden kan begrunde, hvorfor det ikke er nødvendigt.

Den nye eller ombyggede robotløsning skal underkastes et passende eftersyn. Det betyder, at eftersynet skal tilpasses til anlægget. Eftersynet vil således være forskelligt for en boremaskine og et robotanlæg.

Eftersynet skal udføres af en sagkyndig. En sagkyndig er en person med et tilstrækkeligt kendskab til robotløsningen og til Maskindirektivets krav til robotter. Personen skal også være i stand til at finde de fejl, der kan være på et robotanlæg. Generelt kræves der ikke en speciel uddannelse for at være sagkyndig, men arbejdsgiveren skal kunne forklare, hvorfor han mener, at den udpegede er sagkyndig til det pågældende eftersyn. En uddannelse eller et eksamensbevis på, at man er sagkyndig, kan være en hjælp, ligesom det øger kvaliteten og trygheden ved eftersynet.

De i §6 (neden for) omhandlede krav henviser til, at robotløsningen skal være indrettet og monteret efter Maskindirektivets og standarders krav, fx at den skal være CE-mærket og overholde Maskindirektivets sikkerheds- og sundhedskrav, samt at eventuelle grænseflader til andre maskiner skal være risikovurderet, sikret og have en opdateret brugsanvisning.

Ats bkg 1109/1992 § 6. Et teknisk hjælpemiddel må kun anvendes, hvis det opfylder de krav, der gælder for dets konstruktion, udstyr, sikring mv. ifølge Arbejdstilsynets bekendtgørelse om indretning af tekniske hjælpemidler og andre særlige regler, der måtte være fastsat herom.

§ 6 a. Et teknisk hjælpemiddel skal installeres, indrettes og anvendes på en sådan måde, at risici for sikkerhed og sundhed minimeres. Det skal derved sikres, at der bl.a. er tilstrækkelig plads mellem hjælpemidlets bevægelige dele og faste eller bevægelige dele i nærheden og således, at enhver form for energi, stoffer og materialer, der anvendes eller produceres, kan tilføres og udtages på en sikker måde.

Ansvar for at gennemføre eftersynet er virksomhedens. Fabrikanten af robotanlægget skal i brugsanvisningen beskrive, hvad der skal efterses, hvordan, samt hvornår noget må anses for at være slidt op. Hvis man ikke kan finde informationen i brugsanvisningen, bør man bede fabrikanten om oplysningerne.

Maskindirektivets Bilag I

1.3.2 Risici for brud under drift

Maskindele, herunder forbindelsesdelene, skal kunne modstå de belastninger, de udsættes for i forbindelse med anvendelse.

De anvendte materialer skal være tilstrækkeligt modstandsdygtige og tilpassede til det anvendelsesmiljø, som fabrikanten eller dennes repræsentant har forudset, især med hensyn til træthed, ældning, korrosion og slitage.

Brugsanvisningen skal angive, hvordan og hvor ofte vedligeholdelse og inspektion skal foretages af sikkerhedsmæssige hensyn. Den angiver i givet fald, hvilke dele der er udsat for slitage, samt kriterierne for udskiftning.

For det elektriske system og sikkerhedsstyresystemet gælder tilsvarende krav om oplysninger i brugsanvisningen, jvf. de relevante standarder, fx DS/EN 60204-1/2006 - A1 2009 § 14 og DS/EN ISO 13849-1/2008.

Uddrag fra Arbejdstilsynets bekendtgørelse 1109/1992, §14.

Stk. 2. Et teknisk hjælpemiddel, som udsættes for påvirkninger, der kan medføre beskadigelse, som kan forårsage farlige situationer, skal efterses som anført i det følgende for at sikre, at de krav, der gælder for hjælpemidlets indretning og anvendelse, kan overholdes, og at beskadigelserne konstateres og kan afhjælpes i tide:

1. Det tekniske hjælpemiddel skal efterses regelmæssigt og om nødvendigt afprøves af en sagkyndig.

Stk. 3. Resultaterne af eftersynet af tekniske hjælpemidler omhandlet i stk. 2 skal registreres, opbevares i en passende periode og være tilgængelige for Arbejdstilsynet.

Bemærk: Robotløsninger er også tekniske hjælpemidler og dermed omfattet af dette krav.

For ældre anlæg kan man i visse tilfælde være tvunget til at lave kontrolplanen selv.

Tjeklisten bør indeholde:

- Frekvens for eftersyn
- Hvad skal efterses
- Hvordan skal der efterses
- Hvilke forudsætninger skal den ansvarlige have (fx uddannelse)
- Hvad er godt nok til fortsat brug (accept/kassationskriterier)
- Hvordan skal der dokumenteres

Hvad skal efterses på en robotløsning, hvor der ikke er mistanke om skader:

- Sikkerhedsfunktioner på robotløsningen, herunder:
 - Stop af robot ved aktivering af nødstop (hvert nødstop)
 - Manuel tilbagesstilling af nødstop
 - Stop af robot ved åbning af låger med lågekontakt eller ved aktivering af lysgitter
 - Stop af robot ved påvirkning af lysbom i fuld-pallebane
 - At robotten ikke kan starte igen med aktiveret nødstop eller lågekontakt
- Låger, gitre og skærme er ordentligt monteret og virker
- El-tavlen er i orden
- Udligningsforbindelser er intakte
Varighed 1 time + dokumentation



Henvisninger

På Arbejdstilsynets hjemmeside (www.at.dk) kan man gratis hente:

- Bekendtgørelse 693/2013 om indretning mv. af maskiner (heri indgår Maskindirektivet 2006/42)
- Kommissionens vejledning til Maskindirektivet
- Bekendtgørelse 1109/1992 om anvendelse af tekniske hjælpemidler
- At-Vejledning B1.3 Maskiner og maskinanlæg (gælder for maskiner fra før 1995)
- At-Vejledning B1.4 Automatiske styrede maskinanlæg, inkl. robotanlæg (gælder for maskiner fra før 1995)

På BFA Industris hjemmeside (www.bfa-i.dk) kan man gratis hente vejledninger om forskellige maskiner, ulykkesforebyggelse, støj mv.

På Dansk Standards hjemmeside (www.ds.dk) kan man gratis hente oplysninger om direktiver

På Dansk Standards hjemmeside (www.ds.dk) kan man også købe standarder

Følgende standarder skal bruges af de fleste virksomheder, der bygger robotter eller bygger om:

- DS/EN ISO 12100/2011 Risikovurdering og risikonedsettelse
- DS/EN 953/1997 og A1 2009 Beskyttelseskærme (erstattes i 2016 af DS/EN ISO 14120 Beskyttelseskærme)
- DS/EN ISO 13849-1/2008 Sikre styresystemer
- DS/EN ISO 13849-2/2008 Validering af sikre styringer
- DS/EN ISO 13850/2015 Nødstop
- DS/EN ISO 13857/2008 Sikkerhedsafstande til forhindring af, at hænder, arme, ben og fødder kan nå ind i fareområder
- DS/EN ISO 14119/2013 Tvangskoblingsanordninger (lågekontakter)
- DS/EN 60204-1/2006 og A1 2009 Elektrisk udstyr på maskiner
- DS/EN ISO 4413/2010 Hydraulik
- DS/EN ISO 4414/2010 Pneumatik
- DS/EN ISO 10218-1/2011 sikkerhedskrav til industrirobotter - del 1: Robotter
- DS/EN ISO 10208-2/2011 Sikkerhedskrav til industrirobotter - del 2: Robotsystemer og -integration
- DS/EN ISO 13855/2010 Placering af beskyttelsesanordninger ift. legemsdeles bevægelseshastigheder

Der er ca. 750 standarder i alt under Maskindirektivet, og listen opdateres løbende, normalt 3-4 gange pr år.

De fleste virksomheder, der bygger maskiner, skal normalt have yderligere 2-20 standarder om de konkrete maskiner, afhængigt af hvilke maskiner man bygger/bygger om: Fødevarer, træ og møbel, metal, pakkeri, håndholdte, landbrug, skovbrug, vej og park, entreprenør.



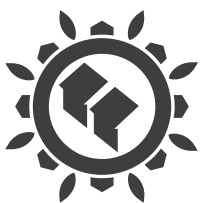
CO-industri
www.co-industri.dk
Tlf. 3363 8000



Dansk Industri
www.di.dk
Tlf. 3377 3377

Lederne
- en verden til forskel

Lederne
www.lederne.dk
Tlf. 3283 3283



bfa-i.dk

